



PROJETO CIDADES EFICIENTES

Capacitação para Gestores Públicos Municipais – Jaboatão dos Guararapes, PE

Realização



CBCS

Conselho Brasileiro de
Construção Sustentável

Apoio



Parceria institucional



Parceria de divulgação



Novembro/2018



CBCS

Conselho Brasileiro de
Construção Sustentável



CIDADES
EFICIENTES

EXEMPLOS DE APLICAÇÃO DE MEDIDAS E ANÁLISE DOS EDIFÍCIOS VISITADOS

Capacitação para gestores públicos municipais

Jaboatão dos Guararapes, 22 de novembro de 2018



CIDADES
EFICIENTES



ANÁLISE DE PROJETO - UNIDADE DE SAÚDE DA FAMÍLIA (USF) CURCURANA

Avaliação de estratégias de eficiência energética, uso racional de água e geração distribuída – Assessoria técnica a Jaboatão dos Guararapes/PE

CARACTERIZAÇÃO INICIAL E VISÃO GERAL

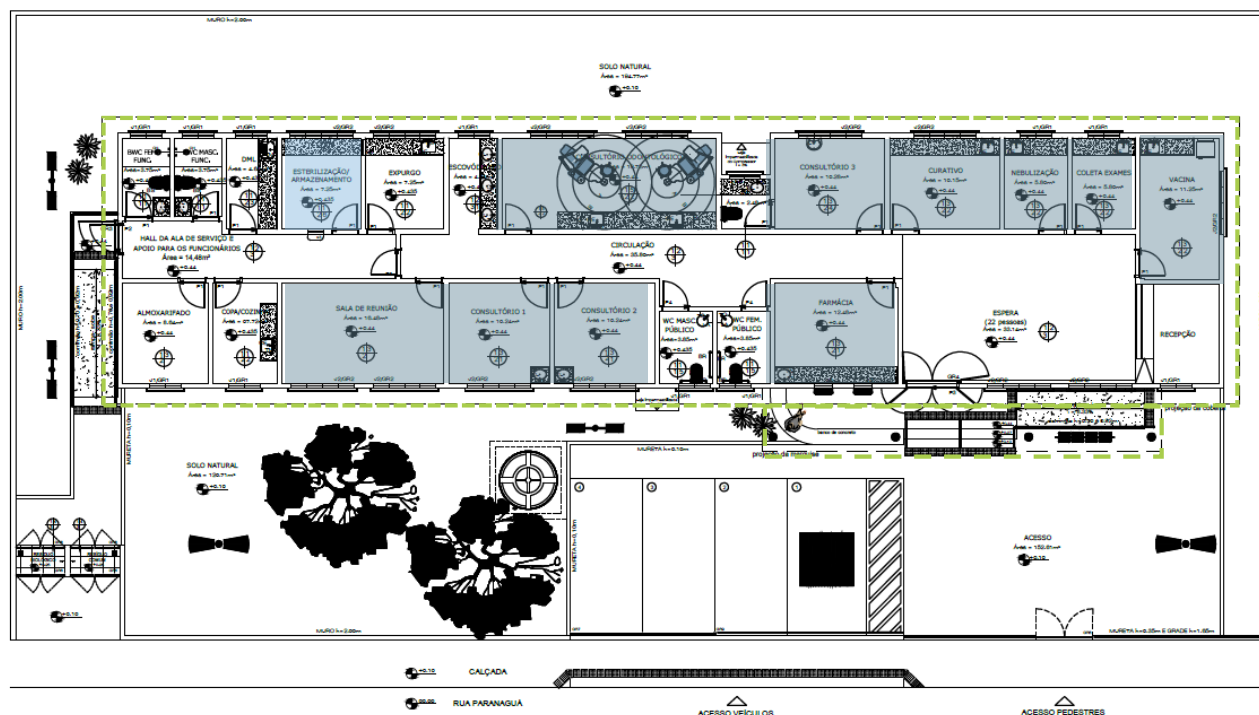
IMPLANTAÇÃO

- Edifício de uso institucional (saúde), com um pavimento;
- Área total construída de 282,29m², e área útil de 262,02m²;
- Principal fachada orientada a Oeste;
- Condicionamento de ar presente na maior parte dos ambientes;
- Beirais e marquise (fachada frontal) agindo como elementos de sombreamento.



O projeto contempla captação de água da chuva!

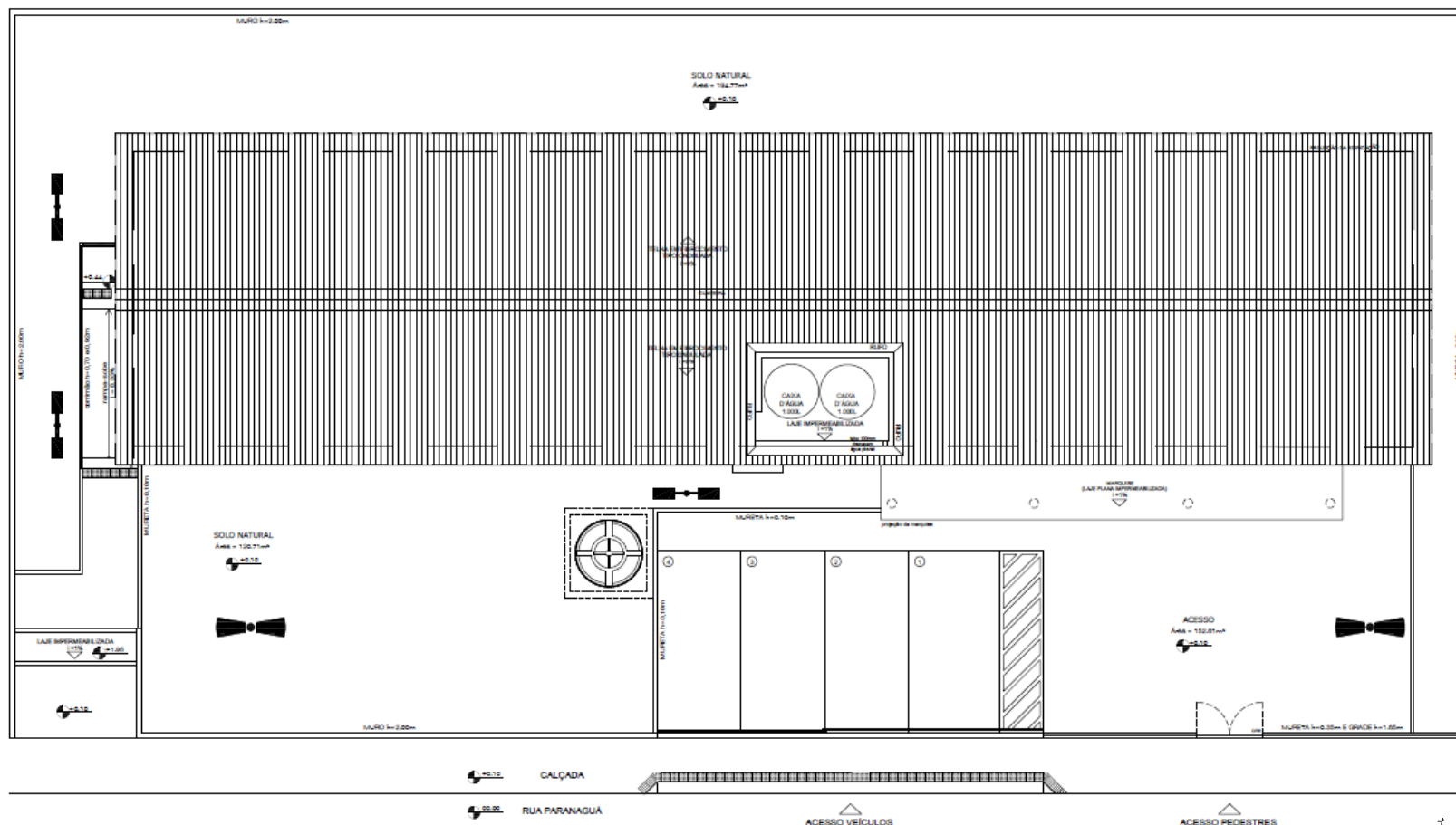
- Projeção da cobertura/marquise
- Ambientes condicionados



VISÃO GERAL

COBERTURA

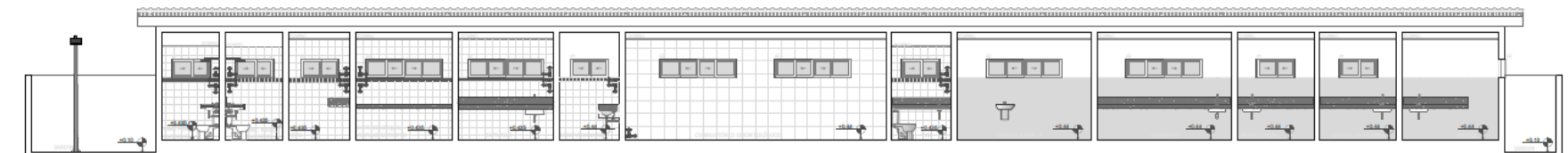
- Laje impermeabilizada em concreto e telha em fibrocimento (tipo ondulada).



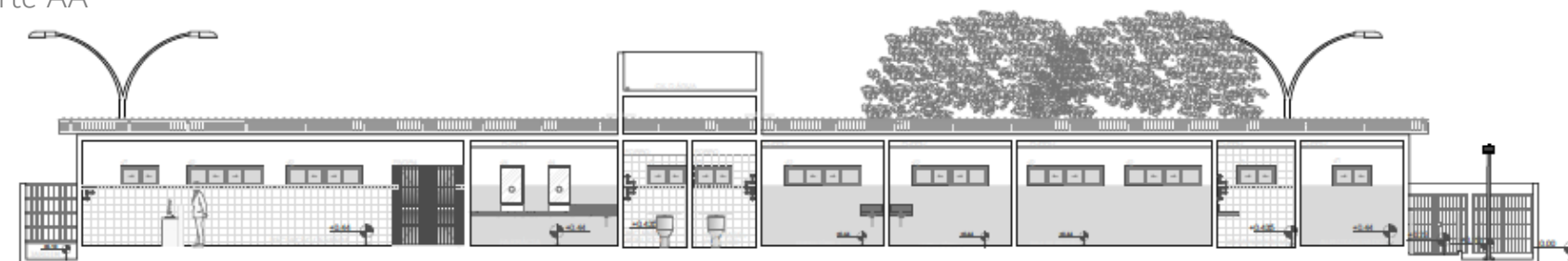
USF Curcurana – Planta de cobertura

VISÃO GERAL

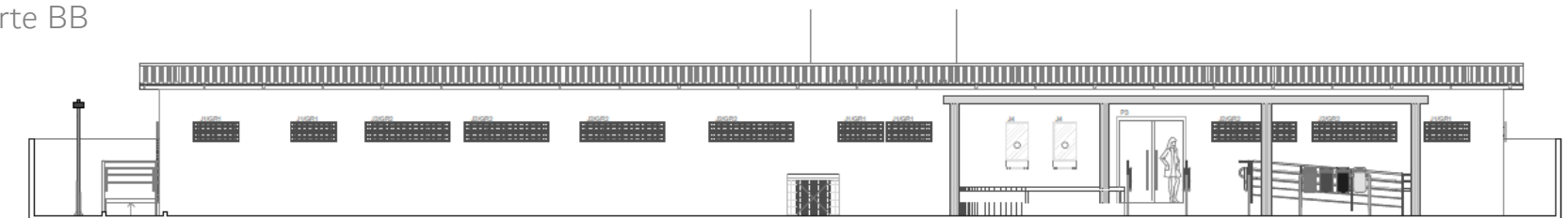
ELEVAÇÕES E CORTES



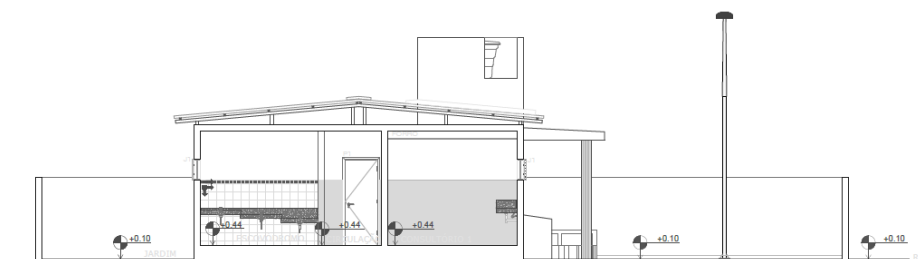
Corte AA



Corte BB

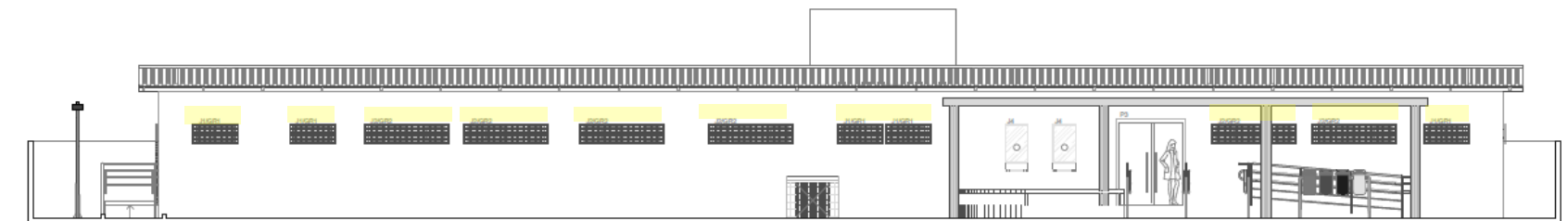


Elevação Frontal



Corte CC

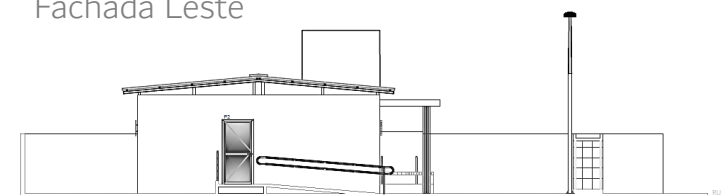
FACHADAS E ABERTURAS



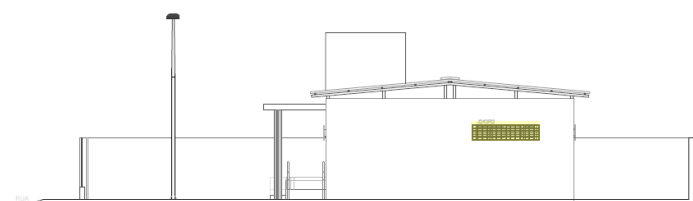
Fachada Oeste



Fachada Leste



Fachada Norte



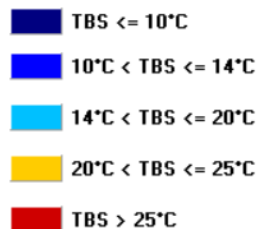
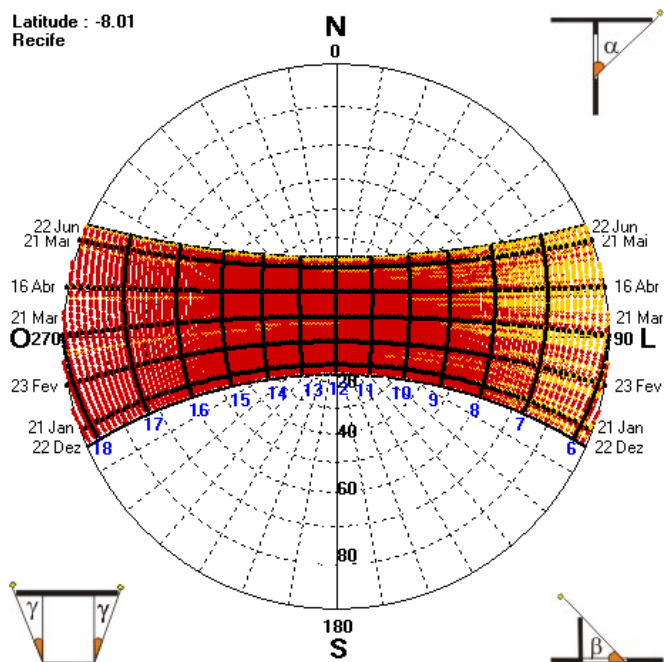
Fachada Sul

Orientação	Área da fachada (m²)	Área de abertura (m²)	Percentual de abertura sobre fachada (%)
Norte	26,60	0,00	0%
Leste	115,60	9,50	8%
Sul	26,60	1,00	4%
Oeste	115,60	9,70	8%

- Sugere-se aumento das áreas de abertura para que os ambientes internos recebam mais luz natural;
- As fachadas Leste e Oeste necessitam de maior atenção, devendo-se, portanto, prever elementos de sombreamento, como brises, marquises ou beirais maiores.

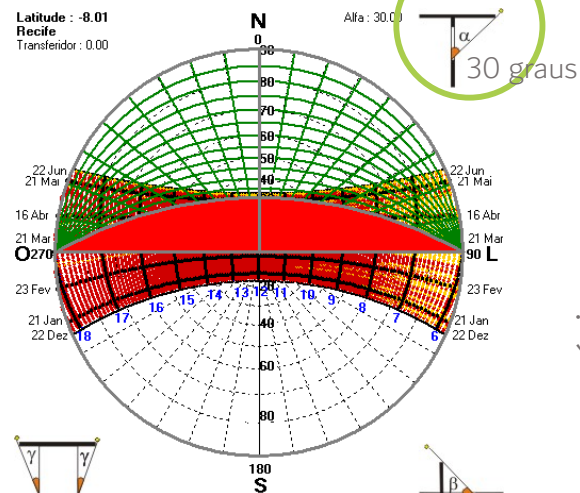
CARTA SOLAR

Latitude : -8.01
Recife

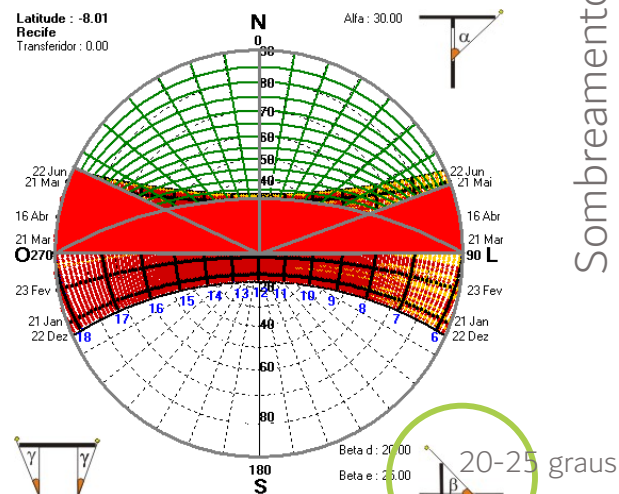


- ❖ Carta solar com temperaturas anuais indicam necessidade de sombreamento no ano todo em todas as fachadas.
- ❖ Sombreamentos horizontais como o proposto no projeto funcionam nas fachadas Norte – Sul, sendo de forma geral mais fáceis de sombrear do que as leste/oeste.

Latitude : -8.01
Recife
Transferidor : 0.00

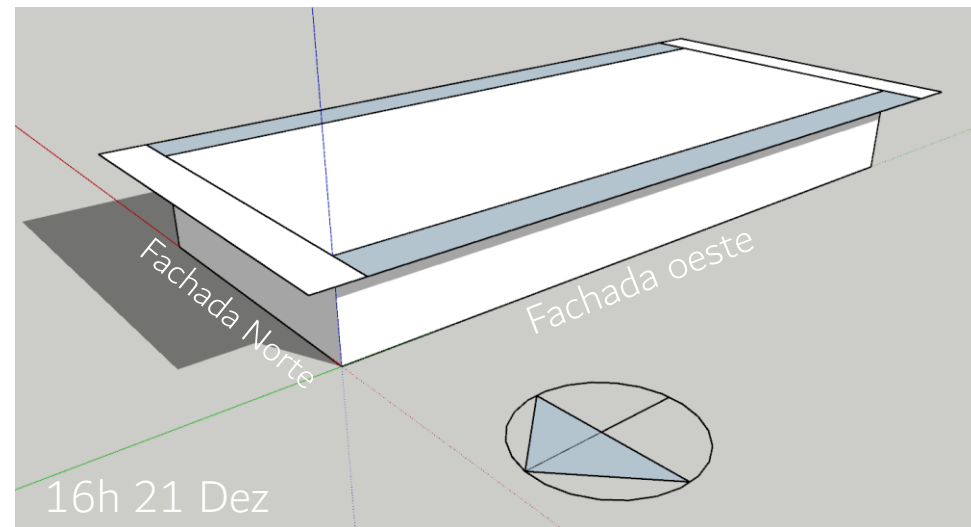
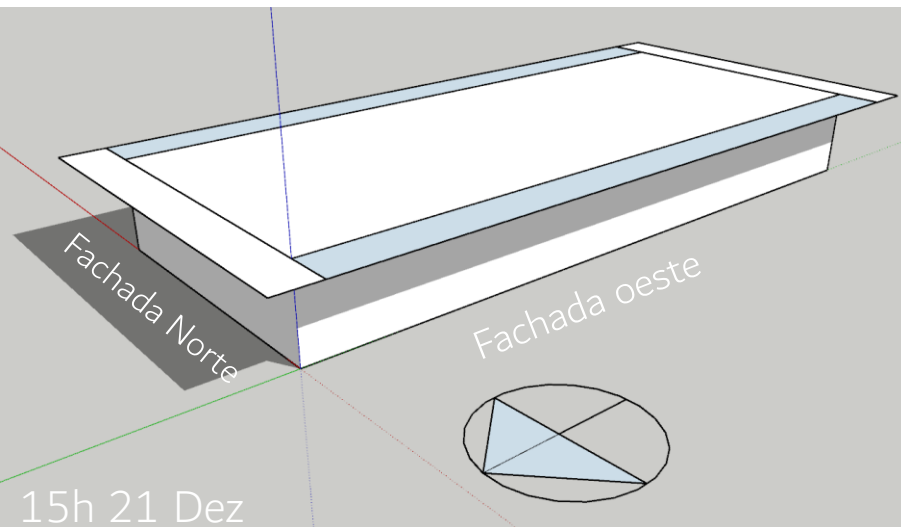
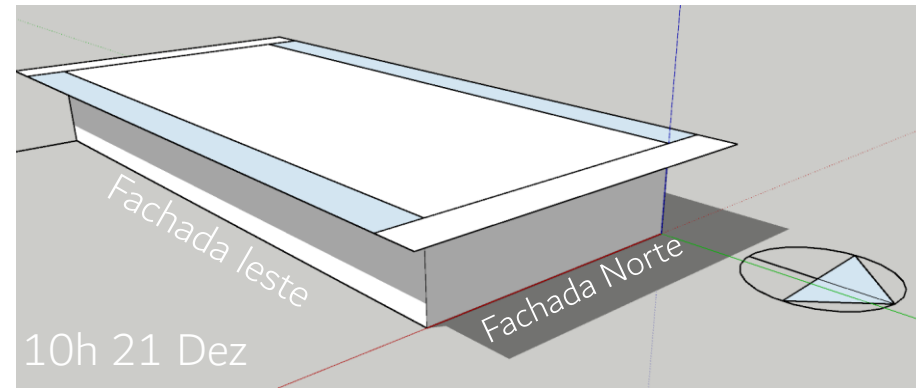
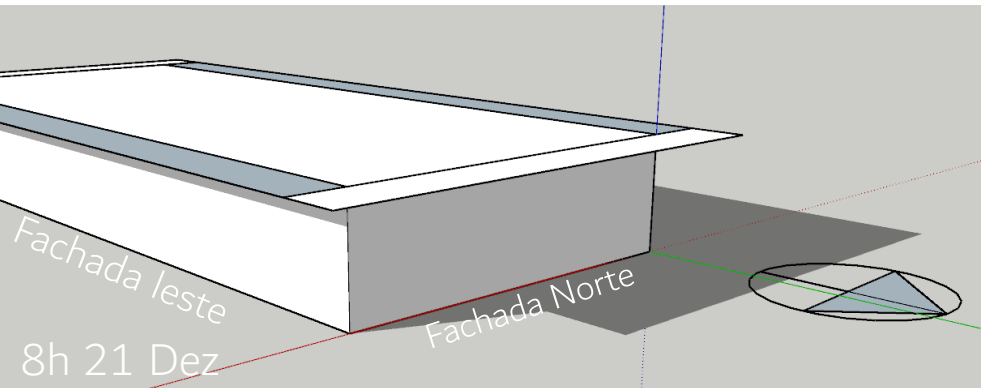


Latitude : -8.01
Recife
Transferidor : 0.00



Sombreamento necessário

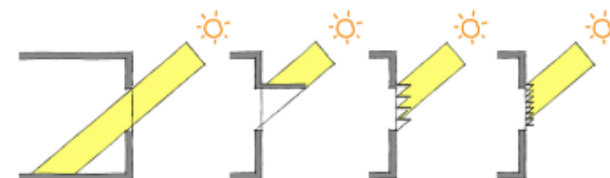
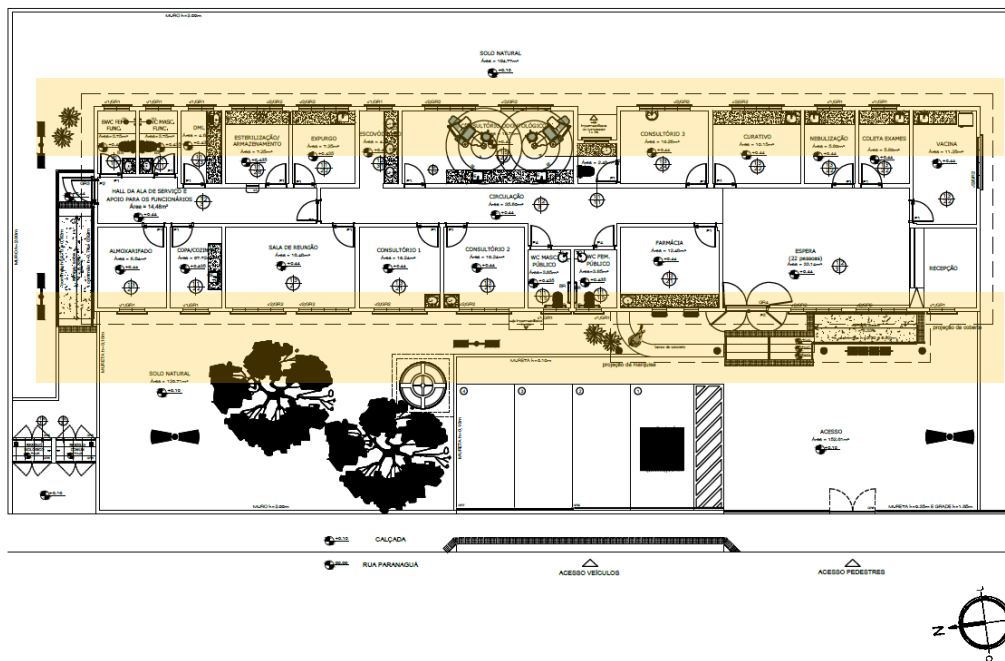
IMPORTÂNCIA DE SOMBREAMENTO VS ORIENTAÇÃO E DIMENSIONAMENTO



SOMBREAMENTO

ESTRATÉGIAS PASSIVAS

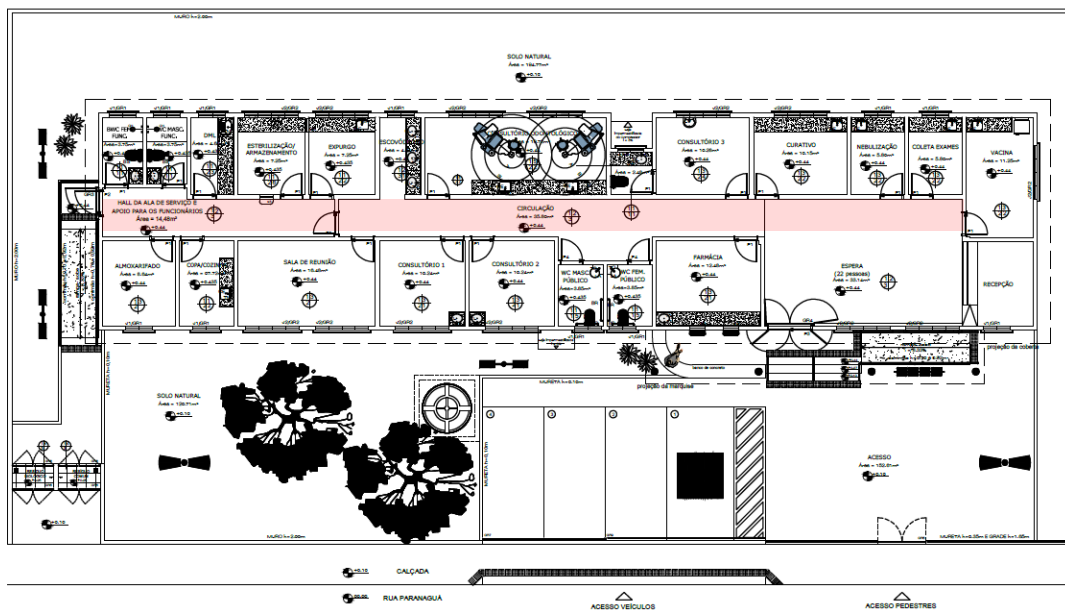
- Aumentar as estruturas de sombreamento nas fachadas Leste e Oeste.



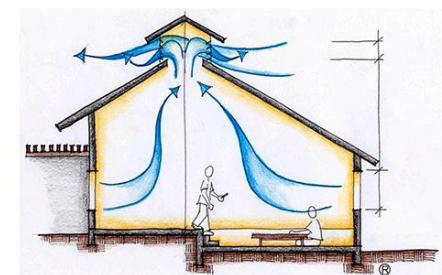
ILUMINAÇÃO E VENTILAÇÃO NATURAL

ESTRATÉGIAS PASSIVAS

- É recomendável a instalação de lanternim (shed), melhorando a ventilação por meio de efeito chaminé, e promovendo também a entrada de luz natural.

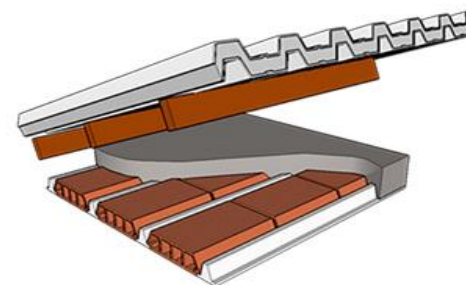
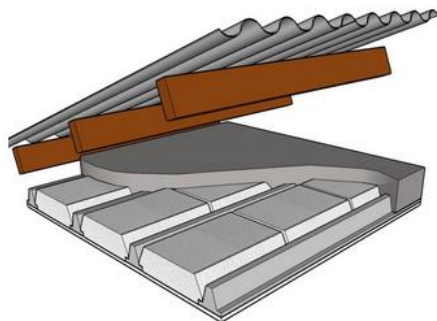


Área sugerida para lanternim



COBERTURA

ENVOLTÓRIA



SITUAÇÃO ATUAL

Telha fibrocimento (tipo ondulada)

Laje maciça 12,0 cm

Câmara de ar > 5,0 cm

Telha fibrocimento 0,8 cm

Transmitância Térmica **1,26 W/(m².K)**

Capacidade Térmica **145 kJ/(m².K)**

PROPOSTO

Telha com isolamento termo-acústico

Laje maciça 12,0 cm

Câmara de ar > 5,0 cm

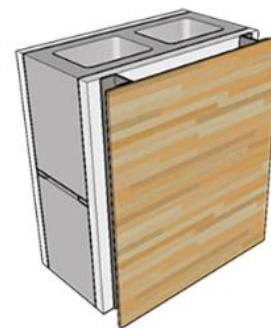
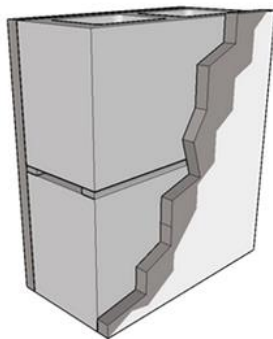
Telha metálica com poliestireno 4 cm

Transmitância Térmica **0,64 W/(m².K)**

Capacidade Térmica **176 kJ/(m².K)**

PAREDES

ENVOLTÓRIA



SITUAÇÃO ATUAL

Bloco de concreto

Argamassa interna 2,5 cm

Bloco de concreto 14x19x39 cm

Argamassa externa 2,5 cm

Transmitância Térmica **2,68 W/(m².K)**

Capacidade Térmica **245 kJ/(m².K)**

PROPOSTO

Bloco de concreto com câmara de ar
(para áreas condicionadas)

Argamassa interna 2,5 cm

Bloco de concreto 14x19x39 cm

Argamassa externa 2,5 cm

Câmara de ar 5,0 cm

Transmitância Térmica **1,75 W/(m².K)**

Capacidade Térmica **214 kJ/(m².K)**

ABSORTÂNCIA SOLAR

ENVOLTÓRIA

- Atual: telha em fibrocimento - $\alpha = 74,5$.
- Proposto: cobertura com revestimentos em cores claras – $\alpha = 10,2$.

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 Leve		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

*Redução estimada do
consumo energético com
esta medida: 5,67%*

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

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

ILUMINAÇÃO ARTIFICIAL

POTÊNCIA

PROJETO ATUAL

Ambiente	DPI (W/m ²) Projeto	DPI (W/m ²) Classe A - PBE
Espera	9,66	8,40
Recepção	9,58	8,40
WC Fem. Púb.	10,39	6,80
WC Masc. Púb.	10,39	6,80
WC	8,60	6,80
DML	8,62	5,00
BWC Fem. Func.	10,67	6,80
BWC Masc. Func.	10,67	6,80
Almoxarifado	9,26	5,00

Redução estimada do consumo energético com estas medidas: 3,37%

* Sem considerar da divisão de circuitos.

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



AÇÕES PROPOSTAS

- Lâmpadas com eficiência superior a 90 lum/W.
- Lâmpadas **T5 LED 20W** (em substituição às fluorescentes de 40W).
- Desligamento automático com uso de **timers e sensores de presença** (principalmente 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 = mais controle ao usuário.

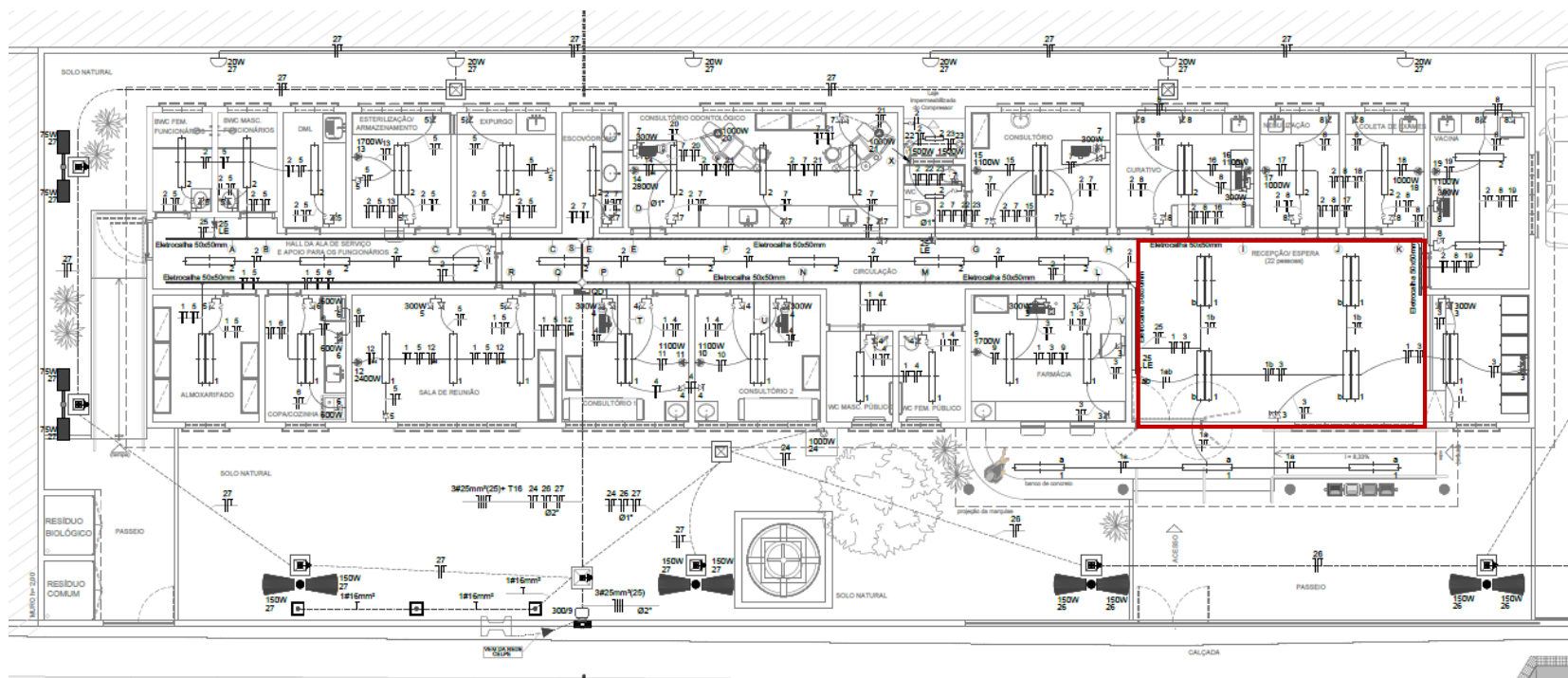


LED T5

ILUMINAÇÃO ARTIFICIAL

DIVISÃO DE CIRCUITOS

- Recomenda-se a divisão de circuitos na Recepção/Espera, resultando em acionamento individualizado das fileiras de luminárias próximas às janelas.



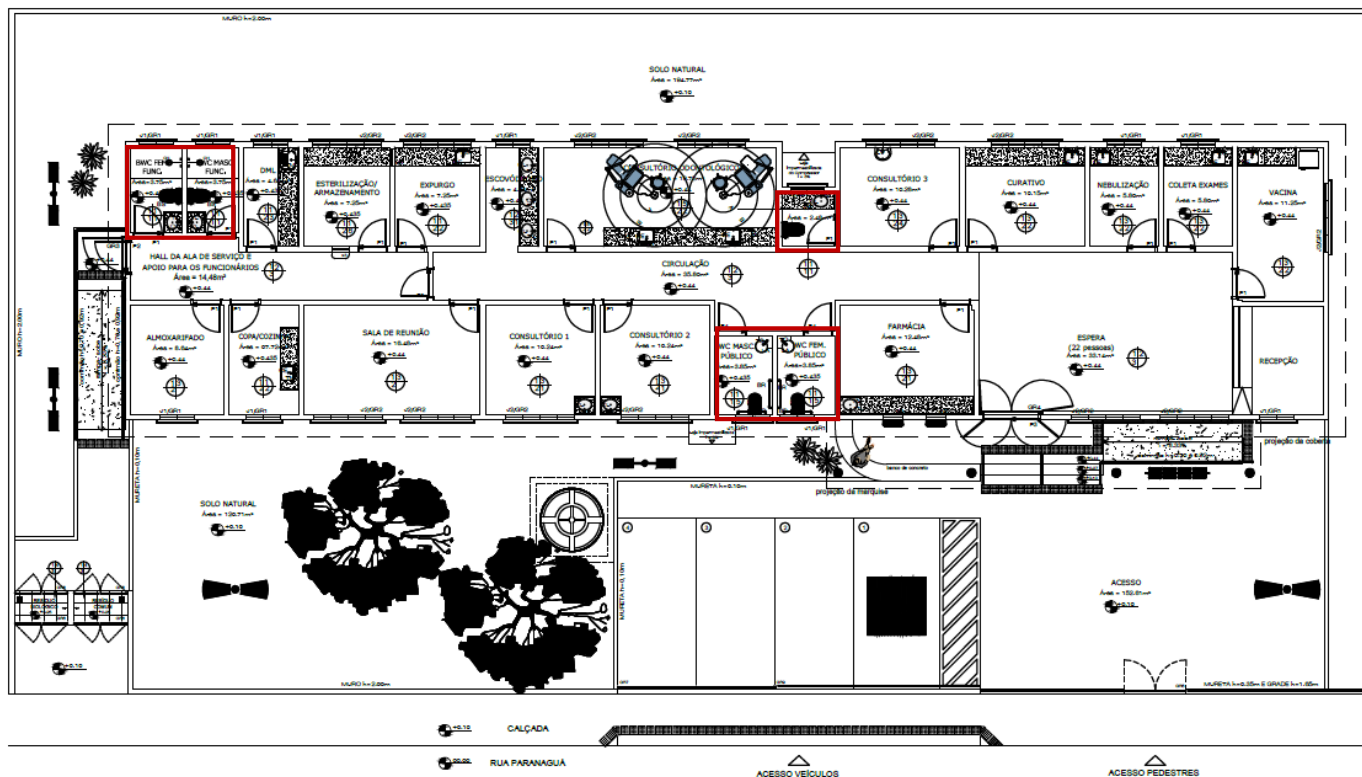
USF Curcurana – Planta de Elétrica

ILUMINAÇÃO ARTIFICIAL

SENSORES DE PRESENÇA - BANHEIROS

**CBCS**

Conselho Brasileiro de
Construção Sustentável



CONDICIONAMENTO DE AR

EQUIPAMENTOS EFICIENTES

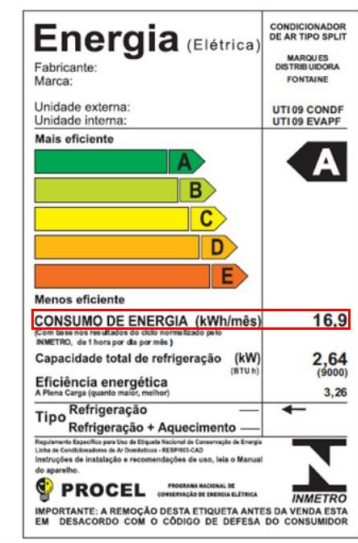


PROJETO ATUAL

- Equipamentos do tipo split nas áreas administrativas não apresentam informações sobre seu **Coeficiente de Eficiência Energética (CEE)**.

AÇÕES PROPOSTAS

- Uso de equipamentos com **Nível A** de eficiência e com **Selo Procel**.
- A lista de equipamentos etiquetados pelo Inmetro: <http://www.inmetro.gov.br/consumidor/pbe/condicionadores.asp>
- Ventiladores nos ambientes não condicionados.



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

AQUECIMENTO DE ÁGUA

COLETOR SOLAR

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

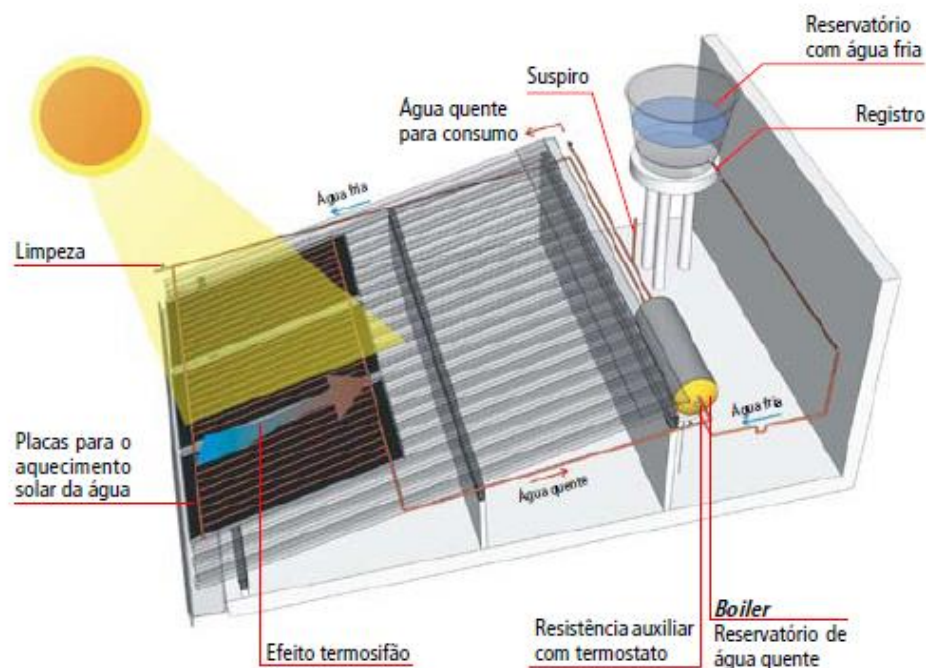
*Redução estimada do
consumo energético com
esta medida: 5,67%*

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

*Redução estimada com
aplicação de todas as
medidas anteriores: 15,92%*

* Incluindo alterações na envoltória
(cobertura e paredes)

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

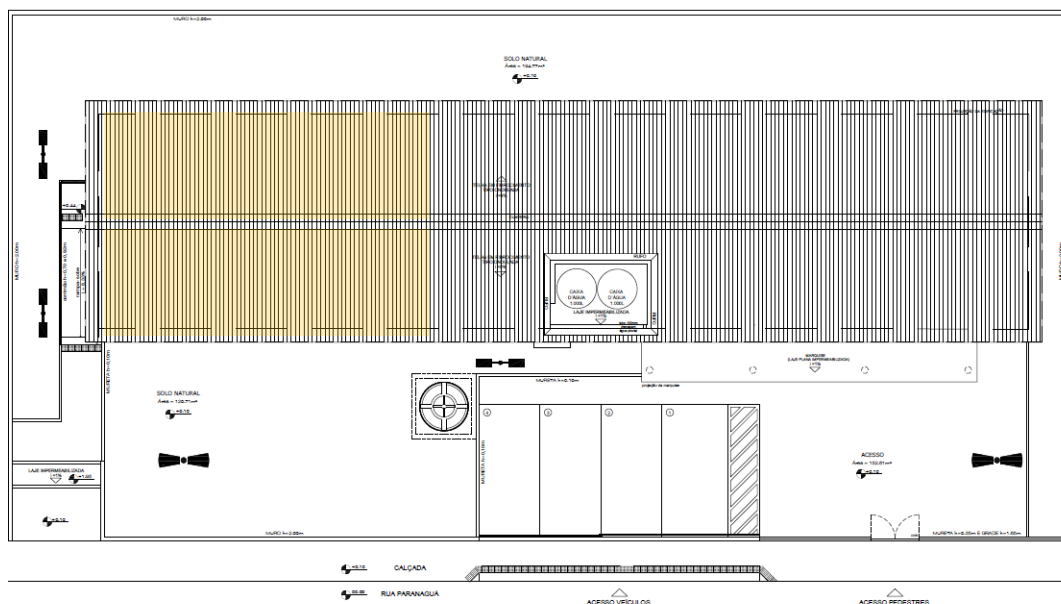


GERAÇÃO FOTOVOLTAICA

POTENCIAL PARA GERAÇÃO DISTRIBUÍDA (GD)

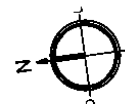
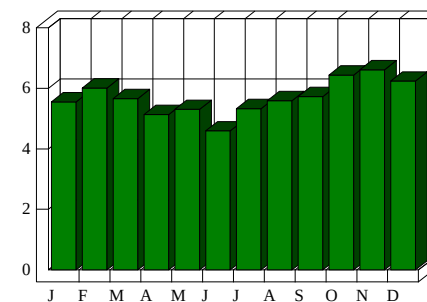


- Consumo mensal previsto: 1250 kWh/mês (tarifa R\$-0,76/kWh)
- Área para instalação de módulos FV: 70 m²
- Potência do sistema: 8 kWp
- Economia anual: R\$ 8.800,00
- Tempo de Payback: 5,3 anos
- Investimento estimado: R\$ 46.655,00



Área recomendada para
instalação de painéis fotovoltaicos

Radiação Solar Diária (kWh/m²)



Inclinação 8 graus azimuth
Norte

USO RACIONAL DE ÁGUA

DISPOSITIVOS HIDRÁULICOS

AÇÕES PROPOSTAS

- **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 têm a capacidade de misturar a água com ar, diminuindo a vazão mas mantendo, ainda, a sensação de volume do jato.

Os equipamentos propostos já estão parcialmente contemplados no projeto atual. A sugestão é que eles sejam adotados em todos os locais.

Redução estimada do consumo de água com estas medidas: 14,82%*

* 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)
- 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: 19,97%

Redução estimada com aplicação de todas as medidas relacionadas à água, anteriores: 24,31%

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



Exemplo de reuso de águas cinzas.



Captação de águas pluviais



CIDADES
EFICIENTES



CBCS

Conselho Brasileiro de
Construção Sustentável

ANÁLISE PRELIMINAR DO SISTEMA DE GERAÇÃO FOTOVOLTAICA – COMPLEXO ADMINISTRATIVO

DADOS BASE DO PROJETO



- Consumo médio de energia da edificação = 132.036 kWh/mês;
- Área disponível para a instalação do sistema = 240 vagas de estacionamento;
- Tarifa de consumo de energia fora de ponta = 0,27 R\$/kWh;
- Aumento mensal das tarifas da CELPE = 6,37% ao ano¹;
- Irradiação solar diária média mensal = 5,31 [kWh/m².dia]².

¹ Média do histórico (2013 – 2018) de aumento das tarifas da CELPE;

² Dados fornecido pelo CRESESB (Centro de Referência para as Energias Solar e Eólica Sérgio de S. Brito).

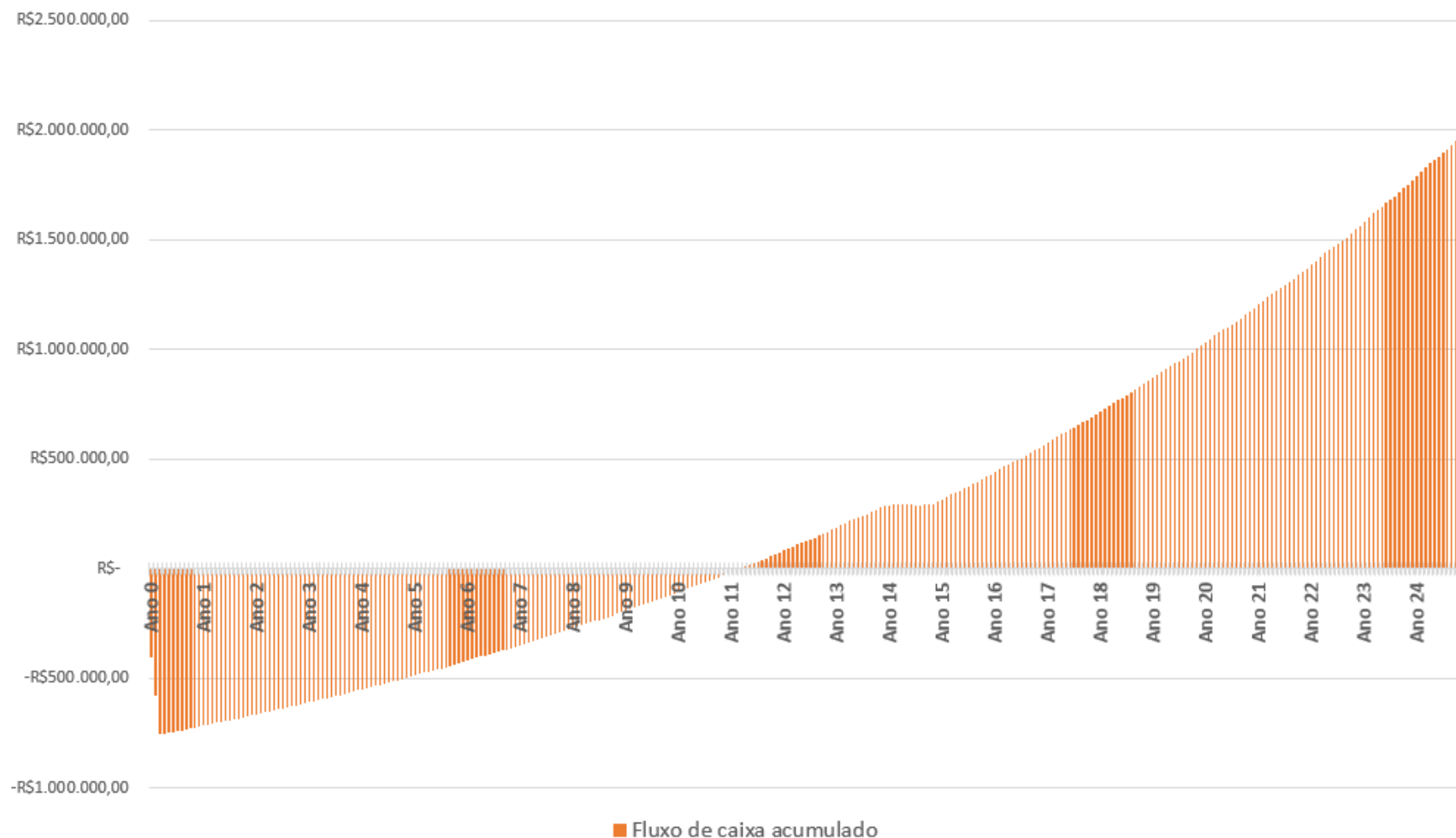
PROPOSTA SOLAR 5



- Sistema de geração fotovoltaica de 140,7 kWp;
- Supre 13% do consumo de energia da edificação;
- Investimento total R\$: 768.571,00:
 - Material fotovoltaico = R\$ 510.250,00
 - Projeto = R\$ 70.875,00
 - Serviço = R\$ 141.750,00
 - Miscelânea = R\$ 45.696,00
- Forma de pagamento:
 - Sinal de R\$ 230.571,30
 - Três parcelas de R\$ 179.333,23

FLUXO DE CAIXA ACUMULADO – SOLAR 5

Fluxo de caixa acumulado - Solar 5



PROPOSTA ENGIE



- Sistema de geração fotovoltaica de 132,0 kWp;
- Supre 12% do consumo de energia da edificação;
- Investimentos
 - Usina fotovoltaica R\$: 743.800,00*
 - Estrutura metálica de apoio R\$: 125.268,00
- Opções de forma de pagamento:
 - Entrada de 15% e saldo em 12 vezes sem juros;
 - Entrada de 15% e saldo em até 72 vezes (juros 21,27% a.a.).

* Valor atrelado a cotação do dólar (Dólar na data da análise R\$: 4,11)

PROPOSTA DE ESTRUTURA



- Empresa: POLITEC (Araçariguama – SP)
- Custo: 0,949 R\$/Wp

Para potência de 140,7 kWp (Solar 5):

- Preço = R\$ 133.524

Estimativa para potência de 132,0 kWp (Engie):

- Preço estimado = R\$ 125.268

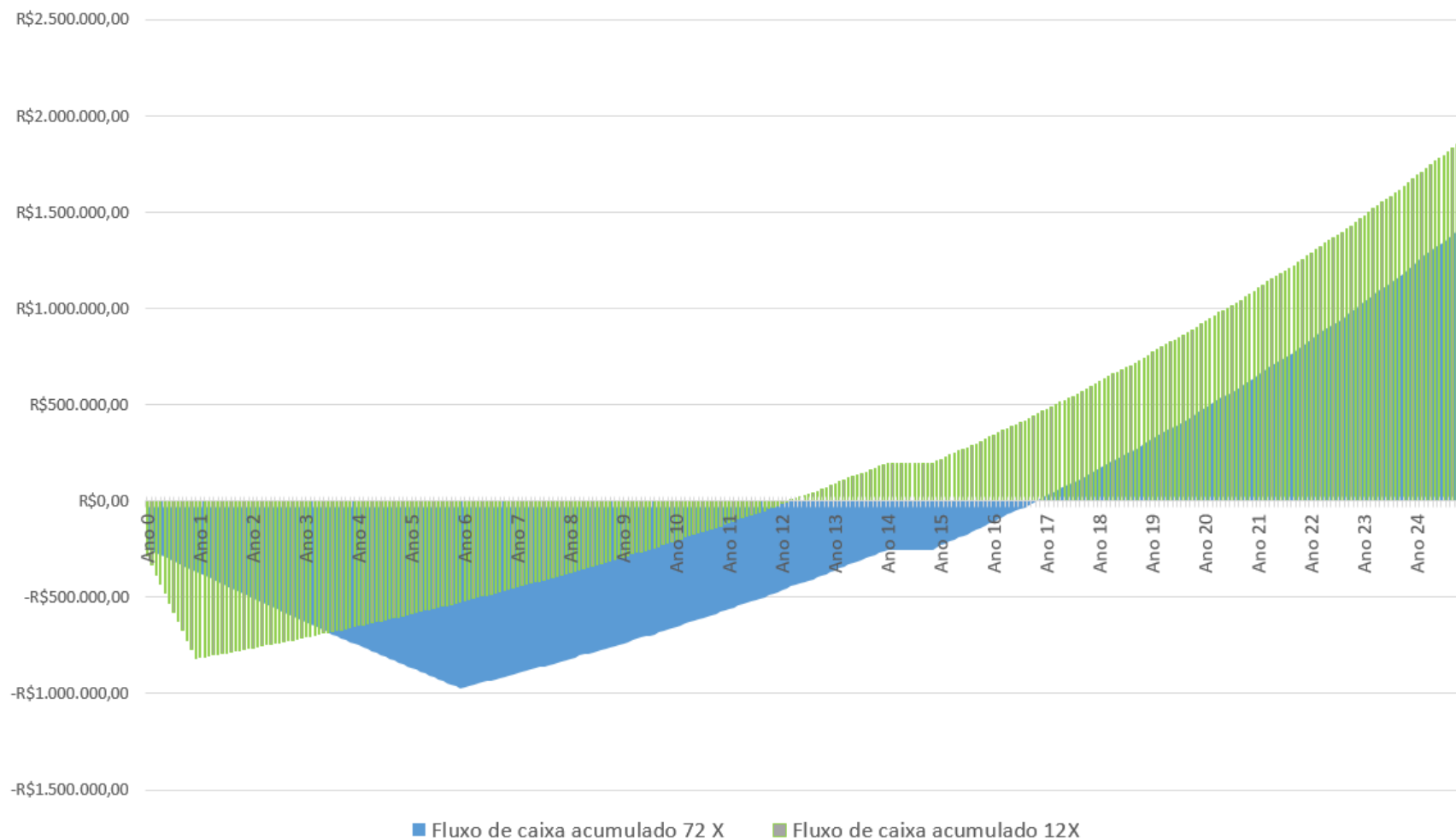
FLUXO DE CAIXA ACUMULADO – ENGIE



CBCS

Conselho Brasileiro de
Construção Sustentável

Comparação entre fluxo de caixa Engie



COMPARAÇÃO



Propostas FV	Solar 5	Engie (12x) + Politec	Engie (72x) + Politec
Potência instalada	140,7 kWp	132,0 kWp	132,0 kWp
% do Consumo	13%	12%	12%
Preço sistema FV	R\$ 768.571	R\$ 743.800	R\$ 1.192.537
Preço estrutura		R\$ 125.268	R\$ 125.268
Preço total		R\$ 868.068	R\$ 1.317.805
Custo específico	5,46 R\$/Wp	6,58 R\$/Wp	9,98 R\$/Wp
Desembolso 1º ano	R\$ 768.571	R\$ 869.068	R\$ 417.000
Tempo de payback	11 anos e 2 meses	12 anos e 2 meses	16 anos e 10 meses

PONTOS DE DISCUSSÃO



- Qual é a premissa do projeto em relação a potência instalada? Por quê?
 - Suprir somente o consumo da iluminação?
 - Área disponível para o sistema?
 - Investimento inicial do sistema?
- Qual é o tipo de contrato de fornecimento de energia com a CELPE?
 - Modalidade
 - Demanda contratada
- Questões levantadas pela Insole – Empresa de energia fotovoltaica de PE:
 - Por ser um prédio público, para a instalação do sistema, é necessário passar por uma licitação?
 - Tem interesse em um contrato de aluguel por 15 anos com o direito de comprar o sistema no final do contrato.



CBCS

Conselho Brasileiro de
Construção Sustentável

OBRIGADA!

EQUIPE CBCS