UNIVERSIDADE FEDERAL DO PAMPA
***Campus* São Gabriel**

A ARQUITETURA SUSTENTÁVEL BASEADA NA PERMACULTURA: ESTUDO DE CASO DA CASA ECOLÓGICA CHÁCARA DAS FLORES - SÃO GABRIEL-RS

LEONARDO DE CARVALHO ABIB

Orientador: Prof. Dr. Jefferson Marçal da Rocha.

São Gabriel, 2013

LEONARDO DE CARVALHO ABIB

A ARQUITETURA SUSTENTÁVEL BASEADA NA PERMACULTURA: ESTUDO DE CASO DA CASA ECOLÓGICA CHÁCARA DAS FLORES - SÃO GABRIEL-RS

Monografia apresentada à Comissão de Trabalho de Conclusão do Curso de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Pampa – UNIPAMPA, *Campus* São Gabriel, como parte dos requisitos necessários à obtenção do grau de Bacharel em Ciências Biológicas.

Orientador: Prof. Dr. Jefferson Marçal da Rocha.

São Gabriel, 2013

LEONARDO DE CARVALHO ABIB

A ARQUITETURA SUSTENTÁVEL BASEADA NA PERMACULTURA: ESTUDO DE CASO DA CASA ECOLÓGICA CHÁCARA DAS FLORES - SÃO GABRIEL-RS

Monografia submetida à Comissão de Trabalho de Conclusão do Curso de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Pampa – UNIPAMPA, Campus São Gabriel, como parte dos requisitos necessários à obtenção do grau de Bacharel em Ciências Biológicas.

Trabalho de Conclusão de Curso defendido e aprovado em: ___/___/_____
Banca examinadora:

_____
Prof. Dr. Jefferson Marçal da Rocha
Gestão Ambiental - Unipampa
Orientador

_____
Prof. Dr. Rafael Cabral Cruz
Gestão Ambiental - Unipampa

_____
Prof. Dr. Rubem Samuel de Ávila Jr
Ciências Biológicas- Unipampa

FICHA CATALOGRÁFICA

[Abib], [Leonardo]

[A Arquitetura Sustentável Baseada na Permacultura: Estudo de Caso da Casa Ecológica Chácara das Flores - são gabriel-rs]/ [Leonardo de Carvalho Abib]. – Rio Grande do Sul: UNIPAMPA, Campus São Gabriel, [2013].

[ix], [34] f.: il.; 30 cm.

Orientador: [Prof. Dr. Jefferson Marçal da Rocha]

Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso) – UNIPAMPA/ Campus São Gabriel/ Trabalho de Conclusão de Curso, [2013].

Referências: f. [33-34].

1. [Arquitetura sustentável]. 2. [sustentabilidade]. 3. [Permacultura]. 4. [Gestão Ecoeficiente]. – Monografia I. [Rocha], [Jefferson Marçal]. II. Universidade Federal do Pampa, Campus São Gabriel, Trabalho de Conclusão de Curso. III. Título.

AGRADECIMENTOS

Ao meu professor orientador, Prof. Dr. Jefferson Marçal da Rocha, pelos ensinamentos, pelo incentivo sempre entusiasmado e pela confiança.

Aos meus pais, Luiz Paulo de Oliveira Abib e Maria Lucia de Carvalho Abib pelo carinho, dedicação, exemplo de dignidade e honradez.

Em especial à minha namorada, Aline Soares Nunes por sempre estar ao meu lado me ajudando, apoiando e incentivando durante todo o curso, sempre com muito carinho, compreensão amor e paciência.

Às minhas irmãs Lucia Helena de Carvalho Abib e Gilda Maria de Carvalho Abib El Halal, por todo apoio e incentivo para a realização deste curso e por todo o carinho e amizade durante toda a vida.

Aos meus tios, tias e primos por me darem as melhores lembranças que eu poderia ter de uma infância feliz.

Ao meu primo, Arquiteto Álvaro Nascimento Abib, pelo acolhimento em seu escritório, disponibilizando todas as informações necessárias para a conclusão deste trabalho.

Ao meu primo, Guilherme Nascimento Abib e sua esposa Raquel Biscaglia Mozzaquatro Abib, sempre solícitos, disponibilizaram sua casa para ser objeto deste estudo.

Agradeço principalmente à Santíssima Trindade pelo dom da vida e a Nossa Senhora Aparecida por nunca me deixar desamparado.

RESUMO

A ARQUITETURA SUSTENTÁVEL BASEADA NA PERMACULTURA: ESTUDO DE CASO DA CASA ECOLÓGICA CHÁCARA DAS FLORES - SÃO GABRIEL-RS

Autor: Leonardo de Carvalho Abib.
Orientador: Prof. Dr. Jefferson Marçal da Rocha.

A proposta deste trabalho foi analisar se o uso de materiais naturais nas construções de moradias é uma alternativa viável considerando-se os três aspectos da sustentabilidade: o ambiental, menos impactante aos recursos naturais; o econômico, viável sob o ponto de vista econômico-financeiro e sociocultural, tenha compatibilidade com a comunidade local. A Permacultura, inicialmente na década de 70, tratava-se de um sistema agrícola que integrava espécies animais e vegetais úteis aos seres humanos. Hoje se define como *design* propício *a* comunidades humanas sustentáveis, envolvendo diversos aspectos da vida humana, inclusive a moradia. A experiência da Casa Ecológica Chácara das Flores, uma construção projetada e construída nos moldes da Permacultura, mostra que ela atende às necessidades humanas com todos os confortos da vida moderna. E em comparação a casas convencionais de mesmo porte mostra-se economicamente, socialmente e ambientalmente mais eficiente, no que diz respeito aos aspectos de sustentabilidade avaliados.

Palavras-chave: Permacultura, Arquitetura sustentável, sustentabilidade.

ABSTRACT

SUSTAINABLE ARCHITECTURE BASED ON PERMACULTURE: CASE STUDY OF THE CHÁCARA DAS FLORES ECOLOGICAL HOUSE – SÃO GABRIEL – RS

Author: Leonardo de Carvalho Abib.

Mastermind: Dr. Jefferson Marçal da Rocha.

The aim of this study is to analyze whether using natural materials in house construction is a viable alternative taking into account the three aspects of sustainability: environmental, less harmful to natural resources; economic, feasible from the economic-financial point of view; and sociocultural, compatible with local community. In the 1970s, Permaculture was an agricultural system which integrated animal and vegetable species that were useful to human beings. Today, it is defined as an adequate design to sustainable human communities, comprising several aspects of human life, including dwelling. The Chácara das Flores Ecological House experience, a building projected and built using the Permaculture pattern, shows that it responds to human needs with all the comfort of modern life. Also, concerning sustainability aspects, it is more economic, social and environmental efficient than conventional houses of similar size.

Key-words: Permaculture; sustainable architecture; sustainability.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Quadro 01: Comparação do Design permacultural com o Design convencional. 14
Figura 01: Flor Permacultural. 13
Figura 02: Trabalhadores erguendo a parede de Superadobe. 18
Figura 03: Janela e alicerce no detalhe.. 18
Figura 04: Rede hidráulica.. 19
Figura 05: Instalação da geomembrana. 20
Figura 06: Borda da cobertura e no detalhe a ação da pingadeira.. 20
Figura 07: Escada de acesso ao telhado. 21
Figura 08: Estrutura do telhado em madeira roliça. 21
Figura 09: Aquecedor solar d'agua. 22
Figura 10: Serpentina instalada dentro do fogão a lenha 23
Figura 11: Boiler. 23
Figura 12: Etapas do revestimento das paredes. 24
Figura 13: Escavação do lago artificial. 25
Figura 14: Paisagem bucólica. 25
Figura 15: Criadouro de peixes. 26
Figura 16: Gráfico comparativo dos custos, por etapas e do custo total.. 29

LISTA DE TABELAS

Tabela 01: Custos da construção de uma casa convencional de 100 m² de área construída. ... 27
Tabela 02: Custos da construção de uma casa baseada na Permacultura de 100 m² de área construída. 28

SUMÁRIO

RESUMO VI

ABSTRACT VII

1. INTRODUÇÃO 1

1.1. Referencial teórico. 3

1.1.1. Discutindo Desenvolvimento Sustentável. 3

1.1.2. Arquitetura sustentável. 9

1.1.3. Permacultura. 10

1.2. Justificativa 14

2. OBJETIVOS 15

3. MATERIAIS E MÉTODOS 16

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO. 16

5. CONCLUSÃO 30

REFERÊNCIAS 33

1. INTRODUÇÃO

Casa é muito mais do que construção específica que serve de abrigo, atrelado à estrutura física da casa, estão os processos socioculturais que deram origem à sua construção, de tal forma que não é possível separar os aspectos materiais dos não materiais, pois um está contido no outro, um local de moradia "somente se torna "casa", pelo fato de se estar vivendo nele. Em outras palavras, atribuímos à condição de "casa" a partir da efetiva ocupação e das experiências vivenciadas nesse ambiente, desde seu planejamento" (HIGUCHI, 2003, p. 53).

Malaco (2002) entende que a casa surge como elemento fundamental da constituição da vida humana no momento em que o ser humano abandona o nomadismo e passa a abrigar-se em sítios específicos. Originalmente o homem utilizou-se de formações naturais, como, cavernas para se abrigar, mas isto ainda não constituía uma casa (PETRUCCI 1998).

Nas casas primitivas eram empregados blocos de pedra simplesmente superpostos, peças de madeira ou barro adensado. A madeira é provavelmente o mais antigo material de construção usado pelo homem, precedeu a própria pedra. O primeiro aglomerante utilizado pelo homem foi provavelmente a argila (PETRUCCI, 1998).

No Brasil, muitas construções com terra representam ainda um notável patrimônio, sobretudo em cidades no que tiveram seu apogeu nos tempos coloniais como Mariana, Ouro Preto e tantas outras (BARBOSA, 2005).

No mundo contemporâneo, o que está na moda influencia o consumo de bens e serviços, ditando as regras de produção e do desenvolvimento de tecnologias. De acordo com Rocha (2001), não há como retroceder a trajetória tecnológica à qual a sociedade moderna está inserida. Salienta ainda que a busca do "modelo americanizado" de se viver, baseado no consumismo e na utilização desenfreada dos recursos ambientais, provavelmente, levará ao esgotamento deste modo de viver. Os recursos do planeta Terra estão se esgotando a taxas cada vez maiores. Numa trajetória suicida, a sociedade esgota o seu próprio habitat.

A tomada de consciência da problemática ambiental, a partir da década de 1970, abriu um espaço no mercado para produtos com responsabilidade ambiental. Desta forma, novas propostas surgiram e antigas concepções de produção retornaram com mais evidência. No campo da construção civil a cada dia surgem novidades, materiais multiuso, reciclados, mas há que se destacarem os materiais que são eficientes no aspecto do uso e reuso, mas

principalmente no que diz respeito ao consumo energético em toda a sua cronologia desde a produção até o seu descarte final.

Entre os grandes consumidores de recursos ambientais está a indústria da construção civil, um exemplo disso é a produção do cimento. Segundo CNI (2012), a extração de pedra calcária e argila, implicam impactos ambientais locais irreparáveis. Para produzir cimento pronto a indústria utiliza um processo de aquecimento a partir da queima de combustível[1] no interior dos fornos em que a temperatura chega a 1450º C.

No atual modo convencional de se projetar e construir moradias, com uma padronização homogênea de procedimentos e materiais, no que diz respeito à escolha dos elementos construtivos, o usuário final adquire um produto já pronto, em que ele não participa na elaboração do projeto, apenas restando optar nos elementos opcionais. Sem nenhuma autonomia na escolha de materiais e *design*.

Foi a partir da urbanização no século XIX, que as contruções de moradias passaram a ser incorporada na lógica da produção de riquezas, começaram a aparecer os materiais de construção que hoje são implicitamente conhecidos como materiais de construção convencionais, ou industrializados (BARBOSA, 2005).

A difusão dos materiais industrializados teve como consequência o desprezo, o esquecimento e o abandono de técnicas e materiais tradicionais. Com isso as construções nas comunidades mais carentes das periferias das cidades e na zona rural, com aspecto estético fora do convencional, porém muitas vezes funcional, leva a sociedade ocidental a associar os materiais não industrializados, à pobreza (BARBOSA, 2005).

Por outro lado, deve-se considerar um outro problema a destacar nos países mais pobres: As residências construídas em lugares inadequados, que podem levar a problemas de saúde pública ou de risco. O Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2009) classifica este tipo de casa como não-duráveis, o mesmo contabilizou no ano de 2009, 995 mil domicílios nestas condições. Além disso, o Ministério da Saúde (2005) trata essas habitações como caso de saúde pública, ele recomenda a melhoria ou substituição de casas de pau a pique, de sopapo e de adobe sem reboco, como controle de vetores transmissores de doenças. Casas de barro mal acabadas e sem reboco, expostas a intempéries, criam condições para

[1] O principal combustível utilizado pela indústria de cimento é o coque de petróleo, representando aproximadamente 75% do consumo total (CNI, 2012).

proliferação de insetos como o *Triatoma infestans* conhecido como barbeiro, principal vetor de transmição da doença de chagas.

Para Soares (2008), “Materiais naturais são definitivamente uma alternativa à substâncias tóxicas que disseminam problemas ambientais”. A questão então é saber se o uso de materiais naturais nas construções de moradias sustentáveis pode ser uma alternativa viável no mundo contemporâneo.

Assim, através da análise de uma casa construída com materiais naturais, pretende-se verificar se estas construções constituem numa alternativa competitiva às casas convencionais, levando em conta os três aspectos que compõe uma sustentabilidade efetiva, quais sejam: econômico, social e ambiental.

1.1. Referencial teórico

1.1.1. Discutindo Desenvolvimento Sustentável

É inegável que a problemática ambiental assume hoje uma posição de destaque nos mais diversos âmbitos da vida.

Essa preocupação crescente com a chamada “questão ambiental” possui uma influência significativa sobre vários níveis de decisão política, empresarial e comunitária, seja no setor público, privado ou no chamado terceiro setor: a sociedade civil organizada (SOUZA, 2000).

Se no passado os problemas ambientais eram visto como uma excentricidade de ecologistas nostálgicos com o progresso e com a tecnologia, hoje se vê perfeitamente políticos, empresários, lideres comunitários, burocratas de estados, dentre tantos outros, transitarem com desenvoltura no discurso do “Desenvolvimento Sustentável” (ROCHA, 2011).

Até as últimas décadas do século XX, a preocupação com a preservação ambiental não passava de um luxo elitista e uma excentricidade científica, sem muito espaço para progredir (SOUZA, 2000).

Para Rocha (2011), a ideia de Desenvolvimento Sustentável, se por um lado carrega a promessa de que os problemas ambientais passarão a entrar na pauta das grandes prioridades mundiais, por outro traz uma sensação de que caiu num vazio de conteúdo, pois muitas

empresas levantam a bandeira da sustentabilidade apenas para passar uma boa imagem, mas na verdade possuem poucas ações nesse sentido.

A partir da década de 1970, com a conferência de Estocolmo em 1972, começou a elaboração “oficial” de uma concepção internacional sobre o problema do uso irracional dos recursos naturais, fruto de inúmeras conferências e estudos realizados nos mais respeitados centros técnico-científicos e políticos do mundo. Já na década de 1980 surge a proposta de desenvolvimento Sustentável, este procura aliar o próprio desenvolvimento a estratégias sustentáveis (ROCHA, 2011).

É a partir da década de 90, com a Eco-92, que o meio empresarial passa a incorporar a noção do desenvolvimento Sustentável nas suas ações, desencadeando mudanças também no setor da construção civil que passa a buscar práticas mais sustentáveis (SOUZA, 2000).

Um dos principais fatores que provocou uma notória preocupação com as questões ambientais, a partir da segunda metade do século XX foram as consequências do advento da chamada sociedade “fordista” e dos padrões massificados de produção e de consumo que essa proporcionou. Por fordismo, entende-se o processo de produção e de consumo em massa que se desenvolveu durante o século XX tanto no mundo capitalista como no comunista, e que pressupõe a classe trabalhadora incorporada ao mercado consumidor de bens e serviços. Esse processo teve como marco simbólico à instituição por Henry Ford, em 1914 no interior de Michigan (EUA), da diminuição da carga horária de trabalho e de recompensa de cinco dólares para trabalhadores da linha de montagem. Com o modelo fordista os trabalhadores foram incorporados às classes consumidoras e para fazer isso foi necessário aumentar a sua renda por meio de repasse de parte dos ganhos de produtividade, redução da carga horária de trabalho aumentando o tempo de lazer e a estabilidade no emprego (SOUZA, 2000).

Como consequências do sucesso econômico do século XX houve crescimento da urbanização e do consumo, da concentração espacial das atividades produtivas, aumentando a poluição e os problemas da vida urbano-industrial passaram a ser um dos maiores dilemas, por não existirem ainda soluções viáveis do mundo contemporâneo. O incremento dos efeitos da atividade humana sobre o meio ambiente constituem no início do século XXI, um problema de ordem técnica, cultural, econômica e principalmente política (ROCHA, 2011).

De forma associada, houve uma melhoria educacional da população, o que levou a valorização da qualidade de vida e a melhor percepção dos efeitos da degradação ambiental sobre o seu bem estar (SOUZA, 2000).

Pelo grau de consciência da opinião pública, dos governos e dos movimentos ambientalistas dos problemas ambientais, Souza (2000) divide este progresso em três fases.

- Primeira fase: a ênfase na conservação dos recursos e na natureza existencial e estética do meio ambiente.

Neste período, entre o começo do século XX até a sua metade, se formam os movimentos conservacionistas ecologistas (SOUZA, 2000).

Os problemas ambientais não eram uma preocupação generalizada da sociedade, sendo pensados somente por alguns intelectuais e políticos. A preocupação social com o meio ambiente tinha uma forte conotação estética e existencial, com pouca ênfase na preservação dos recursos (SOUZA, 2000).

Na primeira parte do século, a população ou estava preocupada em desfrutar do consumismo ou às voltas de problemas causados pelas duas grandes guerras e dos estragos da "grande depressão" sobre a economia popular, entre as décadas de 1920 e 1930. Grande parte dos cientistas estavam preocupados em dar vazão ao desenvolvimento cientifico e tecnológico que proporcionava incrementos impressionantes na produção e no consumo (SOUZA, 2000).

Os problemas ambientais não eram objeto de investigação cientifica e não parecia implicar riscos ao desenvolvimento econômico e muito menos à vida humana (SOUZA, 2000).

Os principais problemas identificados pelos ativistas eram relacionados com a extinção de espécies, com o desmatamento, com a degradação de ambientes naturais, preocupações de caráter existencial e mesmo moral, ainda não se tinha conotação das consequências da perda da biodiversidade como se tem no início do século XXI (SOUZA, 2000).

Referente a essa percepção as primeiras políticas ambientais foram a criação de parques florestais e áreas preservadas, a preservação de algumas espécies ameaçadas e a proteção de determinadas paisagens e espaços naturais, as leis sobre o uso florestal, sobre o uso das águas e dos minerais, inexistindo regulamentação sobre a poluição. No Brasil, em meados da década de 1970, foram implantadas as primeiras leis sobre a poluição, as principais regulamentações ambientais eram o Código Florestal e o Código das Águas de 1934, o Código de Pesca de 1938, o Código de Mineração de 1940 e o Estatuto da Terra de 1964 (SOUZA, 2000).

- Segunda fase: a degradação ambiental começa a afetar o bem-estar das pessoas.

A concentração industrial, a urbanização, o crescimento econômico e populacional e o aumento significativo na renda e no consumo, fizeram com que os problemas ambientais associados às atividades produtivas (sobretudo as indústrias) se fizessem sentir de forma generalizada sobre o bem-estar das pessoas. Associado a isso, a melhoria nos padrões sanitários e os avanços significativos na área de saúde proporcionaram o controle de uma série de causas de mortes e doenças, bem como a identificação mais precisa dos efeitos da poluição e da degradação ambiental sobre a saúde humana (SOUZA, 2000).

Nesse período, a degradação ambiental afeta o bem-estar e a saúde humana de forma generalizada (SOUZA, 2000).

O problema ambiental percebido com maior profundidade nessa fase é a poluição. As políticas públicas ambientais têm uma preocupação essencialmente com o meio ambiente no nível local (poluição, espécies animais e vegetais, florestas, paisagens, ambiente natural etc.). O sentido das políticas era essencialmente “curativo” e não “preventivo”. Essa forma de tratar o problema permanece até hoje (SOUZA, 2000).

- Terceira fase: o problema ambiental como limite de crescimento.

A partir da década de 1970, o problema ambiental emerge como sendo um poderoso fator de restrição do crescimento econômico nos moldes do industrialismo/consumismo. A degradação dos recursos naturais seria o responsável por impor limites ao crescimento econômico. (SOUZA, 2000).

Nessa fase, os problemas ambientais ganham dimensões internacionais e não mais locais, implicam sobre o futuro do modelo de desenvolvimento econômico baseado na produção e no consumo intensivos, na ideia que é melhor prevenir do que remediar e que os problemas ambientais devem fazer parte do planejamento do próprio desenvolvimento: mas sobretudo, de que a dimensão global do problema ambiental significava riscos ao crescimento econômico e ao modelo de desenvolvimento experimentado até então (SOUZA, 2000).

A ideia de que se deveria impor um limite de crescimento econômico, estabelecer metas de "crescimento zero", levou os países desenvolvidos a entenderem que países em desenvolvimento não poderiam seguir a mesma trajetória de desenvolvimento dos primeiros, uma vez que se todos os países gozassem dos padrões de produção e de consumo "primeiromundistas", o mundo seria insustentável. Neste contexto, condenava-se os pobres a uma situação de "pobreza eterna" (SOUZA, 2000).

As discussões sobre o efeito estufa foram as que mais causaram polêmica e maior impacto na consciência da comunidade internacional. Essa discussão implicava questionamentos sobre o próprio modelo de desenvolvimento econômico que estava em curso. Já a questão da biodiversidade passa a ser vista como um importante fator para preservação dos ecossistemas (SOUZA, 2000).

A degradação dos recursos naturais, que até então era visto sob a ótica do efeito que teria sobre o desenvolvimento econômico, passa a ser visto sob a ótica dos efeitos sobre o equilíbrio dos ecossistemas e sobre a sustentabilidade da própria vida no planeta (SOUZA, 2000).

Os principais eventos que marcaram a década de 1970 foram a *Conferência de Estocolmo* de 1972, os estudos elaborados para o *Clube de Roma* entre 1972 e 1976, e o relatório elaborado pelo conselho ambiental americano *Quality Environment Concil* para o

governo Jimmy Carter em 1980, intitulado *Global Report* 2000. A partir do início da década de 1980 buscou-se alternativas que conciliariam o desenvolvimento e a preservação ambiental (SOUZA, 2000).

O modelo geral de desenvolvimento sustentável de mercado usado por instituições como o FMI, a ONU, o BIRD, o World Resources Institute, dentre outras, e na maioria dos governos, é fruto de uma acumulação teórica e compromissos firmados em conferências ambientais oficiais como a de Estocolmo em 1972 e à Eco-92 no Rio de Janeiro em 1992 (SOUZA, 2000).

O relatório *Nosso Futuro Comum*, conhecido como relatório de Brundtland de 1987, teve a pretensão de servir como um método para corrigir os desvios do desenvolvimento em relação ao meio ambiente. Faz uma síntese da ideia oficial dos grupos de interesses mercantis internacionais e generaliza o "axioma" desenvolvimento sustentável, sobre a qual todas as iniciativas governamentais e multilaterais posteriores haveriam de se reportar a partir daí (SOUZA, 2000).

Nesse documento se elabora o vago conceito de desenvolvimento sustentável, como sendo aquele que "[...] satisfaz as necessidades do presente sem comprometer a capacidade das gerações futuras satisfazer as suas próprias necessidades". (ROCHA, 2011).

Esse modelo está dentro dos primeiros lugares na ordem de prioridades da ONU e dos organismos e bancos multilaterais de desenvolvimento. (SOUZA, 2000).

Porém, percebe-se, segundo Rocha (2011), que à própria palavra sustentabilidade está embutido o pressuposto da ideia de permanência, esta deve estar relacionada ao equilíbrio dos sistemas tanto naturais como sociais. Rocha (2011) escreve que a ideia de permanência não pode ser concebida como uma busca de um equilíbrio estático, pois sistemas constituídos por seres vivos são significativamente instáveis. Para ele, sustentabilidade deve integrar a noção de transformação e mudança. Ou seja, a tensão constante entre permanência e mudança, ordem e desordem é fundamental para o funcionamento dos sistemas sociais. No contexto desde trabalho compreende-se que as construções sustentáveis, por exemplo, devem aliar uma perspectiva histórico-cultural de cada local, porém sem deixar de primar pelo conforto e bem estar exigido da sociedade contemporânea.

1.1.2. Arquitetura sustentável

Construção sustentável é um sistema construtivo que promove alterações conscientes no entorno, de forma a atender as necessidades de edificação, habitação e uso do homem moderno, preservando o meio ambiente e os recursos naturais, garantindo qualidade de vida para as gerações atuais e futuras (MANETTI, 2007).

Para Manetti (2007), arquitetura sustentável é a arquitetura de baixo impacto humano e ambiental, ela tem o objetivo de diminuir a depredação do meio ambiente usufruindo dos seus benefícios sem usurpar as possibilidades de uso para as gerações futuras.

A arquitetura sustentável surge com a necessidade de introduzir as inúmeras, criativas e novas tecnologias que não agridem o meio ambiente, tendo como principal objetivo a construção de casas e edificações que se adaptem ao clima, iluminação, ventilação e topografia de cada local, bem como a melhorar a utilização dos recursos naturais e eliminação de desperdícios (MANETTI, 2007).

A proposta desta perspectiva é minimizar os impactos em cada uma das etapas da construção, reduzindo os resíduos resultantes, e diminuindo os consumos energéticos (MANETTI, 2007).

Uma construção sustentável ou bioclimática responde de forma muito particular às condições do terreno, ao movimento aparente do sol, às correntes de ar, fazendo refletir estes aspectos na organização e distribuição espacial, nas aberturas, no dimensionamento e orientação dos vãos. Dispensando, tanto quanto possível, a instalação de sistemas mecânicos de climatização, procura tirar partido dos elementos arquitetônicos, para alcançar um maior rendimento energético. Assim, o conforto ambiental para os seus usuários é conseguido de forma natural (MANETTI, 2007).

O emprego de materiais com baixo impacto ecológico, considerando a análise do ciclo de vida destes, contribuem de forma determinante para uma arquitetura mais amiga do ambiente. Este tipo de construção não é, a princípio, mais caro ou mais barato que a construção convencional: trata-se de adotar estratégias e otimizar soluções (MANETTI, 2007).

Entre as décadas de 1970 e 1980, a discussão era sobre edifícios energeticamente mais eficientes. O desafio era superar a crise do petróleo através de prédios menos energívoros[2]. Depois, o inimigo passou a ser o entulho gerado pela obra; depois, a água; a seguir, o lixo dos moradores e usuários; agora, o novo vilão são as emissões de CO_2 e os gases responsáveis pelo efeito estufa e o aquecimento global (ARAÚJO, 2013).

Foi possível perceber que a construção sustentável não é um modelo para resolver problemas pontuais, mas uma nova forma de pensar a própria construção e tudo que a envolve. Trata-se de um enfoque integrado da própria atividade, de uma abordagem sistêmica em busca de um novo paradigma: o de intervir no meio ambiente, preservando-o e, em escala evolutiva, recuperando-o e gerando harmonia no entorno (ARAÚJO, 2013).

Manetti (2007) reconhece uma procura recente pelo ideário sustentável e o temor de alguns estudiosos de que seja apenas uma nova tendência, e que irá passar logo, mas acredita que podemos usufruir desse modismo para explorar e expandir o termo sustentabilidade de forma gradativa, conscientizando a população da urgência no assunto.

O papel do arquiteto se coloca com extrema importância, projetando verdadeiramente, não apenas construindo. Fazendo com que as cidades se tornem um laboratório vivo para educação da sociedade. Assim, o projeto deve ser pensado de maneira ampla, os materiais a serem utilizados devem ser adequados à cada construção e sua localização (OLIVEIRA, 2006).

É a volta da arquitetura vernacular[3] popular, porém com mais tecnologias envolvidas. É a ideia que estava nas construções das civilizações de caçadores nômades, na qual se buscava apenas a sobrevivência com o conforto baseado em aspectos que a própria natureza proporcionava (MANETTI, 2007).

1.1.3. Permacultura

A Permacultura foi desenvolvida na década de 1970 pelos australianos Bill Mollison e David Holmgren em resposta ao atual sistema econômico destrutivo que explora os recursos naturais, sem preocupação com o meio ambiente. Bill e David reorganizaram conhecimentos

[2] Consumidor de energia.
[3] Denomina-se arquitetura vernacular a todo o tipo de arquitetura em que se empregam materiais e recursos do próprio ambiente em que a edificação é construída.

ancestrais, habilidades, sabedoria tradicional e informação moderna sobre: plantas, animais e sistemas sociais e adicionaram novas ideias (MARROW, 2003).

A palavra Permacultura significa cultura permanente, unindo os termos, cultura, agricultura e permanente. A Permacultura trata do relacionamento do homem com o meio onde ele vive, criando um sistema que integre plantas, animais, edificações e infraestrutura. Para Holmgren (2007): “As pessoas, suas edificações e a forma como se organizam são questões centrais para a Permacultura”.

A Permacultura está fundamentada na ecologia e na inserção do homem nas comunidades ecológicas. Os humanos são parte do ecossistema e devem reconhecer seu relacionamento e interdependência com ele, de forma de sustentar e enriquecer a vida sem a degradação social e ambiental.

- Princípios éticos da Permacultura:

Na Permacultura é adotada uma ética explicitada em três áreas: cuidado com o planeta terra; cuidado com as pessoas e cuidado com a distribuição do excesso de tempo, dinheiro e materiais para atingir esses fins (MARROW, 2003).

A ética da Permacultura permeia todos os aspectos dos sistemas ambientais, comunitários, econômicos e sociais. Cooperação (e não competição) é a chave (MOLLISON & SLAY, 1991).

1. Cuidado com a terra:

Cuidado com todas as coisas, vivas ou não: solos, espécies e suas variedades, atmosfera, florestas, micro-habitats, animais e águas. Isto implica em atividades inofensivas e reabilitantes, conservação ativa, uso de recursos de forma ética e moderada, e um estilo de vida correto.

2. Cuidado com as pessoas:

Suprir necessidades básicas: alimentação, abrigo, educação, trabalho satisfatório e contato com humano saudável.

Para Mollison e Slay (1991), se pudermos suprir nossas necessidades básicas, não precisaremos da indulgência em grande escala de práticas destrutivas à terra.

3. Partilha justa:

Após suprir suas necessidades básicas e projetar o sistema da melhor forma possível, o permacultor poderá expandir suas influências e energia para auxiliar outros no alcance desses objetivos.

- Princípios de Design da Permacultura:

O *Design* é a integração harmoniosa entre a paisagem e as pessoas (MOLLISON & SLAY, 1991). *Design* em Permacultura é um sistema de assembleia de componentes conceituais, materiais e estratégicos em um padrão que funciona para beneficiar a vida em todas as suas formas. Busca prover um lugar seguro e sustentável para os elementos vivos na terra.

Um *design* conceitual flexível pode aceitar contribuições progressivas vindas de qualquer direção e, assim, ser modificado sob a luz da experiência. Design é um processo contínuo guiado em sua evolução pela informação e pelas habilidades advindas das observações anteriores daquele processo (SOARES, 2008).

Os princípios da Permacultura são selecionados a partir de várias disciplinas. São em resumo os seguintes:

1. Localização relativa. Cada elemento (casa, tanques, estradas, quebra-vento etc.) é posicionado em relação ao outro, de forma que se auxiliem mutuamente. A Permacultura faz a conexão entre os elementos, permitindo que cada elemento funcione eficientemente;

2. Cada elemento executa varias funções;

3. Cada função importante é apoiada por muitos elementos;

4. Planejamento eficiente do uso de energia;

5. Reciclagem local de energias (ambas: as humanas e as combustíveis);

6. Utilização e aceleração de sucessão natural de plantas, visando o estabelecimento de sítios e solos favoráveis;

7. Policultura e diversidade de espécies benéficas, objetivando um sistema produtivo e interativo;

8. Utilização de bordas e padrões naturais para um melhor efeito.

Na figura 01, podemos ver a Flor Permacultural. Segundo Holmegren (2007), ela pode descrever e mostrar conexões e aspectos do *design* existentes na Permacultura em todos os sete campos necessários para a sustentação da humanidade.

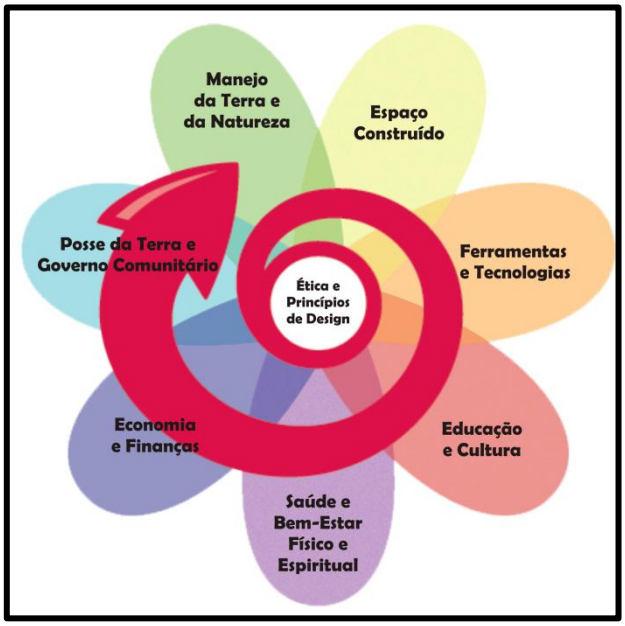

Figura 01: Flor Permacultural.
Fonte: Adaptado de *Permaculture Principles*. Disponível em <http://permacultureprinciples.com/pt/>.

- Permacultura nas edificações.

As construções dentro do sistema permacultural em função dos seus princípios éticos e de *design*, adotam elementos naturais nas suas construções como argila, palha, pedras, e madeira (plantada para este fim).

Para um *design* eficiente, a casa, deve ser projetada em função das energias naturais que entram no sistema (sol, vento, chuva) e na vegetação a sua volta. Com implementos tecnológicos simples, como aquecedor solar de água, poderemos reduzir nossa dependência de energia externa.

A direção em que você orienta a casa é, possivelmente, o fator que mais influencia no tipo e na quantidade de recursos que serão necessários para mantê-la confortável durante todo ano (MARROW, 1993).

Soares (2008) faz uma comparação entre o *design* permacultural e o *design* convencional em relação às construções, podemos ver essa comparação no quadro 01.

Design permacultural	**Design convencional**
• Baixo impacto ou impacto positivo; • Solo protegido; • Celebração da cultura; • Inclusão da natureza; • Favorecimento da correlação entre elementos naturais; • Estimulo da fertilidade e da diversidade; • Maior sustentabilidade.	• Impacto no ambiente; • Solo desprotegido; • Massificação da cultura; • Exclusão da natureza; • Não consideração dos elementos naturais; • Escassez de água; • Menor diversidade e fertilidade; • Não é sustentável.

Quadro 01: Comparação do *Design* permacultural com o *Design* convencional.
Fonte: Soares (2008).

1.2. Justificativa

"O caminho que o mundo está tomando atualmente não é sustentável, o uso atual e a grande dependência de combustíveis fósseis estão levando à degradação dos meios ambientes locais, regionais e globais" (COPYRIGHT INTERACADEMY COUNCIL, 2007). Soares (2008), afirma que a indústria da construção civil é a maior consumidora de recursos naturais, um enorme desperdício que prejudica as futuras gerações.

No modelo de urbanização atual, a arquitetura convencional não é sustentável do ponto de vista ecológico, não é possível usar a construção tradicional para sempre e para todos. O pré-fabricado, o modo padrão de construção, requer produção industrializada, o que contribui para a poluição. Neste ponto, a arquitetura convencional atende as necessidades humanas sem se relacionar de forma sustentável com o meio ambiente, fazendo uso indiscriminado dos recursos naturais, "[...]é de grande interesse econômico e societário dos países em desenvolvimento "saltar" a trajetória energética esbanjadora seguida pelos países industrializados atualmente[...]" (COPYRIGHT INTERACADEMY COUNCIL, 2007).

O modelo convencional das construções não valoriza o ambiente natural na construção de uma casa, o artificial é mais valorizado (iluminação artificial, clima artificial). A água potável é desperdiçada na utilização para diluição dos dejetos, limpar o carro, regar o jardim,

etc. O projeto de uma casa deve prever a redução no consumo da água e uma gestão inteligente desse recurso, através de tecnologias de reuso da água e equipamentos de redução de consumo e tratamento dos efluentes.

Na arquitetura sustentável são aplicadas várias técnicas para elaboração de casas ecológicas, algumas destas técnicas fazem uso de materiais e produtos tecnológicos inacessíveis à maioria da população, seja pelo custo elevado ou por simplesmente não estarem disponíveis na sua região "[...] mesmo os materiais alternativos não indicam baixo impacto ambiental. O termo alternativo somente significa o uso de um material que não consta na lista dos materiais tradicionais, podendo até mesmo ser mais agressivo ao meio [...]" (MANETTI, 2007).

No contexto de uma gestão eco-eficiente, considera-se que a arquitetura sustentável baseada na Permacultura é uma das alternativas inteligentes, que faz uso de estratégias sustentáveis para suprir as necessidades diárias das pessoas em suas residências, considerando as potencialidades socioambientais e culturais de cada lugar em específico. Na experiência analisada da casa Chácara das Flores em São Gabriel, foi possível analisar considerando-se os aspectos da gestão eco-eficiente: a viabilidade econômica, social e ecológica da construção de habitações, considerando não só o custo da construção, mas também os aspectos relacionados a uma sustentabilidade compatível (ROCHA, 2011).

Nos países em desenvolvimento, com taxas altíssimas de desemprego, poder-se-ia utilizar esse imenso contingente de mão de obra desqualificada e excluída para a fabricação de materiais de construção simples, saudáveis, a um custo relativamente baixo e com enormes ganhos sociais. A minimização do problema da casa é só uma questão de vontade política.

2. OBJETIVOS

Saber se as construções de moradias baseadas na Permacultura podem ser uma alternativa viável no mundo contemporâneo.

Analisar o uso de elementos naturais na construção de moradias sob a ótica da sustentabilidade.

Fazer uma comparação das casas ecológicas baseadas na Permacultura com casas convencionais, se as casas ecológicas são competitivas economicamente e se satisfazem as

necessidades humanas, se promovem a redução dos impactos ambientais e do consumo dos recursos naturais.

Discutir o uso da construção natural de moradias, como ferramenta social.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

Para este trabalho foi utilizada como objeto de estudo a Casa Ecológica Chácara das Flores que está localizada na cidade de São Gabriel-RS, por se tratar de uma construção que utiliza variadas técnicas construtivas que a incorpora no conceito de sustentabilidade.

Foi realizada pesquisa bibliográfica sobre os temas: Arquitetura sustentável, Permacultura, técnicas de bioconstrução e sustentabilidade.

Foi revisado o arquivo fotográfico da construção da casa e analisados todos os passos de sua construção.

Foi entrevistado, por mais de uma vez, o arquiteto responsável pelo projeto e execução da obra da casa, atuante na área da bioconstrução com propostas de construções sócio-ambientais sustentáveis.

Foram realizadas visitas técnicas na casa ecológica e analisados, junto aos moradores, os aspectos que envolvem a bioconstrução.

Foi feita uma análise comparativa contábil dos custos da casa ecológica com casas convencionais.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O arquiteto responsável pelo projeto e execução da obra da casa ecológica relata que o projeto teve como fonte inspiradora o perfil e os desejos de seus futuros moradores, um casal jovem, com estilo de vida definido pelo contato com a natureza, que sempre esteve presente em suas vidas.

Na elaboração do projeto, foram os futuros moradores que optaram por uma construção que não fosse do tipo convencional, eles fizeram valer de sua formação, ela com formação acadêmica na área ambiental, ele advogado e ativista politico conhecedor das

questões sociais e da problemática ambiental. O casal buscou conhecimento das técnicas bioconstrutivas e juntamente com o arquiteto, buscaram uma escolha, desejavam um ambiente familiar, acolhedor, onde o respeito ao meio ambiente fizesse parte efetivamente de suas vidas e da formação de seus filhos.

Foi escolhido para o local da casa, uma área livre dentro da chácara onde o casal já residia na forma de condomínio familiar. A chácara está localizada dentro do perímetro urbano da cidade. A percepção do arquiteto foi que o local facilitou por ser um ambiente com solo em abundância para uma bioconstrução.

O projeto da casa ficou com a seguinte constituição: Dois quartos, uma suíte, sala e cozinha integradas, despensa e área de serviço nos fundos junto à garagem. Para a casa se pensou uma forma mais orgânica para melhor integrá-la com o ambiente local, frente para o interior da propriedade junto ao lago artificial buscando uma melhor orientação solar e ventilação, telhado vivo com formato curvo dando aspecto de continuidade com o terreno, o telhado com alturas diferenciadas no seu interior, busca maior luminosidade da área social.

- Paredes.

A técnica construtiva empregada é a do superadobe, a matéria-prima desta técnica é o solo, que segundo o arquiteto no local da construção se encontrava em quantidade e qualidade. O superadobe é uma técnica bastante simples, consiste basicamente em erguer as paredes com terra ensacada em fiadas[4] sucessivas. À medida que vai se preenchendo a fiada ela deve ser socada para compactação do solo, as paredes têm 40 cm de espessura deixando a construção sólida e com muita massa térmica. Não é necessário que os trabalhadores tenham conhecimento na área da construção, o arquiteto contratou mão de obra local e deu treinamento aos trabalhadores no canteiro de obra.

Há muitas vantagens em usar a terra como material de construção. O barro tem a capacidade de absorver e liberar umidade mais rápido e em maior quantidade que os demais materiais de construção, uma casa de barro é capaz de manter a umidade relativa do ar no seu interior a 50% durante todo o ano, com uma flutuação apenas de 5% a 10%, mantendo um ambiente saudável no interior da casa. O barro mantém seco elementos de madeira e outros materiais orgânicos quando estão em contato direto com ele, não permitindo que insetos e fungos destruam esses elementos (MINKE, 1994).

[4] Camada das paredes de Superadobe.

Na figura 02, um dos trabalhadores segura um funil onde o outro despeja a terra para dentro do saco de polipropileno.

Figura 02: Trabalhadores erguendo a parede de Superadobe. Fonte: Autor.

- Aberturas.

As aberturas foram projetadas para suportarem o peso das camadas da parede de superadobe e foram desenvolvidas na marcenaria de propriedade da família, que fica na própria chácara, elas são fixadas enquanto são erguidas as paredes.

A figura 03 mostra uma janela de formato oitavado em madeira maciça. No detalhe da figura, também é possível observar o alicerce da casa, fundação direta, sapata contínua de pedra irregular.

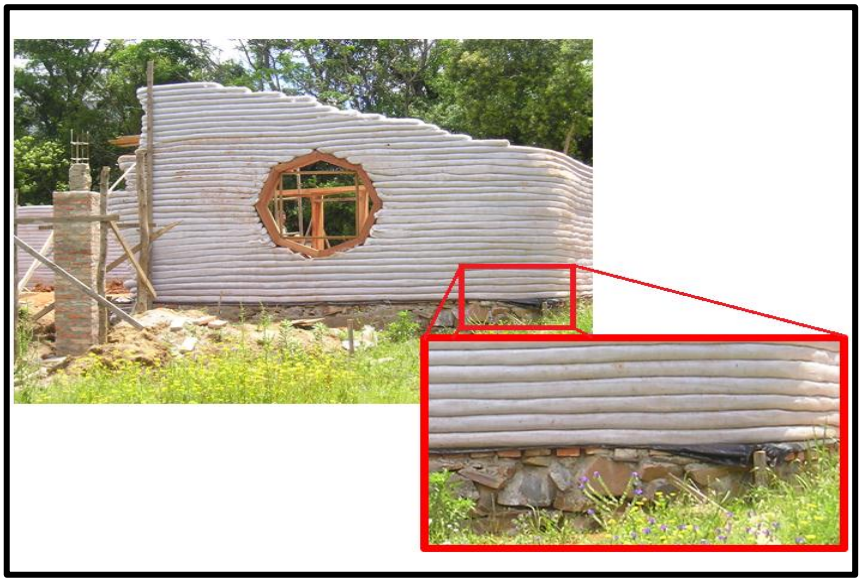

Figura 03: janela e alicerce no detalhe. Fonte: Autor.

As paredes de superadobe são estruturais (dispensam uso de pilares ou vigas) e permitem a instalação da rede elétrica e hidráulica embutida ou aparente. Na figura 04 podemos ver a instalação hidráulica embutida na parede.

Figura 04: rede hidráulica. Fonte: Autor.

- Telhado vivo.

Um dos pontos que mais chama atenção na casa ecológica é o telhado vivo, a casa tem uma cobertura vegetal recobrindo todo o telhado da casa, para este tipo de telhado é necessário fazer uma vedação que não permita a infiltração da água, para isso foi utilizado uma Geomembrana de Polietileno de Alta Densidade apoiada em um tablado de madeira recoberto com papelão, o papelão serve para proteger a geomembrana de farpas ou pregos expostos, como mostra a figura 05.

Figura 05: Instalação da geomembrana. Fonte: Autor.

Para fixação da borda foi utilizado pedras, que além de conter o solo dá um acabamento muito bom no ponto de vista estético e chapa galvanizada para servir de pingadeira evitando que a madeira seja molhada por ação da chuva. O acabamento final pode ser visto na figura 06 e a ação da pingadeira no detalhe.

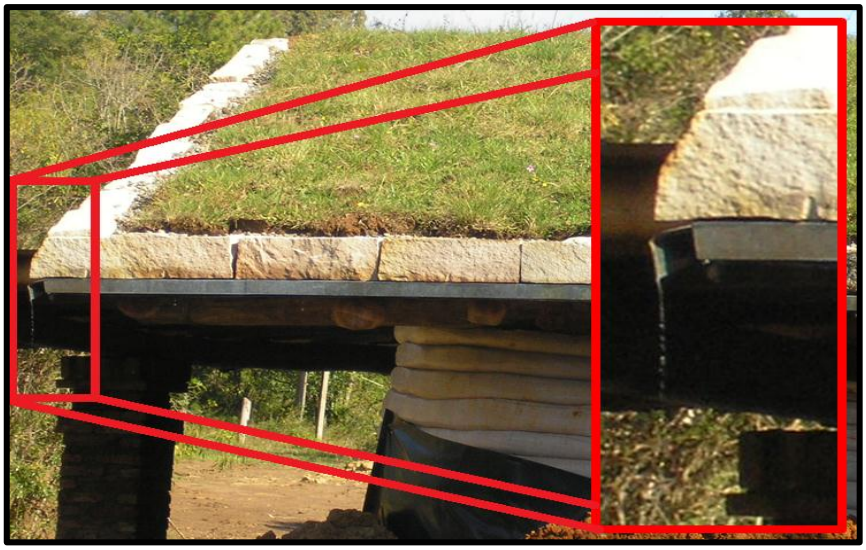

Figura 06: Borda da cobertura e no detalhe a ação da pingadeira. Fonte: Autor.

Para fazer a cobertura vegetal o arquiteto utilizou uma camada de 12 cm de terra vegetal recoberta com leivas[5] de grama nativa do próprio local. A área da cobertura também se tornou um espaço útil, onde os moradores cultivam uma horta e também pode ser usado como área de lazer. A figura abaixo mostra a escada que da acesso a cobertura da casa.

[5] Torrões de terra gramada.

Figura 07: Escada de acesso ao telhado. Fonte: Autor.

Para que a cobertura suportasse o telhado vivo foi utilizada uma estrutura em madeira roliça. A madeira roliça além de dar um ótimo efeito estético ela tem um baixo custo, pois não a necessidade do beneficiamento e oferece grande resistência a cargas de flexão.

Figura 08: Estrutura do telhado em madeira roliça. Fonte: Autor.

As paredes de superadobe e o telhado vivo formam um conjunto com grande massa térmica, o testemunho dos moradores atesta o conforto térmico que há dentro da casa, em uma região com as estações climáticas bem definidas esta casa se mostrou bem adaptada e dispensa o uso de climatização artificial gerando economia no uso de energia elétrica. Dentre os benefícios do telhado vivo está a eliminação de ruídos. Por exemplo, em tempos de chuva

de granizo além dos blocos de gelo não causarem nem um dano a estrutura do telhado, do lado de dentro da casa o choque dos blocos com o telhado não é percebido.

Através de evaporação e condensação, as próprias plantas podem reduzir as variações de temperatura no telhado vivo. Este processo é ainda reforçado pela grande capacidade de armazenamento de calor da água, nas plantas e no substrato, bem como através da fotossíntese, uma vez que cada molécula de glicose gerada consome 2,83 kJ de energia (MINKE, 2010).

- Rede hidráulica.

A rede hidráulica tem um sistema de serpentinas que coleta a energia térmica produzida no fogão à lenha e na lareira e também conta com um sistema coletor de energia solar e um boiler para conservar a água quente para ser utilizada nos pontos terminais da rede, nas torneiras, na lavanderia e nos chuveiros. O sistema todo proporciona uma grande economia na conta de luz.

Nas figuras a seguir vemos os sistemas de coleta de energia térmica e o boiler.

Figura 09: Aquecedor solar d’agua. Fonte: Autor.

Figura 10: serpentina instalada dentro do fogão a lenha. Fonte: Autor.

Figura 11: Boiler. Fonte: Autor.

- Revestimentos.

Depois que a cobertura já esta instalada, não permitindo mais que a água da chuva molhe as paredes, se inicia o processo de revestimento das paredes da casa. Para que o revestimento aderisse as paredes, foi necessário flambar o saco. O revestimento utilizado é a base de solo, areia, cal e esterco fresco. Para saber a proporção para uma melhor aderência e

textura foram realizados testes de reboco. Para a pintura das paredes foi utilizada tinta ecológica a base de cal que permite a parede respirar trabalhando a umidade relativa do ar. As paredes internas da casa foram confeccionadas com tijolos de adobe sem queima, adquiridos na indústria local.

Na figura 12 é possível observar as etapas para aplicação do revestimento, as paredes com e sem o saco, a remoção da dobra das fiadas e o revestimento pronto.

Figura 12: Etapas do revestimento das paredes. Fonte: Autor.

- Lago artificial.

Para melhorar a luminosidade da casa, o arquiteto inicialmente propôs a construção de um espelho d'agua em frente a casa, a proposta foi de imediato aceita pelos proprietários e em seguida enriquecida com novas ideias. Assim a proposta do espelho d'água evoluiu para um grande reservatório d'agua. Essa modificação atende a um dos princípios básicos da Permacultura, em que cada elemento deve executar várias funções. O lago tem a função de proporcionar uma maior luminosidade para casa durante o dia, de gerar equilíbrio no microclima do entorno da residência, funciona como um criadouro de peixes onde o resíduo orgânico produzido na casa serve de alimento para eles.

Para melhorar a oxigenação da água do lago devido à carga animal elevada de peixes foi implementado um ponto d'agua no telhado vivo com retorno da água para o lago em forma de cascata.

A figura 13 mostra o lago ainda seco, todo o solo que foi utilizado no telhado e nos taludes em torno da casa saiu do lago.

Figura 13: Escavação do lago artificial. Fonte: Autor.

A cascata junto com o lago e o telhado vivo transmite no visual da casa um clima bucólico dando uma ótima sensação a quem entra em contato com esta paisagem.

Conforme a época do ano, o telhado verde ganha nova aparência, variações de diversos agentes atmosféricos e através do transporte de sementes por pássaros e do vento, surgem novas ervas e gramíneas silvestres no telhado, e com as geadas e com as secas algumas plantas desaparecem novamente. É, portanto, uma comunidade vegetal que suporta geada, seca e vento, e por isso, de acordo com a época do ano, tem diferentes cores e formas, ficando verde mesmo no inverno (MINKE, 2010).

A figura 14 mostra o lago e a cascata.

Figura 14: Paisagem bucólica. Fonte: Autor.

Nesta figura 15 podemos ver o criadouro de peixes.

Figura 15: Criadouro de peixes. Fonte: Autor.

- Tratamento dos efluentes.

Para o tratamento de efluentes foi adotada uma gestão de separação das águas, as águas cinzas provenientes das pias e ralos é destinada para um valo raso britado que se estende por entre as árvores, o valo permite a infiltração gradual da água no solo. As águas do esgotamento cloacal, provenientes dos vasos sanitários, são destinadas para um sistema chamado fossa séptica de evapotranspiração. Este sistema é fechado e não permite que a água contaminada entre em contato com o solo. De modo simplificado, trata-se de um buraco escavado no solo, impermeabilizado e preenchido com camadas subsequentes de cascalho, brita, areia, solo e na camada mais superficial vegetação. O sistema recebe as águas do esgotamento cloacal e a elimina pelo processo de evapotranspiração realizado naturalmente pelas plantas.

- Custo da Casa Ecológica comparada a casas convencionais.

O custo da casa ecológica foi levantado através de uma pesquisa bibliográfica de mercado, e nos órgãos de financiamento de construções de moradias (banco estatal brasileiro) e nos registros particulares do arquiteto idealizador da Casa Ecológico Chácara das Flores.

Foram analisados os dados e realizada uma média referentes à construção de três casas com o mesmo sistema construtivo da casa estudada, ambas com 100 m² de área

construída. Para efeito comparativo foram utilizados os dados do projeto de uma casa construída pelos métodos convencionais com os mesmos 100 m² de área construída aprovada pelo sistema de financiamento da Caixa Econômica Federal.

Nas tabelas 01 e 02, podemos ver o custo das construções por etapas.

TABELA 01: Custos da construção de uma casa convencional de 100 m² de área construída.

ETAPA	SERVIÇO	%		R$	%		R$
Serviços Preliminares e Gerais					2	R$	1.900,00
Infraestrutura	Fundações				9	R$	8.550,00
Supraestrutura					6	R$	5.700,00
Paredes e Painéis	Alvenarias	13	R$	12.350,00	25	R$	23.750,00
	Portas	6	R$	5.700,00			
	Janelas	6	R$	5.700,00			
Coberturas e Proteções					18	R$	17.100,00
Revestimentos e Pinturas	Revestimento Parede	10	R$	9.500,00	16	R$	15.200,00
	Pintura	6	R$	5.700,00			
Pavimentações					8	R$	7.600,00
Instalações e Aparelhos	Elétricas e Telefônicas	6	R$	5.700,00	14	R$	13.300,00
	Hidráulicas	3	R$	2.850,00			
	Esgoto e Aguas Pluviais	3	R$	2.850,00			
	Aparelhos	2	R$	1.900,00			
Complementação da Obra					2	R$	1.900,00
Total					**100**	**R$**	**95.000,00**

Fonte: Autor.

TABELA 02: Custos da construção de uma casa baseada na Permacultura de 100 m² de área construída.

ETAPA	SERVIÇO	%	R$		%	R$	
Serviços Preliminares e Gerais					3	R$	1.900,00
Infraestrutura	Fundações				6	R$	3.900,00
Supraestrutura (estruturas de madeira)					2	R$	1.300,00
Paredes e Painéis	Superadobe e paredes Internas	10	R$	6.760,00	28	R$	18.160,00
	Portas	9	R$	5.700,00			
	Janelas	9	R$	5.700,00			
Coberturas e Proteções (telhado Vivo)					13	R$	8.700,00
Revestimentos e Pinturas	Revestimento Parede	8,5	R$	5.500,00	14	R$	8.920,00
	Pintura	5,5	R$	3.420,00			
Pavimentações					12	R$	7.600,00
Instalações e Aparelhos	Elétricas e Telefônicas	9	R$	5.700,00	20	R$	13.300,00
	Hidráulicas	4	R$	2.850,00			
	Esgoto e Aguas Pluviais	4	R$	2.850,00			
	Aparelhos	3	R$	1.900,00			
Complementação da Obra					3	R$	1.900,00
Total					**100**	**R$**	**65.680,00**

Fonte: Autor

Os dados destacados na tabela 02 revelam em que etapa da construção a casa ecológica é mais em conta se comparada à casa convencional da tabela 01. Fazendo-se uma analise fria e levando-se em conta somente o custo econômico e contábil ficou comprovado que o método construtivo empregado na casa ecológica representou uma economia de 30% em relação às construções convencionais de mesmo porte.

Os dados podem ser melhor visualizados na figura 16.

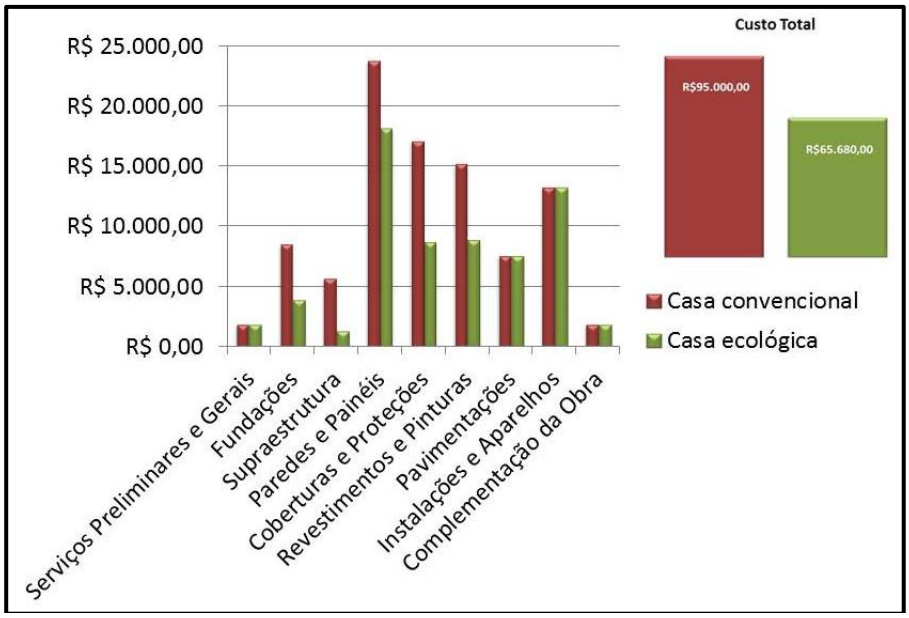

Figura 16: Gráfico comparativo dos custos, por etapas e do custo total. Fonte: Autor.

Esta grande diferença fica por conta não somente dos materiais empregados e pelo pouco investimento em materiais de suporte, pois as paredes de superadobe são autoportantes, mas também pelo método construtivo, é mais simples, mais rápido, e de fácil aprendizado e domínio da técnica, mas também devem ser observadas suas limitações, necessita isolamento contra a umidade do solo e no mínimo de cinco pessoas para a execução de uma obra de médio porte.

- Discussão social.

O abandono da técnica da construção com terra, devido a disseminação dos materiais industrializados, trouxe como consequência a perda desta tecnologia, antes era possível encontrar taipeiros de qualidade que conheciam a técnica da fabricação de paredes de taipa, sabendo distinguir a terra adequada, a quantidade de água a ser posta e como proceder para um bom acabamento final (BARBOSA, 2005).

A aplicação de materiais industrializados exige trabalhadores qualificados. A formação dessa mão de obra é mais complexa do que aquela na qual se usam materiais mais simples. Nos países em desenvolvimento, com taxas altíssimas de desemprego, poder-se-ia incentivar e dar apoio técnico para esse imenso contingente de mão de obra desqualificada e excluída, para a fabricação de materiais de construção simples, saudáveis, a um custo relativamente baixo e com enormes ganhos sociais (BARBOSA, 2005).

Construções baseadas na Permacultura tem um alto padrão de acabamento, são duráveis, são confortáveis e proporcionam qualidade de vida para seus moradores. Para que esses tipos de construções sejam acessíveis para todas as camadas sociais é importante que, os cursos de engenharia e arquitetura incrementem sua grade curricular para formar profissionais capazes de utilizar e dar padronização para essa tecnologia. Com a padronização destas técnicas construtivas, o próximo passo é a normatização, com o desenvolvimento de documentos normativos consensuais o caminho fica aberto para que os órgãos governamentais desenvolvam políticas públicas de habitação.

5. CONCLUSÃO

Frente aos desafios que a sociedade moderna apresenta, três são os mais graves: as desigualdades sociais, o descaso com o meio ambiente e a perda da autonomia das comunidades locais. A solução para estes problemas não aponta numa única direção, nem virá de decisões homogeneizadas, muitas vezes oriundas de grupos de interesses monopolizadores e de multinacionais, mas sim ao se levar em conta as peculiaridades regionais de cada comunidade.

A arquitetura sustentável estudada neste trabalho mostrou-se adaptativa, não tem fórmulas prontas, não é um pacote fechado de ideias. Construir moradias com elementos naturais já é tradicional entre os povos regionais, o que se vê na arquitetura sustentável é uma competitividade com os modelos convencionados pela indústria e, mesmo assim, mantendo uma autonomia construtiva e o respeito ao meio ambiente.

Na casa ecológica há uma grande melhoria na gestão dos recursos naturais, desde a construção, durante o seu uso como moradia e, também, até se necessário, no seu descarte, a casa tem como matéria prima principal o solo que, se não obtido no próprio local da obra, pode ser adquirido nas proximidades, a casa usa tijolos de adobe sem queima, assim dispensa todo o consumo de recursos naturais utilizados pela indústria no cozimento dos tijolos convencionais. A gestão dos recursos hídricos e energéticos é feito de forma inteligente e integrada, racionalizando o consumo de energia, pois suas tecnologias de aquecimento da água e sua capacidade de regulação térmica diminuem o uso de equipamentos elétricos. Se um dia se fizer necessária a demolição da casa, quase tudo pode ser reaproveitado, o solo que é sua matéria prima principal pode ser usado em outras construções sem necessidade de nenhum beneficiamento ou pode ser devolvido para a natureza.

A arquitetura sustentável é uma ótima alternativa para aqueles que preferem fazer suas escolhas de forma consciente do ponto de vista ambiental, mas também carrega consigo soluções para problemas de falta de moradia para os menos favorecidos, suas tecnologias construtivas de fácil aprendizado, usando o solo e outros elementos naturais dão uma autonomia construtiva aos assentamentos humanos, favorecendo uma identificação cultural e os regionalismos.

Foi constatado, na pesquisa realizada, que a construção sustentável baseada na Permacultura é eco-eficiente sobre os três aspectos da sustentabilidade, é viável

economicamente por ser contabilmente mais econômica, possuí o princípio da justiça social por dar autonomia para as famílias mais pobres e ecologicamente por estar inserida na dinâmica dos ecossistemas locais.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, Márcio Augusto. **A moderna construção sustentável.** Disponível em Instituto para o Desenvolvimento da Habitação Ecológica: <http://www.idhea.com.br/pdf/moderna.pdf>. Acesso em abril de 2013.

BARBOSA, Normando Perazzo**. Considerações Sobre Materiais de Construção Convencionais e não Convencionais.** João Pessoa: UFPB, 2005.

CNI-Confederação Nacional da Indústria. **Indústria Brasileira de Cimento: base para a construção do desenvolvimento.** 2012. Disponível em CNI: <http://admin.cni.org.br/portal/data/files/FF80808137E2C2CF0137FFADAB3362F0/ABCP_RIO20_web.pdf >. Acesso em abril de 2013.

COPYRIGHT INTERACADEMY COUNCIL. **Um futuro com energia sustentável**: Iluminando o caminho. Trads. Maria Cristina Vidal Borba e Neide Ferreira Gaspar. São Paulo: FAPESP, 2007.

HIGUCHI, Maria Inês Gasparetto. **A socialidade da estrutura espacial da casa**: processo histórico de diferenciação social por meio e através da habitação. Revista de Ciências Humanas. V. 33, 2003. p 49-70.

HOLMGREN, David. **Os Fundamentos da Permacultura**. 2007. Disponível em Permaculture Principles: <http://permaculturepriciples.com/wp-content/uploads/2013/02/Essence_of_Pc_PT.pdf>. Acesso em 4 de abril de 2013.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTETÍSTICA. **PNAD 2009**. 2009. Disponível em IBGE: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/trabalhoerendimento/pnad2009/tabelas_pdf/brasil_7_4.pdf>. Acesso em 10 de julho de 2011.

MALACO, J. **Da forma urbana. O casario de Atenas.** São Paulo: Alice Foz, 2002.

MANETTI, Penélope Duse. **Casa Sustentável**: Uma alternativa possível. Monografia realizada para o concurso "Prêmio Senador Milton Campos". Brasília: CRUB, dezembro de 2007.

MARROW, Rosemary. **Permacultura Passo a Passo**. Trad. André Luis Jaeger Soares. IPEC, 2003.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Guia de vigilância Epidemiológica**. 6ª ed. 2005. Disponível em Biblioteca Virtual do Ministério da Saúde:<http://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/Guia_Vig_Epid_novo2.pdf>. Acesso em 11 de julho de 2011.

MINKE, Gernot. **Manual de Construccion em Tierra.** Editorial Nordan Comunidad, Uruguay, 1994.

_____. **Techos Verdes, Planificación, Ejecución, Consejos practicos.** Editorial Fin de Siglo, 2010.

MOLLISON, Bill e Reny Slay. **Introduction to Permaculture**. Australia: Tagari Publications, 1991.

OLIVEIRA, Thaisa Francis. **Sustentabilidade e Arquitetura:** Uma Reflexão Sobre o Uso de Bambu na Construção Civil. Dissertação de mestrado. Maceió: UFAL, 2006.

PETRUCCI, Eladio G.R. **Materiais de construção**. 12. ed. São Paulo: Globo, 1998.

ROCHA, Jefferson Marçal. **A gestão dos recursos naturais**: uma perspectiva de sustentabilidade baseada nas aspirações do "lugar". Estudo & Debate, 2001. p.167-188.

_____. **Sustentabilidade em Questão**: Economia, Sociedade e Meio Ambiente. Jundiaí: Paco Editorial, 2011.

SOARES, André. **Soluções Sustentáveis**: Construção Natural. 2. Ed. Goiás: IPEC, 2008.

SOUZA, Renato Santos. **Entendendo a questão ambiental**: temas de economia, política e gestão do meio ambiente. Santa Cruz do Sul - RS: EDUNISC, 2000.