

Simpósio Temático

Sustentabilidade na Habitação de Interesse Social: cultural e social, ambiental e econômica.

SUSTENTABILIDADE E HABITAÇÃO DE INTERESSE SOCIAL-HIS: INTEGRAÇÃO DOS PRINCÍPIOS DA SUSTENTABILIDADE NA PRODUÇÃO DO PARTIDO ARQUITETÔNICO

Márcio Rosa D'Avila, Arq. Dr.

Faculdade de Arquitetura e Urbanismo - FAUPUCRS

Resumo

Os desafios para a construção da cidade, em especial a construção de políticas públicas de interesse social mais sustentável, remetem ao importante papel das Instituições de Ensino Superior - IES, seja este por meio do ensino, pesquisa e ou envolvimento ativo nos processos de reflexões e ações imediatas que integrem os conceitos norteadores da sustentabilidade na diminuição do déficit habitacional. A emergência de adoção de ações globais e a complexidade no tratamento de questões da sustentabilidade - de ordem econômica, social, ambiental e cultural – na promoção de políticas públicas para a produção Habitação de Interesse Social-HIS colocam às IES esse desafio para o avanço da construção do conhecimento científico, articulação dos diversos segmentos da sociedade e formação profissional.

A realidade de muitos projetos de habitação de interesse social desenvolvidos por diferentes órgãos federais, estaduais e municipais desconsidera o aspecto sustentável. Esses projetos, em grande parte, apresentam uma tipologia habitacional limitada, materiais e elementos construtivos não apropriados as características climáticas do local, levando a efeitos negativos sobre o conforto térmico, consumo energético e impacto ambiental.

A redução do déficit habitacional não se restringe somente a produção da edificação, mas envolve múltiplos aspectos de ordem socioeconômicos, ecológico, sustentável, concepção projetual e formação profissional. O presente artigo apresenta estudos de casos e pesquisa em fase inicial. Essa pesquisa tem como objetivo investigar o processo de capacitação teórico-prático de profissionais atuantes no mercado, comunidades organizadas, agentes e técnicos de repartições públicas e o reflexo desse processo de formação na concretização de ações reais que venham produzir soluções arquitetônicas, urbanísticas e tecnológicas voltadas à produção da habitação

de interesse social mais sustentável. Nessas soluções a integração dos princípios norteadores da sustentabilidade é parte fundamental desse processo.

Palavras-chave: *habitação rural, sustentabilidade na edificação, canteiro experimental, capacitação, políticas públicas, sustentabilidade, materiais alternativos, eficiência energética.*

Abstract

Reducing housing deficit is not restricted to production of the building. This involved aspects: socioeconomic, ecological, sustainable, design and training. This article presents case studies and research ongoing. This research aims to investigate the process of theoretical and practical training for professionals in the market, organized communities and technical staff of government agencies. Are discussed the reflection of this process on the training and implementation of real actions, that will produce solutions architectural, urban and technology. These actions are directed to the production of social housing more sustainable. In these solutions the integration of the guiding principles of sustainability is part of that process.

Key-words: rural housing, sustainability in building; experimental laboratory; training, public policy, sustainability, alternative materials; energy efficient building.

Índice

1. Introdução	4
2 Justificativa	5
3 Estudos de casos: ensino, pesquisa, reflexões, formação e ações que integrem os elementos norteadores da sustentabilidade	6
3.1 Estudo de caso: tecnologias sustentáveis no ambiente construído para região rural – capacitação por meio de oficinas teórico-prático	7
3.1.1 Movimento dos Pequenos Agricultores	7
3.1.2 Centro de Formação Camponesa Alimentos, Bioenergia e Bioconstrução	8
3.1.3 Procedimento metodológico	11
3.1.4 Desenvolvimento e produção de duas edificações mais sustentáveis ...	12
3.1.5 Resultados	15
3.2 Estudo de caso: Sensibilização da sociedade civil e da comunidade acadêmica para o uso de tecnologia sustentável na edificação - Exposição interativa sobre o tema <i>Telhado Vivo</i> no Museu de Ciência e Tecnologia da PUCRS	15
3.2.1 Procedimento metodológico	16
3.2.2 Concepção, execução, exposição de painéis e elementos prototípicos com diferentes coberturas	16
3.2.3 Coleta de temperaturas internas dos elementos prototípicos.....	17
3.2.4 Consideração final	20
3.3 Atividades teórico-prático em Canteiro Experimental da FAUPUCRS	20
3.3.1 Objetivo	21
3.3.2 Elemento prototípico	22
3.3.3 Procedimento metodológico	23
4. Considerações finais	25

1. Introdução

Os princípios e estratégias gerais da sustentabilidade indicam a integração das dimensões ambiental, social, econômica e cultural. Partindo do pressuposto que o ambiente construído deve ser ajustado aos novos paradigmas da sustentabilidade, a temática da sustentabilidade insere-se cada vez mais como pauta nas discussões do planejamento urbano, regional e do projeto arquitetônico. As reflexões surgidas a partir dessas discussões remetem ao processo de desenvolvimento econômico que tem como consequência um grande impacto sobre o meio ambiente (MÜLLER-PLANTENBERG, 2005; GIANANTI, 1988).

Estudos mostram que o setor da construção civil demanda fontes energéticas de forma ineficiente e causa ações negativas ao meio ambiente, provocadas pelo consumo excessivo de recursos naturais não renováveis e pela geração de resíduos (TOZZI, 2006). Segundo John e Agopyan (2000), o resíduo da construção civil gerado nas cidades é igual ou superior ao domiciliar. Pinto (1999) ressalva que no Brasil o entulho da construção civil representa entre 41% e 70% da massa de resíduos, caracterizando assim, as atividades da construção civil como as maiores geradoras de resíduos urbanos.

O condicionamento térmico da edificação é um dos responsáveis pela contribuição crescente da demanda energética no cenário nacional. Segundo o Relatório Final do Balanço Energético Nacional – BEN, ano base de 2007, o consumo final da energia no país foi 3,5 vezes superior ao de 1970 (MME 2008). O mesmo aponta que a concentração do uso total de energia elétrica neste período ocorreu entre os seguimentos dos consumidores da indústria, com 46,7%, seguido do residencial com 22,1%.

A limitação dos recursos naturais remete a uma reavaliação da relação da humanidade com o meio ambiente. Essa reavaliação conduz, no setor da construção civil, à busca de um conjunto de soluções e ações concretas que venham minimizar reduzir o impacto ambiental.

2 Justificativa

As políticas públicas, até o final dos anos 90, não apresentaram nenhuma ação no âmbito nacional que preenchesse a lacuna deixada pelo Banco Nacional da Habitação-BNH. Tal carência de ações governamentais no período entre 1986 a 1989 contribuiu, significativamente, para o aumento da expansão desordenada da periferia e das favelas nas médias e grandes cidades brasileiras. Atualmente presenciamos o avanço do cenário macro-econômico e a ampliação do financiamento e do subsídio para o subsistema de habitação de mercado e habitação de interesse social, o qual tem gerado uma explosão imobiliária. Desde 2004 vem ocorrendo uma substancial elevação dos recursos destinados à produção habitacional, ampliando o atendimento na faixa de renda mais baixa atingida pelo déficit habitacional¹. Avaliando a elevação dos investimentos na construção civil, torna-se inevitável uma alteração significativa do quadro da produção habitacional no país. Segundo Bonduki (2008), depois de vinte e cinco anos de estagnação, a ampliação da produção de mercado é estratégica para o enfrentamento do déficit habitacional. No que tange a responsabilidade dos municípios na implementação dos programas de urbanização de favelas e assentamentos precários, Bonduki (2008) aponta

[...] um forte limite na baixa capacidade administrativa e gerencial dos governos locais, que não tem pessoal qualificado e estrutura institucional para enfrentar um repentino e acelerado processo de crescimento do investimento, correndo-se o risco de não gastar os recursos alocados ou gastá-los mal.

A ausência de um aporte suficiente de técnicos qualificados nos governos locais e a demanda de uma produção acelerada por novas habitações de interesse social resulta, em grande parte, no desfecho de projetos habitacionais de interesse social que apresentam uma tipologia limitada, caracterizados pela monotonia da arquitetura, carência de relação com o entorno, localização periférica, despreocupação com o meio físico, limitação e ausência da participação comunitária. A dimensão das habitações não corresponde as reais necessidades dos moradores e a escolha dos materiais utilizados na construção da edificação não considera as variações climáticas

¹ Segundo a Fundação João Pinheiro o déficit habitacional pode ser entendido como “déficit por reposição do estoque” e “déficit por incremento de estoque”. O déficit por reposição do estoque refere-se aos domicílios rústicos, aos quais deveria ser acrescida parcela devida à depreciação dos domicílios. O déficit por incremento de estoque contempla os domicílios improvisados, parte da coabitação familiar e dois tipos de domicílios alugados: os fortemente adensados e aqueles em que famílias pobres (renda familiar até três salários mínimos) pagam 30% ou mais da sua renda familiar para o locador. (MINISTÉRIO DAS CIDADES. SECRETARIA NACIONAL DE HABITAÇÃO, 2007).

do local e seus efeitos sobre o conforto térmico do usuário e consumo energético da edificação (RIVERO, 1985; D AVILA 2006).

Os materiais de construção empregados e as tecnologias utilizadas na construção, em sua maioria, contrapõem a característica arquitetônica do local de implantação da edificação. A utilização de materiais industrializados, que muitas vezes provêm de regiões distantes, demanda excessiva energia para produção, transporte e gera impacto ambiental devido ao processo de extração. Neste contexto a integração e adaptação de técnicas, tecnologias, materiais menos impactantes e a participação de grupos interdisciplinares de profissionais, em todo o processo de concepção e execução do projeto, são aspectos imprescindíveis para a eficiência energética e a redução dos impactos ambientais gerados pela indústria da construção civil.

Os desafios no planejamento urbano, em especial a construção de políticas públicas de interesse social mais sustentável, remetem ao importante papel das Instituições de Ensino Superior-IES (pesquisadores, professores, estudantes, grupos de pesquisa, etc.), seja este por meio do ensino, pesquisa e ou envolvimento ativo nos processos de reflexões e ações imediatas que integrem os elementos norteadores da sustentabilidade na diminuição do déficit habitacional e na construção civil como um todo. A emergência de adoção de ações globais e a complexidade no tratamento de questões da sustentabilidade² no planejamento arquitetônico, urbano, regional e na produção da Habitação de Interesse Social-HIS demandam crescente capacitação profissional. Acompanhado a capacitação profissional é indispensável a articulação de diversos segmentos da sociedade, como por exemplo, entre a comunidade científica, IES, sociedade civil organizada e gestores na construção do conhecimento científico e formulação de propostas para o desenvolvimento mais sustentável.

3 Estudos de casos: ensino, pesquisa, reflexões, formação e ações que integrem os elementos norteadores da sustentabilidade

A seguir são abordados a análise de estudos de casos e processo pedagógico para capacitação profissional em curso. Esses estudos envolvem ações pedagógicas e atividades práticas para verificar o potencial de implementação de tecnologias e materiais não convencionais na produção da edificação mais sustentável, capacitação

² De ordem econômica, social, ambiental e cultural.

profissional e a sensibilização para a questão da sustentabilidade na arquitetura e urbanismo. Desta forma, objetiva-se contribuir para a construção do conhecimento frente aos problemas atuais que apresentam uma crescente demanda por projetos adequados às exigências contemporâneas.

3.1 Estudo de caso: tecnologias sustentáveis no ambiente construído para região rural – capacitação por meio de oficinas teórico-prático

Este primeiro estudo de caso aborda experiências práticas no contexto da produção de edificações mais sustentável para o meio rural. Nesta experiência foram envolvidos integrantes do Movimento dos Pequenos Agricultores-MPA no processo de capacitação através de oficinas teórico-prático. Nessas oficinas foram utilizados materiais de construção locais, técnicas e tecnologias sustentáveis na construção das primeiras edificações no Complexo Agroindustrial e Profissionalizante Alimentos e Bioenergia São Francisco de Assis, localizado no município de Santa Cruz do Sul, no estado do Rio Grande do Sul. Para o processo de formação optou-se por uma metodologia participativa envolvendo atividades teóricas e práticas.

3.1.1 Movimento dos Pequenos Agricultores

A concepção do Programa de Habitação Camponesa teve seu início em 2002 após um longo processo de negociação entre a Caixa Econômica Federal-CEF e o Movimento dos Pequenos Agricultores-MPA³. O Programa de Habitação Camponesa, na condição de projeto piloto, construiu 2000 habitações no estado do Rio Grande do Sul, servindo posteriormente como base para implementação de uma política nacional de habitação rural, até então inexistente. O projeto piloto foi extinto e atualmente está em vigor em todo o país o Programa Nacional de Habitação Rural⁴. Através desse programa, o MPA tem coordenado no estado do Rio Grande do Sul, ao longo dos últimos anos, a construção de mais de 6.000 moradias populares no meio rural, atendendo 4.122 famílias e cerca 16.488 pessoas, distribuídos em 95 municípios desse estado.

³O Movimento dos Pequenos Agricultores (MPA) nasceu na década de 90 a partir das crises enfrentadas pelos pequenos produtores no estado do Rio Grande do Sul.

⁴Decreto presidencial publicado em 13/5/2009 destina R\$ 500 milhões através do Programa Nacional de Habitação Rural para agricultores e trabalhadores rurais com renda bruta familiar anual de até R\$ 60 mil. Serão beneficiados pelo programa três grupos de trabalhadores: os agricultores com renda bruta anual familiar até R\$ 10.000, os com renda bruta familiar anual entre R\$ 10.000 e R\$ 22.000 e os de renda bruta familiar anual superior a R\$ 22.000 e inferior a R\$ 60.000. Fonte Agência Brasil – Empresa Brasil de Comunicação. Acesso 03.06.2010: <http://agenciabrasil.ebc.com.br/arquivo/noticia/programa-nacional-de-abita%C3%A7%C3%A3o-rural-vai-destinar-r-500-mi-para-trabalhadores-rurais>.

Acompanhando o desenvolvimento de políticas públicas para a produção de habitações de interesse social no meio rural, o MPA e suas organizações, cooperativas e associações, ao longo dos últimos cinco anos, iniciaram um trabalho específico na construção de moradias com as técnicas da bioconstrução⁵ no esforço de reabilitar a arquitetura vernácula⁶ reapropriando os conhecimentos do uso de materiais locais como, por exemplo, a madeira, a taquara, o barro e a palha. Ao todo foram executadas mais de dez moradias com aplicação parcial ou total dos princípios da bioconstrução com variados desenhos de utilização de matérias primas locais.

Associado a difusão de edificações com propósitos mais sustentáveis no meio rural, o MPA criou o Complexo Agroindustrial e Profissionalizante Alimentos e Bioenergia São Francisco de Assis. Esse complexo faz parte do projeto de formação camponesa alimentos e bioenergia e bioconstrução desenvolvido em parceria com a Prefeitura Municipal de Santa Cruz do Sul e a Petrobras. Esse projeto tem como finalidade promover a inclusão social das famílias de pequenos agricultores através do fomento de políticas públicas que venham beneficiar o desenvolvimento de atividades agrícolas que integrem a produção consorciada de alimentos e bioenergia. Junto a produção consorciada o projeto viabiliza a capacitação camponesa na área da construção civil, a fim de impulsionar a formação e a difusão de técnicas, tecnologias e materiais de construção para a produção de edificações mais sustentáveis no meio rural.

3.1.2 Centro de Formação Camponesa Alimentos, Bioenergia e Bioconstrução

A área total do Complexo Agroindustrial Agroindustrial e Profissionalizante Alimentos e Bioenergia São Francisco de Assis é composta por 41 hectares (figura 1). O objetivo do complexo é desenvolver o processo de produção, industrialização e distribuição de alimentos e energia e a formação profissional de camponeses dentro de um novo modelo tecnológico baseado na agroecologia. Este modelo conjuga a produção de alimentos e bioenergia, estimulando a geração de trabalho e renda com planejamento

⁵O conceito de bioconstrução também denominado como arquitetura sustentável ou arquitetura ecológica consiste na aplicação de conhecimentos e técnicas de engenharia do ambiente, engenharia civil e engenharia de materiais no campo da arquitetura. São utilizados materiais de construção e tecnologias objetivando o baixo impacto ambiental e a otimização do uso dos recursos naturais e da energia.

⁶Segundo Oliver o conceito de arquitetura vernácula: Vernacular architecture comprises the dwellings and all other buildings of the people. Related to their environmental contexts and available resources, they are customarily owner- or community-built, utilizing traditional technologies. All forms of vernacular architecture are built to meet specific needs, accommodating the values, economies and ways of living of the cultures that produce them. (Oliver 1997:xxxiii)

e gestão coletiva e democrática, a fim de influenciar o desenvolvimento social, econômico e ambiental de forma sustentável no meio rural.



Figura 1: Demarcação da área do Complexo Agroindustrial Agroindustrial e Profissionalizante Alimentos e Bioenergia São Francisco de Assis (2005).

Os princípios da bioconstrução nortearam o processo de concepção arquitetônica do Centro de Formação Camponesa Alimentos e Bioenergia e Bioconstrução. Neste sentido, como difusão de tecnologias mais sustentáveis para o ambiente construído o espaço físico do Centro de Formação foi palco de um processo de capacitação de integrantes do MPA. A área institucional do Centro de Formação Camponesa Alimentos e Bioenergia e Bioconstrução é formada por escritórios, salas de reuniões, refeitório e auditório, contabilizando uma área construída de aproximadamente 800 m² (figura 2).



Figura 2: Projeto arquitetônico do Centro de Formação Camponesa Alimentos e Bioenergia e Bioconstrução. Projeto: Arquiteto Márcio Rosa D'Avila.

Por meio do processo de construção do Centro de Formação serão capacitadas cerca de 240 pessoas. A intenção é capacitá-las no domínio das técnicas de bioconstrução, como forma de popularizar estes modelos na concepção e produção de moradias e outras edificações rurais.

Após o término da construção do espaço físico do Centro de Formação, suas instalações serão utilizadas em abrangência nacional. De modo especial, serão beneficiados pequenos agricultores da região sul com uma previsão de atingir diretamente 40 mil famílias. O Centro de Formação servirá para seminários, encontros e outras atividades de formação, como a distribuição de sementes, mudas e insumos orgânicos para as comunidades vinculadas ao trabalho do MPA e das cooperativas e entidades parceiras do Projeto de Formação Camponesa Alimentos e Bioenergia e Bioconstrução.

3.1.3 Procedimento metodológico

A metodologia de trabalho para a implementação, formação e disseminação de tecnologias mais sustentáveis para a produção do ambiente construído no meio rural teve como foco o processo participativo por meio de atividades teórico-prático. As ações se desenvolveram com grupos de trabalho compostos por integrantes e famílias de pequenos agricultores. A proposta de uma diversidade de tecnologias, desenvolvidas nas construções, teve como viés aos grupos de trabalho em geral a aprendizagem e comparação de diferentes tecnologias. A metodologia utilizada na execução das edificações teve como paradigma o método de pesquisa *Pesquisa-ação*⁷, cujo desenvolvimento procurou garantir a participação em todo o processo construtivo. Nessas edificações foram utilizados materiais e técnicas não convencionais na execução do projeto, instigando a participação de todo o grupo. Antecedeu o início da construção do espaço físico central do Complexo Agroindustrial e Profissionalizante Alimentos e Bioenergia a execução de duas edificações por meio de oficinas de trabalho teórico-prático, desenvolvidos com integrantes do MPA (figuras 3, 4, 5, 6).

⁷Segundo Thiollent a pesquisa-ação: [...] é um tipo de pesquisa social com base empírica que é concebida e realizada em estreita associação com uma ação ou com a resolução de um problema coletivo e no qual os pesquisadores e os participantes representativos da situação ou do problema estão envolvidos de modo cooperativo ou participativo.

3.1.4 Desenvolvimento e produção de duas edificações mais sustentáveis

As atividades teórico-prático foram realizadas no período entre novembro de 2007 e novembro de 2008, envolvendo integrantes do Movimento dos Pequenos Agricultores de diferentes estados brasileiros.

Antecederam os trabalhos teóricos e práticos todo o processo de desenvolvimento do projeto arquitetônico, levantamento de materiais, estabelecimento de contatos com empresas locais, entre outros.

Na construção das duas edificações foram empregados diferentes sistemas construtivos e materiais de construção oriundos do próprio local e região da construção. Os materiais utilizados foram: madeira, barro, palha de arroz (fardo de palha), bambu, areia, pedra e vegetação, materiais esses encontrados em abundância no meio rural. Para uma maior otimização do processo de preparação dos materiais de construção foram adaptados e desenvolvidos processos de produção e equipamentos adequados (figuras de 7 a 11).

A primeira edificação executada tem uma área construída de 223 m², composta por sala de reunião, cozinha, banheiro e área coberta (figuras 3 e 4). Os invólucros desta edificação são compostos por terra⁸ sendo utilizado como tecnologia de construção o *Super Adobe*⁹. A estrutura é composta por madeira retirada do próprio local e a tecnologia utilizada na cobertura da edificação foi o *Telhado Vivo*¹⁰.



Figura 3: Processo de construção da primeira edificação. Fase 1, 2, 3 e 4. Projeto arquitetônico e execução: Prof. Dr. Arq.



Figura 4: Edificação finalizada. Projeto arquitetônico e execução: Prof. Dr. Arq. Márcio Rosa D'Ávila.

⁸ O invólucro é composto de sacos de polietileno encheidos com terra. A construção das paredes externas é composta por quatro fases: 1. Enchimento e compactação da terra nos sacos de polietileno; 2. processo de estabilização utilizando arame farpado; 3. colocação das aberturas; 4. retirada total do polietileno e execução do reboco e pintura (D'ÁVILA 2006).

⁹ Esta tecnologia foi desenvolvida pelo iraniano Nader khalili na década de 80. Trata-se de uma tecnologia que utiliza saco de polipropileno preenchidos com a terra local e compactado com auxílio de socador (KHALILI 2008).

¹⁰ O *Telhado Vivo* consiste na aplicação de solo e vegetação sobre uma superfície impermeável da cobertura da edificação.

Márcio Rosa D`Avila.

A segunda edificação executada tem uma área construída de 75 m², composta por três dormitórios e dois banheiros. Os invólucros desta edificação são compostos por fibra vegetal.¹¹ A tecnologia construtiva é denominada *fardos de palha*¹². A estrutura é composta por madeira retirada do próprio local e a tecnologia utilizada na cobertura da edificação foi o Telhado Vivo.



Figura 5: Processo de construção da segunda edificação. Projeto arquitetônico e execução: Arquiteto Márcio Rosa D'Avila.



Figura 6: Edificação em processo de finalização. Projeto arquitetônico e execução: Arquiteto Márcio Rosa D'Avila.

¹¹O invólucro é composto por fardos de palha estabilizados com bambus e reboco de barro. A estrutura da edificação é de madeira extraída do próprio local. O processo de construção das paredes é composto por três fases: 1. após a finalização da construção da estrutura e fixação dos marcos das aberturas os fardos de palha são empilhados e estabilizados com bambu; 2. tratamento de superfície e primeira demão de reboco de barro; 3. última demão de reboco de barro e pintura.

¹²A utilização desta tecnologia na construção civil teve seu início nos USA. A partir da década de 20 do século passado esta tecnologia estendeu-se para o Canadá, Austrália e posteriormente para a Europa. Atualmente existem na Europa aproximadamente 400 edificações construídas com essa tecnologia (Minke; Mahlke 2004).

Processo de construção das edificações no Centro de Formação Camponesa Alimentos e Bioenergia e Bioconstrução.



Figura 7: Processo de preparação adaptado. Material para a produção da tecnologia superadobe.



Figura 8: Processo de preparação manual. Material para a produção da tecnologia superadobe.



Figura 9: Processo de preparação adaptado. Material para a produção do reboco.



Figura 10: Processo de preparação manual. Material para a produção do reboco.



Figura 11: Processo de preparação adaptado. Material para a produção do reboco.



Figura 12: Teste 1 a 5 para a composição do material para os trabalhos de reboco.



Figura 13-a e 13-b: fases 1 à 5: Parede externa em estado bruto
Figura 13-b: com acabamento
Construção em terra super-adobe.



Figura 14-a: Parede externa em estado bruto
Figura 14-b trabalhos de reboco.
Construção em fardos de palha.

3.1.5 Resultados

O resultado da qualidade construtiva e da otimização do processo de construção das duas edificações demonstrou a viabilidade da integração dos princípios da Bioconstrução na produção de habitação de interesse social no meio rural. As oficinas teórico-prático comprovam a sua viabilidade no processo de capacitação e sensibilização dos participantes, desencadeando um processo de trabalho coletivo nos grupos. Esse processo de trabalho permitiu a construção das duas primeiras edificações e posteriormente o início das atividades de canteiro de obra para a execução do principal espaço físico do Centro de Formação. A partir do domínio das técnicas, tecnologias e do material, os grupos de trabalhos executavam as atividades do canteiro de obras de forma autônoma. A adaptação de equipamentos de preparação da matéria prima para os elementos construtivos de vedação da edificação desencadeou uma maior dinâmica de trabalho nos grupos e resultados positivos na qualidade dos acabamentos e dos elementos construtivos das edificações (figuras de 12 a 14).

3.2 Estudo de caso: Sensibilização da sociedade civil e da comunidade acadêmica para o uso de tecnologia sustentável na edificação - Exposição interativa sobre o tema *Telhado Vivo* no Museu de Ciência e Tecnologia da PUCRS

Este segundo estudo de caso aborda experiência em curso junto ao Museu de Ciência e Tecnologia da PUCRS, Porto Alegre. Essa experiência trata-se de uma exposição interativa que tem como finalidade contribuir para a difusão do conhecimento e sensibilização da sociedade civil e da comunidade acadêmica para o uso de uma tecnologia da edificação mais sustentável, neste caso o *Telhado Vivo*. A exposição interativa é composta por três elementos prototípicos (figura 23), painel digital para visualizar as temperaturas internas dos elementos prototípicos (figura 22) e painéis explicativos sobre a tecnologia *Telhado Vivo* (figuras de 18 a 21). A finalidade é demonstrar ao público em geral a contribuição dessa tecnologia para o desenvolvimento sustentável na arquitetura e urbanismo.

3.2.1 Procedimento metodológico

Os estudos preliminares e a realização da exposição interativa envolveram: a) pesquisa teórica e experimentos práticos no Canteiro Experimental da FAUPUCRS; b) desenvolvimento e execução de três elementos prototípicos com diferentes coberturas – elemento prototípico 1: com a tecnologia *Telhado Vivo*; elemento prototípico 2: cobertura em telha de fibrocimento - elemento prototípico 3: cobertura em telha galvanizada e, c) organização da exposição por meio do trabalho conjunto entre a Prefeitura Universitária, Museu de Ciência e Tecnologia, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo e Faculdade de Biologia da PUCRS.

3.2.2 Concepção, execução, exposição de painéis e elementos prototípicos com diferentes coberturas

Antecedendo a realização dos elementos prototípicos e sua exposição junto ao MCT da PUCRS uma série de estudos do projeto de pesquisa *Tecnologia Telhado Vivo para Região Metropolitana de Porto Alegre*¹³ em curso (figuras 15 e 30).

Esses estudos envolvem experimentos como: espécies de vegetações, composição de substratos, condutividade térmica, carga, retenção de água e materiais mais sustentáveis encontrados no mercado (D'AVILA; FRITSCHER; PERALTA, 2010). Em cada elemento prototípico encontram-se integrados um medidor de temperatura interno e um externo. As temperaturas dos três elementos prototípicos são visualizadas pelo visitante em um painel central, por meio do qual o visitante poderá comparar a temperatura interna de cada elemento prototípico (figura 22). O projeto e os materiais utilizados na construção dos três elementos prototípicos diferem-se somente no tipo de cobertura. Junto às paredes externas e ao assoalho de cada elemento prototípico são integradas placas de polipropileno com uma espessura de 1 cm.

¹³ Este projeto tem apoio da Pró-Reitoria de Administração e Finanças - PROAF da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul – PUCRS e pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio Grande do Sul - FAPERGS por meio do programa de fomento à pesquisa Auxílio Recém Doutor.



Figura 15: Bateria de testes no canteiro experimental da FAUPUCRS



Figura 16: Execução da cobertura por funcionários da Prefeitura Universitária



Figura 17: Exposição dos elementos prototípicos junto ao MCT da PUCRS

A exposição é constituída por dois tipos de materiais explicativos: o primeiro tipo – painéis – abrange a comunicação escrita, a fim de informar o visitante; o segundo tipo – experiência – abrange percepção através da experiência pessoal. Os painéis informativos foram elaborados com linguagem acessível ao grande público (figuras 4, 5, 6 e 7).



Figura 18: painel de exposição – contexto histórico



Figura 19: painel de exposição – descrição do elemento construtivo e tipo de vegetação



Figura 20: painel de exposição – descrição da eficiência da tecnologia

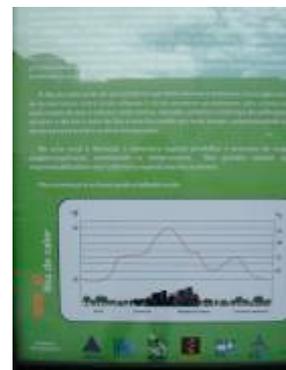


Figura 21: painel de exposição – descrição da eficiência da tecnologia

3.2.3 Coleta de temperaturas internas dos elementos prototípicos

O acesso às informações das temperaturas internas dos três elementos prototípicos é livre. As medições da temperatura interna dos elementos de prototípicos servem de fontes de informações para a pesquisa em curso *Tecnologia Telhado Vivo para Região*

*Metropolitana de Porto Alegre*¹⁴. Devido à radiação solar, que incide somente no período da manhã, no local onde se encontram os elementos prototípicos, são catalogadas sistematicamente as temperaturas nos seguintes horários: às 9h, às 10h30 às 12h (figura 22).



Figura 22: visor digital das temperaturas internas tiradas pelos medidores dos elementos prototípicos



Figura 23: público tendo acesso à exposição

O levantamento das temperaturas em duas situações - as datas são definidas a partir da intensidade da radiação solar: 12 de janeiro e 04 de fevereiro de 2010 – registram diferentes temperaturas nos três elementos prototípicos. Neste caso (gráficos 1 e 2), o elemento prototípico com a cobertura *Telhado Vivo* apresenta temperaturas inferiores em relação aos outros com tecnologias convencionais – cobertura em fibrocimento e galvanizada.

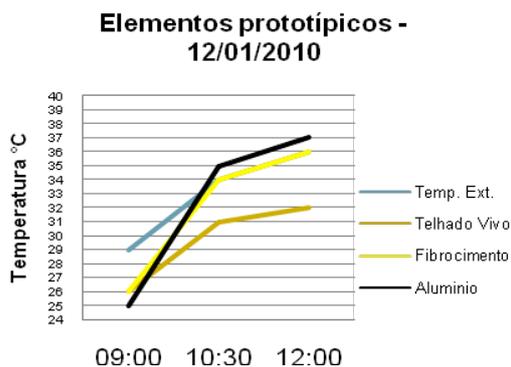


Gráfico 1: comparação das temperaturas internas entre os elementos prototípicos com diferentes tecnologias de vedação da

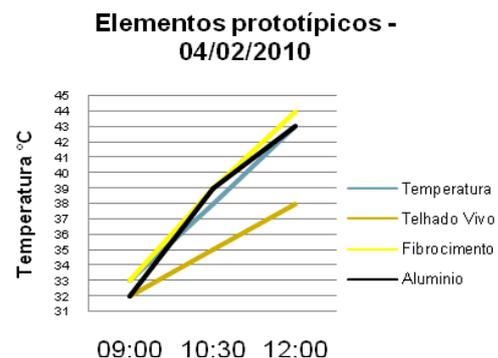


Gráfico 2: comparação das temperaturas internas entre os elementos prototípicos com diferentes tecnologias de vedação da

¹⁴ Este projeto tem apoio da Pró-Reitoria de Administração e Finanças - PROAF da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul – PUCRS e pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio Grande do Sul - FAPERGS por meio do programa de fomento à pesquisa Auxílio Recém Doutor

cobertura

cobertura

O levantamento termográfico é outra ferramenta utilizada para análise do comportamento térmico das coberturas em estudo.

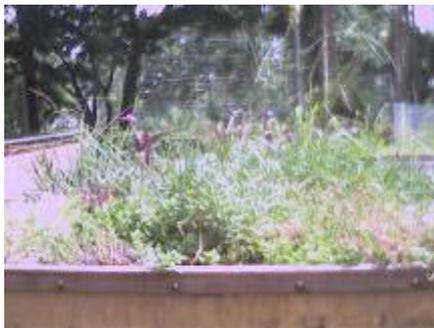


Figura 24: Elemento prototípico: Cobertura *Telhado Vivo*

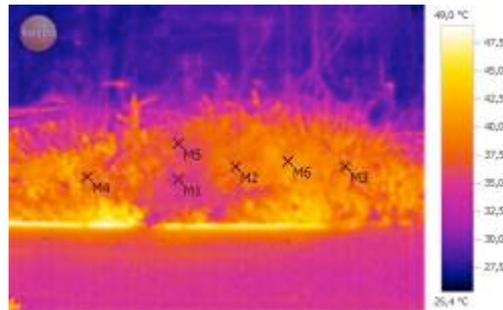


Figura 25: imagem termográfica do elemento prototípico registrada em 12/1/2010 as 09:56:26

M	°C
M1	34,8
M2	37,6
M3	38,4
M4	38,1
M5	35,8
M6	39,1
*Temp. externa: 29,5°C	



Figura 26: Elemento prototípico Cobertura Telha de Fibrocimento



Figura 27: imagem termográfica do elemento prototípico registrada em 12/1/2010 as 09:56:26

M	°C
M1	50,3
M2	46,0
M3	46,1
M4	51,1
M5	51,2
M6	49,4
*Temp. externa: 29,5°C	



Figura 28: Elemento prototípico Cobertura Telha de Galvanizada

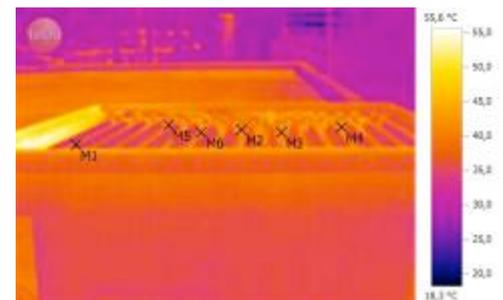


Figura 29: imagem termográfica do elemento prototípico registrada em 12/1/2010 as 09:56:26

M	°C
M1	39,4
M2	42,2
M3	43,5
M4	42,3
M5	41,6
M6	43,1

*Temp. externa: 29,5°C

*temperatura do Pédio 10 – PUCRS

Segundo as imagens termográficas do elemento prototípico com a cobertura em *Telhado Vivo* a temperatura atinge de 39,1°C (M6) (figura 25), enquanto nos elementos prototípicos com a cobertura em telha de fibrocimento e galvanizada as

temperaturas chegam a 51,2°C (M5) (figura 27) 43,5°C (M5) (figura 29), respectivamente. Observa-se que a diferença de temperaturas entre as superfícies do elemento prototípico com a cobertura *Telhado Vivo* e os elementos prototípicos com as coberturas de vedação em telha de fibrocimento chega a 12,1°C. Essa diferença de temperatura demonstra que em períodos com alta temperatura a radiação solar absorvida pela superfície do elemento construtivo *Telhado Vivo* é significativamente menor que nas demais coberturas em estudo. Esse resultado demonstra que a demanda energética e a utilização de equipamento de climatização artificial para o condicionamento térmico pode ser reduzido com a implantação da tecnologia *Telhado Vivo*.

3.2.4 Consideração final

A exposição *Telhado Vivo*, junto ao Museu de Ciências e Tecnologia-MCT da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul-PUCRS, obteve êxito, visto a repercussão deste projeto junto ao público visitante do museu.

Os resultados apresentados sobre o desempenho dos elementos construtivos em exposição e o acesso a esses resultados pelo mesmo, reforçam a eficiência da tecnologia *Telhado Vivo* para o projeto arquitetônico e urbanístico mais sustentável. Conclui-se que esta iniciativa promove uma reflexão do visitante a partir das observações sobre a interação do mesmo com os elementos prototípicos em exposição.

3.3 Atividades teórico-prático em Canteiro Experimental da FAUPUCRS

Segundo Pisani et. al. (2007) e experiência como educador, o ensino de arquitetura e urbanismo vem distanciando-se de um processo de aprendizagem, o qual deveria ter como apoio um procedimento pedagógico didático por meio de atividades em canteiros de obras. A importância de um apoio didático-pedagógico nas escolas de arquitetura, por meio do canteiro experimental¹⁵, segundo Pisani et. al. (2007) [...] é uma tentativa de melhorar não só a qualidade da formação e informação a serem

¹⁵ A seguir algumas experiências com canteiro de obras experimentais: www.asl.uni-kassel.de/~feb/
www.f05.fh-koeln.de/einrichtungen/labore/00713/index.html
www.zukunft-bauen.net/bueros/zub/zub.html
www.dachverband-lehm.de/de/04_bildung/04-2_bildung_akademisch.htm
www.terre.grenoble.archi.fr/accueil.php

desenvolvidas em nossos alunos, mas, também, conferir uma qualidade maior ao processo de aquisição destas.

Observa-se em cursos de graduação que disciplinas de ateliê têm como objetivo o estudo de problemas ligados aos assentamentos de baixa renda e uma proposição projetual para o projeto arquitetônico e urbanístico mais sustentável. No entanto, ressalta-se também, que as atividades teóricas realizadas nestas disciplinas têm limites com respeito ao entendimento do discente sobre o processo de produção e detalhamento construtivo de tecnologias inovadoras, e que ações práticas no canteiro experimental teriam um caráter pedagógico complementar, onde o discente é confrontado simultaneamente com a teoria e prática de técnicas e tecnologias mais sustentáveis.

Atividades práticas no canteiro experimental proporcionam, não somente aos discentes de curso de graduação e pós-graduação, o contato com tecnologias não convencionais e pouco difundidas no mercado da construção civil¹⁶, mas também têm um importante papel na formação e capacitação de profissionais atuantes no mercado de trabalho. Estudo realizado sobre projetos ecológicos, que consideram levantamentos de dados do clima, cultura, solo e localização do sítio verificou que apenas 46% dos arquitetos realizam efetivamente o diagnóstico do local, enquanto 54% do restante realiza a análise dos aspectos importantes para o projeto sustentável somente através da intuição (MARTINEZ; AMORIM, 2010). O mesmo estudo aponta que 50% dos profissionais já integraram em seus projetos uma ou mais estratégias sustentável, sendo as mais utilizadas o aproveitamento de iluminação natural, equipamentos e iluminação eficiente. Outras tecnologias sustentáveis, citadas neste estudo, foram o telhado verde, captação de água de chuva e energia solar. Todavia a integração de materiais ecológicos apresentou-se tímida em relação aos demais, este fato ocorre devido à complexidade da análise da sustentabilidade desses materiais que envolve o ciclo de vida e a energia incorporada nos mesmos.

3.3.1 Objetivo

As atividades em curso no Canteiro Experimental de Obras da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da PUCRS objetivam ações didático-pedagógicas que

¹⁶ Por exemplo os materiais de construção solo-cimento, adobe e materiais naturais, como o bambu, fibra-vegetal, que podem ser utilizados em elementos construtivos de vedação (MINKE, 2004).

contribuem para a discussão e a reprodução de tecnologias e elementos construtivos mais sustentáveis.

A aprendizagem e capacitação teórico-prático de estudantes, comunidades organizadas, profissionais atuantes no mercado de trabalho, agentes e técnicos de repartições públicas visam a formação para concretização de contribuições reais que venham produzir soluções arquitetônicas, urbanísticas e tecnológicas, voltadas à produção da habitação de interesse social que integram os princípios norteadores da sustentabilidade.

3.3.2 Elemento prototípico

O elemento prototípico tem a finalidade de ferramenta de suporte para a aplicação prática em atividades de graduação, pós-graduação da PUCRS e de extensão¹⁷.

A construção do elemento prototípico¹⁸ no Canteiro Experimental da FAUPUCRS visa incrementar o processo de aprendizagem prática sobre técnicas, tecnologias e execução de diferentes elementos construtivos de vedação da edificação mais sustentáveis. O principal objetivo é possibilitar a reflexão projetual e a prática por meio do confronto com a materialização da arquitetura a partir do conhecimento adquirido em aulas teóricas.

¹⁷ Curso de extensão Arquitetura em Terra oferecido em sua primeira versão em novembro de 2010 pelo Prof. Dr. Gernot Minke da Universidade de Kassel-UniKassel, Alemanha. Em paralelo às atividades do curso de extensão Arquitetura em Terra ocorreu a Exposição Fotográfica Arquitetura em Terra de autoria do Prof. Dr. Gernot Minke da UniKassel. Essa exposição apresenta construções históricas, tradicionais e a arquitetura internacional em terra crua. Acessos: <http://www3.pucrs.br/portal/page/portal/fauuni/fauuniCapa/fauuniCourseEventos>
http://www.pucrs.br/educacaocontinuada/cursos/arquitetura_terra.html

¹⁸ O departamento de obras (Divisão de Obras – DO) da PUCRS foi o suporte técnico para a execução do elemento prototípico. A DO disponibiliza material de construção, equipamentos, ferramentas e corpo técnico para a construção do elemento prototípico, como também, auxilia, por meio da disponibilização de mão-de-obra, na organização do Canteiro Experimental para a realização das atividades de capacitação.



Figura 30: Canteiro Experimental – Elementos prototípicos da Pesquisa Telhado



Figura 31: Canteiro Experimental – Elemento prototípicos para o curso de extensão e capacitação profissional



Figura 32: Canteiro Experimental – Capacitacao de funcionarios da Divisao de Obras da PUCRS com a tecnica para a producao de argamassa para o assentamento de tijolos nao queimados



Figura 33: Canteiro Experimental – Capacitação de funcionários da Divisão de Obras da PUCRS com a técnica para o assentamento de tijolos não queimados

3.3.3 Procedimento metodológico

As atividades acadêmicas no Canteiro Experimentais de Obra da FAUPUCRS envolverão cursos de extensão para estudantes de graduação, pós-graduação, capacitação profissional do público em geral. O procedimento metodológico envolve atividades prática-teórica¹⁹, como segue:

¹⁹ As atividades envolvem os seguintes conteúdos: a) materiais de construção convencionais e não convencionais; b) sistemas construtivos convencionais e não convencionais; c) tecnologias construtivas convencionais e não convencionais; d) tecnologias para a utilização de recursos naturais; e) produção agroecológica de alimentos em

Atividades práticas:

As atividades práticas desenvolvidas no Canteiro Experimentais de Obra visam a aprendizagem e o contato direto do discente com as especificidades físicas e construtivas dos materiais manuseados e execução de elementos construtivos. As atividades práticas desenvolvidas paralelamente às atividades teóricas dinamizam a aprendizagem do discente, visto que, estes terão a possibilidade de colocar em prática conteúdos teóricos abordados em aulas. A prática dos conteúdos teóricos abordados em aula será realizada mediante atividades desenvolvidas no elemento prototípico.

Os procedimentos metodológicos para a realização das atividades a serem realizadas no elemento prototípico envolvem as seguintes etapas:

- execução de elementos construtivos da edificação convencionais e não convencionais: envoltório e cobertura;
- integração de elementos construtivos que proporcionem climatização passiva e eficiência energética: aberturas, materiais de isolamento térmico e iluminação, sombreamento;
- integração de tecnologias mais sustentáveis no elemento prototípico: coletor solar para aquecimento da água, cisterna e reutilização das águas servidas;
- integração do paisagismo produtivo;
- entre outros.

Atividades teóricas:

Trabalho em grupo: o método do trabalho em grupo utilizado nas atividades teóricas visa à participação ativa do discente no processo de pesquisa, discussão e aprendizagem dos conteúdos a serem estudados. A participação ativa do discente nas atividades teóricas contribui para o envolvimento e responsabilidade do mesmo pelo assunto trabalhado. Nas aulas teóricas os discentes são divididos em grupos de trabalho para a realização de pesquisa e apresentação dos resultados ao grande grupo. A temática de cada grupo focalizará a área de conteúdo das atividades práticas. Os conteúdos dos temas a serem desenvolvidos pelos discentes, nas atividades em grupo, correspondem os conteúdos trabalhados nas aulas expositivas.

4. Considerações finais

A experiência realizada junto ao Centro de Formação Camponesa Alimentos, Bioenergia e Bioconstrução na disseminação de tecnologias sustentáveis para a produção de edificações mais sustentáveis no meio rural demonstrou-se viável, no momento em que o público alvo é envolvido em um processo de sensibilização e formação. A qualidade do projeto e a disseminação de práticas sustentáveis na produção do ambiente construído demandam mão de obra especializada e um processo de construção eficiente, auxiliados por equipamentos que permitam o menor esforço de trabalho e aperfeiçoem todo o processo da construção.

A difusão de tecnologias não convencionais encontra muitas vezes resistências devido ao desconhecimento e credibilidade do aspecto inovador que estas tecnologias propõem. Iniciativas, como no Centro de Formação Camponesa Alimentos, Bioenergia e Bioconstrução, são propostas viáveis que a partir de resultados bem sucedidos vêm desencadear um processo de difusão tecnológico inovador, que servirá como elemento basilar, tanto para a formação, sensibilização como também para o fomento econômico por instituições de financiamento.

A sustentabilidade é um conceito de alta complexidade, pois abrange recursos naturais, modo de produção, transporte entre outros fatores. No entanto, o processo de sensibilização do indivíduo para uma mudança de hábitos em relação ao meio ambiente, envolve um processo pedagógico, por meio do qual o respeito ao meio ambiente requer uma união nas ações sustentáveis por parte da população, não devendo essa ser imposta e sim entendida. Neste contexto, a exposição *Telhado Vivo* alcançou, junto ao Museu de Ciência e Tecnologia da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul-PUCRS, apresenta êxito visto a repercussão deste projeto junto aos meios de comunicação e a observação de um número grande de público que visitam e interagem com a exposição.

No processo de formação para a execução do elemento prototípico no Canteiro Experimental da FAUPUCRS, constata-se uma boa qualidade construtiva do protótipo e o domínio da tecnologia pela equipe técnica da Divisão de Obras da PUCRS, durante a execução do mesmo. Salienta-se que durante a construção desse elemento prototípico, funcionários de outras áreas da PUCRS buscaram maiores informações sobre as tecnologias em execução.

No contexto da capacitação de técnicos de órgãos públicos, esses são hoje desafiados pelas novas diretrizes de programas do Estado no desenvolvimento de projetos que envolvem aspectos sustentáveis na área da habitação de interesse social. Essa carência de profissionais qualificados evidencia-se se considerarmos, conforme estudos recentes realizados pela Secretaria Nacional de Habitação do Ministério das Cidades, que o país precisa construir até 2023 cerca de 27 milhões de novas moradias - só para atender ao crescimento das famílias, sem considerar o déficit habitacional atual.

Devido à importância dos elementos orientadores da sustentabilidade nas políticas públicas para a produção do meio construído, presenciamos atualmente um crescente desafio para a condução destas ações por meio de programas do Estado. Isso se dá na medida em que o processo de materialização para o desenvolvimento e implementação das ações governamentais encontra uma fragilidade na capacitação profissional do técnico atuante, principalmente, profissionais da área da arquitetura, urbanismo e engenharia.

O financiamento de profissionais com formação especializada na área da edificação mais sustentável pode ser incentivado pela Lei Nº 11.888, de 24 de dezembro de 2008, que assegura às famílias de baixa renda assistência técnica pública e gratuita para o projeto e a construção de habitação de interesse social. Essa tem como objetivo capacitar os profissionais e a comunidade usuária para a prestação dos serviços de assistência técnica. O Art. 5º, desta Lei, garante que podem ser firmados convênios ou termos de parceria entre o ente público responsável e as entidades promotoras de programas de capacitação profissional, residência ou extensão universitária nas áreas de arquitetura, urbanismo ou engenharia.

Os estudos de casos apresentados e a experiência em curso no Canteiro Experimental da FAUPUCRS são ações pedagógicas viáveis no processo de sensibilização, formação e disseminação de tecnologias mais sustentáveis para o projeto arquitetônico. O êxito das experiências abordadas neste artigo indica para um potencial da capacitação de representantes de comunidades organizadas, profissionais atuantes no mercado de trabalho, agentes e técnicos de repartições públicas por meio de atividades teórico-prático em canteiro experimental. A partir do processo de capacitação, por meio de atividades teórico-prático no canteiro

experimental da FAUPUCRS, será investigado o reflexo desse processo na concretização de ações reais que venham produzir soluções arquitetônicas, urbanísticas e tecnológicas voltadas à produção da habitação de interesse social mais sustentável.

Referências bibliográficas

- ABNT – Associação de Normas Técnicas. Projeto 02:135.07-002:2003 - Desempenho térmico de edificações -Parte 2: Métodos de cálculo da transmitância térmica, da capacidade térmica, do atraso térmico e do fator de calor solar de elementos e componentes de edificações. Disponível em: <<http://www.labcon.ufsc.br/anexosg/137.pdf> > . Acesso 03. 09.2010
- BONDUKI, N. O Brasil repensado a partir das cidades e anteriores. São Paulo: Folha de São Paulo, 19.11.2003. Download: <http://www.pcidades.gov.br/cidades_clipping.htm> (01.12.2003), 2003.
- BONDUKI, Nabil. Política habitacional e inclusão social no Brasil: revisão histórica e novas perspectivas no governo Lula. Arq•urb. Revista eletrônica de Arquitetura e Urbanismo. Numero 1. 2008. Acesso 05.04.2010. http://www.usjt.br/arq.urb/numero_01/artigo_05_180908.pdf
- D'AVILA, M. R.: Zur Einsatzmöglichkeit nichtkonventioneller Bauweisen im genossenschaftlich organisierten sozialen Wohnungsbau für Rio Grande do Sul, Brasilien. Kassel/Alemanha: Kassel Univesity Press GmbH, 2006.
- D'ÁVILA, M. R.; FRITSCHER, J. P. C.; PERALTA, E. S. Cobertura Vegetal: desenvolvimento e produção da tecnologia Telhado Vivo.
- GIANSANTI, R. O desafio do desenvolvimento sustentável – Série Meio Ambiente. São Paulo: Atual, 1998.
- KHALILI, N. Sandbag Shelter and Eco-Village – Manual How-to-build your own with Superadobe/earth-bag. USA: Editora CalEarth, 2008.
- MARICATO, E. MetrÓpole na Periferia do Capitalismo: Ilegalidade, desigualdade e violência. São Paulo: Editora Hucitec, 1996.
- MARTINEZ laura dominguez; AMORIM, sérgio roberto leusin de: Inserção de Aspectos Sustentáveis no Projeto de Arquitetura Unifamiliar e Capacitação de Profissionais de Arquitetura em Niterói. VI Congresso Nacional de Excelência em Gestão Energia, Inovação, Tecnologia e Complexidade para a Gestão Sustentável - Niterói, RJ, Brasil, 5, 6 e 7 de agosto de 2010. Acesso em 10.04.2010 http://www.excelenciaemgestao.org/Portals/2/documents/cneg6/anais/T10_0245_1307.pdf
- MINISTÉRIO DAS CIDADES. Secretaria Nacional de Habitação. Déficit habitacional no Brasil 2007. Brasília. Projeto PNUD-BRA-00/019 - Habitar Brasil – BID. Elaboração: Fundação João Pinheiro. 2009
- MINKE, G. Das neue Lehmbau-Handbuch. 6. ed. Alemanha: Stauf, 2004.
- MINKE, G.; MAHLKE, F. Der Strohballenbau. Alemanha: Ökobuch, 2004.
- MÜLLER-PLANTENBERG, C. Zukunft für Alle ist möglich. Kassel: Universität Kassel, Entwicklungsperspektiven 77/78, 2003.
- OLIVER, p. Encyclopedia of Vernacular Architecture of the World. Inglaterra: Cambridge University Press, 1997.
- PISANI, Maria Augusta Justi; CORRÊA, Paulo; CALDANA, villà, Valter; Joan; GRAZIOSI, João: CANTEIRO EXPERIMENTAL: PRÁTICA OU INVENÇÃO?. III FÓRUM DE PESQUISA FAU.MACKENZIE. 2007. Acesso em 01-08-2010 http://www.mackenzie.br/fileadmin/Graduacao/FAU/Publicacoes/PDF_IIIForum_a/MACK_III_FORUM_MARIA_AUGUSTA_2.pdf
- MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA – MME Relatório Final do Balanço Energético Nacional 2008. Ano base 2007. Disponível em: <https://ben.epe.gov.br/downloads/Relatorio_Final_BEN_2008.pdf > . Acesso em 01.04.2010.
- RIVERO, Roberto. Arquitetura e Clima. Porto Alegre: Universidade, 1985.
- SACHS, I. Estratégias de transição para o século XXI: desenvolvimento e meio ambiente. São Paulo, 1993.
- Thiolent: Michel: Metodologia da Pesquisa-ação. Cortez. 13. Auflage. São Paulo. 2004.