

MODELOS DE HABITAÇÃO SUSTENTÁVEL PARA POPULAÇÃO DE BAIXA RENDA NO MUNICÍPIO DE VITÓRIA-ES

UFES – Universidade Federal do Espírito Santo/CAR – Centro de Artes/LPP - Laboratório de Planejamento e Projetos, Av. Fernando Ferrari, s/nº, CEMUNI I, sala 7, Campus de Goiabeiras – Vitória (ES), CEP: 29060-900. Telefax (27) 3335-2581. E-mail: labproj@npd.ufes.br.

Glyvani Rubim Soares (labproj@npd.ufes.br) Arquiteta do LPP/CAR/UFES.

Gislaine Zanon Ferreira (labproj@npd.ufes.br) Graduanda do curso de Arquitetura e Urbanismo, Estagiária do LPP/CAR/UFES.

Anderson Buss Woelffel (labproj@npd.ufes.br) Graduando do curso de Arquitetura e Urbanismo, Estagiário do LPP/CAR/UFES.

Cristina Engel de Alvarez (engel@npd.ufes.br) Profª da UFES, Mestre e Doutoranda pela FAU/USP, Arquiteta coordenadora do LPP/CAR/UFES.

RESUMO

Vitória, hoje, convive com situações de contraste social, assim como grande parte das grandes e médias cidades brasileiras. A formação da denominada “cidade ilegal” ocorre, principalmente nas áreas de interesse preservacionista. A elaboração de propostas para habitação popular alicerçadas nos princípios da sustentabilidade pressupõe, inicialmente, o desenvolvimento de modelos que permitam a inter-relação das comunidades no ambiente em que estão consolidadas suas relações sociais, com um mínimo impacto ambiental. Foram estabelecidas como diretrizes básicas, além da escolha das soluções adequadas sob o ponto de vista ecológico, o desenvolvimento de propostas que permitam futuras ampliações, construção por etapas e personificação das unidades habitacionais pelos seus usuários finais. A partir do estabelecimento das premissas básicas de projeto, foram elencadas 6 alternativas arquitetônicas diferenciadas, considerando as técnicas e materiais construtivos, bem como suas respectivas potencialidades para o desenho e a tipologia edificatória resultante, além das diferenças ambientais, especialmente em relação à topografia e orientação solar..

Palavras-chave: Tecnologias alternativas, habitação popular, sustentabilidade.

ABSTRACT

Vitória, nowadays, deals with situations of social contrast, as well as great part of the big ones and medium Brazilian cities. The development of the denominated "illegal city" happens, mainly in areas of preservation. The elaboration of proposals for popular habitation found in the beginnings of the sustainable presupposes, initially, the development of models that allow the communities' interrelation at the environment in which their social relationships are consolidated, with a minimal environmental impact. They were established as basic guidelines, besides the choice of the appropriate solutions under the ecological viewpoint, the development of proposals that could future increasing, construction step by step and personification of the units of habitation by your final users. Starting from the establishment of the basic premises of the project, there were listed six differentiated architectural alternatives, considering the technique and building materials, as well as theirs respective potentialities for the design and the typology buildings resulting, besides the environmental differences, especially in relation to the topography and solar orientation.

Keywords: Alternatives technologies, popular house, green architecture.

1 INTRODUÇÃO

A crise habitacional no Brasil tem despertado, ao longo de sucessivas décadas, o interesse no desenvolvimento de técnicas construtivas com resultados que possibilitem a construção de um maior número de unidades pelo menor custo e no menor tempo. No entanto, verifica-se que, embora hoje exista uma infinidade de soluções técnicas, a questão habitacional continua sendo um dos maiores problemas nacionais, cuja resolução ultrapassa o âmbito do científico/tecnológico.

Associada ao problema habitacional, surge a possibilidade de esgotamento dos recursos naturais como outro condicionante para o desenvolvimento de projetos. Nesse contexto, a busca por soluções não se resume em construir mais com menos recursos; é necessário também considerar o custo das decisões arquitetônicas sob o ponto de vista ambiental. Além disso, não basta oferecer abrigo ao nosso usuário, pois isso ele já o tem nas favelas e sub-habitações disponíveis em qualquer cidade brasileira, embora o mercado já tenha se encarregado de atribuir uma unidade de valor mesmo ao mais escasso dos barracos. É necessário devolver a dignidade ao homem, bem como condições mínimas de conforto, segurança e a perspectiva de melhoria no seu padrão econômico.

Embora existam vários modelos de conjuntos habitacionais para população de baixa renda, grande parte desconsidera a existência de um contexto ambiental, criando um modelo de habitação que se repete aleatoriamente em qualquer espaço, independente de suas características físico-climáticas. Da mesma forma, a definição do loteamento está normalmente alicerçada numa distribuição de lotes de maneira que possa abrigar o maior número possível de moradores, não sendo desenhados considerando a possibilidade, por exemplo, de maior conforto com o aproveitamento adequado da ventilação e/ou insolação e mesmo dos condicionantes da topografia local.

Outras adversidades verificadas são os esparsos e descontínuos estudos no setor habitacional, o que ocasiona a repetição de soluções ultrapassadas e, geralmente, desvinculadas de cada local. Na tentativa de equacionar a problemática, os resultados arquitetônicos geram edificações uniformes, de baixo valor estético e difícil aceitação pelo usuário, com raras e propagadas exceções.

Ressalta-se que a importância de se considerar as especificidades de cada ambiente pode trazer, para os moradores e usuários, substanciais ganhos de ordem econômica, já que a adequada relação da edificação com a insolação e ventilação natural possibilita a minimização do consumo de energia através do uso otimizado de equipamentos, tais como lâmpadas, ventiladores, etc. Destaca-se ainda a questão da segurança, sendo fundamental a adequação da solução tecnológica aos condicionantes físicos, especialmente considerando a ocupação em regiões de relevo acidentado e áreas alagáveis.

Em muitas cidades brasileiras, a população de baixa – ou nenhuma – renda, impossibilitada de adquirir imóveis nas áreas da cidade legal, tem como única opção ocupar áreas de risco. Na cidade de Vitória, essas ocupações irregulares acontecem principalmente nas áreas de manguezais e encostas de morros, com evidentes riscos à segurança de tais comunidades e visível comprometimento ambiental. Tal situação justifica a necessidade de intervir nesses espaços, com o desenvolvimento de projetos diferenciados, que levem em consideração o ambiente em que serão inseridos, desde as normas e legislação ambiental até as

recomendações de conforto e segurança, contribuindo assim para a melhoria da qualidade de vida dos moradores.

A grande variedade ambiental encontrada na cidade de Vitória, com seus morros, mangues, áreas planas e encostas de morros, sugere soluções diferenciadas, que levem em consideração aspectos como a orientação solar, a inserção urbana, a ventilação, a topografia, entre outros.

O desenvolvimento do projeto de “habitação ecológica” para a população de baixa renda está alicerçado, portanto, na análise e escolha de ambientes diferenciados, para os quais se prevê uma nova metodologia projetual, na qual haja uma relação entre o projeto e o ambiente de inserção do mesmo, possibilitando uma diversificação das soluções, qualificando e personalizando as edificações, em respeito ao usuário, à sua segurança e ao meio ambiente.

A partir da avaliação de tecnologias construtivas e materiais existentes, foram adotados os que melhor se adaptam às necessidades de cada ambiente (modelo) previamente identificado no âmbito da cidade de Vitória, considerando também a relação custo econômico x custo ambiental. Utilizando tais critérios foram desenvolvidas seis propostas que buscam condicionar o projeto arquitetônico às peculiaridades dos locais identificados. Cada projeto foi avaliado individualmente, considerando, entre outros aspectos, os condicionantes ambientais, os materiais utilizados, a área de intervenção e o custo da obra, com respectiva apresentação dos resultados. A reflexão acerca dos mesmos orienta a avaliação geral da relação objetivos/resultados alcançados, salientando aspectos positivos e negativos, não só do objeto de estudo enquanto reflexão, mas de todo o processo de desenvolvimento da pesquisa.

Este artigo foi elaborado a partir de Alvarez et al, 2002, Relatório de Resultados da Pesquisa gerenciada pelo FACITEC (Fundo de Apoio à Ciência e Tecnologia da Prefeitura Municipal de Vitória) e executada pelo Laboratório de Planejamento e Projetos da Universidade Federal do Espírito Santo.

2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A metodologia estabelecida anteriormente para o desenvolvimento das atividades, obedeceu às seguintes etapas, conforme Alvarez et al, 2002, p.23:

- I. Revisão bibliográfica identificando sistemas ecologicamente aceitáveis e os resultados obtidos.
- II. Pré-seleção de sistemas construtivos a serem avaliados, considerando especificamente os condicionantes ambientais, econômicos e sócio-culturais do Estado do Espírito Santo;
- III. Identificação das situações físicas diferenciadas para o desenvolvimento dos ensaios projetuais (área de declividade acentuada ou mediana, áreas planas, áreas alagadiças, etc.) em relação aos condicionantes ambientais (orientação favorável ou desfavorável, ventilação abundante ou restrita, ausência ou presença de vegetação no entorno, etc.), no âmbito da cidade de Vitória;
- IV. Eleição da(s) técnica(s) construtiva(s) e/ou desenvolvimento de solução específica, considerando o nível de desempenho teórico e a possível flexibilização projetual verificada na revisão bibliográfica

- V. Desenvolvimento do projeto arquitetônico (ensaios iniciais) orientado pelas seguintes diretrizes: 1. flexibilidade funcional e estética; 2. racionalização energética na construção e no uso da edificação; 3. possibilidade de ampliação e/ou personificação pelo usuário; 4. custo; 5. possibilidade de realização por auto-construção;
- VI. Avaliação teórica dos sistemas pré-selecionados e dos respectivos ensaios projetuais;
- VII. Seleção dos ensaios projetuais em relação às diretrizes anteriormente estabelecidas;
- VIII. Aperfeiçoamento dos estudos projetuais selecionados – nível anteprojeto;
- IX. Desenvolvimento de soluções preliminares genéricas para os projetos complementares: energia, esgoto e lixo, paisagismo a partir dos elementos locais (ambientes restinga e mangue);
- X. Desenvolvimento do projeto executivo arquitetônico;
- XI. Elaboração de planilha orçamentária básica para todos os projetos, com avaliação do custo das decisões arquitetônicas e eventuais modificações nas propostas elaboradas;
- XII. Confecção de 3 maquetes em escala adequada, dos principais projetos;
- XIII. Elaboração de relatório síntese de cada projeto contendo as principais informações sobre os sistemas, visando a futura necessidade de criação de instrumentos (publicações, cartilhas, etc.) capazes de “dialogar” com os vários setores envolvidos, tais como os futuros usuários, os líderes comunitários, o setor produtivo da construção civil, entidades governamentais, etc;
- XIV. Publicação dos resultados.

3 PROPOSTAS

3.1 Proposta 1 – Estrutura em Madeira Roliça com Vedação em Solo-Cimento

Foi desenvolvido um projeto para uma habitação popular unifamiliar de dois pavimentos, em área fictícia, com forte declividade (45%), com orientação Sul, utilizando tecnologia construtiva mista com estrutura de toras roliças de eucalipto e vedação em alvenaria de tijolos de solo-cimento, conforme ilustra a Figura 1.

O tijolo de solo-cimento (tijolo ecológico), não consome energia em seu processo de fabricação, já que as peças são prensadas a frio, não precisando ser “cozidas”, como ocorre com os tijolos de barro convencionais, dispensando assim o desgaste de combustível ou a queima de madeira. Se defeituosos podem ser moídos e reaproveitados e, além disso, diminuem o custo da construção de uma casa em até 50%, pois utiliza solo pré-selecionado, triturado ou peneirado e eventualmente corrigido, cimento(5 a 10%) e água. Possuem dimensões mais regulares e superfícies mais planas que os convencionais, o que resulta num melhor acabamento, potencializando seu uso aparente. Assentamento mais freqüentemente é com cola à base de PVA, argamassa de assentamento comum, ou a própria mistura de solo-cimento da qual é composto o tijolo, segundo normas da ABNT- Associação Brasileira de Normas Técnicas. As duas aberturas cilíndricas em seu interior permitem embutir



Figura 1 - Maquete com a proposta de habitação em estrutura de eucalipto e vedação em solo-cimento.

Fonte: Alvarez et al, 2002, p. 44.

encanamento hidráulico e a fiação elétrica no ato da construção, abolindo o corte nas paredes depois de prontas, além de contribuírem para a redução do peso do tijolo e serem utilizadas como molde de colunas, dispensando o uso de caixaria e reduzindo o uso de madeira na obra, além de melhorar as características termo-acústicas do tijolo, de acordo com Casanova, (In: Soares, 2002).

Apesar da tecnologia empregada ser auto-portante, optou-se pelo uso de uma estrutura independente, em toras roliças de eucalipto, já que dessa forma, a edificação terá maior flexibilidade projetual. Além do que, a madeira de reflorestamento é um elemento renovável na natureza, pelo seu crescimento rápido e a popularização em seu uso reduz a pressão para a extração de madeiras nativas.

No primeiro pavimento, localizam-se a sala, a cozinha, o banheiro e a área de serviço; no segundo, os dormitórios. Em termos de conforto projetou-se beirais que proporcionam sombreamento, ambientes internos integrados de forma a possibilitar ventilação cruzada, uso de telhas cerâmicas não vitrificadas que permitem a “respiração” da cobertura. O projeto prevê o uso de placas fotovoltaicas para a obtenção de energia e placas solares para o aquecimento de água. A cobertura permite o recolhimento de água da chuva, que após ser filtrada poderá ser utilizada na rega de jardim, limpeza geral e para outro uso em que não se exija água tratada. Foi prescrita a coleta seletiva de lixo, minimamente separada em lixo seco e úmido.

Vale ressaltar que o projeto adota uma tipologia que valoriza o signo e a conseqüente significância da casa como lar, permitindo inclusive a personificação da construção, facilmente executada pelos usuários, seja através de ampliação, melhorias ou apenas diferenciação de texturas e cores nas fachadas e ambientes internos.

3.2 - Proposta 2 – Alvenaria Bloco Isopet

A proposta consiste na elaboração de habitação unifamiliar, em área de declividade moderada (35%), com orientação Sul, numa área fictícia que poderia localizar-se em diferentes regiões da cidade de Vitória, sempre observando a orientação solar adotada. Localiza-se em dois níveis distintos de modo a aproveitar o desnível do terreno e possibilitar a menor movimentação de terra possível, exemplificado na Figura 2.



Figura 2 – Proposta Isopet – Vista Sudeste.

Fonte: Alvarez et al, 2002, p. 48.

A implantação do projeto é em terreno de aclive em relação ao seu acesso e emprega tecnologia construtiva mista, com a estrutura em concreto e a vedação em alvenaria de blocos ISOPET (AGUIAR et al., 2002), que são blocos intertravados produzidos a partir de garrafas plásticas PET recicladas (inteiras e tampadas) e concreto leve, com isopor reciclado.

Os blocos possuem encaixes laterais do tipo macho e fêmea que geram o seu intertravamento, dispensando o uso de argamassa, exceto na primeira fiada. No encontro das paredes (esquinas), há a necessidade do emprego de pilaretes, de forma a estabilizar o conjunto. A vedação é executada antes da estrutura, deixando no encontro das paredes as esperas dos pilares. Esse sistema ainda racionaliza o uso de fôrmas para concreto, pois os próprios blocos servem para esse fim. Além disso, por possuírem superfície porosa, eliminam o chapisco, emboço e reboco da parede, sendo necessário somente a aplicação de uma argamassa colante de finalização.

A idéia de reduzir o lixo utilizando-o como componente construtivo é bastante incentivada entre os estudiosos das questões ecológicas, tanto pelo seu efeito concreto de redução de desperdício como pela mensagem educativa e difusora.

A habitação proposta possui sala, cozinha, área de serviço, banheiro e dois quartos, e se divide em dois níveis escalonados, formando um desnível de apenas 80 cm, que foi utilizado como depósito para baterias que armazenam energia captada pelas placas fotovoltaicas localizadas no telhado.

Outro recurso empregado para a racionalização dos recursos naturais foi o emprego de calhas que captam água da chuva, promovendo um reaproveitamento desta para atividades que não necessitem de água tratada, como a descarga do vaso sanitário, por exemplo.

As especificidades projetuais privilegiam o morador e sua dignidade, integrando-o com o meio em que se encontra inserido. As características ambientais do meio foram observadas utilizando recursos como varandas, beirais e átrio ventilado para melhorar o conforto da residência, além de localizar a edificação de forma a aproveitar ao máximo a orientação solar, e possibilitar a ventilação cruzada nos ambientes internos.

3.3 - Propostas 3 e 4 – Estrutura em Frame Metálico com Painéis de Vedação

Os projetos propostos em estrutura metálica tipo Frame e painéis de vedação, embora idealizem modelos padronizados, utilizam como referência a produção arquitetônica de Demetre Anastassakis, na sua busca pela diferenciação estética, ou seja, objetiva não comprometer a diversidade urbana através da variação dos modelos de sistema construtivo padronizado, projetados a partir de condicionantes climáticos, energéticos e topográficos. Utiliza elementos de repetição enquanto identidade construtiva, sem causar efeito de monotonia, como pode ser observado na Figura3.



Figura 3 – Imagem geral da Maquete de Implantação dos Modelos desenvolvidos na Tecnologia Construtiva Steel Frame. Foto da Maquete: Alvarez et al, 2002, p. 65.

O módulo hidráulico - parede com concentração de conexões hidráulicas -, que funciona como elemento estruturador da edificação a partir do qual serão desenvolvidos os demais ambientes, foi um dos elementos adotados por ser uma necessidade comum aos modelos habitacionais, assumindo a condição de elemento estruturador da edificação. As esquadrias auxiliam na variação dos modelos por possuir um desenho determinante na estética das fachadas e por se alternarem na composição do desenho do conjunto.

A técnica adotada foi a dos pré-fabricados por possibilitar uma construção melhor planejada, mais rápida e mais limpa. Desses sistemas, selecionou-se um dos que melhor se adapta à intenção de um projeto de baixo custo sem comprometimento da qualidade espacial, que é o composto por estrutura metálica, com lajes em concreto pré-moldado, com vedação do tipo

steel-frame, com fechamento em placas cimentícias no lado externo e em gesso no lado interno da edificação.

A rusticidade no acabamento foi adotada por questões econômicas, já que demanda menor custo de materiais e execução, assim como exige, posteriormente, menos manutenção. Considera-se ainda o fato de o morador poder interferir no mesmo, de acordo com suas possibilidades. Nesse contexto, a pintura proposta é toda em reboco paulista pigmentado.

Devido ao baixo custo e ao menor impacto ambiental, são consideradas duas possibilidades para o piso: cimentado produzido *in loco* ou de material reciclado, exceto nas áreas úmidas, onde adota-se a cerâmica, por melhor se adaptar a esse tipo de ambiente. Esquadrias, louças sanitárias, pia de cozinha, tanque, bancada e as ferragens foram especificadas baseados nos mesmos critérios. Considerou-se o custo final de cada item, sua adequação aos propósitos do projeto, sua condição de matéria prima enquanto recurso renovável, assim como sua capacidade de reciclagem ou reaproveitamento posterior.

Os projetos individuais e o conjunto como um todo utilizam os conceitos de arquitetura auto-sustentável como finalidade, de forma a se adequarem às necessidades energéticas das edificações sem comprometerem a viabilidade de seu custo.

As esquadrias possibilitam a variação de posicionamento de acordo com a insolação e a ventilação. Foram especificadas células fotovoltaicas de captação de energia solar, que deverão estar posicionadas apoiadas ao conjunto do telhado, a 27°, e com as faces de captação voltadas para o Norte. Condicionantes como ventilação, sombreamento e utilização de materiais construtivos específicos orientam o desenvolvimento do projeto, no sentido de criar um ambiente confortável do ponto de vista térmico-luminoso, assim como viável em termos de custo.

A proposta prevê o sombreamento das fachadas expostas à insolação indesejável através de vegetação, das demais construções e de elementos arquitetônicos específicos, como beirais. Utiliza-se a ventilação cruzada como recurso bioclimático de conforto térmico, também proporcionado pela utilização de materiais de vedação com baixa condutibilidade térmica. Deve ser considerada ainda a relação com o ambiente urbano, de maneira a contribuir para o conforto acústico e uma iluminação adequada de procedência indireta.

O sistema de armazenamento e reaproveitamento de água da chuva proposto nos modelos tem como principais objetivos gerar menor impacto ambiental e diminuir os gastos do usuário com relação ao abastecimento de água. Por não ser tratada adequadamente, apenas filtrada, essa água deverá ser utilizada para fins sanitários ou rega de jardins.

O programa básico se constitui de um sanitário (com possibilidade de mais um no pavimento superior), cozinha, área de serviço, sala de estar (com possibilidade de ampliação) e dois dormitórios (com possibilidade de conjugação, ampliação ou construção de mais dormitórios).

3.4 - Proposta 5 – Alvenaria Tijolo de Terra Crua

Rusticidade e conforto, em pequeno espaço, permeiam o discurso estético desta proposta para habitação popular, em que os conceitos de Sustentabilidade e Arquitetura Ecológica ganham lugar de destaque, conforme ilustra a Figura 4.



Figura 4 - Proposta terra crua – Vista Nordeste. Imagem: Alvarez et al, 2002, p. 68.

O que se propôs, neste modelo de terra crua, teve como partido um módulo hidráulico formado por cozinha, banheiro e área de serviço, e se desenvolveu em um modelo de habitação de dois pavimentos, para terreno plano, com cobertura de telhado aparente. O módulo se constitui na primeira etapa a ser entregue ao morador. No primeiro pavimento, ilustrado pela Figura 5, um ambiente para sala de estar/jantar contém a escada e dá acesso à cozinha e ao banheiro, que compartilham a parede hidráulica. No segundo pavimento, como mostra a Figura 6, dois quartos foram desenhados seguindo o alinhamento das paredes do andar térreo. A habitação foi idealizada para quatro pessoas, já se prevendo uma área de ampliação, no térreo, para um possível comércio do morador e um quarto, no segundo pavimento. A área pode ser também utilizada para uma garagem, conforme decisão do proprietário. Foi projetada uma varanda para o acesso à sala de estar. As paredes, internamente, não serão rebocadas, apenas pintadas de branco, ficando os tijolos aparentes visando o apelo estético e a redução de custos no acabamento. Áreas úmidas como banheiro, cozinha e área de serviço receberão revestimento cerâmico em meia parede. No exterior da edificação, algumas paredes serão rebocadas e pintadas e outras não, mantendo-se os tijolos aparentes, apenas com uma camada de selador. Volumes foram evidenciados por texturas e cores distintas, conferindo às fachadas um dinamismo que valoriza as formas arquitetônicas propostas.

O modelo de habitação foi desenvolvido utilizando o tijolo prensado idealizado por BARBOSA e MATTONE (2002), do Politécnico di Torino. Esse tijolo de dimensões 14cm x 28cm x 9,5cm, de peso variando entre 6,6 a 7 quilos, possui saliências tipo macho e fêmea e encaixes nas partes superior e inferior. Esses encaixes conferem à parede uma rigidez considerável. A argamassa a ser usada é composta por uma mistura de terra peneirada em malha de cerca de 2mm e cimento na proporção de 8 a 10%, numa consistência pastosa, quase fluida. Segundo BARBOSA e MATTONE (2002), com esse tijolo “é possível se fazerem construções de até três pavimentos com os blocos tendo função estrutural”. Os tijolos são estabilizados com cimento em condições adequadas de solo, umidade e pressão e apresentam como benefícios: disponibilidade; propriedades térmicas superiores (sendo porosos, controlam melhor a umidade do ambiente); geração mínima de poluição; baixo consumo energético no seu processo de fabricação; e facilidade de gerar tecnologias apropriadas. Tipo de terra, umidade de moldagem, tipo de prensa, tipo e porcentagem de estabilizante e cura são quesitos fundamentais para a qualidade dos tijolos.



Figura 5- Proposta de Terra crua – Planta Baixa do primeiro pavimento.
Imagem: Alvarez et al, 2002, p. 74.

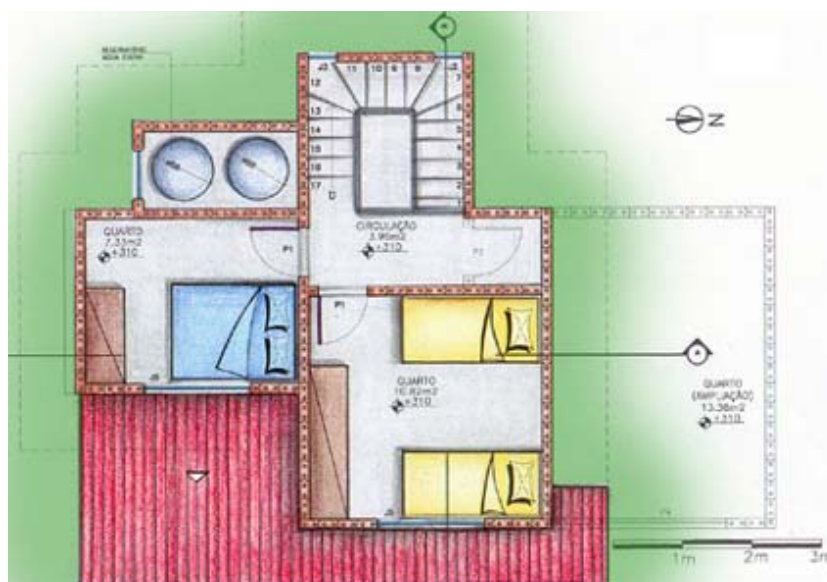


Figura 6 - Proposta de Terra crua – Planta Baixa do segundo pavimento.
Imagem: Alvarez et al, 2002, p.75.

Para a cobertura da edificação, optou-se pela utilização da telha e cumeeira ecológicas desenvolvidas pelo IDHEA – Instituto para o Desenvolvimento da Habitação Ecológica S/C Ltda. As telhas são onduladas, compostas por materiais reciclados pós-consumo, com excelentes características de resistência à tração, flexão, raios ultra-violeta e infravermelho. É constituída por plástico (polietileno de baixa densidade), alumínio e fibras vegetais (papel acartonado e outras). Setenta por cento desse material provém de caixinhas do tipo longa-vida, e trinta por cento de outros materiais plásticos e embalagens diversas recicladas. Em seu processo de transformação, não gera nenhum tipo de efluente ou poluente atmosférico e pode ser reciclada outras vezes.

Foi proposta a utilização de energia solar fotovoltaica com a instalação de quatro painéis captadores de radiação. Aproveitou-se o espaço sob a escada para o depósito das baterias armazenadoras de energia, com aberturas em venezianas para o exterior da habitação. O aproveitamento de água das chuvas foi pensado através da instalação de calhas nos beirais que direcionam a água para um reservatório específico localizado sobre o banheiro. Essa água será utilizada na descarga do vaso sanitário, limpeza geral e rega de plantas.

A habitação foi planejada posicionando-se a sala de estar/jantar, os quartos, e a cozinha para a direção Leste. Essa é a implantação ideal, mas é também possível o posicionamento dos quartos para o Norte ou para o Sul, sendo aconselhável para essa fachada, nessas duas últimas situações, o sombreamento com árvores de copa frondosa. No térreo, o posicionamento das aberturas permite ventilação cruzada. Essas aberturas são protegidas pelos beirais do telhado. A edificação será rodeada por áreas não pavimentadas que colaboram com o conforto térmico absorvendo a radiação solar e evitando que ela seja refletida para as paredes da edificação. As empenas do telhado possuem duas aberturas protegidas com tela mosquiteiro para proporcionar ventilação e saída do ar aquecido.

A tecnologia de construção com terra crua, além de todos os benefícios comentados em relação aos aspectos ambientais e de conforto térmico-acústico, possui uma função social importante, se a mão-de-obra utilizada for a dos próprios moradores, em regime de mutirão, com o suporte técnico necessário.

3.5 - Proposta 6 – Palafita com Estrutura em Bambu

Instigar o questionamento e propor maneiras alternativas de se construir habitação, como resposta a uma estética e aos modos de se conceber os espaços populares, é a proposta desse trabalho que ambiciona contribuir para que as pessoas vivam melhor.

Esta proposta é uma busca de aproximação do usuário ao lugar – no caso o mangue - através de uma tipologia que se integre ao modo de vida local sem agredir o ambiente natural. Pois em que medida o distanciamento se mostra mais racional que a interação, já que o sentido de uso gera a consciência da importância de se preservar?

A observação dos assentamentos feitos sobre as áreas de manguezal busca captar elementos representativos dessa paisagem. A palafita, enquanto tipologia presente nesse meio, possui soluções relevantes para análise por se adaptar à dinâmica de um ecossistema que restringe, em muitos aspectos, a inserção humana. Talvez por esse motivo, pode-se constatar uma certa uniformidade construtiva consolidada nessas áreas. Uma expressão individualizada do modo de fazer eleito pelos próprios moradores, e que indica a presença marcante de um repertório difundido nessas comunidades.

As soluções construtivas perpassam pela utilização de materiais e técnicas alternativas que evidenciem a preocupação com o meio ambiente, na medida em que pressupõem a reutilização e a reciclagem de resíduos materiais, suprimindo, assim, o problema crítico gerado pelo lançamento dos mesmos no meio ambiente. O projeto, portanto, busca incorporar à técnica construtiva popular das palafitas, reformulando sua imagem com materiais, a princípio, desconsiderados pela construção civil tradicional, como ilustrado na Figura 7.



Figura 7 - Imagem geral da Maquete do modelo de palafita com estrutura em bambu.

Fonte: Alvarez et al, 2002, p. 87.

A fundação das palafitas é feita de concreto por sua resistência e durabilidade, evitando-se assim a constante manutenção e garantindo-se a integridade física dos usuários. As vigas de sustentação do piso são de eucalipto ou similar, sem as costaneiras, gerando duas superfícies planas que facilitam a fixação tanto nos pilares em concreto quanto do próprio piso de madeira. As demais vigas são de madeira serrada, também oriundas de reflorestamento para melhor aparelhamento e fixação dos demais elementos construtivos. Os pilares da estrutura são em bambu tratado naturalmente, sem a adição de produtos químicos. Esse material também será empregado nos painéis de vedação. Os fechamentos internos e externos serão em painéis duplos de madeirite, subdivididos a partir das dimensões originais das placas comerciais de 2,20m x 1,10m, que servirão de parâmetro de composição para toda a casa. As fixações entre os painéis serão em bambu, adotando soluções próprias para cada situação. As juntas expostas à umidade devem ser vedadas com material estanque, como a manta asfáltica. O piso será em madeira tratada (eucalipto ou similar) e serrada em pranchas de 2,50 cm (espessura) por 7,5 cm (largura). De acordo com o Grupo Bambu Brasil, 2002, a fixação será efetuada sobre o eucalipto das vigas sem costaneiras e posteriormente selada com material de proteção. A cobertura terá a estruturação em bambu, associado a painéis de madeirite como sub-base para fixação da cobertura. As terças e caibros em bambu se justificam pelo baixo custo do material e por sua resistência à compressão e à flexão, superior à maioria das madeiras.

A cobertura foi idealizada a partir da reutilização de resíduos sólidos, sendo composta de caixas de leite Tetra Pak. As caixas de leite oferecem propriedades térmicas anti-calor e anti-luz que conferem conforto aos usuários. Constituídas de polietileno, papel e folha de papel alumínio, sendo esses distribuídos em 7 camadas, necessitam de 100 anos para se decompor. Sua reutilização, portanto, é uma forma de evitar a deposição residual no meio ambiente, como mencionado pelo IDHEA. A utilização da caixa de leite se aplica mais eficientemente enquanto subcobertura, mas experimentos têm demonstrado a viabilidade do uso da mesma como cobertura, desde que associada a uma camada impermeabilizante que permita a

manutenção periódica. As dimensões nominais são de aproximadamente 31cm x 24,5 cm, conferindo um recobrimento de 1,40 m² a cada 45 caixas (sobreposição dupla).

Os painéis de madeirite devem ser pintados de acordo com as áreas de exposição à umidade e ao sol. A composição de cores também releva uma forma de personificação da imagem da casa pelo usuário, ficando a seu critério aquela que mais o identifica.

Como forma de amenizar o efeito do calor dentro de casa, as paredes possuem um sistema de painéis de madeirite duplo que possibilita a formação de um “colchão” de ar que minimiza a temperatura interna do ambiente. Além disso, o próprio bambu possui características físicas que garantem o isolamento térmico, pois seu núcleo é preenchido com ar. O telhado, devido à sua superfície reflexiva de alumínio das caixas de leite, reduz significativamente a passagem de calor. Colaboram também para o conforto térmico da habitação: fachadas com cores mais claras, correto posicionamento das aberturas permitindo ventilação cruzada, localização de uma varanda na fachada Oeste, o uso de venezianas logo abaixo do telhado permitindo o fluxo permanente de ar.

Para o abastecimento de água, estão previstos no projeto três sistemas independentes que tiram partido das condições locais do manguezal: Sistema de Água Fria, que possui conexão com a rede pública de abastecimento de água; Sistema de Água Quente, conectado à rede pública, é aquecido através de um sistema localizado no telhado, constituído por 8 tubos pretos de 100 mm que captam radiação solar; e Sistema de Água Salgada, que captada do manguezal é utilizada para higienização do vaso sanitário.

A implantação do projeto, enquanto ensaio de inserção urbana, consiste em duas unidades habitacionais posicionadas ortogonalmente a uma passarela de acesso e com as varandas voltadas para o manguezal. Essa orientação favorece a ventilação cruzada, considerando o vento Nordeste predominante.

Destaca-se que a proposta pressupõe a ocupação com baixíssima densidade, devendo cada conjunto de 2 casas serem implantadas com um distanciamento mínimo de 100m entre si.

4 – AVALIAÇÃO DE RESULTADOS:

As propostas de modelos habitacionais desenvolvidas neste projeto buscaram, como um de seus principais objetivos, promover a reflexão acerca dos modelos de habitação popular adotados pela iniciativa pública nos inúmeros conjuntos habitacionais implantados nas cidades brasileiras, sejam grandes metrópoles ou pequenas cidades de interior.

Da simplicidade formal às inovações de materiais, das visitas a campo às simulações digitais, todo o processo de desenvolvimento da pesquisa demandou interação contínua do grupo, contribuindo assim para a formação de recursos humanos aptos a desenvolver trabalhos semelhantes. Da mesma forma, proporcionou uma ampliação do debate no âmbito interno e externo à Universidade, assim como favoreceu uma aproximação entre a equipe e o setor habitacional da Prefeitura Municipal de Vitória, estabelecendo uma relação mais concreta entre a teoria das propostas e a realidade das intervenções públicas no espaço urbano.

Os modelos desenvolvidos, embora apresentem peculiaridades, compartilham preceitos orientadores. Destes, a racionalização dos recursos naturais assume maior importância, na medida em que alcançá-lo pressupõe uma abordagem contextualizada da edificação e o meio,

avaliando-se todos os aspectos pertinentes a essa racionalização. Somente um estudo condicionado a situações reais de uso, no entanto, poderia confirmar a viabilidade efetiva dos sistemas adotados, numa relação custo-benefício. Também no aspecto funcional, ou seja, na definição da planta, buscou-se conferir qualidade aos ambientes, mesmo trabalhando com dimensionamentos mínimos, numa organização espacial que prioriza os requisitos ergonômicos e possibilita ventilação cruzada em quase todos os ambientes de permanência prolongada.

Outro preceito alcançado pelos modelos propostos, da mesma forma embasado em uma avaliação teórica, é a flexibilidade projetual, condicionada a possíveis modificações/adequações desejadas pelos moradores para as habitações projetadas.

Os estudos arquitetônicos desenvolvidos, alicerçados em convictos argumentos relacionados à melhora da qualidade de vida dos usuários e redução do impacto causado pelos assentamentos humanos, ainda deixam a desejar em alguns aspectos. Os modelos, na busca de soluções construtivas e formais que respondessem a condicionantes específicos, deveriam estar condicionados à realidade sócio-econômica brasileira, pautada na falta de recursos para investimento em programas sociais. Nesse sentido, a planilha orçamentária foi fundamental para avaliar os custos finais de cada projeto, salientando a intenção de não ultrapassar valores estimados para habitação popular. Esse objetivo justifica-se, principalmente, pela possibilidade dos modelos, mais do que simples ensaios, serem efetivamente utilizados em programas sociais, considerando a viabilidade de uma parceria entre Universidade e Poder Público Municipal. Os valores finais das planilhas demonstraram que dois dos modelos propostos ultrapassaram o valor de R\$ 15.000,00 (quinze mil reais) estimado para uma unidade de habitação popular. Deve ser salientado que a utilização de alguns materiais de elevado custo inicial, como o *frame* em estrutura metálica, está alicerçada no potencial de fornecimento de matéria prima por empresas estabelecidas na região metropolitana de Vitória, assim como o projeto em estrutura de madeira.

Outra crítica pertinente ao projeto é a constatação de que os procedimentos para uma arquitetura sustentável teriam melhor aproveitamento se os estudos tivessem sido dirigidos para um conjunto de edificações, cujos empreendimentos coletivos elevariam o nível de sustentabilidade do conjunto, reduzindo custos e otimizando usos. Observa-se ainda que no levantamento dos custos de cada solução, não foi considerada a possibilidade de construção em série, o que reduziria de forma marcante o preço final da edificação individual.

Considerando que os resultados dos trabalhos são essencialmente de cunho teórico – principalmente por o desenvolvimento dos modelos não estarem conexos a uma realidade física –, não é possível adotar um juízo de valor que permita o estabelecimento de graus de sustentabilidade para cada solução apresentada. Seria desejável, para a continuidade dos estudos, a possibilidade de experimentação efetiva e a conseqüente avaliação qualitativa dos resultados reais alcançados. No entanto, espera-se que esse trabalho sirva para induzir arquitetos, administradores e planejadores numa nova metodologia de abordagem da unidade habitacional, coerente com os princípios de habitabilidade e adequação ambiental que esse novo milênio exige. De nossa parte, damo-nos por satisfeitos por termos auxiliado na formação de novos profissionais que, certamente, caminharão para a criação de um futuro mais justo e mais próximo do conceito de sustentabilidade.

5 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUIAR, E.C.; SILVÉRIO,C.D.V.; PEREIRA,L.A.; KANNING,R.C. – ISOPET: A tecnologia do concreto aliada ao meio ambiente. Iniciativa: CEFET-PR. Apresenta os projetos desenvolvidos nos laboratórios do Centro Tecnológico do Paraná. Disponível em: <<http://www.cefetpr.br>> Acesso em 5 fev. 2002.

ALVAREZ, Cristina Engel; SILVA, Michelly Ramos; CASAGRANDE, Braz; CRUZ, Daniel Oliveira; SOARES, Glyvani Rubim. **Habitação Popular Ecológica – Desenvolvimento de modelos baseados nos princípios da sustentabilidade e nas características ambientais específicas de Vitória.** Vitória: Laboratório de Planejamento e Projetos, 2002.

ECOPRODUTOS: Ecotelha. Iniciativa: IDHEA – Instituto para o Desenvolvimento da Habitação Ecológica. Apresenta textos e imagens sobre produtos e tecnologias alternativas voltadas para a Habitação Ecológica. Disponível em: <<http://www.idhea.com.br>> Acesso em 18 jun.2002.

INFOBAMBU – Arquitetura e Engenharia. Iniciativa: Grupo Bambu Brasil. Apresenta textos e imagens sobre a aplicação do bambu e ainda produtos e serviços oferecidos pela Microempresa BambuBrasileiro. Disponível em: <<http://www.bambubrasileiro.com>> Acesso em 10 jul.2002.

SOARES, Glyvani R. **Indivíduo e Meio: Cidadania na Habitação Popular.** Monografia de graduação do curso de Arquitetura e Urbanismo na Universidade Federal do Espírito Santo: Vitória, 2002.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO. Coppe. **Tijolo de Solo-Cimento.** Disponível em: <<http://www.planeta.coppe.ufrj.br>>. Acesso em 07 fev. 2002.

BARBOSA, Normando; MATTONE, Roberto. *Construção com Terra Crua.* In: Seminário Ibero-Americano de Construção com Terra. Salvador. 2002. Anais. P. 79-97. Edit. C.Neves; C. Santiago. Salvador: Projeto PROTERRA, 2002.