

## JARDIM SUSTENTÁVEL – UMA PROPOSTA PARA UTILIZAÇÃO DA ÁGUA DA CHUVA E DA ENERGIA SOLAR

**Roberta Consentino Kronka (1); Ualfrido Del Carlo (2)**

(1) FAU/USP Faculdade de Arquitetura e Urbanismo - Universidade de São Paulo  
Departamento de Tecnologia - AUT - [rkronka@usp.br](mailto:rkronka@usp.br)

(2) NUTAU – Núcleo de Pesquisa em Tecnologia da Arquitetura e Urbanismo USP  
[nutau@usp.org.br](mailto:nutau@usp.org.br)

### RESUMO

Este trabalho apresenta uma proposta de utilização da água da chuva e da energia solar em um “*jardim sustentável*”. Ainda em fase de construção, é apresentada a etapa construtiva que incorporou novas variáveis visando um menor impacto ambiental, os testes iniciais e as conclusões preliminares.

O objetivo principal deste trabalho é ressaltar a importância da utilização de soluções, adotadas ainda em fase de projeto, que visem um menor impacto ambiental desde a etapa construtiva, até a utilização da edificação, ressaltando não só a importância da utilização de fontes limpas de energia e o aproveitamento de água da chuva, mas também a adoção de alguns princípios de sustentabilidade, como redução, reutilização, reciclagem e restauro. Este projeto insere-se em um contexto de pesquisa de novas soluções para aumento da sustentabilidade de uma edificação.

O “*jardim sustentável*”, é composto por ervas medicinais, temperos, legumes e hortaliças, alguns cultivados por hidroponia. Todo o sistema é mantido por dois painéis fotovoltaicos que alimentam uma bomba d’água. Toda a água utilizada para manter este sistema é reaproveitada da chuva.

Palavras-chave: *sustentabilidade, permacultura, energia solar, água da chuva, impacto ambiental.*

### 1. INTRODUÇÃO

O contexto mundial que se caracteriza pela constatação da necessidade de implantação do desenvolvimento sustentável diante da ameaça de escassez dos recursos do meio ambiente, bem como sua degradação, faz com que a Arquitetura tenha a necessidade de se enquadrar, incorporando “novas” variáveis. Desta forma, na tentativa de se adaptar a essa “nova realidade” os projetos se tornaram muito mais complexos e abrangentes. E apesar dos desentendimentos e incertezas que existem em torno na *Sustentabilidade* na Arquitetura, estratégias de projeto devem ser propostas com o objetivo de contribuir com uma integração responsável entre os aspectos tecnológicos, sociais e ambientais.(FOLADORI,1999)

A implantação de *sistemas especiais* com significativas reduções no consumo de água e energia é apenas um ponto de partida para mudanças profundas que devem ocorrer na implantação de projetos efetivamente mais sustentáveis(ELECS 2001). Os aspectos ambientais, são apenas uma parte de toda a problemática relacionada com a sustentabilidade, que engloba não só os aspectos ambientais, mas também os sociais, políticos, e econômicos.

Dentro deste contexto desenvolveu-se o projeto do *jardim sustentável*, que tem o objetivo de mostrar a importância de decisões apropriadas para a execução de um projeto com maior responsabilidade ambiental (LAWSON,1996). Esta discussão procura trazer elementos para uma redução do impacto ambiental das construções, ajudando a traçar diretrizes para que os arquitetos e profissionais da área incorporem estes princípios no processo de projeto, construção, utilização/manutenção e demolição e/ou reciclagem da edificação.(DEL CARLO 2000)

O objetivo principal deste artigo é mostrar a importância e necessidade de novas diretrizes de projeto para minimizar não só o impacto ambiental advindos da construção e uso das edificações, mas também do seu impacto humano. Esta proposta reflete a necessidade de reavaliação e adaptação das soluções

existentes nas edificações quanto a sua utilização (DEL CARLO, 1998). Esta proposta do jardim sustentável encontra-se inserido em questões muito mais amplas que vão desde a mudança de hábitos de consumo, de padrões de comportamento dos próprios usuários e principalmente profissionais da área, com a implantação de projetos que incorporem estes conceitos desde a sua concepção (KRONKA 2000).

## 2. O POSTE SOLAR

A primeira etapa executada para a construção do jardim sustentável foi a construção do poste suporte para os painéis fotovoltaicos. Os painéis fotovoltaicos, de 45W cada, e a bomba d'água foram adquiridos na Heliodinâmica, fábrica de painéis fotovoltaicos, localizada na Grande São Paulo.

O processo de montagem do poste para suporte dos painéis solares instalados no jardim “sustentável”, seguiu o princípio de menor impacto ambiental a partir da escolha de materiais preferencialmente de sucata, reutilizados e adaptados para a função desejada.

A utilização da água da chuva, da energia solar a partir de painéis fotovoltaicos e a reutilização/reciclagem de materiais construtivos encontrados no ferro velho refletem a incorporação destas diretrizes (BROOKES, 1984). Este princípio fez com que a etapa de execução do projeto ficasse mais complexa, com maior tempo de execução e maior utilização de mão de obra. Apesar destas “desvantagens”, acredita-se na importância desta postura para a realização de uma arquitetura com maior consciência ambiental. Estas aparentes desvantagens também refletem vantagens ambientais e comportamentais que ainda não se sabe como podem ser medidas e avaliadas (KRONKA, 2000).

### 2.1 Aquisição das Peças para montagem do Poste Solar

A opção de reutilização de peças é mais trabalhosa, uma vez que o projeto adaptou-se às peças disponíveis, não sendo necessariamente o projeto mais “racional”. Procurou-se incorporar ao projeto a característica de reaproveitamento de materiais construtivos já existentes evitando o consumo de peças novas, que gerariam um maior impacto ambiental além de um maior consumo de energia (KRONKA, 1998). O ferro velho escolhido foi o ‘Mexicano’, localizado na Av. Elizeu de Almeida, próximo à Cidade Universitária, na cidade de São Paulo. A proximidade do mesmo também reflete a preocupação com o consumo de energia existente no transporte dos materiais construtivos em questão.



*Fig. 01 – Vista geral do ferro velho Mexicano, localizado próximo a USP, aonde as peças do poste solar foram selecionadas.*



*Fig.02- Hastes selecionadas no ferro velho sendo pesadas.*

Praticamente quase todos os materiais utilizados no projeto do poste foi adquirido no ferro velho, como: *hastes* para o poste de 4m, que foi subdividido em duas partes para o transporte, facilitando na

montagem e colocação do painel solar; *tarugos* para encaixes das partes do poste, *parafusos*, *arruelas*, *tirantes* e *barras* para fixação do poste no chão.

Apenas as peças não encontradas foram adquiridas em uma loja “convencional”, como perfis em T, e cabos de aço para suporte e fixação da haste. A loja escolhida, a comercial Gallo, também se encontra próxima a cidade Universitária.

## 2.2 Montagem do poste solar

Todo o processo de confecção dos postes para suporte dos painéis solares, foi executado, nas oficinas da FAU e da Física, na Cidade Universitária.

Como primeiro requisito havia a proposta de reaproveitar materiais usados, realizando o projeto em função do material adquirido. Outro requisito que também norteou a escolha das peças foi a necessidade de transporte do poste, e facilidade de montagem e desmontagem. Com base nestes fatores iniciou-se a montagem da estrutura base do poste suporte para os painéis solares.

Para a haste do poste para suporte do painel solar foram utilizados tubos de ferro de 2m de comprimento com diâmetros de 3” e de 2” ¼, peças maciças –tarugos- para o encaixe entre a base e as hastes e entre as hastes com as dimensões de 2”, 2” ½, 3” e 4”, base de ferro de 30 x 30cm com 3/8 de espessura. O suporte para os dois painéis, em alumínio, foram adquiridos na Heliodinâmica, juntamente com os painéis solares. Os perfis em “T”, com 1” ½” e 1,5m de comprimento, juntamente com o cabo de aço, parafusos, esticadores e clips de aço 1/8, utilizados para a base desmontável foram adquiridos em loja “convencional”.



Fig. 03 – Todas as peças adquiridas no ferro velho: hastes, tarugos, base de fixação.



Fig. 04 – Tarugos a serem torneados para montagem do poste

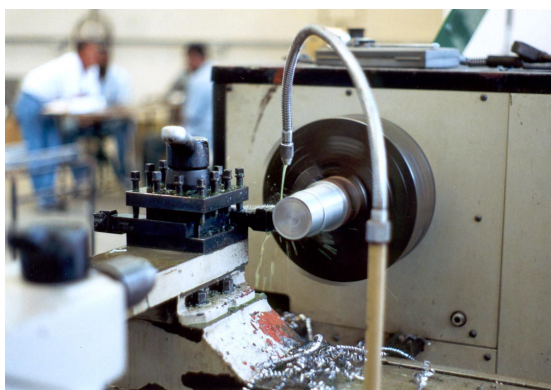


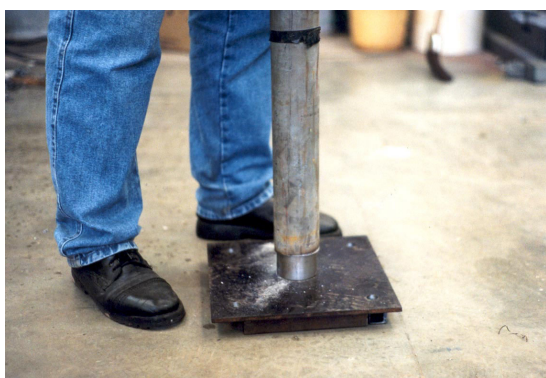
Fig. 05 – Tarugo de encaixe da haste suporte do poste sendo torneada para montagem do poste. Este encaixe foi realizado em sistema periscópico.



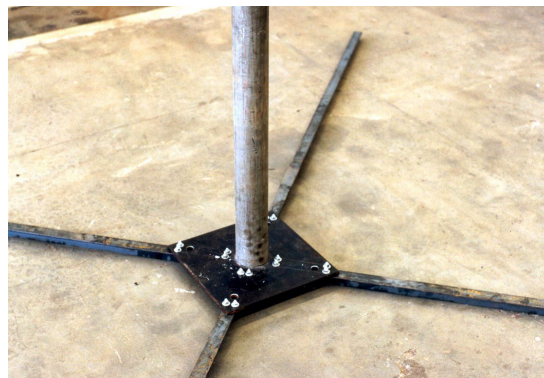
As hastes do poste foram pré cortadas no ferro velho, levando um acabamento final no LAME–laboratório de modelos da FAU. Optou-se por escolher o comprimento limite de 2m para cada haste, não só pela limitação do transporte, mas também pela opção de montagem, uma vez que peças maiores teriam um peso além do suportado por dois ou três homens. As peças foram pré cortadas no ferro velho, levando apenas um acabamento final no LAME/FAU. Os tarugos foram serrados na oficina da Física, nas dimensões desejadas, depois de serrados foram torneados na FAU.

Apesar de não ser o processo mais racional, uma vez que o projeto foi montado em função das peças encontradas, foi o processo escolhido por ser o mais correto do ponto de vista ambiental, não só pela minimização do impacto gerado pela escolha de peças reutilizadas, bem como pela redução da energia consumida na produção de novos materiais.(KRONKA,1998)

Na montagem inicial do poste, a primeira haste é fixada em uma base de 30 x 30 cm com 3/8 de espessura. Para a sustentação do poste, optou-se para execução de uma base em X, onde foram fixados tirantes de cabo de aço.



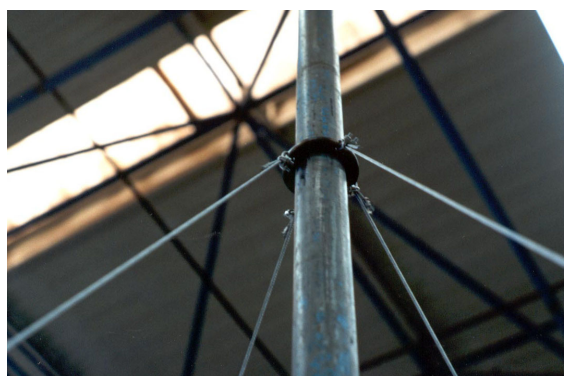
*Fig. 06 – Haste sendo pré encaixada. Neste caso o tarugo já está fixado na base.*



*Fig. 07 – Base com as barras em perfil T já encaixadas. Solução encontrada para sustentação do poste solar.*



*Fig. 08 – Haste final com o suporte adquirido na Heliodinâmica para encaixe dos painéis fotovoltaicos.*



*Fig. 09 – Tirantes fixados em anel adaptado para o encaixe, localizados a 2m de altura, ainda na primeira haste.*

O anel de encaixe existente no suporte de alumínio, adquirido na Heliodinâmica, possuía um diâmetro muito grande para as espessuras das hastes existentes, ficando fixado de maneira pouco segura. Desta forma, este suporte foi encaixado no final da haste através de uma adaptação das peças adquiridas no ferro velho.

Inicialmente havia sido previsto uma altura de 6m para o poste. Com a execução da peça, esta altura mostrou-se desnecessária, não só ao criar dificuldades para a montagem e desmontagem do mesmo, mas também por não interferir no desempenho dos painéis solares, sendo executada desta forma, a altura de 4m.

### 2.3 Teste do painel solar/bomba d'água

Após a pré montagem do poste, foi realizado um teste nos painéis solares para avaliar o seu funcionamento. Primeiramente foi feita a ligação entre os painéis e um teste inicial na bomba d'água. Em seguida, o poste foi montado, já com os painéis fotovoltaicos.



*Fig. 10 – Teste do painel solar Bomba d'água.*



*Fig. 11 – Montagem do poste suporte dos painéis solares.*



*Fig. 12 – Conjunto painel solar e bomba d'água montado.*

### 3. O JARDIM SUSTENTÁVEL

Atualmente tem-se observado um retorno as tradições e hábitos antigos, como por exemplo o cultivo de hortaliças, temperos e ervas medicinais nas residências. Talvez uma tentativa de resgate da perda do elo com a natureza, ou até mesmo receio das práticas agrícolas que utilizam cada vez mais métodos nocivos a saúde, com vasta utilização de agrotóxicos e inseticidas de efeitos duvidosos, esta prática tem se tornado cada vez mais constante. (MOLLINSON, 1998)

Nos Estados Unidos da América, em muitos países da Europa e na Austrália, a existência de “jardins” produtivos nas residências e até mesmo nos locais de trabalho têm se tornado habituais. Não só nas comunidades isoladas, distantes dos grandes centros urbanos observa-se a existência de uma produção voltada para necessidades locais. Existem muitos exemplos de utilização de jardins produtivos ou “sustentáveis”, nos grandes centros urbanos. Em Nova York, Manhattan, já são comuns estes jardins. Condomínios de prédios, ou até mesmo casos isolados se utilizam desta prática.

A permacultura (cultura permanente) que tem como princípio o menor impacto possível ao meio ambiente e uma nova filosofia de vida, vêm desde a década de 70 implantado em comunidades, estes conceitos no sentido de mudar o paradigma. Na ótica da permacultura, o erro clássico da comunidade mundial, tem sido colocar o homem no centro do universo, esquecendo de todo o resto. É necessário, segundo esta ótica, uma mudança de postura perante a vida, ou seja, a permacultura começa com uma decisão ética, onde o homem não pode mais manter uma postura de ignorância perante os sistemas naturais. Para o desenvolvimento deste projeto optou-se por utilizar muitos conceitos da permacultura, como a agricultura útil, utilização de fontes limpas de energia e aproveitamento da água da chuva.

O condomínio *Village Homes*, localizado em Berkeley, Califórnia (EUA), é um grande exemplo desta prática. Fundado a mais de 20 anos por professores da Universidade de Berkeley, possui em toda a sua extensão jardins produtivos voltados para a necessidade da comunidade que mora no local. Árvores com plantas frutíferas, legumes, hortaliças, ervas medicinais, etc. tudo é produzido no local. O excedente desta produção é vendido, convertendo-se em renda para o condomínio. Também é observado maior atenção ao pedestre, com a existência de trilhas e caminhos para população local. Após todos estes anos de existência houve uma grande valorização das residências do condomínio. A



grande procura de casas e a inexistência de famílias que queiram sair do *Village Homes* reflete o sucesso desta idéia.

No Brasil estes exemplos são mais raros, sendo possível observar esta prática em comunidades isoladas, que já possuem como objetivo a auto suficiência na produção de sua alimentação.

### 3.1 A construção das pedras recicladas do jardim

Dentro do conceito de reutilização de materiais e de menor impacto ambiental também foram executadas as pedras a serem colocadas no jardim sustentável. Papel velho foi adicionado a argamassa com o objetivo de obter uma pedra mais leve.

Após picados os papeis, aproximadamente 3 Kg. foi adicionada água, para formar a pasta a ser misturada com a mistura da argamassa. A essa “pasta”, após retirado o excesso d’água, foi adicionado o cimento.



*Fig. 13 – Papel de jornal de jornal picado já misturado com água.*



*Fig. 14 – Montagem da pedra.*

Após a execução da mistura pasta papel + argamassa, optou-se por “forrar” uma “armação” realizada só com papel velho amassado (sacos velhos de cimento). Desta forma, conseguimos garantir a execução de uma pedra “oca” com, menor peso. O papel deixado para forrar a pedra, foi retirado após a secagem da mesma com muita facilidade.



*Fig. 15 – Primeira pedra pronta.*

### 3.2 As plantas do jardim sustentável

Com o objetivo de resgatar estes valores, e até incorporar novos valores na utilização de uma residência, é que se desenvolve este projeto, mostrando que mudanças comportamentais são ponto de partida para a realização de uma arquitetura de menor impacto.

Desta forma, foi buscado exemplos dentro da cidade de São Paulo que remetessem à solução proposta neste projeto. Foi realizada uma visita na Pizzeria Braz, no Bairro de Pinheiros, que possui vasos com ervas e temperos na sua entrada. Na maioria dos casos as plantas são utilizadas somente com uma finalidade decorativa. Neste caso porém, aliou-se o aspecto decorativo e visual, com a utilidade que pode ser dada à estas ervas e temperos.

Este exemplo aqui mostrado, encontrado em área central da cidade de São Paulo, reflete de certa forma uma preocupação, ainda que incipiente, voltada para a produção da própria alimentação, para uma retomada de valores que nada mais é que uma tentativa de resgate de práticas bem sucedidas que se perderam no decorrer do tempo.

Apesar da pouca quantidade destas ervas e de não suprirem a demanda da pizzeria, muitos usuários da pizzeria pedem para utiliza-las. Distribuídas em tonéis de vinhos cortados ao meio, alecrim, boldo do Chile, cebolinha, hortelã e erva doce trazem um ar nostálgico ao local. Muitos usuários não percebem o que está plantando nestes vasos, outros ainda só percebem devido ao perfume exalado pelas ervas, e alguns percebem o que tem ali prontamente.

Este exemplo nostálgico e até pitoresco para um grande centro urbano faz com que as pessoas, de certa forma, reflitam de como certos valores e práticas foram perdidos e até que ponto isto tem sido prejudicial para a qualidade de vida que possuímos hoje nesta cidade



*Fig. 13 – Fachada da Pizzeria com os vasos.*



*Fig. 14 – Detalhe dos vasos com as verduras e os temperos.*

No estágio atual da pesquisa estão sendo adquiridas as plantas do jardim. Todas as mudas estão sendo compradas no CEAGESP, localizado na cidade de São Paulo.

Os vasos também estão sendo executados dentro do princípio de construção do poste solar, ou seja, procurou-se utilizar materiais reciclados e/ou reaproveitados em sucatas, etc. Sobras de madeira serrada, costaneiras e mantas produzidas a partir da reciclagem de garrafas de refrigerante de plástico são as principais matérias primas utilizadas para a sua confecção.



*Fig. 15 – Mudas adquiridas no CEAGESP.  
Foto tirada em maio de 2001.*

#### 4. RESULTADOS PRELIMINARES

Foi realizada uma análise comparativa entre o sistema utilizado para a construção do poste suporte dos painéis solares, com os materiais adquiridos no ferro velho, com um sistema convencional, ou seja, materiais novos. A análise de custo pode ser observada a seguir:

	<b>FERRO VELHO(R\$)</b>	<b>COMERCIAL GALLO(R\$)</b>
Base 30 x 30 cm, $\frac{3}{8}$ ”	<b>R\$ 166,90</b> (168 Kg. Ferros diversos)	18,00
Haste l=2m, e=3” (*)		16,25
Haste l=2m, e=2 $\frac{1}{4}$ ”(*)		29,00
Haste l=2m, e=2” (*)		25,00
Tarugo 10cm, 2” (**)		25,00
Tarugo 10cm, 2 $\frac{1}{2}$ ”(**)		26,85
Tarugo 10cm, 3” (**)		16,25
Tarugo 10cm, 4” (**)		48,50
Cabo de aço $\frac{1}{8}$ ”, 10m	10,20	
Ferro T, 1 $\frac{1}{4}$ ” x $\frac{3}{16}$ ”	22,94	
Corte das peças	1,00	
Esticadores	8,10	
Clips cabo de aço	9,60	
16 parafusos $\frac{1}{4}$ ”	3,20	
Suporte heliodinâmica	96,00	
Mão de obra	200,00	200,00
<b>TOTAL</b>	<b>517,94</b>	<b>555,89</b>

(\*) Material disponível apenas 3m, na comercial Gallo, havendo perda de 1m em cada haste.

(\*\*)Material disponível apenas em 2m na comercila Gallo, havendo perda de mais de 90% do material utilizado.

É importante observar que a economia de aproximadamente 10% na construção do poste solar não reflete as vantagens e ganhos ambientais advindos das práticas utilizadas no processo construtivo escolhido. Os aspectos ambientais relacionados com as reduções do impacto são extremamente importantes neste processo apesar de ainda não se saber ao certo como medi-las e/ou avaliá-las.

Em todo este processo de mudança de postura é muito importante atuação dos profissionais. A utilização destas práticas nos projetos, desde a sua concepção, construção e até na sua utilização farão com que os usuários se tornem mais conscientes diante da necessidade de mudança frente as questões ambientais.

Nas próximas fases serão medidas as vantagens advindas da utilização da água da chuva e da utilização da energia solar.

#### 5. CONCLUSÕES

- A arquitetura tem a necessidade de se enquadrar neste contexto mundial que se caracteriza pela constatação da necessidade de implantação do desenvolvimento sustentável diante da ameaça de escassez dos recursos do meio ambiente, bem como sua degradação.



- Os projetos se tornaram muito mais abrangentes diante quadro, e desta forma, estratégias devem ser propostas com o objetivo de contribuir com uma integração responsável entre os aspectos tecnológicos, sociais e ambientais na arquitetura.
- Esta proposta do jardim sustentável encontra-se inserida em questões muito mais amplas que vão desde a mudança de hábitos de consumo, de padrões de comportamento dos próprios usuários e principalmente profissionais da área, com a implantação de projetos que incorporem estes conceitos desde a sua concepção.
- As edificações causam um grande impacto no meio ambiente.
- A adoção de práticas de menor impacto ambiental refletem vantagens ambientais e comportamentais que ainda não se sabe ao certo como podem ser avaliadas e/ou medidas.
- Atualmente tem-se observado um retorno as tradições e hábitos antigos, como por exemplo o cultivo de hortaliças, temperos e ervas medicinais nas residências.
- Nos Estados Unidos da América, em muitos países da Europa e na Austrália, a existência de “jardins” produtivos nas residências e até mesmo nos locais de trabalho têm se tornado habituais.
- No Brasil os exemplos de permacultura são muito mais raros, sendo possível observar esta prática na maioria das vezes em comunidades isoladas, que já possuem como objetivo a auto suficiência na produção de sua alimentação.
- A economia de aproximadamente 10% na construção do poste solar não reflete as vantagens e ganhos ambientais advindos das práticas utilizadas no processo construtivo escolhido.
- Os profissionais ligados a área de construção são extremamente importantes neste processo de incorporação de novas variáveis, uma vez que servem de elo para uma mudança mais profunda que deve ocorrer em toda a sociedade.

## 6. BIBLIOGRAFIA

- BROOKES, John** (1984), *“The Garden Book. Designing, Creating and maintaining your Garden”*- Crown Trade paperbacks, New York.
- DEL CARLO, Ualfrido** (1998), *“Arquitetura Sustentável e Baixo Impacto Ambiental”*, Universidade de Guarulhos, São Paulo, mimeo.
- ELECS** – (2001) – *“Anais ELECS 2001 – II Encontro Nacional e I Encontro Latino Americano sobre edificações e Comunidades Sustentáveis, Canela, RS”*- editor, Miguel Aloysio Satller, Porto Alegre, RS : ANTAC, 2001.
- FOLADORI, Guilherme; TOMMASINO, Humberto** – (1999) – *“Controvérsias sobre sustentabilidade”*- Centro de Referência em Gestão Ambiental para Assentamentos Humanos, Universidade Livre do Meio Ambiente UNILIVRE, texto extraído da Internet <http://www.unilivre.org.br>.
- KRONKA, Roberta C.** – (1998) - *“Impacto e Consumo Energético Embutido em materiais de Construção - Técnicas Construtivas”* - Dissertação de Mestrado apresentada ao IEE/USP - Instituto de Eletrotécnica e Energia da Universidade de São Paulo, no Programa de Pós Graduação em Energia.
- KRONKA, Roberta C.** (2000), *“The new generation of wood architecture in Brazil. The experience at University of São Paulo”*. PLEA 2000 – Passive and Low Energy Architecture, Cambridge, p 332-333.
- LAWSON, Bill** – (1996) - *“Building Materials Energy and the Environment - Towards Ecologically Sustainable Development”*- Solarch - School of Architecture of New South Wales / Australia; publicação The Royal Institute of Architects Australia.
- MOLLISON, Bill** (1998).- *“Introdução à Permacultura”*- Tradução André Luis Jaeger Soares – Fundação Daniel Efraim Dazcal, Brasília, Distrito Federal.
- Video – *The Global Gardener – Permaculture with Bill Mollinson”*; produced by Julian Russel and Tony Gailey - 220 Productions, 1991.
- Relato e fotos da visita do Prof. Dr. Ualfrido Del Carlo, orientador deste plano de pesquisa, ao Village Homes em Junho de 2000.

*Agradeço a FAPESP o suporte dado para a realização desta pesquisa.*

