



PROJETO CIDADES EFICIENTES

Capacitação para Gestores Públicos Municipais – Florianópolis, SC

Realização



CBCS

Conselho Brasileiro de
Construção Sustentável

Apoio



Parceria institucional



Parceria de divulgação



Novembro/2018



CIDADES
EFICIENTES



CBCS

Conselho Brasileiro de
Construção Sustentável

EXEMPLOS DE APLICAÇÃO DE MEDIDAS E ANÁLISE DOS EDIFÍCIOS VISITADOS

Capacitação para gestores públicos municipais

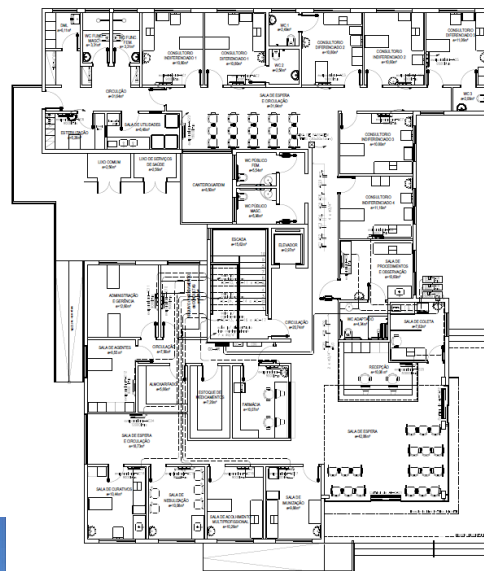
Florianópolis, 26 novembro de 2018

PROJETO CENTRO DE SAÚDE PANTANAL

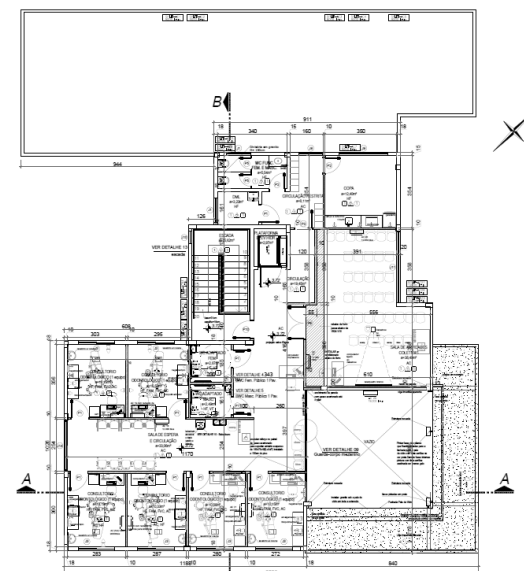
Florianópolis

Edifício de dois pavimentos, com condicionamento de ar na maior parte dos ambientes.

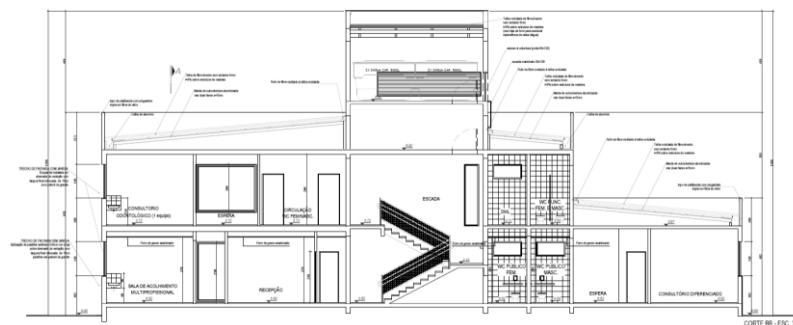
Usos associados à saúde, com ambientes voltados para atendimento médico, odontológico, espera, administração etc.



Pav. Térreo



Pav. Superior



Corte BB

FLORIANÓPOLIS

Estratégias bioclimáticas

A **arquitetura bioclimática** considera interação entre clima e espaço construído, para criar projetos que façam uso de estratégias de arquitetura de maneira mais eficiente e inteligente.

As escolhas dos materiais a serem empregados, formas e orientações da edificação, percentual de área envidraçada, sombreamento, ventilação natural, dentre outras, se dão em conformidade com as melhores **estratégias bioclimáticas**.

Esse tipo de projeto tende a apresentar boa eficiência e desempenho, uma vez faz uso de estratégias passivas para garantir o conforto dos ocupantes. Ou seja, estratégias relacionadas, sobretudo, à própria arquitetura, com uso mínimo ou nulo de energia.



Principais estratégias

SOMBREAMENTO
VENTILAÇÃO
NATURAL

43%
desconforto
por calor



17%
conforto
térmico



INÉRCIA TÉRMICA
PARA
AQUECIMENTO

40%
desconforto
por frio



Mais informações: http://projeteeee.mma.gov.br/estrategias-bioclimaticas/?cidade=SC+-+Florian%C3%B3polis&id_cidade=bra_sc_florianopolis-luz.ap.838990_try.1963

CENTRO DE SAÚDE PANTANAL

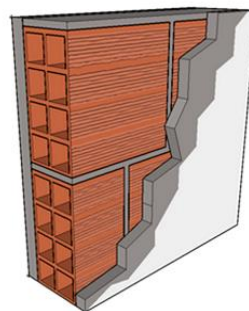
ANÁLISE DA ENVOLTÓRIA – ASPECTOS CONSTRUTIVOS

Por meio de estudo sobre arquivos (pdf) de desenhos de arquitetura (plantas, cortes e elevações), algumas suposições sobre os componentes construtivos da envoltória foram feitas:

PAREDES constituídas de blocos cerâmicos, com revestimento interno em argamassa e ladrilhos cerâmicos, na superfície externa.

COBERTURA constituída de laje de concreto e telha de fibrocimento.

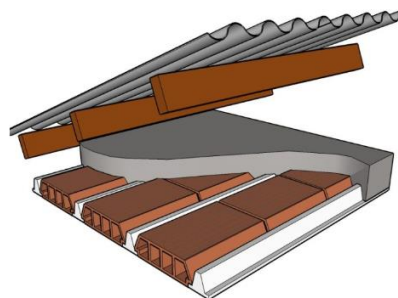
VIDROS comuns.



Argamassa interna 2 cm
Bloco cerâmico 14x19x29 cm
Argamassa externa* 2 cm

Resistência Térmica **0,50 m²K/W**
Transmitância Térmica **2,02 W/m²K**
Capacidade Térmica **106 kJ/ m²K**

*Adotou-se argamassa como revestimento externo, pela ausência de exemplar com cerâmica. Entretanto, apesar desta diferença, as propriedades térmicas são de mesma grandeza.



Laje mista 12,0 cm
Câmara de ar > 5,0 cm
Telha fibrocimento 0,8 cm
Resistência Térmica **0,56 m²K/W**
Transmitância Térmica **1,77 W/m²K**
Capacidade Térmica **180 kJ/ m²K**

CENTRO DE SAÚDE PANTANAL

ENVOLTÓRIA – RESISTÊNCIA TÉRMICA

A **Resistência Térmica** dos elementos construtivos é um fator que aponta quão resistente um elemento é à passagem/condução de calor.

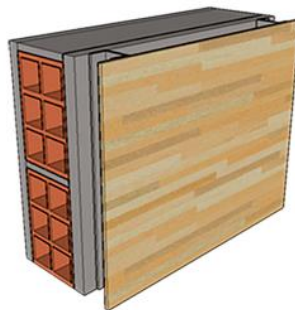
Em edifícios artificialmente condicionados é especialmente importante que os elementos construtivos apresentem valores significativos de Resistência, de modo a evitar ganhos excessivos de calor que, além de gerar desconforto, ocasionam gastos desnecessários com energia para refrigeração.

Materiais como poliestireno, lã de rocha e lã de vidro, são caracterizados pela baixa condutividade térmica e, por esta razão, são considerados **isolantes**. O ar também apresenta efeito isolante, uma vez que apresenta significativa resistência à condução de calor.

AÇÃO PROPOSTA

PAREDES e COBERTURA: aumento da Resistência Térmica, por meio do emprego de materiais mais resistentes à condução de calor.

SUGESTÕES



FACHADA VENTILADA

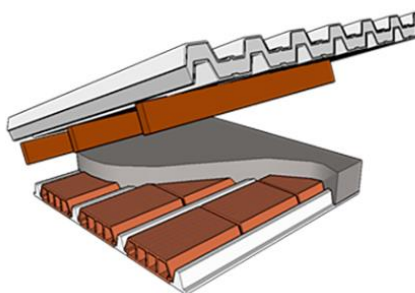
Argamassa interna 2,5 cm
Bloco cerâmico 9x14x24 cm
Argamassa externa 2,5 cm
Câmara de ar 5,0 cm
Placa melamínica*

Resistência Térmica 0,62 m²K/W

Transmitância Térmica 1,61 W/m²K

Capacidade Térmica 121 180 kJ/ m² K

*ou outro material, conforme conveniência



Laje premoldada 12,0 cm

Câmara de ar > 5,0 cm

Telha metálica com poliestireno* 4,0 cm

Resistência Térmica 1,56 m²K/W

Transmitância Térmica 0,64 W/m²K

Capacidade Térmica 176 kJ/ m² K

*ou outro material isolante (ex.: lã de rocha)

CENTRO DE SAÚDE PANTANAL

ENVOLTÓRIA – ABSORTÂNCIA SOLAR

Outro fator importante a ser considerado, diz respeito às cores adotadas para os revestimentos externos. Cores claras apresentam maior **capacidade de reflexão** da radiação solar e, por esta razão, absorvem menos energia (calor).

AÇÃO PROPOSTA

PAREDES e COBERTURA:

emprego de revestimentos de superfícies (expostas ao sol) com absorptância solar $\alpha^* \leq 0,5$

*quanto maior o valor de absorptância, menor é a capacidade de reflexão, ou seja, mais radiação tende a ser absorvida.

O Anexo V do PBE Edifica apresenta uma tabela com a absorptância solar de tintas de diversas cores disponíveis no mercado. Este dado também pode ser fornecido pelo fabricante. De modo geral, diferentes materiais em cores claras apresentam absorptância mais baixa.

	Tipo	Número	Cor	Nome	α		Tipo	Número	Cor	Nome	α
Acrílica Fosca		01		Amarelo Antigo	51,4	Látex PVA Fosca		40		Branco Gelo	34,0
		02		Amarelo Terra	64,3			41		Erva doce	21,9
		03		Areia	44,9			42		Flamingo	46,8
		04		Azul	73,3			43		Laranja	39,9
		05		Azul Imperial	66,9			44		Marfim	29,7
		06		Branco	15,8			45		Palha	28,5
		07		Branco Gelo	37,2			46		Pérola	25,7
		08		Camurça	57,4			47		Pêssego	39,5
		09		Concreto	74,5	Acrílica Fosca		48		Alecrim	64,0
		10		Flamingo	49,5			49		Azul bali	48,9
		11		Jade	52,3			50		Branco Neve	10,2
		12		Marfim	33,6			51		Branco Gelo	29,7
		13		Palha	36,7			52		Camurça	55,8
		14		Pérola	33,0			53		Concreto	71,5
		15		Pêssego	42,8			54		Marfim	26,7
		16		Tabaco	78,1			55		Marrocos	54,7
		17		Terracota	64,6			56		Mel	41,8
		18		Amarelo Antigo	49,7			57		Palha	27,2

Fragmento da tabela de revestimentos e valores de absorptância α . Versão completa disponível em: <http://www.pbeedifica.com.br/etiquetagem/anexos-rac>

FLUXO DE CALOR NA COBERTURA

Fluxo de calor=

$U \cdot \text{Área}$ (Text= absorptância solar * Radiação solar * Rse - 4 - Tint)



Laje pré-moldada 12,0 cm

Câmara de ar > 5,0 cm

Lâmina de alumínio polido

Telha de fibrocimento 0,7cm

Transmitância Térmica **1,09 W/m²K**

Capacidade Térmica **106 kJ/ m² K**

Considerando radiação solar média no plano inclinado para Florianópolis de 800 W/m², Temp. externa e interna iguais (muito ventilado) e Rse de 0,04 m²K/W.

Fluxo de calor com cobertura com absorptância solar 0,75 (fibrocimento natural) = 22 W/m²

Fluxo de calor com cobertura com absorptância solar 0,3 (cor clara) = **6,1 W/m²**

AÇÃO PROPOSTA

CENTRO DE SAÚDE PANTANAL

SOMBREAMENTO E ORIENTAÇÃO



O uso de **elementos de sombreamento**, principalmente, em aberturas envidraçadas é essencial para controlar a entrada de radiação solar no edifício, evitando calor excessivo, o qual pode gerar desconforto aos usuários, além de aumento de gastos com energia elétrica para condicionamento.

PROJETO ATUAL

FACHADAS E ABERTURAS

No projeto atual, o maior percentual de abertura se encontra na fachada Nordeste. Praticamente nenhuma das aberturas (janelas) apresenta algum tipo de elemento de sombreamento.

Orientação	Área de fachada (m ²)	Área de abertura (m ²)	Percentual de abertura na fachada
Nordeste	86,1	54,9	64%
Sudeste	162,0	20,1	12%
Noroeste	76,6	17,7	23%
Sudoeste	193,4	11,7	6%

AÇÃO PROPOSTA

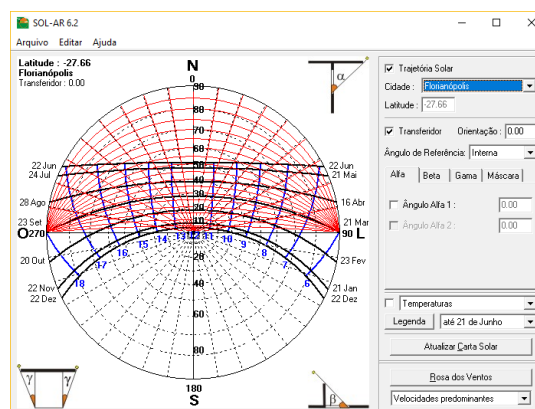
Otimização de brises recomendável para controlar o aquecimento no interior do edifício em dias quentes. O adequado projeto destes elementos é essencial para o seu bom desempenho



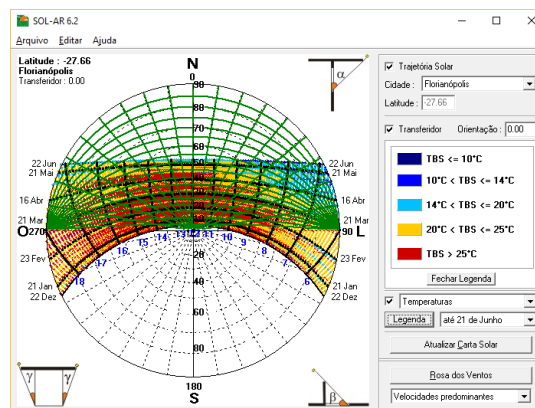
CENTRO DE SAÚDE PANTANAL

SOMBREAMENTO: BRISES

Brises são eficientes instrumentos de sombreamento que podem ser utilizados sobre aberturas das edificações. O desenho destes elementos pode ser auxiliado por diversas ferramentas, como por exemplo o Analysis SOL-AR, disponível em <http://www.labeeee.ufsc.br/downloads/softwares/analysis-sol-ar>



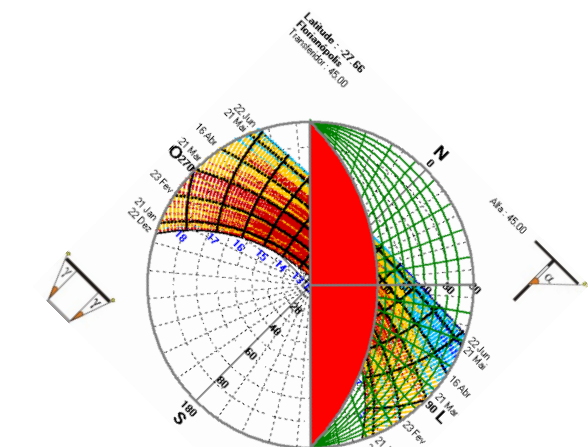
Fator solar do vidro



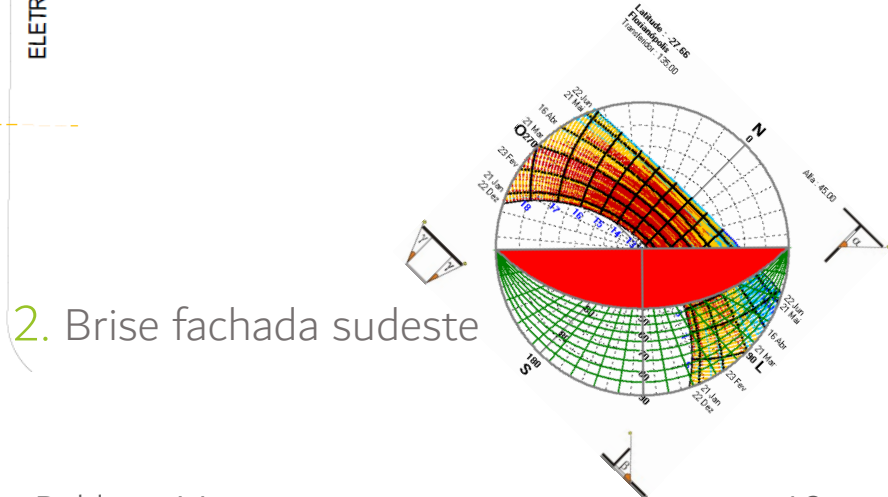
Analysis SOL-AR: carta solar de Florianópolis e horas do dia com as respectivas temperaturas ao longo do ano.

Fotografia: Brises fixos horizontais. Fonte: <http://blog.giacomelli.com.br/2012/11/20/elementos-vazados-na-fachada-brises/>

SOMBREAMENTO



1. Brise fachada nordeste



2. Brise fachada sudeste

CENTRO DE SAÚDE PANTANAL

ILUMINAÇÃO ARTIFICIAL



PROJETO ATUAL

Ambiente	DPI (W/m ²) Projeto	DPI (W/m ²) Classe A - PBE
Circulação	17,6 (nível E)	9,9
Almoxarifado	14 (nível E)	5,0
Consultórios	14 (nível A)	18,1 *exames
WC 01	16, (nível E)	6,8

*Corresponde à potência somada de todas as lâmpadas de um ambiente, sobre a área deste mesmo ambiente.

Redução estimada do consumo energético com estas medidas: 8,01%*

* Sem considerar a divisão de circuitos.

Fonte: <https://app.edgebuildings.com/> (acessado em Nov/2018)

AÇÕES PROPOSTAS

- Lâmpadas com eficiência superior a 100 lum/W.
- Lâmpadas **T5 LED 20W** (em substituição às fluorescentes de 40W).
- Desligamento automático com uso de **timers e sensores de presença** (princ. em banheiros).
- **Divisão dos comandos de iluminação**: cada ambiente fechado por paredes deve possuir pelo menos um dispositivo de controle manual para acionamento da iluminação de forma independente e em ambientes amplos, como grandes áreas de circulação.
- **Dimerização** em ambientes com amplo acesso à luz natural.
- **Fotocélulas** para acionamento da iluminação em espaços externos.



AQUECIMENTO DE ÁGUA

COLETOR SOLAR

- Diminuir demanda elétrica de aquecimento de água (chuveiros e torneiras)
- Pelo menos 50% da demanda de água quente atendida por coletores solares.

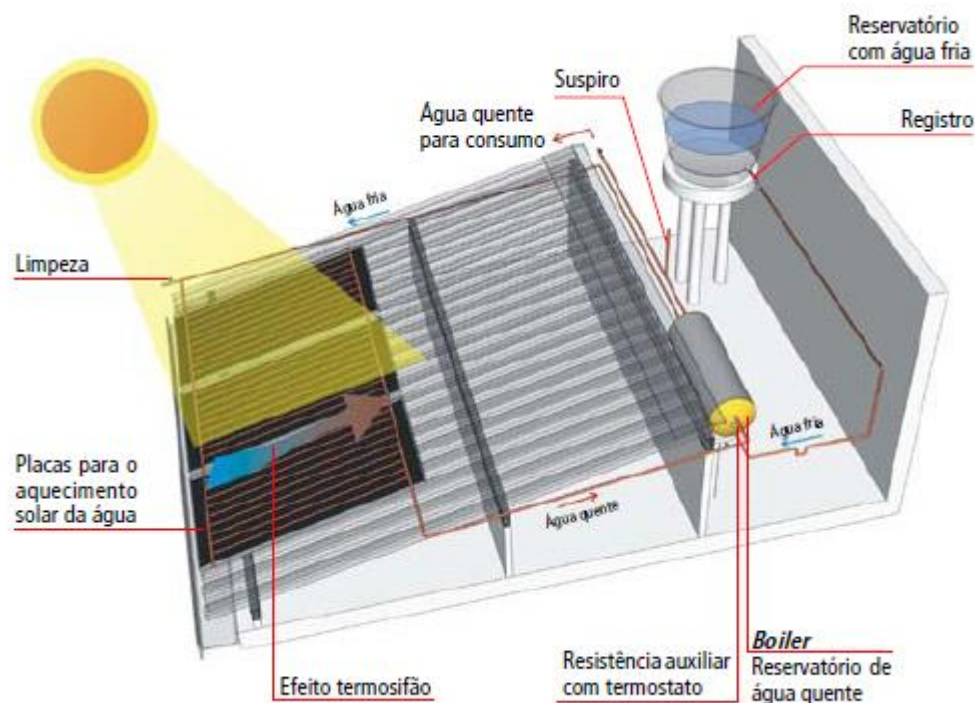
*Redução estimada do
consumo energético com
esta medida: 9,71%*

Fonte: <https://app.edgebuildings.com/>
(acessado em Nov/2018)

*Redução estimada com
aplicação de todas as
medidas anteriores: 21,93%*

* Incluindo alterações na envoltória (cobertura e paredes)

Fonte: <https://app.edgebuildings.com/> (acessado em Nov/2018)



CENTRO DE SAÚDE PANTANAL

SISTEMA DE CONDICIONAMENTO DE AR



CENTRO DE SAÚDE PANTANAL

SISTEMA DE CONDICIONAMENTO DE AR



PROJETO ATUAL

Equipamentos do tipo split de grandes potências de refrigeração (12.000 e 30.000 BTU) apresentam baixo **Coeficiente de Eficiência Energética (CEE)*** conforme classificação do Inmetro.

Potência térmica (BTU/h)	Potência térmica (W)	Potência elétrica (W)	CEE (W/W)	Classificação Inmetro
9.000	2.638	800	3,3	A
18.000	5.275	1.500	3,5	A
12.000	3.517	1.200	2,9	C
30.000	8.792	3.200	2,7	D

*Determinado pela divisão da Potência Térmica (W) pela Potência elétrica (W) do equipamento em questão.

AÇÕES PROPOSTAS

- Garantir que todos os equipamentos tenham **Nível A** de eficiência e **Selo Procel**.
- A lista de equipamentos etiquetados pelo Inmetro encontra-se disponível no link <http://www.inmetro.gov.br/consumidor/pbe/condicionadores.asp>
- **Exaustores nos banheiros** que não apresentam janelas para o exterior.

CONDICIONADORES DE AR SPLIT HI-WALL

Classes	Coeficiente de eficiência energética (W/W)	
A	3,23	<CEE
B	3,02	<CEE ≤ 3,23
C	2,81	<CEE ≤ 3,02
D	2,60	≤CEE ≤ 2,81

Referência da classificação Inmetro dos aparelhos.

CENTRO DE SAÚDE PANTANAL

ÁGUA

Edifícios podem se tornar mais eficientes quanto ao consumo de água, a partir da adoção de algumas medidas.

- **Fechamento automático** de torneiras;
- Uso de **arejadores/restritores** de vazão em torneiras de banheiros e outros ambientes;
- Sanitários com descargas do **tipo dual-flush** (permitem variação da vazão de água conforme necessidade).



Arejadores: podem ser instalados em torneiras e tem a capacidade de misturar a água com ar, diminuindo a vazão, mas mantendo ainda, a sensação de volume do jato.

Redução estimada do consumo de água com estas medidas: 18,57%*

* Sem considerar fechamento automático das torneiras

Fonte: <https://app.edgebuildings.com/> (acessado em Nov/2018)



Dual-flush: descarga completa (a esquerda) e descarga parcial (a direita).

USO RACIONAL DE ÁGUA

CAPTAÇÃO E REUSO

AÇÕES PROPOSTAS

- **Captação de águas da chuva** (30% da área de telhado) - obrigatório acima de 200m² pelo COE;
- Recuperação de **águas cinzas** para uso na edificação ou jardins;
- Permeabilidade do solo e jardinagem com uso eficiente de água.

Redução estimada do consumo de água com estas medidas: 25,96%

Redução estimada com aplicação de todas as medidas relacionadas à água, anteriores: 37,16%

Fonte: <https://app.edgebuildings.com/>
(acessado em Nov/2018)



Exemplo de reuso de águas cinzas.



Captação de águas pluviais



CBCS

Conselho Brasileiro de
Construção Sustentável

OBRIGADA!

EQUIPE CBCS