

A educação ambiental e o uso do solo-cimento

Environmental education and the use of soil cement

Martha Eleonora Venâncio Mignot Cordeiro*

Patrícia Marluci da Conceição**

Thiago Vicente Lima***

A sociedade precisa se conscientizar da necessidade de preservação e recuperação do meio ambiente, e é esse o papel da Educação Ambiental, quando divulga meios de preservação, leis e projetos referentes ao meio ambiente. Este trabalho descreve e divulga o uso do solo-cimento. Os tijolos e blocos de solo-cimento são produzidos a partir de uma mistura de argila, cimento e água, sendo estes materiais prensados, dispensando a queima de qualquer natureza. O uso do solo-cimento é visto como benéfico às famílias de baixa renda que sonham melhorar a qualidade da moradia.

Society must to become aware of the need to preserve and recover the environment. This is the role of Environmental Education as it disseminates means of preservation, laws, and projects related to the environment. This work describes and presents the use of soil-cement. Soil-cement bricks and blocks are produced from a mixture of clay, cement, and water. These materials are pressed, which avoids any kind of burning. The use of soil-cement is seen as beneficial to low income families who dream of improving the quality of their homes.

Palavras-chave: Solo-cimento. Bloco. Tijolo.

Key words: Soil-cement. Blocks. Bricks.

1 Introdução

A conscientização da sociedade e a busca de soluções visando reduzir os danos provocados ao meio ambiente (aos ecossistemas naturais) são necessárias para a preservação do meio ambiente, sendo a Educação Ambiental o meio para resolver os problemas ambientais presentes e futuros.

A Educação Ambiental é um processo permanente, pelo qual os indivíduos e a comunidade tomam consciência de seu meio e adquirem conhecimentos, valores, habilidades, experiências e determinação que os tornam aptos a agir, individualmente e coletivamente (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2002).

Segundo Leão et al. (1999), definir Educação Ambiental é falar sobre Educação, dando-lhe uma nova dimensão: a dimensão ambiental, contextualizada e adaptada à realidade interdisciplinar, vinculada aos temas ambientais locais e globais. Este novo enfoque busca a consciência crítica que permite o entendimento e a intervenção de

* Mestre em Arquitetura. Professora do Centro Federal de Educação Tecnológica de Campos (CEFET Campos).

** Engenheira Agrônoma. Estudante de Pós-graduação em Educação Ambiental do Centro Federal de Educação Tecnológica de Campos (CEFET Campos).

*** Mestre em Engenharia Civil. Doutorando do IME, Rio de Janeiro/RJ.

todos os setores da sociedade, encorajando o surgimento de um novo modelo de sociedade, onde a preservação dos recursos naturais seja compatível com o bem-estar sócio-econômico da população.

Capra (1996) afirma que a nova forma de ver o mundo deve ser holística, ou seja, devemos pensar globalmente, agindo localmente, para o benefício global de todos. É necessária uma visão do mundo como um todo integrado e não como um aglomerado de partes dissociadas, denominada visão ecológica. Deve-se reconhecer a interdependência entre todos os fenômenos, em que indivíduos e coletivos estão inseridos no processo cíclico da natureza e são dependentes desta. Sendo assim, considera-se o homem como parte, como integrado à natureza e não à parte dela, sendo este um passo importante para a consciência e proteção do nosso ambiente.

Segundo Dias (2000), a satisfação das necessidades humanas, associada a um consumo excessivo de recursos e a um rápido crescimento demográfico, tem exercido uma pressão crescente sobre o meio ambiente, quer seja diretamente, pelo excesso de exploração das riquezas naturais, ou indiretamente, ao produzir quantidades excessivas de detritos em relação à capacidade de absorção e limpeza do meio ambiente.

A construção civil, visando à proteção ambiental, é um dos mercados que procura, cada vez mais, testar e utilizar materiais ecológicos na fabricação de produtos.

Os educadores ambientais devem explicar e incentivar o uso desses materiais mais ecológicos como o solo-cimento, pois este é uma alternativa para diminuir o custo da habitação popular e, assim, poder melhorar a qualidade dos lares da população de baixa renda, melhorando, também, a estrutura de saneamento básico das residências e dos locais onde elas se encontram, pois todo projeto de habitação popular não só visa à habitação, mas todo o meio. Além disso, o solo-cimento é uma alternativa ecológica para o aproveitamento de resíduos.

É quase senso comum o entendimento de que o problema habitacional se apresenta entre os mais graves problemas sociais, em especial nos grandes centros urbanos. A habitação constitui uma das mais importantes necessidades básicas do homem, apelo tanto maior quanto mais desfavorecida for a população; trata-se, sem dúvida alguma, de um problema de difícil solução, uma vez que os custos da terra e da construção quase sempre são inacessíveis aos trabalhadores de baixa renda, quer nas áreas rurais, quer nas urbanas.

O processo de urbanização no Brasil, ocorrido após a revolução industrial, aumentou muito o número de pessoas nas cidades e, com isso, o déficit habitacional, o número de favelas, ocupações de terra e loteamentos irregulares também apresentam alterações. As moradias que estão em locais impróprios não têm saneamento básico e, desta forma, não apresentam serviço de esgoto e lixo, sendo grandes poluidores. Além disso, essas moradias causam uma grande poluição visual nas cidades.

Para contornar essa situação, a construção de edificações de baixo custo representa, atualmente, uma das maiores prioridades no ramo da construção. O solo-cimento pode

reduzir, em cerca de 40%, o custo de uma casa, além de ser um material construtivo ecológico, pois dispensa queima e pode ser uma alternativa para os resíduos minerários, industriais e agrícolas.

Estudos de tecnologias não convencionais para construção têm mostrado que se deve dar uma harmoniosa convivência homem/natureza, pontuando, como objetivo de sua preocupação, a política de proteção e preservação do meio ambiente (CORDEIRO, 2004).

O objetivo desse trabalho é apresentar um breve histórico sobre o desenvolvimento das cidades; como se formaram as favelas; a produção, histórico e utilização do solo-cimento; as vantagens econômicas, sociais e ambientais do seu uso e o papel do educador ambiental na divulgação dessas tecnologias alternativas visando a proteção ambiental.

2 O déficit habitacional e o meio ambiente

Pode-se identificar a existência de cidades desde os primeiros tempos. Roma e Atenas são dois exemplos sempre lembrados por serem símbolos de civilizações que influenciaram, hegemonicamente, outras civilizações de sua época. É, contudo, a partir do fenômeno da industrialização que as cidades começam o processo de inchamento e crescimento verificáveis ainda hoje (COSTA, 2005).

A urbanização consiste no aumento relativo da população das cidades, acompanhada, portanto, pela redução da porcentagem dos contingentes populacionais do campo (ZUQUIM; BENEDICTIS, 2005).

O processo de urbanização das cidades brasileiras ocorre de forma diferente daquele ocorrido nos países do primeiro mundo. Os países desenvolvidos, que passaram pela Revolução Industrial, tiveram a urbanização ocorrendo entre cem e duzentos anos. No Brasil, o processo durou cerca de cinquenta anos, acontecendo com sua industrialização, e não como consequência dela, como no caso dos países desenvolvidos (LIMA, 1998).

No Brasil, as cidades com mais de meio milhão de habitantes eram somente duas em 1940, 14, em 1980, e somam ao todo 31 cidades, em 2000. As cidades com mais de um milhão de habitantes, que eram apenas duas em 1960 (São Paulo e Rio de Janeiro), passam a cinco em 1970, 10 em 1980, chegando a 13 em 2000. Esses números assumem maior significação se comparados aos dados do Brasil em 1872, quando a soma da população das dez maiores cidades não chegava a um milhão de habitantes, reunindo apenas cerca de 815 mil habitantes (SANTOS; CÂMARA, 2002).

O grau de urbanização varia de macrorregião para macrorregião. Enquanto o Sudeste já apresenta 90,52% dos habitantes em áreas urbanas, no Norte são 68,87%, no Nordeste 69,07%, no Sul 80,94% e no Centro-Oeste 86,73%. Este valor é devido à rápida expansão da fronteira agropecuária e da mecanização intensiva no campo, que gerou forte êxodo rural (RASSI NETO; BÓGUS, 2003).

Com o inchamento das cidades, estas crescem de uma forma desordenada, proliferam-se os cortiços ou as favelas (COSTA, 2005). Cardoso et al. (2002), calculou um déficit habitacional de 5,6 milhões de casas no Brasil, das quais 4 milhões estão em áreas urbanas. Este déficit vem aumentando linearmente, desde 1981, e 55% do déficit atingem famílias com uma renda de até dois salários mínimos.

Embora não seja um problema apenas do Brasil, o Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente lembra que, pela primeira vez na história da humanidade, mais de metade dos habitantes do planeta vive hoje em áreas urbanas, que têm sua população acrescida à razão de 160 mil pessoas por dia (como em Rio Claro, São Carlos, Barra Mansa, Guarapuava ou Sobral). Viver nas áreas urbanas do país torna-se a cada dia mais difícil e mais complexo (RASSI NETO; BÓGUS, 2003).

Embora, se tenha verificado uma relativa melhoria nos indicadores de acesso à moradia no Brasil, o percentual de moradias inadequadas, localizadas em assentamentos subnormais (favelas e assemelhados), áreas de risco ou de proteção ambiental, ainda é grande. Em 1998, havia 1,3 milhões de domicílios particulares permanentes, localizados em áreas de assentamentos subnormais. Destes, 79,8% localizam-se nas dez principais regiões metropolitanas do país (SANTOS; CÂMARA, 2002). Só em São Paulo, são 1,5 milhões de pessoas morando em 3.431 km² de áreas de mananciais, de preservação permanente ou de risco (RASSI NETO; BÓGUS, 2003).

Segundo dados do IBGE (2001), os municípios mais populosos sofrem com a crescente favelização. As favelas estão presentes em todos os municípios com mais de 500 mil habitantes e em 20% daqueles com população de até 20 mil pessoas. No total, 28% dos municípios brasileiros têm favelas, 46% têm loteamentos irregulares e 10% registram a presença de cortiços (CORDEIRO, 2004).

Mais recentemente, o avanço do desemprego e a queda dos salários reais acentuaram a expansão rumo às periferias, com a tendência de autoconstrução de moradias, para escapar ao aluguel (este passou a representar 26% da renda domiciliar média em 1998, contra 11% em 1993). Ao longo da última década do século 20, nada menos de 1,3 milhões de moradias foram construídas em áreas ilegais, 78,9% das quais nas áreas metropolitanas. A autoconstrução ainda responde por mais de 50% do consumo brasileiro de materiais de construção (RASSI NETO; BÓGUS, 2003).

Em Campos dos Goytacazes, data dos anos 40 do século passado, o surgimento das primeiras favelas: a Tamarindo, a Aldeia, o Parque Bela Vista e a Rio Ururuaí. Mas é nos anos 60 que se verifica o seu maior crescimento, quando surgem 15 novas áreas de ocupação, em decorrência da aceleração do processo de migração campo-cidade, provocado pela decadência da agroindústria açucareira. Outro fator que contribuiu para o aumento e a proliferação das favelas em Campos dos Goytacazes, nesse período, foi a enchente do Rio Paraíba nos anos 60, quando muitas famílias ficaram no desabrigo passando a ter como alternativa de moradia a favela (PÓVOA, 2002).

Atualmente, Campos dos Goytacazes possui um total de 32 zonas carentes, onde se constatam construções precárias, isto é, casas com mínimas condições de infraestrutura feitas de papelão, madeira e restos de construções. Nesses locais não há serviços públicos como: abastecimento de água, esgoto, coleta de lixo, etc.

Cerca de 20% da população brasileira não são atendidos por abastecimento de água, 57% não têm seus esgotos ligados à rede pública e 80% não dispõem de tratamento de esgotos. As pessoas que não contam com esgotamento sanitário adequado são, em geral, aquelas que moram em habitações precárias, em favelas, ocupações de terra e loteamentos irregulares (SNSA, 2006).

O esgoto doméstico é a origem dos três mais sérios problemas de poluição da água no Brasil: coliformes fecais, poluição orgânica (DBO) e fósforo. Apesar da produção de coliformes e de DBO serem, grosso modo, constante por pessoa, a produção domiciliar de fósforo difere significativamente das áreas rurais para as áreas urbanas, devido ao uso muito intensivo de detergentes fosforados nas áreas urbanas (SANTOS; CÂMARA, 2002).

Os coliformes fecais e outros patogênicos nos esgotos são a maior fonte de mortalidade e morbidade, particularmente, de crianças. Para reduzir a ameaça primária à saúde humana, a ação mais importante é, portanto, a coleta e transporte do esgoto para longe das áreas residenciais, seja por redes de esgotos ou por remoção periódica nas manutenções de fossas sépticas (IBGE, 2001).

A falta de serviço de coleta de lixo é uma outra ameaça para a saúde humana. 16 milhões de brasileiros não são atendidos por esse serviço. E, nos municípios onde o sistema convencional de coleta poderia atingir toda a produção diária de resíduos sólidos, esse serviço não atende, adequadamente, aos moradores das favelas, das ocupações de terra e loteamentos irregulares, por conta da precariedade da infra-estrutura viária naquelas localidades (SNSA, 2006).

Devido à falta do serviço de coleta, esse lixo pode ser acumulado às margens de cursos d'água ou de canais de drenagem e em encostas, acabando por provocar o seu assoreamento e o deslizamento dos taludes, respectivamente. Se esse lixo for queimado, causará a poluição atmosférica causada pela queima a céu aberto e a contaminação de lençóis d'água por substâncias químicas presentes na massa de resíduos. O lixo mal acondicionado ou depositado a céu aberto constitui-se em foco de proliferação de vetores transmissores de doenças (ratos, baratas, moscas, etc.) (MANSUR; MONTEIRO, 2005).

Segundo Rassi Neto e Bógus (2003), as favelas, também, causam poluição visual, com o desaparecimento da paisagem natural, dos horizontes, com as construções descontroladas; a perda de qualidade da arquitetura popular, inclusive por causa da autoconstrução (que, em função do orçamento mínimo, reduz-se ao tijolo aparente, à telha de amianto e ao vitró); a deficiência dos serviços de limpeza urbana; a ausência de serviços e infra-estruturas públicas, etc. Esse tipo de poluição só pode ser resolvido

por meio de um conjunto de políticas públicas que inclui: limitação legal da área de expansão urbana, implantação de infra-estruturas (energia, saneamento básico, etc.) e programas de habitação popular, com financiamentos adequados.

3 A educação ambiental e a comunidade

A habitação constitui uma das mais importantes necessidades básicas do homem. Trata-se, sem dúvida alguma, de um problema de difícil solução, uma vez que, os custos da terra e da construção, quase sempre são inacessíveis aos trabalhadores de baixa renda nas áreas rurais e urbanas (LIMA, 2006).

O uso do solo-cimento é visto como benéfico às famílias de baixa renda, que sonham com a casa própria melhorando a qualidade da moradia com efetiva redução dos custos. Apesar de o solo-cimento trazer muitos benefícios, grande parte da população desconhece essa tecnologia, por isso, é necessário maior divulgação da utilização do solo-cimento.

Casanova (2004) relata sobre o projeto Grupo de Estudos Orientados para a Tecnologia de Materiais e Habitação (GEOTEMAH) desenvolvido pela COPPE/UFRJ. Nesse projeto são treinados e capacitados profissionais da construção civil (engenheiros, arquitetos, mestres-de-obras e pedreiros) por meio dos chamados cursos-oficina com duração variável, para atuarem como orientadores e multiplicadores. Em regra, a capacitação abrange não somente a fabricação dos tijolos e blocos de solo-cimento e a etapa construtiva, mas também, em casos especiais, a implantação e a gestão do mutirão. Esse apoio estende-se durante todo o período de execução e contempla o acompanhamento de todo o processo desde a produção até a construção, incluindo a possível formação de uma cooperativa (Fotos 1, 2, 3 e 4).



Foto 1: Escola-fábrica



Foto 2: Rio de Janeiro: jovens capacitados (GEOTEMAH) fabricando tijolos e construindo



Foto 3: Grupo de jovens produzindo tijolos



Foto 4: Jovens de Duque de Caxias/RJ, recebendo treinamento no local da obra

Projetos como o GEOTEMAH, formam educadores ambientais que ensinam a população a construir sua casa própria e a resgatar sua cidadania.

A educação ambiental, como componente de uma cidadania abrangente, está ligada a uma nova forma de relação ser humano/natureza, e a sua dimensão cotidiana leva a pensá-la como somatório de práticas e, conseqüentemente, entendê-la na dimensão de sua potencialidade de generalização para o conjunto da sociedade (JACOBI, 2003).

A educação ambiental não se limita a garantir a preservação de espécies e de recursos naturais, e destaca como prioridade as mudanças nas relações econômicas e culturais entre a sociedade e a natureza. Por isso, deve ser entendida como Educação Política, no sentido de que reivindica e prepara os cidadãos para lutar, não só por um ambiente ecologicamente equilibrado, mas, sobretudo, por uma sociedade mais justa (SILVA, 2006).

Nestes tempos em que a informação assume um papel cada vez mais relevante, o ciberespaço, a multimídia, a internet, a educação para a cidadania representam a possibilidade de motivar e sensibilizar as pessoas para transformar as diversas formas de participação na defesa da qualidade de vida. Nesse sentido, cabe destacar que a educação ambiental assume, cada vez mais, uma função transformadora, na qual a co-responsabilização dos indivíduos torna-se um objetivo essencial para promover um novo tipo de desenvolvimento – o desenvolvimento sustentável. Entende-se, portanto, que a educação ambiental é condição necessária para modificar um quadro de crescente degradação sócio-ambiental. O educador tem a função de mediador na construção de referenciais ambientais e deve saber usá-los como instrumentos para o desenvolvimento de uma prática social centrada no conceito da natureza (JACOBI, 2003).

4 Alguns métodos alternativos e o uso do solo-cimento na construção civil

Na busca da diminuição do custo da habitação popular, tornando-a mais acessível à população de baixa renda, visando a diminuição da agressão ao meio ambiente, são estudadas novas alternativas de métodos e materiais, as quais buscam a redução de custo, menor impacto ambiental, desenvolvimento sustentável, reaproveitamento de material, canteiros de obras mais limpos e eficientes (LIMA, 2006).

A taipa de pilão, o pau-a-pique, o adobe e o solo-cimento são exemplos de técnicas alternativas e ecológicas que utilizam terra crua para a confecção de tijolos, blocos e paredes monolíticas.

A taipa de pilão, também chamada de Pise, Terra Apiloada ou Paredes Monolíticas é um método de construção de paredes comprimindo o solo, dentro de formas móveis em camadas sucessivas, empregando, neste caso, solo arenoso na umidade ótima de compactação (GRANDE, 2003).

A taipa de pilão foi muito difundida no Brasil até o final do século XIX, especialmente em São Paulo, mas também em Goiás e Mato Grosso (por influência dos bandeirantes). No Planalto Paulista, esta técnica construtiva tornou-se uma opção lógica, dentro de um quadro ecológico que determinava uma grande oferta de terra como material para a construção, e uma grande dificuldade de transportar material de outras localidades. Não havia pedras nem calcários que pudessem sugerir outro tipo de alvenaria, e as madeiras de lei encontravam-se relativamente afastadas, sendo o transporte de toras e vigas dificultado pela inexistência de estradas em boas condições. A taipa de pilão começou a ser substituída pela alvenaria de tijolo de barro cozido (cerâmica), lentamente, a partir de 1870 (FERRÃO, 2005).

O pau-a-pique também chamado de taipa de mão consiste em preencher, com barro úmido, uma trama de madeira que estrutura o painel de parede. Foi introduzido no Brasil pelos portugueses e atualmente já existem propostas da utilização do sistema com o emprego de painéis pré-fabricados (GRANDE, 2003).

O bambu foi largamente usado nas construções antigas de pau-a-pique, em que se utilizava uma malha interna de bambu ou de madeira. Ainda hoje, o bambu é usado para este tipo de construção em algumas regiões do país (LOPES, 2002).

Em meados do século XIX, a técnica de pau-a-pique foi utilizada em todo o território brasileiro, servindo para edificar as habitações mais humildes, as casas de farinha, as igrejas rurais, e os pequenos moinhos hidráulicos de milho (FERRÃO, 2005).

O adobe, segundo Fassoni (2000a), é uma dentre as várias técnicas de aplicação da terra crua na construção. O seu fundamento básico é a estabilização de um solo argilo-arenoso por simples secagem ao ar, moldando-se tijolos ou blocos. Na tradição da fabricação dos tijolos e blocos de adobe, também se incorporam fibras vegetais à mistura fresca. Elas são obtidas da secagem do capim sapé, palha de milho, resíduos de colheita agrícola ou até esterco bovino.

A técnica do adobe era utilizada na antigüidade, quando a pedra e a madeira eram escassas ou inacessíveis para a maioria da população. Esta técnica foi utilizada para dar suporte às construções das civilizações antigas, sendo este material o mais difundido e sem restrições de classes sociais e até hoje é muito utilizado em meios rurais (LIMA; GONÇALVES, 2002).

Segundo Fassoni (2000b), quanto ao formato dos tijolos e blocos de adobe, não estão restritos a um único formato retangular. Podem ser encontradas na literatura especializada grandes variações de formas e dimensões. A evolução do formato do tijolo de adobe ocorreu no decorrer da história de algumas culturas. Os formatos dos tijolos de adobe podem ser: cônico, piriforme, semi-esférico, dentiforme, plano-convexo e prismático (LIMA, 2006).

O solo-cimento é outro método construtivo utilizado, segundo Grande (2003) e Lima (2006). O solo-cimento é o produto da estabilização da mistura compactada de solo com cimento e água, em proporções pré-estabelecidas.

Myrrha (2003), afirma que o solo-cimento é tido como uma evolução dos materiais de construção, comparado com a taipa de pilão, o pau-a-pique e o adobe. Estes são à base do aglomerante natural (argila), podendo ter alguma adição como fibras e óleos. A argila foi substituída por um aglomerante artificial de qualidades uniformes e conhecidas que é o cimento.

4.1 O histórico do solo-cimento

Segundo Pitta (1995), as primeiras notícias de tentativas contemporâneas de obter, pela mistura de solos com cimento, um material de construção econômico, durável e de propriedades tecnológicas bem definidas vem de Sarasota, Flórida (EUA), onde um construtor, em 1915, experimentou pavimentar uma rua da cidade empregando um composto de conchas marinhas, areia de praia e cimento, mas, pela falta de tecnologia na época, essas e outras experiências se tornaram inválidas.

Em 1935, o Bureau of Public Roads (BPR), juntamente com a Portland Cement Association (PCA) e o Departamento de Estradas de Rodagem do Sul da Califórnia, construíram uma pista experimental com 2,5 km próximo a Johnsonville, Carolina do Sul, onde foi possível confirmar a validade dos ensaios desenvolvidos em laboratório da PCA. Após estes ensaios, vários Estados começaram a adotar o solo-cimento como um material de construção de pavimentos rodoviários, aumentando as pesquisas na área e cada vez mais desenvolvendo sua técnica de uso e controle de qualidade (LIMA, 2006).

Pitta (1995), afirma que a pioneira aplicação de solo-cimento no Brasil ocorreu em 1940, por iniciativa da Associação Brasileira de Cimento Portland (ABCP), autorizada pela Diretoria da Aeronáutica Civil na construção da pista de circulação do aeroporto

Santos Dumont no Rio de Janeiro. Logo a seguir, em março de 1941, construía-se um trecho da estrada de Osasco e, logo após, a estrada federal Caxambu-MG/Areias-SP e um trecho da estrada-tronco principal em Alcântara-RJ.

Silva (1994) comenta que o emprego de solo-cimento na construção de habitações no Brasil teve início em 1948, com a construção das casas do Vale Florido, na Fazenda Inglesa, em Petrópolis (RJ). As qualidades dos produtos e técnicas construtivas são atestadas, principalmente, pelo bom estado de conservação em que estas casas se encontram.

Segundo Grande (2003), a partir da década de 70, quando começaram a serem discutidas as questões relativas ao impacto ambiental causado pela indústria da construção civil, diversos órgãos de pesquisa, arquitetos e engenheiros passaram a defender a causa do uso do solo-cimento como material de construção de habitações. Dentre os órgãos internacionais de pesquisa, destaca-se o CRATerre, com sede em Genoble, na França. No Brasil, algumas entidades ligadas ao estudo dessa tecnologia são:

- Associação Brasileira dos Construtores em Terra (ABCTerra);
- Centro de Pesquisa e Desenvolvimento da Bahia (CEPED);
- Associação Brasileira de Materiais e Tecnologias não Convencionais (ABMTENC);
- Associação Brasileira de Cimento Portland (ABCP).

4.2 Os resíduos na confecção de blocos e tijolos de solo-cimento

Os resíduos podem se constituir em maldição que acabará por, mais cedo ou tarde, sufocar o homem moderno em sua própria atividade fabril ou, ao contrário, podem constituir fonte de renda e de solução de problemas, com a simultânea defesa do meio ambiente, se convenientemente manejados e aproveitados (CASANOVA, 2004).

A “única e verdadeira” solução para os resíduos industriais é não os produzir, mas esta não é obviamente uma solução admissível. Assim, para tratar o problema e não ignorá-lo, existe o Plano Nacional de Prevenção de Resíduos Industriais (PNAPRI), no qual se enquadra a gestão ambiental constituída por diversos componentes com vistas ao desenvolvimento sustentável (aquele que permite satisfazer as necessidades do presente sem pôr em causa a possibilidade das gerações futuras satisfazerem suas próprias necessidades). Em primeiro lugar, temos de ter em conta a definição prevista na Portaria nº15/96: o reprocessamento de resíduos em processos de produção, para o fim original ou outros fins. A eliminação deve ser a última solução da gestão ambiental industrial (BRAZ; MIGUEL, 2002).

Grande parte dos resíduos poluentes, produzidos pela sociedade, pode ser reciclada, de modo a gerar novos materiais e atender à crescente demanda por tecnologias alternativas de construção, mais eficientes e econômicas (CORDEIRO, 2004).

Segundo Casanova (2004), muitos resíduos minerários, industriais e agrícolas podem ser utilizados para o aproveitamento na construção civil. Na fabricação de blocos e tijolos de solo-cimento podem ser utilizados: escória de alto-forno de aciaria (envelhecida); gesso químico; calcário semi-calcinado; refugo de moagem de tijolos refratários.

Ferreira (2003) afirma que também podem ser adicionados ao solo-cimento: cinzas e fibra de bagaço de cana-de-açúcar e vinhaça. Valenciano (1999) cita outros resíduos tais como: casca de arroz, pó de serra e partículas de coco.

Os resíduos de borracha da indústria de calçados e o pó de granito resultante da exploração das rochas, também podem ser utilizados pela construção civil. Quando não são jogados fora, os resíduos de borracha são queimados em fornos para a geração de energia, o que libera uma fumaça de enxofre capaz de provocar chuvas ácidas. O pó da serragem do granito é devastador para a natureza, pois sua dispersão provoca assoreamento nas margens de rios e esteriliza o solo (LOBATO, 2004).

Um estudo realizado pela pesquisadora Raquel Valério de Souza Florêncio, do Instituto de Geociências da USP, mostra que os resíduos das indústrias alimentícias de óleos, manteigas e margarinas podem ser utilizados para a fabricação de tijolos e blocos de solo-cimento. A proposta daria um fim ecológico às substâncias hoje descartadas em aterros sanitários. O óleo presente nos resíduos das indústrias alimentícias em aterros sanitários forma uma camada impermeável no solo, dificultando o ciclo natural das águas, causam poluição visual e são de fácil combustão (TIJOLO, 2000).

4.3 Vantagens do uso do solo-cimento

De acordo com a ABCP (1987), a utilização do solo-cimento na construção de habitações populares permite uma grande economia, com redução de custos que pode atingir até 40% do custo total da obra. Contribui para esse barateamento, o baixo custo do solo que, nesse caso, é o material empregado em maior quantidade. Contribuem também o fato de se ter minimizado as despesas com transporte e os gastos com energia. Existe ainda a possibilidade de aproveitamento de mão-de-obra não qualificada, o que reduz ainda mais os custos envolvidos.

As tecnologias alternativas, na área da construção civil, são passíveis de aplicação em programas habitacionais, principalmente naqueles destinados à produção de unidades para a população de menor renda, que resultam em ganhos qualitativos, tanto no que concerne à habitação, quanto ao espaço urbano, e numa melhor relação custo/benefício, comparados aos métodos tradicionais (CORDEIRO, 2004).

Comparando-se os elementos construtivos cerâmica, concreto e solo-cimento, observa-se que as construções com os dois primeiros tipos certamente são mais caras

por dependerem de combustíveis fósseis e consumirem materiais nobres e cada vez mais escassos, por utilizarem argamassa de assentamento e de revestimento, além da necessidade dos cortes nas paredes necessários para a colocação das instalações elétrica e hidráulica (Fotos 5 e 6) (CASANOVA, 2004).

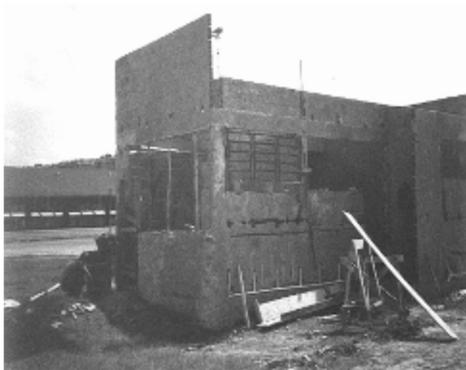


Foto 05: Casa de tijolo cerâmico
Fonte: Casanova (2004).

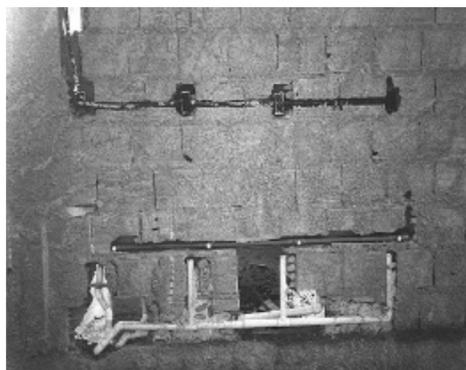


Foto 06: Detalhe da parede cortada

Segundo CEPED (1984), Grande (2003) e Lima (2006), o uso de blocos e tijolos de solo-cimento apresenta as seguintes vantagens:

- controle de perdas (a alvenaria modular minimiza o desperdício);
- disponibilidade de abastecimento;
- baixo custo em comparação às alvenarias convencionais;
- durabilidade e segurança estrutural;
- funcionalidade de seus equipamentos, permitindo uma operação direta no canteiro de obras, independentemente de sua localidade;
- eficiência construtiva devido ao sistema modular, pelo qual os blocos são somente encaixados ou assentados com pouca quantidade de argamassa. Além disso, os blocos são produzidos com furos internos que permitem a passagem de tubulações e instalações hidráulicas sem a necessidade de cortes ou quebras;
- baixa agressividade ao meio ambiente, pois dispensa queima;
- uso de resíduos para a confecção de blocos e tijolos, sendo uma alternativa ecológica para os resíduos;
- economia de transporte quando produzido no próprio local da obra;
- reaproveitamento de toda a perda por quebra, (o tijolo ou bloco quebrado pode ser triturado e utilizado como solo);
- facilidade de manuseio devido aos encaixes que agilizam a execução da alvenaria (Fotos 07, 08, 09 e 10).

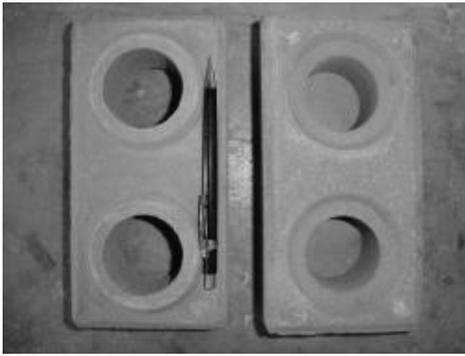


Foto 7: Detalhe de encaixe macho-fêmea dos blocos



Foto 8: Detalhe da montagem do encontro de paredes



Foto 9: Detalhe do pilar feito com os furos dos blocos

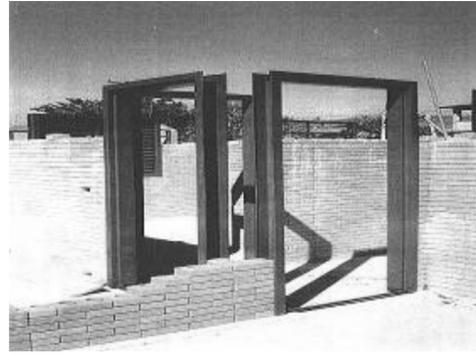


Foto 10: Detalhe do encaixe do batente das portas

Fonte: LIMA (2006).

4.4 Outras aplicações para o solo-cimento

Além da confecção de blocos e tijolos, Lima (2006), cita outros exemplos de utilização do solo-cimento tais como:

- base ou sub-base de pavimentos em estradas, vias urbanas;
- pátios industriais, estacionamentos, acostamentos e aeroportos;
- base de revestimento para tráfego leve ou muito leve, de pedestres ou bicicletas;
- revestimento de barragens de terra, canais, diques e reservatórios;
- pavimentação de estábulos;
- estabilização de taludes e encostas;
- revestimento e impermeabilizações de túneis;
- reconstituição da fundação e alçamento de placa de concreto;

- melhoria de suporte de fundações fracas de pavimentos;
- construção de silos aéreos e subterrâneos,
- terreiros para café.

4.5 O atual uso de solo-cimento nas habitações

Apesar dos pontos positivos ao uso do solo-cimento destacados, no Brasil, o interesse pelo solo-cimento na construção de habitações (como componente de alvenaria) foi desaparecendo na proporção que outros materiais, na maioria dos casos materiais industrializados, surgiam no mercado. Assim sendo, sua utilização é mais expressiva em obras de pavimentação (cerca de 90% das bases de nossas rodovias são de solo-cimento), barragens e contenções (GRANDE, 2003).

Competir com a indústria cerâmica, que tem um mercado consolidado, dificulta a entrada dos blocos de solo-cimento no mercado. Atualmente, a economia de Campos dos Goytacazes tem como destaque a atividade cerâmica. Segundo Ramos et al. (2003), Campos dos Goytacazes é o segundo maior produtor de tijolos cerâmicos do Brasil.

Muitas pessoas desconhecem a técnica dos blocos e tijolos de solo-cimento ou conhecem, mas estão tão habituadas à cerâmica que não querem inovar.

Hoje, existem muitas instituições de pesquisa que estudam e divulgam o solo-cimento, mostrando que ele pode ser uma alternativa para diminuir o custo da habitação popular, além de ser um material construtivo ecológico.

Estas são algumas fotos de casas construídas com tijolos e blocos de solo-cimento.



Foto 11: Moradia construída para o Programa Habitacional da PM do Estado do RJ



Foto 12: Casa popular de 55 m²



Foto 13: Conjunto habitacional – Volta Redonda
Fonte: CASANOVA (2004).

Atualmente, no Estado do Rio de Janeiro, existem duas fábricas de tijolos de solo-cimento, a primeira foi construída na cidade de Volta Redonda/RJ, e, recentemente, a segunda foi inaugurada em Macaé/RJ.

O município de Macaé inaugurou no dia 16 de janeiro de 2004, a fábrica de tijolos de solo-cimento para construção de casas populares. Os tijolos serão destinados, prioritariamente, para a produção de unidades habitacionais de interesse social, atendendo às demandas da Política Municipal de Habitação de Interesse Social. A fábrica, denominada Unidade Habitar, foi projetada para produzir até 4.500 tijolos/dia, estimando-se a capacidade mensal de 80 mil unidades. A finalidade da fábrica é acompanhar a demanda dos projetos da política habitacional do município, que vai contemplar famílias com renda de até cinco salários mínimos, atender às famílias que hoje ocupam áreas de risco ou de preservação ambiental, que deverão ser realocadas. Além de produzir casas para atender à Prefeitura, a Unidade de Produção tem o propósito de geração de renda com inserção de trabalhadores na área de construção civil (FÁBRICA, 2006)

5 Considerações finais

Segundo UNIBANCO (2003) o desenvolvimento tecnológico e industrial teve como conseqüências o desmatamento intensivo para criar áreas agrícolas e produzir carvão vegetal. No século XIX e início do século XX desapareceram 70% das florestas da Europa e da Ásia. Imensos desertos são formados com o desmatamento, com o assoreamento de rios alterando a paisagem, a geografia e interferindo no desenvolvimento econômico. Com o desenvolvimento e crescimento acelerado da população, as cidades passaram a acumular maior quantidade de lixos contaminados por agrotóxicos, restos de produtos industriais, lixo hospitalar, além do residencial. Outros problemas são oriundos da situação de extrema miséria e ignorância que afetam as questões de saneamento, da

contaminação da água e a ação predatória na retirada e exploração dos recursos naturais e outras agressões ao meio ambiente que são conhecidos por todos.

Tozoni-Reis (2002) afirma que, desde a Revolução Industrial, a atividade interventora e transformadora do homem, sua relação com a natureza vem se tornando cada vez mais predatória. A arrancada industrial teve início na Inglaterra por volta de 1750, dando origem às fábricas; a partir da década de 1850, com a chegada do petróleo e da eletricidade, o mundo moderno começa a se configurar.

Desde a Revolução Industrial, a poluição do ar e da água vem aumentando consideravelmente. Essa crise ecológica, isto é, os problemas sociais, culturais e ambientais, constituem uma crise cultural gerada ao longo dos séculos com a modernidade (UNIBANCO, 2003).

Outra conseqüência da Revolução Industrial foi o aumento do número de pessoas nas cidades e com ele o déficit habitacional, o percentual de moradias inadequadas, localizadas em assentamentos subnormais (favelas e assemelhados), áreas de risco ou de proteção ambiental.

A casa própria é um sonho de todos, além de ser garantia de segurança, porque mesmo se eventualmente ficarem desempregados estarão seguros pelo fato de terem onde morar. Com a população de baixa renda não é diferente e tem apontado para o poder público que não é suficiente ter a casa. Ela exige, cada vez mais, acesso ao saneamento, à iluminação, ao transporte e aos espaços coletivos de convivência, educação, saúde e lazer (CORDEIRO, 2004).

O solo-cimento poderia ser utilizado em substituição à alvenaria tradicional (cerâmica e concreto), como uma alternativa para diminuição do custo das habitações populares, possibilitando o aumento de conjuntos habitacionais com serviços de saneamento básico, diminuindo o problema da falta de esgoto e coleta de lixo. Com a diminuição do custo dessas habitações, elas seriam mais acessíveis à população de baixa renda. As cidades teriam um visual mais harmônico com casas de bom aspecto e bem acabadas.

Outro fato importante que dificulta a entrada do solo-cimento no mercado são as cerâmicas que têm uma indústria consolidada. Segundo Soares et al. (2002), estas se distribuem por todo país, são micro e pequenas empresas, quase sempre de organização simples e familiar. O número de olarias e cerâmicas no Brasil é de aproximadamente 12 mil empresas, as quais geram 650 mil empregos diretos, 2 milhões de indiretos e faturamento anual de R\$ 6 bilhões.

Neste contexto, um dos papéis dos educadores ambientais seria divulgar o uso do solo-cimento e outros materiais que diminuam o custo da habitação popular e sejam mais ecológicos.

Segundo Pedrini (2000), desde os seus primórdios muitas sociedades humanas, que se tornavam hegemônicas em diferentes épocas históricas, buscaram acumular riquezas. Utilizaram todos os recursos a sua volta. Quando estes rareavam, a maioria

delas expandia-se geograficamente na busca por mais e melhores recursos. Desta forma, explorando os recursos ambientais com o fim de se manter o maior tempo possível no poder, o homem praticamente extinguiu alguns dos recursos que poderiam ser renováveis. Para reversão desta situação, o homem percebeu a necessidade de repensar seu modelo estratégico de crescimento econômico e desenvolvimento social. A Educação Ambiental surge num contexto derivado do uso inadequado dos bens coletivos planetários em diferentes escalas espaço-temporais.

Segundo Dias (2000), um dos objetivos da Educação Ambiental é permitir que o ser humano compreenda a natureza do meio ambiente, a fim de promover uma utilização mais reflexiva e prudente dos recursos naturais para satisfazer às necessidades da humanidade, e difundir informações sobre as modalidades de desenvolvimento que não repercutem negativamente no meio ambiente.

Os educadores ambientais deveriam divulgar mais os bons resultados das pesquisas, mostrando os benefícios do solo-cimento. Deveriam ser formados grupos para divulgação e treinamento de mão-de-obra para a confecção e assentamento dos blocos e tijolos. Falta muitas vezes confiança por parte dos governantes para construir um conjunto habitacional com esse material.

O desenvolvimento econômico e o bem-estar do ser humano dependem dos recursos da Terra. O desenvolvimento sustentável é simplesmente impossível se for permitido que a degradação ambiental continue. O desenvolvimento econômico e o cuidado com o meio ambiente são interdependentes e necessários (DIAS, 2000).

A Educação Ambiental é capaz de realizar a profunda mudança das relações entre o ser humano e a natureza que lhe serve de moradia, fonte de alimentos, combustível, entre outros benefícios.

Referências

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND (ABCP). *EC-4: Solo-cimento na habitação popular*. 2 ed. São Paulo, 1987.

BRAZ, D. A.; MIGUEL, M. P. M. *Aspectos ambientais relacionados com materiais electrotécnicos*. Faculdade de Engenharia Universidade do Porto (FEUP), 2002.

CAPRA, F. *A Teia da Vida: uma nova compreensão científica dos sistemas vivos*. São Paulo, 1996. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/cnma/arquivos/pdf/tratado_tbilisi.pdf>. Acessado em: 01 ago. 2005.

CARDOSO, L. R. A. et al. Productive Chain Modelling in Housing Construction in Brazil, Aiming at a Prospective Study. In: *xxx iahs, world congress on housing, housing construction – an interdisciplinary task*, sept. 9-13, 2002, Coimbra, Portugal. CD-ROM.

CASANOVA, F. J. O solo como Material de Construção. 5º ENCONTRO DE ENGENHARIAS DA UENF, 22 a 25 nov. 2004. CD-ROM.

CENTRO DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO DA BAHIA (CEPED). *Cartilha para construção de paredes monolíticas em solo-cimento*. 3. ed. Revisada e Ampliada. Rio de Janeiro: BNH: DEPEA, 1984.

CORDEIRO, M. E. V. M. *O sonho da casa própria na terra prometida: políticas habitacionais em Campos dos Goytacazes (1989-2004)*. Tese de Mestrado em Planejamento Regional e Gestão de Cidades, Universidade Candido Mendes, Campos dos Goytacazes, 2004.

COSTA, A. N. *O Uso do Mapeamento Geológico-Geotécnico e Técnicas de Geoprocessamento para o Planejamento da Expansão Urbana no Município de Campos dos Goytacazes/RJ*. Tese de Mestrado em Engenharia Civil, Universidade Estadual do Norte Fluminense, Campos dos Goytacazes, 2005.

DIAS, G. F. Subsídios para a prática da Educação Ambiental. In: _____. *Educação Ambiental: princípios e práticas*. 6. ed. São Paulo: Gaia, 2000, p. 209-242.

FÁBRICA própria de tijolos para novas casas populares. *Folha da Manhã*, Campos dos Goytacazes, 16 fev. 2006. Geral.

FASSONI, D. P. Fabricação Artesanal de Tijolos de Terra Crua – Adobe. Curso 64. In: *71ª semana do fazendeiro*, 16 a 20 out. 2000. UFV, Viçosa, MG: 2000a.

_____. *Desenvolvimento de um processo racionalizado de construção em adobe para habitações de baixo custo*. Relatório Final de Pesquisa FAPEMIG TEC 1020/96, 2000b, DEC/UFV.

FERRÃO, A. M. A. Colonos na Fazenda Ibicaba, empresários em Piracicaba: a evolução sócio-econômica de um grupo de imigrantes alemães (1850-1880). *Módulo VII: Economia do Trabalho*. Editora da Unicamp, Faculdade de Engenharia Civil, Departamento de Construção Civil. 2005.

FERREIRA, R. C. *Desempenho físico-mecânico e propriedades termofísicas de tijolos e mini-painéis de terra crua tratada com aditivos químicos*. Tese de Mestrado em Engenharia Civil, UNICAMP, Campinas, SP: 2003.

GRANDE, F. M. *Fabricação de tijolos modulares de solo-cimento por prensagem com e sem adição de sílica ativa*. Tese de Mestrado em Engenharia Civil, Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, São Carlos, SP: 2003.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA-IBGE (2001). *Censo Demográfico Dados digitais*. Disponível em: <http://www.ibge.com.br/>. Acesso em: 22 mar. 2005.

JACOBI, P. Educação ambiental, cidadania e sustentabilidade. *Caderno Pesquisa*, n. 118, São Paulo, mar. 2003.

LEÃO, A. L. C.; SILVA, L. M. A. Fazendo Educação Ambiental. 4. ed. *Revista Atual*, Recife, 1999.

LIMA, R. S. *Expansão urbana e acessibilidade: o caso das cidades médias brasileiras*. Tese de Mestrado em Transportes, Universidade de São Paulo, São Carlos, SP: 1998.

LIMA, T. V. *Estudo da produção de blocos de solo-cimento com solo do núcleo urbano da cidade de Campos dos Goytacazes – RJ*. Tese de Mestrado em Engenharia Civil, Universidade Estadual do Norte Fluminense, Campos dos Goytacazes, 2006.

_____; GONÇALVES, M. O. Alvenaria de Tijolos de Adobe: uma alternativa de Baixo custo para Habitação popular. *Prêmio SME de Ciência e Tecnologia 2002*, Sociedade Mineira de Engenheiros, Belo Horizonte, MG: 2002.

LOBATO, J. Barato e acessível. *Revista Ciência Hoje*, v. 35, n.º205, p. 47, Rio de Janeiro, 2004.

LOPES, W. G. R. *Solo-cimento reforçado com bambu*: características físico-mecânicas. Tese de Doutorado em Engenharia Agrícola, UNICAMP, Campinas, SP: 2002.

MANSUR; G. L.; MONTEIRO, J. H. R. P. *Cartilha de Limpeza Urbana*. Trabalho Realizado pelo Centro de Estudos e Pesquisas Urbanas do IBAM(CPU) em convênio com a Secretaria Nacional de Saneamento (SNS) do Ministério da Ação Social (MAS), 2005.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). *Educação Ambiental/Legislação*. Brasília, DF: 2002. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br>>. Acesso em: 19/06/05.

MYRRHA, M. A. L. Guia de Construções Rurais à base de cimento. Fascículo 2 : *Como usar materiais*. São Paulo: ABCP, 2003.

PEDRINI, A. G. Trajetórias da Educação Ambiental. In: _____. *Educação Ambiental: reflexões e práticas contemporâneas*. 3. ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 2000.

PITTA, M. R. Estabilização com solo-cimento. *Revista Techne*, São Paulo: Pini, n. 17, jul./ago. 1995.

PÓVOA, F. M. R. *A municipalização da política de habitação popular em Campos dos Goytacazes*. Tese de Mestrado em políticas Sociais, Universidade Estadual do Norte Fluminense, Campos dos Goytacazes, 2002.

RAMOS, I. S.; ALEXANDRE, J.; ALVES, M. G. *Dimensionamento da indústria cerâmica em Campos dos Goytacazes/RJ*. 2003. 10 p.

RASSI NETO, E.; BÓGUS, C. M. *Saúde nos aglomerados urbanos*: uma visão integrada. Organização Pan-Americana da Saúde. Série Técnica Projeto de Desenvolvimento de Sistemas e Serviços de Saúde, v. 3, Brasília, DF: 2003.

SANTOS, T. C. C.; CÂMARA, J. B. Drummond. *GEO Brasil 2002 Perspectivas do Meio Ambiente no Brasil*. Brasília, DF: Edições IBAMA, 2002.

SILVA, M. L. S. *A fundamental educação Ambiental para a sustentabilidade*. Disponível em: <<http://www.revistaea.arvore.com.br/artigo.php?idartigo=210&class=02>>. Acesso em: 10/05/2006.

SILVA, M. R. O solo-cimento. In: BAUER, L. A. Falcão. *Materiais de Construção, Livros Técnicos e Científicos*. 5. ed. Rio de Janeiro: Editora S.A., 1994.

SECRETARIA NACIONAL DE SANEAMENTO AMBIENTAL (SNSA). Disponível em: <www.anppas.org.br/encontro/segundo/papers/gt/gt03>. Acesso em: 24/01/2006.

SOARES, S. R. et al. Análise do Ciclo de Vida de Produtos (revestimento, blocos e telhas) do Setor Cerâmico da Indústria de Construção Civil. *Relatório Parcial I/IV*. Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico, Engenharia Sanitária-Ambiental. Disponível em: www.ciclovida.ufsc.br/relatorio1.pdf. Acesso em: 16 fev. 2006.

TIJOLO de margarina. *Jornal do Brasil*, 2000. Disponível em: <http://inventabrasilnet.t5.com.br/tijolo.htm>. Acesso em: 19 nov. 2005.

TOZONI-REIS, M. F. C. Formação dos educadores ambientais e paradigmas em transição. *Ciência e Educação*, v. 8, n. 1, p. 83 – 96, 2002.

UNIBANCO. *Meio Ambiente: conhecer para preservar*. v. 3. Encarte Unibanco. 2003. Disponível em: <http://www.novaescola.com.br>. Acesso em: 28 julho 2005.

VALENCIANO, M. D. C. M. *Incorporação de resíduos agroindustriais e seus efeitos sobre as características físico-mecânicas de tijolos de solo melhorado com cimento*. Campos dos Goytacazes, 1999. Tese de Mestrado em Engenharia Agrícola. Faculdade de Engenharia Agrícola da Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP: 1999.

ZUQUIM, F.; BENEDICTIS, G. (2005) *Geografia, Fascículo 05*, Colégio Bandeirantes, 8 p. Disponível em: www2.uol.com.br/aprendiz/n_simulado/revisao05/er030005.pdf. Acesso em: 24 jan. 2006.