

# AValiação de Emissões de CO<sub>2</sub> na Construção Civil: Um Estudo de Caso da Habitação de Interesse Social no Paraná

Theodozio Stachera Jr (UTFPR)  
stachera@pr.gov.br



*A indústria da construção civil é uma das mais importantes no cenário industrial brasileiro, não só pela grande quantidade de recursos financeiros que movimenta, mas também pela geração de empregos. No entanto, é responsável por um alto consumo de energia e recursos naturais, além de produzir uma grande quantidade de resíduos. Globalmente, são discutidas ações e acordos para se alcançar o desenvolvimento sustentável, entre estes o Protocolo de Kioto, que entrou em vigor em 2005 e visa promover a redução dos níveis de emissões de gases que provocam o aquecimento global (Efeito Estufa), principalmente por países industrializados. O Brasil, apesar de ainda não ser obrigado a cumprir as metas de Kioto, tem setores como da construção civil, que também colaboram para o aquecimento global. Esta pesquisa analisa como a construção de casas com interesse social, desenvolvida no Estado de Paraná, tão importante e necessária diante do grande número de famílias sem habitação, tem participação nesta colaboração. Este fato se deve principalmente a utilização de materiais de construção convencionais, o seu transporte e um processo produtivo ainda artesanal praticado no país. Através de referenciais pesquisados de sistemas de produção dos principais materiais utilizados em um modelo de habitação popular paranaense, foi possível quantificar a emissão de CO<sub>2</sub>, principal gás utilizado como parâmetro na quantificação dos gases do Efeito Estufa. Conclui-se que há emissões de CO<sub>2</sub> e de outros gases em grande quantidade na construção de casas com interesse social, principalmente se comparada a outros setores, e que são necessárias ações para propiciar sua redução.*

*Palavras-chaves: materiais de construção; efeito estufa; CO<sub>2</sub>; habitação social*

1.1

## 2 INTRODUÇÃO

Há algumas décadas atrás, a maioria das nações via o meio ambiente como um reservatório de matéria-prima onde se podia facilmente retirá-la ou depositar rejeitos. Assim o crescimento econômico a qualquer custo não via obstáculos ou importância maior do que o desenvolvimento desenfreado e voltado para resultados imediatos. Nesse período a exploração exagerada dos recursos naturais reduziu suas reservas de uma forma nunca antes vista na história. Conseqüentemente essa demanda por matérias-primas, maior produtividade e bens materiais por parte do mundo industrializado, tem provocado sérios impactos sobre o meio ambiente: desastres ambientais, uma série de acidentes graves e derrames de quantidades consideráveis de petróleo no mar, extinção de espécies animais e vegetais além dos problemas globais como a destruição da camada de ozônio e o efeito estufa.

As indústrias, as queimadas, a utilização de combustíveis fósseis nos sistemas de transporte e para geração de energia são os grandes emissores de gases causadores do efeito estufa que provocam o aquecimento global. Lacasta (2005) afirma que somente o transporte aumentará as emissões dos gases causadores do efeito estufa em 140% no período entre os anos de 1990 a 2010 nos países da União Européia. Já no ano de 1988, a Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento -CMMAD alertava que a queima de combustíveis fósseis espalharia na atmosfera CO<sub>2</sub>, o que provocaria um gradual aquecimento do planeta. Ainda o aquecimento global deve diminuir significativamente a oferta de alimentos em muitos países e aumentar o número de famintos no mundo segundo a Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação - FAO (2005). As principais conclusões do relatório apresentado em Paris no início de Fevereiro de 2007, pelos 500 delegados do Painel Intergovernamental das Alterações Climáticas (IPCC, na sigla inglesa) é que o planeta vai aquecer entre 1,8 e quatro graus até ao final do século e o nível dos mares subirá até 58 centímetros, fazendo multiplicar secas e ondas de calor. O relatório conclui que o aquecimento global continuará durante séculos, que é 'inequívoco' e que 'muito 'provavelmente' tem causa humana. O documento ainda prevê que devido a subida do termómetro e os múltiplos fenómenos extremos, poderão provocar a deslocação de cerca de 200 milhões de refugiados climáticos daqui até ao fim do século.

Apesar dos países classificados como 'em desenvolvimento', a princípio terem de aderir ao Protocolo de Kioto somente em 2012, os cinco principais países emergentes - Brasil, China, Índia, México e África do Sul - também aumentarão a emissão de gases de efeito estufa à medida que suas economias crescerem, segundo a organização não governamental Fundo Mundial para a Natureza - WWF (2005).

Nesse contexto, com a ameaça à sobrevivência humana e a procura de uma melhor imagem para a sociedade fez com que alguns setores se mobilizem procurando alternativas. No Brasil, destaca-se algumas instituições que analisam e se preocupam com as questões ambientais e sustentáveis, mas, em outros setores muito importantes da economia como o da construção civil, pouco faz ou transferem a responsabilidade para o Governo, seja no desenvolvimento de novos produtos, no processo produtivo, na utilização do produto ou no seu aproveitamento pós-vida útil. A indústria da construção civil brasileira tem grande parcela de contribuição na

situação atual, apontada como um dos setores da economia que maior impacto gera sobre o ambiente natural (GRIGOLETTI e SATTLER, 2003) já que consome algo em torno de 75% dos recursos naturais disponíveis no planeta segundo John et al.(2001) e é responsável por grande parte dos resíduos, consumo de energia e emissões atmosféricas produzidas.

A indústria da construção civil emite grandes quantidades de gases causadores do efeito estufa, segundo estudos de Presco (1999, apud BARBOSA et al., 2003), nas cidades Européias as emissões de CO<sub>2</sub> da indústria da construção correspondem aproximadamente a 30% do total das emissões. Somente a indústria do cimento é responsável por 7% das emissões de CO<sub>2</sub> para Demanboro et al. (2003). Contudo, no Brasil, há poucos estudos referentes às emissões provenientes do setor de produção de materiais de construção e operação/funcionamento das edificações. Como exemplo, no Japão, as emissões de CO<sub>2</sub> na operação/funcionamento das edificações são três vezes maior do que as emissões provenientes das construções (SHUZO et al., 2005).

Este artigo, portanto, faz uma análise entre o paradoxo da grande quantidade de emissões de gases causadores do efeito estufa emitidos na produção dos principais materiais de construção utilizados na construção de habitação de interesse social no Estado do Paraná, e a necessidade de mais habitações principalmente para as famílias mais carentes, já que se estima algo em torno 5,3 a 13 milhões de famílias que estão sem casa (IPEA- Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada, 1996 e Rede de Mobilização pela Moradia, 2000). No Estado do Paraná, segundo a Companhia de Habitação do Paraná - COHAPAR (2005) que é a empresa Estatal do Paraná responsável pela promoção e construção da habitação de caráter social, são mais de 167.000 famílias sem habitação no ano de 2005.

### **3 A INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO E A EMISSÃO DE GASES DO EFEITO ESTUFA**

Apesar de uma maior consciência e preocupação ambiental a nível global e nacional, a indústria brasileira da construção civil está “longe” do que seria um processo que desenvolva produtos ecologicamente corretos para o mercado consumidor. Exceto por algumas iniciativas como normas legislativas para a separação e reciclagem de entulho (Resolução 307/2002 do CONAMA), o setor pode ser classificado como tradicional e reticente às necessidades de uma maior conservação ecológica. A construção civil possui uma enorme parcela de contribuição não só nos números econômicos e geração de empregos, mas na utilização intensa de recursos naturais e na geração de resíduos e poluição, o que torna o setor muito importante para a economia. No que se refere às emissões de gases causadores do efeito estufa na produção de materiais de construção, os impactos ambientais causam problemas tanto em países desenvolvidos como em desenvolvimento. No Japão as emissões de CO<sub>2</sub> referente às construções residenciais e não residenciais correspondem a 7,8% do total daquele país (SHUZO et al., 2005). Smith et al. (2002) afirma em seus estudos que no Reino Unido as emissões de CO<sub>2</sub> da indústria da construção representavam 4% de toda atividade econômica em 1998,

já para a UK-Sweden Initiative for Sustainable Construction (2006) no Reino Unido, 52% de emissões de CO<sub>2</sub> são provenientes das construções e usos das edificações. Na Índia o setor de construção é responsável por 17% do total das emissões de CO<sub>2</sub> (TIWARI et al., 1996). O

Brasil também se situa entre os maiores emissores de CO<sub>2</sub> no setor da construção civil, segundo Freitas (2007) é o sexto país no ranking mundial.

### 3.1 Materiais Básicos mais Utilizados na Indústria da Construção Civil e que causam emissões de gases do Efeito Estufa

Esta pesquisa se restringiu a analisar os materiais que apresentam grande quantidade de emissões de gases do efeito estufa, principalmente o CO<sub>2</sub>, seja na fabricação ou na retirada do material da natureza. O Instituto IDD – Institut Wallon – VITO (2001) e John (2005) afirmam em seus estudos que os processos de produção/obtenção dos materiais abaixo indicados são os que mais emitem gases causadores do efeito estufa:

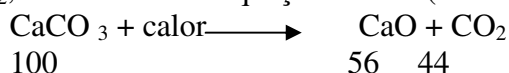
- Cimento
- Cal,
- Aço (ferro),
- Areia e Brita (retirada e transporte),
- Cerâmica vermelha,
- Queima de combustíveis fósseis,
- Transporte (não analisadas nesse artigo).

#### 2.1.1. Cimento

Somente a indústria do cimento é responsável por 10% de todas as emissões de CO<sub>2</sub> no Brasil (JOHN, 2005), já para Isaia e Gastaldini (2004) o cimento consome 5,5 GJ de energia e libera, aproximadamente, 1 t de CO<sub>2</sub> por tonelada de clínquer correspondendo entre 5 e 8% do total emitido anualmente para atmosfera. Para Soares (1998) a indústria do cimento consumiu cerca de 4,4% da energia do setor industrial e constitui-se num dos grandes contribuintes às emissões de CO<sub>2</sub>. Para Demanboro et al. (2003) a indústria do cimento responde por cerca de 7% da emissão anual de gás carbônico (CO<sub>2</sub>) na atmosfera e na produção de cada tonelada de cimento, são lançadas 0,6 tonelada de CO<sub>2</sub> no ar. Somente o Brasil, com uma produção anual de 38 milhões de toneladas de cimento Portland (comum), libera para a atmosfera aproximadamente 22,8 milhões de toneladas/ano de gás carbônico (TOLEDO, 2004).

#### 2.1.2. Cal

O óxido de cálcio, mais conhecido como cal, é produzido a partir da calcinação do calcário (processo em que o calcário é submetido a altas temperaturas, em fornos), gerando emissões de CO<sub>2</sub>, como mostra a equação abaixo (Ministério de Ciência e Tecnologia, 2002):



Pela equação acima se verifica que teoricamente a perda do calcário é de 44% em peso. Ocorre também uma perda de volume de 12 a 20% (ALVES, 1987). Podemos afirmar então que 1000 Kg de calcário = 400 Kg de CO<sub>2</sub> (JOHN, 2005) considerando apenas a transformação química.

#### 2.1.3. Tijolos cerâmicos

A maior parte da indústria de cerâmica vermelha utiliza como fonte de energia no seu processo de produção, a queima de combustível que provem da biomassa (lenha, serragem, etc.) emitindo gases como o CO<sub>2</sub>. Segundo Manfredini e Sattler (2004) há um

grande consumo de energia no processo de produção da indústria de cerâmica vermelha no Brasil, algo em torno de 21% a menos que a indústria do cimento, considerada uma das indústrias com maior consumo energético do setor industrial. No Estado do Rio Grande do Sul que tem a produção similar ao Estado do Paraná, mais de 90% da energia consumida nas olarias provêm de biomassa (lenha, serragem, cascas de árvore, etc). No Estado de Santa Catarina, segundo Relatório Parcial I/IV (2002) realizado sobre o setor, a produção de cerâmica teve um consumo de lenha estimado em torno de 1.400.000 m<sup>3</sup>/ano, o que equivale a 8.000 ha de Eucaliptos, deste total, 78% da lenha é oriunda de mata nativa e apenas 22% de mata implantada.

#### 2.1.4. Agregados: areia e brita

A areia utilizada na grande maioria das obras no Estado do Paraná e nos demais estados brasileiros é natural e proveniente dos leitos dos rios. A areia é retirada dos rios utilizando dragas movidas a óleo diesel.

A brita é retirada de pedreiras e as principais etapas da exploração, segundo Alves (1987) são:

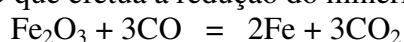
- Perfuração da rocha – a perfuração é feita mecanicamente com emprego de perfuradores de brocas ou martelos pneumáticos.
- Estabelecimento das linhas de fogo.
- Fogo – após a colocação dos explosivos.
- Transporte – através de caminhões, vagonetes e ou esteiras.
- Britagem.
- Transporte até a obra.

Os principais impactos relacionados ao uso de areia e brita dizem respeito à degradação das áreas de extração da matéria-prima, ao esgotamento do recurso já que esse recurso não é renovável, à geração de rejeitos lançados ao solo ou corpos d'água, contaminando-os ou degradando-os e as emissões de gases provenientes dos equipamentos para retirada e britagem que, na maioria das vezes, é feito com motores de combustão. Segundo estudos de Knijnik (apud CYBIS E SANTOS, 2000) verificou-se que as emissões de poluentes geradas pelo óleo diesel são os materiais particulados, o CO<sub>2</sub>, o CO, o NO<sub>x</sub> e o SO<sub>x</sub>.

#### 2.1.5. O Aço

O aço é utilizado na construção civil, principalmente como barras para as estruturas ou nas esquadrias. Todas as construções utilizam aço em maior ou menor quantidade. O aço é obtido através de processos siderúrgicos onde o minério de ferro é acrescido de carbono em quantidades pré-estabelecidas para se chegar a uma resistência mecânica desejada.

O ferro é encontrado na natureza em forma de óxido. A magnetita, Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>, é o óxido com maior teor de ferro, 72% de Fe, a seguir vem a hematita, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, com 70% de Fe. A hematita é o minério mais empregado no Brasil (ALVES, 1987) e as principais jazidas se localizam no Estado de Minas Gerais. A extração do ferro é uma fusão dos minérios nos altos-fornos. O combustível empregado é o coque ou carvão de madeira. O produto da primeira fusão é o ferro gusa com teor de carbono de 4% e 2 a 3% de silício. A combustão do coque fornece calor e CO<sub>2</sub> que, ao encontrar um excesso de carvão nas camadas superiores, se transforma em CO que efetua a redução do minério de ferro. A reação química que se passa é a seguinte:



#### **4 ESTUDO DE CASO: O MODELO DE CONSTRUÇÃO DE INTERESSE SOCIAL MAIS DESENVOLVIDO NO ESTADO DO PARANÁ E A EMISSÃO DE GASES DO EFEITO ESTUFA**

A Companhia de Habitação do Paraná - Cohapar é a empresa paranaense responsável pela construção de habitação interesse social no Estado do Paraná e atualmente está construindo diversos empreendimentos em várias cidades paranaenses. Na Tabela 1 são apresentados as quantidades totais de empreendimentos e unidades em construção.

NÚMERO DE EMPREENDIMENTOS	NÚMERO DE MUNICÍPIOS	NÚMERO DE CASAS EM OBRA
279	167	11.941

Número de unidades habitacionais em obra em 15/03/2006

**Tabela 1 – Quantidades totais de empreendimentos e unidades em construção, desenvolvidas pela Cohapar**

##### **4.1 As unidades habitacionais construídas pela Estatal paranaense**

A Companhia da Habitação do Paraná - Cohapar tem construído diversas unidades habitacionais (casas) de diversos tamanhos e formas. Atualmente a unidade habitacional mais construída no Estado do Paraná, com aproximadamente 70% de todas as construções é a casa com 40 m<sup>2</sup> de área em projeção. Na Tabela 2, são apresentadas as características arquitetônicas dessa casa e na Tabela 3 são apresentadas as quantidades dos principais materiais de construção.

CASA POPULAR PADRÃO	ÁREA DE PROJEÇÃO = 40 m <sup>2</sup>
ÁREA DE PAREDE	83m <sup>2</sup>
NÚMERO DE QUARTOS	2

Fonte: Companhia de Habitação do Paraná

**Tabela 2 – Características da casa padrão mais utilizada pela Cohapar no Estado do Paraná**

DESCRIÇÃO	UNIDADE	QUANTIDADE E UNITÁRIA
CIMENTO	sc (50kg)	55
CAL	sc (20kg)	45
TIJOLO	Und	4.200
TELHA	Und	1.150
AÇO/FERRO	Kg	135
AREIA	m <sup>3</sup>	13,5
BRITA	m <sup>3</sup>	7,0
ESQUADRIA	und	10

Fonte: Companhia de Habitação do Paraná

**Tabela 3 – Quantidade dos principais materiais de construção da casa padrão 40.**

#### 4.2 Emissões de gases do Efeito estufa no modelo de habitação social mais construído no Estado do Paraná

Nessa pesquisa científica, foi calculado as emissões de gases do efeito estufa, baseados nos estudos desenvolvidos por CYBIS E SANTOS (2000), CRUZ et al. (2003), INSTITUT WALLON VITO (2001) e ISAIA e GASTALDINI (2004). Para o cálculo das emissões da cal, no que se refere a reação química, são apresentados os valores na Tabela 4.

1 kg de cal	56% DO VOLUME DE CALCÁRIO
1 kg de CO <sub>2</sub>	44% DO VOLUME DE CALCÁRIO
SENDO ASSIM PARA 1Kg DE CAL EMITE-SE 0,786 Kg DE CO <sub>2</sub>	
PARA EXECUÇÃO DE UMA CASA UTILÍZA-SE 900KG DE CAL	707,14 Kg de CO <sub>2</sub>

Fonte: pesquisa

**Tabela 4 – Quantidade de emissões devido ao processo de transformação do calcário em cal utilizado na execução de casas de interesse social no Estado do Paraná.**

##### 3.2.1. Emissões de gases do efeito estufa segundo estudos de Cybis e Santos (2000)

Os estudos e referências de Cybis e Santos (2000) referem-se as emissões dos principais de gases do efeito estufa na execução de paredes de alvenaria de cerâmica. A pesquisa desses autores é bem detalhada e considera todo o processo de fabricação, contudo se limita somente a execução das paredes. Apesar das paredes representarem o maior volume de uma construção, não são o único elemento construtivo aonde utilizam materiais com emissões de gases do efeito estufa. Cybis e Santos (2000) apresentam valores não só para o CO<sub>2</sub>, mas para os demais gases causadores do efeito estufa. Esses demais gases não foram considerados nesse estudo científico devido ao fato de que não temos referências desses gases nos demais pesquisadores apresentados.

##### 3.2.2. Emissões de gases do efeito estufa segundo estudos de Cruz et al. (2003)

Cruz et al. (2003) apresentam valores calculados para as emissões de CO<sub>2</sub> por área de projeção da construção que pode levar a valores incorretos conforme o estudo que esteja sendo feito e o padrão da construção, contudo, utiliza-se como uma referência.

##### 3.2.3. Emissões de gases do efeito estufa segundo estudos do IDD – Institut Wallon – VITO (2001)

Os valores referencias calculados através das pesquisas do IDD – Institut Wallon – VITO (2001) para a indústria de materiais de construção da Bélgica, foram feitos para casas com mais de 200 metros quadrados que, apesar desse modelo não influenciar no resultado já que os cálculos são referidos para a tonelada de materiais produzidos. Nos estudos realizados pelo IDD – Institut Walon VITO (2001), são apresentados o valor referencial de 235Kg CO<sub>2</sub> por metro quadrado de construção.

##### 3.2.4. Emissões de gases do efeito estufa segundo estudos de Isaia e Gastaldini (2004)

Nos valores pesquisados por Isaia e Gastaldini (2004) que calculam os valores para o cimento, areia e brita e são valores que podem ser considerados como referencial em nosso estudo.

### 3.3. Valores médios emitidos de CO<sub>2</sub> na construção de uma casa com interesse social no Estado do Paraná/Brasil

Na tabela 5 estão apresentados todos os valores calculados pelos autores pesquisados. Se compararmos os valores pesquisados por Cybis e Santos (2000) e os valores apresentados por IDD – Institut Wallon - VITO (2001) se observa, aparentemente, que os valores brasileiros são superiores aos da Bélgica, contudo como em uma construção são muitos itens e materiais empregados não se pode afirmar com certeza que a indústria brasileira é mais poluidora que a indústria belga no que se refere a emissão de CO<sub>2</sub>.

	CYBIS e SANTOS (2000)	CRUZ et al. (2003)	IDD – INSTITUT WALLON – VITO (2001)	ISAIA e GASTALDIN I (2004)	CO <sub>2</sub> (MÉDIA/CA SA)	CO <sub>2</sub> (MÉDIA/m <sup>2</sup> )
CIMENTO	779,1542	2360	2942,5	4576	2664,41	66,61
CAL	707,14	707,14	707,14	707,14	707,14	17,68
AÇO		160	229,5		194,75	4,87
TIJOLOS/ TELHAS	11324,52	1800	2140		5088,17	127,20
EXTRAÇÃO DE AREIA	14,525	760		141,75	305,43	7,64
TOTAIS (kg)	12.825,34	5787,14	6019,14	5424,89	<b>8959,90</b>	<b>224,00</b>

Fonte: pesquisa

**Tabela 5 – Emissões de CO<sub>2</sub> por casa referente ao processo produtivo dos materiais de construção**

## 5 ANÁLISES, CONSIDERAÇÕES SOBRE OS RESULTADOS E CONCLUSÃO

O valor médio de 8,959 toneladas de CO<sub>2</sub> lançadas na atmosfera por casa de interesse social construída no Estado do Paraná deve ser entendido com algumas ressalvas. Inicialmente neste valor não estão inclusos todos os materiais de construção utilizados para a execução de uma casa com 40 m<sup>2</sup> (modelo mais utilizado no Estado do Paraná), a questão da produção também não é homogênea no Estado exceto o cimento, uma olaria pode gastar mais energia do que a outra para fazer um produto similar. Contudo em todos os resultados apresentados, procura-se demonstrar que está havendo emissões de CO<sub>2</sub>, principal gás causador do efeito estufa em grande quantidade o que torna necessária uma intervenção.

### 5.1 Cálculo da Quantidade total de CO<sub>2</sub> que esta sendo emitido e que poderá ser emitido na construção da habitação de interesse social no Estado do Paraná.

Baseados no número de unidades em construção (na data da pesquisa) e nos valores médios apresentados no Tabela 5 chegamos a conclusão do número total aproximado de emissões de CO<sub>2</sub>, conforme apresentado na Tabela 6.



EMISSIONES POR CASA DE CO <sub>2</sub>	8,959 t (média)
NÚMERO DE UNIDADES EM OBRA	11.941
EMISSIONES TOTAIS DE CO <sub>2</sub>	106.979,42 t

Fonte: autor

**Tabela 6 – Emissões totais aproximadas de CO<sub>2</sub> nas casas de interesse social em construção no Estado do Paraná**

Na Tabela 7 são apresentados de forma resumida, as emissões de CO<sub>2</sub> dos principais materiais de construção pesquisados conforme o padrão comercial brasileiro. Abaixo da tabela é apresentado uma fórmula para o cálculo de emissões por casa. Esta fórmula pode ser útil na elaboração de um projeto para se quantificar as emissões de CO<sub>2</sub> dos principais materiais necessários para execução dessa casa.

EMISSIONE DE CO <sub>2</sub> POR SACADA DE CIMENTO (50 kg):	48,44kg
EMISSIONE DE CO <sub>2</sub> POR SACADA DE CAL (20kg)	15,71kg
EMISSIONE DE CO <sub>2</sub> POR kg DE AÇO	1,45kg
EMISSIONE DE CO <sub>2</sub> POR TIJOLO (unidade)	0,95kg
EMISSIONE DE CO <sub>2</sub> POR m <sup>3</sup> DE AREIA	22,62kg

Fonte: autor

**Tabela 7 – Emissões por produto (padrão comercial brasileiro de compra)**

<p><b>EMISSIONE TOTAL DE CO<sub>2</sub>/CASA (kg) = (CIMENTO (nº de sacas) X 48,44) + (CAL (número de sacas) X 15,71) + (AÇO (kg) X 1,45) + (TIJOLOS (número) X 0,95) + (AREIA (volume em m<sup>3</sup>) X 22,62)</b></p>
---

Fonte: autor

**Fórmula para cálculo das emissões de CO<sub>2</sub> por casa construída**

- Obs:
- Cimento = CPM 32, saca com 50 kg
  - Cal = cal virgem, saca com 20 kg
  - Tijolo = 6 furos (9 x 14 x 19 cm)
  - Areia = média natural de rio
  - Transporte – caminhão pesado movido a diesel

A intenção desse estudo não é apresentar um número definitivo para as emissões de gases causadores do efeito estufa, principalmente o CO<sub>2</sub>, na fabricação de materiais de construção. Conforme se pode ver na Tabela 6, na construção das casas de interesse social no Estado do Paraná tem-se uma emissão de, aproximadamente, 106.979,42 toneladas de CO<sub>2</sub>. Este número representa, na opinião dos pesquisadores, a quantidade mínima de CO<sub>2</sub> lançada na atmosfera já que não considera todos os processos de fabricação de materiais de construção e o transporte necessário e realizado para distribuição dos materiais no Estado do Paraná, o que torna necessária uma reflexão nesse modelo de construção.

O valor de 106.979,42 toneladas de CO<sub>2</sub> lançados na atmosfera na construção de 11.941 casas durante o período de construção das habitações de interesse social no Estado do Paraná, é superior, como exemplo, em 677% das emissões que o setor agropecuário brasileiro emitiu no ano de 2002 sem contar a biomassa (MCT, 2003). Esse valor apresentado não tem a pretensão de afirmar que na construção da habitação de interesse social no Estado do Paraná está emitido mais gases causadores do efeito estufa mais gases do que outros setores importantes da economia brasileira. Pretende-se sim afirmar que esta indústria emite tantos gases quanto outros setores e assim propor uma mudança de atitude, sabendo que existe as emissões e que é necessário uma postura diferente das organizações e da sociedade diante do grave problema e também um aprofundamento maior desses estudos para poder afirmar com mais certeza as quantidades de gases lançados na atmosfera.

## 5.2 Conclusões

A captura e a remoção de CO<sub>2</sub> na própria fonte, antes de ele ser lançado na atmosfera, é uma grande opção técnica a ser considerada quando a principal preocupação é o efeito estufa propiciando uma produção mais limpa. A captura do CO<sub>2</sub> requer uma grande quantidade de energia (GOLDEMBERG, VILLANUEVA, 2003) contudo propicia uma menor quantidade de emissões atmosféricas que, a curto prazo podem ser benéficas, contudo a grande mudança deve ser no sistema de produção e nos materiais utilizados atualmente. Como prevê a Agenda 21 para a construção sustentável, a indústria da construção civil precisa reduzir suas emissões. O custo com a implantação de tecnologias adequadas será mínimo diante dos benefícios de tornar esse setor mais ambientalmente correto.

Muitos dos autores pesquisados afirmaram que a principal causa dos problemas de aquecimento através do efeito estufa é o uso de combustíveis fósseis. O Brasil, apesar de não estar junto dos países que necessitam reduzir suas emissões e também sua indústria de materiais da construção civil não ser o principal ator quanto à responsabilidade pelas emissões, não justifica a inércia desse setor diante de questões como o aquecimento global. O problema não deve ser analisado de forma pontual cartesiana mas com um enfoque global. As indústrias de cimento, cal, cerâmica vermelha, aço e brita/areia são agressoras do meio ambiente e, apesar do entendimento de muitos setores da sociedade sobre os malefícios que esses setores provocam a vida do planeta, pouco se faz ou se discute sobre o assunto. Em muitos casos torna-se necessário a substituição de materiais tradicionais por materiais locais proporcionando ganhos ecológicos e, na maioria dos casos, ganhos econômicos. Para que isso se torne uma realidade é necessário romper com velhos paradigmas, não é mais admissível se conviver com um grande problema sabendo soluções para sua minimização ou extinção. Os problemas que envolvem a indústria da construção civil no Brasil não são simples, essa indústria tem ramificações em muitos outros setores e envolve muitos interesses, contudo, nosso maior patrimônio deve ser a conservação da vida em nosso planeta e isso não deve ser deixado em segundo plano em prol do lucro ou da dominação aparente e momentânea.

## 6 REFERENCIAS

**Agenda 21 para a Construção Sustentável.** Disponível em [http://www.sustainablesettlement.co.za/docs/a21\\_discussiondoc.pdf](http://www.sustainablesettlement.co.za/docs/a21_discussiondoc.pdf). Acessado em 11/11/2005.

**ALVES, J.A.**, Materiais de construção. Editora da Universidade Federal de Goiás. 6ª Edição. Goiânia GO. 1987.

**BARBOSA, J.C., INO, A., SHIMBO, I.**, Sustainable indicators in the productive cycle of reforested wood housing. Artigo disponível em <http://timber.ce.wsu.edu/Resources/papers/P26.pdf>. Acessado em 21/11/2005.

**CMMAD - COMISSÃO MUNDIAL SOBRE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO.** Nosso futuro comum. Editora da Fundação Getúlio Vargas. Rio de Janeiro, RJ – 1988.

**COHAPAR** – Companhia de Habitação do Paraná. Av. Marechal Deodoro 1133 – Curitiba PR.

**CONAMA - CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE.** Resolução 307/2002. Disponível em <http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res02/res30702.html>. Acessado em 20/10/2006.

**CRUZ, A.B.S., ROSA, L.P., FERREIRA, T.L., MARTINEZ, A.C.P.**, Centro de energia e tecnologias sustentáveis – o uso eficiente de energia no planejamento do ambiente construído. Instituto Virtual Internacional de Mudanças Globais – COPPE/UFRJ. <<http://www.ivig.coppe.ufrj.br/pbr/docs.htm>> Acessado em 26/07/2005.

**CYBIS, L. F., SANTOS, C.V.J.**, artigo: Análise do ciclo de vida aplicada à indústria da construção civil – estudo de caso. XXVII Congresso interamericano de Engenharia Sanitária e ambiental/ 2000. Disponível em <http://www.ingenieroambiental.com/info/ciclodevida.pdf> Acessado em 21/07/2005.

**DEMANBORO, A. C., FERRÃO, A. M. A., MARIOTONI, A.**, Desafios da Sustentabilidade sob o Enfoque do Estoque de Recursos Naturais. Disponível em <http://www.cori.unicamp.br/IAU/completos/Desafios%20da%20Sustentabilidade%20sob%20o%20Enfoque%20do%20Estoque%20de%20Recursos%20Naturais.doc>. Acessado em 23/12/2006.

**FAO - Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação.** Artigo disponível em [http://agenciact.mct.gov.br/index.php?action=/content/view&cod\\_objeto=26109](http://agenciact.mct.gov.br/index.php?action=/content/view&cod_objeto=26109). Acessado em 17/08/2005.

**FREITAS, M. K.**, Mudanças Climáticas e o papel das Cidades nas Políticas Públicas. Artigo disponível em <http://www.carbonobrasil.com/simplenews.htm?id=180615>>. Acessado em 18/09/2007.

**FURTADO, C.** O Brasil pós-milagre. 8ª edição. Editora Paz e Terra. Rio de Janeiro RJ. 1983

**GOLDEMBERG, J. VILLANUEVA, L.D.**, Energia, meio ambiente e desenvolvimento. Editora da Universidade de São Paulo. 2ª Edição. São paulo. 2003.

**GRIGOLETTI, G.C., SATTTLER, M.A.**, Estratégias ambientais para indústrias de cerâmica vermelha do Estado do Rio Grande do Sul. Artigo de julho de 2003, disponível

[www.antac.org.br/ambienteconstruido/pdf/revista/artigos/Doc11390.pdf](http://www.antac.org.br/ambienteconstruido/pdf/revista/artigos/Doc11390.pdf) . Acessado em 03/08/2005.

**IPEA – Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada.** Disponível em <http://www.ipea.gov.br/pub/td/td0559.pdf>. Acessado em 02/05/2005.

**INSTITUT WALLON DE DEVELOPPEMENT ECONOMIQUE ET SOCIAL ET D'AMENAGEMENT DU TERRITOIRE ASBL. IDD – Institut Wallon – VITO.** Greenhouse gas emissions reduction and material flows. Disponível em [http://www.belspo.be/belspo/home/publ/pub\\_ostc/CG2131/rappCG31\\_en.pdf](http://www.belspo.be/belspo/home/publ/pub_ostc/CG2131/rappCG31_en.pdf) Acessado em 17/07/2005. 2001

**ISAIA, G., GASTALDINI, A.,** Concreto “verde” com teores muito elevados de adições minerais: um estudo de sustentabilidade. Artigo apresentado na I Conferência Latino-Americana de Construções Sustentáveis. X Encontro Nacional de Tecnologias do Ambiente Construtivo. São Paulo SP, julho de 2004.

**JOHN, V.M., ANGULO, S. C., ZORDAN, S. E.,** Desenvolvimento Sustentável e a Reciclagem de Resíduos na Construção Civil. Artigo disponível em [http://www.reciclagem.pcc.usp.br/ftp/artigo%20IV\\_CT206\\_2001.pdf](http://www.reciclagem.pcc.usp.br/ftp/artigo%20IV_CT206_2001.pdf). Acessado em 15/06/2007

**JOHN, V.M.,** Trabalho apresentado no Seminário de Construção Sustentável da FGV. São Paulo, 21 de junho de 2005. Disponível em: [http://www.ces.fgvsp.br/arquivos/Moacyr\\_John.pdf](http://www.ces.fgvsp.br/arquivos/Moacyr_John.pdf). Acessado em 06/07/2005.

\_\_\_\_\_ Reciclagem de Resíduos na Construção Civil – Contribuição à metodologia de pesquisa e desenvolvimento. Tese (Livre Docência) Escola Politécnica – USP. São Paulo, 2000.

**KNIJINIK, R.,** Energia e meio ambiente em Porto Alegre: bases para o Desenvolvimento. 1994

**LACASTA, N.,** Site AMBIENTE BRASIL, disponível em <http://www.ambientebrasil.com.br>. Acessado em 04/07/2005.

**MANFREDINI, C. & SATTLER, A.M.** O consumo de energia de cerâmica vermelha no RS: aspectos qualitativos e quantitativos. X Encontro Nacional de Tecnologia no Ambiente Construtivo. São Paulo. 2004

**MCT - MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA.** Primeiro inventário brasileiro de emissões antrópicas de gases de efeito estufa (2002). Disponível em [http://www.mct.gov.br/clima/comunic\\_old/pdf/industria\\_p.pdf](http://www.mct.gov.br/clima/comunic_old/pdf/industria_p.pdf). Acessado em 21/05/2005.

\_\_\_\_\_ Revista Eletrônica Economia e Energia. n. 41, nov/dez., 2003. Disponível em: [http://207.57.4.50/eee41/eee41p/relatorio\\_ao\\_mct3.htm#1.3%20Emissões%20por%20Fonte%20de%20Energia](http://207.57.4.50/eee41/eee41p/relatorio_ao_mct3.htm#1.3%20Emissões%20por%20Fonte%20de%20Energia). Acesso em 13 jun. 2006.

**PRESCO.** Energy, Environmental and Sustainable Development. European Thematic Network na Practical Recommendations for Sustainable Construction, EC 5º Framework Programme (1999).

**Rede de Mobilização pela Moradia.** Disponível em <http://www.moradia.org.br/moradia/clipping/VisualizarClipping.php?id=28>. Acessado em 03/05/2005.

**Relatório Parcial I/IV** – Análise do ciclo de vida de produtos (revestimentos, blocos e telhas) do setor cerâmico da indústria de construção civil, 2002. Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológica, Engenharia Sanitária-Ambiental. Disponível em <http://www.ciclodevida.ufsc.br/relatorio1.pdf>. Acessado em 01/07/2005.

**SHUZO, M. et al.** Architecture for a Sustainable Future. Edited by Architectural institute of Japan (AIJ) Published by Institute for building Environment and Energy Conservation (IBEC). 2005

**SMITH, R.A., KERSEY, J.R., GRIFFITHS, P.J.**, The construction industry mass balance: recourse use, waste and emissions. Viridis Report VR4 (Revised). 2002. Disponível em [http://www.trl.co.uk/viridis/static/Reports/pdf/VR4%20\(revised\).pdf](http://www.trl.co.uk/viridis/static/Reports/pdf/VR4%20(revised).pdf). Acessado em 18/01/2006.

**SOARES, J. B.**, Potencial de conservação de energia e de mitigação das emissões de gases do Efeito Estufa para a indústria brasileira de cimento portland até 2005. Tese de mestrado do Programa de Pós-Graduação de Engenharia da Universidade do Rio de Janeiro - 1988. Disponível em <http://www.ppe.ufrj.br/ppp/production/tesis/jeferson.pdf>. Acessado em 20/05/2005

**TIWARI, P., PARIKH, J., SHARMA, V.** Performance Evaluation of Cost Elective Building – A Const, Emissions and Employment Point of View. Building and Enviroment. Vol 31. 1996.

**ROMILDO, T.**, Reportagem disponível em <http://www.cimentopozosul.com.br/main/default.php?pg=MXYPNWa09mT&dt=MXZoxWY0VGZ&id=QM>. Acessado em 10/06/2007.

**UK-Sweden Initiative for Sustainable Construction.** Disponível em <<http://www.ukswedensustainability.org/bestpractice/bestpractice01.jsp>>. Acessado em 23/07/2006.

**WWF - WORLDWIDE FUND FOR NATURE.** O Fundo Mundial para a Natureza. Disponível em: <<http://www.estadao.com.br/ciencia/noticias/2005/jul/03/106.htm>> Acesso em 22 jul. 2005.