



RELATÓRIO CONFORTO TÉRMICO:
EMPREENDIMENTO – IRATI, 22ª ETAPA – TERCEIRA IDADE
RESIDENCIAL EWALDO CORDEIRO

Curitiba

2019



RELATÓRIO CONFORTO TÉRMICO:
EMPREENDIMENTO – IRATI, 22ª ETAPA – TERCEIRA IDADE
RESIDENCIAL EWALDO CORDEIRO

Relatório de Conforto Térmico segundo a
Norma ABNT NBR 15575.

Curitiba
2019

SUMÁRIO

1.OBJETIVOS	4
2. NORMA 15.575	5
3. DESEMPENHO TÉRMICO E AVALIAÇÃO ENERGÉTICA.....	5
3.1 – DADOS DA CIDADE E EMPREENDIMENTO.....	6
3.2 - PROCEDIMENTO 1A: MÉTODO SIMPLIFICADO.....	7
3.2.1 - Paredes externas	8
3.2.2 – Coberturas.....	9
3.3 - PROCEDIMENTO 1B: MÉTODO DE SIMULAÇÃO.....	9
3.3.1 - Avaliação – Unidades Escolhidas	10
3.3.2 – Processos de simulação computacional via Energy Plus (Open Studio)...	12
4.1 - Avaliação - Requisitos de Desempenho no Verão.....	15
4.2 - Avaliação - Requisitos de Desempenho no Inverno.....	16
4.3 – Resultados por padrão habitacional, divididos em zonas térmicas	16
5. REFERÊNCIAS	18
6. TÉCNICO RESPONSÁVEL.....	19

1.OBJETIVOS

Este estudo apresenta os resultados obtidos para o empreendimento habitacional situado no município de Irati, 22ª etapa, com 40 unidades, destinados a população da terceira idade, em relação a norma de desempenho ABNT 15.575-1, no que diz respeito ao **desempenho térmico** do conjunto habitacional em questão.

Todos os cálculos realizados levaram em consideração informações de arquivos climáticos correspondentes, informações obtidas in loco e definições encontradas nas normas ABNT/NBR 15575 e ABNT/NBR 15520.

Levando em consideração as informações provenientes da implantação e diretrizes básicas para projetos arquitetônicos e processos construtivos, relacionando aos projetos desenvolvidos, é possível demonstrar o atendimento aos requerimentos da norma ABNT 15.575 para o desempenho térmico do empreendimento.

Para uma avaliação mais precisa foram utilizadas duas metodologias existentes na norma (procedimento 1A e procedimento 1B). **Em ambas metodologias o empreendimento atende aos requisitos da norma.**

Seguindo o “Procedimento 1A”, são avaliadas as propriedades térmicas do envoltório da habitação, especificamente paredes e cobertura, para garantir o mínimo conforto térmico no interior dos ambientes.

A metodologia “Procedimento 1B”, a respeito das simulações computacionais foi utilizada para refletir com maior precisão o desempenho do futuro empreendimento, dando diretrizes mais precisas para o desenvolvimento dos projetos.

Vale salientar que é indispensável que os componentes construtivos utilizados no empreendimento atendam aos especificados neste relatório, não somente materiais, como espessuras dos sistemas.

A utilização de componentes e sistemas com testes laboratoriais reconhecidos por norma garante que o empreendimento, após construído, atenderá aos critérios descritos neste relatório e na norma ABNT 15.575.

2. NORMA 15.575

A norma de desempenho para edificações habitacionais, ABNT/NBR 15575, apresenta requisitos para a construção de edificações habitacionais no Brasil. Neste relatório será abordada a seguinte parte da norma: desempenho térmico.

A norma ABNT/NBR 15575 não abrange apenas essa vertente da construção. Este relatório não aborda as demais partes existentes na norma.

3. DESEMPENHO TÉRMICO E AVALIAÇÃO ENERGÉTICA

O capítulo 11 da norma 15.575-1 aborda o desempenho térmico mínimo para uma edificação habitacional. Este desempenho depende de onde o empreendimento será construído (zona bioclimática), definido para cada caso o desempenho mínimo para **paredes e coberturas**.

A avaliação do desempenho térmico pode ser feita de três diferentes formas:

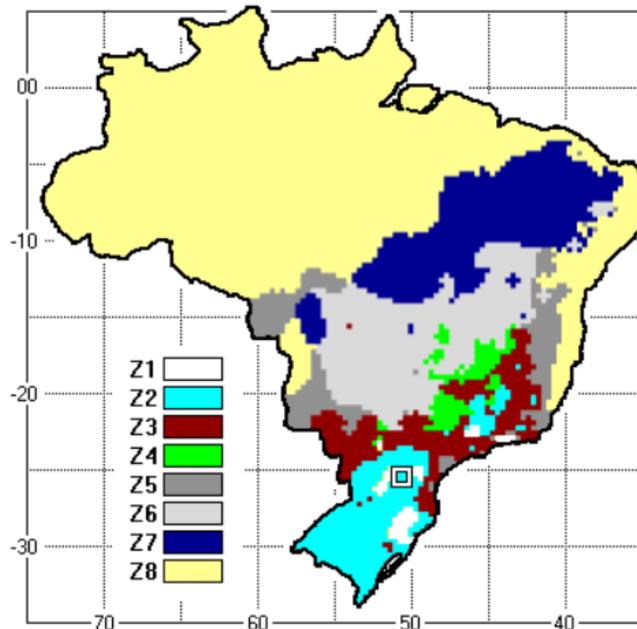
- **Procedimento 1 A** – Avaliação da transmitância térmica e capacidade térmica para sistemas de vedação e coberturas conforme os métodos e critérios estabelecidos nas partes 4 e 5 da norma.
- **Procedimento 1 B** – Simulação computacional para avaliação do desempenho térmico da edificação conforme os métodos e critérios da parte 1, seções 11.2, 11.3, 11.4 e 11.5. A NBR 15575 recomenda a utilização do Energy Plus para a realização da simulação computacional. Outros softwares podem ser utilizados desde que sejam validados pela norma ASHRAE Standard 140, neste caso, foi utilizado o Revit, versão 2019, Energy Plus com aplicação pelo Open Studio 2.8.0.
- **Procedimento 2** – Medição *in loco* para verificação do atendimento aos requisitos e critérios da norma. Possui caráter meramente informativo, já que não se sobrepõe aos procedimentos anteriores.

O empreendimento avaliado neste estudo será construído na cidade de Irati, estado do Paraná. Conforme definições da norma ABNT/NBR 15220, esta cidade encontra-se na **Zona Bioclimática 2**. (Ver plano urbanístico)

3.1 – DADOS DA CIDADE E EMPREENDIMENTO

A classificação bioclimática das sedes dos municípios brasileiros e diretrizes construtivas para habitações unifamiliares é realizada conforme a ABNT NBR 15220-3, de 29/04/2005. O Zoneamento baseia-se em dados climatológicos medidos em 330 cidades. Para os outros 5.231 municípios o clima é estimado por interpolação. A definição do zoneamento bioclimático do município de **Irati (PR)**, onde está situado o empreendimento, é apresentado a seguir:

Figura 01 – Localização bioclimática Irati/PR



Fonte: ZBBR – Classificação Bioclimática dos Municípios Brasileiros

Tabela 01 – Dados do município

Município	IRATI
UF	PR
Latitude	-25,47
Longitude	50,65
Altitude	860m
Zona Bioclimática	2

Fonte: O autor

Tabela 02 – Localização geográfica do empreendimento

	Coordenadas geográficas
Latitude	-25.501906
Longitude	-50.646339

Fonte: O autor

Figura 02 – Localização do empreendimento - Irati/PR

Fonte: <https://www.google.com/maps/place/Av.+Paraná,+Paraná/@-25.4990715,-50.6456428>

3.2 - PROCEDIMENTO 1A: MÉTODO SIMPLIFICADO

O procedimento simplificado de análise das superfícies de vedação externa (SVVE) consiste no cálculo do fator U (transmitância térmica) e da capacidade térmica conforme a NBR 15220, comparando o resultado com os valores admissíveis que constam nas tabelas 3, 4 e 5.

A transmitância térmica a ser considerada para a avaliação do pré-requisito é a média das transmitâncias de cada parcela das paredes externas (excluindo aberturas), ou cobertura, ponderadas pela área que ocupam. Os pisos de áreas externas localizados sobre ambiente(s) de permanência prolongada devem atender aos pré-requisitos de transmitância de coberturas.

Uma vez que os critérios não são satisfeitos é necessário comprovar o desempenho térmico através da simulação computacional. Neste caso, os critérios mínimos já se encontram satisfeitos pelo método simplificado e a simulação térmica será aplicada para efeito de confirmação e seguridade da norma.

Para este empreendimento, as condições para atender o método simplificado são apresentados nas tabelas a seguir.

Tabela 03. Transmitância térmica limite de paredes externas

TRANSMITÂNCIA TÉRMICA U (W/m ² .K)		
Zona 1 e 2	ZONA 3, 4, 5, 6, 7 e 8	
U ≤ 2.5	A ≤ 0.6	A > 0.6
	U ≤ 3.7	U ≤ 2.5

Fonte: ABNT NBR 15.575

Tabela 04. Capacidade térmica limite de paredes

CAPACIDADE TÉRMICA CT (W/m ² .K)	
Zona 1 e 2	ZONA 3, 4, 5, 6, 7 e 8
Sem requisito	≥ 130

Fonte: ABNT NBR 15.575

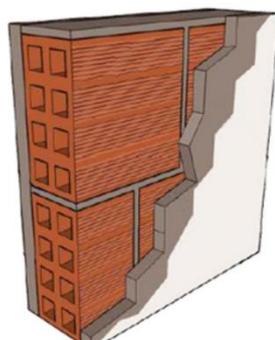
Tabela 05. Transmitância térmica limite de coberturas

TRANSMITÂNCIA TÉRMICA U (W/m ² .K)				
Zona 1 e 2	ZONA 3, 4, 5, 6, 7 e 8			
U ≤ 2.3	A ≤ 0.6	A > 0.6	A ≤ 0.4	A > 0.4
	U ≤ 3.7	U ≤ 1.5	U ≤ 2.3 FV	U ≤ 1.5 FV

Fonte: ABNT NBR 15.575

3.2.1 - Paredes externas

Nos projetos dos padrões habitacionais em análise, utilizam como parede externa a composição de bloco cerâmico, argamassa externa e acabamento interno em argamassa. Um corte com dimensões e características desta construção é demonstrado a seguir.

Figura 03. Propriedade térmica da parede**Paredes**

Argamassa interna 2.5 cm | Bloco cerâmico 9x19x19 cm | Argamassa externa 2.5 cm

Resistência
0.42 m².K/W

Transmitância
2.37 W/m².K

Atraso Térmico
3.3 h

Capacidade Térmica
151 kJ/m².K

Fonte: <<http://projeteer.mma.gov.br/componentes-construtivos/#paredes>>

3.2.2 – Coberturas

Sequencialmente, a análise adota como cobertura, uma laje pré-moldada cerâmica com 12 cm e telha de cerâmica com espessura de 1 cm. Um corte com dimensões e características desta construção é demonstrado a seguir.

Figura 04. Propriedade térmica da cobertura



Fonte: <<http://projeteee.mma.gov.br/componentes-construtivos/#coberturas>>

3.3 - PROCEDIMENTO 1B: MÉTODO DE SIMULAÇÃO

Para a utilização de simulação computacional, o anexo A da norma fornece dados de dias típicos de verão e inverno para cada uma das cidades citadas. Na falta destes dados, é possível utilizar os de uma cidade próxima com características climáticas semelhantes, neste caso, foram utilizados os dados e arquivos climáticos da cidade de Novo Horizonte/SC.

A avaliação por simulação computacional utiliza dois requisitos de desempenho: verão e inverno. **O nível de desempenho mínimo (M), é verificado para o critério de inverno e intermediário (I), para o critério verão.**

Para verificar o nível de desempenho, deve-se utilizar as seguintes premissas:

- Avaliação feita para um dia típico de verão e de inverno de acordo com tabela citada do anexo A da NBR 15575;
- Avaliar dormitórios e salas (longa permanência);
- As orientações devem estar conforme implantação, escolhendo a unidade mais crítica;
- Considerar dispositivos de sombreamento;
- Considerar taxa de ventilação de 1 ACH (trocas de ar por hora);

- Considerar absorvância nas superfícies externas de 0.3 para cor clara, 0.5 para cor média e 0.7 para cor escura; (Foi considerado coeficiente de 0.5 de absorvância nas superfícies, referente às cores médias)
- Considerar ambientes sem fontes internas de calor.

Caso a unidade não atenda aos requisitos mínimos com estas premissas deve-se simular considerando os critérios abaixo, sempre passando para o critério seguinte caso os requisitos mínimos permaneçam não atendidos.

1. Ventilação de 5 ACH e sem dispositivos de sombreamento;
2. Proteção interna ou externa capaz de cortar no mínimo 50% da radiação solar direta que entraria pela janela;
3. A soma das duas medidas anteriores.

3.3.1 - Avaliação – Unidades Escolhidas

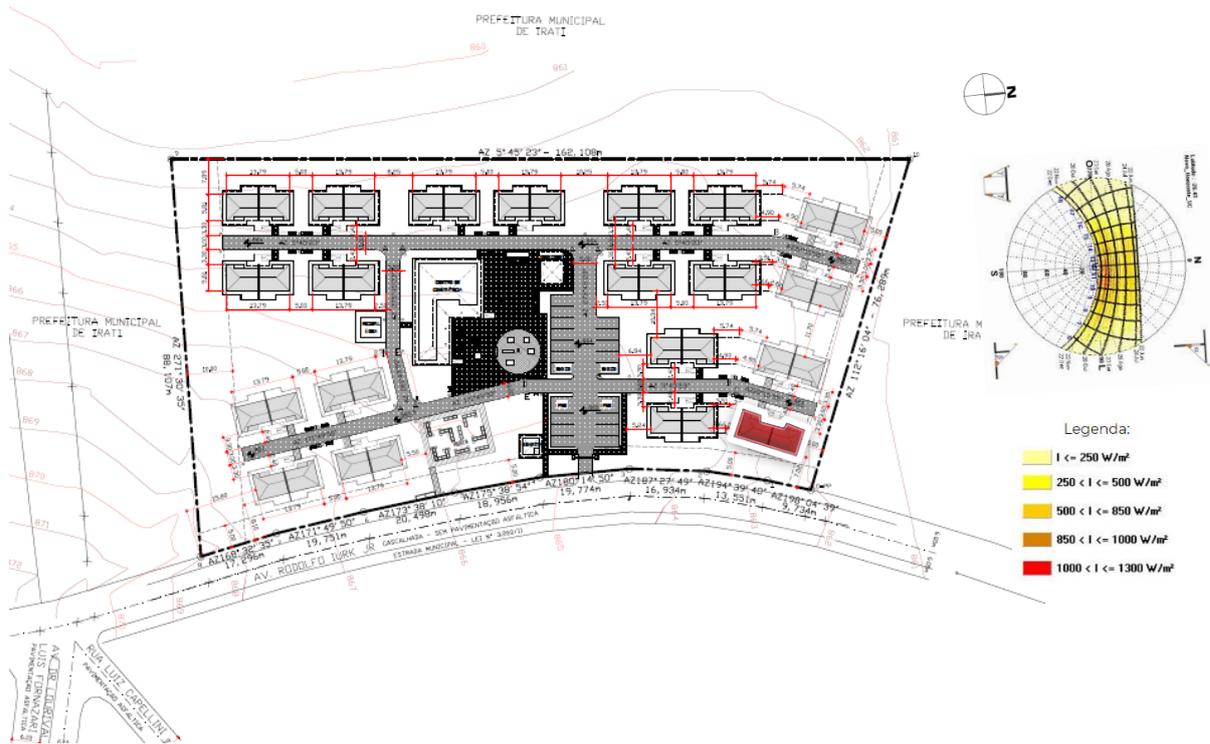
Por se tratar de um empreendimento de 40 unidades, com apenas uma tipologia padrão (TRC 40 TI – Gem) usando as recomendações da NBR 1.575-1 - 11.5.1:

A edificação deve ser habitacional, orientada conforme a implantação. As unidades escolhidas para a simulação devem ser as mais críticas do ponto de vista térmico.

Foram escolhidas as unidades anotadas na implantação conforme a demarcação a seguir pelos seguintes fatores descritos na norma:

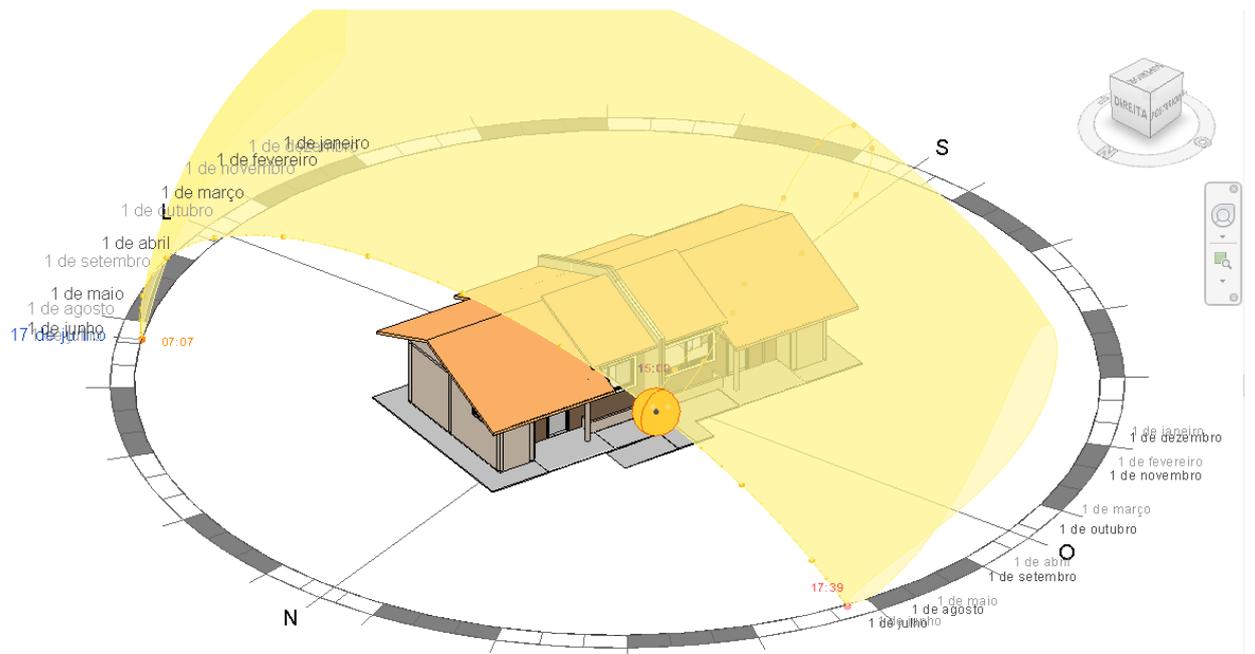
- [...]a) verão: janela do dormitório ou da sala voltada para oeste e a outra parede exposta voltada para norte. Caso não seja possível, o ambiente deve ter pelo menos uma janela voltada para oeste;
- b) inverno: janela do dormitório ou da sala de estar voltada para o sul e a outra parede exposta voltada para leste. Caso não seja possível, o ambiente deve ter pelo menos uma janela voltada para o sul;
- c) obstrução no entorno: considerar que as paredes expostas e as janelas estão desobstruídas, ou seja, sem a presença de edificações ou vegetação nas proximidades que modifiquem a incidência de sol e/ou vento. Edificações de um mesmo complexo, por exemplo um condomínio, podem ser consideradas, desde que previstas para habitação no mesmo período.
- d) obstrução por elementos construtivos previstos na edificação: dispositivos de sombreamento (por exemplo, para-sóis, marquises, beirais) devem ser considerados na simulação. (NBR 15575-1, 2013)

Figura 05 – Implantação Projeto



Fonte: Projeto Urbanístico Irati – 22ª etapa – Terceira Idade, 40 uds.

Figura 06 – Estudo solar para averiguação unidade mais crítica

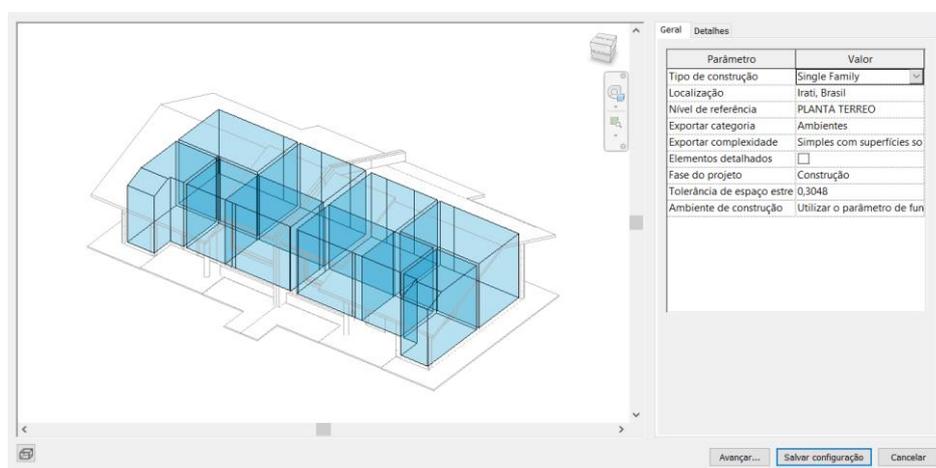


Fonte: Modelo TRC 40 TI – Gem 1 e 2. (Revit 2019)

3.3.2 – Processos de simulação computacional via Energy Plus (Open Studio)

O modelo habitacional TRC 40 TI – Gem, foi projetado no software Revit 2019, seguindo as premissas básicas para modelamento de energia. Os componentes construtivos utilizados seguiram os parâmetros de transmitância e capacidade térmicas descritos no procedimento simplificado. Seguindo as orientações normativas, cada ambiente foi separado por *zona térmica* correspondente e em seguida, cada arquivo foi exportado para a extensão “.gbxlm”, como mostra a figura a seguir.

Figura 07. Configuração para exportação “.gbxlm”

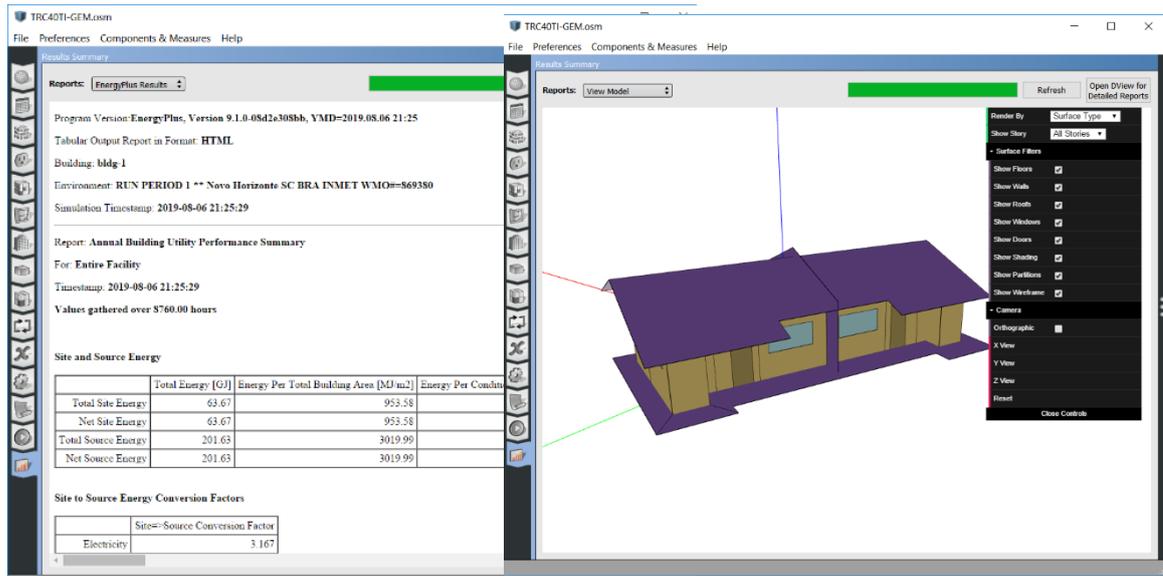


Fonte: Revit 2019

No Energy Plus (Open Studio), o arquivo “.gbxlm” é importado juntamente com o arquivo climático referente à região mais próxima a implantação em questão, neste caso, foram utilizados os dados climático do município de Novo Horizonte/SC para satisfazer a região de Irati/PR. As *zonas térmicas* são relacionadas pelo software, que faz a análise segundo os parâmetros validados pela ASHRAE Standard 140, reconhecidas pela normativa brasileira.

Foram utilizados parâmetros mundiais certificados e reconhecidos para a configuração de propriedades térmicas inerentes aos componentes utilizados no projeto, atendendo a especificação descrita pelo memorial descritivo.

Figura 08. Resultados obtidos pelo Energy Plus (Open Studio)

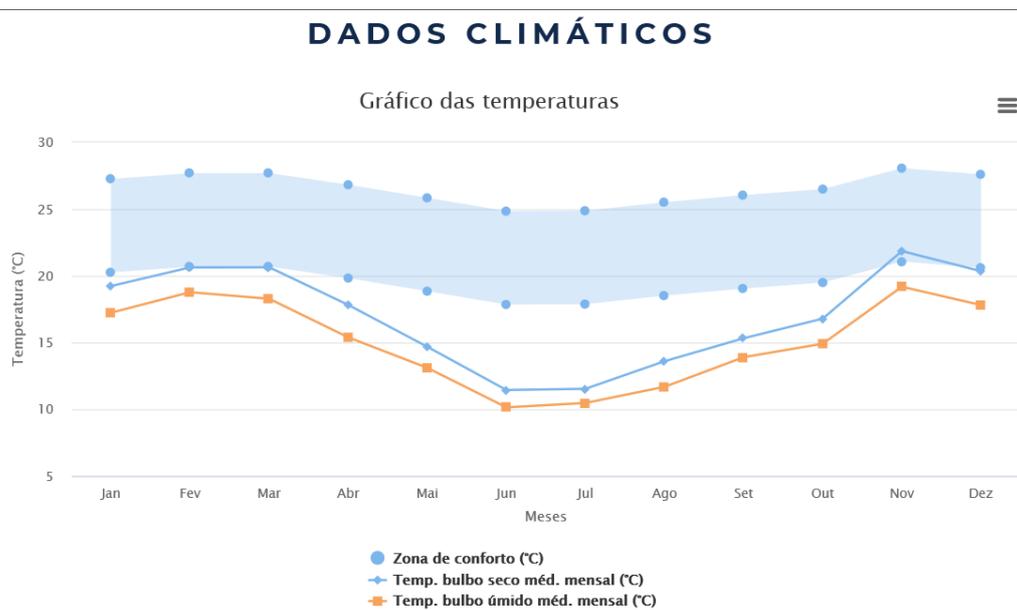


Fonte: Open Studio

Segundo a ASHRAE 55 (2013), conforto térmico é um estado de espírito que reflete a satisfação com o ambiente térmico que envolve a pessoa. Se o balanço de todas as trocas de calor a que está submetido o corpo for nulo e a temperatura da pele e o suor estiverem dentro de certos limites, pode-se dizer que o homem sente conforto térmico.

Em geral define-se a temperatura de conforto com a que provoca uma sensação térmica neutra. De acordo com Humphreys (1979) a temperatura de conforto não é uma cons Fonte: Open Studio + Energy Plus o com a estação e as temperaturas as quais as pessoas estão acostumadas, por isso adotou-se o modelo adaptativo para delimitação da zona de conforto térmico. Dessa forma, a abordagem adaptativa considera fatores físicos e psicológicos que interagem na percepção térmica. Givoni (1992) apresenta ainda que o ser humano é capaz de se adaptar ao ambiente no qual ele está localizado, e por conta disso, os limites da zona de conforto se adaptam, com valores maiores ou menores de acordo com a região.

O gráfico apresentado abaixo refere-se a edificações naturalmente ventiladas e com os conceitos estudados por Givoni (1992), traça um comparativo entre as temperaturas anuais na região de Novo Horizonte/SC (região correspondente à Irati/PR), e a faixa de conforto térmico (em azul).

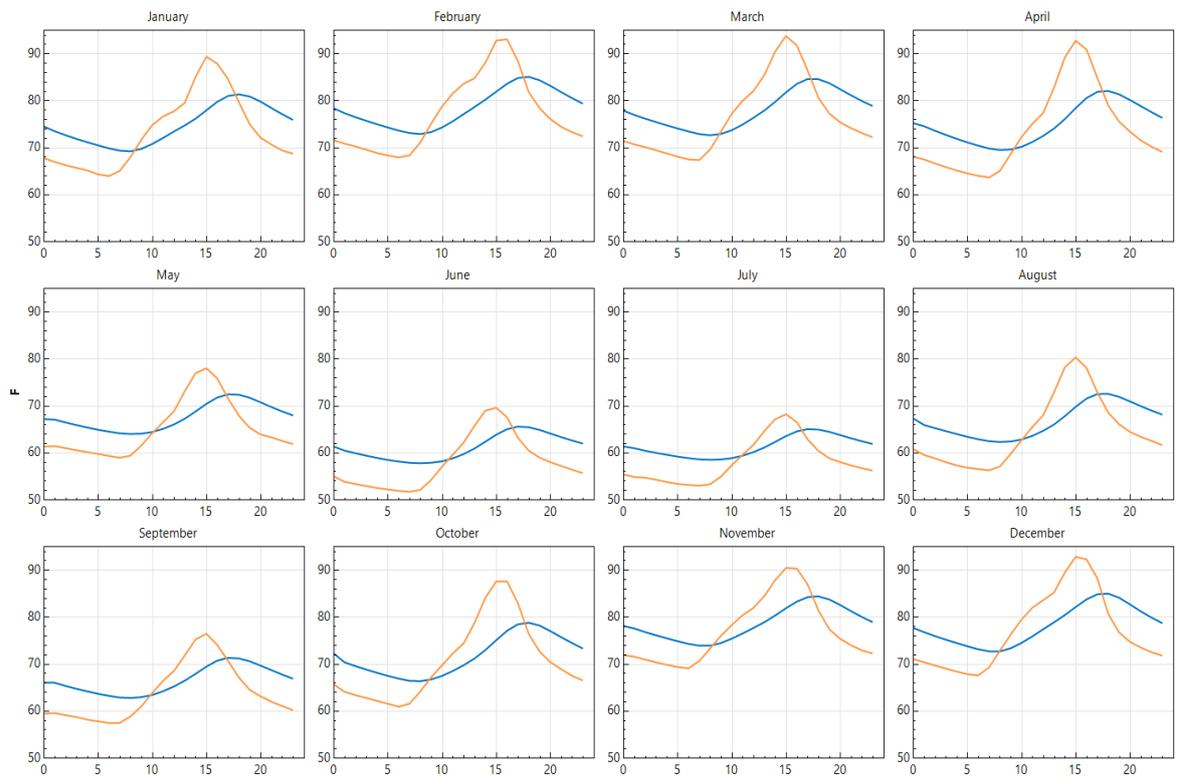
Figura 09. Dados Climáticos região de Novo Horizonte/SC

Fonte: http://projeteee.mma.gov.br/dados-climaticos/?cidade=SC-Novo%20Horizonte&id_cidade=bra_sc_novo.horizonte.869380_inmet

Como os resultados e tabelas derivados do software Energy Plus (Open Studio) são apresentados no sistema Imperial, as temperaturas são dadas em °F, mas para compilação dos dados, foram convertidas ao sistema Métrico, em °C.

Os gráficos a seguir se referem à média aproximada de temperatura interna do padrão TRC 40 TI – Gem, relacionada a temperatura externa ao ambiente no período de 1 ano. As unidades representadas nos gráficos a seguir, estão locadas nas situações mais críticas do ponto de vista térmico, nos meses do ano de 2018, onde a linha azul representa a temperatura média interna do ambiente, enquanto a linha laranja representa a temperatura externa, lembrando que há pequenas variações desta linha, de um modelo para outro por serem medidas em determinadas faces do modelo, onde a insolação pode ser maior ou menor, mas com variedade insignificante do ponto de vista analisado.

Por padrão, na NBR 15.575, toma-se como base valores de temperaturas relacionados ao dia típico de inverno e dia típico de verão relacionada a região bioclimática em questão, neste caso a **zona 2**.

Gráfico 01. Média anual de temperatura interna e externa padrão TRC 40 TI – Gem

Fonte: Energy Plus (Open Studio)

4.1 - Avaliação - Requisitos de Desempenho no Verão

O critério de avaliação de desempenho térmico para condições de verão é feito conforme **Tabela 06**, que indica níveis de desempenho mínimo (M), intermediário (I) e superior (S).

Tabela 06. Critério de avaliação de desempenho térmico no verão

REQUISITOS DE VERÃO	
Nível de Desempenho	Critério
M	$T_{i,max} \leq T_{e,max}$
I	$T_{i,max} \leq T_{e,max} - 2^{\circ}\text{C}$
S	$T_{i,max} \leq T_{e,max} - 4^{\circ}\text{C}$

Onde:

- $T_{i,max}$ é a máxima temperatura diária interna.
- $T_{e,max}$ é a máxima temperatura diária externa.
- M é o nível mínimo aceitável de desempenho térmico.
- I é o nível intermediário de desempenho térmico.
- S é o nível superior de desempenho térmico.

Fonte: NBR 15.575-1

4.2 - Avaliação - Requisitos de Desempenho no Inverno

O critério de avaliação de desempenho térmico para condições de inverno é feito conforme **Tabela 07**, que indica níveis de desempenho mínimo(M), intermediário (I) e superior (S).

Tabela 07. Critério de avaliação de desempenho térmico no inverno

REQUISITOS DE INVERNO	
Nível de Desempenho	Critério
M	$T_{i,min} \geq T_{e,min} + 3^{\circ}\text{C}$
I	$T_{i,min} \geq T_{e,min} + 5^{\circ}\text{C}$
S	$T_{i,min} \geq T_{e,min} + 7^{\circ}\text{C}$

Onde:

- $T_{i,min}$ é a mínima temperatura diária interna.
- $T_{e,min}$ é a mínima temperatura diária externa.
- M é o nível mínimo aceitável de desempenho térmico.
- I é o nível intermediário de desempenho térmico.
- S é o nível superior de desempenho térmico.

Fonte: NBR 15.575-1

4.3 – Resultados por padrão habitacional, divididos em zonas térmicas

A **Tabela 08**, compila os dados por unidade habitacional avaliada, não necessariamente, se uma zona térmica de uma unidade apresenta desempenho I (intermediário) ou S (superior), pode-se dizer que o conjunto habitacional apresenta este mesmo desempenho. Uma vez que uma zona térmica de determinada tipologia habitacional apresentou o mínimo desempenho esperado, este, valerá para as demais unidades do empreendimento.

Desta maneira, os resultados obtidos para o critério de desempenho térmico para inverno foram atendidos no **nível mínimo**, e para o critério de desempenho térmico no verão foi atendido no **nível intermediário**.

Tabela 08. Desempenho do empreendimento por zonas térmicas

Fonte: O autor

Irati - Terceira Idade - 40uds

Tipologias analisadas		TRC 40 TI - ESQ	TRC 40 TI - DIR
Posição no projeto		INDICADA FIG. 5	INDICADA FIG. 5
Rotação em relação ao Norte		69°	69°
DORM		O1	O2
INVERNO	Temp min. interna (°C)	8	8
	Tem min. externa (°C)	4	4
VERÃO	Temp máx. interna (°C)	28	28
	Temp máx externa (°C)	32	32
SALA ESTAR/JANTAR		O1	O2
INVERNO	Temp min. interna (°C)	9	9
	Tem min. externa (°C)	4	4
VERÃO	Temp máx. interna (°C)	28	29
	Temp máx. externa (°C)	32	32
ATENDIMENTO 15.575 INVERNO		M	M
ATENDIMENTO 15.575 VERÃO		S	I

5. REFERÊNCIAS

ASHRAE; (2013). *ANSI/ASHRAE Standard 55-2013: Thermal environmental conditions for human occupancy*. American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Inc. Atlanta, EUA.

GIVONI, B.; (1992). *Comfort, climate analysis and building design guidelines*. in: **Energy in Buildings**, vol. 18, july/92, pp. 11-23.

Humphreys, M. A. (1979), *The variation of comfortable temperatures*. Int. J. Energy Res., 3: 13-18. doi:10.1002/er.4440030103

LabEEE - Laboratório de Eficiência Energética em Edificações

ProjeteEEE - <http://projeteeee.mma.gov.br/>

ABNT NBR 15575-1:2013 – Capítulo 11 – Desempenho Térmico

Transmitância térmica limite de paredes externas. *ABNT NBR 15575*.

Propriedade térmica da parede. Disponível em: <<http://projeteeee.mma.gov.br/componentes-construtivos/#paredes/>>. Acesso em 04 de agosto de 2019.

Propriedade térmica da cobertura. Disponível em: <<http://projeteeee.mma.gov.br/componentes-construtivos/#coberturas/>>. Acesso em 04 de agosto de 2019.

Implantação Projeto. *Projeto Urbanístico Irati– 22ª etapa – 40uds*.

Configuração para exportação “gbxlm”. *Software Revit 2019*.

Resultados obtidos pelo Energy Plus (Open Studio). *Software Open Studio*.

Dados Climáticos região de Novo Horizonte/SC. <<http://projeteeee.mma.gov.br/dados-climaticos/>>. Acesso em 04 de agosto de 2019.

Média anual de temperatura interna e externa padrão TRC 40 TI. *Software Energy Plus*.

Critério de avaliação de desempenho térmico no verão. *ABNT NBR 15575-1*.

Critério de avaliação de desempenho térmico no inverno. *ABNT NBR 15575-1*.

6. TÉCNICO RESPONSÁVEL

Paulo Eduardo Berta Bacilla
CAU – 15164-5