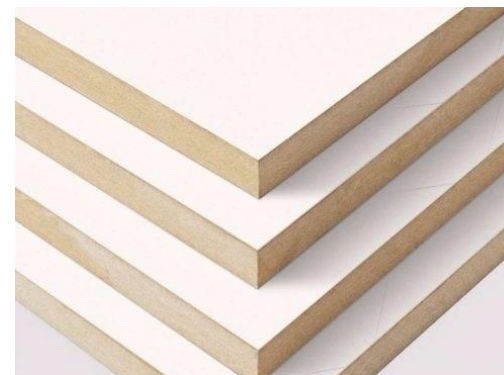




DENNIS COELHO CRUZ

- DESENHISTA INDUSTRIAL (ÊNFASE PROJETO DE PRODUTO) - UEMG

- Uso de ferramentas CAD (Computer Aided Design)
- **Projetos arquitetônicos**
- Projetos de instalações elétricas e telefônicas
- Desenho de esquadrias metálicas
- Desenho de móveis



Madeira *Medium-density Fiberboard* (M.D.F.)

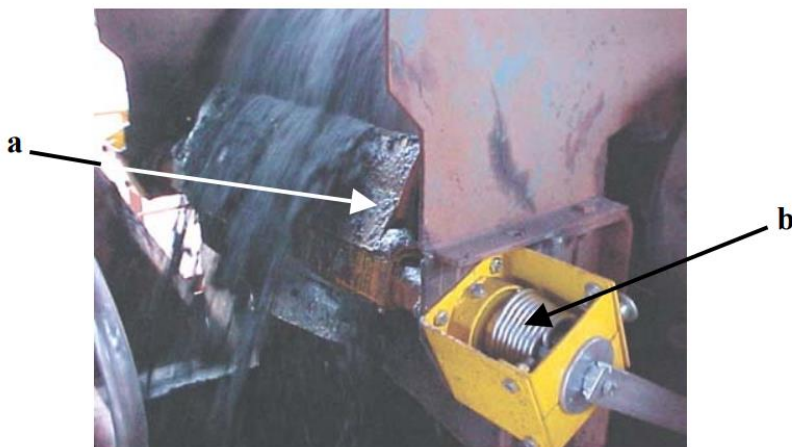
DENNIS COELHO CRUZ

- DESENHISTA INDUSTRIAL (ÊNFASE PROJETO DE PRODUTO) - UEMG

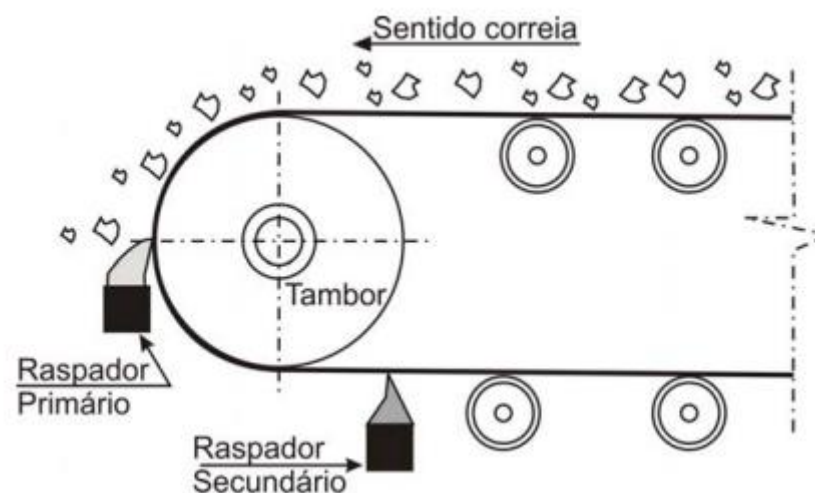
- Uso de ferramentas CAD (Computer Aided Design)
- **Projetos arquitetônicos**
- Projetos de instalações elétricas e telefônicas
- Desenho de esquadrias metálicas
- Desenho de móveis
- Projetista de equipamentos para limpeza de correia transportadora



Poliuretano (PU)



a) Lâmina do raspador em poliuretano (PU); b) mola

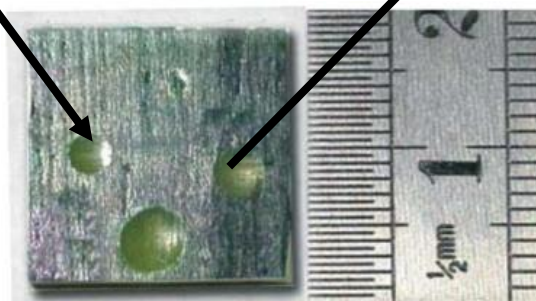
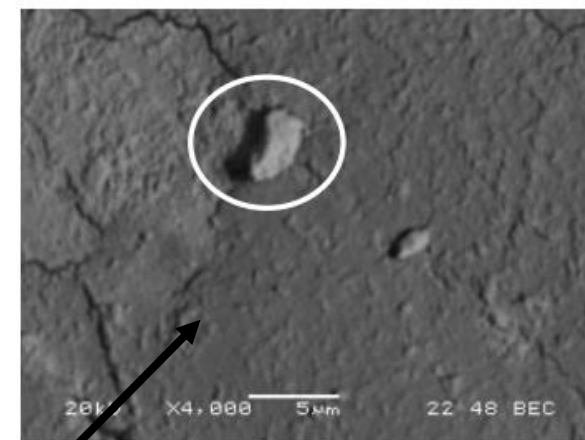
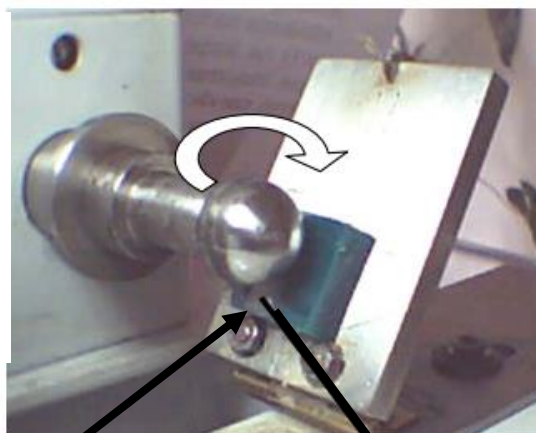
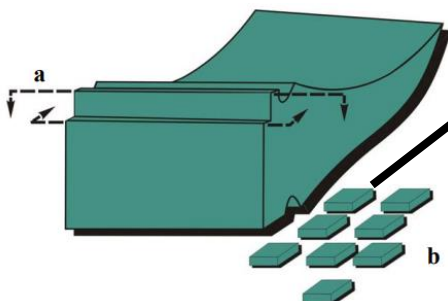


DENNIS COELHO CRUZ

- DESENHISTA INDUSTRIAL (ÊNFASE PROJETO DE PRODUTO) - UEMG
 - Projetos arquitetônicos
 - Projetista de equipamentos para limpeza de correia transportadora
- MESTRE EM ENGENHARIA DE MATERIAIS (ÁREA ENGENHARIA DE SUPERFÍCIE) - UFOP



Lâminas de PU



DENNIS COELHO CRUZ

- **DESENHISTA INDUSTRIAL (ÊNFASE PROJETO DE PRODUTO) - UEMG**
 - Projetos arquitetônicos
- **MESTRE EM ENGENHARIA DE MATERIAIS (ÁREA ENGENHARIA DE SUPERFÍCIE) - UFOP**
 - “Desgaste por abrasão de poliuretano utilizado na indústria minero-metalúrgica”
- **DOUTOR EM CIÊNCIAS E ENGENHARIA DE MATERIAIS - UFSCar**



- Concreto refratário

DENNIS COELHO CRUZ

- **DESENHISTA INDUSTRIAL (ÊNFASE PROJETO DE PRODUTO) - UEMG**
 - Projetos arquitetônicos
- **MESTRE EM ENGENHARIA DE MATERIAIS (ÁREA ENGENHARIA DE SUPERFÍCIE) - UFOP**
 - “Desgaste por abrasão de poliuretano utilizado na indústria minero-metalúrgica”
- **DOUTOR EM CIÊNCIAS E ENGENHARIA DE MATERIAIS - UFSCar**



- Concreto refratário

DENNIS COELHO CRUZ

- **DESENHISTA INDUSTRIAL (ÊNFASE PROJETO DE PRODUTO) - UEMG**
 - Projetos arquitetônicos
- **MESTRE EM ENGENHARIA DE MATERIAIS (ÁREA ENGENHARIA DE SUPERFÍCIE) - UFOP**
 - “Desgaste por abrasão de poliuretano utilizado na indústria minero-metalúrgica”
- **DOUTOR EM CIÊNCIAS E ENGENHARIA DE MATERIAIS - UFSCar**



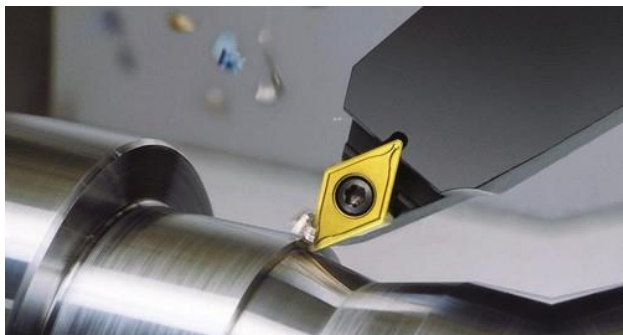
Carbeto de tungstênio (WC)



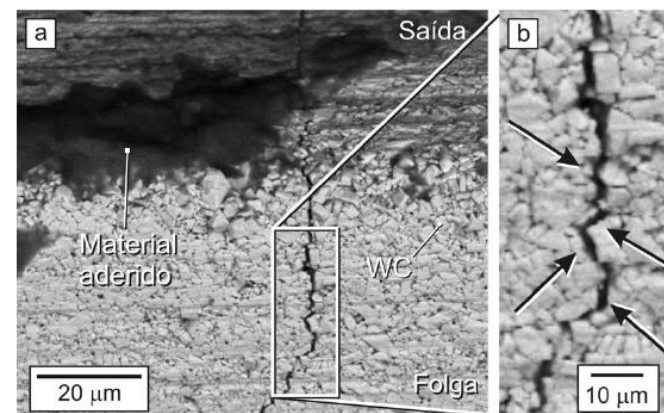
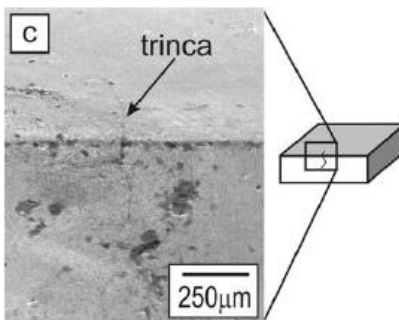
Inserto no torneamento

DENNIS COELHO CRUZ

- **DESENHISTA INDUSTRIAL (ÊNFASE PROJETO DE PRODUTO) - UEMG**
 - Projetos arquitetônicos
- **MESTRE EM ENGENHARIA DE MATERIAIS (ÁREA ENGENHARIA DE SUPERFÍCIE) - UFOP**
 - “Desgaste por abrasão de poliuretano utilizado na indústria minero-metalúrgica”
- **DOUTOR EM CIÊNCIAS E ENGENHARIA DE MATERIAIS - UFSCar**
 - “Avaliação da integridade superficial de insertos retificados da liga WC-Co para ferramentas de corte



Inserto no torneamento

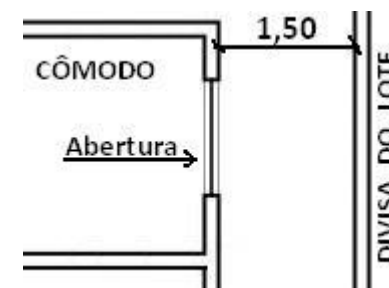
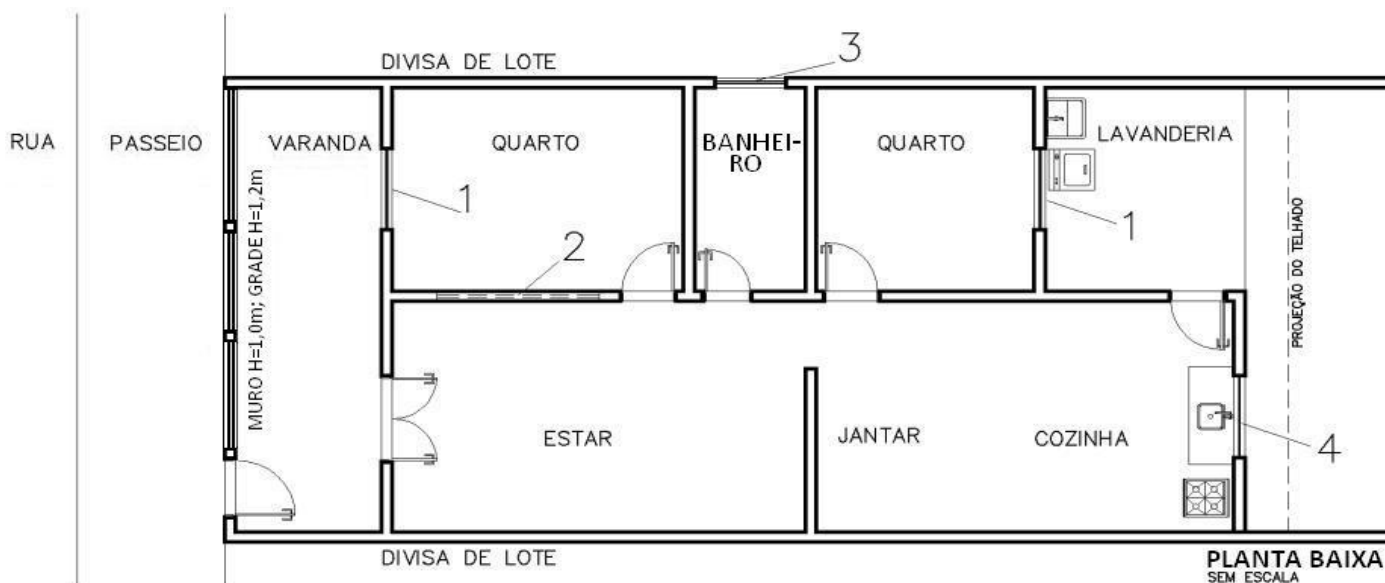


DENNIS COELHO CRUZ

- **DESENHISTA INDUSTRIAL (ÊNFASE PROJETO DE PRODUTO) - UEMG**
 - Projetos arquitetônicos
- **MESTRE EM ENGENHARIA DE MATERIAIS (ÁREA ENGENHARIA DE SUPERFÍCIE) - UFOP**
 - “Desgaste por abrasão de poliuretano utilizado na indústria minero-metalúrgica”
- **DOUTOR EM CIÊNCIAS E ENGENHARIA DE MATERIAIS - UFSCar**
 - “Avaliação da integridade superficial de insertos retificados da liga WC-Co para ferramentas de corte
- **ICADS/UFBA (2010); posterior UFOB (2013)**
 - Desenho Técnico, **Desenho Arquitetônico**, C.A.D., Desenho Geométrico
 - Coordenações de curso: BI-CT (2013-15) e Engenharia Civil (2021-2023)
 - **Trabalhos de Conclusão de Curso em projetos arquitetônicos**

Projeto arquitetônico

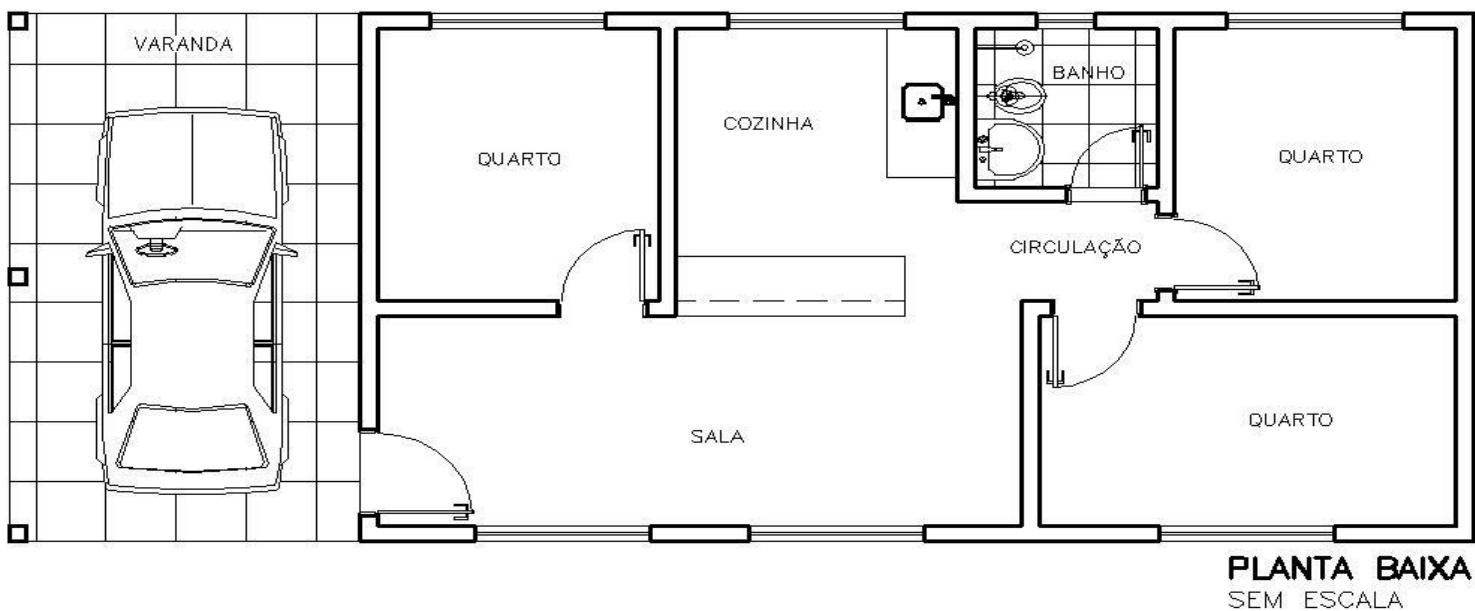
- Aberturas de iluminação e ventilação



Fonte: o autor

Projeto arquitetônico

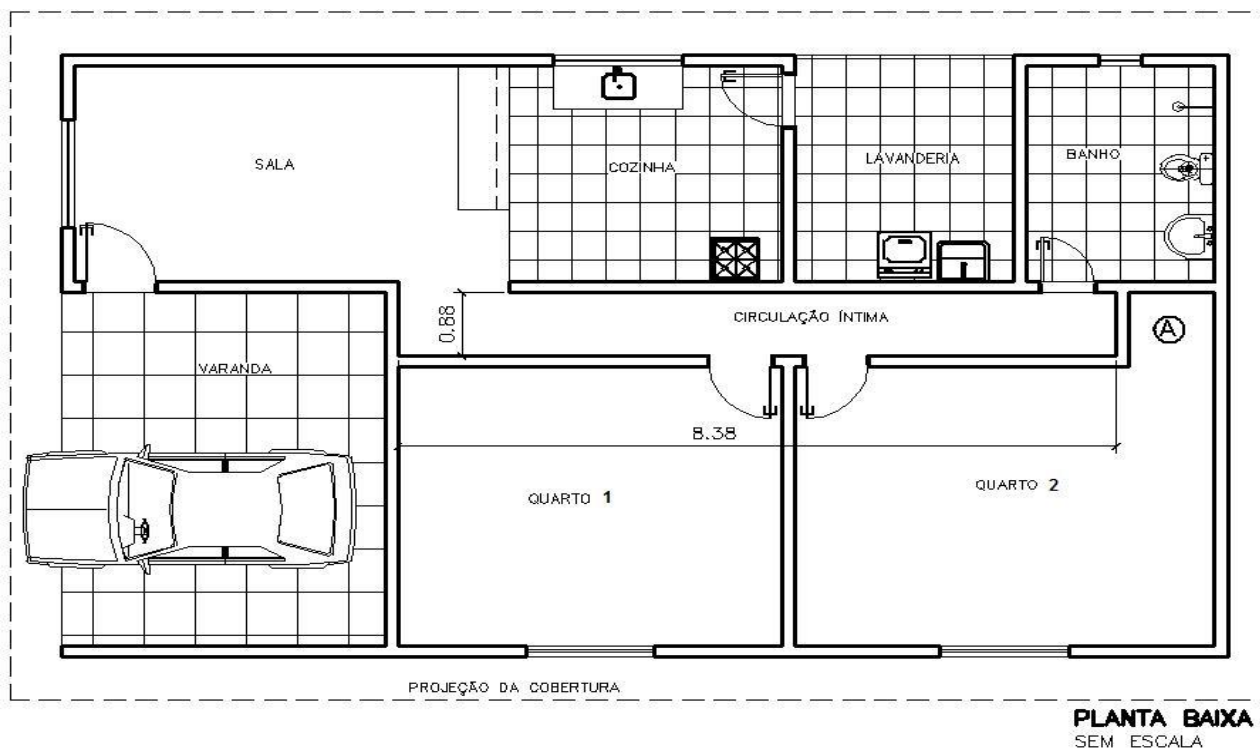
- Disposição de cômodos



Fonte: o autor

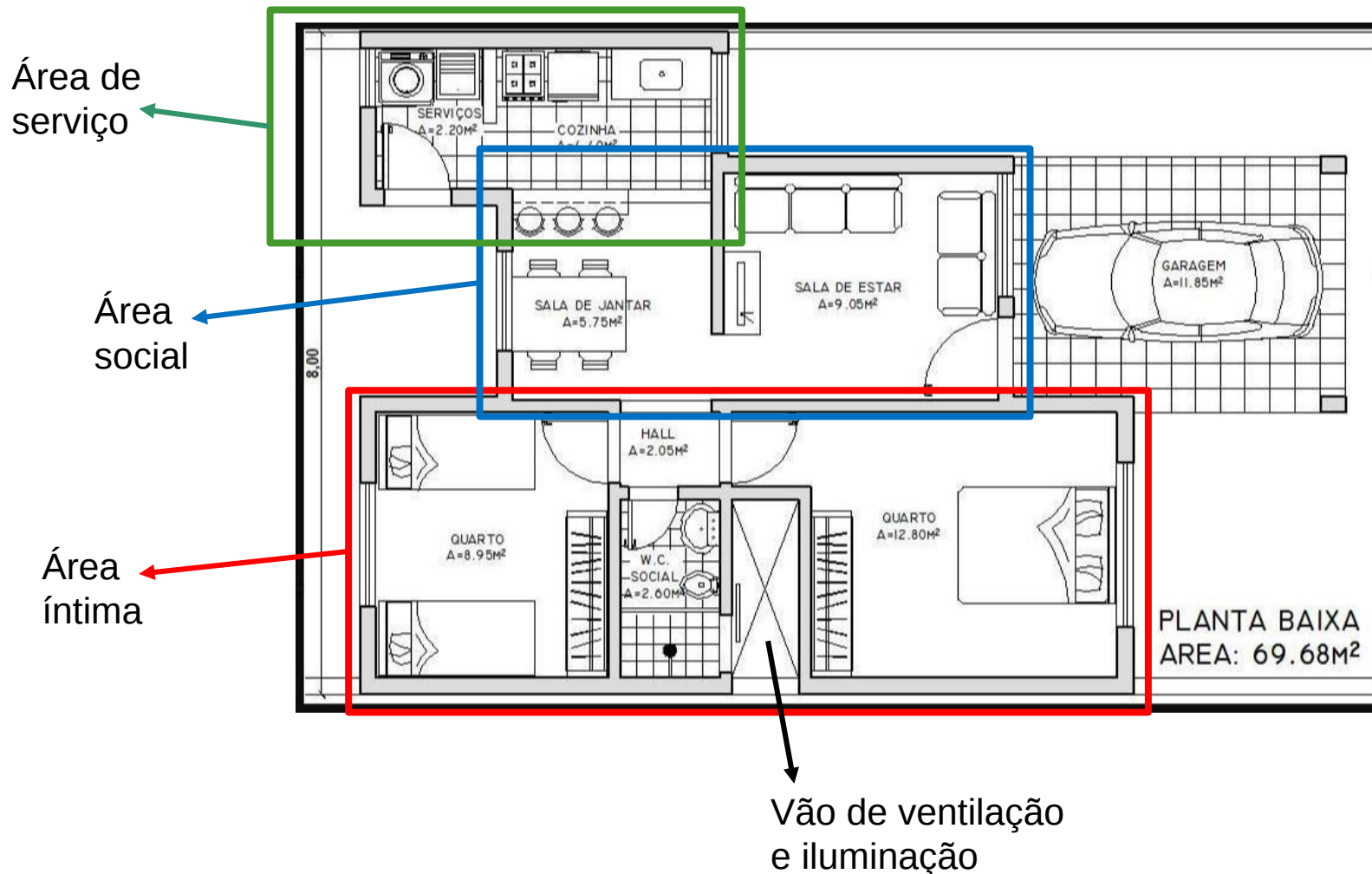
Projeto arquitetônico

- Circulação íntima e espaço (A) com falta de planejamento



Projeto arquitetônico

- Divisão dos ambientes em áreas comuns com previsão de segurança e privacidade aos seus usuários

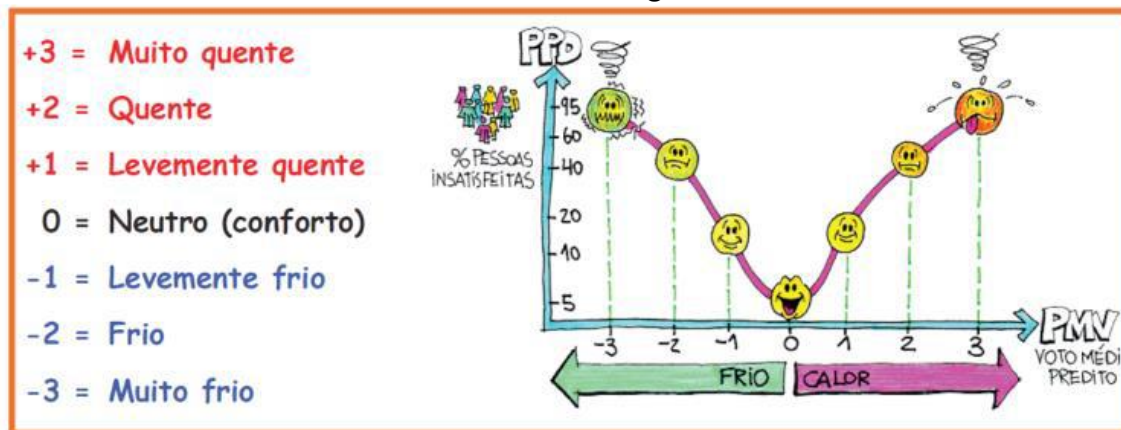


Fonte: o autor

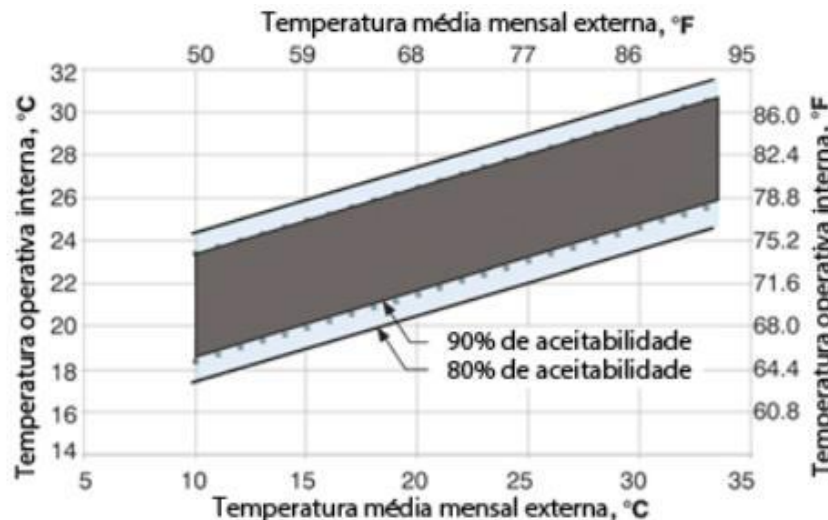
Conforto térmico

- As amplitudes térmicas de muitas cidades e as frequentes reclamações sobre o conforto térmico;

Método Fanger



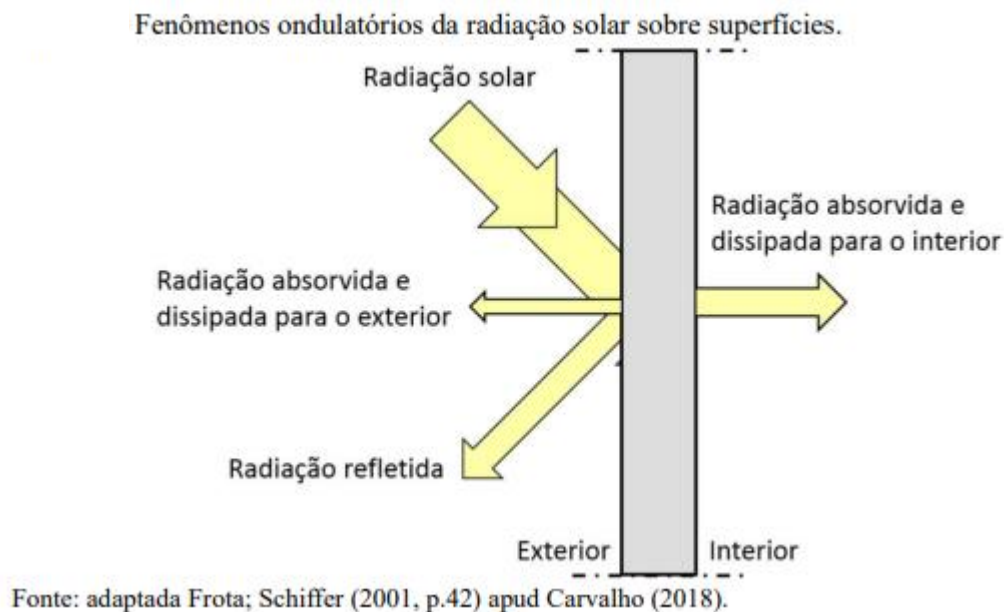
Fonte: Fonte: Lamberts; Dutra; Pereira (2014)



Fonte: Adaptada de ASHRAE (2013, p. 22).

Variáveis

- O material utilizado na construção
- O tipo de superfícies
- A coloração da superfície



Variáveis

- Zoneamento bioclimático



Fonte: Lamberts, Dutra, Pereira (2014)

Variáveis

- Zoneamento bioclimático

Tabela 19 — Aberturas para ventilação e sombreamento das aberturas para a zona bioclimática 7

Aberturas para ventilação	Sombreamento das aberturas
Pequenas	Sombrear aberturas

Tabela 20 — Tipos de vedações externas para a zona bioclimática 7

Vedações externas
Parede: Pesada
Cobertura: Pesada

Estratégia	Detalhamento	BA	Barreiras	DFHIJ	7
D	Caracteriza a zona de conforto térmico (a baixas umidades)				
F	As sensações térmicas são melhoradas através da desumidificação dos ambientes. Esta estratégia pode ser obtida através da renovação do ar interno por ar externo através da ventilação dos ambientes				
G e H	Em regiões quentes e secas, a sensação térmica no período de verão pode ser amenizada através da evaporação da água. O resfriamento evaporativo pode ser obtido através do uso de vegetação, fontes de água ou outros recursos que permitam a evaporação da água diretamente no ambiente que se deseja resfriar				
I e J	A ventilação cruzada é obtida através da circulação de ar pelos ambientes da edificação. Isto significa que se o ambiente tem janelas em apenas uma fachada, a porta deve ser mantida aberta para permitir a ventilação cruzada. Também deve-se atentar para os ventos predominantes da região e para o entorno, pois o entorno pode alterar significativamente a direção dos ventos				

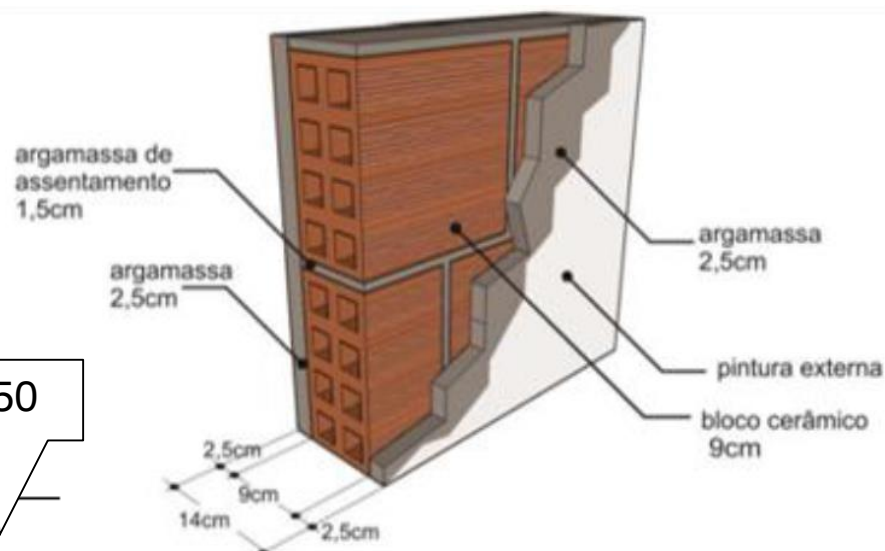
Fonte: NBR 15220-3(2005)

Conforto térmico

- **Araújo (2018)**: as alvenarias simples e revestimentos convencionais utilizados na cidade de Barreiras (BA) não atendem tanto em transmitância térmica como no atraso térmico, recomendados pela ABNT NBR 15220-3 (2005).

Transmitância térmica - U (W/m ² .K)	Capacidade térmica - C _T (kJ/(m ² .K))	Atraso térmico - ϕ (horas)
2,32	146,87	3,32

$$\phi \geq 6,50$$



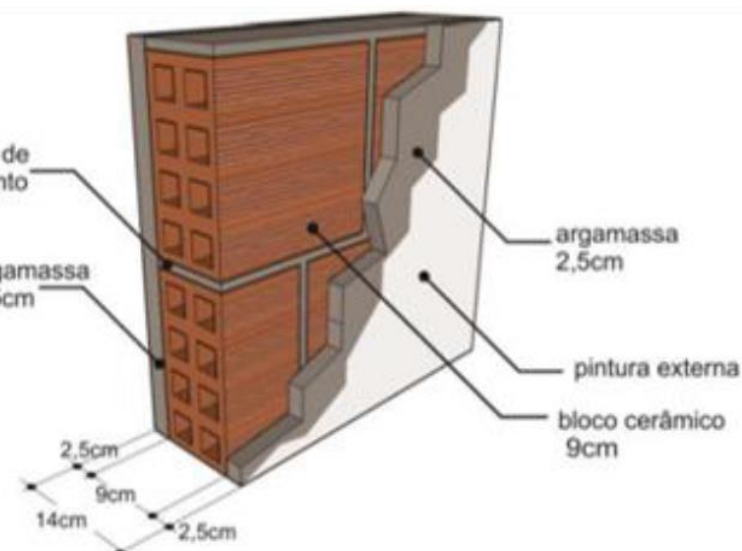
Fonte: ARAÚJO, H.F., 2018

Conforto térmico

- **Araújo (2018)**: as alvenarias simples e revestimentos convencionais utilizados na cidade de Barreiras (BA) não atendem tanto em transmitância térmica como no atraso térmico, recomendados pela ABNT NBR 15220-3 (2005).
- **Coefficiente de transmissão térmica (U)**: descreve a taxa de transferência de calor que passa por um material. Menor valor de U, melhor é a sua capacidade de isolamento térmico.

Transmitância térmica - U (W/m ² .K)	Capacidade térmica - C _T (kJ/(m ² .K))	Atraso térmico - ϕ (horas)
2,32	146,87	3,32

$$\phi \geq 6,50$$



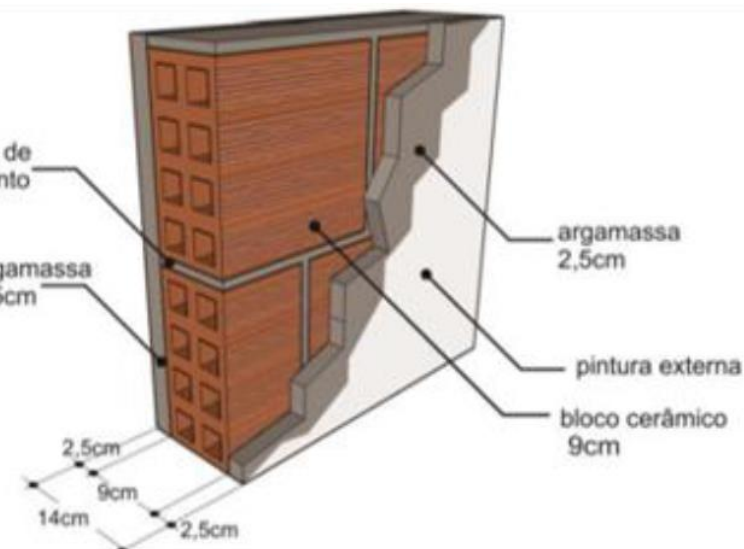
Fonte: ARAÚJO, H.F., 2018

Conforto térmico

- **Araújo (2018)**: as alvenarias simples e revestimentos convencionais utilizados na cidade de Barreiras (BA) não atendem tanto em transmitância térmica como no atraso térmico, recomendados pela ABNT NBR 15220-3 (2005).
- **Coefficiente de transmissão térmica (U)**: descreve a taxa de transferência de calor que passa por um material. Menor valor de U, melhor é a sua capacidade de isolamento térmico.
- **Atraso térmico (ϕ)**: é o tempo necessário para uma onda térmica atravessar um componente construtivo.

Transmitância térmica - U (W/m ² .K)	Capacidade térmica - C _T (kJ/(m ² .K))	Atraso térmico - ϕ (horas)
2,32	146,87	3,32

$$\phi \geq 6,50$$



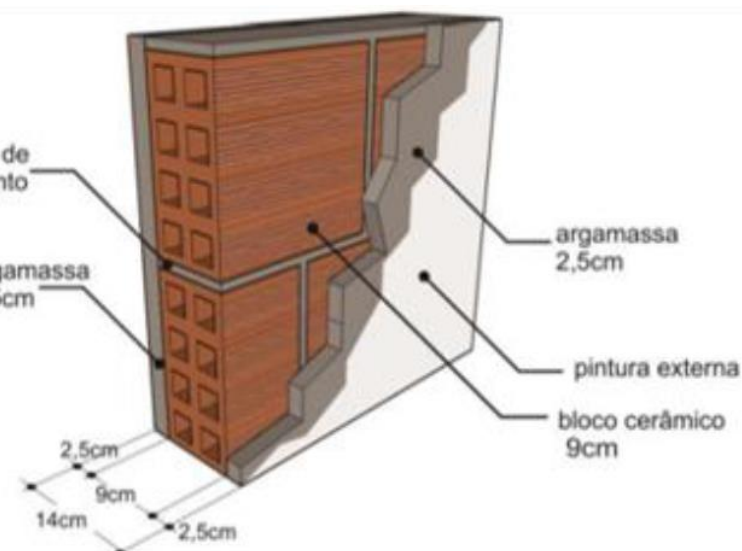
Fonte: ARAÚJO, H.F., 2018

Conforto térmico

- **Araújo (2018)**: as alvenarias simples e revestimentos convencionais utilizados na cidade de Barreiras (BA) não atendem tanto em transmitância térmica como no atraso térmico, recomendados pela ABNT NBR 15220-3 (2005).
- **Coefficiente de transmissão térmica (U)**: descreve a taxa de transferência de calor que passa por um material. Menor valor de U, melhor é a sua capacidade de isolamento térmico.
- **Atraso térmico (ϕ)**: é o tempo necessário para uma onda térmica atravessar um componente construtivo.
- **Capacidade Térmica (C_T)**: Trata-se da maior ou menor capacidade de um material construtivo armazenar calor, e liberar após certo tempo.

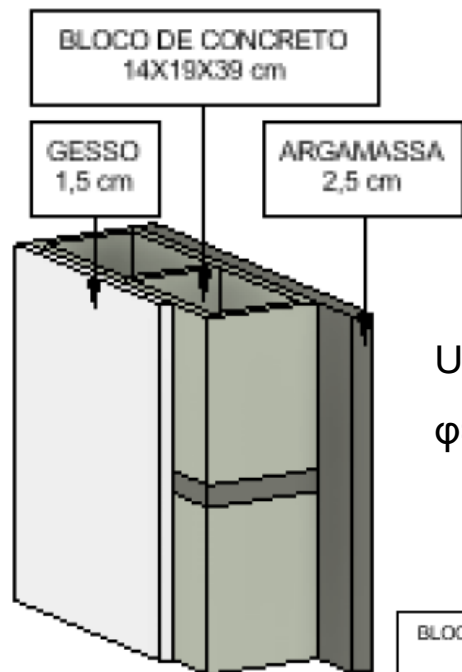
Transmitância térmica - U (W/m ² .K)	Capacidade térmica - C _T (kJ/(m ² .K))	Atraso térmico - ϕ (horas)
2,32	146,87	3,32

$$\phi \geq 6,50$$



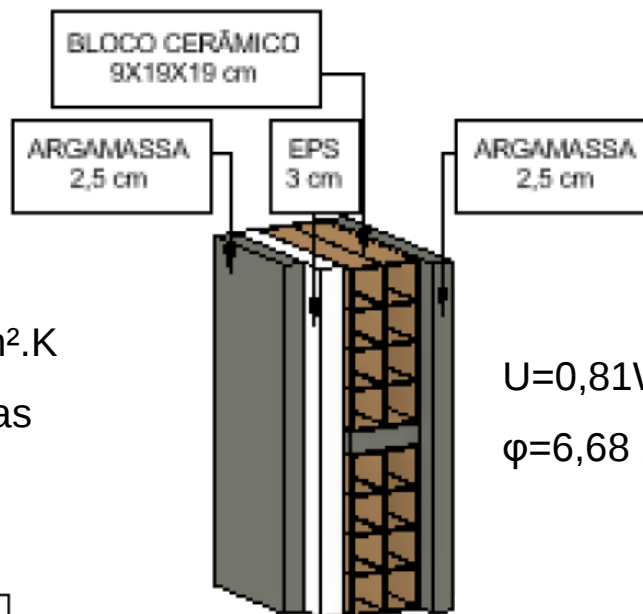
Fonte: ARAÚJO, H.F., 2018

- Alvenarias / paredes



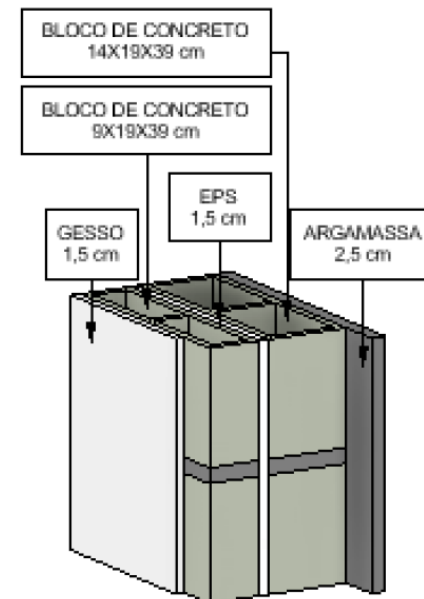
$$U=2,63\text{W/m}^2.\text{K}$$

$$\phi=4,84 \text{ horas}$$



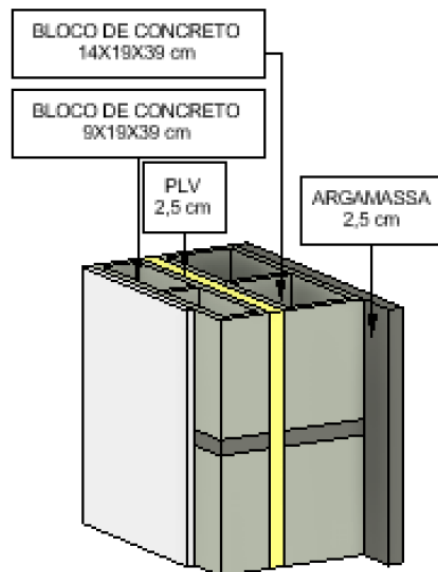
$$U=0,81\text{W/m}^2.\text{K}$$

$$\phi=6,68 \text{ horas}$$



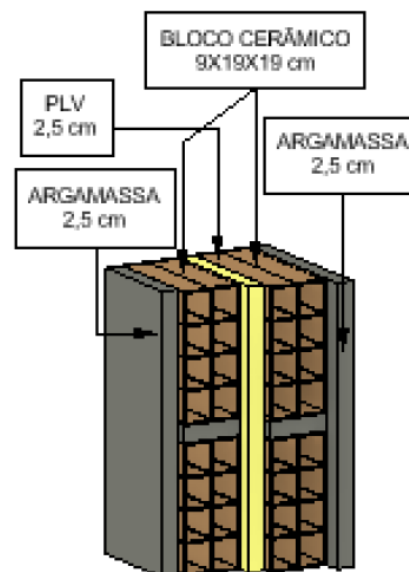
$$U=1,11\text{W/m}^2.\text{K}$$

$$\phi=11,61 \text{ horas}$$



$$U=0,90\text{W/m}^2.\text{K}$$

$$\phi=13,17 \text{ horas}$$



$$U=0,77\text{W/m}^2.\text{K}$$

$$\phi=8,19 \text{ horas}$$

Atender a
NBR15220-3

$$U \leq 2,20 \text{ W/m}^2.\text{K}$$

$$\phi \geq 6,50 \text{ horas}$$

Fonte: Silva, B.A. (2021);
Araújo, H.F. (2018)

- Condutividade térmica (λ): representa a capacidade do material em conduzir maior ou menor quantidade de calor por unidade de tempo; menores valores de λ são os isolantes;

Material	Espessura (cm)	Condutividade - λ (W/m.°C)	Densidade - ρ (kg/m³)	Calor específico - c (kJ/kg.K)
Argamassa externa	2,50	1,150	2000	1,00
Bloco cerâmico - 9x19x19 cm	1,30	0,900	1600	0,92
Câmara de ar	6,40	0,356	-	-

- Condutividade térmica (λ): representa a capacidade do material em conduzir maior ou menor quantidade de calor por unidade de tempo; menores valores de λ são os isolantes;

Material	Espessura (cm)	Condutividade - λ (W/m.°C)	Densidade - ρ (kg/m³)	Calor específico - c (kJ/kg.K)
Argamassa externa	2,50	1,150	2000	1,00
Bloco cerâmico - 9x19x19 cm	1,30	0,900	1600	0,92
Câmara de ar	6,40	0,356	-	-
Gesso	1,50	0,350	900	0,870

- Condutividade térmica (λ): representa a capacidade do material em conduzir maior ou menor quantidade de calor por unidade de tempo; menores valores de λ são os isolantes;

Material	Espessura (cm)	Condutividade - λ (W/m.°C)	Densidade - ρ (kg/m³)	Calor específico - c (kJ/kg.K)
Argamassa externa	2,50	1,150	2000	1,00
Bloco cerâmico - 9x19x19 cm	1,30	0,900	1600	0,92
Câmara de ar	6,40	0,356	-	-
Gesso	1,50	0,350	900	0,870
Placa de EPS	3,00	0,040	14	1,42

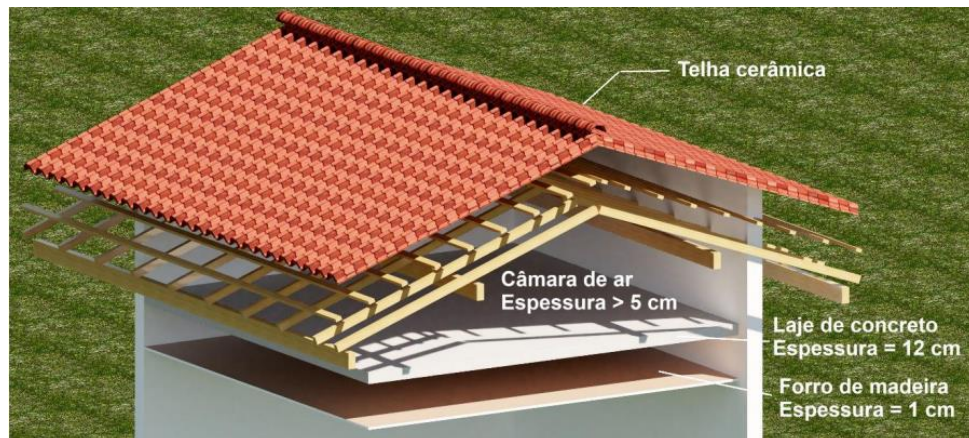
- Condutividade térmica (λ): representa a capacidade do material em conduzir maior ou menor quantidade de calor por unidade de tempo; menores valores de λ são os isolantes;

Material	Espessura (cm)	Condutividade - λ (W/m.°C)	Densidade - ρ (kg/m³)	Calor específico - c (kJ/kg.K)
Argamassa externa	2,50	1,150	2000	1,00
Bloco cerâmico - 9x19x19 cm	1,30	0,900	1600	0,92
Câmara de ar	6,40	0,356	-	-
Gesso	1,50	0,350	900	0,870
Placa de EPS	3,00	0,040	14	1,42
Bloco de concreto - 14x19x39 cm	3,00	1,750	2400	1,00
Bloco de concreto - 9x19x39 cm	1,73	1,750	2400	1

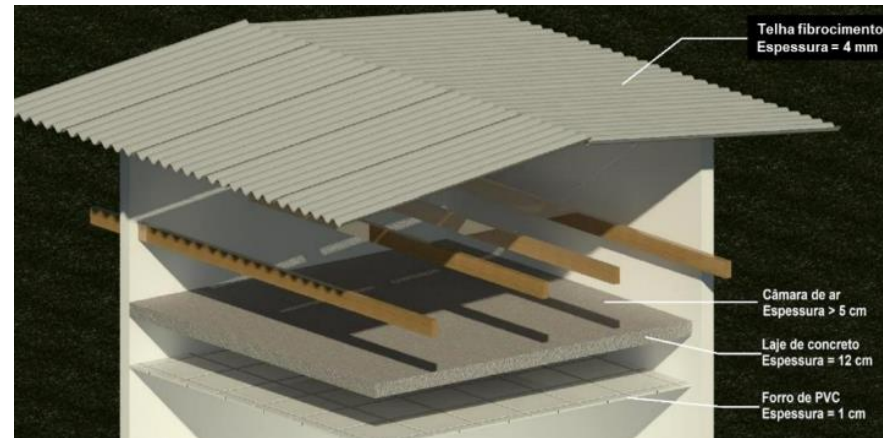
- Condutividade térmica (λ): representa a capacidade do material em conduzir maior ou menor quantidade de calor por unidade de tempo; menores valores de λ são os isolantes;

Material	Espessura (cm)	Condutividade - λ (W/m.°C)	Densidade - ρ (kg/m³)	Calor específico - c (kJ/kg.K)
Argamassa externa	2,50	1,150	2000	1,00
Bloco cerâmico - 9x19x19 cm	1,30	0,900	1600	0,92
Câmara de ar	6,40	0,356	-	-
Gesso	1,50	0,350	900	0,870
Placa de EPS	3,00	0,040	14	1,42
Bloco de concreto - 14x19x39 cm	3,00	1,750	2400	1,00
Bloco de concreto - 9x19x39 cm	1,73	1,750	2400	1
Painel semi-rígido de lã de vidro	2,50	0,043	20	0,70

- Coberturas / telhados



$$U=1,28\text{W/m}^2.\text{K}$$



$$U=1,32\text{W/m}^2.\text{K}$$

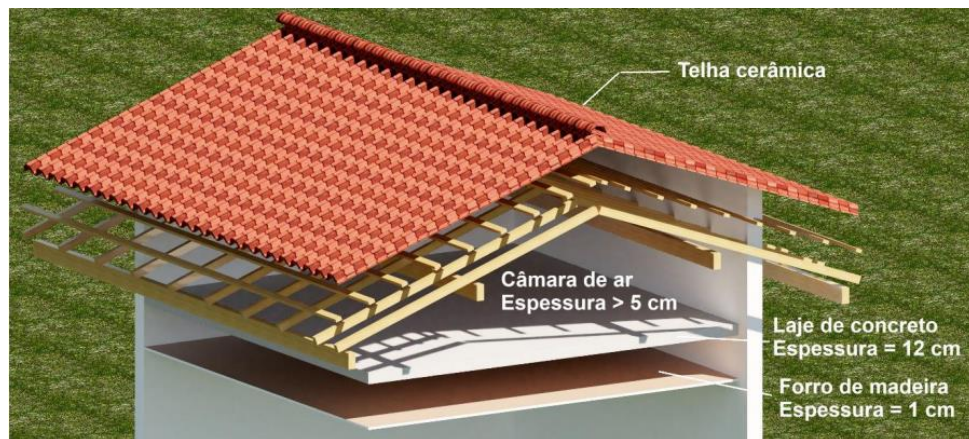
Tabela 6 - Valores recomendados para as diretrizes construtivas da zona bioclimática 7

Diretriz construtiva	Parâmetro de referência		
	Área - A (em % da área do piso)	Transmitância térmica - U (W/m ² .K)	Atraso térmico - ϕ (Horas)
Coberturas pesadas	-	$U \leq 2,00$	$\geq 6,5$

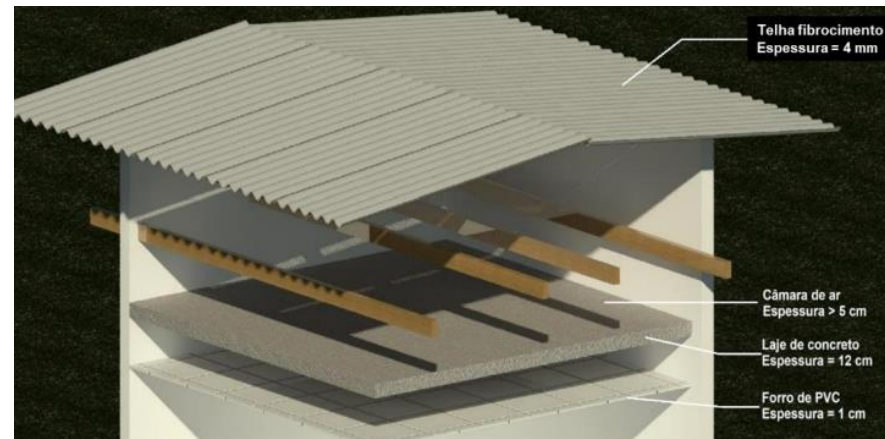
Fonte: Adaptado de NBR 15220-3 (ABNT, 2005).

Fonte: Cardoso, A.C. (2024)

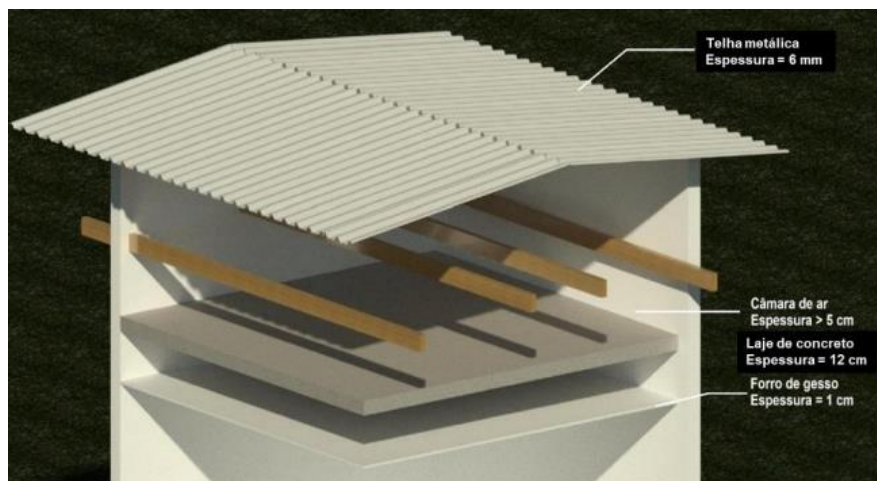
- Coberturas / telhados



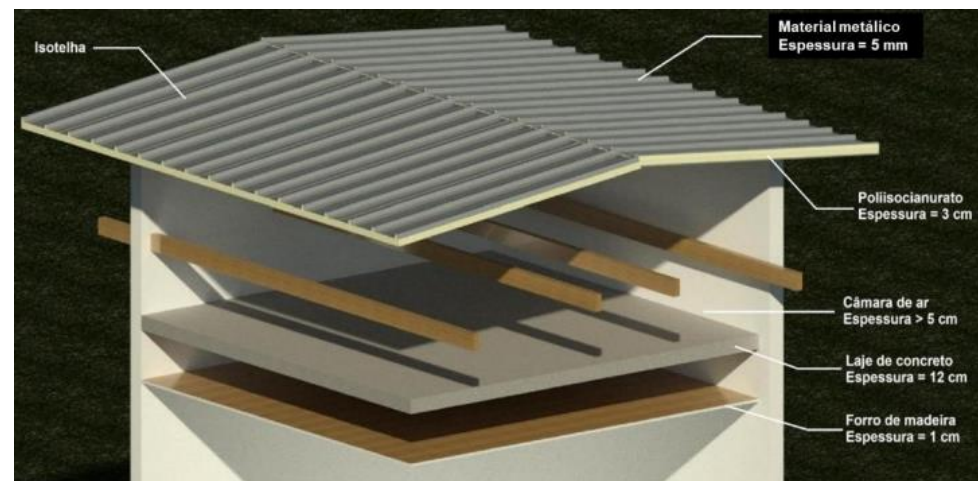
$$U=1,28W/m^2.K$$



$$U=1,32W/m^2.K$$



$$U=0,89W/m^2.K$$



$$U=0,41W/m^2.K$$

Fonte: Cardoso, A.C. (2024)

- Condutividade térmica (λ): representa a capacidade do material em conduzir maior ou menor quantidade de calor por unidade de tempo; menores valores de λ são os isolantes;

Material	Espessura (m)	Calor específico c (kJ/kg.K)	Condutividade λ (W/m.°C)	Densidade ρ (kg/m³)
Telha Cerâmica	0,01	0,92	0,7	1200
Telha Fibrocimento	0,004	0,84	0,65	1700
Telha Metálica	0,006	0,88	230	2700
Isotelha	0,03	1,674	0,023	44
Laje de Concreto	0,12	1	1,75	2300
Forro de Gesso	0,01	0,84	0,5	1200
Forro de PVC	0,01	0	0,2	1300
Forro de Madeira	0,01	1,34	0,15	575

Metodologia

11 Desempenho térmico

11.1 Generalidades

A edificação habitacional deve reunir características que atendam aos requisitos de desempenho térmico, considerando-se a zona bioclimática definida na ABNT NBR 15220-3.

Esta parte da ABNT NBR 15575 estabelece um procedimento normativo apresentado a seguir, com um procedimento informativo mostrado no Anexo A para avaliação da adequação de habitações:

- a) Procedimento 1 – Simplificado (normativo): atendimento aos requisitos e critérios para os sistemas de vedação e coberturas, conforme ABNT NBR 15575-4 e ABNT NBR 15575-5. Para os casos em que a avaliação de transmitância térmica e capacidade térmica, conforme os critérios e métodos estabelecidos nas ABNT NBR 15575-4 e ABNT NBR 15575-5, resultem em desempenho térmico insatisfatório, o projetista deve avaliar o desempenho térmico da edificação como um todo pelo método da simulação computacional conforme 11.2.
- b) Procedimento 2 – Medição (informativo, Anexo A): verificação do atendimento aos requisitos e critérios estabelecidos nesta Norma, por meio da realização de medições em edificações ou protótipos construídos. Este método é de caráter meramente informativo e não se sobrepõe aos procedimentos descritos no item a), conforme disposto na Diretiva 2 da ABNT.

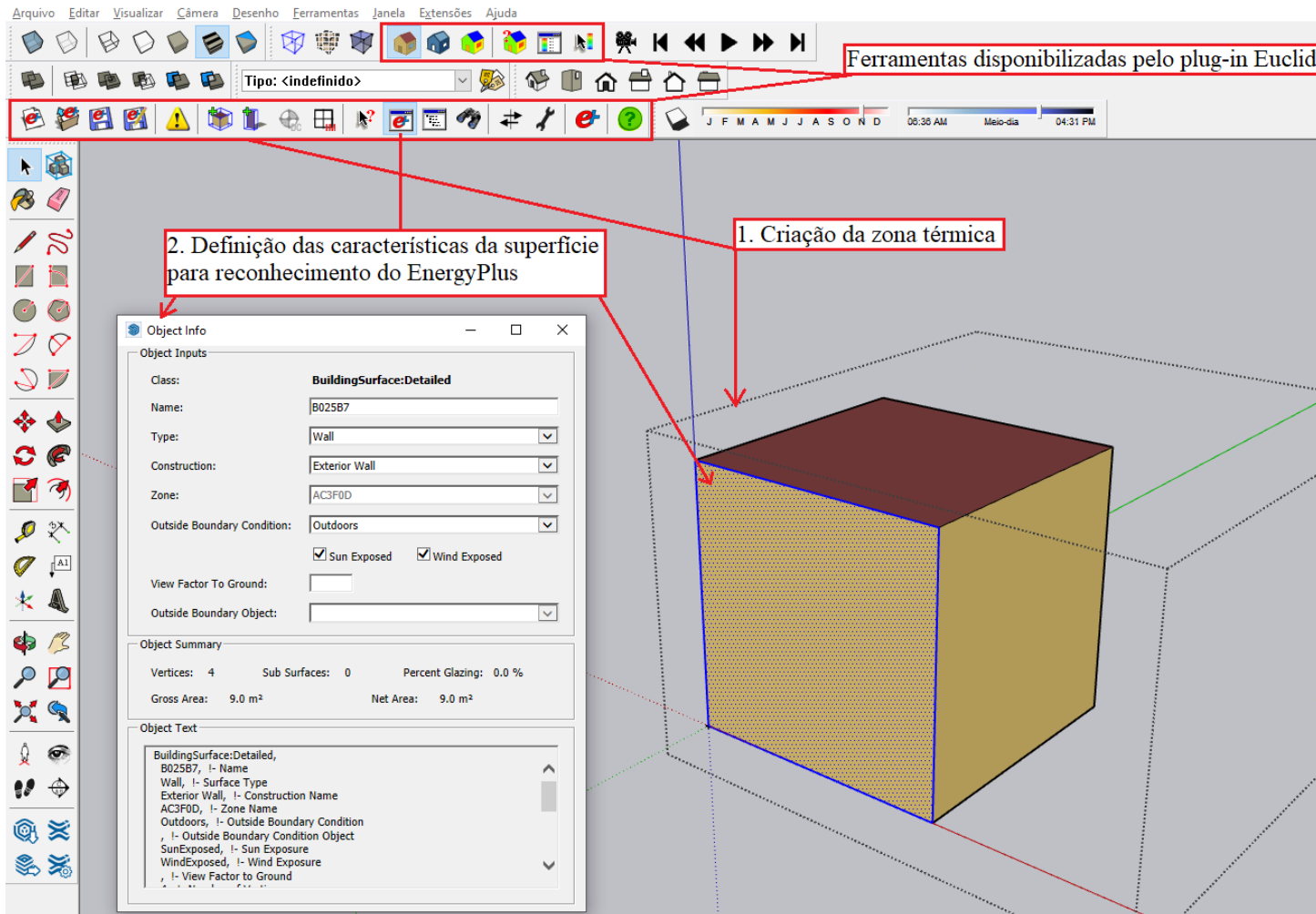
Para a realização das simulações computacionais recomenda-se o emprego do programa EnergyPlus. Outros programas de simulação podem ser utilizados, desde que permitam a determinação do comportamento térmico de edificações sob condições dinâmicas de exposição ao clima, sendo capazes de reproduzir os efeitos de inércia térmica e validados pela ASHRAE Standard 140.

Como condição crítica do ponto de vista térmico, adotar:

- a) verão: janela do dormitório ou da sala voltada para oeste e a outra parede exposta voltada para norte. Caso não seja possível, o ambiente deve ter pelo menos uma janela voltada para oeste;

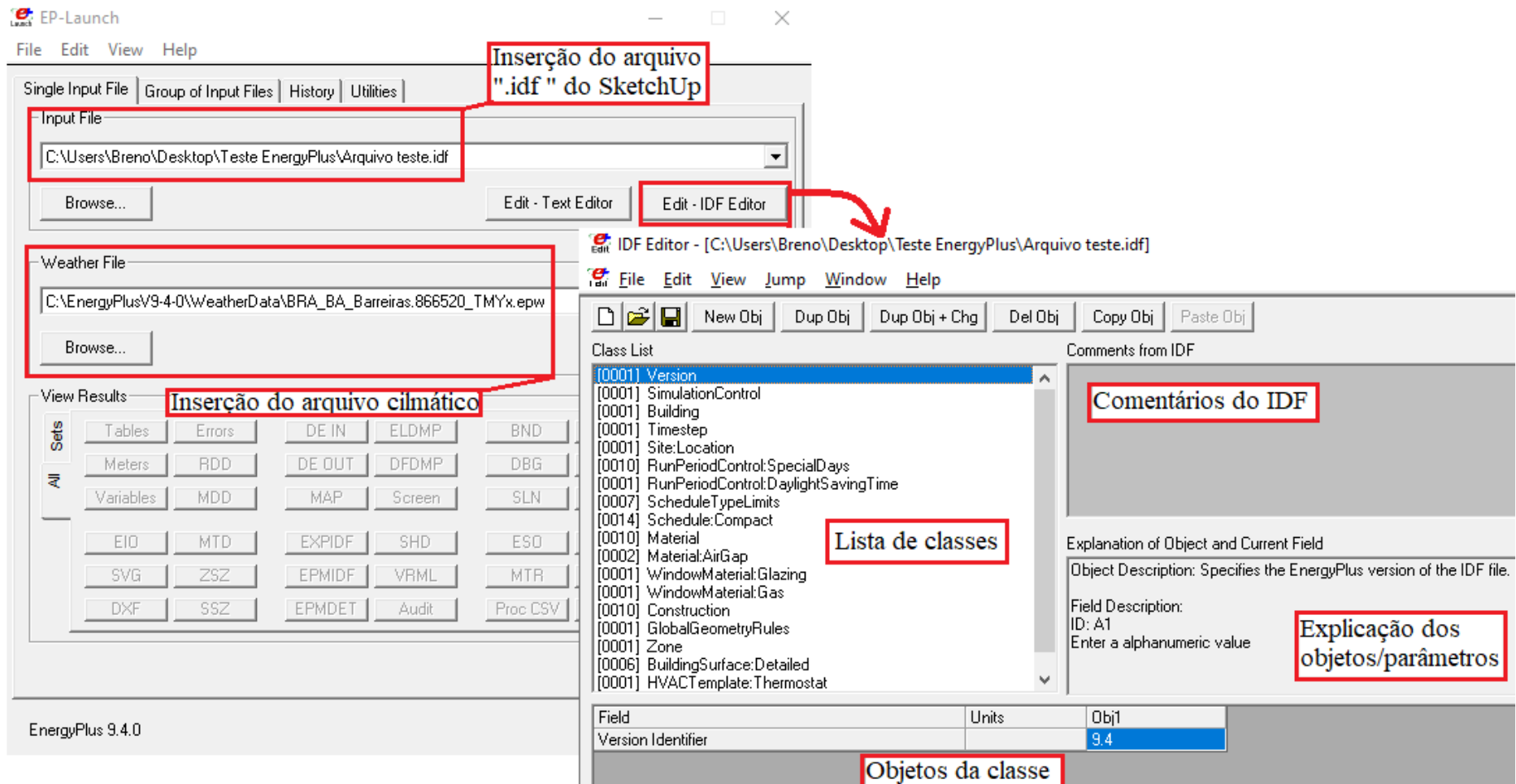
Metodologia

- Modelagem no SketchUP com plugin Euclid



Metodologia

- Parametrização no EnergyPlus



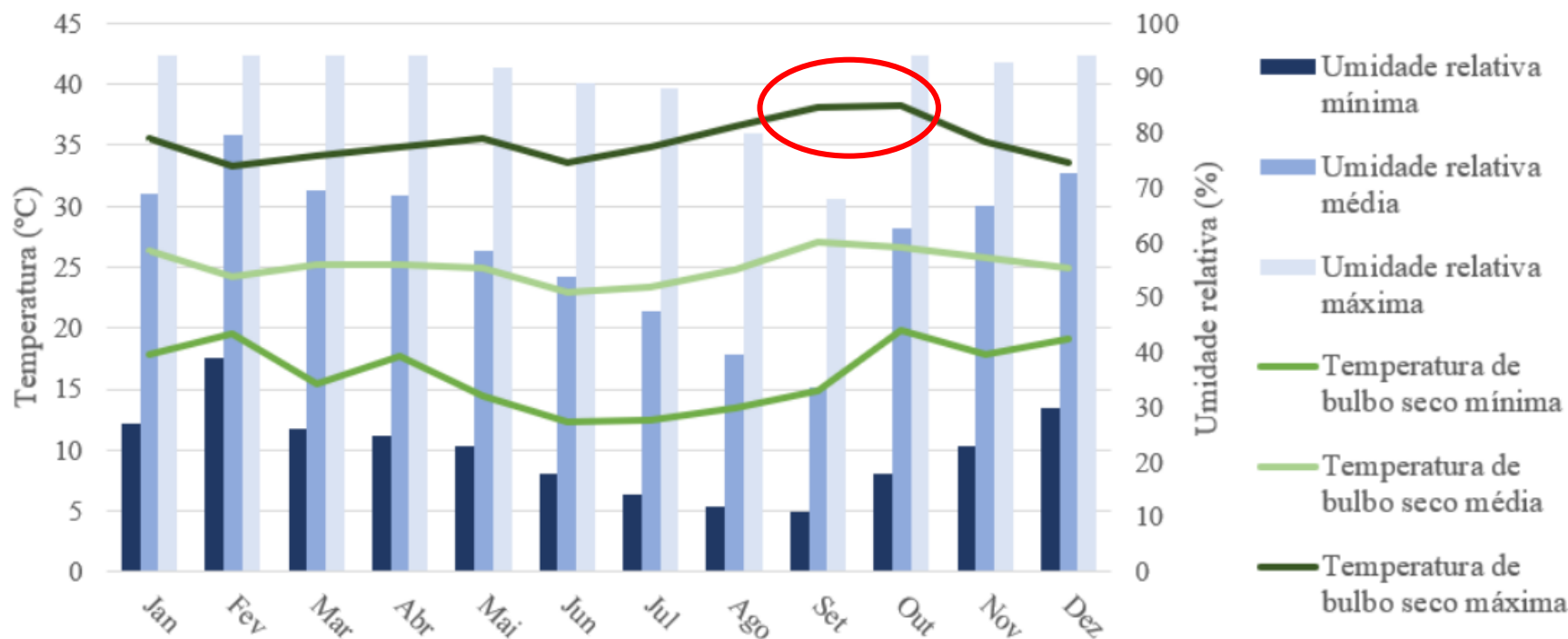
The image shows the EnergyPlus EP-Launch and IDF Editor interfaces. The EP-Launch window on the left has three main sections: Input File, Weather File, and View Results. The Input File section shows a path to a test file. The Weather File section shows a path to a weather file. The View Results section has a grid of buttons for different result sets. The IDF Editor window on the right shows a Class List on the left and a Comments from IDF section on the right. The Class List contains a list of objects and their parameters. The Comments section contains a description of the object and its current field. Annotations in red boxes highlight specific features:

- Inserção do arquivo ".idf" do SketchUp**: Points to the Input File section of the EP-Launch window.
- Inserção do arquivo climático**: Points to the Weather File section of the EP-Launch window.
- Comentários do IDF**: Points to the Comments from IDF section of the IDF Editor window.
- Lista de classes**: Points to the Class List section of the IDF Editor window.
- Explicação dos objetos/parâmetros**: Points to the Explanation of Object and Current Field section of the IDF Editor window.
- Objetos da classe**: Points to the Field section of the IDF Editor window.

Metodologia

- Arquivo climático
- NBR 15575-1: Zona bioclimática 7 – simular no dia típico de verão, dispensado análise para o inverno

Figura 11: Temperatura e umidade relativa do município de Barreiras conforme arquivo climático

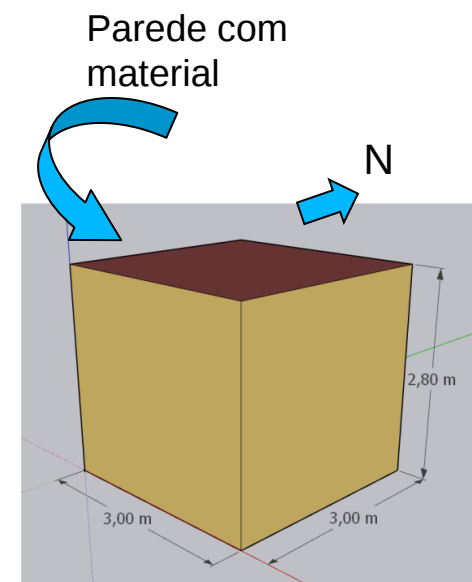
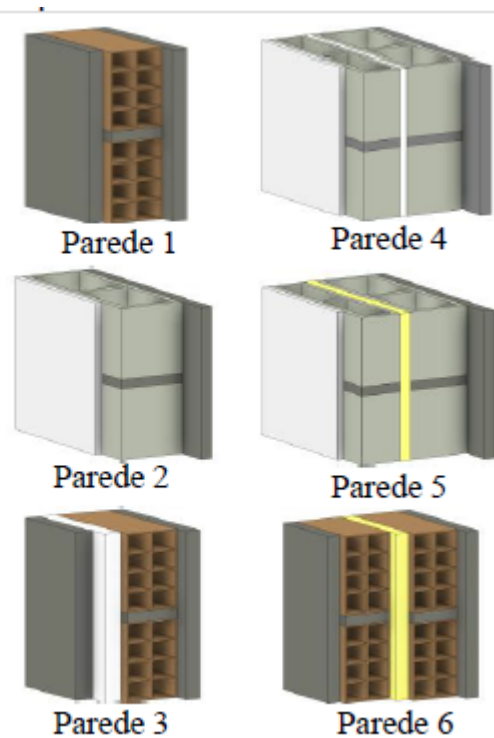
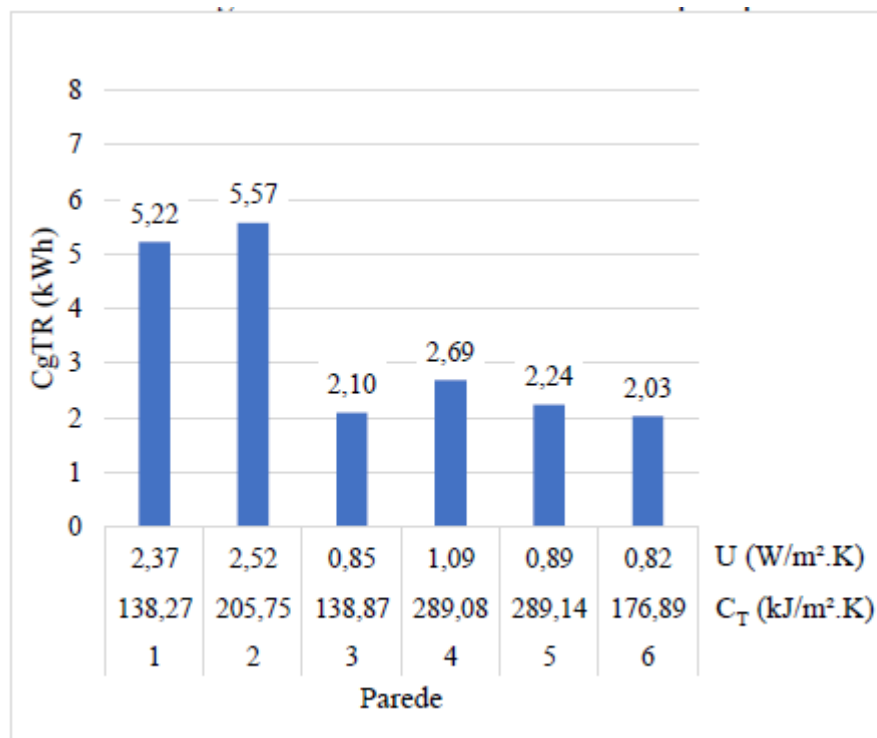


Fonte: Adaptado de Climate One Building (2023)

Resultados

- Cargas térmicas para resfriamento

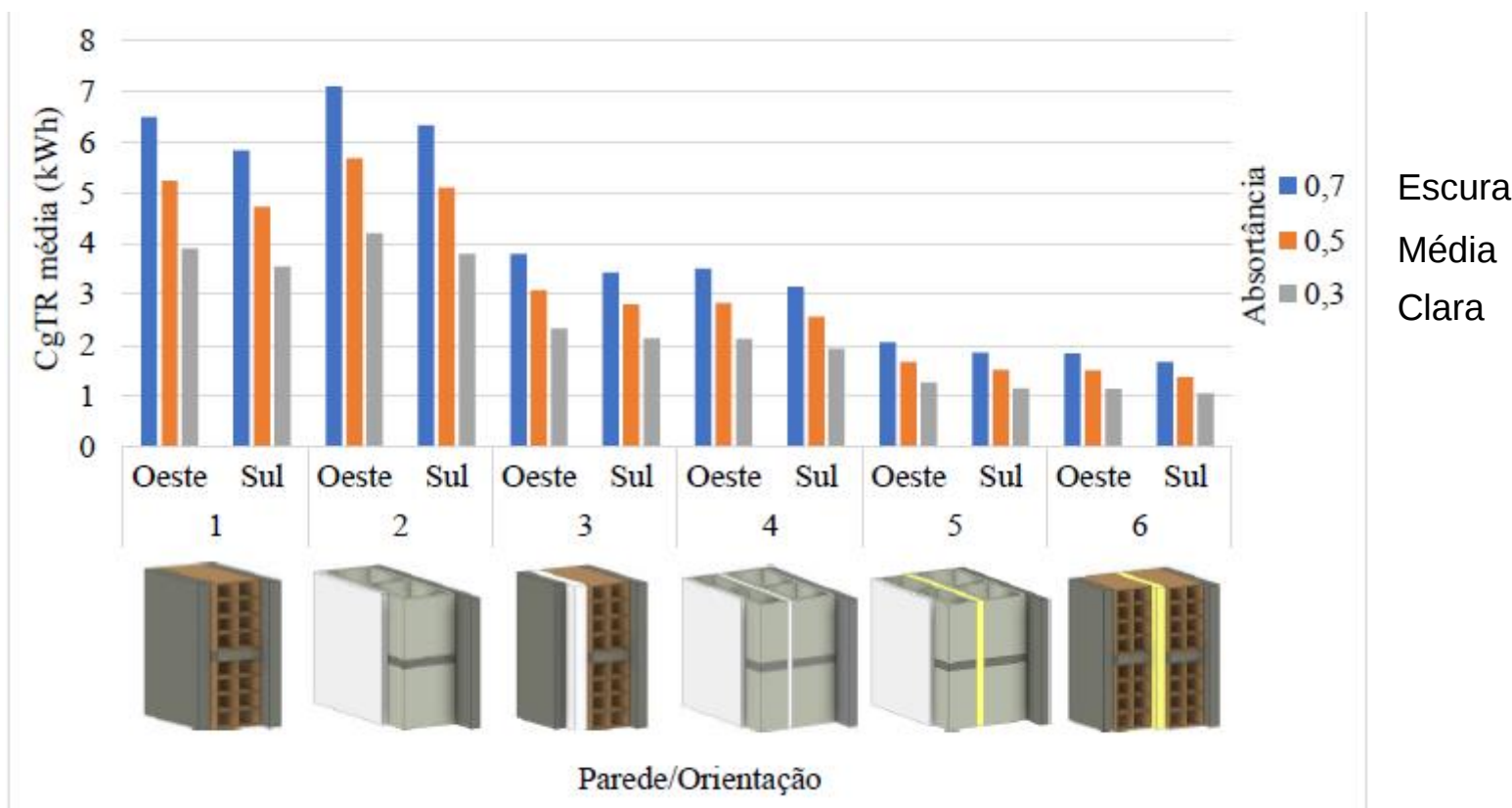
Parede	Orientação	Absortância
1	Oeste	Cor média 0,50
2		
3		
4		
5		
6		



Fonte: Silva, B. (2021)

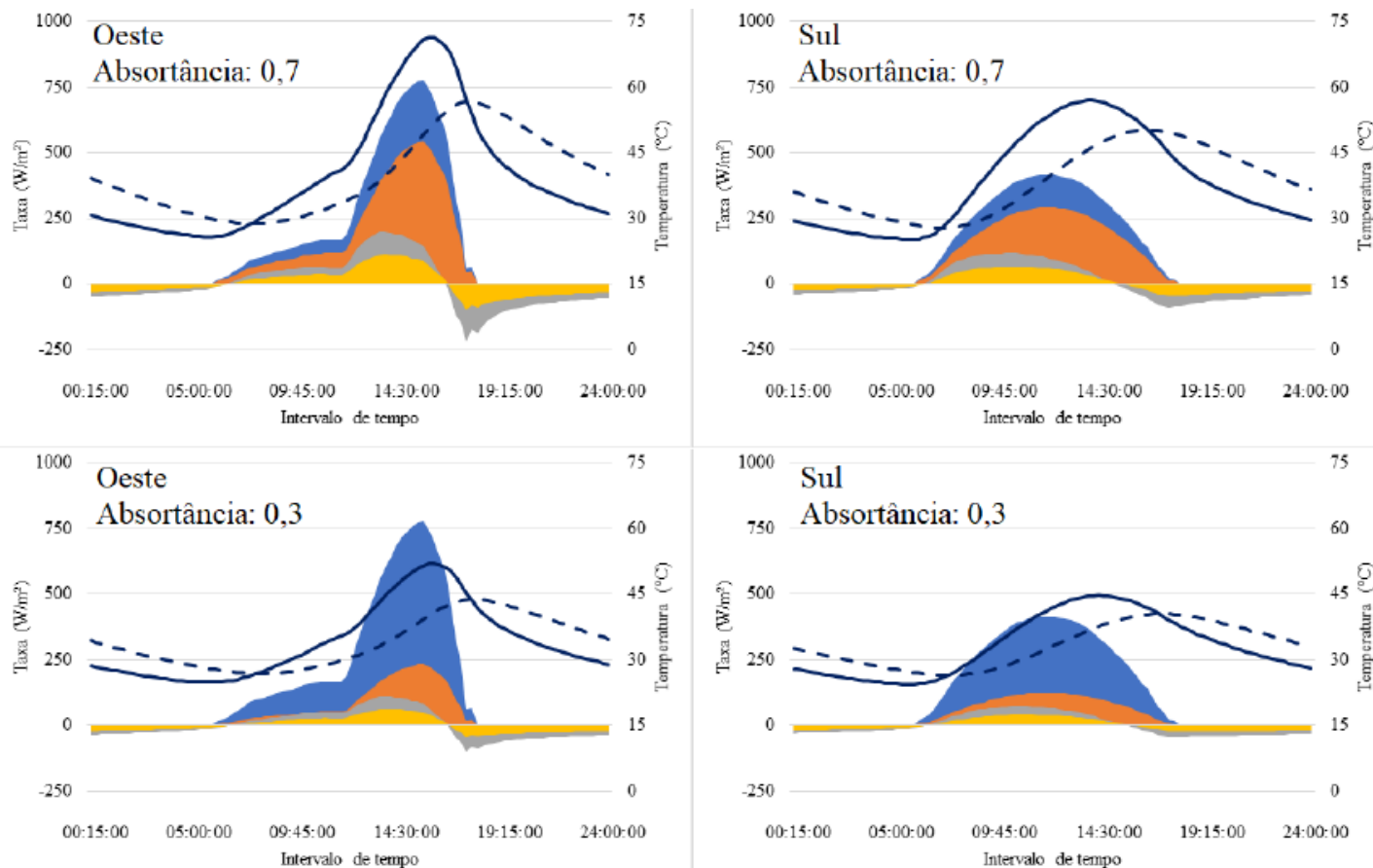
Resultados

- Cargas térmicas para resfriamento



Fonte: Silva, B. (2021)

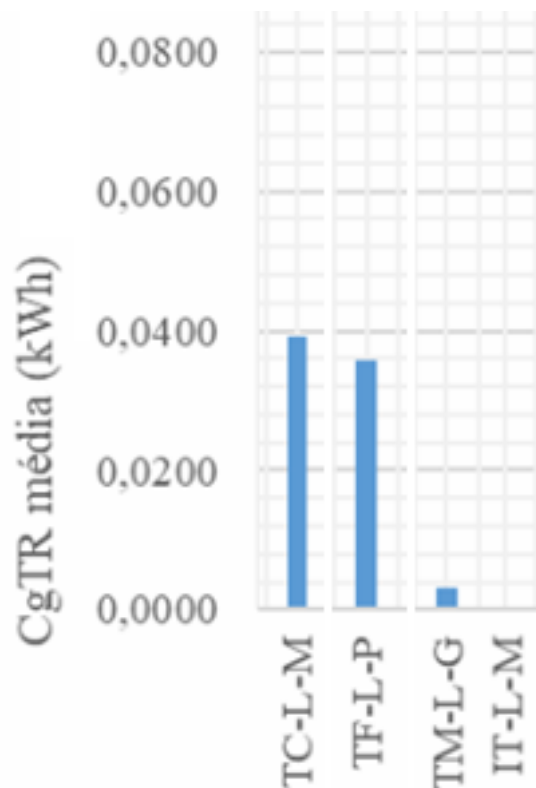
- Análise do comportamento térmico referente aos parâmetros orientação e absorvância



- Taxa de radiação incidente na superfície externa por área (W/m^2).
- Taxa de ganho de calor por radiação solar na superfície externa por área (W/m^2).
- Taxa de armazenamento de calor na superfície por área (W/m^2).
- Taxa média de transferência de calor por condução na superfície, por área (W/m^2).
- Temperatura da superfície externa ($^{\circ}C$).
- Temperatura da superfície interna ($^{\circ}C$).

Fonte: Silva, B. (2021)

- Análise da carga térmica somente da cobertura



Fonte: Silva, L. (2022)

Legenda:

TC-L-M: Telha Cerâmica, Laje de Concreto Maciça e Forro de Madeira; Câmara de ar com $e > 5,0$ cm.

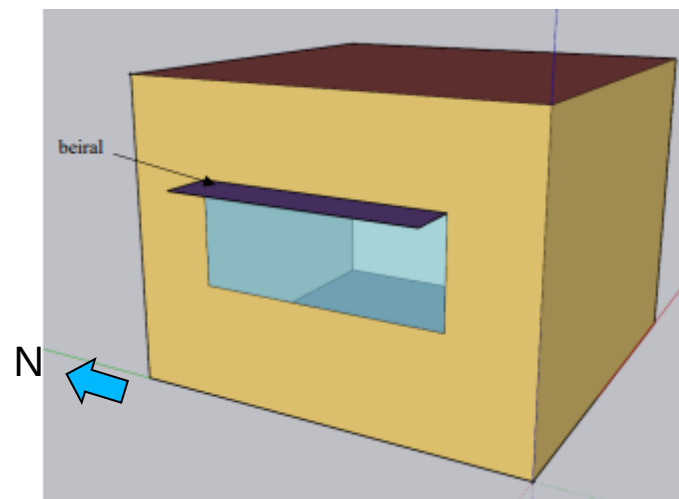
TF-L-P: Telha Fibrocimento, Laje de Concreto Maciça e Forro de PVC. Câmara de ar

TM-L-G: Telha Metálica, Laje de Concreto Maciça, Forro de Gesso, Câmara de ar

IT-L-M: Isotelha com revestimento de material metálico e núcleo isolante com PIR (Poliisocianurato), Laje de Concreto Maciça e Forro de Madeira e Câmara de ar

- Modelo com acréscimo de janela
- Cargas térmicas para resfriamento (em kWh)

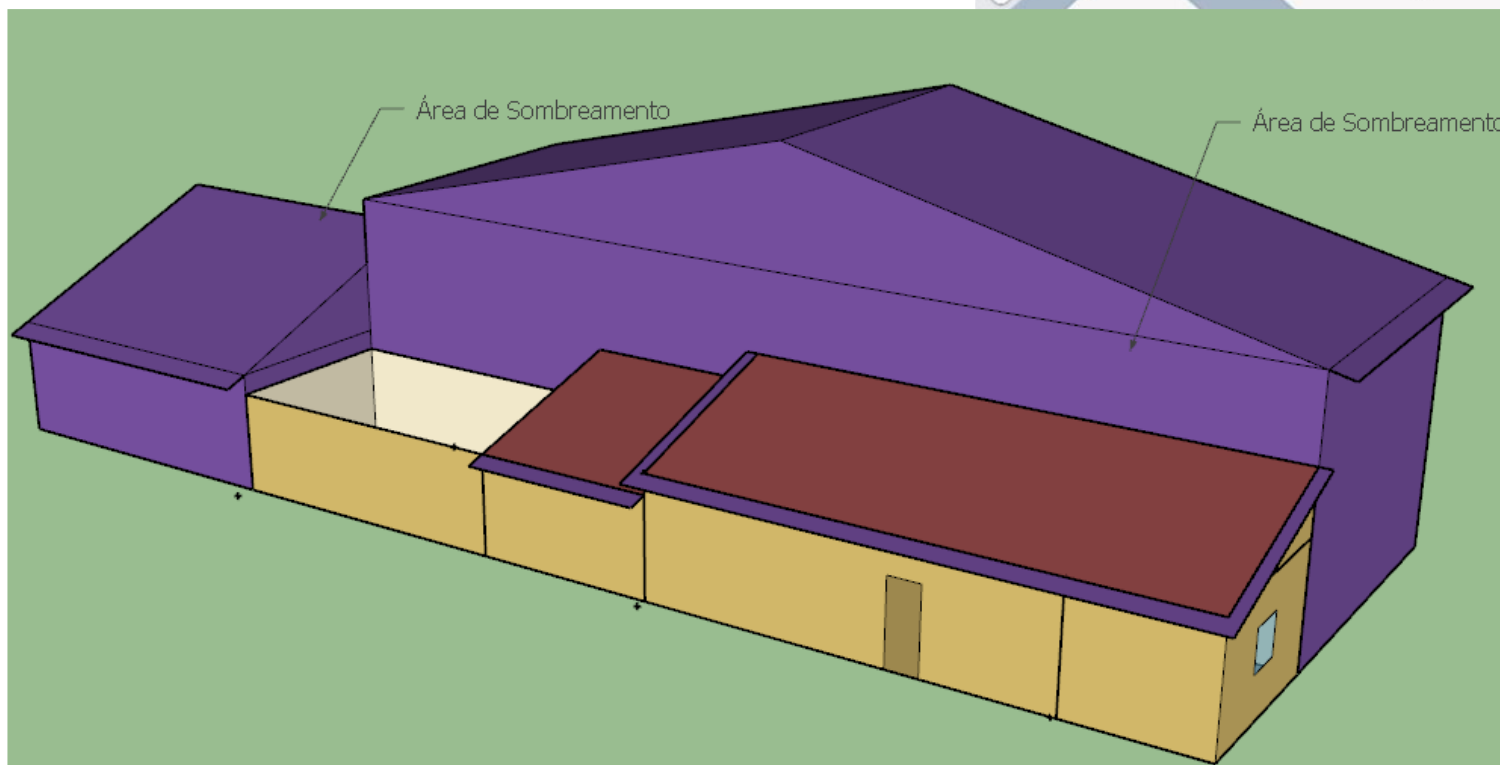
	Sem/com Sombreamento	
	1 ren/h	5 ren/h
0%	1,42	0,98



Fonte: Amarante, B. (2024)

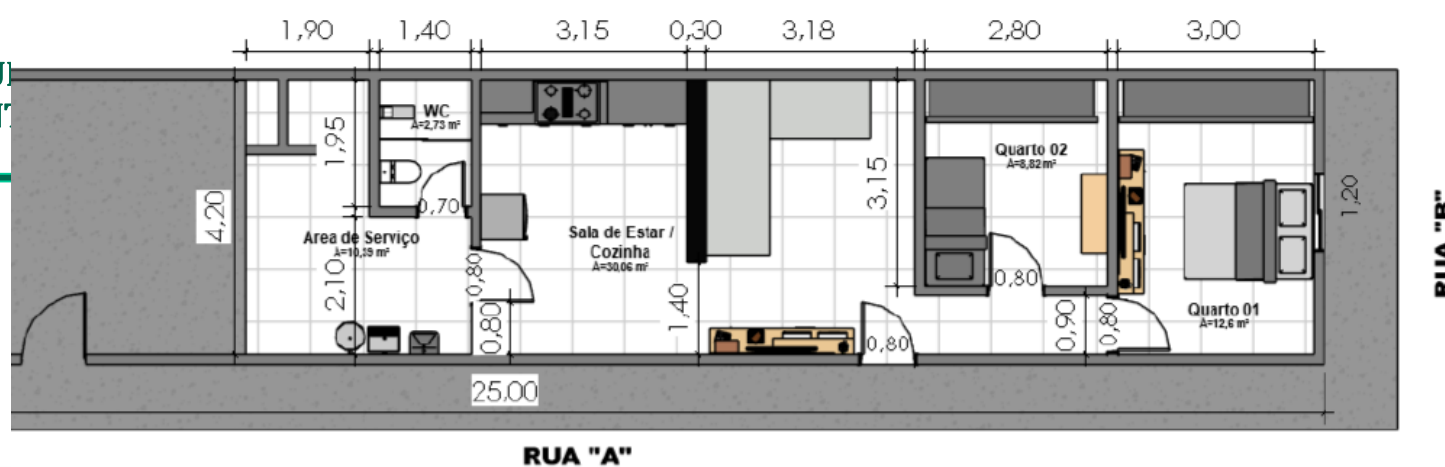
Abertura (%)	OESTE				NORTE			
	Sem		Com		Sem		Com	
	sombreamento		sombreamento		sombreamento		sombreamento	
	1 ren/h	5 ren/h	1 ren/h	5 ren/h	1 ren/h	5 ren/h	1 ren/h	5 ren/h
10	4,52	12,70	3,79	11,95	4,57	12,78	3,59	11,77
12,5	5,04	13,25	4,13	12,33	5,12	13,35	3,85	12,05
15	5,60	13,83	4,48	12,71	5,67	13,91	4,11	12,34
16,7	6,02	14,26	4,74	12,99	6,08	14,34	4,31	12,56

- Estudo de caso



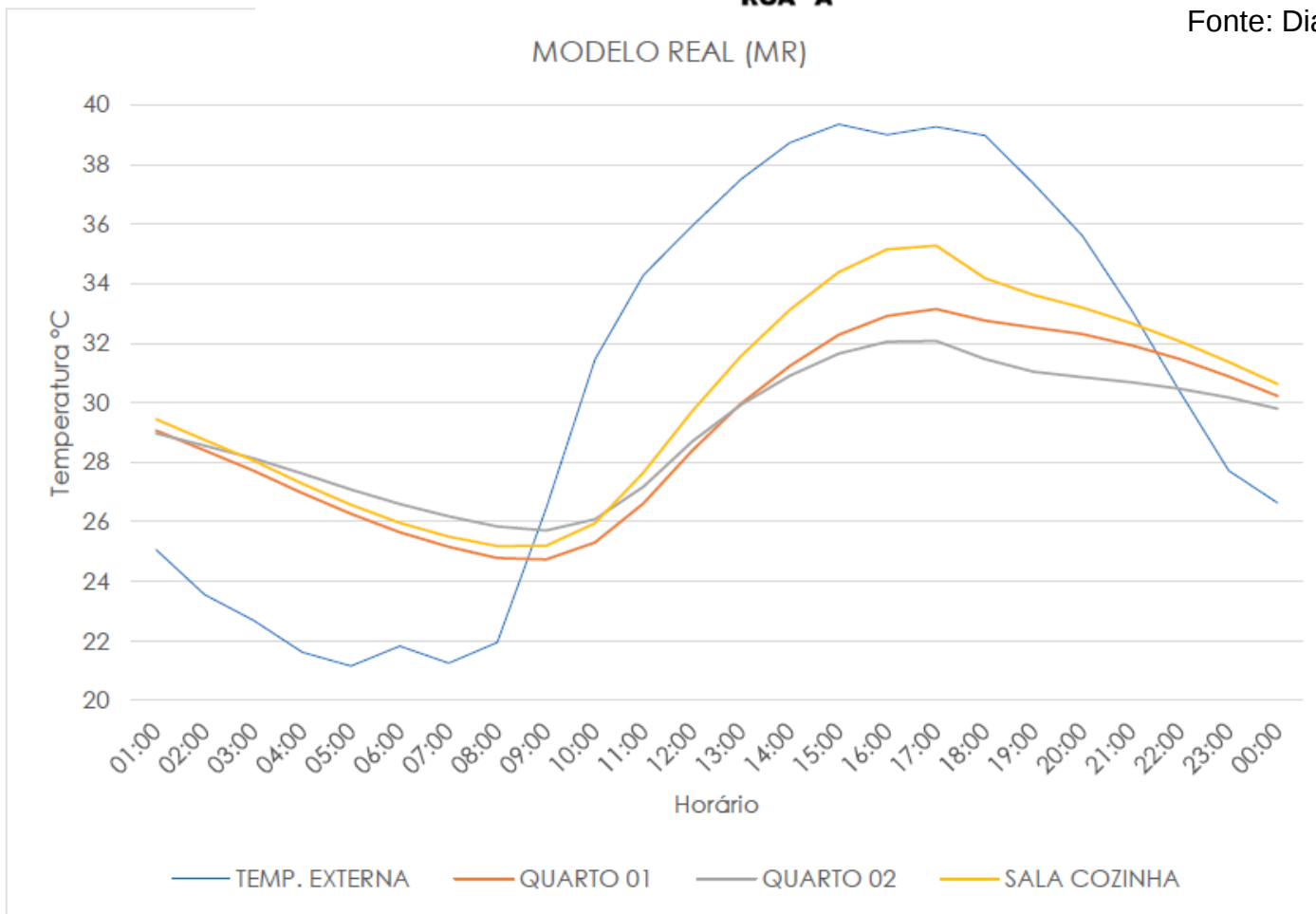
Fonte: Dias, I.C. (2024)

- Estudo de caso
- Temperaturas



RUA "A"

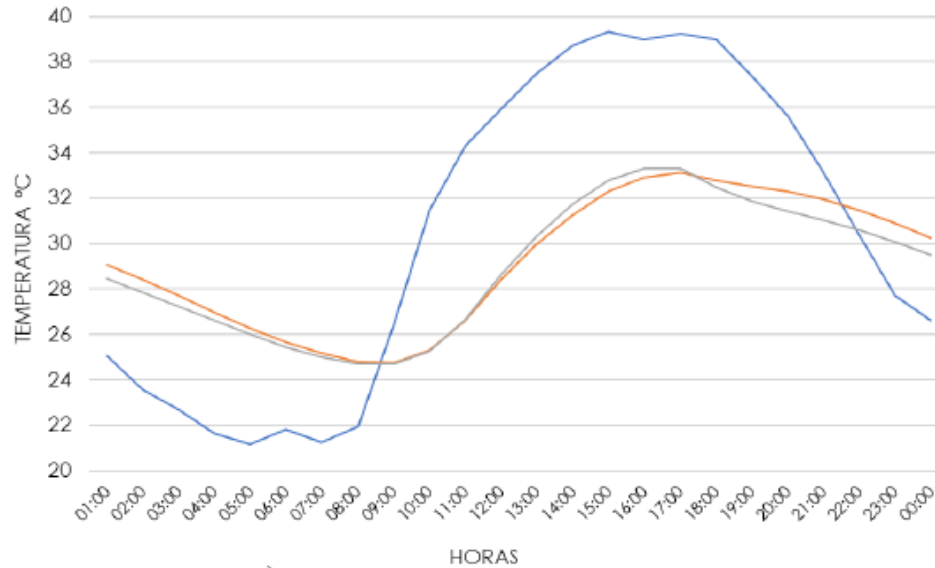
Fonte: Dias, I.C. (2024)



- Estudo de caso

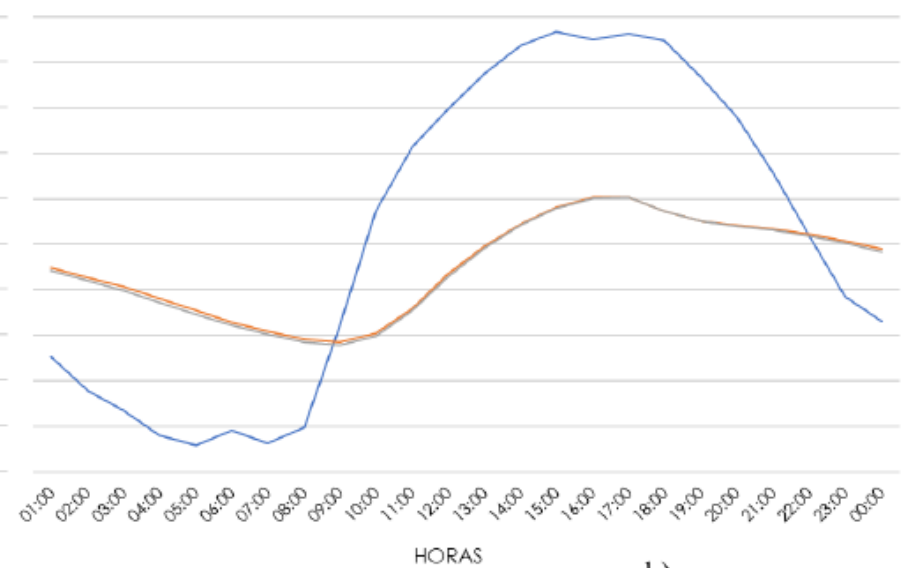
-> Temperaturas com acréscimo de poliestireno expandido (EPS)

QUARTO 01



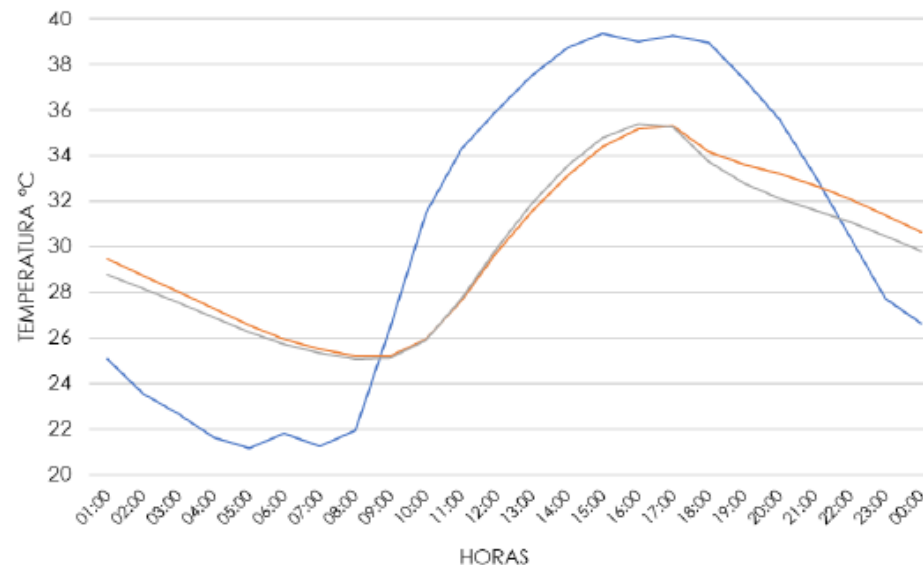
a)

QUARTO 02



b)

SALA / COZINHA



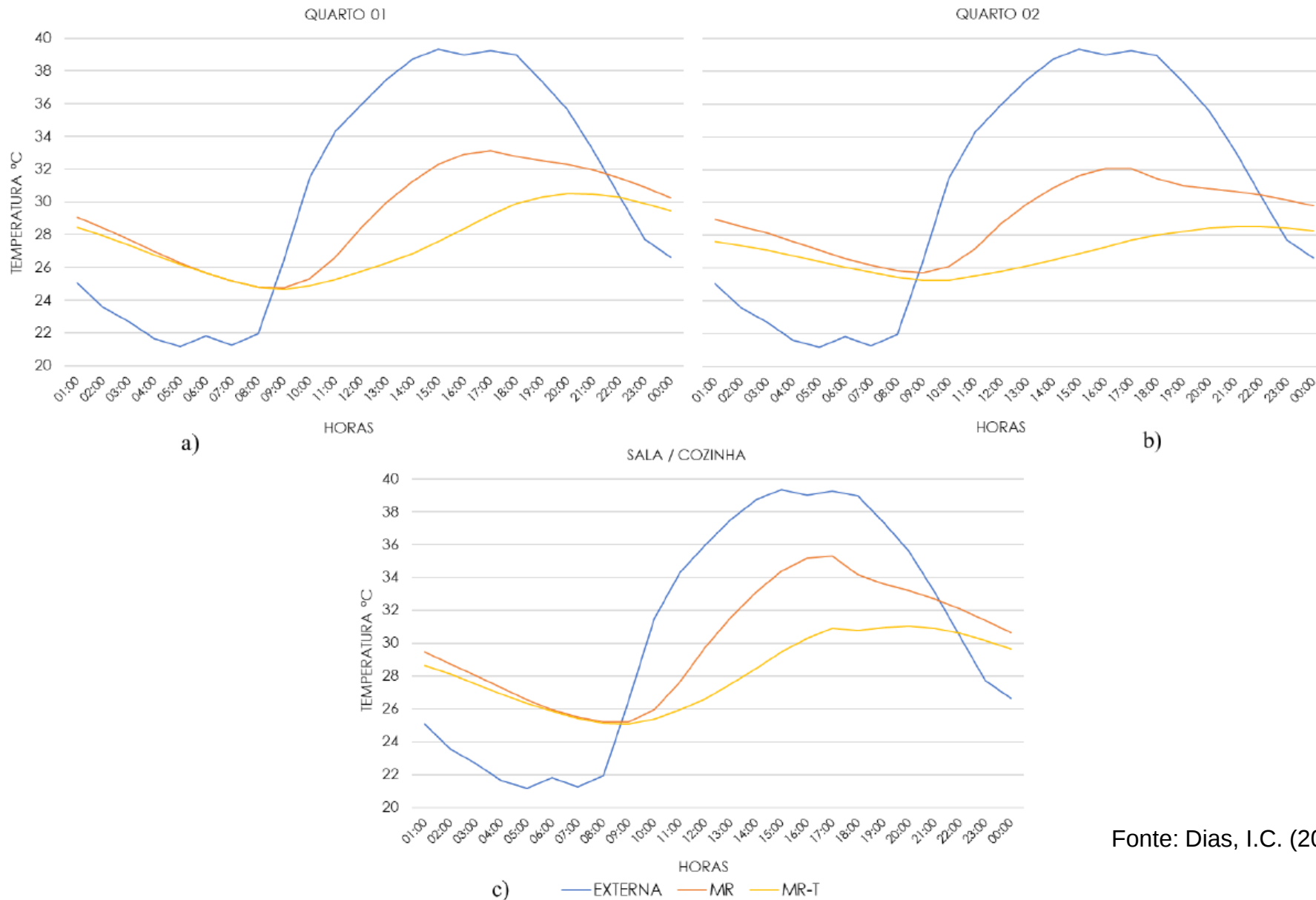
c)

— EXTERNA — MR — MR-E

Fonte: Dias, I.C. (2024)

- Estudo de caso

-> Temperaturas com acréscimo de telha termo-acústica



Fonte: Dias, I.C. (2024)

- Trabalhos em andamento:

- **Trabalhos de Conclusão de Curso:**

- ☐ Luiz Gustavo Barbosa (orientação): aplicação dos modelos de Araújo (2018) em uma casa e o comparativo dos custos pela tabela SINAPI (CAIXA)
- ☐ Débora Malaquias (co-orientação): Otimização do Desempenho Térmico no Restaurante Universitário por meio de simulação computacional

- **Iniciação Científica:**

- ☐ Anselmo Carvalho (orientação): Desenvolvimento de protótipo habitacional com vistas ao conforto térmico utilizando simulação computacional
- ☐ Débora Malaquias (voluntária): avaliação de estratégias arquitetônicas para melhoramento do desempenho térmico da edificação
- ☐ Márcio Vítor Brito (orientação Júnior): montagem de banco de dados com trabalhos sobre desempenho térmico



Obrigado!

Prof. Dr. Dennis Coelho Cruz
dennis.cruz@ufob.edu.br
Gabinete 44 do Pav. Aulas II