



ESTRATÉGIAS BIOCLIMÁTICAS APLICADAS EM EDIFICAÇÃO RESIDENCIAL – O PROJETO ECOHOUSE URCA

Rose Alexandra Lichtenberg (1); Cláudia Barroso-Krause (2)

(1) Arquiteta, mestranda PROARq/ FAU/ UFRJ

Av São Sebastião, 270, 22.291-070, Rio de Janeiro, tel/fax 21-xx-25438836

e-mail:alexandra@ecohouse.com.br

(2) Arquiteta, D.Sc., PROARq e DTC - FAU/ UFRJ

Rua Gal. Barbosa Lima, 99/505, 22.011-060, Rio de Janeiro, tel/fax 21-xx-25490568

RESUMO

O Projeto Ecohouse foi criado em 2002 com o intuito de avaliar a eficácia de estratégias de conforto higrotérmico, lumínico e de racionalização do uso da água aplicadas a edificações residenciais urbanas em clima quente úmido. Procura mostrar a adequação de uma residência existente visando efficientizar sua demanda de energia elétrica e de água potável bem como a correção de eventuais problemas de conforto ambiental de uma residência convencional. Seu início se deu através da reforma de uma edificação no Bairro da Urca, zona litorânea do Rio de Janeiro. Este artigo procura apresentar suas principais características, envolvendo o uso de técnicas diversas como o uso de “telhado verde”, fachada verde, beirais, esquadrias especiais, persianas internas e externas, ventilação cruzada. O projeto Ecohouse URCA recebeu menção honrosa do Premio Procel de Conservação de Energia 2002-2003 na categoria Edificações, assim como uma Moção de Congratulações e Louvor da Assembléia Legislativa do Rio de Janeiro, em 31 março de 2004.

ABSTRACT

The Ecohouse Project was developed in 2002 in order to make available the evaluation of thermal and natural lighting comfort strategies, as well as efficient water use in residential buildings in hot humid urban areas. It strives to demonstrate how to remodel an existing home seeking to make it more efficient in providing the same or better services with less use of water and energy than a conventional home. The first step was the remodelling of a residence in Urca neighbourhood, on the shores of the city of Rio de Janeiro. This article presents its main features involving the use of different techniques such as the green roof, the green façade, overhangs, special glazing, internal and external louvers and cross ventilation. Ecohouse Urca project was awarded a citation at the 2002-2003 Procel Prize in Energy Conservation in the Buildings Category, as well as a Congratulations and Praise Motion from the “Assembléia Legislativa” of Rio de Janeiro, on March 31st 2004.

1. O ENTORNO DA EDIFICAÇÃO



Fig 01 - Mapa da Urca (INSTITUTO PEREIRA PASSOS)

A residência em estudo – Ecohouse Urca – situa-se na Avenida São Sebastião, 270, no bairro da Urca, na cidade do Rio de Janeiro, latitude $-22,95^\circ$ e longitude $-43,16^\circ$.

Pertence à área de Proteção ambiental e preservação paisagística dos morros do Pão de Açúcar, da Urca e da Babilônia, sendo regida pelo Plano de Estruturação Urbana - PEU nº 001. Este decreto restringe muito a área e gabarito de novas construções, e proíbe que sejam efetuadas obras de desmonte que desfigurem o perfil natural das encostas.

A Av São Sebastião é a primeira rua da cidade do Rio de Janeiro. É estreita (6m de largura), as calçadas têm apenas 90cm de profundidade, e sua ocupação é estritamente residencial. Devido ao pequeno tamanho das calçadas, não existem árvores plantadas na via pública, o que poderia fornecer sombra para as fachadas das edificações.



Fig.02 – Fachadas NO e SO

A edificação original constitui-se em 3 pavimentos, em dois corpos separados, implantada em aclive, o morro da Urca, ocupando toda a frente do terreno.

A rocha do morro da Urca entra pelo pátio, varanda e um dos banheiros da casa. Sua fachada principal tem orientação -61° NO. O vento predominante pela manhã é de direção N/ NO fraco, e pela tarde intensifica e ronda para a direção SO, vindo por cima do Morro do Pão de Açúcar.

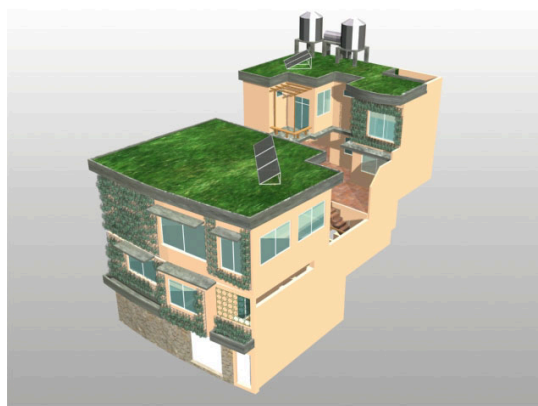


Fig.03 - Perspectiva depois da reforma

Sem maiores preocupações de ordem acústica, os antigos ocupantes relatavam apenas desconforto quanto ao calor excessivo.

2. AS PRINCIPAIS TÉCNICAS EMPREGADAS E PRIMEIRAS OBSERVAÇÕES

As principais técnicas empregadas para conservação de água e eficiência energética foram: captação e reutilização da água da chuva e reciclagem do esgoto; laje verde, fachada verde e esquadrias com vidros especiais para arrefecimento passivo; aquecimento solar de água. Como se verá mais adiante, algumas informações dos fabricantes não foram suficientes para seu pleno desempenho.

2.1. Conservação e Racionalização do Uso da Água

A Ecohouse Urca conta com dois sistemas distintos de água: sistema de água potável e sistema de água reciclada. O sistema de água potável recebe água da rede da concessionária local - CEDAE, que alimenta a cozinha, os lavatórios dos banheiros e os chuveiros. O sistema de água reciclada recebe água da chuva e do esgoto reciclado tratado com o sistema Family (MIZUMO), e abastece a descarga dos vasos sanitários, a irrigação das lajes verdes e as torneiras de lavagem secundária (utilizadas para limpeza de pisos, automóveis, banho em animais) (Figura 07).

O consumo de cada sistema está sendo monitorado através de hidrômetros estrategicamente instalados na saída da cisterna de águas pluviais, na saída do sistema Family, e na saída do ladrão do sistema Family (este para poder monitorar a quantidade de água reciclada descartada, pois imagina-se que haverá excesso de água reciclada). A água reciclada do esgoto está começando a fase de análise físico-química, para determinação da sua classe de uso de acordo com a norma n.357 do Conama, de março de 2005 (para águas não-potáveis).

A água de chuva coletada vem com muita terra devido à existência das lajes com vegetação, apesar da areia e do “Bidim” instaladas no interior das caixas receptoras dos jardins. O filtro instalado inicialmente apenas filtra as folhas e a sujeira de maior granulometria (figura 04). A terra diluída na água passa por este filtro, e apesar de a cisterna de águas pluviais ter 1,65m de altura e contar com um dispositivo de freio d’água para incrementar a sedimentação da terra no fundo da mesma, a água continua barrenta. Foi instalado um filtro extra (de malha de inox de 50 micra) na entrada da caixa de água reciclada, o que não surtiu nenhum efeito na aparência da água. (figuras 05 e 06).

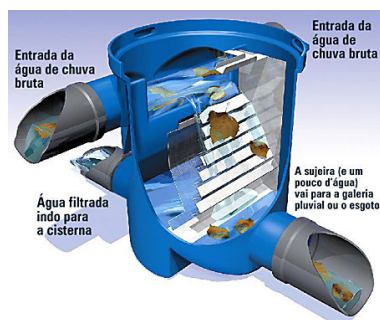


Fig 04 - Filtro 3P na entrada da cisterna de águas pluviais



Fig 05 - Filtro auxiliar



Fig. 06 – Aparência barrenta da água de chuva

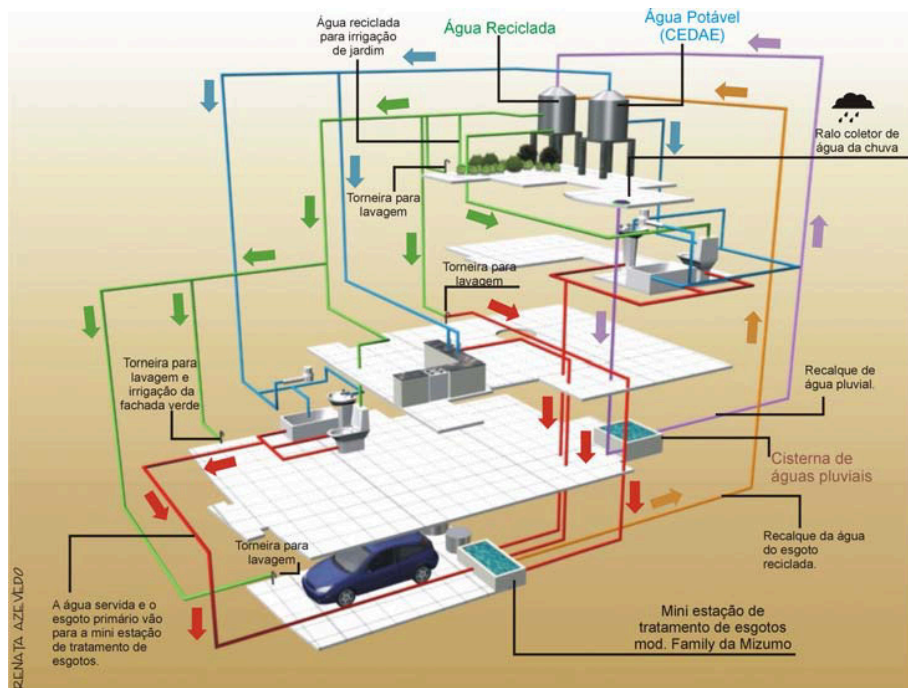


Fig. 07 – Sistemas de águas da Ecohouse Urca

Para o tratamento e reutilização do esgoto, a primeira idéia era apenas utilizar as águas servidas (esgoto secundário – de pias, chuveiros e máquina de lavar roupas). Após pesquisa em diversos sites de universidades e empresas no Brasil e no exterior (EPA, SAVEWATER, OCEAN ARKS INTERNATIONAL, LIVING MACHINES LTD) ficou decidido fazer o tratamento de todo o esgoto, porque não foi achado um sistema de tratamento de águas servidas que pudesse ser instalado e mantido em um lote urbano (168m²).

A empresa Mizumo, que produz o sistema Family para tratamento de esgoto doméstico, patrocinou o equipamento para viabilizar o projeto. Ideal para lotes urbanos por ser muito compacto, medindo apenas 1,20m x 2,60m x 2,10m de altura (figura 08), pretende conseguir uma redução de DBO (Demanda Bioquímica de Oxigenio) entre 90 e 96%, possibilitando o reuso desta água para fins não-potáveis.

O sistema é constituído basicamente de 5 processos associados: meio anaeróbio de tratamento, meio aeróbio de tratamento, decantador, caixa de desinfecção e sistema de aeração (MIZUMO). No projeto Ecohouse Urca foi ainda instalada uma lâmpada ultra-violeta para desinfecção final (em substituição ao sistema que utiliza cloro na caixa de desinfecção) e um filtro de areia para eliminar qualquer turbidez restante.(figuras 09 e 10).

No Meio Anaeróbio de Tratamento ocorre a formação de microorganismos (MO) anaeróbios, que não precisam de ar para sobreviver, e vão efetuar o consumo de até 60% de todo o material orgânico existente no esgoto a ser tratado.

No Meio Aeróbio de Tratamento ocorre a formação de microorganismos aeróbios (MO). A principal característica deste tipo de MO é que eles necessitam obrigatoriamente de ar para sua

sobrevivência. Eles vão complementar o consumo do material orgânico a ser tratado, elevando a eficiência de remoção a uma faixa de 90 a 96% de remoção de DBO. Nesta etapa é que é feita a remoção do material orgânico responsável pela cor e pelo odor do esgoto.



Fig 08

Sistema Family

MF1600



**Fig 09 : Sistema Family
-Ecohouse Urca**



Fig 10 : Sistema Family- Ecohouse Urca

O Decantador é a etapa do sistema onde é feita a separação das possíveis partículas sólidas em suspensão no efluente, provenientes da agitação de ar na etapa aeróbia. A geometria do decantador possibilita a sedimentação destas partículas tornando eficiente a remoção das mesmas.

2.2 Arrefecimento Passivo

O Setor Residencial tem enfrentado nos últimos tempos um crescimento médio de 6% ao ano no consumo de energia. Nesse ritmo, atingiu em 2003 cerca de 12,4% do consumo final energético do país (MME – BEN 2004). Em paralelo, a posição e volumetria da edificação, em encosta contra o Rochedo da Urca, em orientação NO e com as condições climáticas da cidade do Rio de Janeiro, conduzem a um quadro de stress térmico significativo, já registrado pelos ocupantes anteriores do imóvel.

Assim foram colocados em uso práticas de arrefecimento focadas na proteção da cobertura e fachadas, no sombreamento e nas aberturas.

2.2.1. Lajes Verdes

As lajes com cobertura vegetal - ou naturadas - permitem associar benefícios térmicos a ambientais, na medida que transformam superfícies impermeáveis em interativas com o entorno, reduzindo desde a temperatura de superfície das próprias coberturas às do meio circundante (BARROSO-KRAUSE, 1998). Como complemento, e sem ocupação adicional do tecido urbano, ajudam na construção de um microclima mais favorável, pelo efeito de fotossíntese e evapotranspiração, estando na direção das novas diretrizes municipais, no tocante a retenção das águas pluviais urbanas (BROWN & DELAY, 1991)

O item mais importante em uma laje verde é que a impermeabilização seja perfeita. Neste caso ela foi especificada pela Texsa, conforme a figura 11. Foi realizado um grande trabalho de reforço estrutural em vigas e pilares metálicos, uma vez que as alvenarias originais da casa eram estruturais, e, com exceção das externas, foram todas demolidas para possibilitar a ventilação cruzada.

Na Ecohouse foi utilizada a cobertura naturada da seguinte forma: camada drenante em argila expandida de 10cm coberta por manta Bidim, seguido de uma camada de 5cm de areia e em seguida camada de 20cm de terra.. Foi plantada grama esmeralda, algumas ervas (como mangericão, alecrim, etc), capim limão, uma pitangueira, ibiscos.

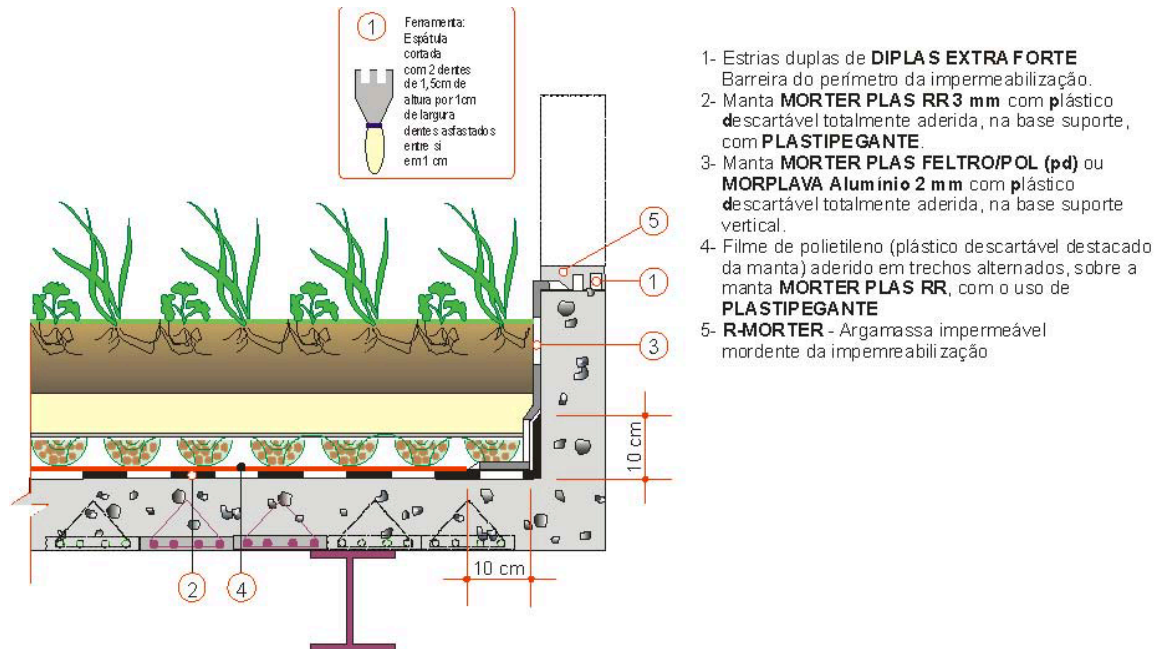


Figura 11 – corte esquemático da laje verde

Após dois verões, a laje já se encontra totalmente estabilizada e pôde ser constatado pelos ocupantes a sensação de conforto térmico proporcionado pela sua implementação – não só para o ambiente interno abaixo da laje - mas também quando de seu uso e para os vizinhos que não recebem mais o calor refletido pelo antigo telhado de telhas francesas.



Fig 11a : Telhado antigo



Figura 12 – Telhado novo - lajes verdes Ecohouse Urca

2.2.2. Fachadas Verdes

Em vários lotes urbanos, as edificações podem estar sujeitas a trocas de calor ainda mais intensas devido à elevação da temperatura de superfície externa das fachadas estar submetida à radiação oriunda de superfícies construídas do entorno, com um albedo significativo (CORBELLA, Oscar, 2003). No caso da Ecohouse Urca, devido à fachada principal NO receber no verão o reflexo do período matinal das casas fronteiriças somando-se à sua própria insolação e por estar no alinhamento da calçada, ela não contava com proteção alguma contra a radiação solar direta ou refletida.

Neste caso as paredes das fachadas NO, receberam uma treliça vertical, com o plantio da espécie *thumbergia* sobre jardineiras acopladas à fachada (Figuras 13 e 14). Esta folhagem de proteção, faz com que a vegetação absorva grande parte do ganho solar, e o resto se dissipe na camada de ar entre a trepadeira e a parede externa – reduzindo a absorção solar pela parede, de alvenaria de tijolos maciços, e sua transferência ao ambiente interno.



Fig. 14 – Fachada NO com as trepadeiras

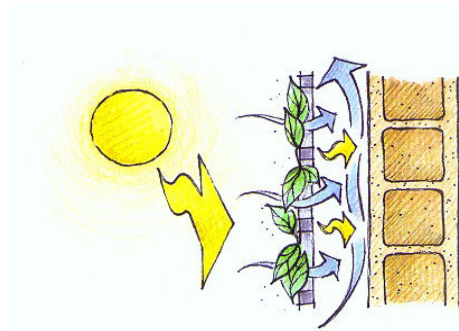


Figura 13 – desenho esquemático da fachada verde

2.2.3. Aberturas: Beirais, Esquadrias Especiais

As janelas foram protegidas por pequenos beirais – em função da pouca possibilidade do recuo frontal, não corretamente dimensionados em função da orientação, e foram escolhidas para compensar, esquadrias especiais, para reduzir a transmissão de calor aos ambientes contíguos, sala de estar e sala de jantar.

Na falta de referências nacionais sobre especificações de esquadrias especiais, este projeto baseou-se no estudo “Fact Sheet: Selecting Energy Efficient Windows in Florida”, de 2001 (EFFICIENT WINDOWS COLLABORATIVE). Este estudo recomenda a escolha dos vidros especiais baseada principalmente em seu Coeficiente de Ganho de Calor (SHGC: Solar Heat Gain Coefficient), a fração de radiação solar incidente que passa através do vidro. Recomenda ainda que para o clima da Flórida (quente e úmido), o SHGC da janela (conjunto do vidro mais a esquadria) seja menor ou igual a 0.40; e com um índice de transmissão de luz visível o maior possível, para maximizar o uso

da iluminação natural. Apresenta ainda um estudo comparativo do custo anual de condicionamento de ar para seis tipos diferentes de janelas, aonde o que gera mais economia é o de vidro duplo com esquadria de alumínio e vidros “low-E”.

Utilizando as tabelas da Guardian, fabricante e distribuidor de vidros especiais no Brasil, foi especificado o uso de janelas de vidro duplo com esquadria em PVC e vidro Sun-Guard-52 on Green 6+6 (vidro especial de 6mm+câmara de ar de 12mm+vidro comum transparente de 6mm) para as janelas das fachadas NO e SO. A esquadria foi escolhida em PVC por ter excelente vedação, baixa condutibilidade, ser material reciclável e de baixa manutenção. De acordo com a tabela do fabricante, esta janela teria um SHGC de 0,31.



Fig 15 : sala com fachada NO e SO



Fig. 15ª: Fachadas NO e SO expostas ao sol da tarde

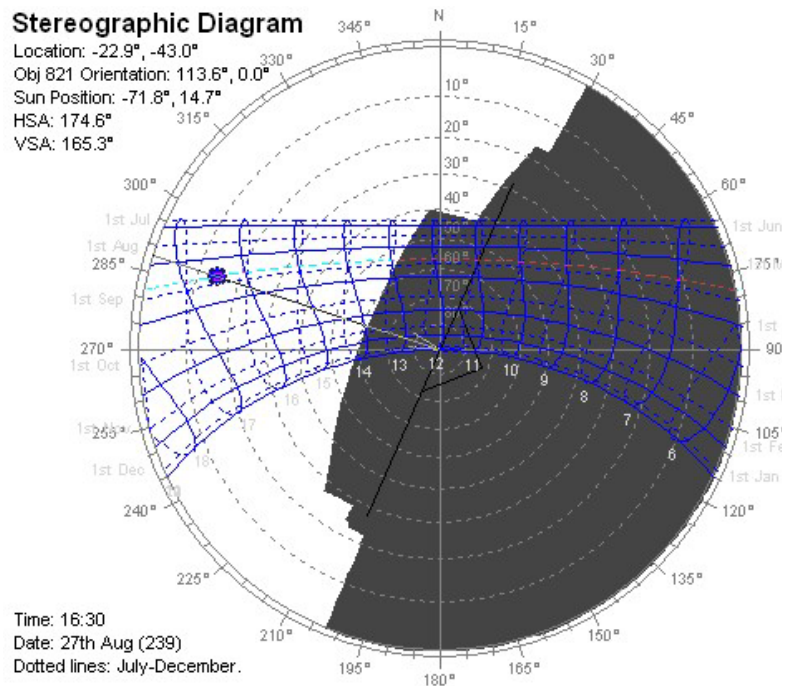


Fig 16: Diagrama de insolação da fachada principal e efeito dos beirais (software Ecotect)

A expectativa era de que, apesar de não ter sido possível a utilização de beirais grandes o suficiente para sombrear estas janelas, as esquadrias especiais iriam proporcionar um ambiente termicamente confortável no ambiente interno mostrado na figura 15.

No caso da Ecohouse Urca, o objetivo era que estes ambientes prescindissem de condicionamento artificial do ar.

Entretanto, o que foi verificado nos dois verões em que a casa estava habitada foi grande desconforto térmico no período da tarde – o que comprova que a simples importação de estudos e coeficientes de países do hemisfério norte não funciona para o caso do clima do Rio de Janeiro.

É provável que a diferença para o estudo da Flórida – entre outras – se dê pelo uso continuado de condicionamento de ar na grande maioria das residências durante os meses de verão e meia estação.

2.3. Uso de Energias Renováveis

Toda a água quente é aquecida através de dois sistemas separados de coletores solares, ambos funcionando com o sistema de termo-sifão. Foram fornecidos em patrocínio pela Transen (TRANSEN). Atendendo aos princípios de usos diferenciados foram separadas em duas redes em função da rotina doméstica.



Fig. 16 - Sistema #1

O sistema #1 (figura 16) tem dois coletores solares (3,4m²) e um acumulador de 200 litros. Abastece o banheiro da suíte Máster, o lavabo e a lavanderia.

O apoio deste sistema é um aquecedor a gás de passagem, que embora não tendo sido ainda instalado não foi considerado necessário pelos ocupantes até o presente momento.



Fig. 17 - Sistema #2

O sistema #2 (figura 17) tem 3 coletores solares (6,8m²) e um acumulador de 400 litros. Abastece os banheiros das suítes 1 e 2, banheiro de empregada, e a cozinha.

O apoio deste sistema é uma resistência elétrica. Em relação ao fornecimento de água aquecida para a cozinha e lavanderia, o objetivo é alimentar inclusive a máquina de lavar louças e a máquina de lavar roupas com a água aquecida pelo sistema solar.

Estes sistemas já estão em uso há 16 meses, sendo que a resistência elétrica do sistema #2 foi ligada apenas quando o tempo estava encoberto há mais de 3 dias ou 4 dias, dependendo da intensidade do mormaço.

3 CONCLUSÕES

A questão da sustentabilidade no meio urbano é uma necessidade premente. Embora universidades e centros de pesquisa venham trabalhando a questão há pouco tempo para as particularidades do clima tropical úmido, faltam exemplos para uma análise de resultados, o que só atesta o valor do PROJETO ECOHOUSE.

A pesquisa para avaliação das estratégias empregadas teve início em 2005 e pretende verificar a extensão das decisões tomadas, registrar os percalços encontrados e estabelecer bases para um guia técnico de apoio.

Na aguardo de um suporte financeiro para medições de amplo espectro, procura, através de simulações e de medições pontuais comparativas com outra residência situada na mesma rua, e com orientação muito similar (-59° NO) estabelecer um conjunto de conhecimento capaz de agregar valor e orientação para projetos similares.

4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARROSO-KRAUSE, Cláudia. Proposal of a "Control display" concept for thermal design of buildings in tropical climates: application to vegetal covers on buildings.. In: Passive and Low Energy Architecture - PLEA'98, 1998, Lisboa. Environmentally Friendly Cities - Proceedings of PLEA'98, 1998. v. 1. p. 479-482.

BROWN & DELAY "Sun, Wind and Light – architectural design strategies". New York: John Wiley and Sons, 1991

CONAMA. "RESOLUÇÃO CONAMA Nº 357 (março de 2005)"

CORBELLA, Oscar; YANNAS, Simos. "Em busca de uma arquitetura sustentável para os trópicos". Rio de Janeiro, Revan, 2003

EFFICIENT WINDOWS COLLABORATIVE: "Fact Sheet: Selecting Energy Efficient Windows in Florida", 2001. Disponível em <http://www.efficientwindows.org/>. Acessado em 20/04/2003

EPA. "U S Environmental Protection Agency" – Water Programs. Disponível em <http://www.epa.gov/region9/water/recycling/index.html>. Acesso em 05/02/2003

GUARDIAN "Tabela de Coeficientes para especificação do vidro Sun-Guard-52"

LIVING TECHNOLOGIES LTD. Disponível em http://www.ltluk.com/eco_restorer.html
Acesso em 05/05/2004

MIZUMO. "Memorial Descritivo Sistema Family MF1600". Disponível em <http://www.mizumo.com.br/produtos2.asp?id=22> Acesso em 16/03/2005

MME. "Balanço Energético Nacional – 2004"

OCEAN ARKS INTERNATIONAL. Disponível em

<http://www.oceanarks.org/education/resources/design/>. Acesso em 05/02/2003

SAVEWATER. Disponível em

<http://www.savewater.com.au/default.asp?SectionId=33&SortTag=30>. Acesso em 15/03/2003

SQUARE ONE., MARSCH, Andrew. “Ecotect” Software para análise bioclimática

TRANSEN Aquecedor Solar. Disponível em : www.transen.com.br. Acesso em 16/03/2005