

UFSC/EMC, C.P. 476, FLORIANÓPOLIS, SC 88040-900, BRASIL

TEL: (048) 234-2161 / 234-0408 FAX: (048) 331-7615 E-MAIL: colle@emc.ufsc.br

MEMORIAL

Estudo Arquitetônico de Habitação Popular com considerações bioclimáticas, aproveitamento de águas pluviais e energia solar para aquecimento de água

Equipe:

- **Arq. Dra. Ana Lígia Papst de Abreu**
 - **Eng. Eloir Carlos Gugel**
 - **Eng. André Puel**
- **Eng. Dr. Samuel Luna de Abreu**
- **Acadêmico Rodrigo Farias Dias**

FLORIANÓPOLIS, SETEMBRO DE 2005

1 Introdução

Este texto apresenta as soluções bioclimáticas adotadas na proposta de uma habitação popular para a cidade de Florianópolis. No clima subtropical do sul do Brasil, o uso de água quente para banho acontece também no verão, por isso, neste projeto foi adotado o aquecimento de água através de coletor solar compacto. A proposta de redução do consumo de água foi feita através do uso de águas pluviais para descargas de vasos sanitários, limpeza de piso, e rega de jardim.

Este texto apresenta os princípios adotados, assim como as ferramentas utilizadas, para o desenvolvimento de um projeto de uma habitação de interesse social. A residência proposta é para a cidade de Florianópolis, por isso, todo o pré-dimensionamento e estudos bioclimáticos foram feitos usando os dados climáticos desta cidade.

As plantas, cortes e fachadas do estudo preliminar do projeto da residência, assim como as plantas do projeto estrutural, elétrico e hidro-sanitário e quantitativos são parte integrante deste texto.

2 Projeto arquitetônico bioclimático

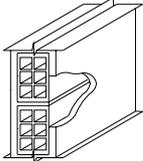
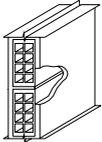
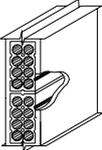
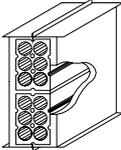
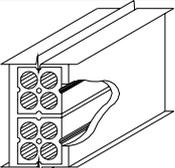
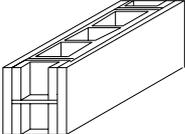
O Projeto de Norma 02:135.07-003 (ABNT, 2003) para habitações de interesse social é um indicativo das soluções construtivas a serem adotadas em função da localização da edificação. O Projeto de Norma apresenta um Zoneamento Bioclimático Brasileiro e um conjunto de recomendações e estratégias construtivas destinadas às habitações unifamiliares de interesse social para cada uma das oito zonas bioclimáticas que o Brasil foi subdividido. O zoneamento foi desenvolvido por Roriz et al. (1999, 2000). As estratégias construtivas apresentadas pelo Projeto de Norma são:

- a) limites de transmitância térmica, atraso térmico e fator de calor solar para vedações externas (parede e cobertura);
- b) tamanho das aberturas para ventilação;
- c) proteção das aberturas;

d) estratégias de condicionamento térmico passivo.

Florianópolis encontra-se na zona bioclimática 3, e para esta zona recomenda-se coberturas leves e isoladas com transmitância térmica inferior a $2,00 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$, atraso térmico menor que 3,3 horas e fator de calor solar inferior a 6,5%. Para as paredes externas, o projeto de norma recomenda que as mesmas sejam leves e refletoras, com transmitância térmica inferior a $3,60 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$, atraso térmico menor que 4,3 horas e fator de calor solar inferior a 4,0%. Alguns exemplos de sistemas construtivos que atendem as recomendações da Proposta de Norma são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 – Transmitância térmica, capacidade térmica e atraso térmico para paredes indicadas para o clima de Florianópolis.

Parede	Descrição	U [$\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$]	C_T [$\text{kJ}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$]	ϕ [horas]
	Parede de tijolos 6 furos quadrados, assentados na menor dimensão Dimensões do tijolo: 9,0x14,0x19,0 cm Espessura da argamassa de assentamento: 1,0 cm Espessura da argamassa de emboço: 2,5 cm Espessura total da parede: 14,0 cm	2,48	159	3,3
	Parede de tijolos 8 furos quadrados, assentados na menor dimensão Dimensões do tijolo: 9,0x19,0x19,0 cm Espessura da argamassa de assentamento: 1,0 cm Espessura da argamassa de emboço: 2,5 cm Espessura total da parede: 14,0 cm	2,49	158	3,3
	Parede de tijolos de 8 furos circulares, assentados na menor dimensão Dimensões do tijolo: 10,0x20,0x20,0 cm Espessura da argamassa de assentamento: 1,0 cm Espessura da argamassa de emboço: 2,5 cm Espessura total da parede: 15,0 cm	2,24	167	3,7
	Parede de tijolos de 6 furos circulares, assentados na menor dimensão Dimensões do tijolo: 10,0x15,0x20,0 cm Espessura da argamassa de assentamento: 1,0 cm Espessura da argamassa de emboço: 2,5 cm Espessura total da parede: 15,0 cm	2,28	168	3,7
	Parede com 4 furos circulares Dimensões do tijolo: 9,5x9,5x20,0 cm Espessura da argamassa de assentamento: 1,0 cm Espessura da argamassa de emboço: 2,5 cm Espessura total da parede: 14,5 cm	2,49	186	3,7
	Parede de blocos cerâmicos de 3 furos Dimensões do bloco: 13,0x28,0x18,5 cm Espessura da argamassa de assentamento: 1,0 cm Espessura da argamassa de emboço: 2,5 cm Espessura total da parede: 18,0 cm	2,43	192	3,8

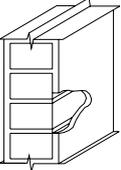
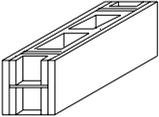
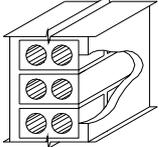
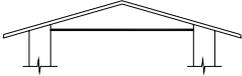
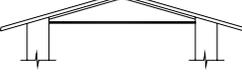
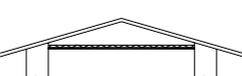
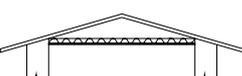
	Parede de tijolos maciços, assentados na menor dimensão Dimensões do tijolo: 10,0x6,0x22,0 cm Espessura da argamassa de assentamento: 1,0 cm Espessura da argamassa de emboço: 2,5 cm Espessura total da parede: 15,0 cm	3,13	255	3,8
	Parede de blocos cerâmicos de 2 furos Dimensões do bloco: 14,0x29,5x19,0 cm Espessura da argamassa de assentamento: 1,0 cm Espessura da argamassa de emboço: 2,5 cm Espessura total da parede: 19,0 cm	2,45	203	4,0
	Parede de tijolos com 2 furos circulares Dimensões do tijolo: 12,5x6,3x22,5 cm Espessura da argamassa de assentamento: 1,0 cm Espessura da argamassa de emboço: 2,5 cm Espessura total da parede: 17,5 cm	2,43	220	4,2

Tabela 2 – Transmitância térmica, capacidade térmica e atraso térmico para coberturas indicadas para o clima de Florianópolis.

Cobertura	Descrição	U [W/(m ² .K)]	C _T [kJ/(m ² .K)]	φ [horas]
	Cobertura de telha de barro com forro de madeira Espessura da telha: 1,0 cm Espessura da madeira: 1,0 cm	2,00	32	1,3
	Cobertura de telha de fibro-cimento com forro de madeira Espessura da telha: 0,7 cm Espessura da madeira: 1,0 cm	2,00	25	1,3
	Cobertura de telha de barro com forro de concreto Espessura da telha: 1,0 cm Espessura do concreto: 3,0 cm	2,24	84	2,6
	Cobertura de telha de fibro-cimento com forro de concreto Espessura da telha: 0,7 cm Espessura do concreto: 3,0 cm	2,25	77	2,6
	Cobertura de telha de fibro-cimento, lâmina de alumínio polido e forro de madeira Espessura da telha: 0,7 cm Espessura da madeira: 1,0 cm	1,16	25	2,0
	Cobertura de telha de barro com 2,5 cm de lã de vidro sobre o forro de madeira Espessura da telha: 1,0 cm Espessura da madeira: 1,0 cm	0,95	33	2,3
	Cobertura de telha de barro com 5,0 cm de lã de vidro sobre o forro de madeira Espessura da telha: 1,0 cm Espessura da madeira: 1,0 cm	0,62	34	3,1

NOTAS:

- 1 As transmitâncias térmicas e os atrasos térmicos das coberturas são calculados para condições de verão (fluxo térmico descendente).
- 2 Deve-se atentar que, apesar da semelhança entre a transmitância térmica da cobertura com telhas de barro e aquela com telhas de fibrocimento, o desempenho térmico proporcionado por estas duas coberturas é significativamente diferente pois as telhas de barro são porosas e permitem a absorção de água (de chuva ou de condensação). Este fenômeno contribui para a redução do fluxo de calor para o interior da edificação, pois parte deste calor será dissipado no aquecimento e evaporação da água contida nos poros da telha. Desta forma, sugere-se a utilização de telhas de barro em seu estado natural, ou seja, isentas de quaisquer tratamentos que impeçam a absorção de água.

A área de abertura recomendada para ventilação é entre 15 a 25% da área do piso, permitindo a entrada do sol no período frio.

A estratégia bioclimática recomendada para o verão é a ventilação, e para o inverno as estratégias recomendadas são: sistema artificial de aquecimento, aquecimento solar da edificação e massa térmica para aquecimento.

Carl Mahoney desenvolveu tabelas que são preenchidas com as informações climáticas do local, e ao final dão um indicativo do tipo de orientação, formato e estrutura, necessários ao estágio inicial de projeto. As tabelas de Mahoney preenchidas com os dados climáticos de Florianópolis – SC, apresentam as seguintes recomendações:

- A edificação deve ter suas maiores fachadas orientadas a norte e sul (eixo leste, oeste), para reduzir a exposição ao sol no período quente e permitir o aquecimento solar no período frio;
- Edificação deve ser planejada com jardim em volta;
- Prever áreas abertas para penetração de brisas, mas protegendo dos ventos predominante norte e sul no período noturno dos meses de maio a outubro;
- O projeto deve permitir ventilação cruzada temporária, os ambientes podem ser dispostos em duas fileiras mas com portas grandes de ligação entre os ambientes. Devido à possibilidade de não ocorrência de vento, o ideal é prever ventiladores de teto;
- As aberturas devem ter dimensões médias entre 20 e 40% da área das paredes norte e sul. As aberturas nas paredes leste e oeste só seriam desejáveis se houvessem um longo período de frio, e o desconforto por frio normalmente ocorre no período noturno de maio a outubro. Para uma edificação de ocupação diurna, segundo a análise pelo método de Mahoney, não seria desejável aberturas a leste e oeste;
- As paredes externas devem ter baixo valor de capacidade térmica, e a cobertura deve ser leve e bem isolada.

Givoni (1992) desenvolveu uma carta bioclimática sobre o diagrama psicrométrico, relacionando dados de temperatura e umidade, onde se pode obter indicações das estratégias bioclimáticas mais indicadas para o clima em questão. Dos resultados encontrados e analisando os dados horários de temperatura e umidade de todo o ano de Florianópolis, verifica-se que o desconforto térmico ocorre em 79% das horas do ano, sendo que 41% das horas o desconforto é por frio e 38% das horas do ano é desconforto por calor. As principais estratégias bioclimáticas recomendadas para a construção de uma edificação é utilização de ventilação em 36% das horas do ano, uso de massa térmica com aquecimento solar em 35% das horas do ano e aquecimento solar passivo em 3,8% das horas do ano. O uso de ar condicionado restringe-se a 1,7% das horas do ano, e o uso de aquecimento artificial a 1,5% das horas do ano.

Tanto o método proposto por Mahoney, a carta bioclimática de Givoni e o Projeto de Norma 02:135.07-003 (ABNT, 2003), recomendam o uso de ganho térmico solar no período frio. Para poder determinar o que seria ideal para ganhos térmicos solares, os dados horários de temperaturas de Florianópolis foram impressos sobre a carta solar, permitindo assim, a verificação por orientação da necessidade de sombreamento ou de ganho térmico solar. A carta solar para a latitude de Florianópolis com as temperaturas horárias impressas podem ser visualizadas na Figura 1.

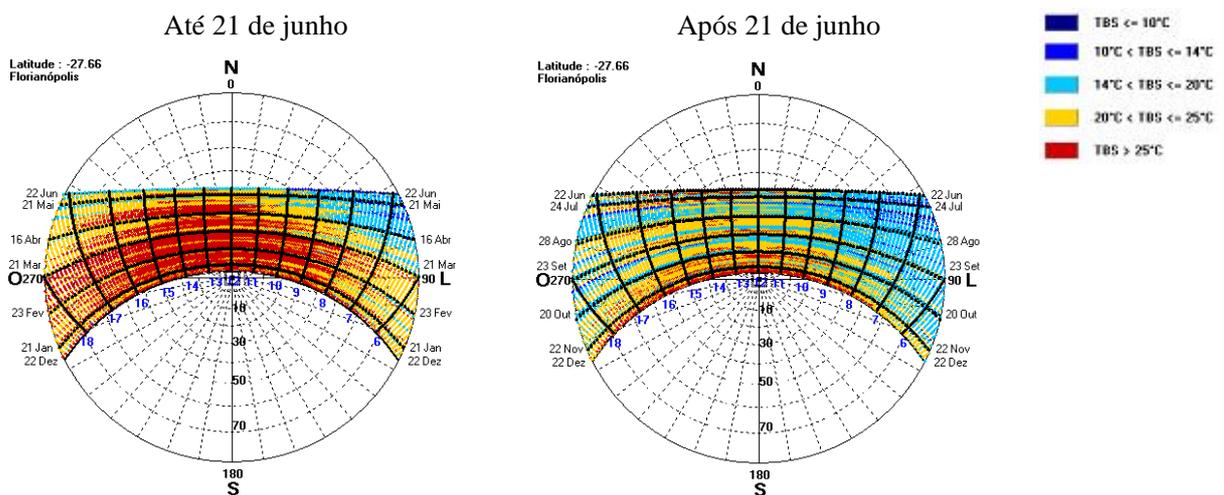


Figura 1 – Trajetória solar de Florianópolis com as temperaturas horárias impressas por faixa de temperaturas.

Para o clima de Florianópolis, a principal estratégia bioclimática para evitar o desconforto por calor é o uso da ventilação. Pelos gráficos da Figura 2, observa-se que a maior frequência de ocorrência de ventos é no quadrante norte e nordeste, seguido do quadrante sudoeste e sul. As maiores velocidades por direção de vento ocorrem no quadrante nordeste, cerca de 6m/s.

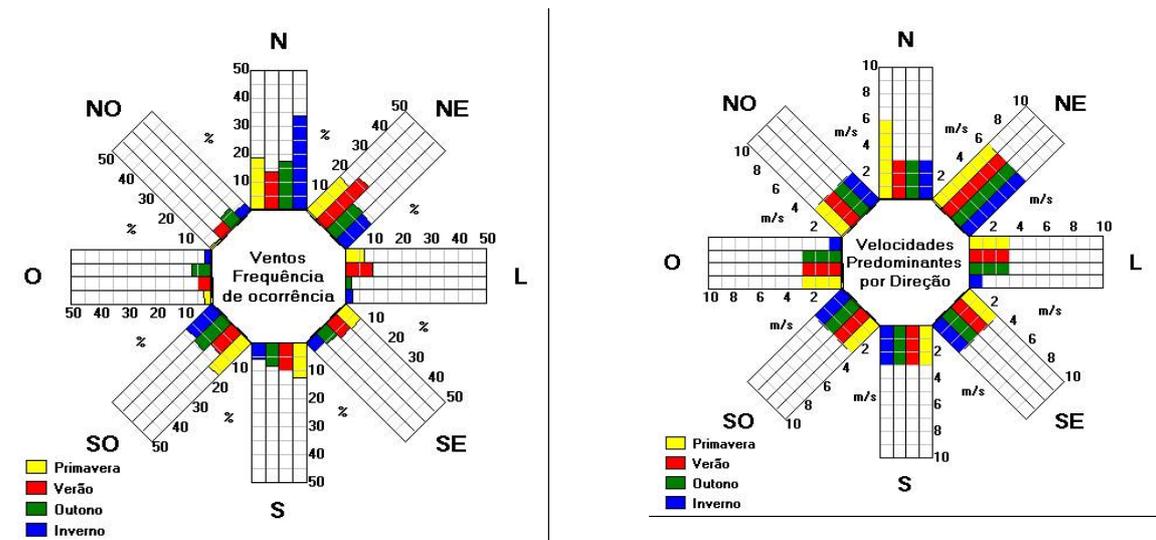


Figura 2 – Frequência de ocorrência e velocidade predominante por direção de ventos para Florianópolis.

2.1 A proposta da habitação popular

Na presente proposta o projeto foi desenvolvido com paredes de 15 cm, considerando que poderia ser utilizado duas opções (a) parede de tijolos de 6 furos circulares, assentados na menor dimensão (dimensões do tijolo: 10,0x15,0x20,0 cm), com espessura da argamassa de assentamento de 1,0 cm, emboço de 2,5 cm, totalizando uma parede de 15,0 cm; ou (b) parede de tijolos maciços, assentados na menor dimensão (dimensões do tijolo: 10,0x6,0x22,0 cm), espessura da argamassa de assentamento de 1,0 cm, emboço de 2,5 cm, totalizando uma parede de 15,0 cm. As paredes externas recomenda-se o uso de tijolo furado (com menor massa térmica), e as paredes internas recomenda-se o uso de tijolos maciços (com maior massa térmica). As paredes externas devem ser mais isolantes, e as paredes internas devem ter mais massa para absorver e

liberar o calor com certo atraso térmico. O piso também se recomenda o uso de massa térmica (laje), com acabamento de piso cerâmico.

A proposta de disposição dos ambientes foi feita posicionando o dormitório e o estar para norte, aproveitando ao máximo o aquecimento solar passivo nesta direção, e a cozinha, escada e banheiro na direção oposta, o sul. A disposição dos ambientes foi feita pensando numa possível ampliação da edificação. A Figura 3 mostra a uma imagem da proposta base da edificação, e as duas das ampliações possíveis que permitem variações morfológicas à proposta base.

Segundo o Projeto de Norma 02:135.07-003 (ABNT, 2003), a área de abertura recomendada para ventilação é entre 15 a 25% da área do piso, permitindo a entrada do sol no período frio. E segundo as Tabelas de Mahoney, as aberturas devem ter dimensões médias entre 20 e 40% da área das paredes norte e sul. A partir das dimensões de paredes e áreas de piso do ante-projeto da casa popular determinou-se a área de aberturas ideais, seguindo os valores estipulados pela proposta de norma e pelas tabelas de Mahoney. A Tabela 3 mostra os valores recomendados para aberturas segundo os dois métodos, e a área de aberturas do estudo da habitação proposta.

Tabela 3 – Áreas de aberturas recomendadas e área de aberturas adotadas no projeto.

Ambiente	Área abertura ideal (m ²)				Adotada (área efetiva)
	15% piso	25% piso	20% parede (norte ou sul)	40% parede (norte ou sul)	
Dormitório 1	1.54	2.56	2.17	4.35	2.00
Banheiro	0.50	0.83	0.64	1.27	0.75
Sala/Cozinha	3.40	5.67	3.52	7.05	3.80
Escada	0.58	0.97	0.74	1.48	0.74

A área de abertura do dormitório de 4m² corresponde efetivamente a 2m² de área para ventilação, pois possui janelas de correr, o que limita a área de ventilação em 50%. A mesma coisa acontece no ambiente da sala e cozinha, que a área bruta das aberturas é de 5.80m², mas a área efetiva para ventilação é de 3.80m².

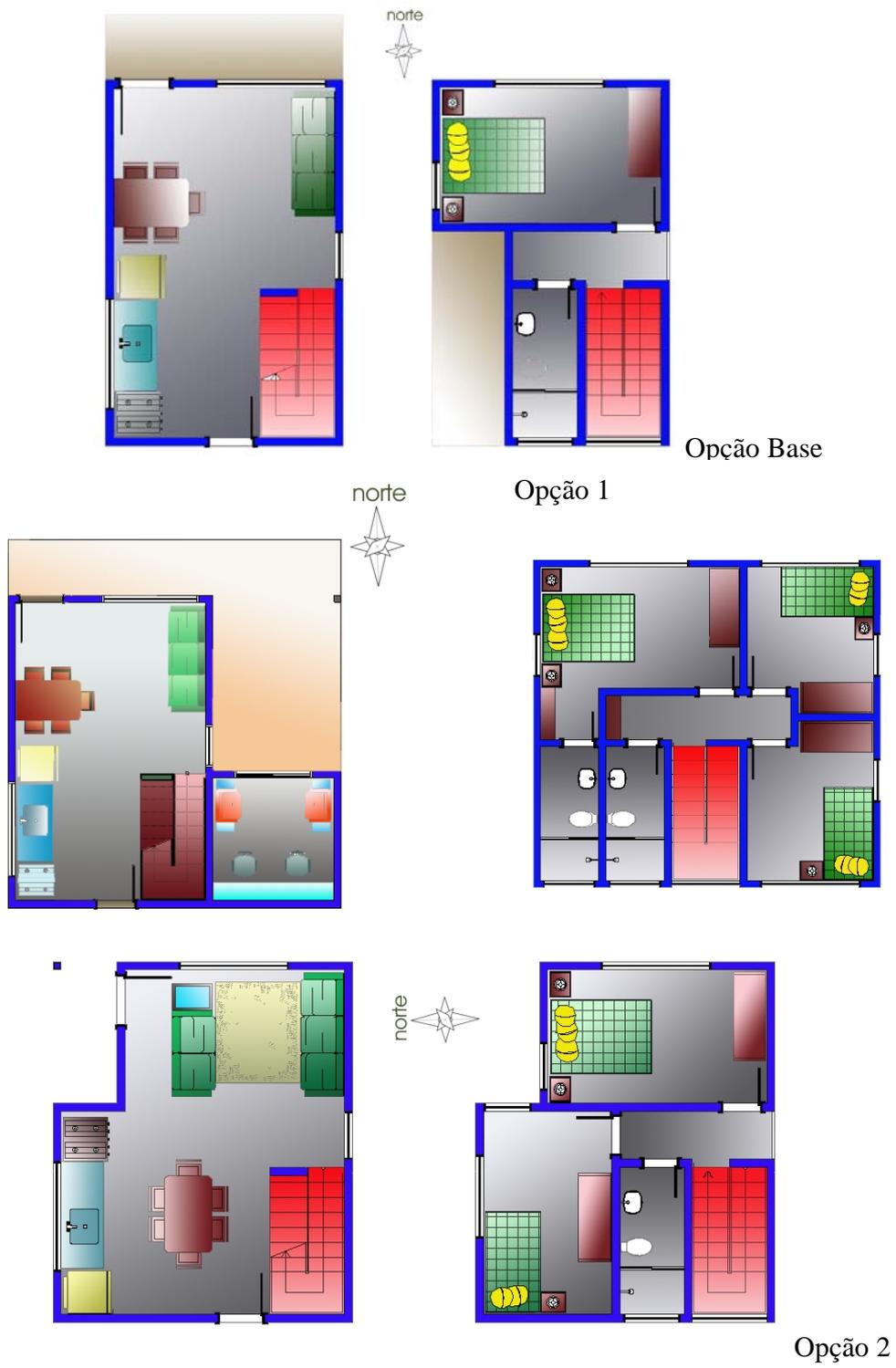


Figura 3 – Proposta de planta baixa base e duas propostas de ampliação.

2.1.1 Utilização de águas pluviais

Utilizando o software Netuno (www.labeee.ufsc.br) foi feita uma estimativa de economia de água tratada pela utilização de águas pluviais. Foi considerado no cálculo um consumo diário de água tratada per capita de 120 litros, a estimativa levou em consideração 4 moradores, e uma capacidade de reservatório inferior (cisterna) de 1000 litros. Para os dados pluviométricos de Florianópolis, a habitação proposta captando água na cobertura tem a possibilidade de economia de 24% dos dias do ano, atendendo a demanda totalmente em 40% dos dias do ano, atendimento parcial da demanda em 17% do ano, e não atenderia a demanda em 43% dos dias do ano.

Na estimativa de materiais e custos utilizando sistemas de aproveitamento das águas pluviais existentes, o custo total destes material foi de quase 9% do total da obra, um percentual alto. Mas neste caso, deve-se considerar também os aspectos que o aproveitamento da água da chuva é uma forma de proteger os recursos hídricos de água doce, e a retenção da água da chuva em cisternas diminui o problema de inundações em áreas alagadiças, sempre prejudicadas pelas fortes chuvas, e estes fatores não aparecem mensurados numa estimativa de tempo de retorno no investimento.

2.1.2 Sistema de Aquecimento Solar Compacto (SASC) para água

O mercado brasileiro de sistemas de aquecimento solar está concentrado em equipamentos para residências de elevado poder aquisitivo, visto que possuem capacidade de investimento maior, podendo optar pelo aquecimento solar em detrimento de alternativas de custo inicial menor. Nessas residências o aquecimento solar é instalado em paralelo ao aquecimento central, portanto visa atender uma demanda por água aquecida maior que a do chuveiro elétrico e o sistema de aquecimento central e tubulações para distribuição de água quente existirão independente da existência do aquecimento solar.

Por outro lado, a maioria dos domicílios brasileiros é de baixa renda e a instalação do sistema de aquecimento solar torna-se um investimento além das possibilidades financeiras do proprietário do imóvel. Nessas residências, a água aquecida é utilizada apenas para banhos e por isso a demanda por água aquecida é menor. Nesse caso, a utilização de Sistemas de Aquecimento Solar Compactos – SASC torna-se uma alternativa

viável, que pode trazer mais retorno financeiro do que a instalação de um sistema de aquecimento solar central tradicional.

Os SASC possuem como principais vantagens em relação aos sistemas tradicionais a simplicidade de instalação e o custo do equipamento. Eles são mais fáceis de instalar porque as conexões entre reservatório e placa coletora já vêm montadas de fábrica, simplificando a conexão do sistema à tubulação de distribuição de água já existente. Portanto o trabalho de instalação fica reduzido à colocação do sistema no telhado e conexão com a tubulação existente. Com relação ao custo do equipamento, se analisarmos em relação à quantidade de energia térmica produzida, o custo dos SASC é maior do que o custo de sistemas maiores. A redução do custo está associada à diminuição do tamanho do sistema para atender a uma demanda menor que seja adequada ao consumidor de baixa renda.

O sistema escolhido é o mesmo utilizado no Condomínio Solar Buona Vita cujo esquema de montagem e funcionamento pode ser observado na Figura 4. O sistema é composto por uma placa coletora de $1,4 \text{ m}^2$ e um reservatório térmico de 90 litros. A circulação entre o reservatório térmico e a placa coletora é por termossifão, ou seja, a diferença de densidade entre a água aquecida e a água fria garante a circulação. O consumo de água para banho é feito misturando a água aquecida à água fria vinda diretamente da caixa d'água. A medida que a água aquecida for sendo consumida, o reservatório térmico é reabastecido com água fria vinda da caixa d'água. Caso seja necessária a complementação do aquecimento, como por exemplo em dias chuvosos, isso pode ser feito aquecendo a água no interior do reservatório térmico ou utilizando um chuveiro de potência regulável.

O SASC proposto foi utilizado durante com sucesso no projeto intitulado “Racionalização do uso de energia de chuveiros elétricos de consumidores de baixa renda por agregação de energia termossolar no estado de Santa Catarina”. Este projeto foi desenvolvido pelo LABSOLAR em parceria com a CELESC e com o apoio da CAIXA, através da viabilização da utilização do PAR – Solar Buona Vita para a instalação dos sistemas. Durante esse projeto obteve-se uma economia de 50% da energia gasta para aquecimento de água e espera-se um resultado ainda melhor visto, que se trata de uma aplicação em uma residência de renda ainda mais baixa.

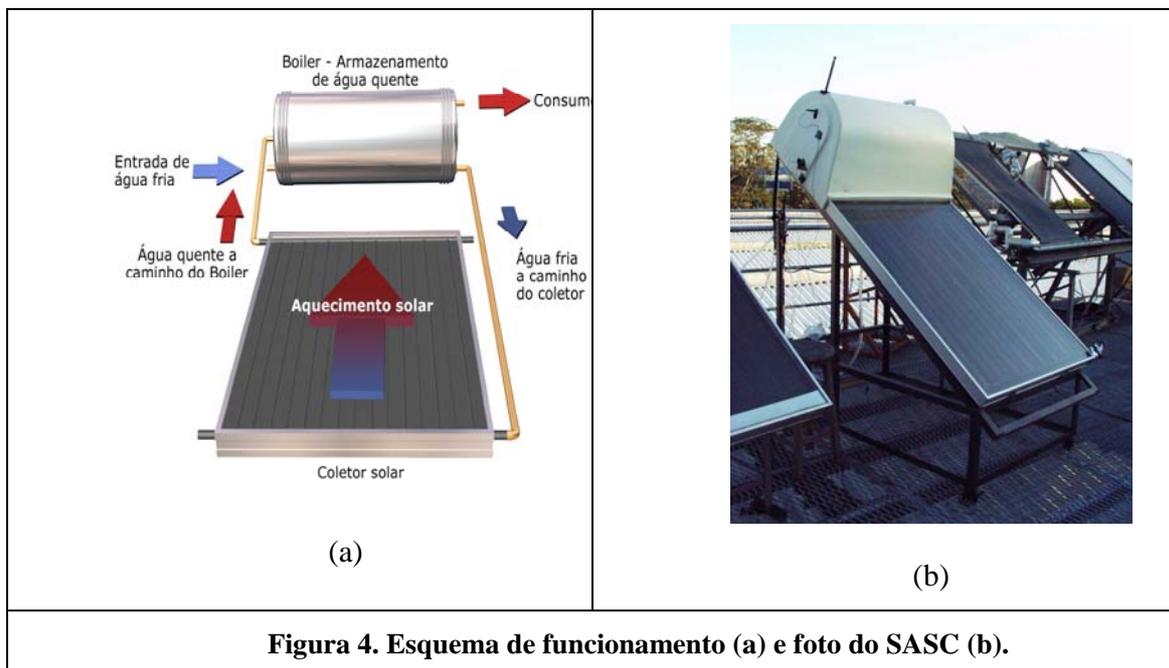


Figura 4. Esquema de funcionamento (a) e foto do SASC (b).

2.1.2.1 Detalhes técnicos do SASC

O sistema de aquecimento solar usado é composto por uma placa coletora de cobre coberta com tinta seletiva e com cobertura simples integrada a um reservatório térmico localizado logo acima do coletor. O reservatório térmico possui uma proteção em fibra de vidro e é isolado termicamente com lã de vidro. O sistema como um todo possui apenas duas mangueiras de ligação, uma de entrada de água fria e a outra de saída de água quente. O coletor solar foi testado de acordo com padrões europeus de teste para coletores solares planos (Müller-Steinhagen, 2002), a partir do qual foram obtidos valores de parâmetros característicos de projeto do mesmo. A Tabela 4 resume todos os parâmetros construtivos e operacionais do sistema.

Tabela 4 Parâmetros construtivos e operacionais do coletor solar e reservatório térmico

Parâmetro	Símbolo	Valor
Área do coletor	A_c	1,36 m ²
Coeficiente linear da curva de rendimento do coletor	$F_R(\tau\alpha)_n$	0,67
Negativo do coeficiente angular da curva de rendimento do coletor	$F_R U_L$	20,661 kJ/(m ² hK)
Coeficiente de modificação do ângulo de incidência	b_0	0,163
Inclinação do coletor	β	37°
Número de ascensores do coletor	N_R	8
Diâmetro dos ascensores	d_R	14,2 mm
Diâmetro dos cabeçotes	d_H	27 mm
Comprimento dos cabeçotes	H	0,98 m
Altura entre a saída e entrada do coletor	H_c	0,82 m
Altura entre a saída do reservatório térmico e a entrada no coletor	H_o	1,00 m
Diâmetro do tubo de entrada do coletor	d_i	15 mm
Comprimento do tubo de entrada do coletor	L_i	1,67 m
Coeficiente de transferência de calor do tubo de entrada e isolamento	U_i	1,5 kJ/(m ² hK)
Diâmetro do tubo de saída do coletor	d_o	19 mm
Comprimento do tubo de saída do coletor	L_o	0,3 m
Coeficiente de transferência de calor do tubo de saída e isolamento	U_o	1,5 kJ/(m ² hK)
Volume do reservatório térmico	V_{RT}	90,5 litros
Altura do reservatório térmico	H_{RT}	0,39 m
Distância vertical entre a parte inferior do reservatório térmico e o retorno do coletor	H_R	0,23 m
Calor específico do fluido de trabalho	c_p	4,1794 kJ/(kg °C)
Densidade do fluido de trabalho em condições padrão	ρ	992,22 kg/m ³
Coeficiente de condutividade térmica do fluido no reservatório	k_w	2,27 kJ/(mhK)
Coeficiente global de transferência de calor do reservatório térmico	$(UA)_{RT}$	8,06 kJ/(h°C)
Potência máxima do resistor de aquecimento auxiliar	$\dot{Q}_{AUX-MAX}$	1,5 kW
Altura entre a superfície inferior do reservatório térmico e o resistor de aquecimento	H_{AUX}	0,195 m
Altura entre a superfície inferior do reservatório térmico e o termostato	H_{Th}	0,205 m

3 Observações Finais

Este texto apresenta a proposta de uma habitação de interesse social com preocupações de conforto aos ocupantes utilizando os conceitos da arquitetura bioclimática. Foi feito um estudo do clima aonde seria implantada a edificação, no caso a cidade de Florianópolis. A orientação norte na latitude de Florianópolis possibilita os ganhos de calor no inverno, e com a utilização do beiral como uma proteção solar horizontal, consegue-se um sombreamento das aberturas no verão. As aberturas foram orientadas e dimensionadas com área para permitir ventilação no verão, e evitar a perda de calor interno no inverno.

A estimativa de acumulação e consumo da água da chuva permitiu avaliar o potencial de economia de água tratada, utilizando as águas pluviais em descargas de vasos sanitários, limpeza e rega de jardim.

Para aquecimento de água propôs-se o uso de coletores solares compactos que tem uma facilidade grande de instalação. Em um projeto de pesquisa, onde se implantou este sistema de aquecimento solar de água em um loteamento de baixa renda (Condomínio Solar Buona Vita), obteve-se uma economia de 50% da energia gasta para aquecimento de água. Numa estimativa feita de custos percentuais na edificação proposta, o coletor solar compacto correspondeu a aproximadamente 3% da obra.

Tabela 5 Porcentagem por item da construção

<i>Item</i>	<i>Descrição</i>	<i>Porcentagem</i>
1	Arquitetônico	41.0%
2	Estrutural	32.4%
3	Hidráulico - Potável	9.8%
4	Elétrico Convencional	4.7%
5	Hidráulico - Pluvial	8.6%
6	Elétrico para pluvial	0.2%
7	Coletor solar compacto	3.3%
	Total	100%

4 Bibliografia

ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas). **Projeto de Norma 02:135.07-001**: Desempenho térmico de edificações - Parte 1: Definições, símbolos e unidades. Rio de Janeiro, 2003. 10p.

ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas). **Projeto de Norma 02:135.07-002**: Desempenho térmico de edificações - Parte 2: Métodos de cálculo da transmitância térmica, da capacidade térmica, do atraso térmico e do fator de calor solar de elementos e componentes de edificações. Rio de Janeiro, 2003. 27p.

ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas). **Projeto de Norma 02:135.07-003**: Desempenho térmico de edificações - Parte 3: Zoneamento Bioclimático Brasileiro e Diretrizes Construtivas para Habitações Unifamiliares de Interesse Social. Rio de Janeiro, 2003. 28p.

DUFFIE ,J.A. e BECKMAN, W.A., **Solar Engineering of Thermal Processes**, John Willey & Sons, Inc, Nova Iorque, EUA, 2a. edição, 1991.

GIVONI, B. Comfort, climate, analysis and building design guidelines. **Energy and Building**, vol. 18, pp.11-23, julho/1992.

GOULART, S.V.G., LAMBERTS, R.; FIRMINO, S. **Dados Climáticos para Projeto e Avaliação de Edificações para 14 Cidades Brasileiras**. Florianópolis: Núcleo de Pesquisa em Construção Civil, 1997.

HENDRICH, R. e OLYNIK, R. **Manual de Utilização das Águas Pluvias**. Curitiba: Livraria do Chain, 2002.

OLGYAY, V. e OLGAY, A. **Design with climate - bioclimatic approach to architectural regionalism**. New Jersey: 1973.

RORIZ, M.; GHISI, E.; LAMBERTS, R. A first step towards the Brazilian standardisation on thermal performance of buildings. In: COTEDI 2000, Venezuela. **Anais...** Venezuela: COTEDI, 2000. p.297-302.

RORIZ, M.; GHISI, E.; LAMBERTS, R. Uma Proposta de Norma Técnica Brasileira sobre Desempenho Térmico de Habitações Populares. In: V Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído, Fortaleza-CE. **Anais eletrônico...** Fortaleza: ENCAC,1999. Artigo número 288 (8 páginas).