

**CENTRO UNIVERSITÁRIO BELAS ARTES DE SÃO PAULO**

**INICIAÇÃO CIENTÍFICA**

**GRADUAÇÃO EM ARQUITETURA E URBANISMO**

**ALICE ATAIDE LIMA**

**A BIOARQUITETURA COMO INICIATIVA PARA  
CONSTRUÇÕES DE PEQUENO PORTE**

**SÃO PAULO**

**2013**

**ALICE ATAIDE LIMA**

**A BIOARQUITETURA COMO ALTERNATIVA PARA  
CONSTRUÇÕES DE PEQUENO PORTE**

Artigo Científico apresentado à Coordenação de Iniciação Científica como requisito à obtenção do certificado de conclusão da pesquisa desenvolvida no curso de Arquitetura e Urbanismo do Centro Universitário Belas Artes de São Paulo.

Orientador(a): Prof. Ricardo Ruiz Martos

**SÃO PAULO**

**2013**

## **RESUMO**

Mapeamento de iniciativas da bioarquitetura e suas prováveis aplicações práticas na construção civil de pequeno porte realizada a partir da autoconstrução, ou seja, construções feitas através de conhecimento empírico sem acompanhamento profissional de engenharia, arquitetura e urbanismo. Tendo como premissa as ações: ecologicamente corretas, economicamente viáveis, socialmente justas e culturalmente ricas.

**Palavras-chave:** Bioarquitetura. Bioconstrução. Autoconstrução. Sustentabilidade.

## **ABSTRACT**

Research about bioarchitecture initiatives and their likely practical applications in the small-scale construction specially performed through empirical knowledge without professional support from engineering, architecture or urbanism areas, having as premise the following principles: ecofriendly, economically viable, socially fair and culturally rich.

**Keywords:** Bioarchitecture. Bioconstruction. Self-build. Sustainability.

## 1. Introdução

Os princípios da sustentabilidade são fundamentais nos procedimentos de qualquer atividade humana, principalmente indústria construção civil, visando torná-la mais consciente sobre a relevância do seu papel no contexto social, econômico e ambiental, além de buscar adaptação aos efeitos das mudanças climáticas e da necessidade de melhoria das condições de vida no planeta.

Durante a Conferência das Nações Unidas Rio+20, realizada em junho de 2012, os órgãos responsáveis da cadeia produtiva da Construção Civil se comprometeram a cumprir uma nova agenda, em busca de formas de organização empresariais e políticas alinhadas com princípios de sustentabilidade. Porém, o modelo atual da Construção Civil brasileira e mundial ainda é responsável pela propagação de procedimentos extremamente prejudiciais aos três pilares da sustentabilidade, com intensa utilização de recursos naturais e mão de obra, bem como a produção e acúmulo de resíduos poluentes em toda sua cadeia produtiva.

No contexto das construções de pequeno porte o prognóstico é ainda mais difícil, visto que não foram encontrados estudos ou pesquisas especificamente relacionadas ao emprego de métodos sustentáveis neste tipo de iniciativa, a não ser de forma praticamente artesanal, como pôde ser constatado em ecovilas ou pequenas comunidades sustentáveis afastadas dos centros urbanos.

Já nas cidades, onde as periferias crescem de forma desordenada, a prática da autoconstrução é quase unanimidade. Poucas iniciativas são profissionalmente assistidas e, não suficientes para atender o déficit habitacional, apenas deixam como alternativa a autoconstrução, até porque o valor cobrado por estes serviços ou consultorias especializadas nestas áreas não condiz com a renda desta parcela da população. Dado que a grande maioria urbana de baixa renda vive atualmente em situação marginalizada e informal, “em média 40% da população urbana vive precariamente, sem arquitetura nem urbanismo” (WHITAKER, 2011), aspecto característico das metrópoles brasileiras, a autoconstrução representa a única saída para alguns cidadãos que conseguem um pequeno terreno ou espaço de chão para construir uma casa e por fim, um teto que corresponde ter onde morar com sua família. Independente da qualidade e fundamentação do método, o exercem por meio de conhecimentos adquiridos em vivência ou experiências anteriores, muitas vezes na própria comunidade ou entre amigos e familiares, bem como por tentativa e erro, onde frequentemente os danos e prejuízos ao

meio ambiente são irreparáveis em longo prazo e o pior, imperceptíveis aos governantes e autoridades fiscalizadoras.

Tal segmento representa hoje metade das vendas de cimento no Brasil, segundo dados do setor. “A autoconstrução tem papel fundamental para a diminuição do déficit habitacional – atualmente em 5,8 milhões de moradias. Ciente disso e da necessidade de assistência de mão de obra qualificada para esse trabalho de formiguinha, o Sindicato dos Engenheiros do Estado de São Paulo (SEESP) defende a autoconstrução plenamente assistida como poderoso instrumento de desenvolvimento”. (Misleh, 2009).

Em âmbito ainda mais amplo, a população de baixa renda tem sido foco de grande parcela dos investimentos voltados ao incentivo do consumo de materiais de construção e de especulação imobiliária. “Até 2011, as vendas da indústria de materiais para as famílias representavam 47% do total, enquanto o segmento de infraestrutura respondia por 22%, e o imobiliário, por 31%. Isso explica otimismo para 2013, já que o consumo das famílias e de infraestrutura - que representam a maior parte da demanda - tendem a crescer” (Revista Dinheiro, nov.2012).

“A cidade tem sido encarada como arena para o consumo. A conveniência política e comercial deslocou a ênfase do desenvolvimento urbano de atender às necessidades circunscritas de indivíduos. A busca deste objetivo estreito minou a cidade em sua vitalidade. A complexidade da comunidade foi desvendada e a vida pública foi dissecada em componentes individuais. Paradoxalmente, nesta época global de democracia em ascensão, cada vez mais, as cidades estão polarizando a sociedade em comunidades segregadas”. (Rogers, 2011).

Não à toa, as comunidades mais carentes estão destinadas às periferias, no sentido mais pejorativo, à completa falta de infraestrutura, qualidade de vida ou alguma igualdade social. Alvos evidentes, sofremos todos os dias de manipulação e interesses comerciais. Em contrapartida, ainda que de maneira tímida e menos abrangente, a utilização dos métodos da Bioarquitetura em construções de pequeno porte, em locais totalmente desprivilegiados, pode representar justamente uma saída clara, eficiente e de responsabilidade ambiental. Conceitualmente, a realização de processos construtivos sustentáveis tem como premissa oferecer soluções harmônicas, práticas e econômicas para a construção civil. Então porque não atuar justamente no setor mais crítico, hoje consolidado às margens de qualquer fiscalização ou selo verde? A arquitetura com seu método construtivo voltado à sustentabilidade oferece uma interação benéfica com a

natureza e situação ao redor, valorizando o modo de vida do homem e visando um sistema produtivo saudável, em todos os níveis.

É neste sentido que apresento este artigo. Com o intuito de aliar alguns aspectos básicos da bioarquitetura, baseada na magnitude de seus valores, à possibilidade de uma habitação sustentável em construções de pequeno porte, que atualmente representam uma das parcelas mais carentes em arquitetura no país. Comprometida em inspirar a construção de espaços que celebram o equilíbrio e a integração total entre os aspectos sociais, econômicos e ambientais, utilizando recursos naturais mas com desgastes mínimos, promovendo técnicas que respeitam o meio ambiente e o desenvolvimento consciente.

### **1.1. Objetivos**

Mostrar que a Bioarquitetura e a Bioconstrução podem apresentar iniciativas eficazes no desenvolvimento sustentável da construção de pequeno porte, especificamente na transmissão de conhecimentos voltados à prática da autoconstrução, onde podem convergir algumas especialidades em planejamento urbano, projeto arquitetônico, técnicas construtivas de baixo impacto ambiental e uso consciente de recursos naturais.

### **1.2. Justificativa**

A bioarquitetura tem aspirações biológicas, econômicas e sociais, cuja finalidade é dar à moradia um papel de conector entre as pessoas e seu meio. Tais exemplos estão baseados em processos simplificados que resultam em: custos inferiores se comparados a projetos e construções convencionais, técnicas construtivas que empregam a racionalização e uso consciente de recursos naturais, administração de resíduos poluentes, o reuso de materiais e reciclagem, capacitação de mão de obra, bem como o desenvolvimento de uma nova cultura, qualificada nestes parâmetros. “O foco principal deste modelo está na saúde do ser humano como um todo, desde habitação à alimentação; à sua educação ambiental e o respeito à natureza, conscientizando as gerações atuais e futuras para um novo modo de vida” (Lengen, 2008).

### **1.3. Metodologia**

Foram realizadas visitas a projetos sustentáveis diversos (de ecovilas a empreendimentos comerciais) para coleta de dados e checagem dos materiais e técnicas

construtivas aplicadas, entrevistas com profissionais e especialistas da área, e participação em workshops e eventos que abordaram o tema no período em que foi realizada esta pesquisa. As informações coletadas foram analisadas junto à bibliografia para o desenvolvimento do trabalho final.

## **2. A Bioarquitetura como alternativa para construções de pequeno porte**

### **2.1. Sustentabilidade: rumos para uma mudança efetiva**

Mesmo diante de uma cultura de mercado voltada ao consumo extremo, onde os moderadores não atuam com eficácia de forma fiscalizadora e muito menos limitadora, onde as crianças aprendem desde cedo práticas pouco saudáveis que resultarão em vícios ao longo de suas vidas, onde somos induzidos por meios de comunicação, marketing e campanhas publicitárias a mudarmos nossos modos de vida diante de novos produtos, lançamentos, modismos e “inovações”, existem boas oportunidades. Como resposta à estes estímulos, existe uma consciência que revela a verdadeira cidadania, tão conceitual que chega a ser utópica para alguns, mas totalmente óbvia e possível para outros. Representam positivamente uma ruptura de alguns valores e surgem de tempos em tempos para renovar as relações humanas e os sistemas exauridos por esta corrida incessante ao ouro.

“Para responder às necessidades de uma cidade moderna deve-se desenvolver uma nova forma de cidadania” (Rogers, 2011). Deve-se mudar o foco do consumo para a qualidade de vida, o ir e vir com segurança, o morar com dignidade. Os hábitos de vida na cidade não deveriam ser tão desgastantes e principalmente opressores das classes menos favorecidas. Basta sair do centro expandido das grandes capitais, como São Paulo, para constatar o problema imenso de moradia e condições sub-humanas às quais à população de periferia e favelas estão submetidas. Sem discorrer sobre temas adjacentes como o êxodo e a migração do campo para a cidade, estas pessoas não buscam outra coisa senão oportunidade. Mas, acabam entregues à rotina maçante de trabalho e luta diária, mais preocupadas com a próxima refeição do que qualquer outro assunto, e assim que deitam e rolam os interesses daqueles que movimentam esta máquina. “A construção de nosso habitat continua a ser dominada pelas forças do mercado e imperativos financeiros de curto prazo. Não é de surpreender, portanto, os tremendos e caóticos resultados produzidos” (Rogers, 2011).

Como arquitetos e urbanistas, bioarquitetos ou bioconstrutores, e acima de tudo como cidadãos, “é nosso dever buscar recursos para interessar e informar o público, ensinar boa cidadania aos velhos e aos jovens, e ouvir os cidadãos. Muito de nossa qualidade de vida depende de fazer tudo isso de forma correta” (Rogers, 2011).

## **2.2. Habitação de pequeno porte: problemas e oportunidades**

Tamanho desigualdade social fez emergir, ao longo do desenvolvimento das cidades brasileiras, comunidades e assentamentos precários e excluídos do circuito social urbano. Tal problemática é visível em praticamente todas as metrópoles do país e se resume a favelas e periferias sem fim, amontoadas em casas e barracos autoconstruídos, que formam um profundo contraste com a cidade formal.

“O principal objetivo do urbanismo deve ser, antes de tudo, o de garantir cidades mais justas. Em outras palavras, cidades que ofereçam, sem diferenciação, qualidade de vida para todos os habitantes, nos dias de hoje e para as gerações futuras. O equilíbrio urbano, entretanto, só será possível quando se conseguir erradicar a miséria, que se expressa nos assentamentos informais desprovidos do atendimento às necessidades mínimas para se viver com dignidade.” (Ferreira, 2012).

Além do problema de planejamento urbano, o modelo atual da construção civil não atende completamente a realidade desta parcela da população, que geralmente utiliza outros materiais e técnicas para construir suas casas que não os promovidos pela indústria. Adicionado ao fato de que esta escala de trabalho tem sido responsável por boa parte do que se constrói na cidade, o resultado são habitações impróprias, insalubres, vulneráveis a variações climáticas (tempestades e enchentes) e o pior, sem saneamento básico. (Anexo 1).

## **2.3. A Bioarquitetura para uma habitação sustentável: soluções práticas e viáveis**

Como otimizar o impacto humano e ambiental, de maneira a orientar o emprego de algumas técnicas na construção de moradias, aproveitando os saberes gerados pelas próprias comunidades envolvidas? Transmitir tais conceitos e conhecimentos a todas as camadas da população é prioritário, uma vez que não existe consciência coletiva dos efeitos prejudiciais permanentes causados por qualquer construção.

Do esgoto gerado ao problema de reintegração de posse. A autoconstrução não assistida pode gerar problemas gravíssimos e as consequências negativas são imensas. Segundo o IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística), os oito municípios



detentores do maior número de favelas são: São Paulo, com 612; Rio de Janeiro, com 513; Fortaleza, 157; Guarulhos, 136; Curitiba, 122; Campinas, 117; Belo Horizonte, 101; e Osasco, 101.

“O resultado desse modelo de crescimento se escancara nos telejornais a cada grande chuva de verão, nas secas de inverno, nas saídas de feriado: nossas grandes cidades são poluídas, imobilizadas pelos congestionamentos, vulneráveis às enchentes, propícias à violência urbana pelo demasiado número de ruas ermas e isoladas por muros intermináveis de condomínios, espaços abandonados, praças esquecidas. Seus moradores têm medo de sair, têm medo da cidade. A metrópole brasileira, para ricos ou para pobres, é uma violência” (Ferreira, 2012).

Antes que a situação seja irremediável, deve-se informar e conscientizar esta população dos fatores recorrentes da má escolha do local para habitação, da falta infraestrutura disponível, como a região responderá a situações climáticas extremas, dos impactos diversos ao meio ambiente, sobre como a qualidade da construção pode prejudicar a saúde de adultos e crianças, que muitas vezes vivem em lares totalmente impróprios, além de promover qualidade de vida.

“Atualmente, verifica-se que as tendências em relação ao tema das construções sustentáveis caminham em duas direções. De um lado, representando o movimento contracultural, comunidades alternativas, ecovilas, ecovilas urbanas e centros de pesquisa de tecnologias alternativas pregam o resgate de materiais de construções e tecnologias vernáculas com a cultura dos biomateriais, com o uso da terra crua, da palha, da pedra, do bambu, entre outros materiais naturais e pouco processados. De outro lado, no sentido mais utilitário, a indústria da construção aposta em empreendimentos verdes, com as certificações, tanto no âmbito da edificação quanto no âmbito do urbano. É importante considerar ambas as tendências, ponderando os pontos positivos e negativos de cada uma. Nesse contexto, insere-se a iniciativa de apoio à definição de normas técnicas para materiais construtivos inovadores de baixo impacto ambiental, pois diversos materiais genuinamente mais sustentáveis ainda não possuem seu uso regulamentado”, (Ministério do Meio Ambiente).

Ainda segundo orientações do Ministério do Meio Ambiente, em termos de projeto arquitetônico, deve-se considerar os aspectos relacionados abaixo como algumas das recomendações fundamentais:

- Implantação urbana: adaptação do projeto à topografia local; preservação de espécies nativas; traçados (ruas e caminhos) privilegiando o pedestre e o

ciclista; acessibilidade universal; previsão de espaços de uso comum para integração da comunidade.

- Edificação: adequação do projeto ao clima do local; orientação solar adequada; ventilação e iluminação natural; aquecimento solar passivo (quando for o caso); coberturas verdes; evitar repetição do mesmo projeto em orientações solares diferentes; acessibilidade universal.
- Materiais de construção: utilização de materiais disponíveis no local, pouco processados, não tóxicos, potencialmente recicláveis, culturalmente aceitos, propícios para a autoconstrução e para a construção em regime de mutirões.
- Energia: aquecimento solar de água; energia eólica para bombeamento de água; energia solar fotovoltaica, com possibilidade de se injetar o excedente na rede pública, evitando o uso de baterias.
- Água e Esgoto: coleta e utilização de águas pluviais; utilização de dispositivos economizadores de água; tratamento adequado de esgoto no local.
- Resíduos: coleta seletiva; compostagem de resíduos orgânicos.
- Tratamento das áreas externas: utilização de espécies nativas; espaços para produção de alimentos e compostagem de resíduos orgânicos; pavimentação permeável; passeios sombreados no verão e ensolarados no inverno.

### **3. Resultados**

Algumas técnicas da bioarquitetura, entre outros conceitos, vem sendo realizadas dentro e fora do Brasil. A seguir alguns exemplos de eficácia comprovada por métodos científicos e que se revelaram mais urgentes diante do grande problema habitacional que enfrentamos atualmente.

#### **3.1. Construção com terra crua**

A terra sem cozimento pode ser misturada a outros materiais para alcançar a consistência ou formato desejado à construção. O não cozimento facilita o procedimento e elimina a emissão de gases prejudiciais à atmosfera. Um dos principais pesquisadores dos métodos que utilizam terra-crua, o arquiteto engenheiro alemão Gernot Minke, esclareceu em entrevista ao Conselho Regional de Engenharia e Arquitetura do Rio Grande do Sul (CREA-RS), quais são as principais características e materiais utilizados neste tipo de construção. (Anexo 2). “Desde que

sejam bem feitas e com boas técnicas, as construções com terra crua podem suportar sismos sem problemas e podem durar para sempre”, afirmou o alemão na entrevista ao Conselho.

As técnicas mais utilizadas são:

3.1.1. Superadobe: sacos com terra comprimida para fazer paredes e coberturas

3.1.2. Adobe: tijolo de barro e palha mesclados, que é moldado e seco naturalmente

3.1.3. COB: utiliza terra e consiste em ir moldando a casa como se fosse uma grande escultura.

3.1.4. Taipa de mão: consiste na construção de um quadro de galhos: os verticais são cravados no chão e os horizontais são encaixados ou amarrados nos verticais. Este quadro é preenchido por uma trama de galhos ou de bambus.

3.1.5. Taipa de pilão: consiste em terra socada com um pilão dentro de uma forma de madeira chamada de taipa.

3.1.6. Solocimento: é um tijolo prensado feito de areia, argila e cimento.

A chamada arquitetura de terra também diminui a desagradável variação de temperatura no interior das construções. Em uma casa de tijolo cerâmico, a temperatura varia de 17° C a 34° C, de acordo com pesquisas do arquiteto.

### **3.2. Banheiro Seco**

“Hoje 13 milhões de brasileiros não possuem banheiros em suas residências. O banheiro seco é eficiente para sanear comunidades que não disponibilizam rede de água e de esgoto” (Lemos, 2010). Os principais poluentes da água são os dejetos eliminados inadequadamente sem tratamento: industriais e domiciliares. O atendimento em coleta de esgotos chega a 48,1% da população brasileira e, do esgoto gerado, apenas 37,5% recebe algum tipo de tratamento (Instituto Trata Brasil, 2011 - Fonte: SNIS Ministério das Cidades).

O método consiste na construção de tanques fechados para coleta de fezes e urina separadamente. O destino do material depende do tamanho da comunidade e das características locais onde estão implantadas as habitações, se são rurais ou urbanas. Em regiões metropolitanas, empresas especializadas podem realizar o recolhimento dos resíduos. Após coleta e tratamento, os resíduos podem ser usados como adubo em hortas ou áreas de vegetação. A construção deste tipo de banheiro é mais simples do que o convencional, pois não depende de ligações hidráulicas, da rede pública de

saneamento ou mesmo da construção de fossas. O ramo de coleta pode representar uma oportunidade de negócio local e a construção pode ser feita em formato de mutirão, com uso de materiais naturais como adobes de terra e palha, ou alvenaria. São necessários programas de orientação à população para o uso correto, afim de evitar a transmissão de doenças e odores. Esta iniciativa pode partir da própria comunidade na ausência de atuação das autoridades locais. (Anexo 3)

### **3.3. Tanque de evapotranspiração**

O tanque de evapotranspiração (TEvap) é uma tecnologia proposta por permacultores para tratamento e reuso domiciliar de águas negras. Constituem uma alternativa viável e importante para o tratamento de esgotos urbanos, semiurbanos e rurais, podendo ser aplicado tanto em pequenos quintais, quanto em áreas maiores. O uso crescente do TEvap nos domicílios para tratamento local de águas negras pode evitar a sobrecarga das estações de tratamento de esgotos e diminuir a carga poluidora lançada em rios e córregos pelo tratamento parcial de esgotos urbanos. Consiste em um tanque impermeabilizado, preenchido com diferentes camadas de substrato e plantado com espécies vegetais de crescimento rápido e alta demanda por água. O sistema recebe o efluente dos vasos sanitários, que passa por processos naturais de degradação microbiana da matéria orgânica, mineralização de nutrientes, absorção e evapotranspiração pelas plantas. Cada módulo é dimensionado para uma unidade familiar. (GALBIATI, 2009).

### **3.4. Filtro Biológico**

O filtro é construído para tratamento de águas cinzas. A água proveniente de pias e ralos passa por uma zona anaeróbica, em um tanque fechado com bactérias que atuam na decomposição de restos orgânicos. A água permanece armazenada neste compartimento por três dias, portanto deve ser provisionado o dimensionamento para atender o número de pessoas e consumo médio da habitação. A partir daí, a água goteja em um tanque, passa por uma zona de pedra, posteriormente, por um tanque de raízes de plantas aquáticas e por fim segue para uma zona de plantio de alguma espécie que consuma bastante água, como por exemplo, bananeiras. (Axeno 4).

### **3.5. Compostagem orgânica**

Consiste na decomposição de resíduos orgânicos em tanques, podem ser usados minhocários no processo ou não. O isolamento do compartimento vai aumentar de temperatura, criando o ambiente ideal para a decomposição ecológica da matéria sólida. Deve-se adicionar um pouco de serragem ou papelão picado para garantir a proporção correta de ingredientes úmidos e secos, como também garantir uma fonte de carbono. São Francisco nos EUA, começou a realizar compostagem de resíduos de alimentos e jardins desde 1996 e virou obrigatoriedade em 2009. No Brasil, o Estado do Paraná demonstrou interesse pela iniciativa conforme Nota Técnica divulgada pelo Ministério Público do Estado do Paraná: “devido a Política Estadual e Nacional de Resíduos Sólidos, respectivamente Lei 12.493/1999 e Lei 12.305/2010, bem como a necessidade de alternativas técnicas de baixo custo para o tratamento de resíduos sólidos urbanos nos municípios do Estado do Paraná, verifica-se que a compostagem apresenta-se como uma alternativa viável técnica, social, ambiental e economicamente”. Os resíduos sólidos orgânicos representam em média um 50% do total de resíduos gerados em todo o território do Brasil conforme informações publicadas no Panorama 2012 pela ABRELPE e na Publicação da AIDIS sobre Resíduos Sólidos Urbanos na América Latina.

#### **4. Considerações finais**

A arquitetura em sua diversidade de interpretações e aplicações, é fundamental na criação de condições mínimas para o desenvolvimento humano e qualidade de vida. Diante do incentivo à “moradia digna”, programas de redução de impostos e outras propostas atuais para melhoria das condições de habitação no país, o que se vê como resultado é a intensa repetição de modelos antiquados e ineficazes, sem orientação ou questionamento crítico daqueles que os exercem. O conhecimento de técnicas tradicionais, bem como a inovação e uso de técnicas alternativas, hoje são esquecidas junto com a ética e valores da profissão. Algumas iniciativas existem, mas sem apelo comercial, não são apoiadas com a consistência necessária para vencer um padrão de mercado. Tais modelos persistem, promovendo ainda mais a segregação e a desigualdade social.

Os aspectos propostos pela Bioarquitetura promovem em pequenos níveis a mudança gradativa para um olhar condizente ao conceito de sustentabilidade, sem a distorção ou a promoção de termos vazios. A capacitação da população de baixa renda sem teto pode influenciar uma mudança efetiva no sistema precário de habitações e

principalmente, contribuir para a gestão da autoconstrução através de sistemas de mutirões organizados.

“O mundo mudou muito. Há escassez de materiais tradicionais de construção e de mão-de-obra com este conhecimento. Trata-se antes de responder aos desafios atuais da questão habitacional e apresentar alternativas, aplicando no processo construtivo uma combinação de técnicas tradicionais e modernas. Não se deve pensar que utilizando unicamente uma das técnicas propostas, o construtor vá obter um milagre em sua construção. A combinação de várias técnicas é o que permitirá a criação de um ambiente mais harmonioso para se viver”. (Lengen, 2008)

## 5. Referências bibliográficas

- ROGERS, R. *Cidades Para Um Pequeno Planeta*. Londres: Faber and Faber Limited. 2011.
- FERREIRA, J. S. W. *Produzir casas ou construir cidades? Desafios para um novo Brasil urbano*. São Paulo: LABHAB; FUPAM, 2012.
- LENGEN, J. V. *Manual do arquiteto descalço*. São Paulo: Empório do Livro. 2008.
- MINKE, G. *Building with Earth. Design and Technology of a Sustainable Architecture* Birkhäuser – Publishers for Architecture. Berlim: 2006.
- MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Secretaria de Extrativismo e Desenvolvimento Rural Sustentável. Departamento de Desenvolvimento Rural Sustentável. *Apostila do Curso de Bioconstrução*. Cecília Prompt - Brasília: MMA, 2008.
- ALVES, B. S. Q. *Banheiro Seco: Análise da Eficiência de Protótipos em Funcionamento*. Trabalho de Conclusão de Curso. Departamento de Ciências Biológicas. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis. 2009.
- LE MOS, S. S. *Estudo de banheiro seco e desenvolvimento de materiais de capacitação para sua implantação e aproveitamento dos subprodutos gerados*. Trabalho de Conclusão de Curso. Centro Tecnológico em Engenharia Sanitária e Ambiental. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis. 2009.
- GALBIATI, A. F. *Tratamento domiciliar de águas negras através de tanque de evapotranspiração*. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Federal de Mato Grosso do Sul. Centro de Ciências Exatas e Tecnologia. Campo Grande. 2009.
- MENDES, C. & VERÍSSIMO, C. & BITTAR, W. *Arquitetura no Brasil de Cabral a Dom João VI*. Rio de Janeiro. 2007.

### 5.1. Sites

Vitruvius

[www.vitruvius.com.br](http://www.vitruvius.com.br)

Texto: Perspectivas e desafios para o jovem arquiteto no Brasil. João Sette Whitaker Ferreira. Acessado em 01/05/2013.

Fundação Getúlio Vargas - Pesquisa

[www.portal.fgv.br/pesquisa](http://www.portal.fgv.br/pesquisa)

Consumidor de materiais de construção muda em 2013. Robson Gonçalves, pesquisador da FGV. Acessado em 20/12/2012.

Instituto Trata Brasil

[www.tratabrasil.org.br](http://www.tratabrasil.org.br)

Acessado em 13/08/2013

Compostagem orgânica

[www.compostagemorganica.com.br](http://www.compostagemorganica.com.br)

Acessado em 20/07/2013

Ministério do Meio Ambiente

[www.mma.gov.br/cidades-sustentaveis](http://www.mma.gov.br/cidades-sustentaveis)

Acessado em 01/07/2013

ABRELPE

[www.abrelpe.org.br](http://www.abrelpe.org.br)

Acessado em 01/07/2013

Hundertwasser

[www.hundertwasser.at/english/oeuvre/arch/architektur.php](http://www.hundertwasser.at/english/oeuvre/arch/architektur.php)

Acessado em 06/10/2012

Blog Banheiro Seco Ecológico

[banheirosecoecologico.blogspot.com.br](http://banheirosecoecologico.blogspot.com.br)

Acessado em 20/12/2012.

## ANEXOS

1. Ocupação de assentamentos informais e precários em áreas protegidas ambientalmente, em mananciais na Zona Sul de São Paulo-SP, como única possibilidade de moradia para a população de baixa-renda. (FERREIRA, 2012)



2. Construção com Terra Crua: Entrevista da Revista do Conselho Regional de Engenharia e Arquitetura do Rio Grande do Sul com o arquiteto e engenheiro Gernot Minke.

Considerado uma das maiores autoridades do mundo em arquitetura sustentável, o professor doutor, engenheiro e arquiteto alemão Gernot Minke, que dirige o Laboratório de Construções Experimentais da Universidade de Kassel, na Alemanha, já enfrentou muitos obstáculos nos seus 35 anos de trabalho. “Nossas soluções são mais baratas, porque usamos materiais locais nas construções, como telhados de palha, bambu e barro”, afirma. Uma das maiores contribuições de Minke é a sua contínua pesquisa e inovação, desenvolvendo técnicas avançadas de construção com terra crua, melhorando a Composição dos adobes para não utilizar rebocos, aprofundando as vantagens de isolamento térmico e acústico das construções com terra crua. Sob sua supervisão, foi construída na área do Integrar Centro de Vivências, em Picada Café (RS), uma cúpula de terra crua, adobe, de 9 metros de diâmetro, com telhado verde. A primeira na América Latina com essas características, essa estrutura, desenhada no laboratório coordenado pelo arquiteto Minke, combina o uso tradicional da terra crua junto à mais moderna tecnologia de construção. Utiliza-se uma guia rotatória que marca o raio exato e a curvatura especificamente calculada para oferecer estabilidade à estrutura e uma acústica ímpar. Seu desenho e técnica de construção resgatam a energia dos templos sagrados da



Antiguidade, proporcionando o continente ideal para trabalhos de crescimento interior e expansão da consciência. Ele já foi convidado para apresentar seu trabalho em países como Guatemala, Bolívia, Chile, Equador, México, Índia e é reconhecido na Europa. Só no Brasil, fez mais de 30 palestras nos últimos 20 anos. Nesse período, o Laboratório de Construções Experimentais da Universidade de Kassel desenvolveu mais de 50 pesquisas sobre técnicas e materiais utilizados na Bioarquitetura, atraindo incentivo e a ajuda financeira de organizações internacionais interessadas no desenvolvimento sustentável e alternativo. Entre as diversas palestras que realizou em março no Brasil, Minke participou como convidado especial do Seminário Gestão Sustentável, que aconteceu na PUCRS.

*Conselho em Revista – O que é a Bioarquitetura?*

Gernot Minke – São construções que utilizam materiais naturais, do local e clima. Telhados com vegetação, cuidado intenso na conservação e utilização de energia, gerando construções que causem o mínimo impacto ambiental possível. É importante usar a climatização passiva na arquitetura e técnicas simples para facilitar o trabalho dos executores, sem conhecimentos complicados. É aproveitado o passivo dos recursos naturais – iluminação natural, ventilação e microclimas – junto com a obtenção da eficiência energética do lugar. O Brasil é rico neste aspecto, pois é um país ensolarado. A Bioarquitetura considera não apenas seus aspectos técnicos, mas analisa toda a cadeia produtiva ao qual perpassam, desde a extração e o manejo da matéria-prima até as distâncias percorridas em seu trajeto, os processos de transformação e incorporação de substâncias, a durabilidade, degradação e sua reintegração à natureza. Analisando o ciclo de vida dos materiais, obtêm-se dados sobre os impactos que causam à natureza e à saúde humana, sendo possível tomar decisões conscientes e comprometidas com o meio ambiente e com as gerações atuais e futuras. Para preparar, transportar e trabalhar o barro numa obra se necessita apenas de 1% da energia requerida para a preparação, transporte e elaboração do concreto armado ou das cerâmicas cozidas. O barro pode ser reutilizado infinitamente, bastando triturá-lo e umedecê-lo com água. Em comparação com outros materiais, o barro nunca causará contaminação do meio ambiente.

*CR – Quais são os materiais utilizados na Bioarquitetura?*

Minke – A terra argilosa, o barro. Uma das técnicas principais da Bioarquitetura é a construção com terra crua. Em vez de utilizar energia para fazer tijolos, essa téc.-

Nica propõe a utilização da terra crua. Há outras técnicas, com pau-a-pique, taipas de pilão, fardos de palha. O Brasil tem em sua história muita sabedoria registrada sobre a construção com terra crua. A técnica do pau-a-pique, por exemplo, muito utilizada historicamente no país, está sendo valorizada como alternativa para construções de vários portes. Há o adobe, que são blocos de terra crua moldados em fôrmas por processo artesanal ou semi-industrial. Secos naturalmente, seu processo de fabricação não acarreta em desmatamento, nem emissão de gás carbônico na atmosfera como os tijolos cozidos. Podem conter outros materiais e substâncias em sua composição para melhorar seu desempenho, o que deve ser equilibrado com as quantidades de areia e argila presentes no solo. Em certos casos, utilizam-se fibras vegetais para conter sua retração. Possuem ótima qualidade termo acústica. São assentados com a mesma mistura de sua composição e podem formar paredes autoportantes (dispensam pilares) ou de vedação. A construção de paredes com fardos de palha também é uma das técnicas construtivas mais simples, baratas e assimiláveis da Bioarquitetura. Os fardos de palha são empilhados entre os pilares da edificação, proporcionando um ótimo isolamento térmico (não armazena calor) e acústico com custo reduzido. Esses sistemas já são encontrados perto de aeroportos e rodovias nos EUA e na Europa como barreiras de som.

*CR – A construção com terra crua não é muito frágil?*

Minke – Não. Desde que sejam bem feitas e com boas técnicas, as construções com terra crua podem suportar sismos sem problemas. Podem durar para sempre. As casas

desabam porque o terreno não está bem preparado ou a construção é de baixa qualidade, não por serem construídas com terra ou adobes. Também é preciso existir um tipo de impermeabilizante. As vantagens de construir com terra crua estão sendo aproveitadas hoje em dia na Europa pelas famílias com maior poder aquisitivo, enquanto na América Latina esse tipo de construção costuma ser relacionado à falta de recursos financeiros. Esse preconceito faz com que seja ainda restrito o número de pessoas que optam por esta técnica. Mas são construídos edifícios de vidro que depois têm que ser protegidos do sol intenso. Não dá para entender.

*CR – O senhor coordena um laboratório na Alemanha?*

Minke – Sim, na Universidade de Kassel, dirijo um Laboratório de Construções Experimentais. Nos últimos 35 anos, desenvolvemos 50 estudos sobre técnicas e materiais sustentáveis, na maioria com investigação de técnicas que utilizem o barro, mas também temos trabalhos com bambus, fardos de palha, que formam a parede.

*CR – São casas populares?*

Minke – Sim, mas também já construímos creches, salas de multiuso, oficinas, um centro de saúde na cidade de Kohl, uma creche antropozóica em Sérum, um hotel em Kassel e muitas residências de altíssimo padrão. Também podemos construir prédios grandes. Temos na Alemanha uma habitação para sete famílias, com três pisos, com esqueleto de madeira e as paredes feitas de barro. Junto com o Integrai - Centro de Vivências, em Picada Café, construímos cabanas de terra crua e telhado vivo para moradia e hospedagem. Realizamos nesse ambiente um workshop para engenheiros, arquitetos, mestres-de-obras, empreiteiros e administradores públicos interessados em conhecer e discutir as possibilidades de adoção de técnicas de Bioarquitetura nos empreendimentos de construção civil, privados e públicos. É muito importante a prática de técnicas alternativas, pois elas não aparecem no currículo das universidades. Senti uma enorme receptividade por parte desses profissionais, com muita disponibilidade para conhecerem e desenvolverem as diversas técnicas. Mas não é possível aprender em apenas cinco dias. Esse é o problema, é preciso mais prática. E a Bioarquitetura é a única solução para o futuro do planeta. Não podemos utilizar mais concreto e materiais pré-fabricados, que contribuem para a poluição. A demanda da população mundial é muito maior que a produção de materiais industriais.

*CR – Quais são as vantagens do barro, a sua umidade?*

Minke – O barro absorve a umidade quando é maior que 50%, ocorrendo o contrário quando é menos. A minha casa foi construída com o barro tirado do próprio terreno e moldado de formas diferentes. O barro garante conforto térmico no inverno e no verão porque a umidade é mantida em níveis ideais, pois o barro tem essas características: absorção e expansão. Em geral, são ambientes com calor e claros, mas usamos tubos subterrâneos para esfriar, economizando mais de 60% da energia em comparação aos sistemas de ar-condicionado.

*CR – Como está o desenvolvimento da Bioarquitetura no mundo?*

Minke – Na Alemanha, há um movimento muito grande nesse sentido. Lá fazemos uma combinação entre palha e barro. É preciso otimizar os materiais, pesquisamos qual é a possibilidade de mão-de-obra mais barata no país e depois escolhemos a técnica. A Bioarquitetura cresce em todo o mundo, e no Brasil, nos últimos anos, vem aumentando muito rápido. Há muito entusiasmo.

Edifício de apartamentos em Darmstadt, Alemanha, pelo arquiteto austríaco Friedensreich Hundertwasser.



Casa Akil Sami. Projeto do arquiteto Hassan Fathy em Dashur, no Egito.





Casa Akil Sami, no Egito. O uso de técnicas tradicionais garante à casa temperatura agradável no calor norte-africano.



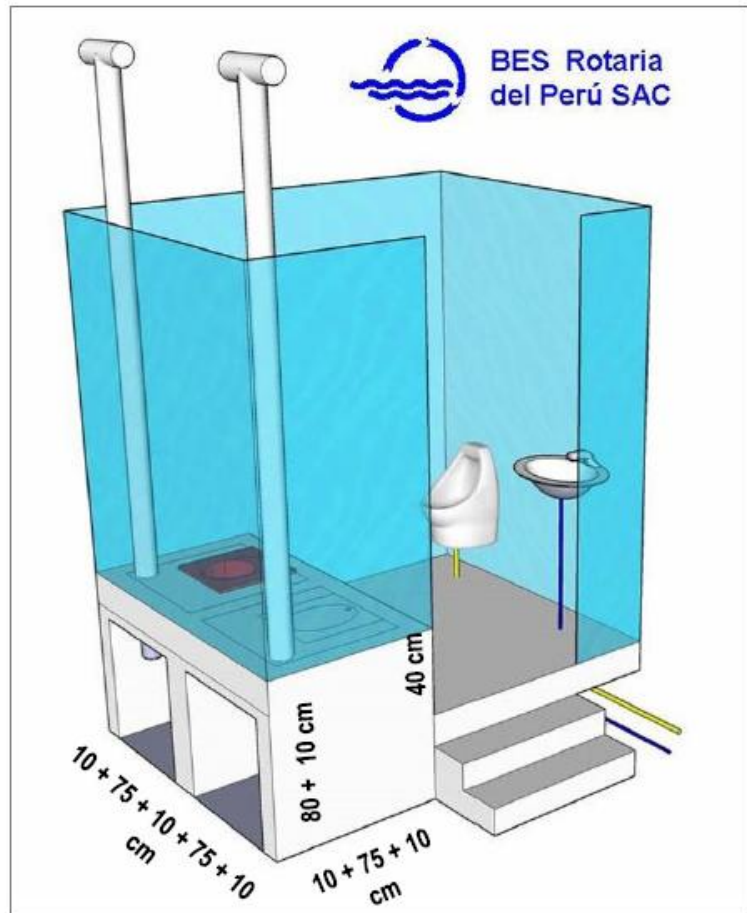
Sa Bassa Blanca. O arquiteto Hassan Fathy transformou essa antiga fortaleza em Maiorca, Espanha, em uma casa de campo. Ele usou técnicas tradicionais do norte da África e tijolos antigos.



(Fonte: [casa.abril.com.br](http://casa.abril.com.br) – Acessado em 12/06/2013)

### 3. Projeto de Banheiro Seco

<b>2 CAMARAS con BANCA</b>
150 Adobes (10cm : 12cm : 20cm)
½ Bolsa de cemento con
½ Cubo de arena fina
½ Cubo de piedra y/o ½ Cubo de hormigón
6 carretillas de barro para levantar muro
20 carretillas de barro fino para acabado
2 listones 60 cm para las aberturas
6 listones de 120cm x 4cm x 2cm
1 listón de 180cm x 15cm x 4cm
1kg de clavos 2"
1 ½ tercios de carrizo o de madera
<b>INSTALACIONES</b>
2 tubos desagües de 4"
1-2 tubo desagües de 2"
2 Te de 2"
4 codos desagüe 2"
1 Taza separadora con asiento y tapa
1 Urinario "seco"
1 Lavamanos
1 Grifo de agua
1 Tubos de agua ½"
3 Codos de agua ½"
<b>CASA</b>
Adobe, Quincha, Madera, con o sin ducha



Fonte: [banheirosecoecologico.blogspot.com.br](http://banheirosecoecologico.blogspot.com.br)

4. Exemplo do funcionamento de um círculo de bananeiras, forma simples e eficaz de tratar a água cinza. (Ministério do Meio Ambiente, 2008. Fonte: Create an Oasis with Graywater, de Art Ludwig)

