



SUSTENTABILIDADE MEIO AMBIENTE

“O desenvolvimento é sustentável quando satisfaz às necessidades das gerações atuais, sem hipotecar a capacidade das gerações futuras de satisfazer às suas próprias.”

Relatório Brundtland¹



humanidade, a cada dia mais, torna-se consciente de que a qualidade de vida no planeta sofre sérias ameaças, diante do vertiginoso crescimento da população mundial e, conseqüentemente, da produção industrial. Aos poucos, o cidadão começa a perceber que a natureza não é uma fonte inesgotável de recursos, capaz de assegurar permanentemente o processo de crescimento econômico.

O meio ambiente apresenta nítidos sinais de esgotamento, reflexo da contínua atividade humana e da demanda crescente de produtos e de produção, que são base do modelo de desenvolvimento atual. Modelo este, que ainda depende em larga escala do uso intensivo do patrimônio natural, o que tem trazido conseqüências desastrosas, com prejuízos irreparáveis para a diversidade biológica e o bem-estar dos indivíduos como um todo.

A construção de um novo padrão de desenvolvimento, a que se deve aspirar, deve ser norteada por uma noção de crescimento econômico, que não perca de vista a preocupação com o equilíbrio ambiental e com a justiça social. Isso exige que todos voltem sua atenção para o futuro que estão construindo com suas ações diárias, e se conscientizem da necessidade de mudanças de atitudes, de hábitos e de padrões de consumo, na medida em que se percebe o custo ambiental que cada uma dessas ações tem sobre o ambiente. Toda ação humana, por menor que seja, gera impacto sobre as águas, o ar, o solo e todas as espécies da fauna e da flora do nosso planeta.

¹ Definição retirada de Bruseke (2000) apud WELTKOMMISSION für Umwelt und Entwicklung (1997). Unsere gemeinsame Zukunft. Wolker Hauff Greven.

Neste sentido, o grande desafio da busca de um modelo sustentável de desenvolvimento, é criar métodos que consigam relacionar homem e natureza numa simbiose, onde seja possível atender as necessidades humanas sem ferir os princípios naturais. Segundo Cavalcante (2003), isso não é algo simples, não há uma única forma de chegar aos predicados de uma vida sustentável, tampouco existe uma teoria única do desenvolvimento ecologicamente equilibrado. O que há é uma multiplicidade de métodos de compreender e investigar a questão, necessitando-se, então, de uma visão e de uma análise multidimensional e multidisciplinar, que possibilitem encontrar mecanismos que permitam o uso dos valores naturais, sem riscos de esgotar a capacidade de sustentação dos ecossistemas.

2.1. URBANIZAÇÃO E DESENVOLVIMENTO

Foi a partir da Eco-92 - Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, organizada pela Organização das Nações Unidas – ONU, em junho de 1992, no Rio de Janeiro, que o desenvolvimento sustentável emergiu como um novo paradigma, integrando o crescimento econômico, o desenvolvimento social e a proteção do meio ambiente, tornando-os elementos interdependentes e mutuamente cooperativos. Esse modelo, que está sendo construído, fortalece o enfoque participativo de todos os setores da sociedade, salientando a importância do uso do conhecimento, da capacidade e da energia de todos os grupos sociais interessados, para a melhoria e conservação do planeta e dos povos que nele habitam. Durante esse encontro, a comunidade internacional acordou a aprovação de um documento, contendo compromissos para uma mudança do padrão de desenvolvimento para o século XXI, denominando-o de Agenda 21. Segundo o Ministério do Meio Ambiente (BRASIL, 2005-b), a Agenda 21 é um programa de ação, baseado num documento de 40 capítulos, que se constitui na mais ousada e abrangente tentativa, já realizada, de promover, em escala planetária, um novo padrão de desenvolvimento, conciliando métodos de proteção ambiental, justiça social e eficiência econômica.

Após 10 anos, a Organização das Nações Unidas - ONU voltou a reunir a comunidade internacional na Cúpula Mundial sobre Desenvolvimento Sustentável, a Rio+10, realizada em Joanesburgo, na África do Sul, em setembro de 2002, com o objetivo de reafirmar o compromisso firmado na Eco-92 com o desenvolvimento sustentável, em nível planetário: “todos nós, vindos de todos os cantos do mundo, formados por diferentes experiências de vida, estamos unidos e animados por um sentimento profundo de que

necessitamos criar, com urgência, um novo e mais iluminado mundo de esperança” (BRASIL, 2005-b).

No intervalo de tempo entre a Eco-92 e a Rio+10, a ONU promoveu a 2ª Conferência das Nações Unidas para os Assentamentos Humanos - Habitat II, ocorrida em Istambul, em 1996, que discutiu, principalmente, problemas relacionados ao habitar das grandes cidades como também, as implicações inerentes às novas configurações sócio-espaciais e organizacionais, surgidas a partir do crescimento populacional. Ou seja, ocorreu uma retomada da reflexão sobre as questões que envolvem habitação, qualidade de vida e perspectivas de atuação urbanas, a serem pensadas e experimentadas no mundo e, também, questionamentos em relação aos antigos modelos de gestão urbana, que ainda estão em vigor, na maioria dos países no mundo, mas que já não são mais eficazes.

A Conferência Habitat II foi marcada pela representativa presença e participação de Organizações não- governamentais – ONG's, envolvidas com o meio ambiente. Novos paradigmas estavam presentes em todos os discursos, documentos e palestras, tais como, descentralização e fortalecimento do poder local; co-gestão ou parcerias com entidades sociais; participação da sociedade; sustentabilidade; qualidade e combate à pobreza e ao desemprego. Outra afirmação importante é que:

[...] a Habitat II constituiu um duro golpe nas concepções de urbanismo vigentes durante todo o século XX, o que pode representar uma vantagem - fim do planejamento tecnocrático, burocrático, e autoritário - ou desvantagem - demissão do Estado em relação à regulação do uso do solo (MARICATO, 1997, p.21)

Mas sem sombra de dúvidas, o tema mais discutido nessa Conferência foi o reconhecimento do direito à moradia, como um direito básico de todos. O modelo de gestão das cidades, baseado em padrões centralizadores do poder e das decisões, foi fortemente criticado e a necessidade de encontrar soluções para as formas de ocupação do solo nas cidades e da necessidade de moradia para todos, foi o centro das discussões.

Baseado nessas afirmações, percebe-se o quão imprescindível e urgente se torna a formulação de modelos de utilização mais racionais dos valores naturais nos centros urbanos, cada um em sua área de atuação, mas todos de forma integrada e cooperativa. Esta não é uma visão utópica de futuro, mas uma forma de reconhecer o mundo e todas as atividades humanas decorrentes da vida em sociedade, como algo que precisa ser abordado com uma visão

holística para o enfrentamento de problemas comuns a todos. Como citou Furtado (1999, p. 15), “[...] não se trata da formação de um novo império de amplitude planetária, e sim da superação dos resquícios dos poderes imperiais mediante a prevalescência da racionalidade formal que conduz à maximização da eficiência no uso de recursos escassos”.

É nessa perspectiva que se afirma a necessidade do uso mais racional dos recursos naturais na construção civil, tais como, a energia e as matérias primas naturais e, ainda, do estudo de tecnologias mais voltadas para a conservação e o respeito aos limites impostos pela natureza. É importante encontrar soluções que considerem o modelo de desenvolvimento sustentável que se almeja e que busquem um novo conceito de arquitetura, em harmonia com o conceito de sustentabilidade. Faz-se necessário a busca por uma arquitetura inserida num contexto regional, de acordo com as potencialidades técnicas e de recursos de cada local, que respeite o clima, os valores, as tradições e a cultura popular e, dessa forma, alcançar o direito à moradia digna, que prega a agenda Habitat II. Tudo isso aliado a um menor impacto ambiental e em acordo com o novo modelo de desenvolvimento sustentável que se deseja.

2.2. A CRISE AMBIENTAL E A CONSTRUÇÃO CIVIL

A tomada de consciência dos riscos e da degradação ambiental em nível global impactou sobremaneira a forma de se conceber as cidades, principalmente porque, hoje, mais de metade da população mundial vive nas cidades. Apesar da maior parte dos problemas ambientais ocorrerem em nível local, têm conseqüências globais, por isso, as cidades passam a ser vinculadas a um complexo sistema dialético que envolve os pólos local e global. Trata-se da perspectiva de que, se geralmente são as populações urbanas as principais causadoras e as primeiras a sentirem os efeitos da degradação ambiental global, conseqüentemente é com base nas cidades que podem e devem ocorrer muitas das mudanças necessárias rumo a um padrão de desenvolvimento sustentável.

Um exemplo disso é a poluição atmosférica, um dos problemas ambientais mais sérios a ser enfrentado. Apesar de sua natureza global, repercute em cada município e deve, portanto, ser enfrentado com ações também locais. Para que se alcance esse objetivo há que se pensar no desempenho ambiental de cada município, estratégias para a minimização do uso de recursos não renováveis, economia de energia e redução de geração de resíduos que poluem a atmosfera.

Pode-se considerar a emissão de gases como CO², mais um indicador de qualidade e de transformação do meio ambiente, sendo um dos principais responsáveis pelo efeito estufa e por grandes acidentes climáticos, principalmente devido à elevação da temperatura da terra. Segundo Barbosa e Ino (2001), a concentração de dióxido de carbono na atmosfera, tem aumentado significativamente. Até o ano de 1800 era de 280 ppm, em 1990 atingiu 353 ppm e, atualmente, sofre um acréscimo de cerca de 1,6 ppm (0,5%) ao ano.

É urgente a necessidade de se encontrar modelos que norteiem as ações do setor da construção civil, um grande consumidor de energia, a fim de possibilitar formas sustentáveis de construção, e inserindo-o verdadeiramente na arrancada do desenvolvimento sustentável.

Segundo Brüseke (2003), o conceito de Eco-desenvolvimento, proposto primeiramente pelo canadense Maurice Strong em 1973, surgiu como uma crítica à sociedade industrial e vinha com uma proposta de desenvolvimento mais acabada, que leva em consideração não apenas o crescimento econômico, mas uma concepção de que o ambiente é o *locus* onde ocorre o processo de produção e desenvolvimento, atendendo as necessidades da população. Isso se dá principalmente em nível local. O sociólogo Ignacy Sachs, ao aprofundar as idéias de Strong no Brasil, planejou o Eco-desenvolvimento a partir de 5 dimensões (ALMEIDA, 2002):

- 1) Sustentabilidade Social: redução das diferenças. Civilização do ser com a distribuição do ter.
- 2) Sustentabilidade Econômica: alocação e gestão mais equilibrada dos recursos.
- 3) Sustentabilidade Ecológica: simbiose entre homem e natureza. Limitação do consumo e de emissão de poluição.
- 4) Sustentabilidade Espacial: conformação da ocupação do espaço. Deve-se evitar as grandes concentrações metropolitanas.
- 5) Sustentabilidade Cultural: respeito às especificidades de cada região e sua cultura.

Dentro do contexto de soluções sustentáveis que incorporem essas cinco dimensões propostas por Sachs, percebe-se a necessidade da arquitetura se enquadrar nesses padrões, incorporando estas novas variáveis. Kronka (2001), também ressalta a necessidade de se utilizar novos elementos nos projetos, tornando-os muito mais complexos e abrangentes: a sustentabilidade, a cidadania, o meio ambiente e a tecnologia. Na medida em que se pode adequar esses novos parâmetros ao projeto de arquitetura, há uma interação entre o ambiente

físico e o ambiente natural, possibilitando a sustentabilidade geral do sistema e consequentemente do nível de qualidade de vida das populações.

2.3. OS IMPACTOS AMBIENTAIS GERADOS PELA CONSTRUÇÃO CIVIL

A natureza trabalha em ciclos - nada se perde, tudo se transforma. Animais, excrementos, folhas e todo tipo de material orgânico morto se decompõe com a ação de milhões de microorganismos degradadores, dando origem aos nutrientes que vão alimentar novas vidas. Na natureza não existe lixo, aqui, o processo biológico ocorre de forma constante e invisível. Nos fluxos naturais, a realimentação é contínua.

No cenário urbano, acontece o contrário, baseado no que afirma Hawken et al. (2002), os sistemas industriais, embora recebam realimentação contínua da sociedade, têm estado alheios à grande parte da realimentação ambiental. Os ciclos de material tiram da natureza capital natural de altíssima qualidade, na forma de petróleo, madeira, minerais ou gás natural e o devolve na forma de resíduos.

A cada dia que passa, percebe-se, cada vez com maior ênfase, que toda forma de consumo gera resíduos, lixo de diversas naturezas, que se acumulam todos os dias em maior quantidade nas cidades. Segundo BRASIL (2002), é preciso conter a geração de resíduos e proporcionar um tratamento adequado ao lixo do planeta. Para isso, faz-se necessário reavaliar os hábitos de consumo, que geram cada vez mais lixo e desperdício, e investir em tecnologias que permitam gerar menos lixo, reaproveitar e reciclar os materiais em desuso e optar, quando possível, por formas mais ecológicas de construção.

Segundo Barbosa et al. (2005), o surgimento dos materiais industrializados e a intensa propaganda das suas qualidades, além do preconceito existente em relação aos materiais antigamente tradicionais, como a terra, fizeram com que aos poucos as paredes de terra com blocos crus fossem caindo em desuso, até seu quase completo abandono.

No entanto, considerando-se hoje que a fabricação de tijolos cerâmicos consome enormes quantidades de energia, lança CO₂ na atmosfera e muitas vezes, como ocorre na Região Nordeste do Brasil, utiliza a vegetação local para a queima, contribuindo para um perigoso processo de desertificação, é de tudo benéfico para as futuras gerações o resgate dos milenares blocos de adobe. (BARBOSA et al., 2005, p.270)

2.3.1. A GERAÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS

Baseado em pesquisas do IBGE (2000), de um total de 5.560 municípios brasileiros, os 21 municípios com mais de 600 mil habitantes abrigam 27,28% da população brasileira, enquanto que, os outros 3.611, com menos de 20 mil habitantes abrigam somente 14,8% dessa população, ou seja, em torno de 1/3 da população brasileira se encontra nas grandes cidades.

O crescimento populacional e o aumento da urbanização não foram acompanhados de ações necessárias, que proporcionassem um lugar adequado aos resíduos gerados nesses municípios. Esta constatação ilustra bem a necessidade de estudos, que apontem soluções para o problema pelo qual vem passando as cidades brasileiras, com relação à minimização e à gestão dos seus resíduos sólidos.

É necessária que seja reavaliada, a concepção a respeito dos resíduos sólidos. Não se pode continuar pensando que o caminhão de lixo, que livra o interior das edificações do estorvo do lixo, é o fim do problema, quando é apenas o começo. O verdadeiro problema começa quando o lixo sai dos domínios da população e chega aos lixões ou aterros sanitários.

Segundo o IBGE (2000), 64% dos municípios brasileiros, depositam seu lixo de forma inadequada, em locais sem nenhum controle ambiental ou sanitário. Diz ainda, que 30,5% do volume de lixo coletado em 2000 foram encaminhados para os lixões, e 22,3% para aterros controlados, com altos riscos de contaminação para o homem e o meio ambiente.

Essas formas de disposição geram uma série de problemas ambientais e sociais, dentre os quais se destacam: poluição dos mananciais, inclusive do lençol freático, contaminação do solo, poluição visual, proliferação de vetores de doenças, obstrução dos sistemas de drenagem, provocando enchentes, entre outros problemas relevantes.

Geralmente, considera-se lixo tudo aquilo que se joga fora e que não tem mais utilidade. Porém para efeito de coleta e tratamento, o lixo gerado pela população pode ter várias classificações. De acordo com Ambiente Brasil [200-], o entulho – lixo gerado pela construção civil - é geralmente um material inerte, passível de reaproveitamento. Trata-se de um tipo de resíduo que, quanto as característica físicas, pode ser classificado em seco e quanto à sua composição química, é considerado inorgânico. Já quanto ao risco, pertence à Classe 3, referente a Resíduos Inertes, que são aqueles que, “[...] ao serem submetidos aos testes de solubilização, (NBR-10.007 da ABNT), não têm nenhum de seus constituintes solubilizados em concentrações superiores aos padrões de potabilidade da água” (Ambiente Brasil, 200-). Em resumo, isto significa que a água permanecerá potável quando em contato com o resíduo e permite que o entulho seja um resíduo altamente reciclável.

Segundo John (2001), a indústria da construção civil é a principal geradora de resíduos da economia e os resíduos produzidos nas suas atividades de construção, manutenção e demolição têm estimativas de volume gerado muito variáveis. No entanto ele afirma que os valores típicos encontram-se entre 400 e 500 kg/hab.ano, valor igual ou superior à massa de lixo urbano. Parte significativa desses resíduos é depositada ilegalmente. Na maioria das vezes, o entulho é retirado da obra e disposto clandestinamente em locais como terrenos baldios, margens de rios e de ruas das periferias, acumulando-se nas cidades, gerando custos e agravando os problemas urbanos.

A grande quantidade de resíduos gerados diretamente pela construção civil é proveniente da perda de materiais de construção, nos canteiros de obras, resultante dos materiais desperdiçados durante o processo de execução de um serviço. Outras fontes geradoras são as demolições e as reformas, que promovem a eliminação de diversos componentes durante a utilização ou após o término do serviço. A produção dos materiais que a construção consome também gera resíduos de forma indireta, como as escórias de alto forno, de aciaria, de resíduos cerâmicos, etc.

Destarte, percebe-se que, o desperdício e o mau uso dos recursos geram poluição ambiental em todas as suas formas, e conseqüentemente, perdas na qualidade de vida das populações, por isso necessita-se, urgentemente, de soluções que utilizem os conceitos de minimização e de sustentabilidade na construção civil de uma forma geral.

Para isso é preciso encontrar técnicas e procedimentos que possibilitem, à construção civil, aplicar esses conceitos de maneira mais eficiente. Nesse intuito, pode-se utilizar modelos já testados em outras áreas, como por exemplo, o conceito de reciclagem. Hoje em dia, reciclar é uma das palavras de ordem, ou seja, repetir o ciclo. Reinventar o caminho que torna o processo de geração e consumo das matérias-primas um fluxo infinito, que se repete continuamente.

Partindo dessa idéia de repetição do ciclo, pode-se afirmar que a construção com terra crua, processo construtivo que utiliza a terra como matéria-prima, sem que esta passe pelo processo de cozimento e queima, é um dos caminhos que leva ao princípio de reciclagem. Neste processo, os resíduos gerados na construção ou demolição de paredes de terra, desde que não tenha sido agregado algum material não-degradável, podem ser incorporados ao solo, pois ao término do ciclo de vida útil da edificação, a terra como material de construção é totalmente degradável ou reciclável.

Assim, pode-se dizer que, na construção com terra crua, o ciclo de produção e consumo de energia e matéria se completa. Trata-se de um ciclo fechado como o ciclo da

natureza, não há desperdício, esgotamento de jazida ou produção de resíduos, não há uso ou desperdício de energia e a terra volta a ser terra num processo que pode ser comparado ao da reciclagem.

2.3.2. O GRANDE CONSUMO ENERGÉTICO E A POLUIÇÃO DO AR

Apesar da preocupação mundial quanto aos impactos ambientais gerados pelo setor da construção civil, especialmente em relação aos materiais utilizados, são poucos os métodos desenvolvidos para a avaliação e medição completa destes. Essa é uma tarefa complexa, pois estes impactos ocorrem durante todo o ciclo de vida dos materiais de construção civil. Ou seja, desde a extração de matérias-primas, passando pela manufatura, transporte e utilização, até a disposição final desses materiais, pois todos os estágios de vida de um produto geram diferentes formas de impactos ambientais.

De acordo com Sperb e Sattler (2001), para se proceder a avaliação dos impactos referentes a esses materiais, deve ser feita uma análise a partir das cinco fases do ciclo de vida destes. Estas cinco fases de estudo são:

- 1) Análise dos impactos referentes à aquisição das matérias-primas;
- 2) Análise dos impactos durante a manufatura dos materiais de construção;
- 3) Análise dos impactos devido ao transporte desses materiais;
- 4) Análise dos impactos durante a utilização desses materiais nas edificações;
- 5) Análise dos impactos referentes à disposição final dos mesmos.

(Sperb e Sattler, 2001, pp. 113)

Deve-se perceber que em cada uma dessas etapas de estudo existem *inputs* (recursos utilizados) e *outputs* (resíduos gerados) específicos de cada fase correspondente. Pode-se ver um esquema simplificado desse estudo na Figura 4.

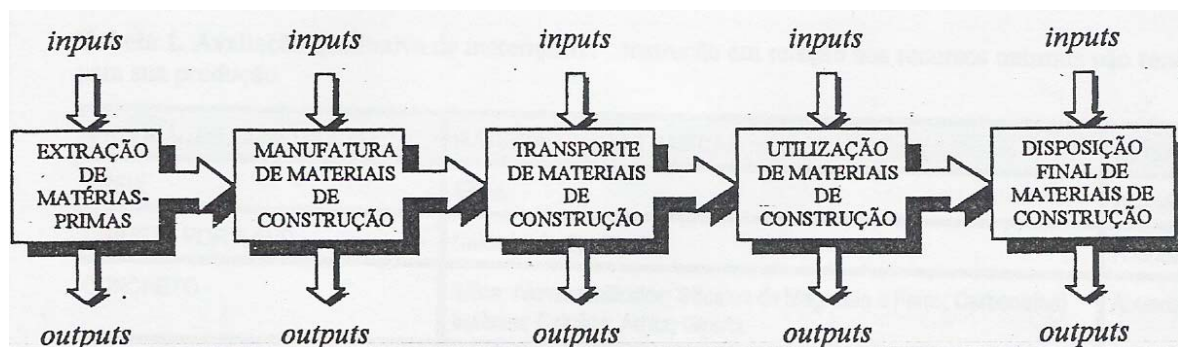


Figura 4. Principais etapas do ciclo de vida de materiais de construção (Sperb e Sattler, 2001).

Nos *inputs*, além dos recursos naturais, também há a utilização de energia, necessária em todas as fases do ciclo de vida. A produção, transporte e incorporação dos resíduos gerados na produção de materiais utilizados na construção civil de forma geral, são grandes consumidores de energia, energia gerada pela queima de combustíveis renováveis e não renováveis. Nos *outputs*, também há uma grande quantidade de energia necessária para a incorporação, degradação ou remoção dos resíduos gerados.

Segundo Lima e Kalinowsky (2001), a matriz energética mundial está baseada na geração produzida pelas termoeletricas, que emprega combustíveis de origem fóssil e contribui para o aquecimento global do planeta, a formação de chuvas ácidas, além da ocorrência de desastres ecológicos e humanos. Isso reforça a necessidade da mudança dos modelos de produção e consumo empregados até hoje.

Estima-se que a construção civil seja responsável por até 50% do uso de recursos naturais em nossa sociedade, dependendo da tecnologia de construção utilizada. Sabe-se também que, na construção de um edifício, o transporte e a fabricação dos materiais representam aproximadamente 80% da energia gasta em todo o processo (JOHN, 2001).

Infelizmente, de acordo com Faria (2002), os dados comparativos de consumo de energia para a produção de diversos materiais de construção são, geralmente, conflitantes e de difícil determinação.

A seguir são apresentadas algumas tabelas² que representam o consumo de energia na produção de alguns materiais utilizados na construção civil. Na Tabela 1, pode-se verificar o consumo de energia para a produção de 1m³ de diversos componentes construtivos de acordo com dois autores Hilti (1996) e Caruana (1990) apud Faria (2002). Na Tabela 2, encontra-se o consumo de energia utilizada para a produção de diversos materiais de construção de acordo com os estudos de EARTH (2002), e na Tabela 3, o consumo de energia para a produção de 1 kg de diversos tipos de materiais de construção.

Pode-se verificar que, de acordo com as tabelas que se referem aos materiais de terra (adobe e solo-cimento), a quantidade de energia consumida para sua produção é muito baixa, ou quase nula, principalmente em relação aos outros tipos de materiais analisados.

² De acordo com tabelas encontradas em FÁRIA, O. B. *Utilização de macrófitas aquáticas na produção de adobe: um estudo de caso na represa de Salto Grande (Americana – SP)*. 2002, 200p. Tese (Doutorado em Ciências da Engenharia Ambiental) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, SP, 2002.

Tabela 1. Consumo de energia para a produção de 1 m³ de componentes construtivos, de acordo com Hilti e Caruana (FARIA, 2002).

Material	Consumo de energia (kW.h / m ³)	
	HILTI	CARUANA
Madeira serrada	8 a 30	500
Madeira laminada colada	-	2.200
Concreto	150 a 200	800
Tijolo	-	1.100
Aço	500 a 600	61.000
Alumínio	800	-

Tabela 2. Consumo de energia para a produção de diversos materiais de construção, de acordo com “Earth Materials Guidelines” (FARIA, 2002).

Material	Quantidade	Consumo de energia (kW.h)
Cimento portland	saco de 59 kg	131,10
Cal hidratada	saco de 20 kg	56,90
Tijolo maciço comum	1 tijolo	3,98
Bloco de concreto	1 bloco	8,50
Adobe (produção mecanizada)	1 bloco	0,73
Adobe (produção manual)	1 bloco	0

Tabela 3. Consumo de energia para a produção de 1 kg de diversos materiais de construção, de acordo com “Le Centre de la Culture et des Techniques de la Terra” (FARIA, 2002).

Material	Consumo de energia (kW.h)
Aço laminado	12,90
Alumínio	78,20
Cobre	22,06
Concreto	0,27
Cimento	2,47
Vidro	7,40
Tijolo	0,90
Solo-cimento (4%)	0,013