



6 a 8 de outubro de 2010 - Canela RS

**ENTAC 2010**

XIII Encontro Nacional de Tecnologia  
do Ambiente Construído

## **A INSERÇÃO DE TECNOLOGIAS SUSTENTÁVEIS NA HABITAÇÃO UNIFAMILIAR: IMPACTOS NO MODO DE VIDA**

**Raquel T. Zandemonigne (1); Túlio M. S. Tibúrcio (2); Flávia de A. Monteiro (3)**

(1) Departamento de Arquitetura e Urbanismo – Universidade Federal de Viçosa, Brasil –  
e-mail: raquel.zandemonigne@ufv.br

(2) Departamento de Arquitetura e Urbanismo – Universidade Federal de Viçosa, Brasil –  
e-mail: tiburcio@ufv.br

(3) Departamento de Arquitetura e Urbanismo – Universidade Federal de Viçosa, Brasil –  
e-mail: flavia.monteiro@ufv.br

Ao entender a sustentabilidade como uma forma de poupar recursos e diminuir impactos ambientais, nota-se a necessidade de se aplicar à habitação uma visão holística, não somente em termos de equipamentos agregados à edificação, mas também referente aos sistemas construtivos, materiais utilizados e mudanças comportamentais que permitam integração entre usuário e tecnologia, tendo em vista a maximização dos resultados alcançados. O objetivo dessa pesquisa é investigar novas tecnologias aplicáveis às habitações unifamiliares que incorporam princípios sustentáveis, identificando as alterações no modo de vida dos moradores dessas residências. A metodologia inclui revisão de literatura, estudos de casos, questionários e entrevistas para identificar e avaliar os sistemas utilizados, sua aceitabilidade e possíveis impactos no usuário. Como resultados preliminares foram identificados na literatura, as tecnologias mais frequentes, os sistemas de captação e reuso de água pluvial, reuso de águas cinza, painéis de aquecimento solar e coberturas verdes. A reciclagem e compostagem de lixo foram identificadas como sistemas que não impactam diretamente a edificação, mas influenciam o modo de vida do usuário. Estes resultados foram sistematizados em tabelas que permitem identificar prós e contras dos sistemas e a relação com o usuário. Os questionários e entrevistas estão sendo aplicados no momento e permitirão entender o papel que o usuário desempenha frente a estas questões, porém, fogem do escopo deste artigo uma vez que os resultados ainda são parciais. O entendimento da relação usuário e tecnologias sustentáveis, identificando os impactos advindos dessa relação, contribuirão para a produção de uma arquitetura mais adequada e ambientalmente consciente tornando o usuário eco-consciente nesse processo de produção da arquitetura.

**Palavras chave:** Habitação Unifamiliar Sustentável, Tecnologias, Estratégias de Projeto.

## 1. INTRODUÇÃO

A sociedade contemporânea passa por mudanças em vários setores, muitas delas influenciadas pelos avanços tecnológicos. Essas mudanças impactam sistemas, processos, produtos, edificações, a cidade em várias escalas, comportamentos e modos de vida. Isso tem se tornado visível na área de Arquitetura e Urbanismo, onde várias experimentações têm tentado buscar soluções para as novas demandas desta sociedade da era da informação e da comunicação. Vive-se uma revolução tecnológica (TIBÚRCIO e FINCH, 2005) e a velocidade acentuada desta revolução demanda pesquisas em todas as áreas de conhecimento.

### 1.1 Mudanças no modo de morar

No decorrer dos séculos o modo de morar tem se alterado de forma notória. Conforme descreve Gama (2007), desde a casa do período colonial, passando pelo movimento moderno com a funcionalidade da habitação mínima, até os grandes aglomerados residenciais que temos hoje, percebem-se as mudanças no programa da casa e na formação dos grupos que residem nas unidades habitacionais. A autora ainda afirma que “Os novos comportamentos e grupos domésticos e as diversas tecnologias, determinam novos modos de vida aos quais não tem correspondido uma nova habitação.” (GAMA 2007, p7). As inovações mais recentes como o uso do computador conectado à internet, mídias eletrônicas e aparelhos relacionados à comunicação, além das constantes mudanças pelas quais sempre se submeteu a sociedade, tem ainda alterado os hábitos cotidianos e o modo de vida dos indivíduos.

Atualmente, com a crescente preocupação ambiental, difundida a partir da segunda metade do século XX - assumindo maiores proporções nos dias de hoje - tem-se um cenário propício não só para o desenvolvimento de novas tecnologias e sistemas (Figura 1) com fins à minimização de impactos ambientais, mas também para a investigação de como essas mudanças podem afetar o modo de vida dos indivíduos que trazem essas tecnologias para o cotidiano domiciliar.

A tecnologia traz mudanças no modo de vida e a grande abordagem sustentável que se busca na edificação precisa ser repensada e “re-projetada” para atender as novas demandas de um usuário que também passa por um processo de mudança de comportamento e de consciência ecológica. Uma habitação sustentável passa a ser bandeira de vários grupos militantes e mesmo do usuário comum.



**Figura 1.** A Casa tecnológica contemporânea.

### 1.2. Sustentabilidade na habitação e o usuário

O tema sustentabilidade, tão discutido atualmente, não foi criado nos dias atuais, ele surgiu de várias décadas de discussões sobre o meio ambiente. Porém, a sustentabilidade não é uma questão apenas ambiental. É necessário que se faça uma revisão do modelo de desenvolvimento, inclusive econômico. Segundo Sachs (1993) o desenvolvimento e o meio ambiente estão indissolavelmente vinculados e três critérios fundamentais devem ser obedecidos simultaneamente: a equidade social, a prudência ecológica e a eficiência econômica.

Dentro dessa mesma linha, o autor apresenta as cinco dimensões do Eco-Desenvolvimento, englobando uma visão abrangente que aborda os aspectos social, econômico, cultural, espacial e ecológico de forma que a sustentabilidade atue sobre todas as esferas do desenvolvimento. Esses aspectos podem ser resumidos como a seguir:

**Sustentabilidade Social:** visa à diminuição das diferenças sociais com objetivo de melhorar os direitos e as condições de vida de ampla massa de população;

**Sustentabilidade Econômica:** gerenciamento mais eficiente dos recursos e maior eficiência econômica em termos macrossociais;

**Sustentabilidade Ecológica:** maior eficiência no uso consciente dos recursos naturais;

**Sustentabilidade Espacial:** busca por uma configuração urbano-rural mais equilibrada;

**Sustentabilidade Cultural:** manter as raízes, preservando as características naturais e da biosfera.

Silva e Tibúrcio (2008) identificaram um aspecto tecnológico nesta análise buscando avaliar as novas tecnologias que contribuem para a sustentabilidade da edificação. Os autores definem sustentabilidade tecnológica como o uso adequado de tecnologias disponíveis que contribuam para soluções mais sustentáveis.

Pode-se perceber então, que a junção das dimensões da sustentabilidade aponta para a necessidade de uma visão ampla do tema, que pode ser entendida como uma visão holística, onde todos os componentes de um processo contribuem para a sustentabilidade do produto final, no caso uma sociedade desenvolvida sustentavelmente.

Para que uma habitação seja considerada sustentável não basta apenas inserir aparatos tecnológicos considerados sustentáveis. É necessária uma visão ampla do processo de construção, desde a elaboração do projeto arquitetônico, passando pela escolha dos materiais, definição do processo construtivo, preparação e administração do canteiro de obras e todas as etapas que resultarão no produto final, ou seja, a edificação. Araújo (2010) considera que a construção sustentável necessita de uma visão multidisciplinar e complexa. Ela precisa enfrentar e propor soluções aos principais problemas ambientais de sua época sem renunciar a tecnologia e atendendo às necessidades de seus moradores.

É de extrema importância também, que o usuário esteja ciente das decisões tomadas durante o processo de concepção e execução da sua habitação e das ações que continuam ocorrendo, como o funcionamento de todas as tecnologias de reaproveitamento e economia de recursos naturais presentes. O usuário não deve agir simplesmente como um consumidor final de energia e produtos e sim como um gestor de recursos, sendo consciente e eco-alfabetizado, entendedor do funcionamento de seu edifício. O gestor é aquele que identifica os pontos onde é possível reduzir o consumo ou reaproveitar os recursos (ADAM, 2001). Segundo Yeang (2005 apud JODIDIO, 2008) os ecossistemas não produzem resíduos, a natureza recicla tudo em seu interior. Dessa forma ao reproduzir esses processos o ambiente construído também não emitirá resíduos, todas as emissões e produtos devem ser reutilizados, reciclados e, por fim, reintegrados.

### **1.3. Arquitetura Sustentável**

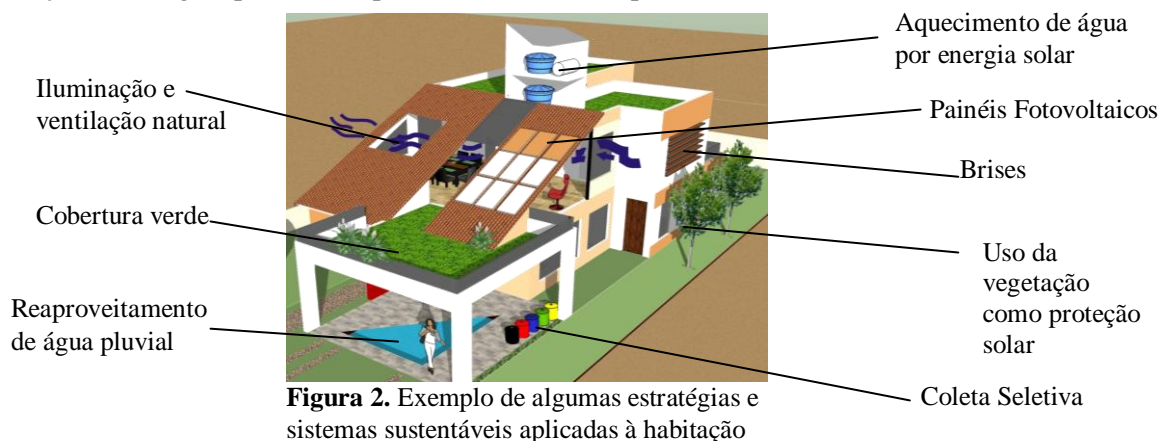
Para o desenvolvimento de uma arquitetura sustentável é necessária a aplicação de estratégias de projeto (CORBELL e YANNAS, 2003), definidas como princípios estabelecidos na fase projetual, que visam o melhor desempenho da edificação. Controlar os ganhos de calor, dissipar a energia térmica no interior do edifício, remover a umidade em excesso e promover o movimento de ar, promover o uso da iluminação natural e controlar o ruído são algumas das estratégias definidas pelos autores para uma edificação em clima tropical úmido, foco dos mesmos na obra em questão e clima aplicável a várias regiões brasileiras.

Para atingir níveis maiores de sustentabilidade, além das estratégias citadas anteriormente e de outras complementares, é necessário cuidado com a escolha dos materiais e sistemas construtivos, pois esses também interferem no desempenho da edificação. É preciso que eles sejam escolhidos de forma a apresentar ganhos em termos ambientais, econômicos e sociais.

Visando um melhor uso dos recursos naturais e a redução dos impactos gerados pelos resíduos, tecnologias podem ser agregadas à edificação, como tecnologias de tratamento de lixo e do esgoto.

As tecnologias, sistemas e estratégias de projeto são passíveis de análises e classificações, por exemplo, sendo ativas ou passivas. Segundo Adam (2001), são classificados como sistemas passivos os que garantem conforto e redução do consumo de energia através do aproveitamento de características locais e, ativos, aqueles que aproveitam fontes de energia renováveis através de dispositivos mecânicos.

Dessa forma, deve-se considerar conjuntamente as estratégias de projeto, tecnologias e sistemas, materiais e sistemas construtivos, analisando a adequação de cada um deles ao projeto que será realizado e ao usuário, tendo em vista a possibilidade de se produzir uma arquitetura sustentável, nesse caso a habitação sustentável, conforme exemplo na Figura 2. De acordo Adam (2001, p. 118) “[...] o ato de planejar é a síntese de responsabilidades sociais, qualificação de uso energético, eco tecnologia e consciência ecológica.”. Esta síntese descrita pelo autor mostra a necessidade de uma interação entre o projetista, o usuário e o objeto arquitetônico. Roaf *et al.* (2006) afirmam ainda que uma casa ambientalmente sustentável (*Ecohouse*) está estreitamente ligada ao sítio, à sociedade, ao clima, à região e ao planeta. Esta pesquisa tem este olhar abrangente sobre a habitação e o impacto que a inserção tecnológica pode trazer para o modo como as pessoas vivem.



**Figura 2.** Exemplo de algumas estratégias e sistemas sustentáveis aplicadas à habitação

## 2. OBJETIVOS

O objetivo principal desta pesquisa é investigar novas tecnologias que incorporam princípios sustentáveis aplicáveis às habitações unifamiliares, identificando as alterações no modo de vida dos moradores dessas residências. Mais especificamente, pretende-se: revisar os conceitos de sustentabilidade identificando aqueles aplicáveis à habitação unifamiliar; identificar as tecnologias consideradas sustentáveis, incluindo sistemas passivos e ativos; identificar as técnicas construtivas e novos materiais com alguma abordagem sustentável; e identificar impactos no modo de morar com foco na habitação unifamiliar. Considera-se a habitação unifamiliar como a menor célula da habitação que permite focar o morador numa relação direta com o espaço de morar.

## 3. ABORDAGEM METODOLÓGICA

A pesquisa utiliza métodos qualitativos no seu desenvolvimento. A revisão de literatura contribuiu para a compreensão do conceito de sustentabilidade e para identificar modos de morar. Também contribuiu para a elaboração de quadros analíticos abrangendo ecomateriais encontrados no mercado, sistemas construtivos e tecnologias que podem ser inseridas na habitação para agregar a ela valor em termos de sustentabilidade.

Para exemplificar e entender como esses sistemas tem sido inseridos na habitação unifamiliar, foram selecionados 11 estudos de casos de edificações de tipologia residencial unifamiliar que apresentam algum diferencial sustentável na sua concepção e construção. Essas casas não necessariamente são residências fixas ou habitadas por profissionais da área da sustentabilidade. Entretanto o apelo sustentável decorreu ou da proposição do projetista ou da exigência do morador. Esses estudos de caso foram analisados qualitativamente e em duas casas foram realizadas visitas *in loco*. Para investigar a visão do morador em relação à sustentabilidade da sua edificação, um questionário foi elaborado e diversas cópias foram distribuídas. Os primeiros respondentes já deram retorno e aguarda-se maior número de respostas para a análise dos questionários. Os questionários não serão, portanto, foco de análise neste artigo. Em alguns casos foram feitas entrevistas semi-estruturadas com os moradores de casas consideradas sustentáveis ou que contenham contribuições na busca de uma habitação mais sustentável.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Como resultados da pesquisa foram elaborados três quadros analíticos abrangendo ecomateriais encontrados no mercado, sistemas construtivos e tecnologias que podem ser inseridas na habitação para agregar a ela valor em termos de sustentabilidade. Alguns extratos desses quadros são apresentados nesta seção para mostrar como estas informações foram qualitativamente analisadas. Outro quadro contendo estudos de caso foi elaborado, compilando investigações sobre a aplicação das tecnologias identificadas em residências já construídas.

Os estudos de casos foram pesquisados na internet e contatos foram feitos com alguns dos projetistas. Em dois desses estudos, uma casa em Viçosa-MG e a outra em Curitiba-PR, foram feitas visitas técnicas *in loco*. Essas visitas permitiram observar impactos nos moradores ainda de forma preliminar e qualitativa. Além disso, uma entrevista foi realizada com os moradores da casa em Viçosa-MG na ocasião da visita técnica. Esses estudos de caso e a entrevista são discutidos nesta seção. Outros resultados sobre impactos no morador são esperados dos questionários que foram distribuídos e estão em fase de retorno pelos respondentes, não sendo assim objeto de análise neste artigo.

### 4.1 Estratégias de Projeto – Tecnologias e Sistemas

A Figura 3 mostra um extrato do Quadro “Estratégias de Projeto - Tecnologias e Sistemas” que lista as principais estratégias de projeto e as tecnologias que podem ser implantadas na habitação unifamiliar. O quadro atual compilado contém 14 sistemas que podem agregar sustentabilidade a edificação, identificados na literatura. Está organizado em colunas que descrevem a estratégia, classifica em ativo ou passivo, identifica se o uso é unitário ou coletivo, identifica os possíveis gastos e qual a abordagem sustentável dessa estratégia.

O quadro completo apresenta iluminação natural, ventilação natural, proteção contra insolação direta (brises), uso da vegetação como barreira solar, uso de materiais sustentáveis presentes na região, processo construtivo de baixo impacto ambiental, cobertura verde, painel solar para aquecimento de água, painel fotovoltaico, reuso de águas cinza, reaproveitamento de água pluvial, tratamento domiciliar de esgoto, automação residencial e reciclagem/compostagem do lixo. Entende-se que o quadro pode ser ampliado à medida que novos itens forem identificados. O extrato contém apenas dois itens a título de ilustração do quadro completo.

	Sistema Sustentável	Descrição	Ativo / Passivo	Uso unitário	Uso Coletivo	Custo	Abordagem de Sustentabilidade <sup>1</sup>
1	Iluminação Natural	Entrada de luz solar e luminosidade do céu promovida através de aberturas com dimensões apropriadas ao clima local, de forma a permitir o controle da radiação que se transformará em calor.	Passivo	Passível de ser aplicado em qualquer tipo de edificação, independente do tamanho da edificação ou número.		Custo do material das esquadrias e vidros.	Sustentabilidade Econômica Sustentabilidade Ecológica Sustentabilidade Tecnológica
2	Uso de materiais sustentáveis presentes na região	Uso de materiais produzidos em um raio de 600 km do local da construção.	Passivo	Passível de ser aplicado em qualquer tipo de edificação, independente do tamanho da edificação ou número.		Varia de acordo com o material utilizado.	Sustentabilidade Econômica Sustentabilidade Social Sustentabilidade Ecológica. Sustentabilidade Tecnológica

**Figura 3.** Extrato do Quadro Estratégias de Projeto, Tecnologias e Sistemas.

<sup>1</sup> Abordagem de Sustentabilidade segundo os cinco pontos da sustentabilidade de Ignacy Sachs em “Estratégias de transição para o Século XXI”.



Como exemplo, a iluminação natural, identificada como uma estratégia de projeto sustentável. O item descreve o uso da luz natural como um sistema passivo que pode ser aplicado a qualquer edificação. As abordagens de sustentabilidade encontradas, considerando os seis aspectos identificados na seção 1.2, foram econômica, ecológica e tecnológica. Econômica uma vez que a iluminação natural reduz a necessidade de sistemas e materiais artificiais com custo financeiro. Ecológica porque economiza energia e recursos naturais e, tecnológica porque podemos, por exemplo, ter dispositivos eletrônicos, sensores, que abrem e fecham dependendo da temperatura.

O outro exemplo é o da utilização de materiais sustentáveis presentes na região, também considerado uma estratégia de projeto sustentável, um sistema passivo que depende da escolha na fase projetual, pode ser aplicado tanto em uma habitação para uso unitário como para coletivo. Esta estratégia tem o custo variável, dependendo do material escolhido para a construção ou acabamento da residência. As abordagens de sustentabilidade encontradas foram econômica, ecológica, social e tecnológica. Econômica uma vez que o material pode ter custo reduzido devido sua reciclagem. Ecológica porque uma vez sendo reciclado economiza recursos naturais. Social porque movimentar a economia local, aumentando os empregos e promovendo a equidade social. E tecnológica uma vez precisa-se de tecnologia para desenvolver esses materiais sustentáveis.

## 4.2 Materiais de Construção Sustentáveis

Um extrato, também a título de exemplificação do Quadro “Materiais de Construção Sustentáveis” é apresentado na Figura 5. Este quadro é organizado em colunas que identificam e descrevem o material, apresentam vantagens de seu uso, quais as aplicações na habitação unifamiliar e algumas observações sobre o material. O quadro até então compilado contém uma lista de 17 materiais identificados no mercado. Entende-se que esse quadro não contém todo material sustentável e deverá ser sempre atualizado devido ao surgimento de novos materiais fruto de pesquisas que vem amplamente sendo realizadas e experimentadas. O quadro completo abrange argamassas ecológicas, blocos com agregados reciclados, tijolos de solo-cimento, cimento Portland CPIII, colas a base de água, carpetes de garrafas PET, eco adesivos, eco placas, tintas ecológicas, telhas de tubos de pasta de dente, conduítes de embalagens de agrotóxico reciclada, cal pozolânica, tubos hidráulicos de polipropileno, madeira “plástica”, pisos forros e telhas de embalagens “longa-vida”, telhas de fibra de celulose e bambu.

Conforme se observa no quadro da Figura 4, identificou-se o bambu como um dos materiais ditos sustentáveis, descrito como um material natural para diversos usos na construção civil. Uma das vantagens identificadas é que o bambu é um recurso natural, abundante e renovável; passível de vários usos. Para o uso do bambu é necessário observar a necessidade de tratamento do material.

	Material	Descrição	Vantagens	Aplicações	Observações
1	Piso, forros e telhas de embalagens “longa vida”	Materiais produzidos basicamente pela reciclagem de embalagens longa vida.	Produtos totalmente recicláveis representam destinação às embalagens descartadas. Além disso, o processamento não gera efluentes ou poluentes atmosféricos.	Revestimento de pisos, forros e telhados.	Observar a resistência dos produtos às condições de exposição ao tempo, durabilidade e necessidade de impermeabilização.
2	Bambu	Material natural que tem recebido diversos usos na construção civil.	O bambu é um recurso natural abundante e renovável.	O bambu pode ser utilizado na fabricação de peças moduladas de vedação, na estrutura de telhados, em forros, como parte da estrutura de paredes em taipa e outros.	Observar as necessidades de tratamento do material para uso.



**Figura 4.** Extrato do Quadro Materiais de Construção Sustentáveis.

### 4.3 Sistemas Construtivos Sustentáveis

O quadro compilado de sistemas construtivos sustentáveis abrange sete sistemas identificados na construção. Esse quadro é organizado em colunas que identificam e descrevem o sistema, classifica o custo de acordo com parâmetros do setor de construção civil local, verifica a geração de resíduos e descreve vantagens e desvantagens de cada sistema construtivo. Esse quadro tem por objetivo selecionar os sistemas construtivos mais utilizados, e não apenas aqueles ditos sustentáveis. Os sistemas listados são Steel Frame, Wood Frame, Alvenaria Estrutural, Pau-a-Pique e Taipa, Concreto Pré-moldado, Estrutura Metálica e Alvenaria Convencional.

Conforme Figura 5, ilustrativa do quadro em questão, identificou-se, por exemplo, a alvenaria convencional como um sistema construtivo tradicional usando alvenaria, pilares e vigas moldadas in loco que emprega materiais como concreto na estrutura e tijolo cerâmico ou blocos de outra natureza. O custo deste sistema construtivo está na faixa de R\$800,00 a R\$ 1000,00 o metro quadrado de acordo com o mercado local de Viçosa-MG. As vantagens identificadas é a disponibilidade do material no mercado e a não necessidade de mão de obra especializada.



Porém, várias desvantagens foram listadas tais como: alto índice de resíduos; pouca possibilidade de reciclagem ou reutilização; muita perda de material seja na obra, no transporte e na armazenagem do material; além de tempo maior na execução e entrega do produto final. Estas desvantagens parecem questionar a sustentabilidade desse sistema construtivo, mas é importante neste julgamento relacionar com o contexto da obra, pois pode ainda assim ser sustentável para um determinado local.

	Sistema Construtivo	Descrição	Materiais utilizados	Custo	Geração de resíduos	Vantagens	Desvantagens
1	Estrutura Metálica 	Sistema construtivo de vigas e pilares de aço e diferentes possibilidades de vedação.	Estrutura em aço; Vedação com blocos de qualquer natureza.	Elevado, se comparado à construção convencional, principalmente para habitação unifamiliar.	Varia em função da vedação utilizada.	Reduz a quantidade de elementos estruturais; Geração de canteiro de obras limpo; Rapidez na execução.	Necessita de mão de obra especializada; O grande consumo de energia no processo de fabricação do aço.
2	Alvenaria 	Sistema tradicional de construção de alvenaria, utilizando pilares e vigas de concreto moldadas <i>in loco</i> .	Estrutura em concreto; Vedação em blocos de qualquer natureza.	Entre R\$ 800,00 e R\$ 1000,00.	Alta	Não necessita de mão de obra especializada  Materiais disponíveis em qualquer região.	Alto índice de resíduos; Grande perda de material durante a execução da obra; Demora na execução e entrega do produto final.

**Figura 5.** Extrato do Quadro Sistemas Construtivos.

### 4.4 Estudos de Caso

Outro quadro foi produzido com exemplos de casas identificadas como sustentáveis. A Figura 6 mostra um extrato desse Quadro “Estudo de Casos”, identificando a casa pelo nome e por uma imagem, apresentando uma ficha técnica do projeto, listando as principais estratégias de projeto e as tecnologias agregadas na habitação (unifamiliar). O quadro contém 11 estudos de caso, sendo dois apresentados na Figura 6 e discutidos nas seções 4.4.1 e 4.4.2. Os dois estudos apresentados foram escolhidos como exemplo porque nessas residências foi possível a visita técnica *in loco* e a realização de entrevistas com seus moradores.

	Projeto	Ficha técnica	Estratégias de Projeto	Tecnologias Agregadas	Imagem
1.	<b>Casa no Bairro Violeira</b>	<b>Tipologia:</b> Habitação Unifamiliar	Iluminação Natural; Ventilação Natural; Mínima interferência no terreno natural; Uso de vegetação nativa no paisagismo; Uso de materiais regionais;	Cobertura verde; Sistema solar de aquecimento de água; Compostagem de lixo; Coleta de água de chuva.	
		<b>Arquitetura:</b> Paulo Francisco de Oliveira			
		<b>Local:</b> Viçosa – MG			
		<b>Data:</b> 2002			
		<b>Área Construída:</b> aprox. 220 m <sup>2</sup>			
2.	<b>Casa no Bairro Pilarzinho</b>	<b>Tipologia:</b> Habitação Unifamiliar	Iluminação Natural; Ventilação Natural; Mínima interferência no terreno natural; Uso de vegetação nativa no paisagismo; Uso de materiais regionais; Uso de material de demolição.	Sistema solar de aquecimento de água; Coleta de água de chuva.	
		<b>Arquitetura:</b> Jeferson Dantas Navolar			
		<b>Local:</b> Curitiba - PR			
		<b>Data:</b> 1999			
		<b>Área Construída:</b> aprox. 320 m <sup>2</sup>			

**Figura 6.** Extrato do Quadro Estudos de Casos.

#### 4.4.1. Casa no Bairro Violeira – Irene e Arne

A primeira casa mostrada na Figura 6 foi projetada com um programa de necessidades básico de uma habitação unifamiliar com três quartos para casal sem filhos. O arquiteto recebeu dos clientes, já conscientes dos impactos ambientais, três requisitos básicos como grandes prioridades: mínimo de corte no terreno; não prejudicar a vista rural; e que a casa ficasse mimetizada na paisagem. A consciência ecológica dos clientes decorre de suas atuações profissionais como professores universitários e pesquisadores da área de ecologia e solos.

A análise formal dessa residência mostra que os aparatos tecnológicos empregados para conferir sustentabilidade não retiraram o aspecto humano necessário a toda residência (Figura 7). O partido simples não impediu que fossem implantados os sistemas desejados pelos moradores. Estão presentes: coletores solares para o aquecimento de água, cobertura verde caracterizada por terraço jardim (Figura 8), uso de madeira de eucalipto de reflorestamento no piso, pouco corte no terreno, coleta e reuso de águas pluviais, tratamento de águas cinza e do esgoto domiciliar. Também é realizada a disposição seletiva do lixo seco e compostagem do lixo orgânico.

Esse estudo de caso revela que para o emprego de soluções sustentáveis pode-se buscar recursos próximos como a utilização de técnica local para a execução da cobertura verde, de materiais regionais na construção, e o uso de tecnologias já conhecidas e disseminadas atualmente como o reuso de águas pluviais e o aquecimento solar da água.

Em entrevista realizada na residência, o casal relatou que morar numa casa com diferencial sustentável vem, principalmente, da preocupação ambiental de ambos e também da influência da cultura holandesa (naturalidade de Arne Janssen), onde a implantação de tecnologias sustentáveis é considerada normal e frequente nas residências.



**Figura 7.** Vista da residência.



**Figura 8.** Terraço jardim.



Essas inserções tecnológicas e a consciência ambiental levam a mudanças na rotina da casa. Por exemplo, segundo Irene Cardoso, a disposição seletiva do lixo gerado implica em mudança de atitude, já que o lixo orgânico é submetido à compostagem num sistema caseiro e o lixo reciclável precisa ser levado por eles até a usina de reciclagem. Para Arne isso já era uma prática comum, pois, na Holanda, as pessoas precisam encaminhar alguns materiais recicláveis diretamente para a usina. Já Irene disse que, para ela, isso consiste em uma mudança de hábito, já que os caminhões que coletam o lixo reciclável não atendem a região onde a casa está situada.

Quando perguntados sobre problemas no projeto ou nos sistemas implantados, ambos afirmam que nenhum dos sistemas sustentáveis ocasionou problemas nem agregou custos exorbitantes à obra. O único custo mais alto foi referente às esquadrias e vidros que propiciam a intensa iluminação e ventilação natural. Os moradores se sentem confortáveis em conviver com as tecnologias e sistemas sustentáveis, possuindo uma casa confortável e humanizada.

#### 4.4.2. Casa no bairro Pilarzinho – Patricia e Eloy

A segunda casa mostrada na Figura 6 foi projetada pelos designers proprietários, juntamente com um arquiteto contratado pelo casal, sendo construída no ano de 1999. O casal de professores universitários tem apenas um filho e a casa atende a um programa estabelecido por eles. Um dos diferenciais dessa casa é a utilização de materiais de demolição. A busca por materiais começou juntamente com o projeto e os designers foram criando e adaptando ambientes para dar novo uso aos materiais encontrados no mercado. Além dos materiais de demolição foram identificados vários sistemas e tecnologias sustentáveis tais como coleta de água de chuva, aquecimento solar da água, aproveitamento da luz natural e um sistema de aquecimento por tubos de cobre que percorrem parte da casa partindo de uma antiga estufa localizada na cozinha.



**Figura 10.** Deck feito com madeira de dormentes.



**Figura 11.** Estratégias de uso da luz natural.

A Figura 10 mostra o deck na frente da casa feito com madeira de demolição. O casal comprou um caminhão fechado de dormentes de uma antiga estrada de ferro e montaram uma pequena marcenaria no terreno da casa para cortar e aplainar as peças. Isso evitou o transporte das peças entre uma madeireira e a obra e também permitiu maior controle, evitando perdas de madeira. A luz natural foi bem explorada em vários espaços da casa, assim como a ventilação natural. Pode-se ver na Figura 11 uma área de apoio ao jantar e lazer onde panos de vidro foram utilizados para captar mais luz para o ambiente e funcionam como uma estufa no inverno, para aquecimento da casa. Para dar melhor destino aos resíduos gerados na residência, um sistema de compostagem do lixo orgânico, com o uso de minhocas “Minhocasa” é utilizado. Os proprietários disseram ser um sistema simples e funcional, exigindo cuidado por parte da família e da empregada na disposição dos resíduos.

O casal disse estar muito satisfeito com o resultado que obtiveram com a casa. A idéia de “morar verde” (TIBURCIO, 2010) e a busca por soluções sustentáveis para a casa e para o modo de vida nesse caso, teve um efeito multiplicador já que o casal a partir de sua experiência passou a trabalhar com projetos sustentáveis e produtos ecológicos, criando a empresa EcoDesign.

## 5. CONCLUSÕES

A sustentabilidade deve ser entendida em seus diversos aspectos, através de uma visão holística, mais ampla que apenas preservação ambiental. Na esfera da construção é necessária a participação conjunta entre arquitetos, construtores e usuários moradores para que se possa atingir a eco-eficiência da edificação e um modo de vida mais sustentável. Percebe-se que diante dos inúmeros debates a respeito das questões ambientais, os indivíduos tem se despertado em direção a um modo de vida “mais verde”, seja por iniciativa decorrente de seus próprios conhecimentos, seja por proposições de profissionais empenhados em buscar soluções que agredam menos o meio ambiente e economizem seus recursos.

A necessidade de aplicar a visão sustentável em todas as etapas da construção, do projeto ao uso cotidiano, remete a escolha por materiais, tecnologias, estratégias e sistemas construtivos que tenham

algum diferencial. Dessa forma a compilação de dados referentes a esses quesitos em quadros pode facilitar a compreensão de porque escolher determinado material ou sistema e facilitar a comparação entre eles através dos mesmos critérios. Percebe-se que a solução mais sustentável pode não ser necessariamente a que apresenta maior apelo ecológico. Pode-se concluir, por exemplo, que uma alvenaria executada de forma a reduzir o desperdício pode vir a ser mais sustentável que a madeira se, essa madeira estiver à enorme distância e os blocos de alvenaria na própria região, mesmo que a madeira tenha um apelo ecológico maior por ser um produto natural. Dessa forma se aplica à construção a visão ampla das várias dimensões da sustentabilidade

Entendendo que a habitação é o envoltório do indivíduo na sua escala mais restrita – a familiar – é quase certo que quando a habitação sofre mudanças os indivíduos também sofram, ou o contrário, que a mudança dos indivíduos reflita na organização da habitação. Talvez seja ainda cedo para definir claramente quais são os impactos das tecnologias sustentáveis na forma como as pessoas vivem devido ao pouco acesso que se teve, até o momento, aos moradores dessas casas sustentáveis. Percebe-se que a sensibilização ambiental precede a busca por uma casa sustentável, esteja ela na consciência dos indivíduos que optam por esse tipo de moradia ou nos profissionais que irão persuadir seus clientes a respeito da importância da mudança na forma de se construir.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADAM, Roberto Sabatella. *Princípios do Ecoedifício: Interação Entre Ecologia, Consciência e Edifício*. São Paulo: Aquariana, 2001. 157 p.

ARAÚJO, Márcio Augusto. A Moderna Construção Sustentável. *Instituto para o Desenvolvimento da Habitação Ecológica-IDHEA*. Disponível em: <<http://www.idhea.com.br/pdf/moderna.pdf>>. Acesso em 07 de janeiro de 2010.

CORBELLA, Oscar; YANNAS, Simos. *Em Busca de Uma Arquitetura Sustentável Para os Trópicos*. Rio de Janeiro: Revan, 2003. 308p.

GAMA, Priscila Juliana Maria. *Morar Contemporâneo: Redesenhando o Espaço*. 2007. 77 p. Monografia (Graduação em Arquitetura e Urbanismo) – Departamento de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2007.

JODIDIO, Philip. *Green Architecture Now!* Cologne: Taschen, 2009. 416 p.

ROAF, Sue; FUENTES, Manuel; THOMAS, Stephanie. *Ecohouse: A Casa Ambientalmente Sustentável*. 2.ed. Porto Alegre: Bookman, 2006. 408 p.

SACHS, Ignacy. *Estratégias de Transição Para o Século XXI*. São Paulo: Studio Nobel: Fundap, 1993. 103p.

SILVA, Izadora Cristina Corrêa. TIBÚRCIO, Túlio Márcio de Salles. *Arquitetura Sustentável em Edifícios Educacionais*. 2008 (Relatório Final de Iniciação Científica PIBIC/CNPq) – Departamento de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2008. 46 p.

TIBÚRCIO, Túlio Márcio de Salles. Morar Contemporâneo, Morar verde, Morador em Transição. In: TRIGUEIROS, C. (Org.). *Uma Utopia Sustentável. Arquitetura e Urbanismo no Espaço Lusófono: que Futuro?* Lisboa: Faculdade de Arquitectura da Universidade Técnica de Lisboa, 2010. p. 912-925

TIBÚRCIO, Túlio Márcio de Salles; FINCH, Edward Frank. The impact of an intelligent classroom on pupils' interactive behaviour. *Facilities: Specialised Facilities*. United Kingdom. 23, n. 5/6, p. 262-278, 2005.

YEANG, Ken. What is Green Design? In: YEANG, Ken (Org). *Design Does Matter*. Mt. Laurel, New Jersey: Teknion, 2005 *apud* JODIDIO, Philip. *Green Architecture Now!* Cologne: Taschen, 2009. p.31-32.

## 7. AGRADECIMENTOS

Os autores gostariam de agradecer ao CNPq e à Universidade Federal de Viçosa pelo apoio à pesquisa.