

# Estratégias ambientais para indústrias de cerâmica vermelha do Estado do Rio Grande do Sul

*Environmental strategies for the red ceramic industry from the State of Rio Grande do Sul*

**Giane de Campos Grigoletti**  
**Miguel Aloysio Sattler**

## Resumo

No Brasil, existem poucos estudos que avaliam impactos ambientais relacionados à produção de materiais de construção. Tais estudos são fundamentais para a definição de requisitos voltados ao desempenho ambiental e social dos materiais de construção. Este artigo discute os principais impactos ambientais e sociais associados à produção de tijolos, blocos e telhas, no estado do Rio Grande do Sul (RS), apontando estratégias que podem ser adotadas pelo setor para melhorar seu impacto no meio ambiente e na comunidade onde as indústrias estão inseridas. Foram desenvolvidos múltiplos-estudos de caso, envolvendo oito empresas do setor de pequeno, médio e grande porte, nas quais foram levantados dados sobre matéria-prima, energético utilizado, geração de resíduos, fontes de emissões de CO<sub>2</sub> e condições de trabalho. Constatou-se que o setor de cerâmica vermelha no RS vem realizando um conjunto de iniciativas relacionadas à redução do seu impacto ambiental, tais como o uso de resíduos como insumo e o uso de energia renovável. Entretanto, observou-se também a necessidade de diminuir perdas no processo de produção, bem como de melhorar as condições de trabalho e a organização do processo de produção.

**Palavras-chave:** indústria cerâmica; impactos ambientais e sociais; materiais de construção

## Abstract

*In Brazil, there is a scarcity of studies that have assessed the impacts of the production of building materials. Such studies play a major role in defining requirements for the choice of materials based on their environmental and social impacts. The purpose of this paper is to discuss the main impacts of the production of ceramic brick, tiles and blocks in the state of Rio Grande do Sul, and to suggest strategies that can be adopted by the red ceramic industry for improving its impact in the environment and in the community where the plants are located. Multiple-case studies involving eight small, medium and large sized companies were carried out. The data collected were concerned with the use of raw materials, energy sources, waste production, sources of CO<sub>2</sub> emission and working conditions. The study indicated that this sector has carried out a number of successful initiatives that aim to reduce its environmental impact, such as the consumption of waste from other industries as raw materials and the use of renewable energy sources. However, the case studies indicated that further improvements are necessary in the reduction of waste, improvement of working conditions, and organization of the production process.*

**Keywords:** ceramic industry; environmental and social impacts; building materials

**Giane de Campos Grigoletti**  
Núcleo Orientado para a  
Inovação da Edificação  
Programa de Pós-graduação em  
Engenharia Civil  
Escola de Engenharia  
Universidade Federal do Rio  
Grande do Sul  
Av. Osvaldo Aranha, 99 - 3º  
Andar, Centro  
CEP 90035-190 - Porto Alegre,  
RS - Brasil  
Tel. (51) 3316 3518  
Fax (51) 3316 4054  
E-mail:  
grigoletti@cpgec.ufrgs.br

**Miguel Aloysio Sattler**  
Núcleo Orientado para a  
Inovação da Edificação  
Programa de Pós-graduação em  
Engenharia Civil  
Escola de Engenharia  
Universidade Federal do Rio  
Grande do Sul  
Av. Osvaldo Aranha, 99 - 3º  
Andar, Centro  
CEP 90035-190 - Porto Alegre,  
RS - Brasil  
Tel. (51) 3316 3518  
Fax (51) 3316 4054  
E-mail: sattler@ufrgs.br

Recebido em 22/01/03  
Aceito em 02/05/03

## Introdução

A preocupação com o desenvolvimento da sociedade contemporânea e seus impactos negativos sobre o meio ambiente intensificou-se a partir da segunda metade do século XX. Em 1972, com a realização da Conferência das Nações Unidas sobre o Ambiente Humano, a preocupação internacional com os problemas ambientais oficializa-se. Nesse encontro, um conceito básico, chamado de desenvolvimento sustentável, foi definido e vem sendo continuamente aprimorado (STRONG, 1993).

Segundo Sachs, o desenvolvimento sustentável é multidimensional, e questões de sustentabilidade podem ser abordadas em cinco possíveis dimensões: a social, a econômica, a ecológica ou ambiental, a espacial e a cultural (SACHS, 1986). Sachs preconiza que apenas por meio da modificação do paradigma social, econômico, ambiental, espacial e cultural da atual sociedade, o desenvolvimento sustentável poderá ser implantado com êxito. Dependendo do contexto da sociedade que se propõe a seguir o novo paradigma, algumas das dimensões terão maior prioridade sobre outras. Para países desenvolvidos, questões sociais, em geral, estão bem resolvidas e não são obstáculo à adoção de paradigmas ambientais, por exemplo. Já em países subdesenvolvidos ou em desenvolvimento, a dimensão social não poderá ser secundária.

A Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento (Unced), realizada no Brasil em 1992, deu origem a diretrizes a serem seguidas por cerca de 180 países participantes. Esse documento ficou conhecido como Agenda 21 (BRASIL, 1997) e aborda problemas específicos ligados aos assentamentos humanos, tais como a provisão de habitação adequada para cerca de 1 milhão de pessoas em todo o mundo que carecem de moradia. Embora seja um documento geral, foi a base para o desenvolvimento de documentos voltados diretamente à construção civil, como a *Agenda Habitat II* (UNITED NATIONS, 1996), relatório *Agenda 21 on Sustainable Construction*, elaborado pelo *International Council for Research and Innovation in Building and Construction* (CIB, 1999) e *Agenda 21 for Sustainable Construction in Developing Countries* (CIB; UNEP, 2002).

Para o setor da construção civil, apontado como um dos setores da economia que maior impacto gera sobre o ambiente natural, a *Agenda 21 on Sustainable Construction* e a *Agenda 21 for Sustainable Construction in Developing Countries*

procuram definir quais questões são relevantes e que mudanças e estratégias podem ser adotadas para o desenvolvimento sustentável deste setor. Esses documentos enfatizam a dimensão ambiental afetada pelas atividades ligadas à construção civil e à dimensão social de seu desenvolvimento sustentável, tais como a geração de emprego e a qualidade do ambiente de trabalho. Tanto a dimensão ambiental quanto a social são metas a serem buscadas por países em desenvolvimento como o Brasil.

No Brasil, existem poucas pesquisas que avaliam e caracterizam materiais segundo critérios ambientais e sociais. A grande maioria das referências bibliográficas apresenta uma abordagem muito ampla de impactos envolvidos no ciclo de vida dos materiais de construção. Poucas se detêm na análise por material e, na sua maioria, são feitas em outros países, estando desconectadas da realidade nacional (SPERB, 2000). Mesmo em nível nacional, essa abordagem deve ser local, considerando os aspectos específicos dos processos de produção, qualidade da matéria-prima, situação social e econômica local, entre outros, que variam grandemente de região para região.

Assim sendo, torna-se imprescindível na busca por um desenvolvimento sustentável para o setor da construção civil a avaliação ambiental e social dos materiais de construção disponíveis. Uma das etapas desta avaliação envolve os impactos ambientais e sociais relacionados à fase de produção.

Esta pesquisa contribui para a caracterização, no Rio Grande do Sul, de uma parte do ciclo de vida desses materiais – a sua produção – considerando os impactos ambientais e sociais mais significativos para o setor, tais como recursos naturais e energéticos, geração de resíduos, emissões de CO<sub>2</sub>, geração de emprego, possibilidades de aperfeiçoamento e qualidade do ambiente de trabalho.

Em um primeiro momento, dados foram levantados junto ao Sindicato de Indústrias de Olaria e de Cerâmica do Estado do Rio Grande do Sul (SIOCERGS). A partir de uma pesquisa realizada por essa entidade e o Serviço Nacional da Indústria (SENAI, 2000), foi feita a caracterização do porte das indústrias, tipos de insumos, fontes energéticas mais comuns e produtos produzidos.

Um grupo formado por oito indústrias, de pequeno, médio e grande porte, do estado do Rio

Grande do Sul foi selecionado com base na caracterização obtida pela SIOCERGS e pelo SENAI e de acordo com a acessibilidade e disponibilidade dos responsáveis em conceder entrevista. Todas as indústrias pesquisadas são associadas ao SIOCERGS. As indústrias foram submetidas a entrevistas, observação direta e levantamento fotográfico. Com base nos dados obtidos, é feita uma discussão qualitativa dos principais impactos relativos à produção de tijolos, blocos e telhas cerâmicas. A partir dessa discussão são apontadas possíveis estratégias que podem ser adotadas pelo setor, a fim de otimizar sua interface com o meio ambiente. Os aspectos ambientais considerados positivos para as empresas basearam-se nas diretrizes apontadas pelo CIB (1999) e CIB e Unep (2002).

O mapa a seguir (Figura 1) mostra a localização das oito indústrias visitadas. A classificação das indústrias pesquisadas em relação ao seu porte está dada na Tabela 1.

## Impactos ambientais de materiais de construção

CIB (1999) e CIB e UNEP (2002) apontam diretrizes que devem ser perseguidas pelo setor da construção civil para reduzir os impactos ambientais e sociais relacionados às suas atividades. Entre as que dizem respeito à produção de materiais de construção estão: redução do consumo de energia no processo de produção; eliminação ou redução de emissões aéreas; redução do consumo de recursos naturais e de geração de resíduos; geração de empregos; possibilidades de aperfeiçoamento; qualidade do ambiente de trabalho; e promoção da economia local. Os impactos ambientais relacionados à produção de materiais de construção discutidos neste trabalho incluem os aspectos discutidos a seguir.

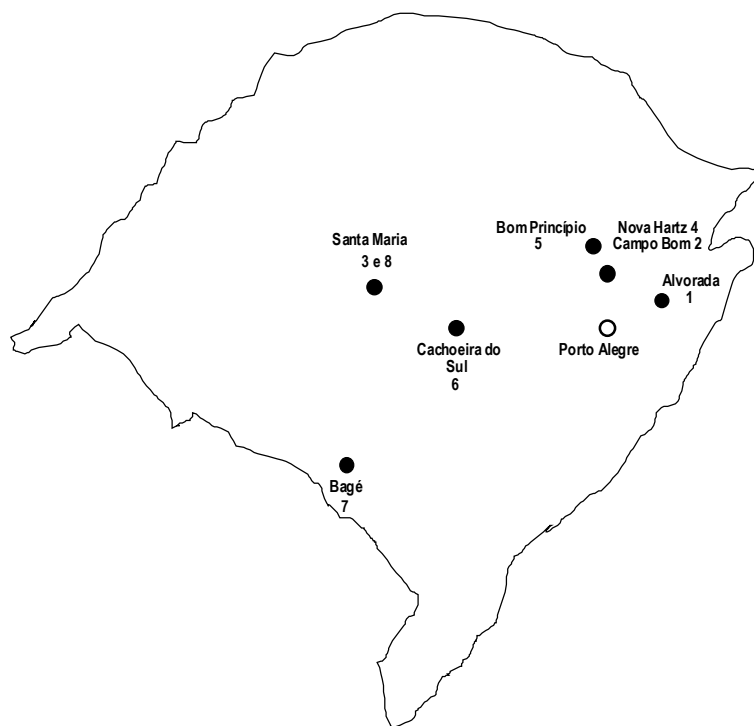


Figura 1 - Mapa do estado do Rio Grande do Sul e localização das indústrias de cerâmica vermelha participantes da pesquisa em relação ao município de Porto Alegre

Indústrias pesquisadas	Porte	Volume de produção
4	pequeno	até 100 mil peças/mês
1, 2, 7	médio	de 100 mil a 300 mil peças/mês
3, 5, 6, 8	grande	acima de 300 mil peças/mês

Tabela 1 - Indústrias pesquisadas e seus respectivos portes e classificação

## Recursos naturais - matéria-prima

Os principais impactos relacionados ao uso de recursos naturais dizem respeito à degradação das áreas de extração da matéria-prima, ao esgotamento do recurso, se este não for renovável, e à geração de rejeitos lançados ao solo ou corpos d'água, contaminando-os ou degradando-os. Para reduzir tais impactos, devem ser empregadas técnicas de extração adequadas (retirada da cobertura vegetal, técnicas de escavação, encaminhamento adequado de rejeitos, etc.), incorporar à matéria-prima outros recursos, tais como resíduos provenientes de outras indústrias, quando possível, e usar recursos locais, para reduzir o consumo de energia e emissões aéreas devido ao transporte da matéria-prima.

## Consumo de energia

Em relação ao consumo de energia, deve-se considerar: a renovabilidade da fonte energética; os impactos gerados na sua produção, distribuição e consumo; bem como o conteúdo energético dos materiais, ou seja, a energia gasta no processo de produção deles. Portanto, é importante o uso de fontes renováveis de energia, com produção descentralizada, para reduzir impactos com distribuição, e de fontes energéticas em cuja produção a degradação ambiental seja minimizada.

## Geração de resíduos sólidos

A geração de resíduos representa um consumo desnecessário de recursos naturais e requer a ocupação de solo para a sua disposição. Além disso, os riscos de acidentes devido ao armazenamento de tais resíduos em longo prazo não podem ser negligenciados. Perdas de produto semi-acabado ou acabado são importantes e devem ser eliminadas ou reduzidas. Para reduzir perdas, em todas as etapas da produção, é importante que as empresas implantem programas de qualidade e aperfeiçoamento da mão-de-obra. Quando os resíduos gerados não são tóxicos, podem ser aproveitados como insumos em outras indústrias, o que evita a necessidade de deposição deles em ambiente natural. Deve-se evitar o uso de embalagens. Quando isso não for possível, deve-se procurar reduzir o uso delas ou adotar embalagens retornáveis, reutilizáveis, recicláveis ou biodegradáveis, nessa ordem de prioridade.

## Emissões aéreas

Na produção de materiais de construção são emitidos poluentes aéreos, o que gera impactos como o efeito estufa, a destruição da camada de ozônio e a chuva ácida. Esses impactos estão relacionados ao transporte, ao uso de energéticos e à liberação de gases durante o processo produtivo desses materiais. A redução de emissões, portanto, passa pela redução das distâncias a serem percorridas no transporte, através do uso de insumos locais e consumo de produtos gerados localmente, pelo uso de energéticos não poluentes, ou cuja emissão seja controlada, e pela alteração dos processos produtivos e escolha de produtos que minimizem tais impactos.

## Recursos humanos

Em relação aos recursos humanos, são consideradas questões tais como: a descentralização da produção; a integração das empresas com a comunidade local; a geração de empregos; a acessibilidade ao trabalho; as possibilidades de aperfeiçoamento; e a qualidade do ambiente de trabalho.

## A indústria de tijolos, blocos e telhas cerâmicas no RS

### O setor na visão de alguns pesquisadores

Segundo Abiko (1988), o setor de cerâmica vermelha é constituído de pequenas e médias empresas nacionais, com pequena escala de produção e baixa rentabilidade, com acentuada resistência a mudanças tecnológicas. O setor tem gradativamente perdido mercado para outros produtos, tais como os blocos de concreto e telhas de cimento amianto, que têm elevado grau de industrialização.

Porém, segundo Mitidieri e Cavalheiro (1988), o parque industrial ceramista nacional, com pequenas alterações nos processos produtivos atualmente adotados nas pequenas e médias empresas do setor, possui capacidade instalada para uma maior atuação no mercado.

Langhans (1991) e Santos et al. (1994) desenvolveram pesquisas para a caracterização do setor de cerâmica vermelha no estado do Rio Grande do Sul, onde foram levantados aspectos referentes à matéria-prima, faturamento, mão-de-obra, consumo de energia, produção, capacidade

instalada, composição e organização das empresas. Segundo os autores, o setor é conservador em relação aos seus produtos, sistema produtivo e tecnologia utilizada. Caracteriza-se por um grande número de pequenas empresas produzindo de forma artesanal, sem conhecimentos técnicos, nem controle de qualidade, com mão-de-obra desqualificada. As indústrias possuem uma escala de produção pequena e baixa rentabilidade.

Segundo Santos et al. (1995), que pesquisaram a atividade no Vale do Rio dos Sinos, 5% das empresas pesquisadas não possuíam licença oficial para a extração da matéria-prima e não existiam análises técnicas sobre a vida útil das jazidas. Quanto à recuperação da área após a lavra, cerca de 72% recuperavam o terreno. Em cerca de 57% das empresas, a extração da matéria-prima encontrava-se num raio de 50 km da sede, enquanto nas restantes as jazidas estavam junto à sede. Cerca de 30% das olarias utilizam a secagem natural e a secagem por estufas (secagem forçada); 55% usam exclusivamente a secagem natural; e 15%, exclusivamente estufas. A lenha é o combustível predominante, seguida pela serragem. O transporte dos produtos dentro da olaria é feito por carrinhos-de-mão e, raramente, com o auxílio de empilhadeiras motorizadas. A matéria-prima é abundante e de boa qualidade, e a projeção para a duração das fontes é de mais de 20 anos em 72% das olarias pesquisadas, entre 10 a 20 anos, para 17% das empresas, e entre 5 a 10 anos, para 11%, considerando-se a mesma velocidade de exploração atual (produção variando de 120 a 1.400 milheiros/mês).

Soliani et al. (1995) analisaram os fluxos do processo de fabricação de cerâmica vermelha, com base num fluxograma ideal, para sete cerâmicas em funcionamento na região do Vale do Rio dos Sinos. Como resultado da avaliação, as autoras concluíram que as indústrias instalam-se e ampliam-se ocupando os espaços de forma não racional, o que prejudica o aproveitamento da força de trabalho e aumenta o consumo desnecessário de energia, com perda de eficiência produtiva.

Jobim et al. (1999) realizaram uma pesquisa que apontou os principais problemas enfrentados pelas empresas de construção no RS, com relação à qualidade dos materiais e componentes. A pesquisa procurou avaliar o grau de satisfação dos principais clientes de materiais e componentes da edificação: engenheiros, construtoras, empresários do setor e mestres-de-obras. Os blocos cerâmicos apareceram na classificação em quarto lugar (6,52% de citações), e as telhas cerâmicas, em

décimo sexto (2,90% das citações), em um universo de 32 materiais pesquisados. O bloco cerâmico foi apontado como o mais problemático em cinco (Bento Gonçalves, Caxias do Sul, Pelotas, Santa Maria e Porto Alegre) das oito cidades que participaram da pesquisa. As principais causas de insatisfação com os blocos cerâmicos são: a falta de padronização e uniformidade do produto; as deficiências no padrão de qualidade; e a variação na resistência. Para as telhas cerâmicas foram apresentadas as seguintes insatisfações: problemas com empenamento; deficiências no esmalte de acabamento; falta de compatibilidade entre as diferentes marcas; e fragilidade.

O parque industrial ceramista nacional precisa de pequenas alterações nos processos produtivos atualmente adotados. Essa modernização deve ser acompanhada pela implementação de tecnologias de baixo impacto ambiental, busca pela redução no uso matéria-prima e energia, redução de resíduos e emissões, entre outras iniciativas de baixo impacto. Essas iniciativas irão ao encontro das diretrizes de desenvolvimento sustentável para materiais de construção e somar-se-ão a aspectos positivos do material de cerâmica vermelha, que, por suas próprias características, já apresenta um desempenho ambiental positivo.

## **A produção de tijolos, blocos e telhas cerâmicas no RS**

O processo produtivo de tijolos, blocos e telhas cerâmicas é formado basicamente por três etapas: preparação, conformação e queima. Em cada uma dessas fases, insumos como matéria-prima e energia são empregados, recursos humanos são necessários e resíduos são gerados e lançados ao ambiente. A preparação compreende a extração da matéria-prima (argila) e a preparação desta (mistura e homogeneização) para a próxima etapa, a conformação. Esse processo é realizado manualmente ou com o uso de equipamentos. A conformação envolve a moldagem da matéria-prima na forma desejada (tijolos, blocos ou telhas) por meio mecânico. Após a conformação, as peças são submetidas à secagem natural ou artificial (com o uso de estufas) e, finalmente, encaminhadas para a queima. Esta é feita em fornos de uso contínuo ou intermitente, sendo os primeiros mais eficientes do que os últimos.

A Figura 2, a seguir, representa o fluxograma de produção de tijolos, blocos e telhas cerâmicas, com as principais etapas envolvidas no processo produtivo.

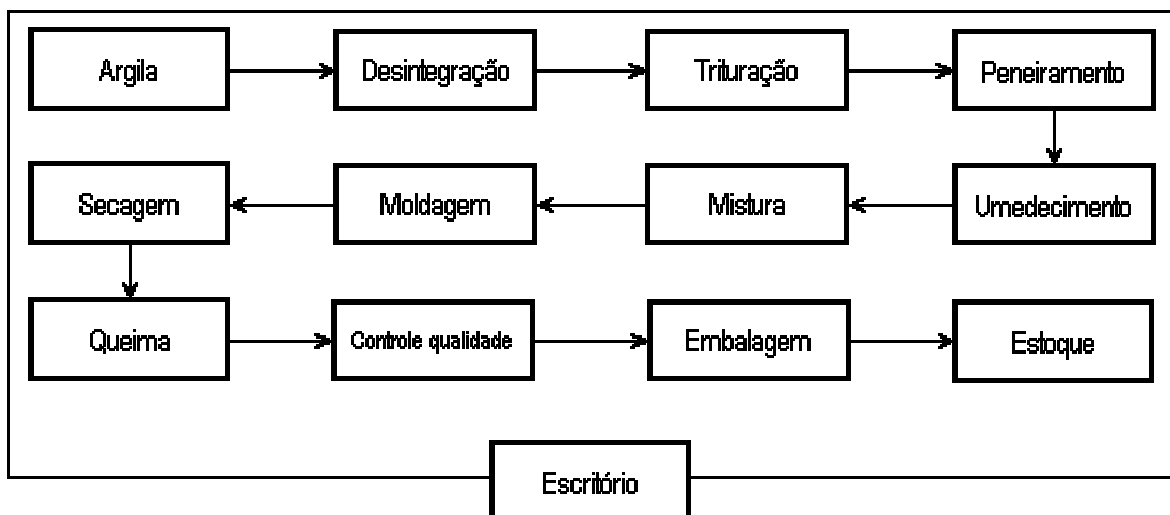


Figura 2 - Etapas do processo produtivo de tijolos, blocos e telhas cerâmicas

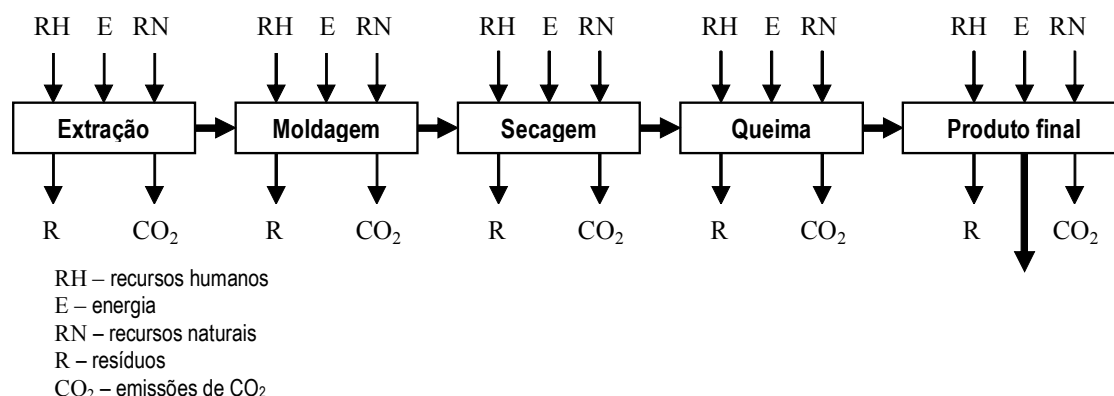


Figura 3 - Impactos ambientais considerados na pesquisa em cada etapa do processo produtivo

## Resultados obtidos

Os impactos estudados procuram abranger aqueles que são mais significativos, considerando o contexto das indústrias de cerâmica vermelha do estado do Rio Grande do Sul, e referem-se a: matéria-prima, fontes energéticas, geração de resíduos sólidos, fontes de emissões de CO<sub>2</sub>, possibilidades de aperfeiçoamento e qualidade do ambiente de trabalho.

Para cada etapa do processo produtivo (extração, moldagem, secagem, queima e produto acabado), foram levantados dados qualitativos sobre os

impactos listados anteriormente, conforme indicado na Figura 3, a seguir.

Quatro das oito indústrias pesquisadas disponibilizaram dados quantitativos sobre o consumo mensal de matéria-prima e energético, entre outros dados. A Tabela 2 apresenta os dados obtidos nessas quatro indústrias. As demais indústrias forneceram apenas dados qualitativos. A partir dos dados qualitativos obtidos pelas visitas, entrevistas, observação direta e pesquisa bibliográfica, foi feita uma análise segundo os impactos considerados neste estudo, apresentada a seguir.

<b>Características</b>	<b>Indústria 1</b>	<b>Indústria 2</b>	<b>Indústria 3</b>	<b>Indústria 4</b>
Capacidade instalada (peças/mês)	300.000	400.000	2.000.000	50.000
Produção mensal (peças/mês)	120.000	180.000	750.000	20.000
Produtos produzidos	tijolos e blocos	tijolos maciços	blocos e telhas	blocos 6 furos
Preço médio ao consumidor (R\$/mil peças)	120 a 170	90	117 a 300*	100
Grau de automação**	semi-artesanal	semi-artesanal	semi-automático	artesanal
Número de funcionários	8	13	60	4***
Possibilidades de aperfeiçoamento dos funcionários	não	não	Sim	sim
Distância da jazida	6 km	junto à indústria	2 km	junto à indústria
Propriedade da jazida	própria	própria	própria	própria
Consumo mensal de combustível no transporte da argila	500 litros	400 litros	terceirizado	72 litros
Volume mensal de argila extraído	600 m <sup>3</sup>	960 m <sup>3</sup>	600 m <sup>3</sup>	100 m <sup>3</sup>
Fonte energética	lenha e <i>refil</i>	lenha e <i>refil</i>	óleo BPF / lenha	lenha (própria)
Consumo energético mensal do forno	100 m <sup>3</sup>	180 m <sup>3</sup>	40 t/300 m <sup>3</sup>	88 m <sup>3</sup>
Consumo mensal de eletricidade e outros	4.000 kWh	3.200 kWh	80.000 kWh	20 l (diesel)
Encaminhamento do descarte	aterro no local	venda como material de 2 <sup>a</sup>	depósito no local	aterro e pav. do local
Resíduos oriundos de outras indústrias				papel (queima)
Mercado consumidor	até 100 km	regional	estadual	local
Tipo de mercado consumidor	direto e lojas de mat. de construção	construtoras e eng. civis autônomos	lojas de materiais de construção	lojas de materiais de construção

\* Valores de venda ao consumidor dos tijolos, blocos e telhas.

\*\* Presença de alguns equipamentos, tais como esteiras, trilhos com vagonetas, entre outros, que diminuem o uso de mão-de-obra.

\*\*\* Três dos trabalhadores são sócios da indústria.

**Tabela 2 - Características gerais obtidas em quatro das oito indústrias pesquisadas**

## Recursos naturais

### Caracterização de impactos causados e iniciativas já adotadas

As oito indústrias pesquisadas são associadas ao SIOCERGS. Uma das condições impostas pelo sindicato para aceitar a associação é que as indústrias possuam licenciamento ambiental. A principal exigência feita pelos órgãos ambientais no estado diz respeito à exploração das jazidas de argila. Isso garante que a exploração delas seja fiscalizada e esteja de acordo com os procedimentos considerados adequados pelo órgão ambiental responsável pela fiscalização (órgão municipal). Como a extração de argila não atinge

grandes áreas, é feita fora de recursos hídricos, a céu aberto, sem uso de explosivos e não requer beneficiamento que gere liberações tóxicas ao ambiente e ao ser humano, o potencial poluidor é considerado médio pelo órgão ambiental, sendo difícil encontrar indústrias que não tenham suas atividades de extração licenciadas, segundo informações obtidas no SIOCERGS.

De modo geral, nas oito indústrias visitadas, a argila é extraída na propriedade. A atividade é desenvolvida por funcionários da indústria, com exceção de uma delas, que terceiriza a atividade. Nota-se que as áreas junto às indústrias, onde é efetuada a extração, estão se regenerando, com presença de vegetação de pequeno porte e

arbustiva. Isso mostra a vantagem de exploração de pequenas áreas, ao invés de concentrar a extração em áreas extensas.

Em relação à vida útil das jazidas, os proprietários declaram poder explorá-las por tempo considerável, devido ao tamanho das propriedades. Quanto à distância das áreas de extração, estas ficam num raio máximo de 6 km da indústria. Quanto aos métodos usados na extração, uma delas usa um método bastante rudimentar (pá); as outras usam equipamento específico (retroescavadeira).

A indústria de menor porte visitada é a que apresenta maior preocupação em não degradar a área de extração da argila e utiliza um sistema rotativo de extração em pequenas áreas, a fim de não criar grandes áreas devastadas. As demais não expressaram outra preocupação com a degradação, salvo o atendimento às exigências dos órgãos ambientais estaduais e municipais.

### **Estratégias para redução de impactos**

Apenas duas das indústrias pesquisadas incorporam à argila outras matérias-primas, o que é uma estratégia viável para diminuir o consumo de argila, diminuir custos com a produção do produto e reduzir impactos com a extração. Uma das indústrias faz estudos sobre a possibilidade de incorporar à argila outras matérias-primas. Deve-se considerar, no entanto, a origem desses resíduos, no que diz respeito não apenas à sua composição química (que pode emitir poluentes aéreos, quando submetidos ao processo de queima), mas também à distância do fornecedor, o que aumenta o consumo energético com transporte e as emissões de CO<sub>2</sub>.

Embora a matéria-prima usada nas indústrias de cerâmica vermelha (argila) seja um recurso considerado abundante, a sua exploração gera a

degradação de áreas naturais. O uso de métodos mais adequados na exploração das jazidas garante a otimização do uso da argila e a possibilidade de reabilitação da área após o esgotamento dessas jazidas. Nota-se que as indústrias não possuem orientação técnica que esclareça esses aspectos. Também a incorporação de resíduos à matéria-prima, como visto na literatura, é uma estratégia importante que deve ser explorada. No entanto, as indústrias ainda não despertaram para essa vantagem.

## **Recursos energéticos**

### **Caracterização de impactos causados e iniciativas já adotadas**

O principal insumo energético utilizado pelas indústrias é a lenha. No entanto, algumas indústrias têm substituído esse insumo, sempre que possível, por outros de menor custo, tais como óleo BPF, resíduos de refilamento de serrarias, serragem e cavaco, das indústrias de móveis, e papel, proveniente da indústria calçadista (ver Figura 4).

Nota-se que não existe uma insatisfação dos proprietários das indústrias com a lenha, mas sim com o aumento constante no preço deste insumo, o que os fez optar pelo uso, em paralelo, de outras alternativas.

Em relação ao uso da lenha e seus derivados e óleo BPF, a primeira, por ser um recurso renovável, apresenta maiores vantagens ante o segundo. Além disso, a produção do óleo BPF está concentrada em poucas empresas pontuais, enquanto a produção de madeira pode estar distribuída em todo o território do estado, proporcionando fácil acesso a este insumo, geração de empregos e redução de impactos com o transporte dele.



Figura 4 - Refil e papel usados como energéticos em duas das indústrias pesquisadas



## **Estratégias para redução de impactos**

O uso de resíduos de outras indústrias como insumo energético para as indústrias visitadas, tais como os resíduos de refilamento de serrarias, serragem e cavaco, das indústrias de móveis, e papel, proveniente da indústria calçadista, mostra ser esta uma alternativa viável para o setor diminuir seus custos com seu principal energético: a lenha.

Como não há uma insatisfação do setor com o insumo lenha, se fosse incentivado o aumento da produção de madeira para lenha, diminuindo o preço do produto, encontrar-se-ia mercado para o seu consumo. As indústrias de cerâmica vermelha são um importante consumidor desse produto, logo é necessário que os fornecedores estejam atentos às reclamações e necessidades de seus clientes.

Finalmente, a redução do consumo de energia é uma estratégia importante para reduzir impactos e custos com esse insumo. Algumas iniciativas foram observadas, como o uso do calor do forno para a secagem artificial e investimentos em eficiência energética, mas apenas nas indústrias maiores. As pequenas indústrias devem buscar otimizar seus processos e qualificar sua mão-de-obra, para reduzir perdas desnecessárias em todas as etapas do processo, pois, de forma direta ou indireta, desperdiçam energia.

## **Resíduos sólidos**

### **Caracterização de impactos causados e iniciativas já adotadas**

Em relação à geração de resíduos sólidos, os principais resíduos gerados são decorrentes das perdas de produto acabado. O uso de embalagens não é uma característica do setor. Embora nas fases de moldagem e secagem haja perdas significativas, os resíduos em si podem ser incorporados ao processo, não causando impactos ao ambiente. No entanto, o produto, após a queima, não pode ser reaproveitado como matéria-prima sem antes sofrer um processo prolongado de decomposição. Portanto deve ser encaminhado corretamente. É importante reduzir as perdas de produto acabado a partir do desenvolvimento de programas de qualidade e aperfeiçoamento da mão-de-obra.

Todas as indústrias visitadas costumam usar os resíduos como aterro no próprio local, principalmente para recuperar as áreas de extração esgotadas.

## **Estratégias para redução de impactos**

Uma estratégia que pode ser explorada pelas indústrias no que diz respeito aos resíduos gerados é o aproveitamento destes como lastro de pavimentação, aterro para construção ou britagem para produção de agregado graúdo. Para isso, deve haver um trabalho conjunto dos diferentes setores da construção, para que este recurso desperdiçado seja utilizado, diminuindo, assim, o consumo de outras matérias-primas, como a brita, por exemplo. Produtos acabados, com poucos defeitos, podem ser vendidos como material de segunda, para usos menos nobres, como muros ou paredes rebocadas.

## **Emissões de CO<sub>2</sub>**

### **Caracterização de impactos causados e iniciativas já adotadas**

As emissões geradas no processo são devidas à queima do energético: lenha, refil, óleo BPF ou papel. Também existem emissões associadas ao transporte dos insumos e transporte do produto acabado até o consumidor.

Em relação à queima da lenha e do refil, o CO<sub>2</sub> gerado na combustão é absorvido pela própria biomassa cultivada para produzir a madeira. Nesse sentido, o uso da lenha como energético apresenta um melhor desempenho do ponto de vista ambiental. Associado a isso, está o fato de que três das indústrias pesquisadas produzem sua própria lenha, fechando um ciclo de geração e assimilação do poluente, e diminuindo também emissões com o transporte do insumo, uma vez que a produção é feita nas próprias indústrias.

Já o óleo BPF, além das emissões de CO<sub>2</sub>, também emite NO<sub>x</sub> e SO<sub>2</sub>, responsáveis pela chuva ácida. O proprietário da indústria que utiliza esse energético comentou que estava efetuando a troca da cobertura da indústria, em telha metálica, devido à corrosão provocada pela fumaça da chaminé do forno. Esse mesmo motivo o fez investir, também, em um sistema para captação dos gases para diminuir as emissões de NO<sub>x</sub> e SO<sub>2</sub>. A emissão desses gases não apresenta possibilidades de assimilação pela natureza. Adicionada à emissão do próprio energético estão as emissões devidas ao transporte dele próprio, feito por longa distância. Como o resíduo é tóxico, ainda existe o risco de acidentes, que podem comprometer a fauna e a flora ao longo do trecho de transporte.

Outro aspecto a ser considerado nas emissões são os resíduos que eventualmente são incorporados à

matéria-prima. Durante a queima, esses podem desprender gases que podem ser tóxicos, dependendo do tipo de substâncias que compõem o resíduo.

### Estratégias para redução de impactos

O uso de insumos originários da biomassa, tais como lenha, serragem, resíduos de refilamento e papel, é uma estratégia viável para redução da produção de CO<sub>2</sub>, uma vez que parcela de CO<sub>2</sub> produzido é fixada na forma de biomassa cultivada para produzir a madeira que dá origem ao insumo. O uso de um tipo específico de insumo está ligado à sua disponibilidade regional. Por exemplo, o papel oriundo da indústria calçadista, se não contiver nenhum produto de tratamento tóxico, representa uma boa alternativa para diminuir o consumo de lenha nas regiões onde este resíduo é abundante.

### Recursos humanos

#### Caracterização de impactos causados e iniciativas já adotadas

O ambiente de trabalho nas indústrias visitadas,

em geral, apresenta grande desconforto, principalmente devido ao calor intenso gerado pelo funcionamento dos fornos, má iluminação e ambientes confusos, sem um sistema de informação claro para os funcionários (ver Figura 5).

Das oito indústrias pesquisadas, seis investem na qualificação de sua força de trabalho, com cursos e palestras oferecidos aos funcionários. Essa é uma opção espontânea das indústrias na busca por maior eficiência.

Em apenas uma das indústrias visitadas há a presença de painéis informativos para orientação dos funcionários quanto à exposição a riscos de acidentes e a riscos para a saúde (ver Figura 6). O sistema, bastante simples, mostra-se muito eficiente, segundo colocações do responsável, e tem contribuído para diminuir a falta de atenção e descuidos dos funcionários desde a sua implantação. Esta foi a única indústria onde os funcionários usavam capacete, luvas e protetores auriculares, conforme o grau de exposição a riscos. Uma das indústrias visitadas oferece moradia para seus funcionários e suas famílias junto à própria indústria. Nas outras indústrias, em geral, os funcionários podem locomover-se até elas a pé ou de bicicleta.



Figura 5 - Condições de trabalho verificadas em duas indústrias visitadas

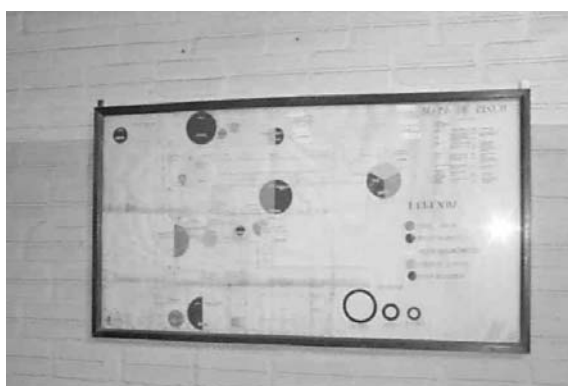


Figura 6 - Painel informativo de riscos à saúde em uma indústria pesquisada

Nota-se que nas indústrias maiores existe rigor em cumprir as normas de segurança do trabalho e legislação trabalhista. Por outro lado, nas indústrias com estrutura menor, como os próprios proprietários participam ativamente das atividades industriais, observa-se uma preocupação maior com as relações humanas entre patrões e empregados, sem haver uma diferença de classes dentro das indústrias, o que reflete uma maior satisfação dos funcionários pelo seu trabalho.

### **Estratégias para redução de impactos**

Investimentos na melhoria das condições ambientais no trabalho e formação dos funcionários são estratégias que melhoram a eficiência das indústrias, como demonstrado em algumas indústrias visitadas. Paralelamente, o desenvolvimento das relações interpessoais no ambiente de trabalho também se mostram eficazes no desempenho produtivo dos funcionários e deve ser contemplado nos programas de aperfeiçoamento da força de trabalho.

### **Impactos associados às características do mercado**

Juntamente com a caracterização de impactos ambientais das indústrias, informações sobre seu mercado consumidor foram levantadas. O mercado consumidor dessas indústrias é, basicamente, formado pelos mercados local e regional. Os produtos são adquiridos diretamente por pessoas físicas, lojas de materiais de construção, construtoras ou engenheiros civis autônomos. Os dois primeiros tipos de consumidor caracterizam-se por compras descontínuas, o que representa uma dificuldade para as indústrias, que não podem contar com um mercado estabelecido para seus produtos.

Uma rede de pequenas indústrias cobrindo toda a área do estado permite: um acesso melhor do pequeno consumidor (pessoas físicas ou lojas de materiais de construção) a esses produtos; uma redução de custos do produto; criação local de empregos; redução de impactos gerados no transporte do produto até os pontos de consumo; e crescimento econômico local. Por exemplo, fornecedores de insumos para essas indústrias (lenha, fretes, uniformes, entre outros) localizados no mesmo município podem incrementar a economia local.

A seguir, no Quadro 1, são apresentados os principais resultados obtidos com a pesquisa.

## **Conclusões**

O impacto mais significativo, no que diz respeito à obtenção de matéria-prima, é o desflorestamento da área de extração, uma vez que a atividade não envolve uso de explosivos (não gera ruído, material particulado e degradação significativa das áreas), não envolve a geração de liberações tóxicas ao ambiente no seu beneficiamento (a matéria-prima pode ser usada praticamente *in natura*) e não compromete os recursos hídricos (não é extraída de rios, lagos e outros mananciais).

As indústrias de menor porte, em geral, não têm preocupação no uso de técnicas de extração adequadas. No entanto, a extração é local e em pequena escala, cujo efeito de degradação pode ser monitorado, e a área, recomposta com facilidade. Já as indústrias de maior porte, cujo impacto é maior, são fiscalizadas constantemente pelos órgãos ambientais, fazendo com que elas usem técnicas corretas de extração e possuam um plano de recuperação das jazidas exauridas. Mesmo para as indústrias maiores, a degradação é pequena se comparada à extração de outras matérias-primas, como metais e pedras, cuja devastação atinge amplas áreas e cuja recomposição é onerosa.

A matéria-prima está praticamente distribuída por todo o estado, o que facilita a produção descentralizada e reduz a escala do impacto devido a transporte e volume de extração. O setor possui capacidade de absorver um amplo conjunto de resíduos de outras indústrias, como insumo energético. Essa é uma estratégia adotada pelas empresas quando em busca de redução de custos, mesmo desconhecendo a iniciativa ambiental por trás dessa atitude.

O uso da lenha como principal energético, para a maioria das indústrias, é um fator positivo, uma vez que esse recurso é renovável, pode ser produzido localmente e colabora na assimilação de CO<sub>2</sub>. Além disso, sua produção local favorece a economia dos municípios e gera empregos. Paralelamente, resíduos de outras indústrias, como a de móveis e de serrarias, podem ser usados como energéticos, o que permite um encaminhamento útil para tais resíduos, desde que eles sejam provenientes de indústrias que usem madeiras de reflorestamento e não tenham sido tratados com produtos químicos tóxicos.

A geração de resíduos sólidos é provocada, principalmente, por perdas nas etapas do processo produtivo. Essas perdas podem ser reduzidas com

<b>Impactos estudados</b>	<b>Estratégias possíveis</b>	<b>Iniciativas consolidadas verificadas na pesquisa</b>
<b>Recursos naturais/matéria-prima</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- localização das indústrias em locais com matéria-prima abundante</li> <li>- incorporação de resíduos cuja produção esteja próxima à olaria, à argila</li> <li>- recuperação das áreas esgotadas</li> <li>- exploração rotativa</li> </ul>	Utilização de resíduos como matéria-prima: <ul style="list-style-type: none"> <li>- cinza de casca de arroz</li> <li>- turfa</li> <li>- resíduo de indústria petroquímica</li> <li>- lama de sulfato de bário</li> <li>- chamota</li> </ul>
<b>Recursos naturais/energia</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- lenha de plantio próprio</li> <li>- uso de resíduos</li> <li>- aproveitamento do calor gerado no forno, para secagem</li> <li>- redução do consumo por meio de processos energeticamente mais eficientes</li> </ul>	Resíduos usados como fonte energética: <ul style="list-style-type: none"> <li>- sobra de refilamento das serrarias (refil)</li> <li>- serragem e cavacos das indústrias de móveis</li> <li>- papel das indústrias de calçados</li> <li>- casca de arroz</li> <li>- óleo BPF</li> </ul>
<b>Geração de resíduos sólidos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- redução pelo do controle de qualidade</li> <li>- reutilização no próprio local</li> <li>- reciclagem</li> <li>- correta disposição final no local</li> </ul>	Reutilização, reciclagem e disposição adequada: <ul style="list-style-type: none"> <li>- incorporação à matéria-prima</li> <li>- britagem, gerando agregado para concreto</li> <li>- moagem, gerando insumo para argamassas</li> <li>- lastro para pavimentos</li> <li>- aterro das áreas de extração locais</li> </ul>
<b>Emissões de CO<sub>2</sub></b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- uso de biomassa como fonte energética</li> <li>- assimilação local</li> </ul>	Possibilidades: <ul style="list-style-type: none"> <li>- captura de CO<sub>2</sub> pelo plantio de árvores junto à indústria</li> </ul>
<b>Recursos humanos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- iluminação e ventilação adequadas</li> <li>- limpeza e organização do ambiente de trabalho</li> <li>- comunicação visual</li> <li>- equipamentos de segurança</li> <li>- cursos e palestras realizados na empresa</li> <li>- vestiários, duchas, refeitório, bicicletário</li> <li>- lazer dos funcionários</li> <li>- integração entre empresa, funcionários e comunidade</li> </ul>	Possibilidades: <ul style="list-style-type: none"> <li>- painéis, quadros, cartazes informativos do desempenho da empresa, exposição a riscos, técnicas usadas nas etapas, etc.</li> <li>- luvas, botas, uniforme e protetores auriculares</li> <li>- reuniões periódicas com todos os funcionários para troca de experiências</li> <li>- locais (ao ar livre e fechados) para lazer</li> <li>- abrir a indústria para a comunidade em datas especiais</li> </ul>
<b>Produto acabado</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- rede distribuída de pequenas, médias e grandes indústrias</li> <li>- variedade e padronização de produtos</li> <li>- aprimoramento contínuo da qualidade do produto</li> <li>- controle de qualidade na estocagem</li> </ul>	Possibilidades: <ul style="list-style-type: none"> <li>- produtos diferenciados para pequenas, médias e grandes indústrias</li> <li>- intercâmbio de experiências</li> <li>- ensaios e testes em todas as etapas da produção</li> <li>- convênios com instituições de pesquisa</li> <li>- pesquisa de mercado</li> </ul>

Quadro 1 - Estratégias para as indústrias de cerâmica vermelha no RS e iniciativas já consolidadas

um controle de qualidade, estratégia que começa a ser explorada pelo setor. Quanto às perdas inerentes ao processo, podem ser reutilizadas no processo ou usadas para outros fins. Quando nenhuma das alternativas anteriores é possível, o

resíduo gerado (argila cozida) pode ser assimilado pela natureza, sem causar danos a ela.

O transporte de matéria-prima e a queima de combustível, no forno e no secador, são os principais responsáveis pela emissão de CO<sub>2</sub>. Quando existe integração espacial entre fonte de

matéria-prima, produção e consumo, característica das pequenas e médias indústrias, as emissões devido ao transporte são reduzidas. O mesmo acontece no uso da biomassa como energético, cuja própria produção (formação de biomassa) encarrega-se da assimilação da emissão decorrente de seu uso.

Em geral, as condições do ambiente de trabalho são precárias. Apenas as grandes indústrias oferecem melhores condições e possibilidades de aperfeiçoamento para os funcionários. É necessário que haja uma conscientização do setor da importância desses fatores para o aumento de produtividade, redução de perdas e desenvolvimento da qualidade do produto, e, como consequência, a melhoria do desempenho ambiental do setor.

Um aspecto positivo é o consumo local dos produtos, principalmente os produzidos nas pequenas indústrias. Nota-se, em algumas indústrias, o interesse em trocar experiências, através da participação ativa em reuniões de sua entidade sindical e em eventos voltados para o setor, o que constitui uma possibilidade de esclarecimento e desenvolvimento para elas.

As indústrias pesquisadas são bastante heterogêneas no que diz respeito ao volume de produção, tecnologias utilizadas, produtos produzidos, eficiência, possibilidades de aperfeiçoamento oferecidas aos funcionários e condições de trabalho. No entanto, a interface entre as indústrias e o meio ambiente pode ser caracterizada por um conjunto de oportunidades e iniciativas aplicáveis a todo o setor.

É importante que os empresários do setor vejam nas iniciativas ambientais, não apenas a obrigação de estar em conformidade com a legislação e exigências dos órgãos governamentais, mas também a possibilidade de reduzir custos, aumentar sua produtividade e, como consequência, trazer desenvolvimento para as comunidades das quais fazem parte.

## Referências

ABIKO, A.K. Utilização de cerâmica vermelha na construção civil. In: TECNOLOGIA de edificações. Projeto de divulgação tecnológica Lix da Cunha. São Paulo: PINI, IPT, 1988.

BRASIL. **Agenda 21**: Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento: 1992. 2. ed. Brasília: Subsecretaria de Edições Técnicas do Senado Federal, 1997. 558 p.

INTERNATIONAL COUNCIL FOR RESEARCH AND INNOVATION IN BUILDING AND CONSTRUCTION (CIB). **Agenda 21 on sustainable construction**. Rotterdam, The Netherlands. 1999. (Report Publication, 237).

INTERNATIONAL COUNCIL FOR RESEARCH AND INNOVATION IN BUILDING AND CONSTRUCTION (CIB); UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME (UNEP). **Agenda 21 for sustainable construction in developing countries**: a discussion document. Pretoria, South Africa: CIB, UNEP-IETC, 2002. 82 p.

JOBIM, M.S.S. et al. **Principais problemas enfrentados pelas empresas de construção do Rio Grande do Sul com relação à qualidade dos materiais e componentes**. Porto Alegre: SENAI, Grupo da Construção Civil, 1999. (Série Qualidade dos materiais e componentes na construção civil do Rio Grande do Sul).

LANGHANZ, C.L. Análise do setor industrial de cerâmica vermelha no RS. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CERÂMICA, 35., 1991, Belo Horizonte, MG. **Anais...** São Paulo: Associação Brasileira de Cerâmica, 1991. v. 2, p. 819-826.

MITIDIERI, C.V.; CAVALHEIRO, W. Desenvolvimento de sistema construtivo em “painéis cerâmicos”. In: TECNOLOGIA de edificações. Projeto de divulgação tecnológica Lix da Cunha. São Paulo: PINI, IPT, 1988.

SACHS, I. **Ecodesenvolvimento**: crescer sem destruir. São Paulo: Vértice, 1986. 207 p.

SANTOS, I.S.S. et al. Caracterização de alguns tijolos maciços e cerâmica vermelha na região do Vale do Rio dos Sinos – RS. **Estudos tecnológicos**: Engenharia, São Leopoldo, n.11, p.53-57, 1994.

SANTOS, I.S.S. et al. Avaliação do setor de cerâmica vermelha na região do Vale do Rio dos Sinos – RS. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CERÂMICA, 39., 1995, Águas de Lindóia, SP. **Anais...** São Paulo: Associação Brasileira de Cerâmica, 1995. v.1, p.395-400.

SENAI. O perfil da indústria de cerâmica vermelha no Rio Grande do Sul. Relatório de Pesquisa. Porto Alegre: SENAI, FIERGS, 2000. 41 f.

SOLIANI, C. et al. Análise de fluxos no processo de fabricação de cerâmica vermelha – estudo de caso. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE

CERÂMICA, 39., 1995, Águas de Lindóia, SP. **Anais...** São Paulo: Associação Brasileira de Cerâmica, 1995. v.1, p.395-400.

SPERB, M. **Avaliação de tipologias habitacionais a partir da caracterização de impactos ambientais relacionados a materiais de construção.** 2000. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2000.

STRONG, M. Prefácio. In: SACHS, I. **Estratégias de transição para o século XXI:** desenvolvimento e meio ambiente. São Paulo: Studio Nobel, Fundação Desenvolvimento Administrativo, 1993. 103 p.

UNITED NATIONS (UN). **Report of the United Nations Conference on Human Settlement** (Habitat II). Istanbul, 3-14 June 1996. Disponível em: <<http://www.kmmpress.com.br/pormaros.htm>>. Acesso em: 7 jun. 2000. Não paginado.

## **Agradecimentos**

À FAPERGS, pelos recursos destinados à esta pesquisa; ao SIOCERGS, pelas contribuições e disponibilidade em fornecer subsídios para a concretização deste trabalho; e à CAPES, pelo apoio financeiro mediante bolsas de estudo.