

# **Sustentabilidade: a especificação consciente dos materiais em arquitetura**

*Sustainability: the aware specification of the materials in architecture*

Rosangela M. de Souza Carneiro<sup>i</sup>

Silvia Quevedo<sup>ii</sup>

Angela R. Benedetto Flores<sup>iii</sup>

Vânia Ribas Ulbricht, Dra.<sup>iv</sup>

Tarcisio Vanzin, Dr.<sup>v</sup>

## **Palavras chaves e resumo**

Arquitetura, especificação consciente, sustentabilidade.

Este artigo discute a utilização de materiais e os respectivos impactos causados ao meio ambiente que podem ser minimizados através de sua especificação nos projetos arquitetônicos. Ações como a escolha de materiais locais e de fontes renováveis que busquem o equilíbrio entre o que é socialmente desejável, economicamente viável e ecologicamente sustentável muito têm a contribuir para a sustentabilidade no planeta.

## **Keywords and abstract**

Architecture, conscious specification, sustainability.

This article discusses the use of materials and their impacts to the environment that can be minimized by specifying them on architectural projects. Actions such as the choice of local materials and renewable sources that strive for balance between what is socially desirable, economically viable and environmentally sustainable have much to contribute to sustainability on the planet.

## **1. Introdução**

A sociedade exige cada vez mais que profissionais do setor da construção civil atuem de forma efetiva na redução do impacto causado ao meio ambiente devido à captação de recursos naturais, um problema da contemporaneidade, da passagem da sociedade industrial para a sociedade do conhecimento, que se alicerça no desenvolvimento sustentável e tecnológico.

Conforme publicado no Relatório Brundtland<sup>i</sup>, desenvolvimento sustentável é “aquele que satisfaz às necessidades presentes, sem comprometer a capacidade das gerações futuras suprirem as suas”. Assim, complementam este contexto ações que minimizem as taxas de emissão de efluentes, evitando ao máximo a degradação do meio ambiente para preservar os recursos naturais.

Cabe relatar que o termo não se restringe à preservação ecológica, mas se amplia a um conjunto de proposições fundamentado no tripé desenvolvimento econômico, social, e de respeito ao meio ambiente, como se observa a partir da Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento realizada no Rio de Janeiro, em 1992, onde houve também a intenção de introduzir à idéia do desenvolvimento sustentável um modelo de crescimento econômico menos consumista e mais adequado ao equilíbrio ecológico (MIRANDA, 2009).

Entre os principais sistemas de avaliação ambiental correlacionados à construção civil para se obter critérios de sustentabilidade figuram:

LEED (Leadership in Energy and Environmental Design), principal sistema de avaliação Norte Americano de Edificações verdes da USGBC (U.S. Green Building Council), responsável pela maior coalizão nos Estados Unidos de líderes da construção, à frente de um consenso nacional para a produção de edificações de última geração com alto padrão de construção.

Agenda 21, plano de ação organizado por 179 países e oriundo da Conferência das Nações Unidas de 1992, trata-se de um programa utilizado no âmbito global, nacional e local em todas as áreas em que o ser humano exerce impacto. É um dos principais critérios para a construção sustentável, auxiliando nas questões de novo modelo de gestão e construção de cidades sustentáveis, de grande influência para a arquitetura.

Certificado ISO 14000, que contempla em seu programa o projeto arquitetônico, e o GB Tool, ferramenta de avaliação para as edificações verdes desenvolvida pela Green Building Council.<sup>ii</sup> A seguir, serão demonstradas as formas de especificação de material; uma abordagem sobre três materiais indispensáveis à construção civil, buscando tecer reflexões e sugestões em busca da construção sustentável.

## **2. Metodologia**

Como metodologia deste trabalho objetivou-se definir os materiais diretamente empregados na construção civil – a saber, areia, cimento e ferro – buscando estimar os efeitos de sua extração e as possibilidades de uso alternativo capazes de minimizar o impacto nocivo ao meio ambiente. A partir dessa análise, espera-se elencar recomendações que permitam e estimulem um redirecionamento do olhar na utilização racional dos recursos naturais disponíveis, com vistas à sustentabilidade do planeta.

## **3. A especificação dos materiais**

A questão dos materiais deve estar presente nas discussões referente à arquitetura sustentável, podendo-se afirmar que a sustentabilidade de uma construção começa no entendimento do contexto no qual a edificação será inserida e do detalhamento do projeto combinado com a seleção correta de materiais e componentes. Segundo John et al (2006, p.2):

“Os impactos ambientais do fluxo e materiais associados à produção do ambiente construído são evidentes. A construção de edificações consome cerca de 75% dos recursos extraídos da natureza e, o que é mais grave, esses recursos são em maior parte

---

<sup>i</sup> Resultados da Comissão Mundial sobre Ambiente e Desenvolvimento (WCED) da ONU - Relatório Nosso Futuro Comum, também conhecido como Relatório Brundtland (1987)

<sup>ii</sup> HIPERLIVRO SUSTENTABILIDADE EM ARQUITETURA: [www.avaad.ufsc.br](http://www.avaad.ufsc.br)

não-renováveis. A produção, transporte e uso de materiais contribuem decisivamente para a poluição global”.

Os materiais, na maioria, são processados de algum modo antes de serem incorporados à construção. Esses processos podem ser mínimos quando utilizados materiais locais, ou extensivos, o que requer o uso de energia, resultando na geração de resíduos. Roaf, (2006) vai além quando afirma que a escolha dos materiais influi no meio ambiente e que é possível calcular o impacto ambiental geral de uma edificação se for conhecido o seu impacto resultante do uso diário dos materiais e de sua fabricação.

A escolha não deve recair apenas sobre a fase de vida útil do produto, que pode conduzir a uma avaliação errônea, mas, antes, ele deve ser avaliado por todo seu ciclo de vida. Porque pode não haver limite no impacto negativo causado. Ullmann et al (2009) destacam que materiais que destroem a camada de Ozônio, por exemplo, continuam poluindo durante seu uso. É preciso considerar desde a fonte da matéria-prima até o ciclo final do despejo, passando pela produção, distribuição e utilização na obra. Em tais etapas cabe a análise sob os seguintes aspectos ambientais, como propõem contaminação de solos, água e ar, consumo de energia, barulho e habitat natural. Muitos são os fatores a serem considerados ao se projetar edifícios em favor do meio ambiente. Parte-se da possibilidade de pensá-lo como um todo, sendo ele próprio, um produto; ou podemos descrevê-lo como um sistema, formado por componentes ou diversos produtos (CORCUERA, 2006).

John et al (2006) citam três conceitos conhecidos como referenciais para a especificação de materiais da construção mais eficientes: *Energia Incorporada* – refere-se à quantidade de energia consumida na produção de um produto, sendo também considerada a extração de recursos e a sua distribuição no mercado; *Análise do Ciclo de Vida (ACV)* – refere-se a uma análise quantitativa do impacto ao longo do ciclo de vida dos materiais sobre o meio ambiente desde a sua concepção até sua morte; *Materiais Ambientalmente mais Eficientes* – trata-se de critérios definidos pelo sistema estadunidense LEED (Leadership in Energy and Environmental Design) do qual fazem parte os dois conceitos acima considerados e uma série de recomendações, incluindo créditos e pontos aos profissionais que adotarem as práticas de aquisição de materiais recomendados.

## **4. Impacto ambiental de materiais e alternativas de uso**

### **4.1 Areia**

#### **4.1.1 Características e Propriedades da areia**

A areia é um elemento fundamental na construção civil: faz parte de todo processo de uma edificação: fundação, estrutura, vedação e acabamentos. É a parte resultante da degradação das rochas que pode ser causada por agentes naturais ou por ação antrópica, por meio de processos mecanizados de britagem de rochas. Mas nem todo resíduo oriundo de rochas pode ser chamado de “areia”, e sim, somente o produto da degradação que passa pela peneira de malha com no máximo 4,8mm (CAMPOS, 2009).

#### **4.1.2 Impacto ambiental da areia**

A extração de areia já é considerada uma atividade insustentável, do ponto de vista ecológico. O tamanho da agressão é evidenciado em números - na produção de concreto armado são necessários 2m<sup>3</sup> de areia natural para cada metro cúbico de brita. Anualmente, de acordo com dados da revista Ciência Hoje On-Line (KUCK, 2003), a quantidade de areia consumida na construção civil brasileira chega a 320 milhões de m<sup>3</sup>, volume suficiente para construir 7.100 estádios de futebol como o Maracanã (RJ).

Os recursos naturais que mais sofrem são as baixadas e os leitos de rios, onde se localizam este material. A retirada de areia agride a calha natural de um rio, aumenta a vazão da água e acelera a erosão de suas margens. O custo ao meio ambiente vai se refletir no próprio rio, com seu assoreamento e, por conseqüência, falta de oxigenação e morte do

sistema aquífero. Os danos sociais não ficam atrás: o desmoronamento da terra também causa destruição das próprias edificações e, muitas vezes, perda de vidas humanas, no que a mídia difunde como um “desastre ambiental”.

A extração também provoca as chamadas “cavas”, que resultam gigantescas poças de água parada, o que cria ambiente propício à proliferação de mosquitos transmissores de doenças, entre eles o *aedes aegypti*, que transmite a dengue. Além disso, retira a cobertura vegetal e torna o solo estéril. Lima e Almeida (2005) estimam que 90% da produção de areia natural do país são provenientes da extração dos leitos dos rios.

#### **4.1.3 Solução para o uso da areia**

Com objetivo de minimizar o impacto ambiental causado pela extração da areia, pesquisadores do Centro de Tecnologia Mineral (Cetem) e da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) desenvolveram um projeto para obtenção de “areia artificial” com base em finos de pedra de brita, rochas como granito, calcário e basalto são trituradas e comercializadas na indústria da construção civil. Além dos tipos de brita comumente utilizados, uma espécie de brita e um ‘pó de pedra’ acumulam-se nas pedreiras, mas podem ser aproveitados como areia artificial por meio de equipamentos que produzem os “finos” no formato de partículas arredondadas, semelhantes à areia natural, com testes de resistência e compressão superiores a esta (LIMA, ALMEIDA, 2005).

### **4.2 Cimento**

#### **4.2.1 Características e propriedade do cimento**

O cimento é considerado o material mais utilizado na construção civil em fundações em forma de concreto e argamassas, alvenaria de blocos de concreto para fechamento, pisos, lajes e outros. Existem vários tipos encontrados no mercado mundial e nacional que diferem quanto a sua composição.

Dentre as substâncias químicas que entram na composição do cimento conhecidas como minerais moídos encontram-se a escória, pozolanas, e muitas outras que têm como função acrescentar características e propriedades a este material a fim de lhe conferir maior eficiência.

A escória é um subproduto resultante da queima em altos fornos (equipamento), que produz o aço a partir do minério de ferro. Concentram-se na escória algumas impurezas do tipo metais e silicatos, sendo estes rejeitados no processo da indústria metalúrgica e reutilizados na indústria do cimento pela propriedade ligante hidráulico.

A argila pozolânica contém alto teor de sílica ativa  $\text{SiO}_2$ . Esta serve como complementar ao clínquer<sup>iii</sup>, no que se refere à propriedade ligante hidráulica do material, uma característica que torna o concreto mais impermeável. As pozolanas são de origem argilosa e apresentam em sua composição cinza vulcânica. Outros materiais de origens diferentes, mas de composição semelhantes, são também considerados pozolânicos: pozolanas ativadas artificialmente, os subprodutos de indústrias como cinzas volantes proveniente da queima de carvão vegetal.

O cimento Caribe<sup>iv</sup> trata-se de um material cerâmico é o principal tipo utilizado e conhecido por apresentar em sua matéria prima, pedras calcárias e argila. Usado na

---

<sup>iii</sup> Clínquer - fonte de Silicato Tricálcico  $(\text{CaO})_3\text{SiO}_2$  e Silicato Dicálcico  $(\text{CaO})_2\text{SiO}_2$  com características ligantes, o que após hidratação lhe confere resistência mecânica.

<sup>iv</sup> Nome dado por Almir José em homenagem a ilha do Caribe, onde existiam rochas semelhantes a este cimento. Almir José brasileiro e construtor em 1804 produziu um pó a partir de pedras calcárias e argila, que misturado com água e após secagem resultava num material rígido denominado como cimento Caribe.

construção como um aglomerante, ao contato com água, enrijece. A composição química do cimento Caribe é o clínquer.

O processo de fabricação do clínquer que dá origem ao cimento é considerada a etapa mais complexa quanto à qualidade e custos. No entanto, a matéria prima deste cimento é encontrada em abundância em jazidas do planeta, algo em torno de 93% de calcário, 7% de argila e pequenas quantidades de minério de ferro (CIOCCHI, 2003).

A indústria do cimento Portland utiliza no processo de fabricação do clínquer, gesso ( $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ) na quantidade inferior a 3% da massa do clínquer com o objetivo de retardar o endurecimento e viabilizar o uso do cimento. Segundo a Associação Brasileira do Cimento Portland (ABCP) este produto é oferecido ao mercado da construção civil nas suas oito versões, cuja composição química difere um do outro dependendo do uso específico a que se destina o material. Esta diferenciação ocorre na proporção de clínquer e sulfatos de cálcio, material carbonático e de adições, como escórias, pozolanas e calcário, acrescentadas no processo de moagem.

#### **4.2.2 Impacto ambiental do cimento**

O Brasil produz anualmente 38 milhões de toneladas de cimento Portland (comum), o qual libera para a atmosfera aproximadamente 22,8 milhões de toneladas/ano de gás carbônico o equivalente a 10% das emissões de  $\text{CO}_2$  do país (TOLEDO, 2008). Soares (1998) coloca que a indústria do cimento consumiu cerca de 4,4% da energia do setor industrial e constituiu-se num dos grandes contribuintes às emissões de  $\text{CO}_2$ .

Carvalho (2008) coloca no que se refere aos impactos ambientais e sociais o cimento é poluente em todas as fases do processo de fabricação. Quanto ao impacto ambiental já na extração da matéria prima na pedreira os impactos podem ser de desmoronamento e erosão devido a escavações e vibrações, gerando poluição do ar e das águas dos rios devido a emissões gasosas resultantes de substâncias tóxicas. No processo do clínquer emissões de gases como Dióxido de Carbono ( $\text{CO}_2$ ), Dióxido de Enxofre ( $\text{SO}_2$ ), Monóxido de Carbono ( $\text{CO}$ ), gases Oxidante, Óxido Nitrogenado, Compostos de chumbo que provocam aquecimento global e poluição do ar.

#### **4.2.3 Solução para o cimento**

Pesquisadores da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, USP, desenvolveram um novo tipo de cimento com característica ecológica melhor adaptável a construção. Trata-se de um cimento a base de rejeito de aço. Uma fórmula básica de 88% de escória, 10 % de gipsita e 2 % de cal. O reuso da escória contribui no sentido de evitar que o material fique acumulado em um local, sem uso, trazendo malefícios para a região como a poluição ambiental. Comprovou-se ser este material eficiente. Outros experimentos também foram feitos com o acréscimo de fibra vegetal (coco), que utilizado em conjunto com a escória do ferro, confere maior durabilidade e eficiência ao material (CAPELLO, 2008). Embora seja um grande avanço tecnológico, estas pesquisas ainda necessitam de mais estudos para que a aplicação um dia possa ser em maior escala na construção civil.

### **4.3 Ferro**

#### **4.3.1 Características e propriedades do ferro**

O ferro é matéria prima que move uma das principais indústrias do Brasil e do mundo: a indústria siderúrgica, responsável pela transformação do minério de ferro em aço, para uso comercial. De acordo com Ferraz (2003), esse processo leva o nome de Redução. O minério (cuja origem básica é o óxido de ferro –  $\text{FeO}$ ) é aquecido em altos fornos, em presença de carbono (na forma de coque ou carvão vegetal) e de fundentes (adicionados para produzir escória). O objetivo da primeira etapa é reduzir ao máximo teor de oxigênio da composição  $\text{FeO}$ .

A partir daí obtém-se o chamado ferro-gusa, que contém de 3,5% a 4% de carbono em sua estrutura. O ferro fundido surge como resultado de uma segunda fusão, com teores de carbono que vão de 2% a 6,7%. Após a verificação do carbono e de outros elementos como a

presença de silício, fósforo, enxofre e manganês, o produto segue para uma unidade da siderúrgica chamada aciaria, onde é transformado em aço, resultante da “descarbonatação” do ferro gusa (FERRAZ, 2003).

Forma, tamanho e uniformidade de grãos expõem as diferentes características do material, cuja composição pode ser alterada, dependendo da aplicabilidade. De modo geral, como observa Ferraz (2003), os aços possuem excelentes propriedades mecânicas: resistem à tração, à compressão, à flexão, podendo ser laminado, estampado, estriado. Suas propriedades podem ainda ser modificadas por tratamentos térmicos ou químicos.

#### **4.3.2 Impacto ambiental do ferro**

A despeito de gerar riquezas e milhares de empregos, cumprindo uma função social no que concerne à sustentabilidade, o ferro está no centro de uma atividade industrial que gera enormes quantidades de resíduos, ricos em óxido de ferro e compostos de partículas finas. O manuseio de pós finos gera névoa e perda de material, dificultando sua reutilização no processo, como ressaltam Oliveira e Holanda (2004).

No centro da produção, a Companhia Vale do Rio Doce, criada no Brasil em 1942 por Getúlio Vargas, figura entre as maiores mineradoras do mundo. Conforme dados obtidos por ocasião do Fórum Social Carajás, organizado no Fórum social Mundial 2009 para discutir o sistema de exploração de ferro no país, o faturamento anual da empresa (US\$ 32 milhões, último dado disponível) é maior que o Produto Interno Bruto (PIB) de mais de 100 países.

A Vale mantém 124 mil trabalhadores no mundo, dos quais 62% terceirizados. Com muitos acionistas estrangeiros, as ações preferenciais são de titularidade da União. Com negócios nos cinco continentes, é da Amazônia que extrai 103 milhões de toneladas de ferro por ano. Utilizado na produção de ferro gusa nas siderúrgicas da região da Serra de Carajás.

Formada por rochas pré-cambrianas, Carajás assenta-se sobre uma bacia sedimentar de minério de ferro formada há mais de 2,6 bilhões de anos. Há cerca de 1,8 bilhão de anos, a região passou por uma granitização, o que enriqueceu o ferro, formando um dos maiores depósitos de ferro de alto teor do mundo: os pesquisadores estimam que 18 bilhões de toneladas de minérios são ali exploradas pela Companhia Vale do Rio Doce.

#### **4.3.3 Solução para o ferro**

Pesquisadores da Universidade Estadual do Norte Fluminense (RJ) realizaram em 2004 uma análise do impacto ambiental causado pela utilização do resíduo sólido do setor siderúrgico em cerâmica vermelha. Oliveira e Holanda (2004) afirmam que a indústria cerâmica apresenta enorme potencial para absorver resíduos industriais poluentes.

Eles adicionaram até 3% em peso de resíduo sólido da siderurgia, em proporções graduais, à massa argilosa. Os chamados “corpos cerâmicos argilosos” foram submetidos a ensaios ambientais de lixiviação (operação de separar de certas substâncias, por meio de lavagem, os sais nelas contidos) e solubilidade. Os estudos demonstraram que a utilização de massas cerâmicas com tal percentual de resíduo sólido não oferece qualquer risco direto ao meio ambiente, nem mesmo quando queimados em forno industrial.

### **5. Recomendações para a construção sustentável**

É essencial que o profissional ao projetar tenha conhecimento sobre o impacto dos materiais ao meio ambiente. Torna-se necessário recolher informações e avaliá-los segundo critérios de sua composição química, durabilidade, toxicidade, emissão de CO<sub>2</sub>, além do impacto resultante da sua extração.

John (2000) coloca a especificação consciente dos materiais utilizados como “ações necessárias” aos impactos perceptíveis causados pela construção civil, que consiste numa indústria itinerante e de rotinas próprias, mas que ainda ignora o entorno (de uma obra) e padece de falta de gestão, quando não, burla a legislação. Ele elenca também a necessidade

de respeito às leis, resoluções e restrições urbanísticas; realização de pesquisa e diagnóstico; reutilização, segregação na origem e reciclagem.

As edificações fazem parte deste grande contexto no que se refere à qualidade ambiental. Nos tempos atuais não cabem na Arquitetura paradigmas que priorizem somente a estética, elegendo a edificação como uma obra de arte, sem considerar suas qualidades ou seu meio ambiente particular. Em tal contexto, pode-se afirmar que a sustentabilidade de um projeto arquitetônico começa na leitura, no entendimento no qual o edifício se insere e nas decisões iniciais de projeto, Roaf, (2006) coloca ainda que a especificação correta e adequada dos materiais de construção está diretamente ligada à redução do impacto ambiental provocado ao meio ambiente.

Rogers (1998) corrobora a idéia ao afirmar que a arquitetura é um dos pontos chaves para que as cidades se tornem laboratório vivo, gerando na sociedade mudanças de hábitos e educação ambiental. Portanto, a arquitetura pode e deve contribuir efetivamente para a sustentabilidade do planeta.

Para Goulart<sup>v</sup>, sempre que possível deve-se utilizar os materiais locais, minimizando os custos de transporte e as energias embutidas nele. Por exemplo, "se uma nova estrutura está sendo construída em uma área verde, a madeira das árvores que tiveram que ser cortadas pode ser reutilizada na construção".

Layargues (2002) cita a política dos 3 R's: Reduzir, Reutilizar e Reciclar. Esta política ou pedagogia como é conhecida pode também ser adotada como indicador de sustentabilidade e a ser aplicada na construção civil. O critério para a especificação dos materiais de construção nas edificações pode ser visto por esta ótica.

Conforme Connors (2009) é possível encontrar uma versão reciclada de praticamente qualquer material de construção. Ullmann et al (2009) indicam, igualmente, a importância de estabelecer-se uma especificação consciente dos materiais, uma vez que assim é possível diminuir o desperdício, o que também reduz custo. Citam, entre as prioridades para a construção sustentável, a escolha de materiais de baixo impacto e a reutilização do já existente. Como se vê, o momento da escolha de materiais antepõe-se ao da reciclagem na edificação. Quanto melhor a especificação, menor a necessidade de descarte.

Autores como Roaf (2006), John, (2000), Corcuera (2006), Goulart<sup>vi</sup> sugerem práticas em busca de sustentabilidade na construção como: reuso da edificação, reuso de materiais e a fração desses que possam ser reutilizados com o objetivo de reduzir a demanda de recursos virgens, gestão de resíduos da construção, reciclagem dos produtos excedentes, preferência por materiais regionais obtidos num raio de até 500 milhas, utilização de materiais de rápida renovação entre muitos outros critérios.

## 6. Conclusão

Como visto, materiais amplamente utilizados na construção civil têm relevante e fundamental aplicabilidade. Apesar de conhecer o papel que estes materiais representam no setor, buscou-se por meio da revisão bibliográfica obter conhecimento também sobre o papel que estes representam para a sustentabilidade do planeta.

Pelo fato de serem extraídos de recursos naturais não renováveis compreende-se que sua extração contribui, ainda que muitas vezes silenciosa, para a degradação do meio

---

<sup>v</sup> Prof.<sup>a</sup> Solange Goulart em Sustentabilidade nas Edificações e no Espaço Urbano - Disciplina Desempenho Térmico de Edificações - Laboratório de Eficiência Energética em edificações, UFSC. Disponível em: [http://www.labee.ufsc.br/graduacao/ecv\\_5161/Sustentabilidade\\_apostilaECV5161.pdf](http://www.labee.ufsc.br/graduacao/ecv_5161/Sustentabilidade_apostilaECV5161.pdf)

<sup>vi</sup> Idem

ambiente. O cerne da atual crise ambiental reside na relação do homem com seu entorno, o que leva pesquisadores a empenharem-se em encontrar soluções para amenizar o impacto dos produtos utilizados.

A importância da especificação consciente de materiais em Arquitetura reside na necessidade de coabitarem ações antrópicas e o paradigma do desenvolvimento sustentável. Alarga-se, assim, a responsabilidade dos profissionais arquitetos e designers em projetar e especificar materiais ambientalmente corretos e produtos reutilizáveis, recicláveis, reintegrados à natureza. Para que a sustentabilidade almejada torne-se a sustentabilidade vivida.

## 7. Referências Bibliográficas

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 abril de 2009.

Associação Brasileira de Cimento Portland (ABCP). Disponível em: <http://www.abcp.org.br/home.shtml>. Acessado em: Junho de 2009.

CAPELLO, Giuliana - **Cimento ecológico**. In: Revista Arquitetura e Construção, 02/2008 In: [http://planetasustentavel.abril.com.br/noticia/casa/conteudo\\_270173.shtml](http://planetasustentavel.abril.com.br/noticia/casa/conteudo_270173.shtml) Construção sustentável. Acessado em junho 2008

CARVALHO, M. B. M. **Impactos e Conflitos da Produção de Cimento no Distrito Federal**. Dissertação de Mestrado - Universidade de Brasília – Centro de Desenvolvimento Sustentável. Brasília, DF, 2008. Disponível em:

[http://bdtd.bce.unb.br/tesesimplificado/tde\\_busca/arquivo.php?codArquivo=2916](http://bdtd.bce.unb.br/tesesimplificado/tde_busca/arquivo.php?codArquivo=2916). Acessado em: Junho de 2009.

CIOCCHI, Luis - **Reciclagem de concreto**. 24/09/2003 Disponível em: <http://www.piniweb.com.br/construcao/noticias/reciclagem-de-concreto-80112-1.asp>. Acessado em junho de 2009.

CONNORS, Tiffany – **Materiais de construção ecológicos**. Disponível em <HTTP://ambiente.hsw.uol.com.br/edificio-ecologico1.htm>. Acessado em abril de 2009.

CORCUERA, Daniela. **Sustentabilidade na Arquitetura: na contramão da destruição**. Boletim Arquitetura, nº 54 , Espaço Aberto. Disponível em : <http://www.casaconsciente.com.br/Publicacoes/boletim-54-Arquitura%20Sustentavel.pdf> Acessado em junho 09.

FERRAZ, Henrique. **O aço na construção civil**. In: revista eletrônica de Ciências, número22, outubro/novembro 2003. Disponível em: [http://www.cdcc.usp.br/ciencia/artigos/art\\_22/aco.html](http://www.cdcc.usp.br/ciencia/artigos/art_22/aco.html) Acessado em junho de 2009.

JOHN, Vanderley M.; ,Daniel Pinho de; AGOPYAN, Vahan. **Crterios de sustentabilidade para a seleçao de materiais e componentes – uma perspectiva de países em desenvolvimento**. 2006. Disponível em: [http://pcc2540.pcc.usp.br/Material%202006/VMJOHN\\_AGOPYAN\\_OLIVEIRA\\_05\\_v4\\_TRADU\\_O.pdf](http://pcc2540.pcc.usp.br/Material%202006/VMJOHN_AGOPYAN_OLIVEIRA_05_v4_TRADU_O.pdf) Acessado em abril de 2009.

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

KUCK, Denis Weisz **.Areia artificial reduz impacto ambiental de construção civil**, in Ciência Hoje On Line, 31/01/2003. Disponível em <http://cienciahoje.uol.com.br> Acessado junho 2009.

LAYARGUES, Philippe. **O cinismo da reciclagem: o significado ideológico da reciclagem da lata de alumínio e suas implicações para a educação ambiental.** Disponível em: [http://www.ufmt.br/gpea/pub/philippe\\_latinhas.pdf](http://www.ufmt.br/gpea/pub/philippe_latinhas.pdf) Acessado em Junho de 2009.

LIMA, Ricardo Couto; ALMEIDA, Salvador Luiz Matos. **Areia Artificial: uma alternativa para uso em construção civil.** In: Anais da XIII Jornada de Iniciação Científica. Rio de Janeiro: CETEM, 2005 Disponível em: [http://www.cetem.gov.br/publicacao/serie\\_anais\\_XIII\\_](http://www.cetem.gov.br/publicacao/serie_anais_XIII_), Acessado em junho de 2009

MIRANDA, Ângelo Thiago - **Conferências da ONU Desenvolvimento Sustentável** In:<http://educacao.uol.com.br/geografia/desenvolvimento-sustentavel.jhtm>. Acessado em junho 2009.

OLIVEIRA G. E. de; HOLANDA J. N. F. de. Análise do impacto ambiental causado pela utilização de resíduo sólido do setor siderúrgico em cerâmica vermelha, CCT-LAMAV, Universidade Estadual do Norte Fluminense, Cerâmica vol.50 no.315, SãoPaulo, July/Sept. 2004 Disponível em: [http://biblioteca.universia.net/html\\_bura/verColeccion/params/id/1237/start/320.html](http://biblioteca.universia.net/html_bura/verColeccion/params/id/1237/start/320.html). Acessado em junho 2009.

ROAF, Sue; FUENTES, Manuel; THOMAS, Stephanie. *Ecohouse: A Casa Ambientalmente Sustentável.* Porto Alegre: Bookman, 2006.

ROGERS, Richard - **Cities for a small planet.** Editado por Philip Gumuchdjian, Estados Unidos da América, Westview Press, 1998,

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/ppes/production/tesis/jeferson.pdf>. Acessado em 20/05/2005

TOLEDO Filho, Romildo. Citado em **Concreto verde com adição de resíduos agrícolas.** Postada 18/04/2008 In Eco Tecnologia Blog. Disponível em <http://ecotecnologia.wordpress.com/2008/04/18/concreto-verde-com-a-adio-de-resduos-agricolas/> Acessado em junho de 2009.

ULLMANN, Christian; ADAM, Roberto Sabataella; ANDRADE, Claudia - **O novo tom da arquitetura** In: [http://WWW.flexeventos.com.br/detalhe\\_01.asp?url=artigos\\_arqecologica.asp](http://WWW.flexeventos.com.br/detalhe_01.asp?url=artigos_arqecologica.asp). Acessado em: maio de 2009.

**US. GREEN BUILDING COUNCIL.** 2006b. Site Oficial. [www.usgbc.org](http://www.usgbc.org) Acessado em agosto de 2008.

---

<sup>i</sup> Mestranda do Programa de Pós Graduação em Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal de Santa Catarina – Pós Arq/UFSC, Brasil, [arqdesrmisc@gmail.com](mailto:arqdesrmisc@gmail.com)

<sup>ii</sup> Doutoranda do Programa de Pós Graduação em Eng. E Gestão do Conhecimento da Universidade Federal de Santa Catarina – EGC/UFSC, Brasil, [silviaprojetos@hotmail.com](mailto:silviaprojetos@hotmail.com)

<sup>iii</sup> Mestranda do Programa de Pós Graduação em Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal de Santa Catarina – Pós Arq/UFSC, Brasil, [argangelaflores@gmail.com](mailto:argangelaflores@gmail.com)

---

iv Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC e Universidade Anhembi Morumbi – AM, Brasil, [ulbricht@floripa.com.br](mailto:ulbricht@floripa.com.br)

v Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC, Brasil, [tvanzin@yahoo.com.br](mailto:tvanzin@yahoo.com.br)