

PROPOSTA DE UMA ECOVILA URBANA NO DISTRITO DE BARÃO GERALDO – SP

Camila de C. Andrade de Souza (1) Silvana Ap. Alves (2);

(1) Arquiteta, Departamento de Arquitetura, Urbanismo e Paisagismo – DAUP/FAAC/ UNESP – Campus de Bauru - Av. Luis Edmundo Carrijo Coube, n.14-01, CEP 17033-360, Bauru/SP, Brasil – fone/fax:

(014) 3103-6059 - e-mail: mila_souza@uol.com.br; mila_souza@hotmail.com

(2) Profª. Ms. Departamento de Arquitetura, Urbanismo e Paisagismo – DAUP/FAAC, UNESP – Campus de Bauru - Av. Luis Edmundo Carrijo Coube, n.14-01, CEP 17033-360, Bauru/SP, Brasil – fone/fax:

(014) 3103-6059 - e-mail: silvana@faac.unesp.br; arqhab@faac.unesp.br

RESUMO

Proposta: A ecovila urbana é uma proposta de um conjunto de casas unifamiliares, baseado nos conceitos e princípios que envolvem a arquitetura sustentável, o conforto ambiental e a eficiência energética. Este projeto apresenta soluções eficientes em relação ao reuso e a captação de água pluvial, um rico aproveitamento da orientação solar e da ventilação e uma elaborada implantação que envolve todos esses sistemas de uma maneira simples e funcional, além de prestigiar relações de integração e convivência entre usuários. **Objetivos:** Esse artigo visa mostrar o projeto desta ecovila, inserida na região metropolitana do Distrito de Barão Geraldo, cujo objetivo é constituir diretrizes baseadas na arquitetura sustentável, que incentivem projetos localizados na malha urbana e que possam ser caracterizados, desde sua concepção até seu uso como sustentáveis. **Métodos:** Para a realização desse projeto foram utilizados materiais sustentáveis e energeticamente eficientes, que geram benefícios a curto e longo prazo, fundamentados em conceitos sustentáveis estudados e cuidadosamente aplicados ao projeto como: economia de energia, conforto ambiental, redução de perda de materiais (reciclagem dos resíduos da obra), redução do impacto ambiental, uso racional de água, coleta e reuso de água da chuva e integração com a vegetação. **Resultados:** A concepção de um projeto verdadeiramente sustentável, cujas diretrizes projetuais sirvam como referência para outros. **Contribuições:** Os conceitos aplicados contribuirão para a formulação de diretrizes que devem ser consideradas durante a elaboração de novos projetos de arquitetura que sejam sustentáveis e que ajudem a diminuir o crescente e preocupante impacto ambiental em nosso planeta.

Palavras-chave: arquitetura sustentável, ecovila, conforto ambiental, eficiência energética.

ABSTRACT

Propose: The urban ecovila is a propose of a set of houses for one family each, based in the concepts and principles that involve the sustainable architecture, the ambient comfort and the energy efficiency. This project presents efficient solutions about the reuse and captation of pluvial water, a rich utilization of the solar orientation and ventilation and one elaborated implantation that involves all these systems in a simple and functional way, beyond giving prestige to the relations of integration and living between users. **Objectives:** This article has the intention to show the project of this ecovila, inserted in the metropolitan area of the District of “Barão Geraldo”, whose objective is to constitute lines of direction based on the sustainable architecture, that stimulate projects located in the urban region and that they can be characterized, since its conception until its use as sustainable. **Methods:** For the realization of this project, material sustainable and energy efficient had been used, that creates benefits at short and long term, based on sustainable concepts studied and carefully applied to the project, such as: economy of energy, ambient

comfort, reduction of loss of materials (recycling the residues in the construction), reduction of the environment impact, rational water use, collects and reuses of pluvial water and integration with the vegetation. **Results:** The conception of a truly sustainable project, whose projetual lines of direction serve as reference for others. **Contributions:** The applied concepts will contribute for the formularization of lines of direction that must be considered during the elaboration of new projects of architecture that are sustainable and that help to diminish the increasing and preoccupying ambient impact in our planet.

Keywords: sustainable architecture, ecovila, ambient comfort, energy efficiency.

1. INTRODUÇÃO

No início do século XX, uma forte industrialização trouxe para o Brasil um rápido e desordenado crescimento das cidades, acompanhado de técnicas e costumes vindos de países desenvolvidos. Assim, tornaram-se comuns em nossas cidades exemplos arquitetônicos “importados”, que em nada se assemelham com nossa cultura e clima e que vão desde grandes edifícios envidraçados (com alto gasto de energia para manter sua temperatura interna) até as máquinas para enxugar as mãos a vapor (que além do alto consumo de energia, deixam os banheiros como se fossem saunas). Para sustentar o consumo energético sem medidas desses edifícios, a produção de energia elétrica cresceu, causando um forte impacto ambiental.

De acordo com VIDAL (2005), além do alto consumo de energia elétrica, uma das conseqüências desse descaso com a qualidade ambiental dessas construções é a chamada Síndrome do Edifício Enfermo (SEE), patologia catalogada pela Organização Mundial de Saúde. A SEE é uma ocorrência que se dá em prédios e edifícios com má ventilação e baixa dispersão de poluentes internos (considera-se que um edifício está enfermo quando cerca de 20% de seus moradores e usuários apresentam sintomas semelhantes como irritação nasal e ocular, problemas respiratórios e mal-estares em geral). É aí que se torna evidente a importância do conforto ambiental e da sustentabilidade como premissas importantes nas construções dos setores: industrial, comercial e residencial.

Porém, é importante lembrar que, no setor industrial, a maior parte da energia elétrica consumida provém de máquinas (consumo que independe do projeto arquitetônico), limitando a ação do arquiteto no sentido de economizar energia (LAMBERTS, 1997). Assim, os setores residencial, comercial e público concentram uma parte significativa da atuação do projetista com o objetivo de aumentar a eficiência energética nas edificações.

O desperdício de energia elétrica nas edificações desses setores é de 42%, sendo que 23% correspondem ao setor residencial. Além de representar a maior parte das estatísticas, o setor residencial também é responsável pelo maior aumento do consumo de energia elétrica nos últimos anos (LAMBERTS, 1997). Assim, vê-se a importância de trabalhar esse setor, a fim de proporcionar eficiência energética de maneira sustentável e que ofereça conforto ambiental aos seus usuários.

É possível entender então porque muito se tem ouvido falar em economia de energia elétrica em edifícios. A criação e atuação de organizações e institutos preocupados com a atual situação ambiental têm se fortalecido. O Instituto para o Desenvolvimento da Habitação Ecológica (IDHEA), por exemplo, é o primeiro centro de referência para construção sustentável e para o uso de ecoprodutos fabricados industrialmente no Brasil. Seu principal objetivo é “estimular um estilo de vida mais sustentável pelo uso e produção de materiais e tecnologias que resultem num meio ambiente mais sustentável e numa sociedade mais saudável” (VIDAL, 2005).

2. OBJETIVO

O objetivo principal deste trabalho é desenvolver um projeto de arquitetura sustentável inserido em uma área urbana do distrito de Barão Geraldo (localizado na região da cidade de Campinas – SP), que contemple os conceitos da arquitetura bioclimática (conforto ambiental), sustentabilidade e relações de integração e convivência entre usuários.

Os conceitos da arquitetura sustentável foram as diretrizes para o desenvolvimento do projeto de uma ecovila, que visa proporcionar economia de energia, conforto ambiental, redução de desperdício de materiais no canteiro de obras, redução do impacto ambiental (uso de materiais sustentáveis e locais), uso racional de água, coleta e reuso de água da chuva e integração com a vegetação (entorno).

Pretende-se também mostrar que um projeto sustentável não precisa necessariamente ser rural ou futurista, e que pode sim estar presente numa região metropolitana, acessível a todos e integrada ao entorno. Além disso, tem-se como finalidade reduzir o problema da SEE (Síndrome de Edifício Enfermo), que tem aparecido não só em edifícios comerciais, mas também nos residenciais, devido ao rápido crescimento do uso do ar condicionado nesse setor.

3. METODOLOGIA

Este trabalho trata de uma intervenção projetual em uma área urbana. O desenvolvimento do projeto tem como objetivo promover a arquitetura sustentável. Para tanto, foram realizadas pesquisas sobre os conceitos referentes ao tema: arquitetura sustentável, arquitetura bioclimática, conforto ambiental e eficiência energética. Foram efetuadas coletas de dados, referentes ao levantamento das características geográficas e climáticas da cidade, bem como da área escolhida para intervenção e de seu entorno.

Do mesmo modo, fez-se uma pesquisa no Plano Diretor, Lei de Zoneamento e Código de Obras no município, para verificar possibilidades de construção de uma ecovila no local, taxa de ocupação, entre outros. E por fim elaborado o projeto da Ecovila, onde foram aplicados os conceitos estudados, selecionadas as técnicas e os materiais construtivos que visam reduzir o consumo de energia na edificação.

4. CONCEITOS FUNDAMENTAIS

De acordo com a definição do Relatório Brundtland, de 1987, elaborado pela Comissão Mundial sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento (criada pelas Nações Unidas), o conceito de sustentabilidade tem como base o “desenvolvimento de acordo com as necessidades do presente sem comprometer a capacidade das gerações futuras de satisfazer suas próprias necessidades”. De uma forma mais didática, segundo ADAM (2001), o conceito de sustentabilidade é fundamentado em estratégias como: evitar desperdício de materiais, reciclar desde materiais de construção até resíduos produzidos diariamente, reduzir o consumo de energia, preservar a saúde humana e buscar o conforto ambiental.

Já o conceito de conforto ambiental, para CORBELLA (2003), está relacionado ao fato de uma pessoa se sentir ou não confortável em relação a um fenômeno ou situação quando pode observá-lo ou senti-lo sem preocupação ou incômodo. Assim, pode-se dizer que o conforto ambiental é a adequação das necessidades do corpo humano ao meio ambiente, o que gera uma sensação de bem-estar.

A arquitetura é um elemento que além de promover conforto ambiental precisa proporcionar eficiência energética, a qual pode ser entendida como a obtenção de um serviço com baixo dispêndio de energia. Portanto, um edifício é eficiente energeticamente quando proporciona as mesmas condições de conforto ambiental que outro, porém com menor consumo de energia (LAMBERTS, 1997).

Assim, entende-se como objetivo do projeto de arquitetura bioclimática prover um ambiente construído com conforto ambiental, sadio e agradável, adaptado ao clima e à cultura local, que minimize o consumo de energia convencional e precise da instalação da menor potência elétrica possível, o que leva também à mínima produção de poluição (CORBELLA, 2003).

Sustentabilidade, conforto ambiental, eficiência energética, arquitetura bioclimática e arquitetura sustentável são termos que se completam e formam um sistema capaz de dar ao homem as condições de conforto que ele precisa, porém sem prejudicar o ambiente. Dessa forma, de acordo com CORBELLA (2003), a arquitetura sustentável é aquela que cria prédios com o objetivo de aumentar a qualidade de vida do ser humano no ambiente construído e no seu entorno, consumindo a menor quantidade de energia compatível com o conforto ambiental.

Infelizmente, além de reunir todos esses conceitos, a construção sustentável precisa ser economicamente competitiva. A tecnologia envolvida ainda é cara, pois não conta com subsídios governamentais nem incentivos fiscais capazes de promover a ampla e rápida aceitação do consumidor.

5. A ÁREA DE INTERVENÇÃO - COLETA DE DADOS

5.1 Distrito de Barão Geraldo

O distrito de Barão Geraldo localiza-se na cidade de Campinas, próximo à Rodovia D. Pedro I (figura 1). Na figura 2, estão em destaque a área escolhida para o projeto e a avenida principal do distrito. A figura 3 apresenta o terreno da área de projeto.



Figura 1 – Localização do distrito de Barão Geraldo.

Fonte: <http://earth.google.com>

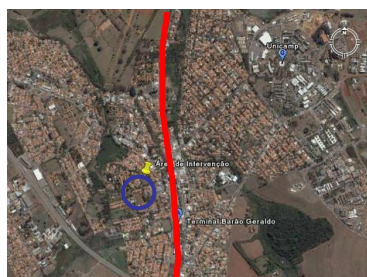


Figura 2 – Localização da área escolhida para intervenção no distrito.

Fonte: <http://earth.google.com>



Figura 3 – Terreno escolhido para o projeto.

Fonte: <http://earth.google.com>

5.2 Dados climáticos sobre a cidade de Campinas

Para melhor elaborar as diretrizes de um projeto adequado ao clima da região foram levantados os dados climáticos da cidade de Campinas – SP. A tabela 1 apresenta os dados climáticos médios de Campinas.

Dados Médios da FEAGRI / UNICAMP										
Latitude 22 48 57 Sul - Longitude 47 03 33 Oeste - Altitude 640 metros - Período Junho/1988 a Junho/2003										
MÊS	TEMPERATURA DO AR (C)					CHUVA (mm)			UMIDADE (%)	
	média	máxima média	máxima absoluta	mínima média	mínima absoluta	média	máx 24hs	dias	(9hs)	(15hs)
JAN	25,0	29,9	35,4	20,0	14,0	267,8	132,2	17	76,6	56,2
FEV	25,0	29,9	35,6	20,1	15,0	224,3	104,8	15	77,2	55,3
MAR	24,7	29,8	34,8	19,6	15,4	161,6	107,6	13	72,3	50,6
ABR	23,2	28,8	34,1	17,6	7,0	59,2	68,0	7	70,9	46,3
MAI	20,2	25,6	32,0	14,7	4,0	60,0	51,0	6	73,4	46,3
JUN	19,0	24,9	31,0	13,0	0,0	30,8	35,5	4	73,7	43,4
JUL	18,5	24,8	31,4	12,2	2,0	35,6	50,8	4	72,0	40,6
AGO	20,5	27,1	34,0	13,9	5,0	24,3	34,2	3	66,6	37,1
SET	21,6	27,4	37,6	15,8	5,6	71,5	48,0	8	68,5	45,9
OUT	23,3	29,0	37,4	17,6	9,6	125,1	110,4	10	69,7	46,6
NOV	24,0	29,5	36,8	18,4	11,8	161,6	74,8	12	70,7	48,3
DEZ	24,4	29,6	36,0	19,2	11,6	208,2	126,5	15	74,2	54,0
ANUAL	22,4	28,0	37,6	16,8	0,0	1430	132,2	114	72,2	47,6

Tabela 1 - Tabela com os dados climáticos de Campinas

(Fonte: <http://orion.cpa.unicamp.br/outras-informacoes/clima-de-campinas.html>)

De acordo com a tabela, é possível ver que o clima de Campinas é caracterizado por estações bem definidas, como verão quente e úmido e inverno frio e seco.

5.3 Leis e Normas

Segundo o artigo n° 23 da Lei de Uso e Ocupação do Solo, uma das principais diretrizes para essa região é o incentivo do uso residencial na zona central (definida por essa mesma lei), justificando a localização da área selecionada e seu uso para esse projeto.

Além disso, o terreno escolhido para a implantação da vila encontra-se inserido no projeto especial de Requalificação do Centro. Esse projeto tem como objetivo a reestruturação da área central de Barão Geraldo, baseado no fortalecimento de comércio e serviços aliado ao incentivo do uso residencial de média densidade nas áreas e lotes vagos (Artigo 36). Esse projeto também propõe a requalificação urbanística através do tratamento paisagístico e da inserção de equipamento de praças.

A lei n° 10.640 define a área escolhida como Zona 4 – BG – Zona Residencial, ou seja, uma zona residencial de baixa densidade, destinada aos usos habitacionais unifamiliares e multifamiliares horizontais. De acordo com o artigo n° 89 (Capítulo VIII), os ambientes devem ser distribuídos na edificação de forma a “proporcionar conforto ambiental, térmico, acústico e proteção contra a umidade, obtidos pelo adequado dimensionamento do espaço e correto emprego dos materiais das paredes, cobertura, pavimento e aberturas, bem como das instalações e equipamentos”.

6. O PROJETO

A área escolhida para o projeto possui um alto potencial para especulação imobiliária. Assim, o objetivo foi aproveitar um terreno numa área predominantemente residencial para esse mesmo fim, com o intuito de preservar a característica do local.

Geralmente os conjuntos residenciais optam por terrenos afastados dos centros urbanos. A escolha do terreno em uma área urbanizada, próximo à avenida central e com infra-estrutura já estabelecida, evita o impacto causado no ambiente para a criação de uma nova rede de serviços. Ainda sim, a área escolhida encontra-se afastada de vias ruidosas e de tráfego intenso (que usualmente causam poluição ambiental e sonora).

O entorno do terreno é formado por edificações de baixo gabarito, o que caracteriza uma vantagem, já que prédios altos poderiam significar uma intervenção tanto na insolação quanto na ventilação urbana. As ruas que contornam a área de intervenção são de características locais e bem arborizadas (figura 4). A maior parte do terreno apresenta-se sem vegetação (figura 5), apenas as extremidades e, a parte mais alta do mesmo, encontra-se arborizada. As árvores existentes foram preservadas no projeto, tanto por sua beleza como pelo seu importante papel no conforto ambiental urbano.

Ao redor de todo o terreno, há uma pista de terra batida usada pelas pessoas do bairro para caminhada e corrida (figura 6). Esse caminho também foi preservado e integrado ao projeto, com o objetivo de não retirar do local um espaço já utilizado pelos moradores da região, além de servir como um elemento de vigilância natural, pois o movimento (existente) ajuda os moradores a se sentirem seguros e não permite que as ruas ao redor fiquem desertas.



Figura 4 – Ruas locais arborizadas



Figura 5 – Vista do terreno



Figura 6 – Pista de terra batida

Desde o início, o projeto da Ecovila foi elaborado de forma a integrar-se ao entorno e às características já existentes na quadra. Por isso, optou-se por utilizar um gradil acompanhado de vegetação ao redor da vila ao invés de um muro totalmente fechado. Essa opção mantém a área interna do conjunto integrada visualmente ao restante da quadra e dá maior segurança tanto para os moradores quanto para quem

caminha na pista ao lado da vila. Ao contrário dos muros, o gradil junto à vegetação evita a ação dos pichadores e não reflete a radiação solar recebida, reduzindo a transmissão do calor no meio urbano.

Durante as visitas ao terreno, pode-se observar que apesar de não ser uma área sombreada ou possuir algum equipamento (apenas um brinquedo de madeira localizado em uma das pontas do terreno), as pessoas vão ao local para caminhar, empinar pipa ou passear com o cachorro. Para que essa área continue sendo utilizada pelas pessoas da região, parte dela foi preservada e integrada ao projeto. Ao lado da área em que há maior concentração de árvores foi criado um espaço com bancos e vegetação, embaixo de uma cobertura de pergolado, para propiciar convívio, lazer e descanso às pessoas que caminham por ali.

Em continuidade a essa área arborizada foi inserida a entrada da ecovila, que acontece por meio de um eixo de ligação entre o exterior e o interior (figuras 7 e 8). Partindo dessa entrada, há um piso seqüencial que integra o caminho de árvores já existente no terreno com os caminhos e espaços arborizados criados na vila. Esse eixo contínuo leva aos espaços comuns do conjunto (área das crianças, dos adultos e espaço gourmet), que se encontram “encaixados” nele, formando um percurso de pedestres. A idéia é que esse eixo, que marca o sentido Norte, seja um caminho atrativo, e que integre os espaços de convivência. Com esse eixo, o projeto enfatiza a relação com o entorno. No final desse eixo localiza-se o deck para descanso (figura 9), que, em conjunto com outros espaços de convivência, forma a área para uso comum da vila. Esses espaços de convivência foram planejados para promover usos diferenciados.



Figura 7 – Vista geral da Ecovila

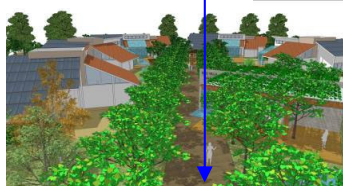


Figura 8 – Eixo de ligação



Figura 9 – Deck ao final do eixo

Toda a área de uso comum foi planejada de forma a priorizar a circulação de pedestres e valorizar os espaços reservados para sua permanência. Portanto, a circulação nessa área pode ser feita apenas por pedestres. Neste caso, para permitir a circulação dos carros dos moradores e visitantes foi criada uma via interna, que contorna a área do projeto, sem adentrar no interior da vila, reservada para os espaços de convívio. Com esta medida transforma-se a via interna para carros em um espaço intermediário que afasta as residências das vias do bairro, o que auxilia na privacidade e no conforto acústico das casas.

As casas possuem frente voltada para a área central da vila, composta pelos espaços livres, decks pergolados, vegetação, hortas e pomares (paisagismo produtivo), que induzem o encontro das pessoas e, ao mesmo tempo, funcionam como um grande quintal para as residências.

O programa da Ecovila inclui sete residências, compostas por duas tipologias. Todas são térreas, e implantadas de forma que uma não prejudique a insolação ou a ventilação da outra, ou seja, mantendo um afastamento entre as casas. Possuem plantas similares, porém conforme a forma de implantação a posição das aberturas podem variar, de modo que as aberturas fiquem posicionadas para a face Leste para receber sol no período da manhã ou para a face norte para receber sol no período de inverno, portanto uma das diretrizes foi o controle da radiação solar para evitar a insolação excessiva e o acúmulo de calor nos ambientes, mas permitindo a radiação solar conforme a hora do dia ou a época do ano.

Segundo GOUVÊA (2002), a localização dos ambientes em uma residência deve ser orientada adequadamente em relação ao Norte, Sul, Leste e Oeste (figura 14), a distribuição dos ambientes das casas seguiu essa recomendação. É possível observar que varandas, banheiros, cozinhas e áreas de serviço foram colocadas seguindo a orientação Norte e Oeste, evitando que fiquem úmidas e facilitando tarefas diárias como secagem de roupas, enquanto as áreas de maior permanência como dormitórios e salas foram localizados no sentido Nordeste e Leste, para se evitar o ganho excessivo de calor provocado pela radiação solar nos horários mais quentes do dia.

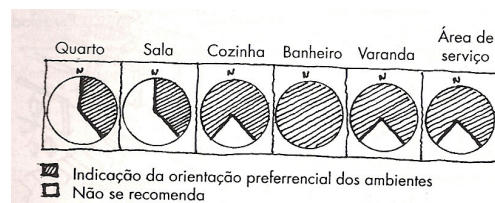


Figura 14 – Orientação adequada dos ambientes
Fonte: Biocidade

Os fluxos de vento necessários para promover a renovação do ar no interior das edificações, foi garantido por meio das aberturas dispostas a favor da direção do vento dominante e por aberturas em paredes opostas ou adjacentes. Segundo FROTA e SCHIFFER (2003), a ventilação natural depende das aberturas, umas funcionando como entrada e outras como saída, por isso a necessidade de colocar aberturas a favor do vento para entrada e outras em paredes opostas ou adjacentes para saída, e desse modo promover a renovação do ar no ambiente. A renovação do ar dos ambientes pode ocasionar ganho ou perda de calor, dependendo da temperatura do ar externo em relação a temperatura do ar interno. Sendo assim, a renovação do ar permite diminuir a temperatura ambiente, quando o ar interno apresentar temperatura superior ao ar externo. Além disso, para uma mesma temperatura, um aumento da umidade relativa leva a uma maior necessidade de ventilação ALLUCCI (1988), daí a importância de adotar mecanismos que promovam a ventilação cruzada ou por efeito chaminé (figuras 11 e 13).

Para auxiliar a ventilação natural e a renovação do ar em um ambiente, fez-se uso de janelas altas para a saída de ar quente, localizadas no desnível entre as inclinações do telhado, que em conjunto com outras janelas mais baixas, posicionadas na direção do vento dominante permitem a entrada do ar frio. A ventilação cruzada também ocorre por causa da localização das aberturas em paredes opostas (figuras 10, 11, 12 e 13).

Nas duas tipologias, os grandes beirais e as varandas contribuem para proteger as aberturas da radiação solar direta no interior dos ambientes e para proteger das chuvas de verão, característica do clima da região de Campinas - SP, de modo a permitir que portas e janelas permaneçam abertas mesmo nestas ocasiões, favorecendo assim a ventilação.

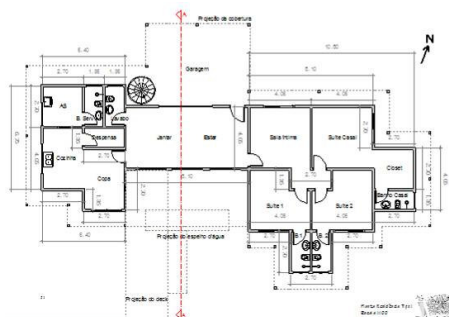


Figura 10 – Planta tipo 1

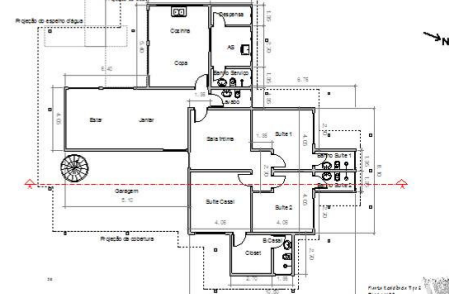


Figura 12 – Planta tipo 2

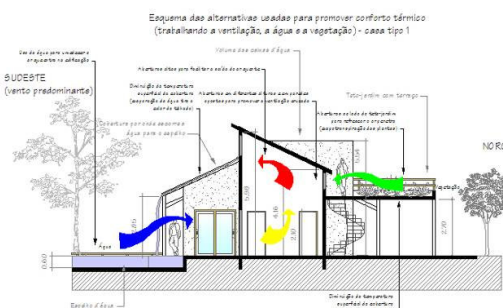


Figura 11 – Corte esquemático - casa 1

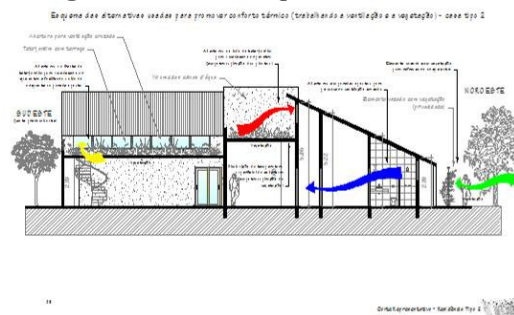


Figura 13 – Corte esquemático - casa 2

FROTA e SCHIFFER (p. 73, 2003) destacam que alguns cuidados com o revestimento do piso externo são necessários, pois *“materiais que reflitam muito a radiação solar ou que tenham grande poder de armazenar calor devem ser evitados nas superfícies externas, pois, à noite, o calor armazenado, ao ser devolvido para o ar, dirigir-se-á tanto para o interior como para o exterior das edificações”*.

Portanto, próximas às edificações foram escolhidas superfícies gramadas que, expostas ao sol, consomem uma parte do calor recebido para realizar a fotossíntese e outra parte para a evapotranspiração. ROMERO (2000) afirma que *“a vegetação contribui de forma significativa ao estabelecimento dos microclimas. O próprio processo de fotossíntese auxilia na umidificação do ar através do vapor d’água que libera”*. Assim quando o vento passa adjacente pela superfície constituída de vegetação, pelo fato de ser pouco emissiva de calor, não carrega ar quente para o interior da edificação. Se as aberturas direcionadas para o vento dominante estiverem próximas destas superfícies irão contribuir para refrescar o ambiente, à medida que renovam o ar interior com um fluxo de vento que não foi aquecido pela irradiação de calor.

A vegetação também está presente na cobertura das casas, que em conjunto com outros elementos, formam os tetos-jardim. Eles foram inseridos no projeto pois impedem a formação de ilhas de calor, reduzem a poluição ambiental, melhoram as condições do ar, aumentam o isolamento termo-acústico, criam novas paisagens e equilíbrio térmico interno (tanto no calor quanto no frio).

Os telhados das residências tiveram suas orientações definidas principalmente pelos sistemas para captação de água da chuva e pelos sistemas que aproveitam a luz solar para aquecimento e fornecimento de energia. A luz solar foi aproveitada de duas maneiras: como recurso energético (com placas fotovoltaicas), e através de coletores solares, usados para o aquecimento da água nas edificações.

Em cada casa, em conjunto com os espelhos d’água, foi adotada uma cobertura para a varanda, composta por estrutura metálica e placas de vidro duplo, com película refletiva de bronze espelhado, que barra 40% a luz e o calor. O que ajuda a cobertura envidraçada a não esquentar é o seguinte sistema: no ponto mais alto, há um cano com furinhos de onde escorre a água. O líquido desce pelo vidro e cai no espelho d’água. Esse sistema faz com que o telhado por onde a água passa tenha uma menor temperatura superficial (figuras 21, 22 e 23).

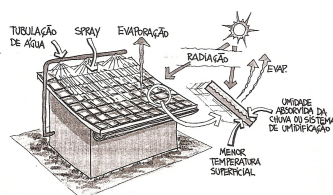


Figura 21 – Desempenho da água sobre o telhado.

Fonte: Lamberts (1997)



Figura 22 – Cobertura com água (casa 1)



Figura 23 – Cobertura com água (casa 2)

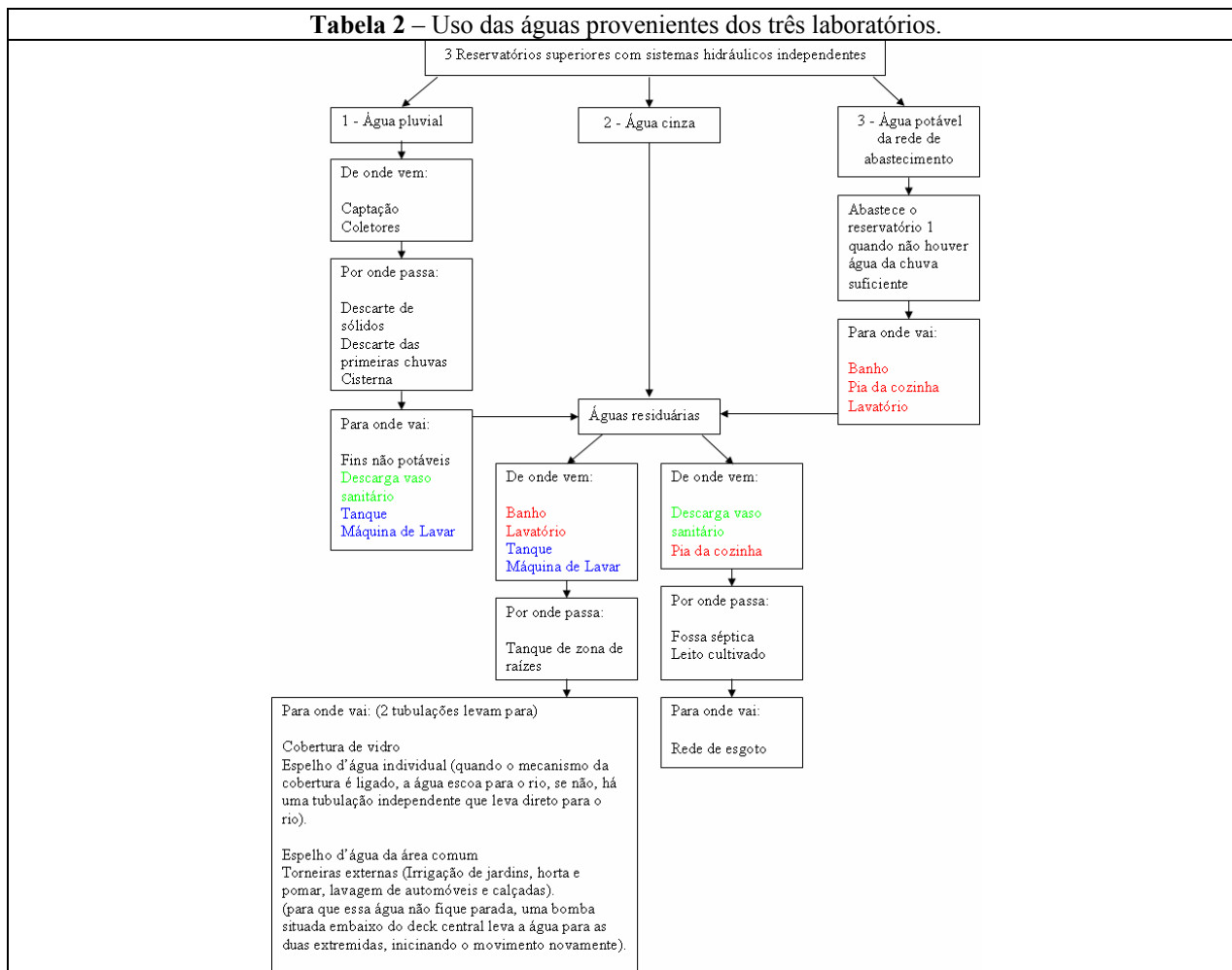
Os espelhos d’água foram colocados próximos às aberturas das salas e da copa. Cada residência possui o seu espelho d’água, cuja função é umedecer o ar, a fim de aumentar a umidade que entra no edifício nos períodos mais secos, que no caso da região do projeto corresponde ao período de inverno.

Os espelhos d’água, tanto os das casas quanto o que corre ao redor da implantação, foram projetados com base nos conceitos da chamada piscina ecológica, e como a profundidade de todos os espelhos d’água é pequena (60 cm), eles não podem ser considerados como piscinas. Trata-se de um sistema em que a qualidade da água é mantida por um sistema de circulação de água e de filtragem por meio de plantas aquáticas e bio-oxigenadoras, essas plantas se encontram ao lado dos decks de passagem das casas. Com isso, o espelho d’água tem a função de ser uma reserva extra de água para a manutenção da área comum (sistema que será explicado a seguir).

A água faz a ligação visual entre as casas, auxilia no conforto térmico e faz parte do sistema de reuso da mesma. Associado à vegetação, ajuda a aumentar a umidade relativa do ar e a diminuir o calor irradiado,

pois a água demora a se aquecer com a radiação solar. Fica evidente que o espelho d'água e a vegetação constituem um dos principais elementos desse projeto.

Em relação ao reuso de água, este recurso foi adotado no projeto, pelas vantagens que traz como: economia para grande parte dos usos normais da água nas edificações, reserva de água nos períodos de seca ou de falta de água devido a problemas de abastecimento da rede pública, além de ser uma tecnologia que não agride o meio ambiente. Cabe lembrar que é muito importante que a água reutilizada e de chuva fique isolada da potável. A tabela 2 mostra um esquema explicativo de todo o processo que envolve o reuso e a captação de água.



As águas residuárias da residência, ou seja, as águas cinzas, provenientes do banho, tanque, máquina de lavar e lavatório (com exceção das provenientes do vaso sanitário e da pia da cozinha), depois de passar por um tratamento biológico, são reaproveitadas para irrigação dos jardins. Esse sistema funciona da seguinte maneira: os efluentes seguem para um leito cultivado no qual, em contato com raízes de plantas, sofrem processos biológicos. Ao saírem deste tanque, os efluentes são peneirados para eliminação de sólidos e em seguida são armazenados em um reservatório. Será esse reservatório que abastecerá o sistema de irrigação dos jardins, hortas e pomar. Além de ser uma unidade de tratamento que tenta reproduzir sistemas biológicos naturais, esse sistema de raízes dispensa o consumo de energia elétrica, reagentes químicos e equipamentos mecânicos, além de não gerar odores desagradáveis.

As águas provenientes do vaso sanitário e pia de cozinha passarão por um tratamento separado dos efluentes de águas cinzas. Essas águas são levadas a uma fossa séptica, onde ocorrem processos bioquímicos e só então são encaminhados à rede de tratamento de esgotos. A tabela 3 mostra o processo de uso da água, conforme o grau de qualidade, origem da água e forma de uso.

Tabela 3 – Processo de reuso e captação de água

Grau de Qualidade	Utilização
Água Pluvial	Vaso sanitário, lavar roupas.
Água cinza	Limpar ambientes, calçadas e carros, irrigar jardins.
Água da rede de abastecimento	Beber, cozinhar, lavar louças e higiene pessoal.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante do crescente e preocupante impacto ambiental em nosso planeta, este trabalho procurou, baseado nos conceitos e princípios que envolvem a arquitetura sustentável, o conforto ambiental e a eficiência energética, elaborar diretrizes que possam servir como referência para futuros projetos.

Assim como defende a sustentabilidade, toda proposta, desde o projeto das residências até a implantação, foi norteada por fatores como a orientação solar e aproveitamento da ventilação (vento dominante), que determinaram a setorização dos ambientes das casas, a disposição das mesmas no terreno, suas aberturas, coberturas, volumetria e materiais, assim como os sistemas que regem todo o projeto.

Fez-se muito uso de dois elementos naturais: água e vegetação, para atender a várias funções como promover privacidade, conforto térmico e ambientes agradáveis visualmente, além de serem partes importantes dos sistemas. Assim, o trabalho apresenta soluções eficientes em relação ao reuso e a captação de água pluvial e uma elaborada implantação que envolve todos esses sistemas de uma maneira simples e funcional, além de prestigiar relações de integração e convivência entre usuários.

Dessa forma, a concepção deste projeto foi fundamentada nos procedimentos e recomendações desenvolvidas para promover a arquitetura sustentável. A aplicação destes conceitos no projeto de uma Ecovila serve de exemplo para outros projetos, mostrando quão é simples empregá-los e, principalmente como estímulo ao uso dessa prática sustentável. Espera-se que os projetistas adotem essa prática nos seus projetos e contribuam para a construção de um planeta mais sustentável.

7. REFERÊNCIAS

- ADAM, Roberto Sabatella. **Princípios do Ecoedifício**. São Paulo: Editora Aquariana, 200.
- ALLUCCI, M. P. **Critérios relativos ao atendimento das exigências de ventilação na habitação**. São Paulo: Ed. Pini, IPT, LIX, 1988.
- CORBELLA, Oscar. **Em busca de uma arquitetura sustentável para os trópicos**. Rio de Janeiro: Editora Revan, 2003.
- FROTA, Anésia B. & SCHIFFER, Sueli R. **Manual de Conforto Térmico**. São Paulo: Studio Nobel, 2003. 6ª Edição.
- GOUVÊA, Luiz Alberto. **Biocidade**. São Paulo: Nobel, 2002.
- LAMBERTS, Roberto. **Eficiência Energética na Arquitetura**. São Paulo: PW Editores, 1997.
- ROAF, Suel. **Ecohouse – A casa ambientalmente sustentável**. Bookman, 2006.
- ROMERO, Marta Adriana Bustos. **Princípios Bioclimáticos para o Desenho Urbano**. São Paulo: Pró-Editores, 2000, 2ª Edição.
- VIDAL, Ana. **Vila Barulho D'Água**. São Paulo: PRO Livros, 2005.