

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:

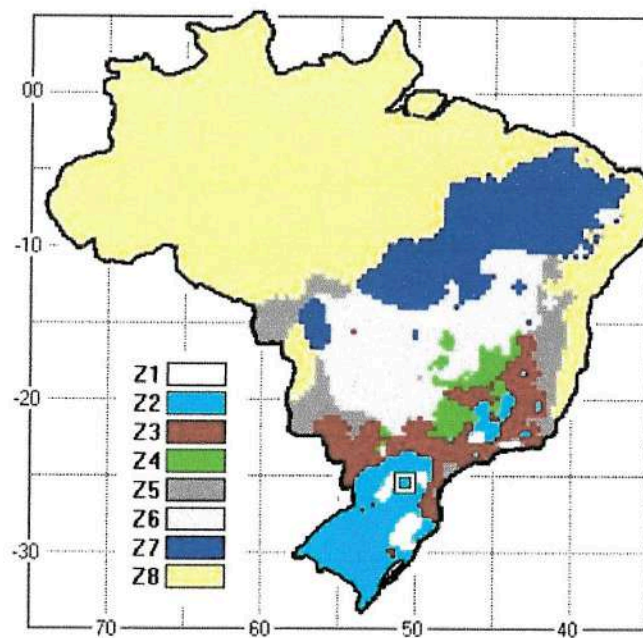
- **Procedimento 1 A** – Avaliação da transmitância térmica e capacidade térmica para sistemas de vedação e coberturas conforme os métodos e critérios estabelecidos nas partes 4 e 5 da norma.
- **Procedimento 1 B** – Simulação computacional para avaliação do desempenho térmico da edificação conforme 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

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

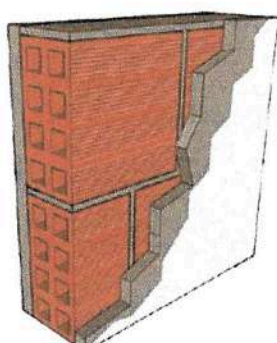
Tabela 05. Transmitância térmica limite de coberturas

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

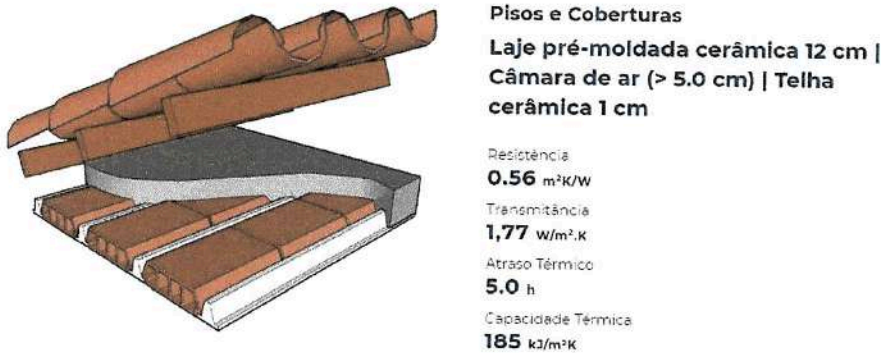
Resistência
0.42 m²K/W
Transmitância
2.37 W/m².K
Atrazo Térmico
3.3 h
Capacidade Térmica
151 kJ/m².K

Fonte: <<http://projeteee.mma.gov.br/componentes-constructivos/#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

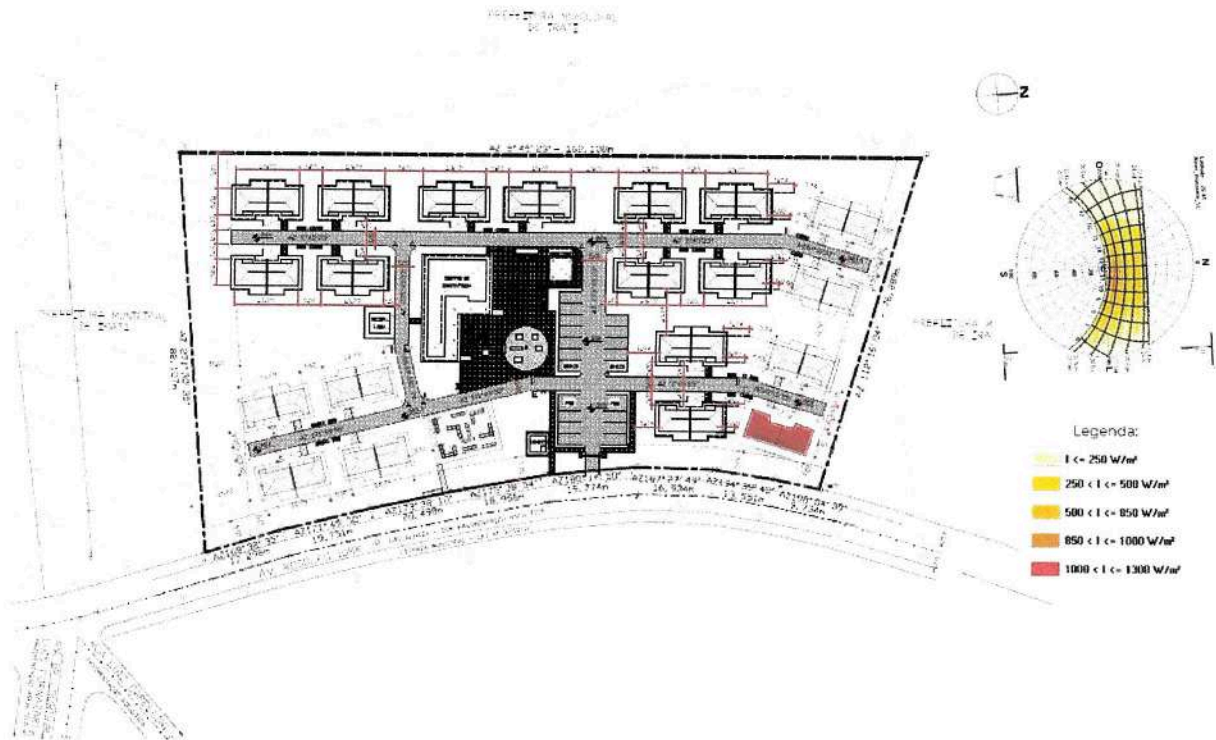
Por se tratar de um empreendimento de 40 unidades, com apenas uma tipologia padrão (TRC 40 TI – Gem) usando as recomendações da NBR 1.575-1 - 11.5.1:

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:

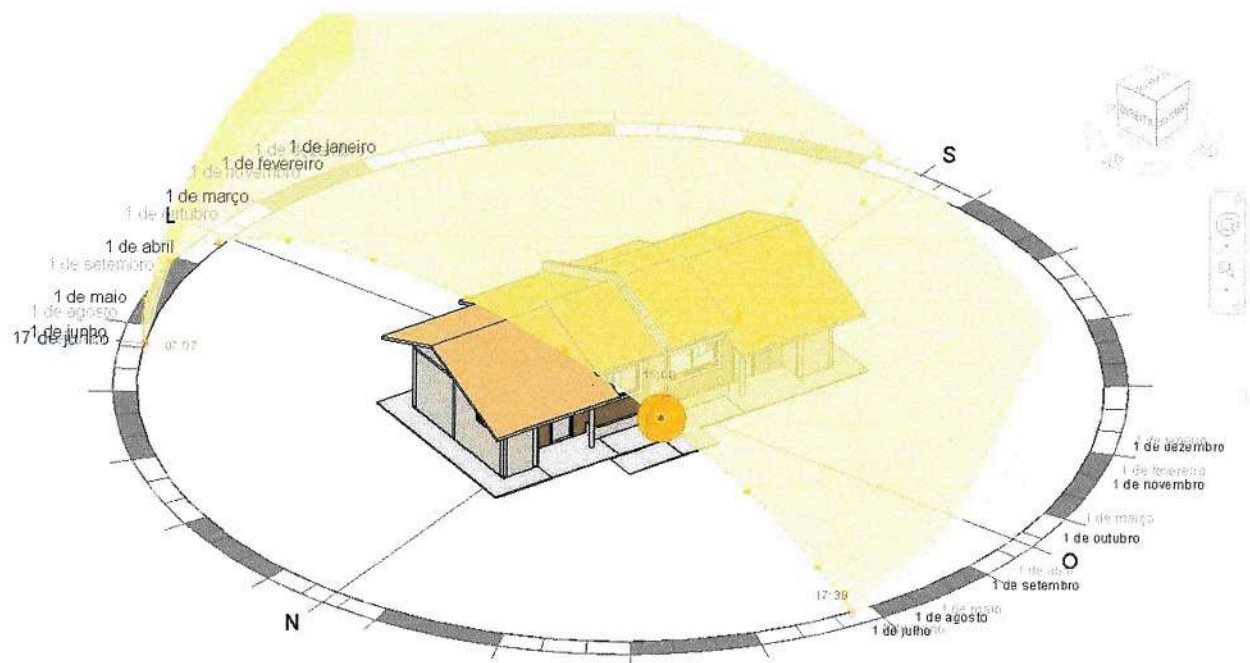
- [...]a) verão: janela do dormitório ou da sala voltada para oeste e a outra parede exposta voltada para norte. Caso não seja possível, o ambiente deve ter pelo menos uma janela voltada para oeste;
- b) inverno: janela do dormitório ou da sala de estar voltada para o sul e a outra parede exposta voltada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

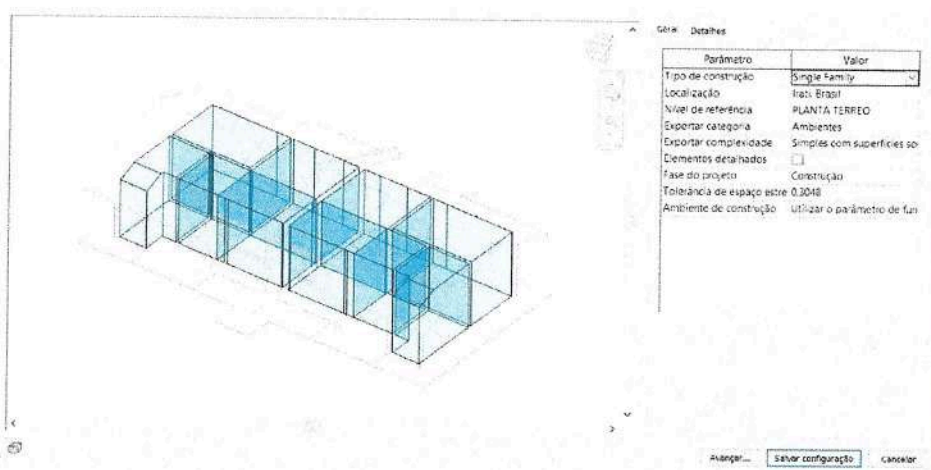


Fonte: Modelo TRC 40 TI – Gem 1 e 2. (Revit 2019)

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”

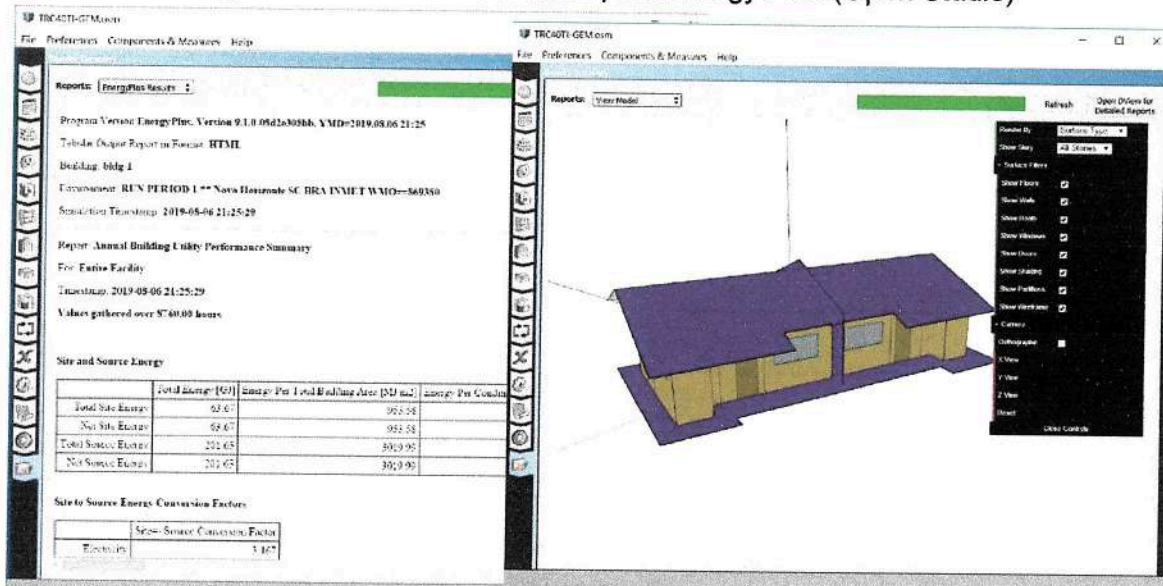


Fonte: Revit 2019

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)

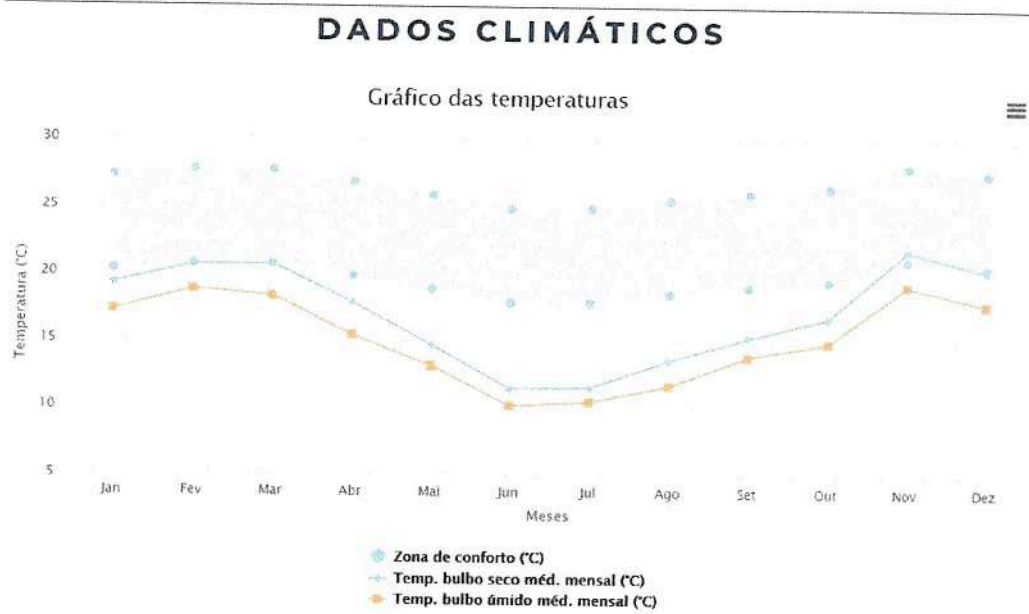


Fonte: Open Studio

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 constante, mas depende da estação e das 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

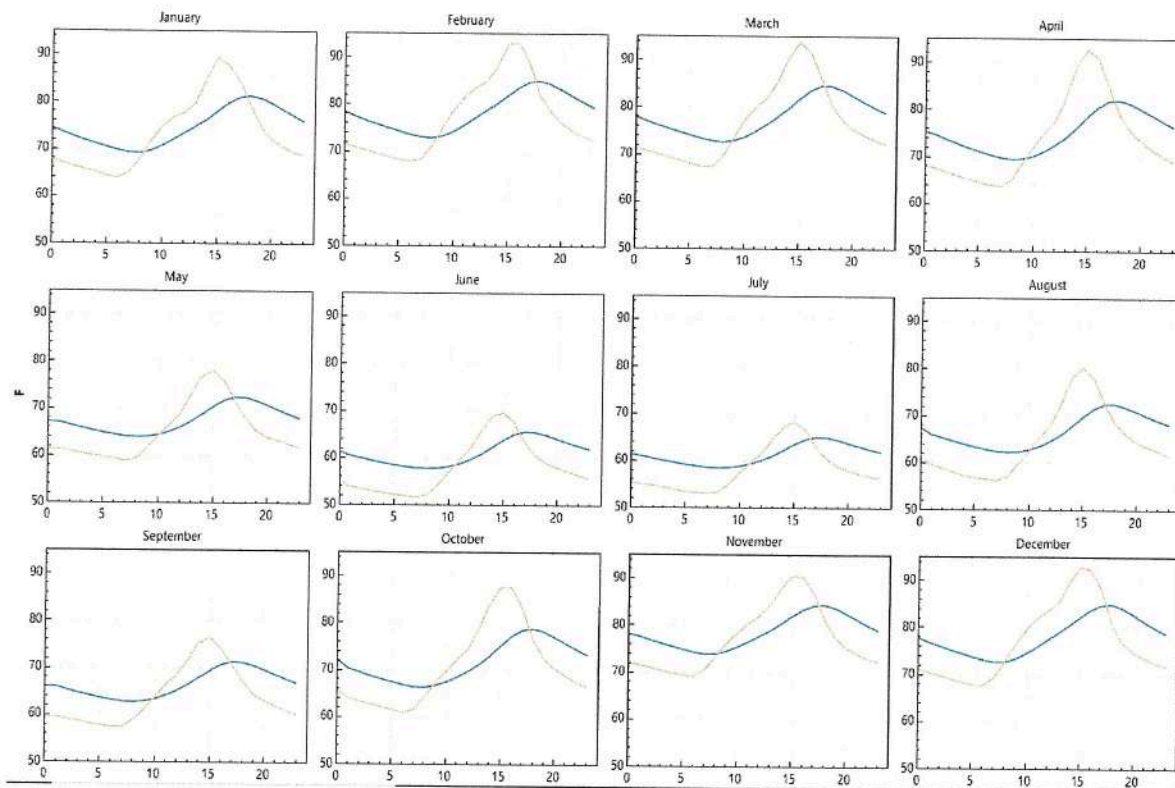
Fonte: http://projeteee.mma.gov.br/dados-climaticos/?cidade=SC-Novo%20Horizonte&id_cidade=bra_sc_novo.horizonte.869380_inmet

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.

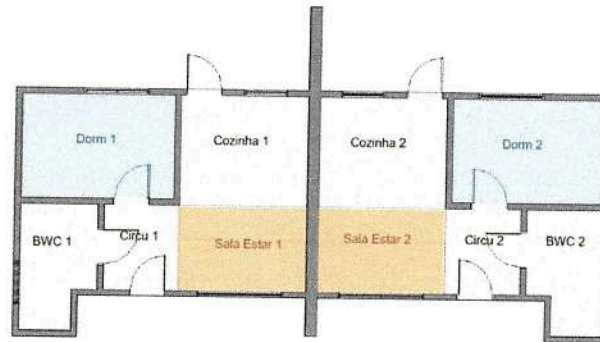
Fonte: NBR 15.575-1

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
INVERNO Tem min. externa (°C)	4	4
VERÃO Temp máx. interna (°C)	28	28
VERÃO Temp máx externa (°C)	32	32
SALA ESTAR/JANTAR	O1	O2
INVERNO Temp min. interna (°C)	9	9
INVERNO Tem min. externa (°C)	4	4
VERÃO Temp máx. interna (°C)	28	29
VERÃO 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

ProjeteEE - <http://projeteee.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://projeteee.mma.gov.br/componentes-construtivos/#paredes/>>. Acesso em 04 de agosto de 2019.

Propriedade térmica da cobertura. Disponível em: <<http://projeteee.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://projeteee.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



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

Curitiba
2019



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

**Curitiba
2019**



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

Relatório de Conforto Acústico segundo a
Norma ABNT NBR 15575.

Curitiba
2019

SUMÁRIO

1.OBJETIVOS.....	4
2. METAS ACÚSTICAS	5
2.1. Isolação de Ruído Aéreo.....	5
3. DESCRIÇÃO DO MÉTODO AVALIATIVO	6
4. UNIDADE ESCOLHIDA.....	7
5. COMPONENTES CONSTRUTIVOS	9
6. FICHAS DE DESEMPENHO ACÚSTICO	10
7. RESULTADO ACÚSTICO 3.0	12
8. REFERÊNCIAS.....	13
9. TÉCNICO RESPONSÁVEL	14

1.OBJETIVOS

Este estudo tem por finalidade apresentar opções de isolamento acústico que visam promover conforto e melhor condicionamento do espaço interno e promover uma prospecção para atendimento ao desempenho mínimo relacionado ao critério de desempenho acústico da NBR 15.575, do empreendimento de Irati, com 40 unidades destinadas a terceira idade. O padrão analisado será o TRC 40 TI – Gem, destinado a população da terceira idade.

Atribui-se o nome de ciência acústica ao ramo físico que estuda o comportamento do som. O termo conforto acústico, por sua vez, faz menção à condição de ambiente considerada satisfatória quanto à intensidade sonora para o ocupante do espaço interno.

A análise desta condição de conforto é realizada considerando a ocorrência e intensidade de ruídos excessivos que podem ser causados tanto por agentes internos (ruídos provenientes de edificações vizinhas ou áreas de acesso comum e circulação) quanto externos (ruídos oriundos do trânsito, de atividades de construção, etc.).

Sons elevados e ruídos em excesso promovem situações de desconforto acústico para ocupantes em suas habitações. Sob condições de desconforto, seres humanos estão propensos a maiores níveis de estresse e irritação, o que tende a promover desentendimentos e deterioração física.

Para evitar a ocorrência deste tipo de cenário, é necessário manter o ambiente interno sob influência de uma faixa de intensidade sonora considerada adequada para satisfação e convívio humano.

Para tal, é uma boa prática a utilização de isolamentos acústicos que permitam “proteger” o ocupante da ação de ruídos sonoros considerados indesejáveis.

2. METAS ACÚSTICAS

A NBR 15575 estipula critérios para a atenuação acústica dos ruídos de impactos aplicados às lajes de piso e para a isolamento ao som aéreo dos pisos e do envelope da construção (fachadas e coberturas). Considera ainda a necessidade de isolamento acústico de paredes de geminação entre unidades autônomas e de paredes divisórias entre áreas privativas e áreas comuns nas edificações multifamiliares. No entanto, não são estabelecidos limites para a isolamento acústica entre cômodos de uma mesma unidade unifamiliar isolada.

Serão aqui definidas as metas acústicas a serem atendidas para o atendimento dos Requisitos Mínimos da Norma NBR 15575: 2013.

É importante salientar que a norma de desempenho valida a unidade habitacional (quanto aos requisitos de acústica) apenas após este estar construído. Este estudo foi desenvolvido para ser utilizado como base de referência na seleção de materiais para a construção do empreendimento. Ainda assim o empreendimento só será validado pela norma depois de construído (com testes de campo).

Níveis Mínimos Pretendidos: Buscou-se o atendimento aos requisitos mínimos da norma, considerando unidades habitacionais geminadas (1 parede de geminação) e térreas, dentro de um empreendimento, portanto, entende-se que a análise deve ser feita em relação aos ruídos aéreos que afetam a fachada, e entre as unidades que dividem a parede de geminação, conforme seções que seguem.

2.1. Isolação de Ruído Aéreo

Conforme preconizado nas ABNT NBR 15575-4:2013 e ABNT NBR 15575-5:2013, as vedações verticais externas são avaliadas exclusivamente nos dormitórios e respectivos sistemas de cobertura.

Na avaliação de desempenho acústico das fachadas, as vedações devem ser analisadas de acordo com a classe de ruído onde a edificação está inserida, obtida a partir do nível de pressão sonora incidente nas fachadas.

O Empreendimento em questão está localizado na cidade de Irati, PR, com 40 unidades habitacionais geminadas, pelo estudo e visita ao local nos dias 12 à 15 de agosto de 2019, considera-se que o mesmo se enquadra na classe de ruído II.

A **Tabela 01** apresenta, para cada classe de ruído, a Diferença Padronizada de Nível Ponderado à 2m da fachada ($D_{2m,nT,w}$) requerida para o nível de desempenho mínimo.

Tabela 01 – Classificação de ruído – Vedação Externas

Classe de ruído	Localização da habitação	$D_{2m,nT,w}$ (dB)	R_w (dB)
I	Habitação localizada distante de fontes de ruído intenso de quaisquer naturezas.	≥ 20	≥ 25
II	Habitação localizada em áreas sujeitas a situações de ruído não enquadráveis nas classes I e III.	≥ 25	≥ 30
III	Habitação sujeita a ruído intenso de meios de transporte e de outras naturezas, desde que esteja de acordo com a legislação.	≥ 30	≥ 35

Onde:

R_w - Índice de redução sonora ponderado

$D_{nT,w}$ - Diferença padronizada de nível Ponderada

$D_{2m,nT,w}$ - Diferença padronizada de nível ponderada a 2 m de distância da fachada

Fonte: NBR 15.575-1

As habitações geminadas devem proteger o usuário de ruídos aéreos provenientes da habitação vizinha, pela parede de geminação, são os ruídos que tem sua origem no ar e se transmite através do piso e paredes entre ambientes distintos. Os exemplos mais comuns de ruído aéreo em habitações são as conversas, música e/ou TV.

Tabela 02 – Classificação de ruído – Vedação Externas

Paredes Internas entre Ambientes	$D_{nT,w}$ (dB)	R_w (dB)
Parede entre unidades habitacionais autônomas nas situações onde não haja ambiente dormitório.	≥ 40	≥ 45
Parede entre unidades habitacionais autônomas no caso de pelo menos um dos ambientes ser dormitório.	≥ 45	≥ 50

Fonte: NBR 15.575-1

3. DESCRIÇÃO DO MÉTODO AVALIATIVO

Para avaliação acústica dos sistemas construtivos, os critérios de desempenho devem ser avaliados com testes em campo. Para auxiliar no desenvolvimento de projetos este estudo avaliou, a partir de softwares de simulação, o desempenho acústico do empreendimento em questão. Softwares de simulação são ferramentas que preveem o desempenho de empreendimentos.

Os resultados apresentados servem como guia para desenvolvimento dos projetos e seleção de sistemas construtivos. Ainda assim, para atendimento à norma, deve-se realizar as medições em campo após a construção.

Como forma de avaliar o desempenho acústico ainda na fase projetual, foi utilizado O software **Son Architect** que permite, igualmente, verificar a capacidade de resposta dos requisitos acústicos passivos calculados com as prescrições previstas pela norma de desempenho ABNT NBR 15.575:2013.

Os procedimentos utilizados para os cálculos dos requisitos acústicos passivos são tratados pelas normas:

- UNI EN 12354 – 1 (novembro de 2002) *Isolamento sonoro aéreo entre ambientes.*
- UNI EN 12354 – 2 (novembro de 2002) *Isolamento sonoro de impacto entre ambientes.*
- UNI EN 12354 – 3 (novembro de 2002) *Isolamento sonoro aéreo contra o ruído exterior.*

Como resultado, o software libera fichas dos componentes dos sistemas averiguados para os requisitos de envelope da construção para ruídos de sons aéreos e desempenho da parede de geminação (não delimita dormitórios), considerando o **R_w** - Índice de redução sonora ponderado para cada componente analisado:

- **R_w** - Sistema de vedação vertical interna e externa (parede 14cm)
- **R_w** - Parede de geminação 20cm entre as unidades geminadas
- **R_w** - Laje cobertura
- **R_w** - Janelas deslizantes
- **R_w** - Portas madeira lisa

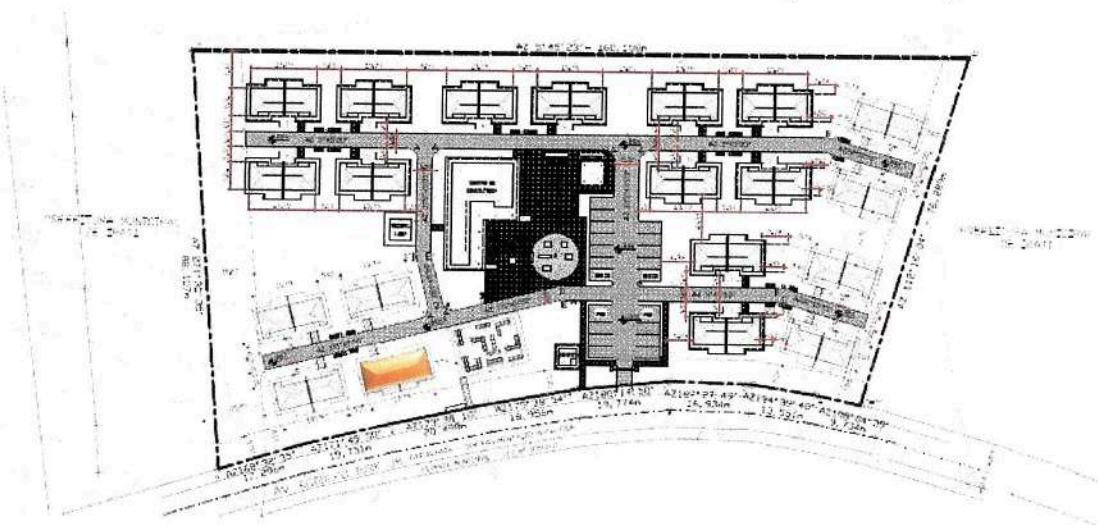
Para garantia dos resultados finais de **D_{nT,w}** - Diferença padronizada de nível Ponderada, foi utilizada a planilha de cálculo desenvolvida pela USP, o **Acústico 3.0**, para fins de atestar os resultados já obtidos pelo software **Son Architect**.

4. UNIDADE ESCOLHIDA

Por se tratar de um empreendimento com 40 unidades, a unidade escolhida, foi a mais “crítica” do ponto de vista acústico (indicada no projeto), além de ficar próxima ao centro de convivência do residencial, é a mais próxima das construções já existentes na cidade e próxima ao centro, que possui um fluxo considerável de veículos diariamente. Procurou-se também que fosse próxima à rua mais movimentada do entorno. Foram analisados sob seguintes aspectos:

- a. Caracterizar as condições de exposição: ruído urbano móvel (tráfego viário, aéreo, etc) e fixo (casas noturnas, indústrias, etc);
- b. Identificar o nível de ruído externo: para tráfego viário considerar número de veículos, distância da fonte, velocidade e inclinação da pista, percentagem de veículos pesados;
- c. Determinar o nível de ruído em dB(A) que atinge o objeto de estudo com as barreiras existentes;

Figura 01 – Implantação da unidade escolhida (em amarelo)



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

Figura 02 –Localização do projeto e da unidade escolhida

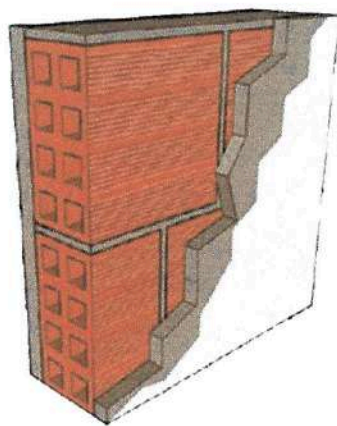


Fonte: <https://www.google.com.br/maps/place/São+João+do+Triunfo+-+PR>

5. COMPONENTES CONSTRUTIVOS

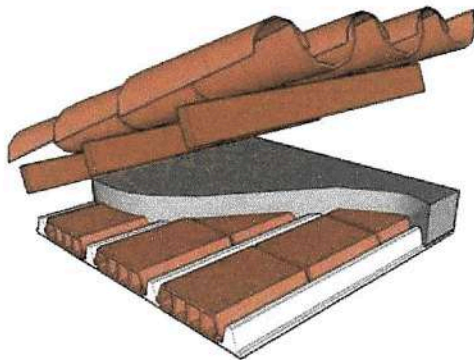
Para validar o método de estudo, foram inseridos os componentes mais próximos da realidade relacionando a densidade do material, a área a ser executada e espessuras condizentes com a futura execução de obra. O uso dos materiais dispostos no memorial descritivo, bem como suas espessuras corretas e a verificação por meio de fornecedores, sobre a qualidade do material construtivo, estão diretamente ligados a efetividade do relatório aqui observado.

Figura 03 –Componentes construtivos referentes ao envelope da construção



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

Fonte: projeteee.mma.gov.br/componentes-construtivos



Pisos e Coberturas
Laje pré-moldada cerâmica 12 cm | Câmara de ar (> 5.0 cm) | Telha cerâmica 1 cm

Fonte: projeteee.mma.gov.br/componentes-construtivos

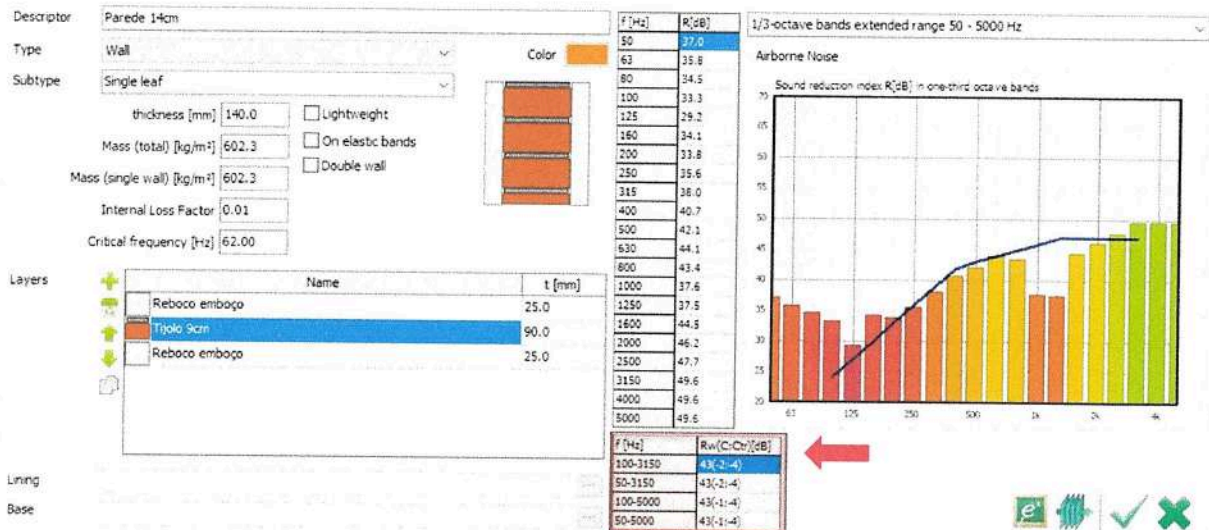
O relatório que segue, sugere um desempenho satisfatório da habitação, atendendo o desempenho **mínimo** solicitado no sistema de fachada, levando em consideração os critérios para unidade habitacional térrea dentro de um empreendimento.

6. FICHAS DE DESEMPENHO ACÚSTICO

A modelagem do envoltório consiste em 2 tipos de paredes:

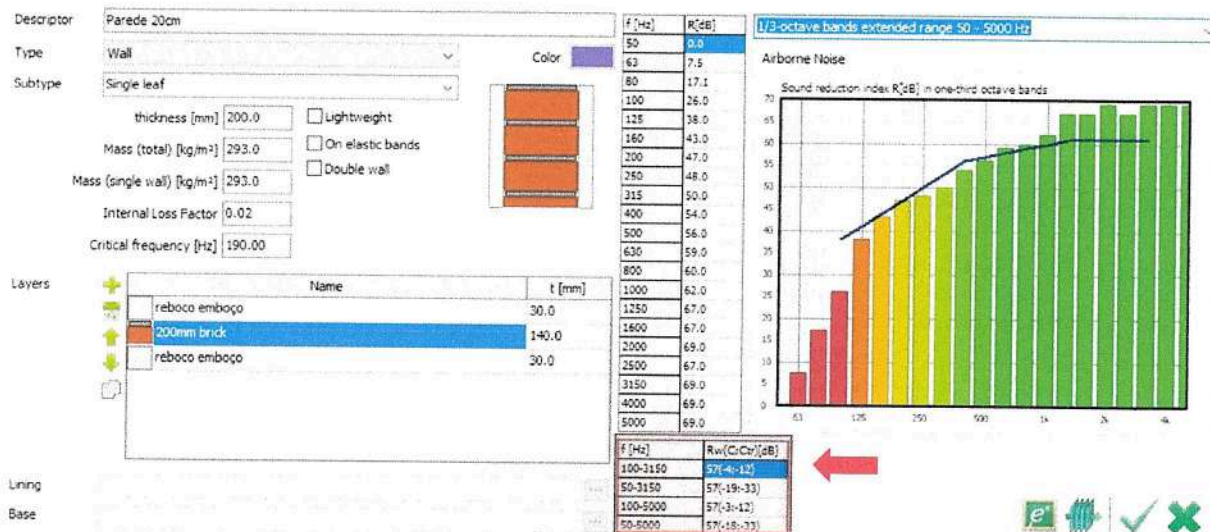
- Parede para vedações internas e externas 14cm (reboco e emboço 2,5cm+ tijolo 9cm + reboco e emboço 2,5cm).
- Parede divisória para unidades geminadas 20cm (reboco e emboço 3cm+ tijolo 14cm + reboco e emboço 3cm).

Figura 04 – Ficha de desempenho acústico (Parede 14cm)



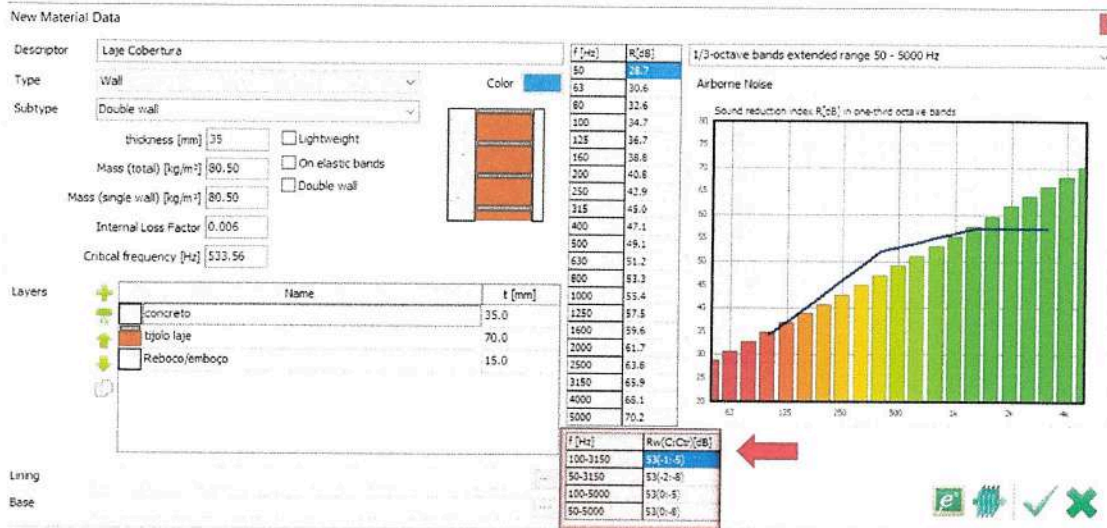
Fonte: Software Son Architect

Figura 05 – Ficha de desempenho acústico (Parede 20cm)



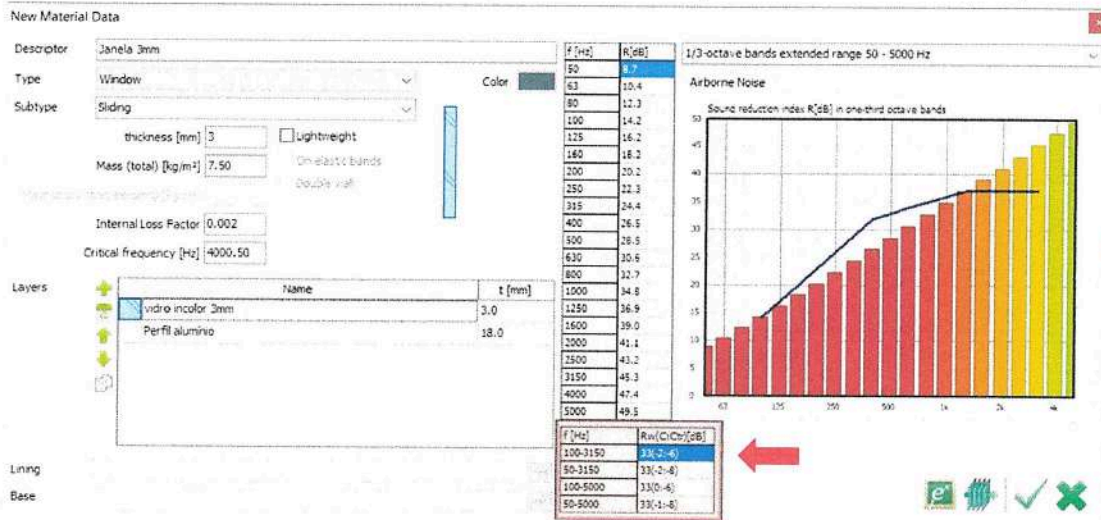
Fonte: Software Son Architect

Figura 06– Ficha de desempenho acústico (Laje cobertura 12cm)



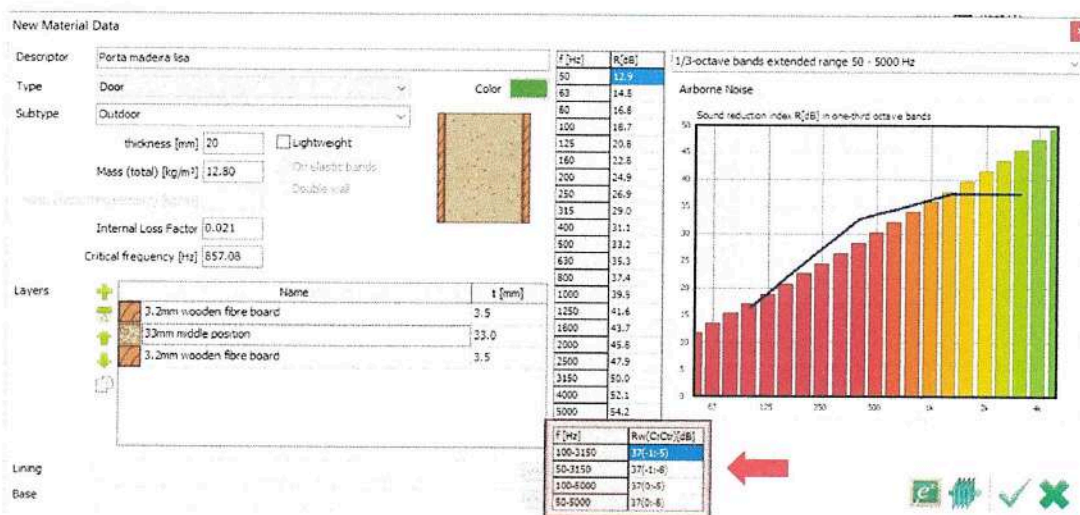
Fonte: Software Son Architect

Figura 07– Ficha de desempenho acústico (Janela deslizante 3mm)



Fonte: Software Son Architect

Figura 08 – Ficha de desempenho acústico (Porta madeira – lisa 4cm)



7. RESULTADO ACÚSTICO 3.0

Atendendo a premissa para a classe de ruído II - Habitação localizada em áreas sujeitas a situações de ruído não enquadráveis nas classes I e III, que corresponde a áreas residenciais, atende-se o mínimo requerido pela diferença padronizada de nível equivaler a 26 Db, sendo a solicitação $D_{2m,nT,w}$ (dB): ≥ 25 .

Relatório Final

Dados do tráfego urbano

número de veículos por hora	30
percentagem de veículos pesados (%)	1
distancia do centro da pista até a calçada (m)	7
velocidade média dos veículos km/h	40
inclinação da pista em %	
Tipo de via: local/50 veic/h	
Distância da calçada até a fachada (m)	8

Dados da barreira

altura da barreira (B)	1,8 m
distância da fachada até barreira(Db)	7 m
altura do ponto na fachada (H)	1,7 m

Dados da fachada

material	área(m2)
Alvenaria de tijolo furado 9 cm + arg. 2,5 + cm 2,5 lados(100kg/m ²)	114
vidro simples 3 mm	11
Nível Sonoro/Norma Brasileira	45 dB(A)

Revestimentos internos e externos

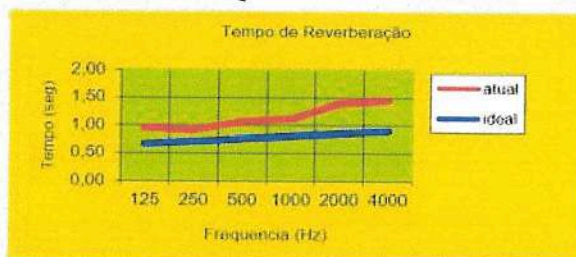
material	área(m2)
Cerâmica piso	80
Telha Cerâmica	125
Tapete buclé duro	0
Cimento	0
Cerâmica	0
Tapete de juta	0
Tapete buclé duro	0
Palco sem cortina	0
Carpete de corda sobre piso de tábuas de madeira	0
Placa sobre superfície sólida	0
Equipamento	quantidade
Músico de orquestra com instrumento	0
Músico de orquestra com instrumento	0
Adulto sentado	0
Adulto sentado em banco de igreja	0
Adulto sentado	0

Resultados

Nível Sonoro (calçada)	56	dB(A)
Nível Sonoro no interior do ambiente=	30	dB(A)

Avaliação Satisfatório

Tempo de reverberação



Fonte: Software Acústico 3.0

8. REFERÊNCIAS

ProAcustica – Manual Classe e Ruído – Abril/2017 – Manual ProAcústica sobre a Norma de Desempenho - Associação Brasileira para a qualidade acústica;

ABNT, 2000, ABNT NBR 10.151: Avaliação do ruído em áreas habitadas, visando o conforto da comunidade.

ABNT, 1987, ABNT NBR 10.152: Níveis de ruído para conforto acústico.

ABNT, 1992, ABNT NBR 12.179: Tratamento acústico em recintos fechados.

ABNT, 2013, ABNT NBR 15.575: Edificações Habitacionais – Desempenho.

ISO, 1998, ISO 140-4: Acoustics – Measurement of sound insulation in buildings and of building elements – Part 4: Field measurements of airborne sound insulation between rooms.

ISO, 1998, ISO 140-7: Acoustics - Measurement of sound insulation in buildings and of building elements - Part 7: Field measurements of impact sound insulation of floors.

ISO, 2008, ISO 6944-1: Fire containment – Elements of building construction – Part 1: Ventilation Ducts.

ISO, 2004, ISO 16032: Acoustics -- Measurement of sound pressure level from service equipment in buildings -- Engineering method.

ISO, 2004, ISO 10052: Acoustics -- Field measurements of airborne and impact sound insulation and of service equipment sound -- Survey method.

ISO, 2013, ISO 717-1: Acoustics – Rating of sound insulation in buildings and of buildings elements – Part 1: Airborne sound insulation.

ISO, 2013, ISO 717-2: Acoustics – Rating of sound insulation in buildings and of buildings elements – Part 2: Impact sound insulation.

Classificação de ruído – Vedação Externas. *NBR 15.575-1*.

Implantação e localização da unidade escolhida. *Projeto Irati, 22ª etapa*.

9. TÉCNICO RESPONSÁVEL



Paulo Eduardo Berta Bacilla
CAU – 15164-5



PROJETO ESTRUTURAL

MEMORIAL DESCRITIVO

MPI 40TI – SOCIAL – GUARITA – QUIOSQUE – RESERVATÓRIO

FASE: Projeto Básico

PROPRIETÁRIO: Prefeitura Municipal De Irati - PR

RESPONSÁVEL TÉCNICO: Paulo Bacilla **CAU:** 15164-5

PROJETO ESTRUTURAL

OBJETIVO

Este documento tem como objetivo estabelecer os parâmetros, especificações e critérios a serem considerados na concepção do projeto da estrutura em concreto armado.

A concepção do projeto da estrutura contempla as características e objetivos de uso fornecidos no projeto arquitetônico.

CARACTERIZAÇÃO DA OBRA

O projeto será implementado no município de Irati – PR, e contempla as seguintes unidades:

- 1- **Casa unifamiliar** geminada em alvenaria de 40,61 m² de área construída;
- 2- **Centro de convivência** em alvenaria com 218,62 m² de área construída;
- 3- **Guarita** em alvenaria com 13,84 m² de área construída;
- 4- **Quiosque** com 13,84 m² de área construída;
- 5- **Castelo D'água** em alvenaria e concreto armado com 51,00 m² de área construída.

SERVIÇOS TÉCNICOS

Todo o material empregado na obra deverá ser aprovado pelo Responsável Técnico da obra antes de começar a ser utilizado.

No caso de substituição de materiais ou serviços que constam nesta especificação, deverá ser apresentado memorial justificativo para a sua utilização e a composição orçamentaria completa, permitindo assim a comparação com material e/ou serviços semelhantes, além de catálogos e informações complementares.

As cotas de implantação da obra, as cotas e os níveis das formas deverão ser verificados e aceitos pelo Responsável Técnico pela obra antes da execução das mesmas.

As quantidades de materiais constantes em cada prancha são indicativas, devendo ser verificadas pelo responsável técnico pela obra tanto para fins de orçamento como para compra de material.

NORMAS TÉCNICAS DE REFERÊNCIA

ABNT NBR 6118: 2104	Projeto de estruturas de concreto - Procedimento
ABNT NBR 6120: 2019	Ações para o cálculo de estruturas de edificações
ABNT NBR 6123: 1988	Forças devidas ao vento em edificações
ABNT NBR 8681: 2003	Ações e seguranças nas estruturas - Procedimento
ABNT NBR 15575: 2013	Coletânea de Normas Técnicas – Edificações Habitacionais - Desempenho

1. ESTRUTURA

CONDIÇÕES GERAIS

Embora conste na parte 2 da NBR 15575:2013 (Desempenho Estrutural) que as alvenarias de vedação devem resistir aos impactos de corpo mole e corpo duro, esse dimensionamento não é escopo do projeto estrutural. O dimensionamento para os atendimentos destes ensaios deverá ser desenvolvido em projeto específico por profissionais especializados em projetos de alvenaria.

Por se tratar de uma estrutura simples e de altura inferior à média os esforços ocasionados pelo vento foram desconsiderados no dimensionamento da estrutura, em conformidade à Norma **ABNT NBR 6123: 1988**.

DESCRIÇÃO DOS MATERIAIS

Conforme descrito na **NBR 6118:2014** o cobrimento das armaduras é **3,0 cm**, exceto para lajes que é **2,5 cm**, devendo ser respeitado. O concreto empregado na estrutura deverá ser de:

- 25 Mpa** em lajes pilares e vigas
- 20 Mpa** nas estacas da fundação

As armaduras são de Aço classe **CA50** e **CA60**, deverão ser respeitados os parâmetros estabelecidos presentes nas tabelas de quantitativos e de resumo de aço.

Qualquer alteração ou dúvida deverá ser imediatamente comunicada por escrito ao engenheiro projetista de estruturas.

Para a produção do concreto foi considerada a utilização de agregado graúdo de origem granítica (granito), em especial na avaliação do módulo de elasticidade. Caso sejam utilizados outros tipos de agregados graúdos, o valor do módulo de elasticidade deverá ser ajustado conforme o item **8.2.8 da NBR 6118:2014**, devendo ser definido antes do início do projeto.

2. VIGAS

CONDIÇÕES GERAIS

O projeto estrutural de vigas foi executado atendendo às exigências da norma **NBR – 6118/914 - Projeto de estruturas de concreto – Procedimento**, com otimização de armadura para o referido projeto.

DESCRIÇÃO DOS MATERIAIS

Todas as vigas são constituídas de concreto com $f_{ck}= 25$ MPa e aço CA-50 e CA-60. A classe de agressividade ambiental é de CLASSE II. A relação de água/cimento em massa deve ser menor ou igual a 0,60.

3. PILARES

CONDIÇÕES GERAIS

O projeto estrutural de pilares foi executado atendendo às exigências da norma **NBR 15.575/93 - Norma de Desempenho**, abrangendo as seis categorias da norma, com otimização de armadura para o referido projeto.

DESCRIÇÃO DOS MATERIAIS

Todas os pilares são constituídos de concreto com $f_{ck}= 25$ MPa e aço CA-50 e CA-60. A classe de agressividade ambiental é de CLASSE II. A relação de água/cimento em massa deve ser menor ou igual a 0,60.

4. LAJES

CONDIÇÕES GERAIS

O projeto estrutural de lajes foi executado atendendo às exigências da norma **NBR – 6118/914 - Projeto de estruturas de concreto – Procedimento**, com otimização de armadura para o referido projeto.

DESCRIÇÃO DOS MATERIAIS

Todas as lajes são constituídas de concreto com $f_{ck}= 25$ MPa e aço CA-50 e CA-60. A classe de agressividade ambiental é de CLASSE II. A relação de água/cimento em massa deve ser menor ou igual a 0,60.

5. VIDA ÚTIL DE PROJETO

A **NBR 15.575/93 Norma de Desempenho** define a vida útil de projeto como o período estimado de tempo para o qual um sistema é projetado, a fim de atender aos requisitos de desempenho estabelecidos, considera o atendimento aos requisitos das normas aplicáveis, o estágio do conhecimento no momento do projeto e subponto o cumprimento dos procedimentos especificados nos manuais de uso, operação e manutenção do empreendimento.

Conforme prescrição da norma **NBR 15.575-2 Edificações habitacionais – Desempenho Parte 2**: Requisitos para os sistemas estruturais, a Vida Útil de Projeto dos sistemas estruturais executados com base neste projeto é estabelecida em **50 anos**.

É imprescindível respeitar os cobrimentos estipulados no projeto para que a estrutura tenha a durabilidade informada.


Paulo Eduardo Berra Berra
CPF: 255.312.639-58
CAU A15464-5



PROJETO ELÉTRICO

MEMORIAL DE CÁLCULO

**MPI 40 TI / MPI SOCIAL / MPI GUARITA /
MPI QUIOSQUE / MPI RESERVATÓRIO**

PROPRIETÁRIO: Prefeitura Municipal De Irati - PR

PROJETO: Projeto Elétrico Básico

RESPONSÁVEL PELO PROJETO: Paulo Bacilla

CAU: 15164-5

INSTALAÇÕES ELETRICAS

1. APRESENTAÇÃO

CONDIÇÕES GERAIS

O objeto em estudo trata-se de uma casa unifamiliar padrão minha casa minha vida de 40 m², um centro social, uma guarita, um quiosque e um reservatório instalados em um condomínio residencial para idosos. Está situada na cidade de Irati, no Paraná.

O projeto de instalações Elétricas foi executado atendendo às exigências das normas **NBR – 5410/2004** - Instalações elétricas de baixa tensão, **NBR 5413/92** - Iluminância de interiores, **NBR 5419/2000** - Proteção de estruturas contra descargas atmosféricas, **NBR 13570/1996** - Instalações elétricas em locais de afluência de público – Requisitos específicos, além de diretrizes COPEL.

2. MEMORIAL DE CALCULO

Para o dimensionamento do projeto foram utilizadas as diretrizes das normas citadas anteriormente. Em especial NBR 5410- INSTALAÇÕES ELÉTRICAS DE BAIXA TENSÃO, item 9.5.2 PREVISÃO DE CARGA.

As especificações de relacionadas a número de pontos e cargas adotadas para iluminação, TUG's e TUE's, estão transcritas a seguir.

Especificações quanto a iluminação **item 9.5.2.1 ILUMINAÇÃO** da NBR 5410

9.5.2.1.2 Na determinação das cargas de iluminação, como alternativa à aplicação da ABNT NBR 5413, conforme prescrito na alínea a) de 4.2.1.2.2, pode ser adotado o seguinte critério:

- a) em cômodos ou dependências com área igual ou inferior a 6 m^2 , deve ser prevista uma carga mínima de 100 VA;
- b) em cômodo ou dependências com área superior a 6 m^2 , deve ser prevista uma carga mínima de 100 VA para os primeiros 6 m^2 , acrescida de 60 VA para cada aumento de 4 m^2 inteiros.

Especificações quanto a pontos de tomadas **item 9.5.2.2 PONTOS DE TOMADAS** da NBR 5410, onde o **item 9.5.2.2.1 Número de pontos de tomada** foi utilizado para definir a quantidade de pontos e o **item 9.5.2.2.2 Potências atribuíveis aos pontos de tomada** foi utilizado para definir as cargas equivalentes a cada ponto.

9.5.2.2.1 Número de pontos de tomada

O número de pontos de tomada deve ser determinado em função da destinação do local e dos equipamentos elétricos que podem ser aí utilizados, observando-se no mínimo os seguintes critérios:

- a) em banheiros, deve ser previsto pelo menos um ponto de tomada, próximo ao lavatório, atendidas as restrições de 9.1;
- b) em cozinhas, copas, copas-cozinhas, áreas de serviço, cozinha-área de serviço, lavanderias e locais análogos, deve ser previsto no mínimo um ponto de tomada para cada 3,5 m, ou fração, de perímetro, sendo que acima da bancada da pia devem ser previstas no mínimo duas tomadas de corrente, no mesmo ponto ou em pontos distintos;
- c) em varandas, deve ser previsto pelo menos um ponto de tomada;

NOTA: Admite-se que o ponto de tomada não seja instalado na própria varanda, mas próximo ao seu acesso, quando a varanda, por razões construtivas, não comportar o ponto de tomada, quando sua área for inferior a 2 m^2 ou, ainda, quando sua profundidade for inferior a 0,80 m.

- d) em salas e dormitórios devem ser previstos pelo menos um ponto de tomada para cada 5 m, ou fração, de perímetro, devendo esses pontos ser espaçados tão uniformemente quanto possível;

NOTA: Particularmente no caso de salas de estar, deve-se atentar para a possibilidade de que um ponto de tomada venha a ser usado para alimentação de mais de um equipamento, sendo recomendável equipá-lo, portanto, com a quantidade de tomadas julgada adequada. |

- e) em cada um dos demais cômodos e dependências de habitação devem ser previstos pelo menos:

- Um ponto de tomada, se a área do cômodo ou dependência for igual ou inferior a $2,25 \text{ m}^2$. Admite-se que esse ponto seja posicionado externamente ao cômodo ou dependência, a até 0,80 m no máximo de sua porta de acesso;
- Um ponto de tomada, se a área do cômodo ou dependência for superior a $2,25 \text{ m}^2$ e igual ou inferior a 6 m^2 ;
- Um ponto de tomada para cada 5 m, ou fração, de perímetro, se a área do cômodo ou dependência for superior a 6 m^2 , devendo esses pontos ser espaçados tão uniformemente quanto possível.

MTB 40 TI

Na tabela a seguir são informados os ambientes com suas respectivas áreas e perímetros, bem como as cargas instaladas de tomadas de uso geral, tomadas de uso específico e iluminação.

QUADRO DE CARGAS											
AMBIENTE	TIPO	DIMENSÕES		VALORES MÍNIMOS			VALORES ADOTADOS				POTÊNCIA TOTAL (KVA)
		Área (m ²)	Perímetro (m)	TUG		ILUMINAÇÃO	TUG		ILUMINAÇÃO	TUE	
				100 VA	600 VA	Potência (W)	100 VA	600 VA	Potência (W)	Potência (VA)	
QUARTO	1	8,6	11,94	300	0	100	300		100		0,4
COZINHA	2	7,58	11,04	100	1800	100	200	1800	100	7200	9,3
BWC	3	4,75	11,92	0	600	100	0	600	100	5500	6,2
SALA DE ESTAR	1	9,33	13,28	300	0	100	400		100		0,5
VARANDA	3	2,2	6,48	0	0	100	0	0	100		0,1
ÁREA DE SERVIÇO	3	3,42	8,14	0	0	100	0	0	100	1000	1,1
POTÊNCIA TOTAL INSTALADA (KVA)											17,60
BIFÁSICO											

A divisão dos circuitos, bem como a tensão atuante neles, o sistema de fiação e a potência total instalada estão representadas na tabela a seguir:

CIRCUITO	DESCRIÇÃO	CATEGORIA	TENSÃO	FIAÇÃO	POTÊNCIA APARENTE TOTAL
			(V)		(VA)
1	ILUMINAÇÃO	ILUM	127	NF	800
2	COZINHA	TUG 127	127	NFT	1200
3	COZINHA + SALA DE ESTAR	TUG 127	127	NFT	1100
4	QUARTO + SALA DE ESTAR + BWC	TUG 127	127	NFT	1000
5	TUE MICROONDAS	TUE 127	127	NFT	1200
6	TUE MAQ. LAVAR	TUE 127	127	NFT	1000
7, 8	TUE CHUVEIRO	TUE 220	220	FFT	5500
9, 10	TUE FOGÃO	TUE 220	220	FFT	6000
11	RESERVA 1	RESERVA	127	NFT	1000
12	RESERVA 3	RESERVA	127	NFT	1000
13	RESERVA 2	RESERVA	127	NFT	1000

Juntamente a divisão de circuitos, foram destinados 3 circuitos para reserva, como orienta a NBR 5410, para estes circuitos foi destinada uma carga de 1000 VA, sendo este o limite de utilização do circuito.

Com a potência instalada e a categoria de instalação foi possível definir os fatores de potência a ser utilizado em projeto.

Utilizando-se do FP, chegou-se na potência total em Watts. Esta que é necessária para o cálculo da corrente nominal.

A corrente de projeto corrigida foi obtida utilizando-se do fator de agrupamento dos circuitos e da corrente nominal.

Os cálculos efetuados estão representados numericamente na tabela a seguir.

CIRCUIT O	DESCRIÇÃO	FP	POTÊNCIA	CORRENTE	Nº CIRCUITOS	FC	FCT	CORRENTE DE
			ATIVA TOTAL	NOMINAL				AGRUP.
			(W)	(A)				(A)
1	ILUMINAÇÃO	1	800	8,90	3,00	0,7	1	9,00
2	COZINHA	0,8	960	8,45	3,00	0,7	1	13,50
3	COZINHA + SALA DE ESTAR	0,8	880	8,66	3,00	0,7	1	12,37
4	QUARTO + SALA DE ESTAR + BWC	0,8	800	7,87	3,00	0,7	1	11,25
5	TUE MICROONDAS	1	1200	8,45	3,00	0,7	1	13,50
6	TUE MAQ. LAVAR	1	1000	7,87	3,00	0,7	1	11,25
7, 8	TUE CHUVEIRO	1	5500	25,00	1,00	1	1	25,00
9, 10	TUE FOGÃO	1	6000	27,27	1,00	1	1	27,27
11	RESERVA 1	0,8	900	7,87	3,00	0,7	1	11,25
12	RESERVA 3	0,8	800	7,87	3,00	0,7	1	11,25
13	RESERVA 2	0,8	800	7,87	3,00	0,7	1	11,25

A corrente corrigida é necessária para que se possa escolher o disjuntor e o cabeamento mais adequado para o circuito.

CIRCUITO	DESCRIÇÃO	CORRENTE DE	DISJUNTO	CONDUTOR PRÉ	CONDUTOR
		PROJETO CORRIGIDA		R	DIMENSIONADO
		(A)	(A)	(mm ²)	(mm ²) CORRENTE (A)
1	ILUMINAÇÃO	9,00	10	1	1,5 15,5
2	COZINHA	13,50	16	1,5	2,5 21
3	COZINHA + SALA DE ESTAR	12,37	16	1,5	2,5 21
4	QUARTO + SALA DE ESTAR + BWC	11,25	16	1	2,5 21
5	TUE MICROONDAS	13,50	16	1,5	2,5 21
6	TUE MAQ. LAVAR	11,25	16	1	2,5 21
7, 8	TUE CHUVEIRO	25,00	32	4	6 36
9, 10	TUE FOGÃO	27,27	32	4	6 36
11	RESERVA 1	11,25			
12	RESERVA 3	11,25			
13	RESERVA 2	11,25			

Com todos os circuitos dimensionados foi possível realizar o equilíbrio de cargas, o qual está demonstrado na tabela seguinte.

CIRCUITO	DESCRIÇÃO	POTÊNCIA APARENTE TOTAL	FASES	
		(VA)	A	B
1	ILUMINAÇÃO	800	800	
2	COZINHA	1200		1200
3	COZINHA + SALA DE ESTAR	1100		1100
4	QUARTO + SALA DE ESTAR + BWC	1000	1000	
5	TUE MICROONDAS	1200		1200
6	TUE MAQ. LAVAR	1000	1000	
7, 8	TUE CHUVEIRO	5500	2750	2750
9, 10	TUE FOGÃO	6000	3000	3000
11	RESERVA 1	1000	1000	
12	RESERVA 3	1000		1000
13	RESERVA 2	1000	1000	
EQUILÍBRIO DE FASES (W)			10550	10250

ALIMENTAÇÃO

Para o circuito de alimentação os critérios adotados estão indicados na tabela a seguir:

CIRCUITO DE ALIMENTAÇÃO									
TIPO DE CARGA	POTÊNCIA APARENTE (VA)	FATOR DE POTÊNCIA	POTÊNCIA ATIVA W	Nº DE CIRCUITOS	FATOR DE DEMANDA	POTÊNCIA DEMANDADA (W)		TENSÃO A	CORRENTE (I) A
						INDIVIDUAL	TOTAL		
LUM	800	1	800	4	0,95	688,0	13.116	220	59,62
TUE + RESERVA	6390	0,8	5040		0,40	2.016,0			
TUE	13700		13700		0,75	10.412,0			
<i>Seção do condutor do circuito de distribuição</i>		16	mm ²						
<i>Seção adotada</i>		16	mm ²						
<i>Corrente máxima suportada pela seção adotada</i>		63	A						
<i>Disjuntor geral adotado para o QDLF</i>		63	A						
<i>Carga total instalada</i>		19.540	W						
<i>Carga total demandada</i>		13.116	W						

ELETRODUTOS

As seções de eletrodutos adotadas foram de 20 mm para todas os caminhos de distribuição da casa. A única exceção é o eletroduto de alimentação, este que foi dimensionado para o diâmetro de 25 mm, assim como indica a tabela de cálculo.

DIMENSIONAMENTO DO ELÉTRODUTO		
Nº DE CONDUTORES	MAIOR Ø DO CIRCUITO	Ø CALCULADO
	mm ²	mm ²
4	16	25

Utilizando-se do FP, chegou-se na potência total em Watts. Esta que é necessária para o cálculo da corrente nominal.

A corrente de projeto corrigida foi obtida utilizando-se do fator de agrupamento dos circuitos e da corrente nominal.

Os cálculos efetuados estão representados numericamente na tabela a seguir.

CIRCUITO	DESCRIÇÃO	POTÊNCIA ATIVA TOTAL	CORRENTE NOMINAL	Nº CIRCUITOS AGRUP.	FCA	FCT	CORRENTE DE PROJETO CORRIGIDA
		(W)	(A)				(A)
1	ILUMINAÇÃO 1	898	6,95	3,00	0,7	1	9,98
2	ILUMINAÇÃO 2	1360	10,71	3,00	0,7	1	15,30
3	ILUMINAÇÃO 3	1360	10,74	3,00	0,7	1	14,62
4	BIBLIOTECA	960	9,45	3,00	0,7	1	13,50
5	SALÃO (2x600VA)	960	9,45	3,00	0,7	1	13,50
6	SALÃO (3x200VA + 1x300VA + 3x100VA)	960	9,45	3,00	0,7	1	13,50
7	COZINHA (2x600VA)	960	9,45	3,00	0,7	1	13,50
8	COZINHA (2x600VA)	960	9,45	3,00	0,7	1	13,50
9	COZINHA + VARANDA	800	8,66	3,00	0,7	1	12,37
10	ADM + DEPÓSITO + CIRC.	800	7,87	4,00	0,65	1	12,11
11	ATENDIMENTO	560	5,51	4,00	0,65	1	8,48
12	TUG BWC	360	3,45	3,00	0,7	1	13,50
13	TUE COZINHA	1390	9,45	3,00	0,7	1	13,50
14	TUE ATENDIMENTO	1200	9,45	3,00	0,7	1	13,50
15	TUE SALÃO	1200	9,45	3,00	0,7	1	13,50
16	TUE CIRCULAÇÃO	1560	11,81	4,00	0,65	1	18,17
17	BWC COZINHA + ÁREA DE HIGIENE	560	5,51	4,00	0,65	1	9,48
18	CIRCUITO QUIOSQUE	160	1,57	1,00	1	1	1,57
19	RESERVA						
20	RESERVA						
21	RESERVA						
22	RESERVA						

A corrente corrigida é necessária para que se possa escolher o disjuntor e o cabeamento mais adequado para o circuito.

CIRCUITO	DESCRIÇÃO	CORRENTE DE PROJETO CORRIGIDA	DISJUNTOR	CONDUTOR PRÉ DIMENSIONADO	CONDUTOR ADOTADO	
		(A)		(A)	(mm ²)	(mm ²)
1	ILUMINAÇÃO 1	9,98	16	1	1,5	15,5
2	ILUMINAÇÃO 2	15,30	16	1,5	1,5	15,5
3	ILUMINAÇÃO 3	14,62	16	1,5	1,5	15,5
4	BIBLIOTECA	13,50	16	1,5	2,5	21
5	SALÃO (2x600VA)	13,50	16	1,5	2,5	21
6	SALÃO (3x200VA + 1x300VA + 3x100VA)	13,50	16	1,5	2,5	21
7	COZINHA (2x600VA)	13,50	16	1,5	2,5	21
8	COZINHA (2x600VA)	13,50	16	1,5	2,5	21
9	COZINHA + VARANDA	12,37	16	1,5	2,5	21
10	ADM + DEPÓSITO + CIRC.	12,11	16	1,5	2,5	21
11	ATENDIMENTO	8,48	16	1	2,5	21
12	TUG BWC	13,50	16	1,5	2,5	21
13	TUE COZINHA	13,50	16	1,5	2,5	21
14	TUE ATENDIMENTO	13,50	16	1,5	2,5	21
15	TUE SALÃO	13,50	16	1,5	2,5	21
16	TUE CIRCULAÇÃO	18,17	20	2,5	2,5	21
17	BWC COZINHA + ÁREA DE HIGIENE	9,48	16	1	2,5	21
18	CIRCUITO QUIOSQUE	1,57	10	1	2,5	21
19	RESERVA					
20	RESERVA					
21	RESERVA					
22	RESERVA					

Com todos os circuitos dimensionados foi possível realizar o equilíbrio de cargas, o qual está demonstrado na tabela seguinte.

CIRCUITO	DESCRIÇÃO	POTÊNCIA TOTAL	FASES	
		(VA)	A	B
1	ILUMINAÇÃO 1	880	880	
2	ILUMINAÇÃO 2	1360	1360	
3	ILUMINAÇÃO 3	1300		1300
4	BIBLIOTECA	1200	1200	
5	SALÃO (2x600VA)	1200	1200	
6	SALÃO (3x200VA + 1x300VA + 3x100VA)	1200		1200
7	COZINHA (2x600VA)	1200	1200	
8	COZINHA (2x600VA)	1200	1200	
9	COZINHA + VARANDA	1100		1100
10	ADM + DEPÓSITO + CIRC.	1000		1000
11	ATENDIMENTO	700		700
12	TUG BWC	1200		1200
13	TUE COZINHA	1200	1200	
14	TUE ATENDIMENTO	1200		1200
15	TUE SALÃO	1200	1200	
16	TUE CIRCULAÇÃO	1500		1500
17	BWC COZINHA + AREA DE HIGIENE	700		700
18	CIRCUITO QUIOSQUE	200	200	
19	RESERVA	1000	1000	
20	RESERVA	1000		1000
21	RESERVA	1000	1000	
22	RESERVA	1000		1000
EQUILÍBRIO DE FASES (VA)			11660	11900

ALIMENTAÇÃO

Para o circuito de alimentação os critérios adotados estão indicados na tabela a seguir:

CIRCUITO DE ALIMENTAÇÃO									
TIPO DE CARGA	POTÊNCIA APARENTE	FATOR DE POTÊNCIA	POTÊNCIA ATIVA	Nº DE CIRCUITOS	FATOR DE DEMANDA	POTÊNCIA DEMANDADA (W)		TENSÃO	CORRENTE DEMANDA (A)
	(VA)		W			INDIVIDUAL	TOTAL		
ILUM	3500	1	3500	4	0,59	2.069	10.617	220	48,26
TUG	19500	0,8	8720		0,28	2.094			
TUE	5100		5100		0,75	3.826			
RESERVA	4000	0,8	3200		0,4	2.588			
<i>Seção do condutor do circuito de distribuição</i>			10	mm ²					
<i>Seção adotada</i>			10	mm ²					
<i>Corrente máxima suportada pela seção adotada</i>			50	A					
<i>Disjuntor geral adotado para o QDLF</i>			50	A					
<i>Carga total instalada</i>			20.560	W					
<i>Carga total demandada</i>			10.617	W					

ELETRODUTOS

As seções de eletrodutos adotadas conforme trechos especificados em projeto. Para a entrada de energia, e para trecho entre QD e luminária g considerados os casos críticos considerou-se. Demais trechos foram considerados eletrodutos de 20mm

DIMENSIONAMENTO DO ELÉTRODUTO		
Nº DE CONDUTORES	MAIOR Ø DO CIRCUITO	Ø CALCULADO
	mm ²	mm ²
4	10	25

DIMENSIONAMENTO DO ELÉTRODUTO		
Nº DE CONDUTORES	MAIOR Ø DO CIRCUITO	Ø CALCULADO
	mm ²	mm ²
9	2,5	25

MTB GUARITA

Na tabela a seguir são informados os ambientes com suas respectivas áreas e perímetros, bem como as cargas instaladas de tomadas de uso geral, tomadas de uso específico e iluminação.

QUADRO DE CARGAS											
AMBIENTE	TIPO	DIMENSÕES		VALORES MÍNIMOS			VALORES ADOTADOS			POTÊNCIA TOTAL (KVA)	
		Área (m ²)	Perímetro (m)	TUG		ILUMINAÇÃO Potência (W)	TUG		ILUMINAÇÃO Potência (W)		TUE Potência (VA)
				100 VA	600 VA		100 VA	600 VA			
Guarita	3	2,46	6,4	100	0	100	200	1800	100	5500	9,3
Dormitório	3	4,62	8,6	100	0	100	200	1800	100	5500	2,1
BWC	3	2,64	6,8	0	800	100	0	600	100	5500	6,2
Varanda	3	1,66	5,16	100	0	100	100	1800	100	5500	0,2
Rede de Monitoramento - 36 câmeras	-	-	-							720	0,72
POTÊNCIA TOTAL INSTALADA (KVA)										9,52	
										MONOFÁSICO	

A divisão dos circuitos, bem como a tensão atuante neles, o sistema de fiação e a potência total instalada estão representadas na tabela a seguir:

CIRCUITO	DESCRIÇÃO	CATEGORIA	TENSÃO	FIAÇÃO	POTÊNCIA APARENTE TOTAL
			(V)		(VA)
1	ILUMINAÇÃO	ILUM	127	NF	400
2	TUGs DORMITÓRIO/GUARITA/ VARANDA/TUG BANHEIRO	TUG 127	127	NFT	1100
3	TUE - 36 x CÂMERAS	TUE 127	127	NFT	720
4	TUE CHUVEIRO	TUE 220	220	FTI	5500
5	RESERVA	RESERVA	127	NFT	1000
6	RESERVA	RESERVA	127	NFT	1000

Juntamente a divisão de circuitos, foram destinados 2 circuitos para reserva, como orienta a NBR 5410, para estes circuitos foi destinada uma carga de 1000 VA, sendo este o limite de utilização do circuito.

Com a potência instalada e a categoria de instalação foi possível definir os fatores de potência a ser utilizado em projeto.

Utilizando-se do FP, chegou-se na potência total em Watts. Esta que é necessária para o cálculo da corrente nominal.

CIRCUITO	DESCRIÇÃO	CATEGORIA	TENSÃO	FLAÇÃO	POTÊNCIA APARENTE TOTAL	FP	POTÊNCIA ATIVA TOTAL	CORRENTE NOMINAL
			(V)		(VA)		(W)	
1	ILUMINAÇÃO	ILUM	127	NF	400	1	400	3,15
2	TUGs DORMITÓRIO/GUARITA/ VARANDA/TUG BANHEIRO	TUG 127	127	NFT	1100	0,8	880	8,66
3	TUE - 36 x CÂMERAS	TUE 127	127	NFT	720	1	720	5,67
4	TUE CHUVEIRO	TUE 220	220	PFT	5500	1	5500	25,00
5	RESERVA	RESERVA	127	NFT	1000	0,8	800	
6	RESERVA	RESERVA	127	NFT	1000	0,8	800	

A corrente de projeto corrigida foi obtida utilizando-se do fator de agrupamento dos circuitos e da corrente nominal.

Os cálculos efetuados estão representados numericamente na tabela a seguir.

CIRCUITO	DESCRIÇÃO	POTÊNCIA APARENTE TOTAL	FP	POTÊNCIA ATIVA TOTAL	CORRENTE NOMINAL	Nº CIRCUITOS AGRUP.	FCA	FCT	CORRENTE DE PROJETO CORRIGIDA
		(VA)		(W)					(A)
1	ILUMINAÇÃO	400	1	400	3,15	2,00	0,8	1	3,94
2	TUGs DORMITÓRIO/GUARITA/ VARANDA/TUG BANHEIRO	1100	0,8	880	8,66	2,00	0,8	1	10,85
3	TUE - 36 x CÂMERAS	720	1	720	5,67	1,00	1	1	5,67
4	TUE CHUVEIRO	5500	1	5500	25,00	1,00	1	1	25,00
5	RESERVA	1000	0,8	800					
6	RESERVA	1000	0,8	800					

A corrente corrigida é necessária para que se possa escolher o disjuntor e o cabeamento mais adequado para o circuito.

CIRCUITO	DESCRIÇÃO	CORRENTE DE PROJETO CORRIGIDA	DISJUNTOR	CONDUTOR PRÉ DIMENSIONADO	CONDUTOR ADOTADO	
		(A)		(A)	(mm ²)	(mm ²)
1	ILUMINAÇÃO	3,94	10	1	1,5	15,5
2	TUGs DORMITÓRIO/GUARITA/ VARANDA/TUG BANHEIRO	10,85	16	1	2,5	21
3	TUE - 36 x CÂMERAS	5,67	16	1	2,5	21
4	TUE CHUVEIRO	25,00	32	4	6	36
5	RESERVA					
6	RESERVA					

Com todos os circuitos dimensionados foi possível realizar o equilíbrio de cargas, o qual está demonstrado na tabela seguinte.

CIRCUITO	DESCRIÇÃO	POTÊNCIA APARENTE TOTAL	FASES	
		(VA)	A	B
1	ILUMINAÇÃO	400		400
2	TUGs DORMITÓRIO/GUARITA/ VARANDA/TUG BANHEIRO	1100	1100	
3	TUE - 36 x CÂMERAS	720		720
4	TUE CHUVEIRO	5500	2750	2750
5	RESERVA	1000	1000	
6	RESERVA	1000		1000
EQUILÍBRIO DE FASES (W)			4850	4870

ALIMENTAÇÃO

Para o circuito de alimentação os critérios adotados estão indicados na tabela a seguir:

CIRCUITO DE ALIMENTAÇÃO									
TIPO DE CARGA	POTÊNCIA APARENTE	FATOR DE POTÊNCIA	POTÊNCIA ATIVA	Nº DE CIRCUITOS	FATOR DE DEMANDA	POTÊNCIA DEMANDADA (W)		TENSÃO	CORRENTE (I)
	(VA)		W			INDIVIDUAL	TOTAL		
ILUM	400	1	400	1	0,86	344,0	8.027	220	36,48
TUG + RESERVA	1100	0,9	749,0		0,59	1.463,2			
TUE	6220		6220		1	6.220,0			
<i>Seção do condutor do circuito de distribuição</i>		10	mm ²						
<i>Seção adotada</i>		10	mm ²						
<i>Corrente máxima suportada pela seção adotada</i>		50	A						
<i>Disjuntor geral adotado para o QDLF</i>		50	A						
<i>Carga total instalada</i>		9.100	W						
<i>Carga total demandada</i>		8.027	W						

ELETRODUTOS

As seções de eletrodutos adotadas foram de 20 mm para todas os caminhos. A única exceção é o eletroduto de alimentação, este que foi dimensionado para o diâmetro de 25 mm, assim como indica a tabela de cálculo.

DIMENSIONAMENTO DO ELÉTRODUTO		
Nº DE CONDUTORES	MAIOR Ø DO CIRCUITO	Ø CALCULADO
	mm ²	mm ²
4	10	25

MTB RESERVATÓRIO

Na tabela a seguir são informados os ambientes com suas respectivas áreas e perímetros, bem como as cargas instaladas de tomadas de uso geral, tomadas de uso específico e iluminação.

QUADRO DE CARGAS											
AMBIENTE	TIPO	DIMENSÕES		VALORES MÍNIMOS			VALORES ADOTADOS				POTÊNCIA TOTAL (KVA)
		Área (m ²)	Perímetro (m)	TUG		ILUMINAÇÃO Potência (W)	TUG		ILUMINAÇÃO Potência (W)	TUE Potência (VA)	
				100 VA	600 VA		100 VA	600 VA			
TÉRREO	1	17,31	16,64	400	0	100	400		100	3900	4,4
PRIMEIRA LAJE	1	17,31	16,64	400	0	100	400		100		0,5
SEGUNDA LAJE	1	17,31	16,64	400	0	100	400		100		0,5
POTÊNCIA TOTAL INSTALADA (KVA)											5,40
											TRIFÁSICO

A divisão dos circuitos, bem como a tensão atuante neles, o sistema de fiação e a potência total instalada estão representadas na tabela a seguir:

CIRCUITO	DESCRIÇÃO	CATEGORIA	TENSÃO	FIAÇÃO	POTÊNCIA APARENTE TOTAL	FP	POTÊNCIA ATIVA TOTAL
			(V)		(VA)		(W)
1	ILUMINAÇÃO	ILUM	220	NF	300	1	300
2	TUG'S	TUG 127	127	NFT	1200	0,8	960
3	BOMBA RESERVATÓRIO	TUE 220 Trifásico	220	FFF	3900	0,77	3000

Com a potência instalada e a categoria de instalação foi possível definir os fatores de potência a ser utilizado em projeto.

Utilizando-se do FP, chegou-se na potência total em Watts. Esta que é necessária para o cálculo da corrente nominal.

CIRCUITO	DESCRIÇÃO	CATEGORIA	TENSÃO	FIAÇÃO	POTÊNCIA APARENTE TOTAL	FP	POTÊNCIA ATIVA TOTAL	CORRENTE NOMINAL
			(V)		(VA)		(W)	
1	ILUMINAÇÃO	ILUM	220	NF	300	1	300	1,36
2	TUG'S	TUG 127	127	NFT	1200	0,8	960	9,45
3	BOMBA RESERVATÓRIO	TUE 220 Trifásico	220	FFF	3900	0,77	3000	15,47

A corrente de projeto corrigida foi obtida utilizando-se do fator de agrupamento dos circuitos e da corrente nominal.

Os cálculos efetuados estão representados numericamente na tabela a seguir.

CIRCUITO	DESCRIÇÃO	POTÊNCIA APARENTE TOTAL	FP	POTÊNCIA ATIVA TOTAL	CORRENTE NOMINAL	N° CIRCUITOS AGRUP.	FC A	FCT	CORRENTE DE PROJETO CORRIGIDA
		(VA)		(W)					(A)
1	ILUMINAÇÃO	300	1	300	1,36	2,00	0,8	1	1,70
2	TUG'S	1200	0,8	960	9,45	2,00	0,8	1	11,81
3	BOMBA RESERVATÓRIO	3900	0,77	3000	15,47	1,00	1	1	15,47