

CONSTRUÇÕES SUSTENTÁVEIS: UMA CASA CONCEITO EM CURITIBA

*Libia Patricia Peralta Agudelo
Eloy Fassi Casagrande Junior*

1. INTRODUÇÃO

Quando se abordam construções sustentáveis, deve-se considerar a interdisciplinaridade deste conceito. Para que uma construção seja sustentável, há necessidade de que conhecimentos fragmentados sejam integrados. Os aspectos ambientais de uma construção devem ser tão relevantes quanto os aspectos técnicos e econômicos. Reaproveitamento de materiais, uso de tecnologia de baixo impacto como a solar, repensamento de uso da água e da energia, aplicação de técnicas de conforto ambiental são alguns dos fatores que definem este projeto como sustentável. Aliado a eles, também se consideram relevantes a estética e o senso de conforto como parte do contexto cultural de seus idealizadores.

O projeto aqui apresentado é de uma casa de 240 m², localizada em Curitiba-PR, que tenta integrar estes conceitos e fatores, a fim de que esta experiência possa ser aperfeiçoada e multiplicada. Sendo os autores deste projeto designers com doutorados na área ambiental é relevante comentar que em grande parte das pesquisas e orientações de teses de mestrado com as quais estão envolvidos, há uma tentativa profunda do entendimento dos aspectos sociais, econômicos, naturais e filosóficos da relação homem e natureza. Portanto, as contradições existentes no conceito e na prática de “desenvolvimento sustentável” fazem parte de suas discussões diárias (BURSZTYN, 1993).

Buscando a implantação da sustentabilidade tanto em áreas urbanas quanto rurais, a conclusão que se chega é que soluções sustentáveis eficientes são conseqüências de um processo de pensar (e agir) mais do que estratégias ou agendas pré-estabelecidas. A abordagem sistêmica é a base para tudo acontecer (CAPRA, 1996). A procura da sustentabilidade deve ser transversal em todos os aspectos da vida de um indivíduo, começando pelas práticas pessoais e se estendendo a sua casa. Já são muitos os exemplos de construções sustentáveis ou “casas ecológicas” ao redor do mundo em que alguém pode se inspirar. Mas estes projetos realmente refletem uma compreensão sistêmica dos aspectos ecológicos locais e globais, além de contemplar a cultura, o estilo de vida e o senso estético de cada indivíduo? (PAPANECK, 1995) Neste caso, acredita-se ser de relevância considerar três conceitos quando se pensa em construções sustentáveis, a saber:

- *sustentabilidade ambiental;*
- *sustentabilidade econômica;*
- *sustentabilidade pessoal.*

Embora a abordagem sistêmica para alcançar a sustentabilidade seja discutida, exemplos concretos de projetos nacionais implantados com este enfoque ainda são raros. A crise sócio-ambiental e econômica que o Brasil historicamente enfrenta — da explora-

ção dos nossos recursos pela coroa portuguesa em um Brasil colonial, passando pelo endividamento externo encoberto por “milagres econômicos” da ditadura militar até a ilusão de poder ter uma moeda do mesmo valor que o dólar americano — faz do País um bom campo de testes para explorar estes conceitos (LENGEN, 1996).

2. O CONCEITO AMBIENTAL QUE ENVOLVE CONSTRUÇÕES

O setor da construção civil é conhecido como um dos grandes responsáveis pelos impactos ambientais no Brasil. Estes começam pela grande quantidade de recursos naturais e energia utilizados na produção e transporte de matérias primas, passam pela concepção do projeto (design com preocupação exclusivamente estética, má escolha de materiais e conceitos de conforto ambiental desconsiderados) e terminam em grande volume de resíduos resultantes de técnicas de construção artesanais empregadas por uma mão-de-obra desqualificada (ANAIS...,1997). Este projeto visou minimizar alguns destes aspectos, focando em três itens:

- I. *no uso de recursos naturais;*
- II. *no impacto ambiental da obra;*
- III. *no consumo de energia e água dos usuários.*

I. Reduzindo o uso de recursos naturais

Residências se tornam atraentes quando utilizam material natural; no caso deste projeto, a madeira foi usada em grande parte das suas estruturas e acabamentos. A questão aqui é como realizar isto sem encorajar desmatamento ilegal. Em visita a maioria das construtoras das chamadas casas “pré-fabricadas” de madeira¹, não se consegue obter a garantia de que a toda a madeira ali empregada tinha procedência legal. Na dúvida, este projeto considerou inicialmente a possibilidade de empregar o eucalipto, logo abandonado devido a questões de ordem técnica. A solução foi buscar madeiras que pudessem ser reaproveitadas, no caso 49 dormentes estocados para uso em pontes de estrada de ferro foram adquiridos em leilão da Rede Ferroviária Federal S.A.². Esta madeira é supostamente extraída de forma legal, sendo composta de espécies de “madeira de lei” como a imbuia, jacarandá, ipê, jatobá, entre outras, já tratadas quimicamente em sistema de autoclave.

Transportados para a obra, os dormentes foram desdobrados no local e utilizados na construção do *deck* na frente da casa, na estrutura do jardim de inverno nos fundos, em colunas de sustentação e no apoio ao assoalho do mezanino, na sustentação e degraus da escada interna e caixilhos de portas e janelas.

¹ Embora o termo “pré-fabricada” seja empregado pelas construtoras, percebe-se que estas ainda se utilizam métodos tradicionais de corte e montagem da casa, com pouca inovação e desperdício de madeira.

² Devido o processo de privatização da RFFSA, uma grande parte de materiais, equipamentos e outros bens não adquiridos pelas empresas que assumiram a suas rotas, estão sendo leiloados.

Na sustentação do telhado, nas tesouras internas, na estrutura dos oitões frontais foram utilizadas madeiras de demolição (ímbuia e pinheiro), Assim como grande parte dos assoalhos, das portas, das janelas, tijolos maciços e telhas francesas também foram adquiridas em empresas de demolição.

Para o acabamento cerâmico/azulejo de pisos e paredes, buscou-se comprar em pontas de estoque colocados em saldo. Sendo que este material era comprado com dois ou três m² a mais para o caso de quebra. A compra antecipada deste material antes de iniciar a obra e durante sua execução (quando a oportunidade aparecia) evitou o gasto maior de uma única vez ao chegar na fase de acabamento. Usando o critério de boa qualidade, baixo preço e senso estético, conseguiu-se uma economia média de 35% neste tipo de material.

Devido a necessidade de habitar a casa dentro de um determinado prazo, não pudemos escapar da dependência do cimento³ para se erguer a parte de alvenaria da casa. Apesar de se poder melhorar muito este processo, as alternativas possíveis para minimizar este impacto ainda carecem de desenvolvimento (ANAIS...1997; LENGEN, 1996), como é o caso do tijolo de solo-cimento, do processo de taipa (empregando métodos menos artesanais) e novas tecnologias como o ISOPET - blocos moduláveis de concreto usando isopor triturado e garrafas PET como elemento de união⁴.

II. Redução do impacto ambiental da obra

Respeitando as características do local da obra

Como já havia uma casa localizada no terreno (com mais de 40 anos), procurou-se adaptar o projeto aproveitando o máximo possível as estruturas existentes de alvenaria. Reforçando estas, construiu-se um andar superior, ampliaram-se os fundos e uma área lateral. Seguindo as linhas das paredes pré-existentis sem mexer na declividade frontal e lateral do terreno, o resultado foi uma casa de diferentes níveis onde ambientes são na sua maioria separados por escadas e não por paredes.

Acabamento natural para superfícies de madeira

Preocupando-se com a quantidade de substâncias químicas (algumas altamente tóxicas) usadas na confecção de tintas, principalmente no Brasil, e que também acabam por isolar os poros da madeira, inibindo a contração e expansão natural do material, a solução encontrada foi procurar métodos de tratamento empregados antigamente a base de óleos naturais. A solução veio através do Centro de Tecnologia da Madeira e Mobili-

³ Usado em quantidade excessiva no Brasil, a produção de cimento é considerada uma das mais impactantes ao meio ambiente.

⁴ O ISOPET foi desenvolvido por alunos e professores do Departamento Acadêmico de Construção Civil- DACOC do CEFET-PR, na busca de fabricar pranchas e blocos de concreto leve, que pudessem reaproveitar materiais descartados no lixo (isopor usados em embalagens e garrafas PET). Ainda em fase de testes o ISOPET já está em processo de patente.

ário - CETEMAM do SENAI⁵ que, em parceria com um Instituto alemão, desenvolveu tratamentos naturais para superfícies de madeira. O produto envolve um processo simples de preparo de uma mistura de óleos como o eucalipto, pinho, amêndoa e óleo de linhaça, além de terebintina, secante e essências de rosas, maçã e outras que dão um agradável odor a madeira. Numa segunda etapa, usa-se cera natural (breu e cera de abelha) para acabamento. Na impossibilidade de usar esta fórmula para superfícies de alvenaria, procurou-se aplicar no máximo possível, tintas que fossem a base da água.

Minimizando a produção de resíduos

Este é um dos grandes problemas da construção no Brasil como resultado de falta de metodologia e de mão-de-obra sem a capacitação devida para entender o problema. No caso desta obra a quantidade de material residual chegou a 45 m³ devido a demolição de grande parte de uma casa pré-existente. No entanto, o volume de resíduos poderia ser maior se não houvesse acompanhamento diário da nova obra, procurando orientar no sentido de diminuir a produção de resíduos.

- *Simples atitudes também ajudam a minimizar resíduos, a saber:*
 - *Evitar comprar material em grandes lotes ajuda a diminuir a sensação de abundância;*
 - *Orientar sobre cortes da madeira ajuda no seu melhor aproveitamento;*
 - *Questionar junto ao engenheiro e mestre-de-obras a quantidade empregada de cimento, areia e pedra brita, sem comprometer a segurança da obra, ajuda na conscientização sobre o uso racional destes materiais.*

O conceito de reaproveitamento de material da casa pré-existente aqui também foi aplicado, utilizando-se do assoalho da antiga casa para construir paredes internas da nova casa, de vigas em bom estado para apoio ao assoalho, de portas e caixilhos que foram recuperados. Madeiras que não pudessem ser aproveitadas foram usadas na construção de andaimes, caixas para concretagem de sapatas, cintas de amarração e colunas.

O material de alvenaria resultante da demolição da casa pré-existente poderia ser transformado em material agregado, se esta técnica pudesse ser aperfeiçoada para o uso no local da obra, com uma mão-de-obra melhor capacitada.

III. Redução no consumo de energia e água dos usuários

Curitiba tem um clima pouco estável que pode alcançar altas temperaturas no verão, atingindo marcas acima dos 30^o Celsius e um inverno úmido bastante rigoroso que pode chegar a menos de 0^o Celsius. Com casas e edifícios construídos sem considerar estes dados em geral em todo o Brasil (DILLENSEGER, 1986; HERTZ, 1998), não são raros os casos de aumento de enfermidades, principalmente entre crianças e idosos, que, mesmo evitando a exposição a estas situações fora de casa, acabam caindo doentes.

⁵ O SENAI-CETEMAM localiza-se em São José de Pinhais, região metropolitana de Curitiba e tem como função dar apoio à indústria moveleira local. O tratamento natural de superfícies de madeira é ensinado através de curtos cursos técnicos com ênfase prática.

Já o uso de aquecimento central ou aparelho de ar condicionado são raros e de alto custo, onde somente uma pequena parcela da população pode adquirir. Neste caso também deve ser considerado o aumento no uso de energia devido a utilização destes equipamentos e o impacto ambiental decorrente deste aumento (GELLER, 1991).

Tendo isto em mente, este projeto procurou empregar técnicas, materiais e equipamentos que reduzissem o uso da energia e auxiliasse no conforto ambiental a um custo acessível, a saber:

Técnicas de construção e uso de material de demolição para melhoria do conforto térmico

Paredes duplas externas utilizando tijolos maciços de demolição e tijolos novos de 6 furos foram erguidas com um espaço de 5,5 cm entre as mesmas. Com isto criou-se um colchão de ar isolante tanto para temperaturas altas de verão como para evitar a perda de calor interno da casa em dias de inverno;

Entre as telhas e o forro de madeira, entre pisos de madeira e lajes e entre paredes internas de madeira (sanduíche) foram colocadas placas de polieretano como material isolante. Adquiridas a baixo custo como material de refugo, estas placas são um dos resíduos da indústria de refrigeradores⁶;

Telhas de vidro de demolição colocadas em determinados pontos da casa auxilia na iluminação natural e na captação de calor;

A construção do jardim de inverno (também conhecido como *conservatory* ou *greenhouse*), além de beleza estética e integrar o jardim da casa ao seu interior, tem a função de acumular calor aproveitando o sol de inverno;

Para o aquecimento de parte da casa, instalou-se um pequeno fogão a lenha na copa, sendo que este possui chaminé dupla (com acabamento de cobre por fora) que atravessa o quarto do casal saindo pelo telhado (somente a chaminé interno). Com abertura na parte de baixo entre as chaminés, o princípio aqui é que o ar frio que entre por baixo empurre o ar aquecido entre as chaminés para dentro do quarto, aquecendo assim o ambiente, sendo que a folha da chaminé externo em cobre chega até o meio do quarto com pequenas aberturas para o calor sair;

Para aquecimento central, construiu-se uma lareira com duas bocas centralizada na sala, sendo que a chaminé em metal atravessa o mezanino, permitindo que também haja irradiação de calor pelas paredes da chaminé para o piso superior.

Para o refrigeração natural da casa, planejou-se para que houvesse circulação natural do ar a partir do posicionamento das janelas.

Uso da energia solar passiva

Optou-se em utilizar-se de painéis de captação de energia solar para o aquecimento de água pela eficiência e por não causar impacto ambiental (BOYLE, 1996). Mesmo

⁶ No caso de danos em geladeiras e freezers durante sua fabricação, estes são refugados pelo processo de qualidade, sendo comprados por negociantes de ferro-velhos que não aproveitam o polieretano metado nas paredes dos eletrodomésticos.

que este sistema ainda represente um custo inicial alto, o mesmo se paga ao longo de seu uso com a economia de gás ou eletricidade, tradicionalmente usados para este fim.

O sistema aqui utilizado está baseado em três painéis solares (cada painel medindo 100 x 170 cm, com uma área de absorção de 5.64 m²), um boiler (acumulador isolado termicamente) de 300 litros e uma sistema alternativo de aquecimento elétrico de passagem de 8.000 Watts localizado na saída do boiler (a ser utilizado somente no caso de não haver irradiação solar suficiente).

Utilizando-se da água quente em dois banheiros e na pia da cozinha, pode-se constatar que em dias de boa irradiação solar (mesmo estando nublado, os raios solares atingem os painéis) há água quente suficiente para até quatro duchas rápidas ou ainda encher uma banheira de hidromassagem e tomar duas duchas.

Como auxiliar ao equipamento solar de aquecimento de água, foi instalado uma serpentina em cobre (com passagem pelo boiler) dentro do pequeno fogão à lenha localizado na copa da casa. Pretende-se com isso, ao se aquecer o ambiente em dias de inverno, aproveitar esta energia para aquecimento da água, evitando assim o uso excessivo do aquecedor elétrico de passagem.

O uso racional da água

Preocupados com que pode ser a maior crise deste novo milênio, planejou-se a utilização da água em concordância com o conceito de racionalidade. Instalou-se assim três caixas da água de 500 litros para que em sistema de revezamento pudesse de fazer melhor uso da água. Uma caixa está ligada ao fornecimento tradicional de água através da companhia local. A segunda foi conectada a um antigo poço encontrado no terreno, depois de verificada a pureza da água, e uma terceira externa foi adaptada a uma calha a fim de coletar a água da chuva que cai sobre parte do telhado (LENGEN, 1996). Esta caixa abastece uma torneira externa para não se utilizar a água tratada quando lava-se calçadas e/ou carro, além de regar o jardim.

3. A SUSTENTABILIDADE ECONÔMICA

Este conceito está ligado tanto a redução de custo como agregação de valor ao produto final (Ver tabelas de 1 a 4 em anexo).

Em termos de redução de custos, um detalhamento dos gastos foi mantido através de planilhas durante todo o tempo da obra. Constatou-se que cerca de 50 % do total dos custos envolveu mão-de-obra, incluindo o custo dos projetos arquitetônico, estrutural, hidráulico e elétrico. Os outros 50% dividiram-se em gastos com material novo e de demolição.

Considerando a qualidade e o tipo de material usado na obra e o custo relativamente baixo da mão-de-obra empregada na construção civil no Brasil, estas porcentagens ainda demonstram uma significativa redução de custos para uma obra deste padrão, uma vez que dados demonstram que os custos com materiais podem chegar a 2/3 do custo total da obra.

Para estabelecer parâmetros de comparação, acredita-se que foi agregado valor a propriedade, uma vez que a casa construída segue os padrões de classe média-alta que

teve como custo médio R\$589,00 / m² (com base em custos da construção civil do ano 2000), sendo que a obra aqui apresentada teve um custo final de R\$355,00 / m² (ARQUITETURA & CONSTRUÇÃO, 2000).

Portanto, podemos concluir que se obteve uma economia de cerca de 40%, se comparada com uma casa do mesmo padrão. Isto sem considerar os benefícios do isolamento térmico, o sistema solar de aquecimento de água e outras inovações.

4. A SUSTENTABILIDADE PESSOAL

Este certamente é um novo conceito. Se considerarmos que práticas sustentáveis envolvem um modo de pensar sustentável e um estilo de vida também sustentável (SCHUMACHER, 1993), faz sentido incluir aqui especificidades pessoais quando se pretende construir casas sustentáveis. Estes aspectos pessoais podem ser definidos como:

- *Fator cultural;*
- *Praticidade.*

Fator cultural

Entre os fatores culturais podemos dizer que além de buscar entender o significado de conforto, de “morar bem” das pessoas interessadas, há necessidade de um conhecimento das raízes, da cultura, da visão sócioambiental de cada um fim de serem incorporados no processo de construções sustentáveis e estarem representados no produto final.

Outras culturas incorporam estes aspectos em seu *habitat* como a cultura indígena, porém a maioria das pessoas que vivem em sociedades industriais não se sentem seguras para intervir efetivamente no processo de construção de suas próprias casas, mesmo aqueles que têm os recursos econômicos para isto. Com este projeto, pretende-se demonstrar que isto é possível, mesmo que a pessoa não seja do ramo. O que importa é que simples idéias personificam a casa de cada um.

No caso da casa em questão aqui, durante o projeto e desenvolvimento da obra houve uma interação constante com o arquiteto para trazer à tona elementos culturais e estéticos da bagagem cultural dos proprietários (PAPANECK, 1995). Como por exemplo, a cozinha construída em estilo *country* inglês integrada a copa, formando uma área social; a idéia do *conservatory*; as estruturas de madeira aparente e a parede de tijolos de demolição também aparente lembrando antigas casas espanholas; ambientes coloridos e o moderno corrimão da escada e grade do mezanino construído em linhas sinuosas em metal prateado fosco. Estes aspectos refletem a influência os anos em que os proprietários viveram na Europa e suas formações em *design*. Aliado aos fatores considerados na área ambiental, certamente a casa reflete a história pessoal de seus proprietários, assim como suas crenças.

Fator praticidade

Para a praticidade da vida dos proprietários que são professores e estão sempre com uma agenda apertada, além das demandas de um bebê com dois anos de idade, a casa

foi pensada como um espaço único para integrar as três pessoas e uma terceira que, em tempo parcial pode ajudar nos serviços domésticos e com o bebê. Sendo que este espaço também devia permitir liberdade para o bebê brincar e ser de fácil limpeza.

Isto foi alcançado evitando erguer muitas paredes, integrando o térreo e o pavimento superior através do mezanino e usando pisos cerâmicos em áreas de lazer e de refeições. Em qualquer área da casa, é possível a comunicação, sendo que a privacidade é mantida nos quartos, banheiros (evidentemente) e estúdio.

Principais dificuldades encontradas para a realização do Projeto

A principal dificuldade encontrada foi quebrar barreiras. Estas barreiras foram de ordem técnica e cultural e podem ser expressas em quatro categorias:

1. A barreira da inovação

Foi difícil encontrar um arquiteto⁷ familiarizado com a reutilização de materiais e que também estivesse preparado para assumir a obra com a preocupação do conforto ambiental e as novas técnicas que se estava propondo. Este profissional foi encontrado entre aqueles que tinham a prática de trabalhar com obras de restauração.

2. A barreira da capacitação

Quando se fala em métodos de construção, descobriu-se que a maioria da mão-de-obra disponível no mercado formou-se na prática, portanto, com pouca educação formal e repetidores de métodos tradicionais. Isto torna uma simples técnica inovadora difícil de se transmitir, além da resistência em aprender. Por exemplo, a construção de uma parede dupla era vista como uma excentricidade dos proprietários e um desperdício do tempo de trabalho do pedreiro. Sem falar no uso de material de demolição (considerado “material velho”) e o uso de material isolante. No entanto, uma vez vistos os resultados, os próprios operários começam a fazer sugestões baseadas em suas observações.

3. A barreira da visão sistêmica

Para um melhor resultado dos diversos aspectos do projeto, evitou-se contratar o “faz tudo”, dividindo os profissionais em áreas de suas competências: alvenaria, carpintaria, instalações hidráulicas e instalações elétricas. O gerenciamento do pessoal envolvido não foi fácil, exigindo uma supervisão constante e convocação de reuniões periódicas para discutir a integração de todas as partes, juntamente com o arquiteto e proprietários. Sem ter o costume desta visão sistêmica, certamente, esta foi a parte de maior consumo de energia e tempo do projeto, principalmente quando se assume sua própria obra. Isto demandou mais tempo para a finalização da mesma, passando dos 12 meses previsto inicialmente, para 16 meses de obra. Ainda assim, considera-se um tempo razoável face os diversos aspectos novos que os profissionais enfrentaram.

⁷ O arquiteto contratado foi Jeferson Dantas Navolar, responsável por diversos projetos de restauro de edificações de Curitiba e outras cidades brasileiras, sendo que a equipe de carpinteiros que trabalharam na obra também possuía esta experiência.

4. A barreira científica

Mais conhecimento científico aplicado em novas tecnologias se faz necessário para ampliar o conceito de sustentabilidade em construções (ANAIS...,1997), a saber:

- *Tecnologia disponível que substitua o ferro como elemento de estrutura (como por exemplo o uso do bambu) e substitua o cimento.*
- *Tecnologia disponível que permita aproveitar resíduos de alvenaria produzidos pela própria obra;*
- *Tecnologia disponível que possibilite um pré-tratamento de água e esgoto antes de lançar a rede, ou um tratamento completo que possibilite o reaproveitamento no próprio sistema;*

5. CONCLUSÃO

Este projeto é apenas um exemplo que necessita ser aperfeiçoado e multiplicado para que o impacto da construção civil ao meio ambiente possa ser minimizado, assim como proporcionar melhor qualidade de vida a sociedade como um todo (BUTTON, 1990).

A divulgação do projeto na mídia tem provocado grande interesse por parte de construtores, profissionais do ramo e pessoas interessadas em “morar bem”. Isto nos mostra que há um mercado novo a ser explorado, um mercado que pode estabelecer novas regras, com mais responsabilidade e dentro da ética sócioambiental (CAPRA, 1993).

Conscientização ambiental assim como metodologia e técnicas de construções sustentáveis devem fazer parte da grade curricular dos cursos de engenharia, arquitetura, design e outros.

Cursos de capacitação para pedreiros, carpinteiros, encanadores, eletricitistas e outros profissionais do ramo devem ser planejados e aplicados como parte de uma estratégia de sustentabilidade.

A experiência da economia feita na obra também nos mostra que o projeto pode contribuir para que camadas mais carentes da sociedade possam ser beneficiadas. Com estratégias definidas entre o setor privado (pr ex: linhas de financiamento para este tipo de obra) e governamental (por ex: redução de impostos sobre materiais de conceito ambiental) os projetos podem ser ampliados, atendendo assim a demandas de condomínios populares, bairros e em seguida cidades inteiras podem ser mais sustentáveis (THE INTEGRAL URBAN LIVING, 1979; SEYMOR, 1989; GIRARDET, 1993).

ANEXOS

TABELA 1 - Material estrutural (novo e recuperado)

MATERIAL / QUANTIDADE	CUSTO
• Cimento - 368 sacos de 50 kg = 18.400 kg	R\$ 3.483,40
• Cal virgem - 307 sacos de 20 kg = 6.140 Kg	R\$ 535,64
• Cal fino - 28 sacos de 20 kg = 560 Kg	R\$ 75,60
• Tijolos usados maciços - 7.500	R\$ 432,50
• Tijolos novos 6 furos - 10.800	R\$ 864,77
• Areia média/fina- 107 m ³	R\$ 1.481,05
• Pedra Brita - 35 m ³	R\$ 582,20
• Ferro (vários)	R\$ 2.396,13
• Tijolo refratário, prego, parafuso/bucha, lixa, cola, arame recozido, rejunte, argamassa, espuma expans. poliuretano, mat. isolante (igol/sika, sela água, manta viapol), fretes, etc	R\$ 6.419,70
• Lajes pré-moldadas	R\$ 580,04
• Aluguel andaimes e caçambas	R\$ 685,00
• Madeira nova (escoras de bracing, tábuas de pinus, caibros e vigas de pinheiro, compensados de virola)	R\$ 847,77
• Madeira recuperada (12 m ³ de dormente de ponte tratado em diversas madeiras de lei, 10 pranchas de 10 m desdobrado para vigas do telhado em pinheiro – antiga fábrica massa Lucinda/Tip-Top)	R\$ 1.605,06
Total	R\$ 19.988,86

TABELA 2 - Mão-de-obra

PROFISSIONAL / MÃO-DE-OBRA	CUSTO
• Arquiteto - Projeto arquitetônico	R\$ 2.000,00
• Engenheiro Civil - Projeto estrutural	R\$ 600,00
• Engenheiro Civil - Projeto hidráulico	R\$ 450,00
• Pedreiros e serventes	R\$ 21.322,50
• Carpinteiros	R\$ 11.310,00
• Pintores	R\$ 1.700,00
• Encanador (hidráulica/solar + serpentina/fogão)	R\$ 2.100,00
• Eletricista	R\$ 1.200,00
• Calheiro (calhas, chaminés, lareira + fogão)	R\$ 430,00
• Lixador / sinteco	R\$ 1.010,00
• Instalação coletores solares (exceto hidráulica)	R\$ 150,00
• Serviço de limpeza (material usado + obra)	R\$ 730,00
Total	R\$ 42.952,50

**TABELA 3 - Material de acabamento (novo e recuperado),
hidráulico e elétrico**

MATERIAL / QUANTIDADE	CUSTO
• Tintas e tratamento da madeira	R\$ 1.969,73
• Fechaduras / braços maximoar	R\$ 676,15
• Azulejo e listeli (03 banheiros,cozinha,lav.)	R\$ 407,30
• Piso cerâmico (03 banheiros, copa/cozinha, jardim de inverno, dispensa, escada ext., lav.)	R\$ 718,67
• Tijolos de vidro	R\$ 502,25
• Madeira (forro, compensados, parquet, vigas)	R\$ 822,77
• 6 janelas pqna ban. e 1 jan. quarto imbuia max.	R\$ 540,00
• Estrutura/janelas fixas imbuia greenhouse	R\$ 300,00
• Piso garagem/calçada pedra Ardósia	R\$ 111,00
• Paredes escada ext. pedra Miracema	R\$ 216,00
• Granito (soleiras, pia coz./ban., balcão, lareira)	R\$ 1.650,00
• Gesso jardim de inverno/lavabo/lavanderia	R\$ 430,00
• Vidros janelas/jardim de inverno/porta(vitral)	R\$ 1.452,26
• Material elétrico c/ acabamento	R\$ 1.386,96
• Aquecimento solar da água: 3 coletores, aquec. aux. passagem 8000 W, boiler 300 L, comandos	R\$ 1.840,00
• Material hidráulico c/ acabamento e louça p/ 03 banheiros, coz. (cuba) e lav., duas banheiras (1 hidro), 03 caixas d' água, tanque lav.	R\$ 4.457,08
• 10 portas de imbuia recuperadas	R\$ 800,00
• 12 janelas de imbuia maximoar/oitões rec.	R\$ 1.190,00
• 53 telhas de vidro rec.	R\$ 180,00
• 4000 telhas cerâmica tipo francesa rec.	R\$ 350,00
• 70 m² de assoalho de imbuia tábua larga rec.	R\$ 630,00
• 85 m² de pinheiro tábua média rec.	R\$ 800,00
• 50 m² de pinheiro tábua estreita rec.	R\$ 310,00
• Caixilhos, escada caracol e arco mad. imb. rec.	R\$ 180,00
• Placas de poliuretano (p/ isolamento forro) rec.	R\$ 390,00
Total	R\$ 22.307,17

TABELA 4 - Resumo dos custos

• Material	R\$ 42.296,03
• Mão-de-obra	R\$ 42.952,50
CUSTO TOTAL DA OBRA	R\$ 85.248,53

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANAIS DO I ENCONTRO NACIONAL SOBRE EDIFICAÇÕES E COMUNIDADES SUSTENTÁVEIS. 18 a 21 de novembro de 1997, Canela. Miguel Sattler, ANTAC, Porto Alegre, 1997
- ARQUITETURA & CONSTRUÇÃO. Revista mensal, diversos números consultados durante o ano de 1999 e 2000. São Paulo: Abril.
- BOYLE, G. (ed). *Renewable Energy: Power for a Sustainable Future*. The Open University, Oxford, UK: Oxford University Press, 1996
- BURSZTYN, M. (org.). *Para Pensar o Desenvolvimento Sustentável*. São Paulo: Brasiliense, 1993.
- BUTTON, J.. *How To Be Green*. Friends of the Earth. London: Century, 1990.
- CAPRA, F. *A Teia da Vida*, São Paulo: Cultrix, 1996.
- CAPRA, F., CALLENBACH, E., GOLDMAN, L. e outros, *Gerenciamento Ecológico (EcoManagement)*, São Paulo: Cultrix / Amana, 1993.
- DILLENSEGER, J. P.. *Manual de Arquitetura Biológica*, Portugal: Europa-América, 1986
- GELLER, H. S.. *Efficient Electricity use: A Development Strategy for Brazil*. American Council for an Energy-Efficient Economy, USA: Berkeley, 1991
- GIRARDET, H.. *The Gaia Atlas of Cities: New directions for sustainable urban living*. Inglaterra: Gaia, 1993
- HERTZ, J. B.. *Ecotécnicas em Arquitetura*. São Paulo: Pioneira, 1998
- LENGEN, J. V.. *Manual do Arquiteto Descalço*. Rio de Janeiro: TIBA – Instituto de Tecnologia Intuitiva e Bio-Arquitetura, 1996
- PAPANECK, V.. *The Green Imperative – Ecology and Ethics in Design and Architecture*.. London: Thames and Hudson, 1995
- SEYMOR, J. and GIRARDET, H.. *Blueprint for a Green Planet*. Inglaterra: Dorling Kindersley, 1989
- SCHUMACHER, E. F.. *Small is Beautiful*. London: Vintage Book, 1993.
- THE INTEGRAL URBAN LIVING. Farallones Institute. San Francisco: Sierra Club Books, 1979.