

6.2 Caracterização do setor e impactos gerados

6.1 Introdução

6.3 Conclusões

PESQUISAS PARALELAS O Projeto Cerâmica Vermelha

6.1 Introdução

A pesar de se ter definido o uso de materiais cerâmicos para a construção Casa Alvorada, era ainda limitado, dentro da equipe do NORIE, o conhecimento sobre os impactos ambientais determinados por esse tipo de material ou sobre a sua sustentabilidade, de forma geral. Assim, no ano 2000, o NORIE iniciou um projeto de pesquisa financiado pela FAPERGS, *Gestão Ambiental das Indústrias Oleiras e de Cerâmica Vermelha do Rio Grande do Sul*, com a parceria e contrapartida de recursos do Sindicato das Olarias e Indústrias Cerâmicas do Rio Grande do Sul (SIOCERGS/RS), que buscou identificar, quantitativa e qualitativamente, os impactos ambientais causados por telhas, tijolos e blocos cerâmicos no estado do Rio Grande do Sul.

O Projeto de Pesquisa se inseriu dentro do Edital da Fapergs de **Estímulo à Adoção de Tecnologias Mais Limpas**. Embora com atividades integrando um mesmo projeto, elas foram divididas entre aquelas que buscavam aprofundar o conhecimento da cadeia produtiva dos materiais cerâmicos e os impactos ambientais ao longo dela gerados, aqui identificada como etapa de **pesquisa**, e as atividades de **construção** de unidades habitacionais demonstrativas que fizessem uso desses mesmos materiais.

A etapa de **pesquisa** apresentou como principal produto o desenvolvimento de duas dissertações de mestrado:

- a) “Caracterização de impactos ambientais de indústrias de cerâmica vermelha do estado do Rio Grande do Sul”, defendida em março de 2001, resultando no título de Mestre em Engenharia à arquiteta e física Giane de Campos Grigoletti; e
- b) “Impactos ambientais causados pelas indústrias de cerâmica vermelha no Rio Grande do Sul”, cuja defesa ocorreu em abril de 2002, com a concessão do título de Mestre em Engenharia à arquiteta Constance Manfredini.

Nas duas dissertações foi realizada a caracterização do processo produtivo de tijolos, blocos e telhas cerâmicas, e a análise dos impactos ambientais de cada etapa de produção. As duas dissertações se complementam mutuamente e identificam impactos ambientais associados a:

- a) consumo e tipo de energético utilizado pelas indústrias;
- b) consumo de água no processo produtivo;
- c) perdas no processo produtivo;
- d) emissão de poluentes áereos, líquidos e sólidos;
- e) ocupação e degradação do solo;
- f) transportes de materiais de consumo e produtos cerâmicos;
- g) jazidas (vida útil, localização, valor ecológico

das áreas e restauração das áreas degradadas); e
h) geração de resíduos.

No total, foram avaliadas 40 indústrias cerâmicas de diferentes escalas (produzindo desde 20.000 até 1.500.000 tijolos por mês), tendo sido utilizada a metodologia de ACV para obter resultados relativos ao consumo de materiais e energia, assim como de resíduos gerados no processo de produção. Os resultados obtidos revelam aspectos positivos e negativos relacionados à produção de materiais cerâmicos. Adicionalmente, foi possível estimar o conteúdo energético de materiais cerâmicos produzidos por 18 indústrias cerâmicas.

No que concerne às atividades de **construção** de unidades habitacionais, foi construído um total de nove unidades demonstrativas, utilizando materiais cerâmicos, constituindo-se em alvo de monitoramento. Dessas nove unidades, oito foram construídas no município de Nova Hartz e uma unidade no *campus* da UFRGS (Protótipo Casa Alvorada), no Bairro Agronomia. Para a construção dessas unidades a equipe de projeto e construção do NORIE contou com doações de materiais de indústrias cerâmicas associadas ao Sindicato das Olarias e Indústrias Cerâmicas do Rio Grande do Sul, que doaram o equivalente ao montante de contrapartida acordada na parceria estabelecida para o desenvolvimento do projeto e, adicionalmente, os pisos e revestimentos cerâmicos para o protótipo Casa Alvorada.

A seguir é apresentada uma rápida revisão de literatura sobre o tema, seguida pelos resultados obtidos nas pesquisas realizadas.

6.2 Caracterização do setor e impactos gerados

Os materiais cerâmicos são amplamente utilizados pela indústria de construção civil no Brasil (MITIDIÉRI; CAVALHEIRO, 1988). Em adição a problemas ambientais e econômicos, o setor produz materiais que, de forma geral, carecem de qualidade. Tais problemas podem ser derivados da falta de conhecimento sobre técnicas de produção mais adequadas, do tipo de combustível usado, causando problemas ambientais, da falta de conhecimento de documentos normativos, da competição predatória levando à redução das dimensões de blocos e tijolos, como forma de decréscimo de custos, da dificuldade em obter assistência técnica qualificada, da irregularidade na atividade de extração de biomassa para queima e da argila utilizada para a produção, da falta de adequada gestão da produção, de perdas de materiais e energia, e da falta de um controle adequado (ROMAN; GLEI-ZE, 2002).

No Brasil existem aproximadamente 11.000 indústrias cerâmicas, que produzem tijolos, blocos e telhas, em sua maioria, pequenas e médias indústrias, com uma organização familiar simples (ABC, 2002). O número de empregados por indústria varia entre 25 e

30, resultando em um total entre 250.000 e 300.000 empregados no país (BUSTAMANTE; BRESSIANI, 2000). O setor consome em torno de 60.000.000 t de matéria-prima por ano, com impactos no sistema de transportes e no ambiente. Em média, a distância de transporte de blocos e tijolos até os locais de construção foi identificada como sendo em torno de 250 km. Para telhas a distância de transporte pode alcançar 500 km, e para o caso de algumas telhas especiais, até 700 km (BUSTAMANTE; BRESSIANI, 2000). Estima-se um número de 1.200 indústrias apenas no estado do Rio Grande do Sul.

Na Tabela 1 estão indicadas as 40 indústrias analisadas nesta pesquisa. Delas, 37 foram analisadas em pesquisa de mestrado desenvolvida por Manfredini (2002), com visitas desenvolvidas entre maio de 2001 e dezembro de 2002, e três indústrias, em dissertação de mestrado de Grigoletti (2001), com visitas realizadas entre julho e dezembro de 2000.

A metodologia de ACV foi utilizada para obter os resultados relacionados a consumo de materiais e energia, assim como sobre as emissões geradas em cada etapa do processo produtivo. Os resultados obtidos revelam os impactos ambientais causados pelas indústrias de tijolos, blocos e telhas cerâmicas locali-

Tabela 1 – Classificação das indústrias pesquisadas, por escala

Escala da indústria	Volume de produção	Número de indústrias
Pequena	Até 100 milheiros de tijolos/mês	10
Média	Entre 100 e 300 milheiros de tijolos/mês	15
Grande	Mais de 300 milheiros de tijolos/mês	15

zadas no Rio Grande do Sul, apontando os aspectos positivos e negativos decorrentes do processo produtivo. Adicionalmente, os dados coletados permitiram estimar a energia incorporada na produção de tijolos e blocos cerâmicos, com base em 18 indústrias cerâmicas pesquisadas.

6.2.1 Panorama dos impactos ambientais determinados pelo setor

Alguns dos impactos ambientais determinados pelas indústrias podem ser identificados a partir de dados obtidos em entrevistas. A Tabela 2 apresenta alguns dados gerais relacionados às indústrias. Pelas entrevistas, constatou-se que a maioria delas atua no mercado há, aproximadamente, três décadas. As indústrias, em média, têm estado operando por 33,1 anos; a mais antiga, por 92 anos, e a mais recentemente criada, por sete anos.

A produção total, por todas as indústrias, alcança 15.904.000 tijolos/mês, resultando em uma produtividade média de 17.750 tijolos/empregado/mês. Essa produtividade é superior à média brasileira, apontada por Tapia et al. (2000), de 13.300 tijolos/

empregado/mês, e abaixo da produtividade média europeia, de 200.000 tijolos/empregado/mês. A pesquisa identificou que a indústria com máxima produtividade alcançou um valor de 88.235 tijolos/empregado/mês. A mesma indústria apresentou, também, a maior produção de tijolos por mês (1.500.000). A indústria de menor produtividade produzia 714 tijolos/empregado/mês, com 100.000 tijolos/mês.

Recursos naturais

O principal recurso bruto para a produção de tijolos, blocos e telhas é a argila, considerada como um recurso abundante na natureza (PETRUCCI, 1980; VERÇOZA, 1987), cuja extração, entretanto, determina danos ao ambiente. No Brasil, as áreas das quais a argila é extraída requerem um processo de licenciamento, o qual exige a apresentação da proposta de remediação das áreas degradadas.

Nessa proposta as indústrias devem declarar como o processo de remediação está sendo implementado nas áreas mineradas e como ele o será nas novas áreas. Nesse aspecto as respostas das indústrias variam, sendo citados reflorestamento (em alguns ca-

Tabela 2 – Caracterização geral das indústrias

Escala da indústria	Produção média (tijolos/mês)	Idade média (anos)	Número médio de empregados	Produtividade média (tijolos/mês/empregado)
Pequena	65.000	30	6,8	9.559
Média	194.933	31	12,0	16.244
Grande	822.000	37	43,2	19.028
Valor médio	397.600	33,1	22,4	17.750

sos, para gerar biomassa para queima pela própria indústria), aterros no local de extração e a criação de lagoas para pesca.

Um exemplo, mostrado na Figura 61, é de uma indústria cuja área de extração, próxima a ela, foi transformada em um espaço de lazer para os empregados, com lagos, churrasqueiras e quiosques.



Figura 61 – Área de lazer construída sobre o local de extração de argila

A maioria das indústrias extrai ou compra a maior parte de sua argila de locais situados a menos de 10 km, o que reduz o impacto de transporte. Mesmo assim, sete das indústrias compravam a sua argila de distâncias maiores, que variavam de 80 km a 500 km. No último caso, a compra de matéria bruta constituía apenas parte da massa, sendo misturada com argilas locais.

O uso de resíduos de outros processos produtivos na forma de matéria bruta, uma vez comprovado técnica, econômica e ambientalmente viável, é uma prática positiva. Ao mesmo tempo, o uso de argila é assim reduzido, diminuindo os impactos e custos relacionados à sua extração e transporte.

A incorporação de materiais brutos misturados foi verificada em dez das indústrias visitadas. Alguns

destes eram serragem, casca de arroz, areia, cinzas da combustão de madeira em seus próprios fornos e *chamote* (gerado pela moagem de resíduos cerâmicos na fase de queima do processo produtivo). Duas indústrias consideravam a incorporação de carvão mineral, resíduos de ferro e pó residual de uma indústria siderúrgica.

As distâncias percorridas por tais resíduos variava, alcançando 350 km. É importante assinalar o uso de *chamote* e de cinzas geradas nos fornos. Estes são resíduos dos processos produtivos das próprias indústrias cerâmicas, não representando qualquer consumo de energia com transporte.

Com relação à água incorporada na preparação da matéria bruta, a quantidade utilizada é muito variável, dependendo, fundamentalmente, da umidade da argila. Em geral, isso é realizado de uma forma empírica. Com respeito à origem da água, sete indústrias (17,5%) usam a água suprida pelos serviços públicos; as demais (82,5%) usam água de açudes, córregos ou poços.

Energia e emissões

As indústrias se valem de diferentes fontes energéticas. Em geral, elas usam eletricidade no equipamento que efetua a preparação da massa, assim como em outros equipamentos utilizados para a moldagem da argila. Também usam eletricidade no transporte de produtos entre as etapas do processo de produção, em secadores e estufas, onde o processo de secagem é realizado (com o auxílio de ventiladores), assim como em alguns fornos, além de usos mais triviais, como em lâmpadas. A eletricidade ge-

rada em hidrelétricas, que constitui mais de 90% da matriz energética brasileira, é considerada uma fonte energética relativamente limpa, apesar de também determinar significativos impactos ambientais.

O equipamento extrator de argila (escavadora), assim como os caminhões de transporte da argila, combustíveis, outras matérias brutas, assim como o produto final fazem uso de óleo combustível. O óleo combustível também é usado, em algumas indústrias, em geradores, em períodos diurnos, quando a eletricidade é mais cara. Sendo uma fonte poluente e um recurso energético não renovável, a ser extinto em aproximadamente 75 anos, de acordo com Lippiatt (2000), o seu uso deve ser minimizado.

A maior parte da energia usada na secagem artificial provém dos mesmos combustíveis usados

na etapa de queima da argila. Trinta por cento das indústrias pesquisadas usavam energia no processo de secagem, e 22,5% usavam tanto a secagem natural como a secagem artificial.

Na fase de queima, energia de diferentes origens era utilizada. A Tabela 3 identifica as indústrias e cada fonte energética utilizada, assim como as distâncias entre as indústrias e os supridores de energia.

A maior parte das indústrias usa biomassa como combustível (lenha, pó de serra, serragem, restos da indústria de móveis, refil, casca de arroz, restos de papel e sabugo de milho). A vantagem do uso da biomassa é constituir um recurso renovável. A queima de lenha, pó de serra, serragem e refil causa liberação de CO₂. Entretanto, esta é reabsorvida pela biomassa, em sua fase de crescimento, sendo assim integrada ao ciclo de produção da biomassa.

Tabela 3 – Número de indústrias que usam cada tipo de fonte energética e sua distância das fontes

Fonte energética	Número de indústrias	Distância entre as indústrias e as fontes (km)						
		0-10	11-30	30-50	51-70	71-100	Mais de 100	Sem resposta
Lenha	22	3	3	6	1	5 *	2	2
Pó de serra	14	2	2	3	1	4 *	2	-
Serragem	6	1	-	-	-	4 **	-	1
Restos da indústria de móveis	5	2	3	-	-	-	-	-
Refil	2	-	1	-	-	1	-	-
Casca de arroz	1	1	-	-	-	-	-	-
Óleo BPF	1	-	-	-	-	-	1	-
Restos de papel	1	1	-	-	-	-	-	-
Sabugo de milho	1	-	-	-	-	-	1	-

* Uma das indústrias usa uma fonte energética desta categoria, coletada a uma distância que varia entre 20 km e 150 km; a média desses valores foi considerada.

** Uma indústria usa serragem, que é transportada entre 20 km e 150 km, e a outra, entre 25 km e 150 km.

A maioria das indústrias compra lenha de uma distância situada em um raio de 50 km da indústria. Entretanto, uma delas adquire esse recurso a uma distância de 150 km. O pó de serra é obtido a várias distâncias. Entre as 14 indústrias que o usam, sete necessitam transportá-lo de distâncias de até 50 km, e cinco indústrias, de distâncias variando entre 51 km e 100 km. Entretanto, duas das indústrias de grande escala adquirem pó de serra a distâncias maiores, acima de 100 km, e uma delas requer o transporte por aproximadamente 300 km para obter o produto. Entre as seis indústrias que usam serragem, quatro obtêm o produto de distâncias que variam entre 71 km e 100 km. Uma iniciativa positiva, relacionada a esta indústria, é que ela estava investigando outros resíduos da agricultura que pudessem ser queimados para produzir energia, como resíduos da erva-mate.

Algumas indústrias usam resíduos da indústria moveleira e restos de papel. Apesar de serem resíduos de outros processos produtivos e frequentemente estarem disponíveis a curtas distâncias (até 30 km e 10 km, respectivamente), elas, algumas vezes, podem incorporar algumas substâncias tóxicas, como o CCA, que seria liberado quando queimado ou enterrado, requerendo, assim, uma análise cuidadosa antes de seu uso.

O óleo BPF é obtido a uma distância de 350 km por uma das indústrias cerâmicas, tendo assim um considerável impacto de transporte. Embora sendo um resíduo, ele representa um recurso não-renovável. Quando queimado, libera CO₂, o que contribui para o aquecimento global, em adição ao NO_x e SO₂, que contribuem para chuvas ácidas e *smog*.

Resíduos sólidos

Durante as fases de conformação e de secagem, são gerados resíduos com o descarte de peças defeituosas (Figura 62), mas esses resíduos podem ser novamente incorporados ao processo. Eles são adicionados à argila depositada e depois reusados na produção.



Figura 62 – Resíduos das fases de moldagem e secagem

Em relação aos resíduos gerados na fase de queima, 21 indústrias (52,5%) informaram que usam esses resíduos em aterros, e nove indústrias (22,5%) os usavam em pavimentação, muitas vezes nas áreas de extração ou nos arredores da indústria (Figura 63). Seis delas (15%) usam parte dos resíduos para pavimentação, e o restante, em aterros. Outras três indústrias (7,5%) doam ou vendem os resíduos. Somente uma das indústrias (2,5%), que produz 1.300.000 telhas/mês, reincorpora o material ao processo de produção. Esses resíduos - *chamote* - são britados e reincorporados na massa.



Figura 63 – Pavimentação com resíduos de produção

Em relação às cinzas da combustão de biomassa, nove das indústrias (22,5%) as vendem ou doam para uso em jardinagem. Outras duas indústrias (5%) reincorporam esses resíduos em seu processo de produção. As demais indústrias direcionam as cinzas para aterros. Muitos entrevistados não responderam à questão, esclarecendo que a quantidade de cinzas geradas é quase nula.

6.2.2 Estimativa da energia incorporada

Uma das maiores dificuldades apontadas na literatura, relacionadas à caracterização dos impactos determinados por materiais de construção, incluindo os materiais cerâmicos, é a falta de dados quantitativos. Isso acontece não só no Brasil, ou em âmbito local, mas em todo o mundo. Para contribuir nesse aspecto foi realizada uma estimativa sobre a energia incorporada em tijolos e blocos cerâmicos, em uma amostra de 18 das 40 indústrias pesquisadas.

No restante das indústrias não foi possível quantificar o consumo de energia no processo, por-

que, na coleta de dados quantitativos, algumas dificuldades foram encontradas, tais como:

- a) falta de contabilidade da quantidade exata de energia consumida, principalmente nas indústrias de pequeno e médio portes (muitas vezes expressa por respostas contraditórias). Na maioria dos casos, ninguém estava capacitado ou disponível para responder pelo setor de produção. Em adição, a necessidade de combustível, assim como a mistura da argila, era estabelecida de forma empírica;
- b) em alguns casos, a indústria pagava pelo produto entregue, desconhecendo as despesas com combustíveis e outros insumos;
- c) variabilidade no número de tijolos produzidos durante o ano, assim como na energia necessária, que varia devido a razões climáticas, de uma estação para outra; e
- d) insegurança ou desconfiança nos entrevistados em fornecer os dados solicitados.

A informação utilizada para estimar a energia incorporada foi obtida nas indústrias, por meio da aplicação de questionários, que continham questões diretas e indiretas, a respeito do consumo de energia elétrica, biomassa e óleo combustível, entre outros. Assim, os cálculos para estimar o conteúdo energético foram baseados nas informações obtidas pelas entrevistas, assim dependentes da qualidade dos dados supridos pelos entrevistados.

O processo de cálculo considerou: consumo de eletricidade, usada principalmente nas fases de

preparação dos materiais brutos, moldagem e secagem artificial; consumo de biomassa, usada nas fases de queima e secagem artificial; e o consumo de óleo combustível, usado em geradores, na extração e transporte da argila, no transporte de combustíveis e outras matérias brutas incorporados na massa. Finalmente, todas as parcelas de energia foram somadas.

Tabela 4 – Energia incorporada em 18 indústrias de tijolos e blocos no estado do Rio Grande do Sul

Escala da indústria	Código da indústria	Produção mensal	MJ/kg	KWh/kg
Pequena	S1	40.000	2,08	0,578
	S2	50.000	2,79	0,774
	S3	60.000	3,07	0,851
	S4	80.000	3,13	0,869
	S5	100.000	1,53	0,426
Média	M1	150.000	1,78	0,495
	M2	174.000	0,87	0,242
	M3	250.000	2,52	0,701
	M4	250.000	1,76	0,487
	M5	290.000	2,89	0,804
Grande	G1	320.000	4,85	1,346
	G2	450.000	4,83	1,342
	G3	500.000	2,44	0,677
	G4	500.000	4,20	1,166
	G5	600.000	1,22	0,338
	G6	1.200.000	4,17	1,158
	G7	1.400.000	1,96	0,543
	G8	1.500.000	2,42	0,672

Resultados obtidos

A Tabela 4 apresenta os valores de energia incorporada por quilograma de produto final. Os resultados são apresentados tanto em MJ/kg como em kWh/kg. Entre as 18 indústrias que produzem tijolos e blocos, cinco são de pequeno porte (identificadas pela letra S), cinco são de porte médio (identificadas pela letra M), e oito são de grande porte (identificadas pela letra G).

É importante assinalar que a maioria da energia consumida é originária de biomassa. A contabilidade da participação de cada tipo de fonte energética, para essas 17 indústrias, mostra que, em média, 94% da energia consumida é originária da biomassa, 2,62% é elétrica, e 3,38%, originária de óleo combustível (Figura 64).

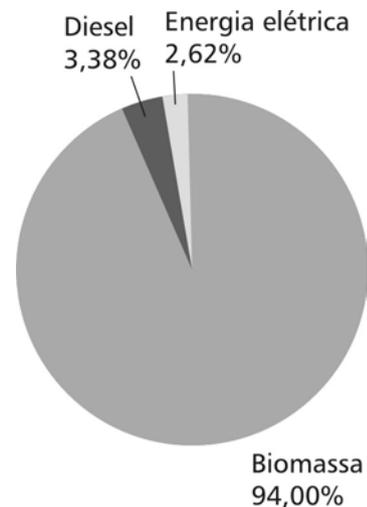


Figura 64 – Participação de cada fonte energética no total de energia utilizada

Comparação de resultados

Para um melhor entendimento dos resultados obtidos, alguns dos valores achados na literatura referindo a energia incorporada a tijolos e blocos cerâmicos foram buscados. Esses valores são apresentados na Tabela 5.

A Figura 65 compara graficamente os resultados obtidos. As barras escuras definem os maiores e menores valores encontrados na literatura. As linhas mais escuras identificam os valores encontrados no Canadá, Suíça, Austrália e Nova Zelândia.

Tabela 5 – Valores de energia incorporada em tijolos e blocos cerâmicos (LAWSON; 1996; SPERB, 2000; SUDENE/ITEP, 1988; SZOKOLAY; 1997; TAPIA et al., 2000)

Referência	Origem	MJ/kg	KWh/kg
Lawson (1996)	Austrália	2,50	0,694
Cole e Rousseau (1992)	Canadá	4,90	1,361
Cole e Rousseau (1992)	Suíça	3,10	0,861
Alcorn e Baird (1996)	Nova Zelândia	2,50	0,694
Worrell et al. (1994)	Holanda/Oeste Europeu	3,00	0,833
Szokolay (1997)	Austrália	3,60 - 4,32	1,000 - 1,200
Construction... (1996)	Holanda	2,00 - 7,00	0,556 - 1,944
Tapia et al. (2000)	Europa	1,05 - 1,26	0,291 - 0,349
Brasil (1982)	Brasil	3,09	0,853
Guimarães (1985)	Brasil	3,13	0,869
Sudene/ITEP (1988)	Pernambuco - Brasil	1,86 - 2,80	0,516 - 0,778
Tapia et al. (2000)	Brasil	2,09 - 3,35	0,582 - 0,931
Tapia et al. (2000)	Rio de Janeiro - Brasil Cerâmica Argibem Ltda.	1,78 - 2,76	0,493 - 0,766
Tapia et al. (2000)	Rio de Janeiro - Brasil RP Pesanha Cerâmica	1,08 - 1,37	0,300 - 0,379
Tapia et al. (2000)	Rio de Janeiro - Brasil Tijolar Indústrias Cerâmicas Ltda.	1,78 - 2,00	0,496 - 0,556

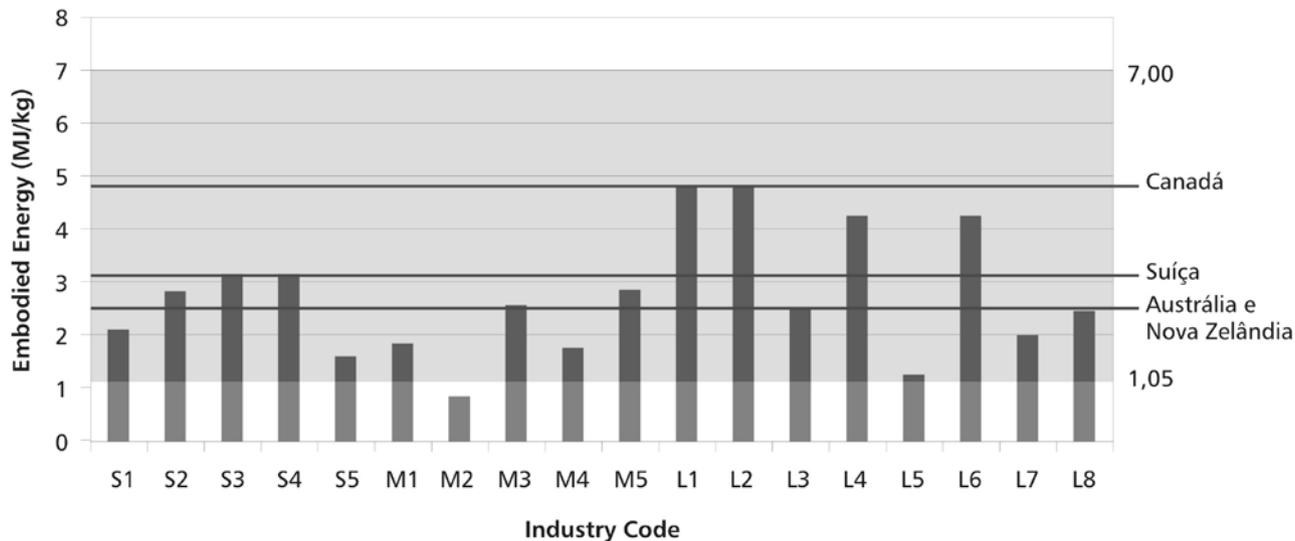


Figura 65 – Comparação dos resultados obtidos com resultados internacionais

A Figura 66 compara os resultados obtidos com aqueles disponíveis no Brasil.

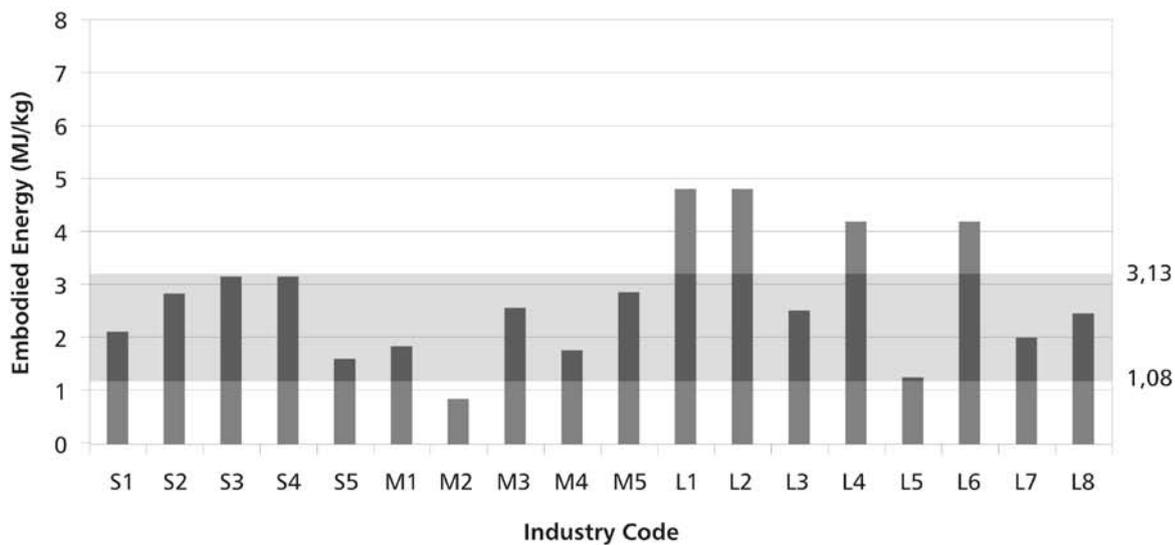


Figura 66 – Comparação dos resultados obtidos com aqueles encontrados na literatura brasileira

6.3 Conclusões

6.3.1 Em termos genéricos

O projeto de pesquisa tinha por objetivo a avaliação ambiental do setor de produção de tijolos, blocos e telhas cerâmicas do Rio Grande do Sul, e assim estimular o setor para promover a redução do impacto ambiental, a partir da adoção de tecnologias mais limpas, e com isso aumentar a competitividade do setor para as novas demandas de um mercado crescentemente preocupado com as questões de sustentabilidade.

Acreditamos que a maioria desses objetivos foram alcançados:

a) com as pesquisas realizadas, que resultaram nas duas dissertações de mestrado, foi possível identificar a maioria e os mais graves dos impactos ambientais ocorrentes na produção de materiais cerâmicos para construção;

b) da interação da universidade com as indústrias teve início um processo de conscientização das indústrias sobre os impactos por elas causados e sobre tecnologias mais limpas passíveis de serem adotadas;

c) várias indústrias também se conscientizaram de que a utilização de tecnologias mais limpas, cada vez mais, constituirá um fator diferencial competitivo, pois a sociedade também cada vez mais passará a demandar tais produtos. No momento da conclusão da redação deste livro, duas ex-alunas do NORIE (as arquitetas Eugenia Kuhn e Patrícia Nerbas) estavam en-

volvidas no projeto de uma nova proposta de habitação popular mais sustentável, em cerâmica vermelha, que resultará na construção de uma unidade prototípica na sede da Fundação de Ciência e Tecnologia.

Em paralelo, várias outras edificações foram construídas utilizando-se materiais cerâmicos associados a outros materiais de baixo impacto ambiental. O SIOCERGS, como também vários ceramistas, acompanhou a construção dessas edificações, onde o grande diferencial foi, justamente, o emprego de materiais de baixo impacto ambiental. Mas o principal beneficiário dessas construções foi a sociedade, de um modo geral, já que as edificações constituem referências de um novo paradigma de habitações populares, que conjugam: materiais de baixo impacto ambiental; demonstração de habitações projetadas e construídas segundo os princípios de arquitetura bioclimática e ecológica; uso de fontes alternativas de energia; sistemas alternativos de gestão de resíduos; e paisagismo produtivo.

6.3.1 Em termos específicos concernentes às pesquisas realizadas

As pesquisas permitiram uma avaliação dos impactos ambientais associados com a produção de tijolos, blocos e telhas no estado do Rio Grande do Sul, em 40 indústrias, incluindo desde aquelas que usam processos manufatureiros até as com um elevado nível de automação.

Em relação aos impactos ambientais causados pelas indústrias, foi possível identificar práticas posi-

tivas e negativas do ponto de vista ambiental. Pode-se concluir que, por um lado, as indústrias devem ser estimuladas a absorver resíduos de outros processos de produção, a usar recursos energéticos renováveis, a usar recursos locais, de modo a reduzir os impactos de transporte, e a reusar os resíduos de seu próprio processo de produção, entre outros.

Por outro lado, deve ser evitado o uso de recursos energéticos não renováveis e poluentes, vindos de longas distâncias, assim como devem ser evitadas ou minimizadas a geração de resíduos e as perdas no processo de produção.

A estimativa de energia incorporada em tijolos e blocos cerâmicos, realizada em 18 indústrias, demonstrou que os valores variam de 0,87 MJ/kg a 4,85 MJ/kg. Algumas das indústrias mostram um

alto valor de energia incorporada, acima daqueles encontrados para a Suíça, Austrália, Nova Zelândia e mais alguns países europeus. Mas as análises que levam em consideração somente esses valores são incompletas. Por exemplo, deve ser destacado que 94% dessa energia é obtida da biomassa, que é uma fonte renovável de energia; e aproximadamente metade do restante é energia limpa (90% da qual é hidroeletricidade).

Mas acima de tudo é necessário fazer com que as pessoas envolvidas com o setor se tornem mais conscientes das implicações ambientais associadas com o processo de produção de seus produtos, para que se efetuem progressos que tornem esse processo de produção, que já apresenta um impacto ambiental relativamente reduzido, em um que seja ainda mais ambientalmente amigável.