



UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
CENTRO TECNOLÓGICO
COLEGIADO DE ENGENHARIA CIVIL

Camila Claudina Rodrigues
Hugo Hemerly Scandian

**EFICIÊNCIA ENERGÉTICA DE UMA
EDIFICAÇÃO DE SERVIÇOS DE
ACORDO COM O MÉTODO DE
SIMULAÇÃO DA INI-C – ESTUDO DE
CASO NO ES**

Vitória, ES

2022

**Camila Claudina Rodrigues
Hugo Hemerly Scandian**

**EFICIÊNCIA ENERGÉTICA DE UMA
EDIFICAÇÃO DE SERVIÇOS DE ACORDO COM O
MÉTODO DE SIMULAÇÃO DA INI-C – ESTUDO
DE CASO NO ES**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Departamento de Engenharia Civil do Centro Tecnológico da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para obtenção do grau de Engenheiro Civil.

Universidade Federal do Espírito Santo – UFES

Centro Tecnológico

Departamento de Engenharia Civil

Orientador: Profa. Dra. Luciana Aparecida Netto de Jesus

Vitória, ES

2022

**Camila Claudina Rodrigues
Hugo Hemerly Scandian**

**EFICIÊNCIA ENERGÉTICA DE UMA
EDIFICAÇÃO DE SERVIÇOS DE ACORDO COM O
MÉTODO DE SIMULAÇÃO DA INI-C – ESTUDO
DE CASO NO ES**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Departamento de Engenharia Civil do Centro Tecnológico da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para obtenção do grau de Engenheiro Civil.

Aprovado em 23 de agosto de 2022.

COMISSÃO EXAMINADORA

**Profª. Drª. Luciana Aparecida Netto de
Jesus**
Universidade Federal Do Espírito Santo
Orientadora

Profª. Drª. Karla Moreira Conde
Universidade Federal Do Espírito Santo

Engenheiro Civil Saile Tomazelli

Agradecimentos

Agradecemos aos nossos pais, que nos apoiaram durante esta jornada. Aos nossos namorados, por não nos deixarem ser vencidos pelo cansaço e sempre estarem presentes nos momentos em que pensamos em desistir.

À nossa professora orientadora, Profa. Dra. Luciana Aparecida Netto de Jesus, por tamanha dedicação e apoio.

A todos os amigos e familiares que, diretamente ou indiretamente, participaram de nossa formação, pela compreensão às ausências e afastamento temporário.

Àqueles, então colegas, que se tornaram grandes amigos caminhando conosco ao longo do curso. Em especial, ao Braz Borges Filho, pelo apoio e companheirismo durante o desenvolvimento deste trabalho.

Resumo

No Brasil, quase metade do consumo de energia é de responsabilidade dos edifícios e do setor da construção civil. A geração de energia elétrica promove impactos ambientais, e o aumento de sua demanda conforme o avanço tecnológico e adaptação das necessidades humanas exigem medidas para se economizar durante o consumo. Com o objetivo de tornar o uso de energia elétrica nas edificações mais eficiente, foi criado em 2003 o Procel Edifica - Programa de Eficiência Energética em Edificações Eletrobrás/Procel (PBE Edifica). O PBE Edifica desenvolveu em 2014 Requisitos Técnicos da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética de Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos (RTQ-C) e o equivalente para edifícios residências (RTQ-R). Ao verificar a necessidade de aperfeiçoamento do método, surge a nova Instrução Normativa Inmetro para a Classificação de Eficiência Energética de Edificações Comerciais, de Serviços e Públicas (INI-C). Neste sentido, este trabalho propõe realizar a classificação energética, com base na INI-C, do projeto de reforma e ampliação de uma edificação de serviços de atendimento à comunidade no município da Serra, Espírito Santo. Deste modo, foi realizada a modelagem da edificação do estudo de caso, na qual foram inseridos os dados geométricos e parâmetros de utilização da edificação previstos no projeto. Por meio da simulação computacional, foi obtida a carga térmica total da edificação, da qual foi possível determinar o consumo de energia primária total. Na classificação geral, foram analisados os sistemas de envoltória, condicionamento de ar, iluminação, aquecimento de água e geração de energia local. Dessa forma, foi possível obter a ENCE geral, conforme a INI-C. A edificação atingiu a classificação A. Por fim, avaliou-se o sistema de geração de energia do estudo de caso. Determinou-se que a capacidade de geração prevista em projeto é suficiente para que a edificação possa ser classificada como NZEB.

Palavras-chaves: Eficiência Energética, INI-C, PBE-Edifica, Simulação, *Near Zero Energy Building*.

Abstract

In Brazil, almost half of energy consumption is from the buildings and the civil construction sector. Electric energy generation causes environmental impacts, and the increase of its demand according to the technological advance and adaptation of human needs require measures to save during consumption. In order to make the use of electricity in buildings more efficient, in 2003 the Procel Edifica - Energy Efficiency in Buildings Eletrobrás/Procel Program (PBE Edifica) was created. Energy Efficiency of Commercial, Service and Public Buildings (RTQ-C) and the equivalent for residential buildings (RTQ-R). When verifying the need to improve the method, the new Inmetro Normative Instruction for the Energy Efficiency Classification of Commercial, Service and Public Buildings (INI-C) appears. Therefore, this study proposes to carry out the energy classification, based on the INI-C method, of the renovation and expansion project of a community service building in the municipality of Serra, Espírito Santo. The modeling of the building of the case study was made, in which the geometric data and parameters of use of the building foreseen in the project were inserted. Through computer simulation, the total thermal load of the building was obtained, from which it was possible to determine the total primary energy consumption. In the general classification, the envelope systems, air conditioning, lighting, water heating and local energy generation were analyzed. In this way, it was possible to obtain the general ENCE, according to the INI-C. The building reached the classification A. Finally, the energy generation system of the case study was evaluated. It was determined that the generation capacity foreseen in the project is sufficient for the building to be classified as NZEB.

Keywords: Energy Efficiency, INI-C, PBE-Edifica, Simulation, Near Zero Energy Building.

Lista de ilustrações

Figura 1 – Porcentagem de uso de energia coberto por políticas obrigatórias de eficiência energética no Brasil, 2010-2018	15
Figura 2 – Exemplo de etiqueta para edificações comerciais, de serviços e públicas	18
Figura 3 – Estrutura do manual da INI-C	20
Figura 4 – Metodologia Simplificada	31
Figura 5 – Fluxograma de conversão de modelo Revit para importação no Energy-Plus	34
Figura 6 – Fluxograma de <i>input</i> de dados para simulação energética no EnergyPlus	35
Figura 7 – Fluxograma de classificação da edificação após resultados obtidos na simulação termo-energética e sugestão de melhorias	36
Figura 8 – Metodologia Detalhada	37
Figura 9 – Fachada Existente do Instituto Vovô Chiquinho	38
Figura 10 – Planta de Situação do Instituto Vovô Chiquinho	39
Figura 11 – Levantamento expedito realizado do instituto	40
Figura 12 – Biblioteca do Instituto Vovô Chiquinho	41
Figura 13 – Refeitório do Instituto Vovô Chiquinho	41
Figura 14 – Planta de Situação Ampliada	43
Figura 15 – Pavimento Térreo e Área Externa do Projeto	45
Figura 16 – Pavimento Superior do Projeto	47
Figura 17 – Divisão de Zonas Térmicas - Pavimento Térreo	50
Figura 18 – Divisão de Zonas Térmicas - Pavimento Superior	51
Figura 19 – Modelo Real	59
Figura 20 – Modelo de Referência	60

Lista de tabelas

Tabela 1 – Fatores de conversão de eletricidade e gás em energia primária - Brasil	22
Tabela 2 – Limites dos intervalos das classificações de eficiência energética geral	25
Tabela 3 – Valores de referência para edificações que possuem tipologia não descrita anteriormente – Geometria e aberturas	53
Tabela 4 – Valores de referência para edificações que possuem tipologia não descrita anteriormente – Componentes Construtivos	54
Tabela 5 – Valores de referência para edificações que possuem tipologia não descrita anteriormente – Iluminação e ganhos	55
Tabela 6 – Valores de referência para edificações educacionais – Aquecimento de Água	55
Tabela 7 – Padrão de Uso de Pessoas	56
Tabela 8 – Parâmetros de materiais	57
Tabela 9 – Parâmetros de Iluminação	58
Tabela 10 – Padrão de Uso de Pessoas	58
Tabela 11 – Padrão de Uso de Pessoas	59
Tabela 12 – Consumo de Energia Elétrica na Edificação Real	61
Tabela 13 – Consumo de Energia Elétrica da Edificação na Condição de Referência	61
Tabela 14 – Consumo do Sistema de Iluminação na Condição de Referência	62
Tabela 15 – Consumo do Sistema de Aquecimento de Água	63
Tabela 16 – Consumo de energia primária da edificação real	64
Tabela 17 – Consumo de energia primária da edificação de referência	65
Tabela 18 – Fator de Forma da Edificação	65
Tabela 19 – Coeficiente i de Eficiência Energética	65
Tabela 20 – Intervalos da Classificação Energética	66
Tabela 21 – Consumo de energia primária da edificação real sem considerar a geração de energia local	66
Tabela 22 – Consumo VS Geração de Energia Elétrica	67

Lista de abreviaturas e siglas

ENCE	Etiqueta Nacional de Conservação da Energia
ESF	Engenheiros Sem Fronteiras
INI-C	Instrução Normativa Inmetro para a Classificação de Eficiência Energética de Edificações Comerciais, de Serviços e Pública
INI-R	Instrução Normativa Inmetro para a Classificação de Eficiência Energética de Edificações Residenciais
INMETRO	Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia
IVC	Instituto Vovô Chiquinho
LABEEE	Laboratório de Eficiência Energética em Edificações
NZEB	<i>Near Zero Energy Building</i>
PBE	Programa Brasileiro de Etiquetagem
RTQ-C	Requisitos Técnicos da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética de Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos
RTQ-R	Regulamento Técnico da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética de Edificações Residência.

Sumário

1.	INTRODUÇÃO.....	12
1.1	OBJETIVO GERAL.....	13
1.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	13
1.3	ESTRUTURA DE TÓPICOS.....	13
2.	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	14
2.1	EFICIÊNCIA ENERGÉTICA.....	14
2.1.1	Panorama Atual de Eficiência Energética.....	14
2.1.2	Eficiência Energética em Edificações.....	16
2.2	ETIQUETAGEM ENERGÉTICA.....	17
2.3	INSTRUÇÃO NORMATIVA INMETRO - EDIFICAÇÕES COMERCIAIS, DE SERVIÇO E PÚBLICAS (INI-C).....	19
2.3.1	Classificação da Eficiência Energética Geral da Edificação.....	20
2.3.2	Condições Mínimas de Elegibilidade Para a Classificação A.....	26
2.3.3	Método da Simulação.....	26
2.3.3.1	Características do programa computacional para a simulação termo- energética.....	27
2.3.3.2	Simulação Termo-Energética.....	28
2.4	NEAR ZERO ENERGY BUILDING.....	29
3.	METODOLOGIA.....	31
3.1	DEFINIÇÃO DA TIPOLOGIA DE USO (ETAPA 2).....	32
3.2	LEVANTAMENTO DE DADOS (ETAPA 2).....	33
3.3	AVALIAÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA DA EDIFICAÇÃO (ETAPAS 3, 4 E 5).....	34
4.	ESTUDO DE CASO.....	38

4.1	PROJETO DE REFORMA E AMPLIAÇÃO.....	42
4.1.1	Área Externa.....	43
4.1.2	Pavimento Térreo.....	44
4.1.3	Pavimento Superior.....	46
4.2	PROJETO DO SISTEMA DE ENERGIA SOLAR.....	48
5.	RESULTADOS.....	49
5.1	ZONAS TÉRMICAS.....	49
5.2	DEFINIÇÃO DA TIPOLOGIA DE USO.....	52
5.3	LEVANTAMENTO DE DADOS.....	53
5.3.1	Parâmetros Adotados Conforme Tipologia de Uso.....	53
5.3.2	Padrão de Uso de Pessoas.....	56
5.3.3	Materiais.....	57
5.3.4	Iluminação.....	57
5.3.5	Ar condicionado.....	58
5.3.6	Equipamentos.....	58
5.4	MODELAGEM.....	59
5.4.1	Edificação na Condição de Referência.....	60
5.5	DEFINIÇÃO DA ETIQUETA DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA.....	61
5.5.1	Consumo de Energia Elétrica.....	61
5.5.2	Consumo de Energia Primária.....	64
5.5.3	Intervalos de Classificação.....	65
5.6	NEAR ZERO ENERGY BUILDING.....	66
6.	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	68
6.1	LIMITAÇÕES.....	68
6.2	SUGESTÕES PARA PESQUISAS FUTURAS.....	69

REFERÊNCIAS.....	70
APÊNDICES.....	72
APÊNDICE A – MATERIAIS.....	73
APÊNDICE B – COMPOSIÇÕES CONSTRUTIVAS.....	76
APÊNDICE C – SISTEMA DE ILUMINAÇÃO.....	78
APÊNDICE D – EQUIPAMENTOS.....	79
ANEXOS.....	81
ANEXO A – LEVANTAMENTO EXPEDITO INSTITUTO VOVÔ CHIQUINHO.....	82
ANEXO B – PROGRAMA DE NECESSIDADES.....	84
ANEXO C – PROJETO DE REFORMA E AMPLIAÇÃO DO INSTITUTO VOVÔ CHIQUINHO.....	86

1 INTRODUÇÃO

No Brasil, quase 50% do consumo de energia é de responsabilidade dos edifícios e do setor da construção civil (EPE, 2020). Em 2020, os setores residencial, comercial e público foram responsáveis por 27,6%, 15,7% e 7,9% do consumo de energia elétrica, respectivamente (EPE, 2020). A geração de energia elétrica promove impactos ambientais, e o aumento de sua demanda, conforme o avanço tecnológico e adaptação das necessidades humanas, exige medidas para se economizar durante o consumo.

Com o objetivo de tornar o uso de energia elétrica nas edificações mais eficiente, foi criado em 2003 o Procel Edifica - Programa de Eficiência Energética em Edificações Eletrobrás/-Procel (PBE Edifica) (BRASIL, 2014). Para a avaliação do desempenho energético em edifícios, o PBE Edifica desenvolveu em 2014 Requisitos Técnicos da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética de Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos (RTQ-C) e o equivalente para edifícios residências (RTQ-R). Ao verificar a necessidade de aperfeiçoamento do método, surge a nova Instrução Normativa Inmetro para a Classificação de Eficiência Energética de Edificações Comerciais, de Serviços e Públicas (INI-C), em substituição da RTQ-C, e a INI-R, para edificações residenciais, em substituição ao RTQ-R. Estes programas são fundamentais para se promover reduções significativas no consumo de energia elétrica em diversos setores da construção.

Devido ao efeito da conservação de energia, isto é, o consumo evitado advindo da reposição tecnológica pelo término da vida útil de equipamentos, programas e ações de conservação em execução no país, estima-se que até o final de 2022, 5,8% da energia elétrica seja conservada, o equivalente a 48.024 GWh. Para o setor comercial, a economia prevista é de 6.779 GWh. (EPE, 2022). Tal projeção, apresentada no Plano Decenal de Expansão de Energia de 2022, indica a diferença entre o consumo energético esperado para 2022 mantendo-se os padrões tecnológicos do ano base de 2012 e o consumo final com a incorporação de ganhos de eficiência energética.

A intensidade elétrica, que é a proporção de energia elétrica demandada ao ano em função do PIB do país, foi de 127,3 kWh/10³R\$ em 2013 (EPE, 2022). Em um cenário sem conservação de energia, estima-se o aumento do valor para 132,3 kWh/10³R\$, e com conservação de energia, o valor reduz para 124,6 kWh/10³R\$. Dentre os diferentes setores, o comercial é o que apresenta maiores desafios para a redução da intensidade elétrica, pois ainda com conservação de energia, estima-se um aumento de 35,3 kWh/10³R\$ para 39,3 kWh/10³R\$.

Sendo assim, destaca-se a importância de programas e ação de conservação de energia no país, como o Programa Brasileiro de Etiquetagem, para garantir o aumento da conservação de energia elétrica, em especial e foco deste estudo, para edificações dos setores comercial

e de serviços.

1.1 OBJETIVO GERAL

Analisar a classificação energética com base no método INI-C do projeto de ampliação e reforma de uma edificação de serviços localizada na Serra - Espírito Santo.

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Avaliar sistema de envoltória, sistema de condicionamento de ar, iluminação, equipamentos e geração de energia local do estudo de caso pelo método de simulação;
- Classificar a edificação conforme os critérios da INI-C;
- Classificar a edificação conforme os critérios de *Near Zero Energy Building* (NZEB).

1.3 ESTRUTURA DE TÓPICOS

Este projeto estrutura-se em seis capítulos:

- No primeiro capítulo faz-se a introdução do projeto, definindo-se o contexto de estudo, os objetivos e as justificativas, com a apresentação da relevância do tema.
- No segundo capítulo é apresentado o cenário energético brasileiro e a contribuição que as edificações tem a oferecer no quesito de eficiência energética. Além disso, é apresentado o programa de etiquetagem no Brasil e as definições da INI-C.
- No terceiro capítulo é definida a metodologia do estudo.
- No quarto capítulo é mostrada a edificação objeto de estudo e o seu contexto de funcionamento. Parâmetros específicos da edificação e necessários para a análise energética são definidos.
- No quinto capítulo são apresentados todos os resultados provenientes da simulação energética e é definida a classificação da edificação em estudo.
- No sexto capítulo são apresentadas as conclusões acerca do tema, bem como sugestões para estudos futuros.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 EFICIÊNCIA ENERGÉTICA

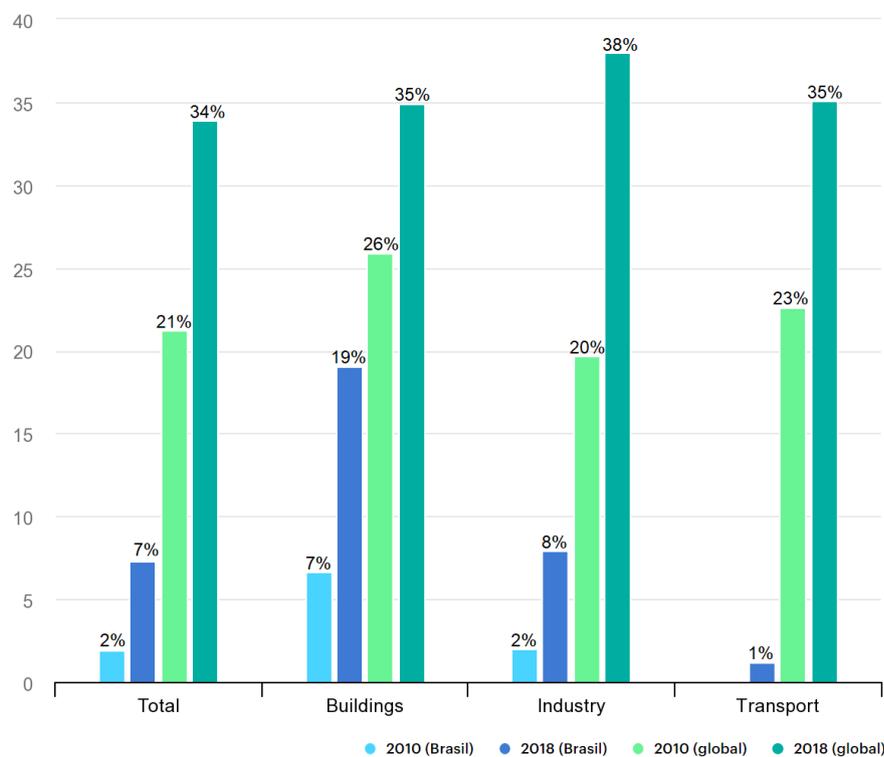
2.1.1 Panorama Atual de Eficiência Energética

A economia global tende a duplicar de tamanho nos próximos vinte anos e, com isso, cresce a demanda por energia elétrica (MOTHERWAY, 2019). Importa, portanto, não apenas os recursos empregados para gerar toda essa eletricidade, mas também os impactos ambientais originados desse processo, como a emissão de gases de efeito estufa (GEE).

Surge, portanto, a necessidade de investimentos em eficiência energética, associados à potencialização das fontes de energia limpa. Conforme mencionado por Motherway (2019), com a mesma oferta de energia que se tem nos dias de hoje, é possível viabilizar as atividades sociais futuras, desde que haja eficiência energética.

Deste modo, torna-se inadiável iniciativas que promovam a eficiência energética, e neste caso, destacam-se as políticas públicas. Em 2018, 7,3% do uso final de energia no Brasil estava controlado por políticas obrigatórias de eficiência energética (IEA, 2021b). O avanço mais significativo nesse quesito foi no setor de construção, no qual foram introduzidos códigos de construção e padrões de eletrodomésticos, o que aumentou o controle sobre edifícios para 19% no período de 2010 a 2018 (IEA, 2021c). A Figura 1 representa o controle por parte do poder público sobre o uso de energia nos setores de construção, indústria e transporte no Brasil, além de fazer um comparativo com o cenário mundial.

Figura 1 – Porcentagem de uso de energia coberto por políticas obrigatórias de eficiência energética no Brasil, 2010-2018



Fonte: Adaptado de IEA (2021c)

Dos programas que possibilitaram tais avanços na construção civil, destacam-se alguns, como o Programa Brasileiro de Etiquetagem - INMETRO, criado em 1984; o Procel Edifica - Programa de Eficiência Energética em Edificações Eletrobrás/Procel, criado em 2003; e o Selo Procel para equipamentos (1993) e edificações (2014). Outro exemplo de política pública de incentivo à eficiência energética no Brasil foi a disposição da Instrução Normativa SLTI nº 02, 2014, para que edifícios públicos novos, a serem construídos ou alugados, e os que recebem *retrofit*, administrados pelo governo federal, tenham classificação “A” no selo do Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e tecnologia (INMETRO) e Programa Brasileiro de Conservação de Energia, o PROCEL-Edifica, específico para edificações (BRASIL, 2014). A etiquetagem energética, no geral, será melhor apresentada na Seção 2.2.

Considerando iniciativas semelhantes e no caso, incluindo todos os setores da economia, o resultado será uma sociedade com uma economia global baseada na redução de emissão de poluentes, com maior segurança energética e, conseqüentemente, melhor qualidade de vida (MOTHERWAY, 2019).

2.1.2 Eficiência Energética em Edificações

Os edifícios e o setor da construção civil juntos são responsáveis por mais de um terço do consumo global de energia e também por aproximadamente 40% da emissão direta e indireta de CO₂ (IEA, 2021a). Essa proporção de consumo de energia elétrica chega a quase 50% no Brasil (EPE, 2020).

Segundo Filho, Aguiar e Kniess (2018), o consumo energético proveniente de uma edificação passa por três etapas. Primeiro, tem-se a construção, que abrange desde a concepção até à fabricação e transporte dos materiais. Segundo, a operação, que se refere a todo período de funcionamento do edifício, sendo a fase com o maior consumo energético. Por fim, tem-se o término da vida útil da construção, com a sua demolição ou reforma. No estudo de Ortiz-Rodríguez, Castells e Sonnemann (2012), determinou-se que o maior impacto ambiental durante o ciclo da vida da moradia ocorre durante a fase de uso, por conta do consumo de energia elétrica.

Os setores residencial, comercial e público no ano de 2020 foram responsáveis por 51,2% do consumo de energia elétrica. (EPE, 2020). Em 2017, o consumo de energia elétrica devido ao uso de ar condicionado nas residências foi de 18,7 TWh, e estima-se que esta demanda pode crescer 5,4% ao ano e atingir 48 TWh em 2035 (EPE, 2018).

No entanto, há um enorme potencial inexplorado de eficiência energética no setor (IEA, 2021a). É através do projeto arquitetônico que se definem as primeiras boas práticas para se promover o conforto térmico, visual e acústico aos seus usuários, com baixo consumo de energia. Segundo Lamberts, Dutra e Pereira (1997), ao prover redução no consumo de energia elétrica sem detrimento das condições ambientais, o edifício torna-se mais energeticamente eficiente.

Assim, baseado nas fases de uma edificação, potencializa-se a eficiência energética com: a economia e racionalização das soluções estruturais; a especificação de materiais construtivos com melhor desempenho termo-energético; a funcionalidade arquitetônica, priorizando o conforto ambiental, além da escolha de sistemas e equipamentos mais eficientes (LAMBERTS; DUTRA; PEREIRA, 1997).

Considerando as boas práticas para melhorias no conforto térmico e redução do consumo de energia elétrica em edificações, surge a necessidade de se estabelecer classificações, bem como critérios mínimos para atingi-las, que representem a eficiência energética de uma edificação. Um exemplo de classificação utilizada, e objeto deste estudo, é o Programa Brasileiro de Etiquetagem (PBE).

2.2 ETIQUETAGEM ENERGÉTICA

Em 1984, o Inmetro iniciou a discussão no Brasil sobre a importância da conservação de energia e levou informação sobre a eficiência energética de produtos para a população, através de programas de avaliação da conformidade focados no desempenho. O projeto cresceu e deu origem ao Programa Brasileiro de Etiquetagem (PBE). O PBE, então ganhou dois importantes parceiros: a Eletrobrás, com o Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica (Procel) e a Petrobras, com o Programa Nacional da Racionalização do Uso dos Derivados do Petróleo e do Gás Natural (Conpet) (INMETRO, 2021), que bonificam os produtos mais eficientes energeticamente.

Os programas de etiquetagem podiam ser adotados voluntariamente pelos fabricantes. No entanto, a partir da lei nº 10.295, publicada em 2001 (Lei da Eficiência Energética), o Inmetro foi designado a desenvolver programas compulsórios para avaliar o desempenho energético dos produtos (INMETRO, 2022).

Atualmente, dentro do PBE, há 38 Programas de Avaliação de Conformidade utilizando a ENCE (Etiqueta Nacional de Conservação da Energia), com o objetivo de sinalizar o desempenho de produtos em relação à sua eficiência energética.

Em 2003 a Eletrobrás/Procel instituiu o Programa Nacional de Eficiência Energética em Edificações - PROCEL EDIFICA, que visa promover o uso racional e eficiente de energia elétrica em edificações (PBE-EDIFICA, 2020c). Em 2014, o PROCEL EDIFICA desenvolveu um método para avaliar o desempenho energético em edifícios, que foram os Requisitos Técnicos da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética de Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos (RTQ-C) e o Regulamento Técnico da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética de Edificações Residenciais (RTQ-R)(PBE-EDIFICA, 2020b).

O RTQ-C e o RTQ-R abordavam os critérios e requisitos necessários para se classificar uma edificação de acordo com o seu nível de eficiência energética. Então, através do documento de Requisitos de Avaliação da Conformidade para Eficiência Energética de Edificações (RAC), era possível solicitar a Etiqueta Nacional de Conservação de Energia (ENCE) do Inmetro (PBE-EDIFICA, 2020c).

A ENCE apresenta um indicador adimensional relacionado ao consumo de energia da edificação, usando o sistema de letras. A etiqueta atribuída varia de "A", mais eficiente energeticamente, a "E", menos eficiente, conforme representado na Figura 2. A classificação é realizada com base no consumo de energia primária, tomando como referência uma edificação equivalente à classificação D (INMETRO, 2021).

Figura 2 – Exemplo de etiqueta para edificações comerciais, de serviços e públicas



Fonte: SustentArqui (2018)

No entanto, esses dois métodos de avaliação das edificações, o RTQ-C e o RTQ-R mostram-se limitados, apesar de ainda estarem em vigor. Em uma das análises que abordaram o assunto, Sirtuli, Dias e Rodrigues (2022) concluíram que o RTQ-C é menos realista ao analisar a envoltória de uma edificação, pois o prescritivo exige uma série de pré-requisitos relacionados às propriedades térmicas dos elementos da envoltória. Além disso, o método não considerava variáveis importantes para o desempenho de edificações, como por exemplo, a orientação solar.

Aliado a isso, o PBE-Edifica (2020b) afirmou que os métodos do RTQ-C e do RTQ-R utilizavam um indicador que, apesar de possibilitar a classificação da edificação, não forneciam "uma ideia de grandeza relacionada ao consumo real da edificação" (PBE-EDIFICA, 2020b). Então, esforços foram empregados para o aperfeiçoamento do método, resultando na nova Instrução Normativa Inmetro para a Classificação de Eficiência Energética de Edificações Comerciais, de Serviços e Públicas (INI-C), em substituição da RTQ-C, e na Instrução Normativa Inmetro para a Classificação de Eficiência Energética de Edificações Residenciais (INI-R), em substituição da RTQ-R. O INI-C será apresentado na Seção 2.3.

2.3 INSTRUÇÃO NORMATIVA INMETRO - EDIFICAÇÕES COMERCIAIS, DE SERVIÇO E PÚBLICAS (INI-C)

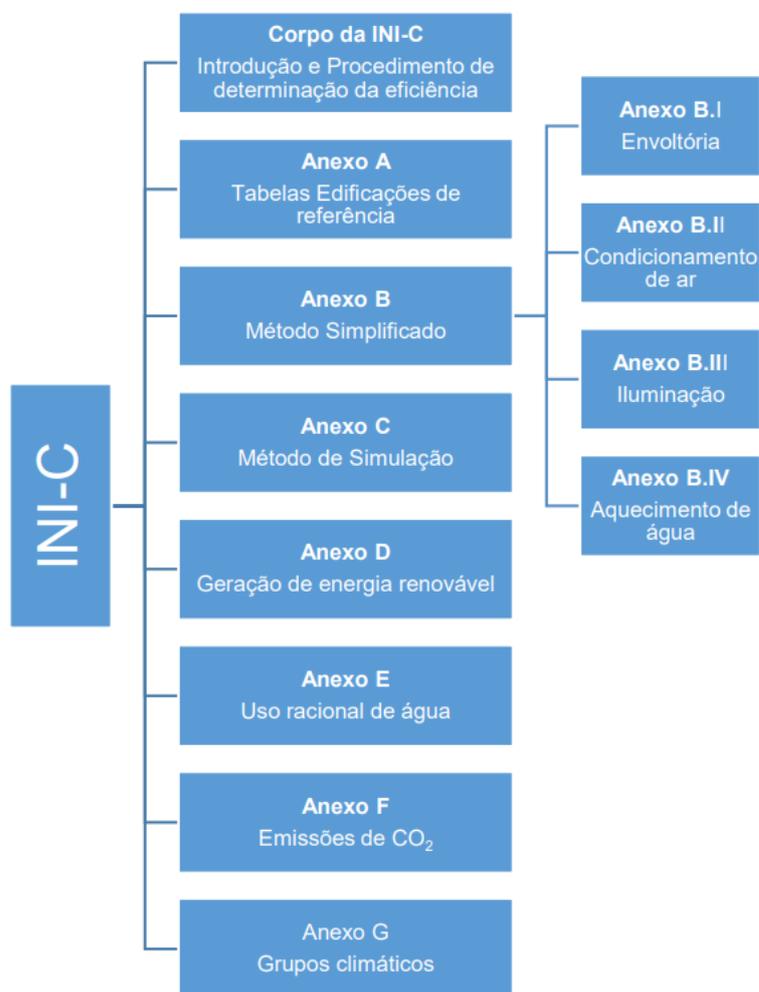
A INI-C é a responsável por estabelecer critérios e métodos para a classificação de edificações comerciais, de serviços e públicas quanto a eficiência energética, resultando na etiquetagem da edificação (INMETRO, 2021).

A classificação da INI-C considera o consumo de energia de quatro sistemas: envoltória, condicionamento de ar, iluminação e aquecimento de água (INMETRO, 2021). Dessa forma, pode-se obter a ENCE para todos os sistemas da edificação pautados na normativa, avaliados em conjunto, o que produz uma etiqueta do tipo ENCE Geral. Há, ainda, a possibilidade de avaliar-se a envoltória em conjunto com diferentes combinações entre os sistemas ou apenas a envoltória. (RODRIGUES, 2020).

Todos os sistemas podem ser avaliados pelo método simplificado ou pelo método de simulação computacional, este explicado na Seção 2.3.3. Como exceção, o sistema de aquecimento de água pode ser avaliado apenas pelo método simplificado. O método simplificado pode ser aplicado caso sejam respeitados critérios de aplicação elegíveis descritos pela INI-C, conforme explicado na Seção 2.3.2.

O manual da INI-C é estruturado conforme a Figura 3.

Figura 3 – Estrutura do manual da INI-C



Fonte: Rodrigues (2020)

2.3.1 Classificação da Eficiência Energética Geral da Edificação

A ENCE Geral é obtida a partir da classificação de todos os sistemas da edificação, exceto quando o sistema de água aquecida não é aplicável. Além disso, a INI-C estabelece o cálculo de todos os parâmetros utilizados na verificação da classificação, os quais serão apresentados no decorrer desta seção.

A classificação geral da edificação e de seus elementos individuais é dada a partir do valor do percentual de redução do consumo estimado de energia primária ($RedC_{EP}$) da edificação real em relação à sua condição de referência. O percentual de redução é calculado conforme a Equação 2.1, extraída do texto da INI-C (INMETRO, 2021):

$$RedC_{EP} = \left(\frac{C_{EP,ref} - C_{EP,real}}{C_{EP,ref}} \right) \cdot 100 \quad (2.1)$$

Onde:

- $RedC_{EP}$ é o percentual de redução do consumo de energia primária entre a edificação real e a condição de referência;
- $C_{EP,ref}$ é o consumo de energia primária da edificação em sua condição de referência (kWh/ano);
- $C_{EP,real}$ é o consumo de energia primária da edificação em sua condição real (kWh/ano).

O cálculo de $C_{EP,real}$ e $C_{EP,ref}$, por sua vez, é dado conforme as Equações 2.2 e 2.3, respectivamente, extraídas do texto da INI-C (INMETRO, 2021). Na condição de referência, a equação do consumo de energia primária não considera a parcela da energia elétrica gerada por fontes renováveis e a parcela referente ao consumo de energia térmica, como se observa na Equação 2.3.

$$C_{EP,real} = (C_{EE,real} \cdot f_{cE}) + (C_{ET,real} \cdot f_{cT}) - (G_{EE} \cdot f_{cE}) \quad (2.2)$$

Onde:

- $C_{EP,real}$ é o consumo de energia primária da edificação real (kWh/ano);
- $C_{EE,real}$ é o consumo total de energia elétrica da edificação real (kWh/ano);
- $C_{ET,real}$ é o consumo total de energia térmica da edificação real (kWh/ano);
- G_{EE} é a energia gerada por fontes locais de energia renovável (kWh/ano);
- f_{cE} é o fator de conversão de energia elétrica em energia primária;
- f_{cT} é o fator de conversão de energia térmica em energia primária.

$$C_{EP,ref} = (C_{EE,ref} \cdot f_{cE}) \quad (2.3)$$

Onde:

- $C_{EP,ref}$ é o consumo de energia primária da edificação na condição de referência (kWh/ano);
- $C_{EE,ref}$ é o consumo total de energia elétrica da edificação na condição de referência (kWh/ano);

- f_{CE} é o fator de conversão de energia elétrica em energia primária.

O PBE Edifica apresenta uma estimativa dos fatores de conversão de eletricidade e gás em energia primária, baseado no Balanço Energético Nacional, conforme Tabela 1.

Tabela 1 – Fatores de conversão de eletricidade e gás em energia primária - Brasil

Energia/ Ano	Média
Eletricidade	1,6
Gás	1,1

Fonte: PBE-Edifica (2020a)

O consumo total de energia elétrica da edificação, em sua condição real ou de referência, é composto pelo consumo de refrigeração, de iluminação, de aquecimento de água por energia elétrica e pelo consumo de equipamentos, conforme a Equação 2.4, extraída do texto da INI-C (INMETRO, 2021).

$$C_{EE} = C_R + C_{IL} + C_{AAE} + C_{EQ} \quad (2.4)$$

Onde:

- C_{EE} é o consumo total de energia elétrica da edificação em kWh/ano;
- C_R é o consumo de refrigeração do sistema de condicionamento de ar em kWh/ano;
- C_{IL} é o consumo do sistema de iluminação em kWh/ano;
- C_{AAE} é o consumo do sistema de aquecimento de água em energia elétrica em kWh/ano;
- C_{EQ} é o consumo de equipamentos em kWh/ano.

O consumo pelos equipamentos da edificação é o mesmo para a condição real e de referência, dada pela Equação 2.5, extraída do texto da INI-C (INMETRO, 2021).

$$C_{EQ} = P_i \cdot (h \cdot N_{ano}) \quad (2.5)$$

Onde:

- C_{EQ} é o consumo de energia elétrica de equipamentos (kWh/ano);
- P_i é a potência instalada do equipamento (W);

- h são as horas de uso da edificação, conforme tipologia das tabelas do anexo A da INI-C;
- N_{ano} são os dias de ocupação ao ano, conforme tipologia das tabelas do anexo A da INI-C.

O consumo de energia térmica consiste exclusivamente na energia gasta no sistema de aquecimento de água, quando existente e é considerado apenas na condição real da edificação. É dado conforme a Equação 2.6, extraída do texto da INI-C (INMETRO, 2021).

$$C_{ET,real} = C_{AAT,real} \quad (2.6)$$

Onde:

- $C_{ET,real}$ é o consumo total de energia térmica da edificação real, em kWh/ano;
- $C_{AAT,real}$ é o consumo do sistema de aquecimento de água – energia térmica – da edificação real em kWh/ano.

O sistema de aquecimento de água pode ser avaliado apenas pelo método simplificado. O procedimento para o seu cálculo encontra-se no Anexo B da INI-C. As Equações 2.7 e 2.8 indicam o consumo de energia elétrica para aquecimento de água da edificação real ($C_{AAE,real}$) e sua condição de referência ($C_{AAE,ref}$).

$$C_{AAE,real} = N_{ano} \cdot \frac{E_{AAE} - E_{AA,rec,sol} + E_{per,e}}{r_{aq,e}} \quad (2.7)$$

$$C_{AAE,ref} = N_{ano} \cdot \frac{E_{AAE} + E_{per,e}}{r_{aq,e}} \quad (2.8)$$

Onde:

- $C_{AAE,real}$ é o consumo de energia elétrica para aquecimento de água da edificação real em kWh/ano;
- $C_{AAE,ref}$ é o consumo de energia elétrica para aquecimento de água da edificação de referência em kWh/ano;
- N_{ano} é o número de dias de ocupação ao ano de acordo com a tipologia da edificação;
- E_{AAE} é a energia elétrica requerida para o atendimento da demanda de água quente (kWh/dia);

- $E_{AA,rec,sol}$ é a energia para aquecimento de água proveniente de sistemas que recuperam calor ou energia solar térmica, quando existentes (kWh/dia);
- $E_{per,e}$ é a energia consumida para suprir as perdas térmicas atribuídas à fonte elétrica (kWh/dia);
- $r_{aq,e}$ é o coeficiente de rendimento do equipamento para o aquecedor de água de fonte elétrica.

A energia elétrica requerida para o atendimento da demanda de água quente, por sua vez, é dada pela Equação 2.9, extraída do Anexo B da INI-C (INMETRO, 2021).

$$E_{AAE} = \frac{\rho \cdot C_p \cdot V_{dia,e} \cdot (\theta_{A,uso} - \theta_{A,0})}{3600} \quad (2.9)$$

Onde:

- E_{AAE} é a energia elétrica requerida para o atendimento da demanda diária de água quente (kWh/dia);
- ρ é a massa específica da água, equivalente a 1 kg/L;
- C_p é o calor específico da água, equivalente a 4.180 kJ/g.°C;
- $V_{dia,e}$ é o volume diário de consumo de água quente em sistemas elétricos (m³/dia);
- $\theta_{A,uso}$ é a temperatura de uso da água (°C);
- $\theta_{A,0}$ é a temperatura da água fria (°C).

Assim, de posse do consumo total da edificação (conforme equação 2.4, incluindo o aquecimento de água (conforme equações 2.7 a 2.9), prossegue-se com o processo de classificação. Para a classificação da eficiência energética da edificação, a INI-C estabelece os intervalos de valores para consumo de energia primária da edificação na condição real $C_{EP,real}$, correlacionando-os com as etiquetas, de A a E, conforme Tabela 2.

Tabela 2 – Limites dos intervalos das classificações de eficiência energética geral

Classif.	Lim. sup.	Lim. inf.
A	-	$\leq C_{EP,ref} - 3i$
B	$> C_{EP,ref} - 3i$	$\leq C_{EP,ref} - 2i$
C	$> C_{EP,ref} - 2i$	$\leq C_{EP,ref} - i$
D	$> C_{EP,ref} - i$	$\leq C_{EP,ref}$
E	$> C_{EP,ref}$	-

Fonte: INMETRO (2021)

Os limites superior e inferior da classificação são determinados por um coeficiente i e pelo consumo de energia primária da edificação na condição de referência $C_{EP,ref}$. O coeficiente i é obtido através da Equação 2.10, extraída do texto da INI-C (INMETRO, 2021).

$$i = \frac{C_{EP,ref} \cdot CRC_{EPD-A}}{3} \quad (2.10)$$

Onde:

- i é o coeficiente que representa os intervalos entre as classes;
- $C_{EP,ref}$ é o consumo de energia primária da edificação em sua condição de referência (kWh/ano);
- CRC_{EPD-A} é o coeficiente de redução do consumo de energia primária da classificação D para a A.

O coeficiente de redução do consumo de energia primária da classificação D para a A (CRC_{EPD-A}) baseia-se no fator de forma da edificação, no grupo climático ao qual a ela pertence e na tipologia definida para a edificação. Os valores adotados para CRC_{EPD-A} são encontrados nas Tabelas 8.2 à 8.9 da INI-C. O Anexo G da INI-C apresenta uma relação das principais cidades brasileiras com seu respectivo grupo climático. Por sua vez, o fator de forma é dado pela Equação 2.11, extraída do texto da INI-C (INMETRO, 2021).

$$FF = \frac{A_{env}}{V_{tot}} \quad (2.11)$$

Onde:

- FF é o fator de forma da edificação (m^2/m^3);
- A_{env} é a área da envoltória (m^2);
- V_{tot} é o volume total construído da edificação (m^3).

A Instrução Normativa define ainda condições mínimas para que a edificação seja elegível para a classificação A, em que todas as condições dos sistemas individuais devem ser atendidas.

2.3.2 Condições Mínimas de Elegibilidade Para a Classificação A

A INI-C define uma lista de critérios mínimos para que a edificação possa ser classificada como A. São estabelecidos critérios para cada um dos sistemas individuais. Os equipamentos do sistema de condicionamento de ar, por exemplo, devem atender aos critérios de eficiência e de isolamento térmico de tubulações para condução de fluidos. Caso não sejam atingidos, a classificação da edificação passa a ser no máximo B.

Para o sistema de iluminação, deve ser avaliado o potencial de integração entre o sistema de iluminação e a luz natural disponível, controle do acionamento independente de luminárias próximas às aberturas, controle manual para acionamento da iluminação e desligamento automático do sistema de iluminação.

Quanto ao sistema de aquecimento de água, é necessário atender aos critérios de automação para o sistema de recirculação, de controle de acionamento de múltiplos aquecedores e de isolamento térmico de tubulações e reservatórios, quando existentes. Todos os critérios estão dispostos no Capítulo 7 da INI-C.

Para a determinação dos consumos energéticos que resultam no percentual de redução de energia primária, a INI-C descreve dois métodos: o Método Simplificado e o Método da Simulação Computacional. O foco deste estudo é o Método da Simulação.

2.3.3 Método da Simulação

A simulação computacional permite que cada efeito relevante para a eficiência energética da edificação seja analisado isoladamente (MELO, 2007). Desta forma, é possível testar soluções mais eficientes ainda na fase de projeto, sem intervir na edificação. Segundo a INI-C, edificações que possuem aquecimento artificial, aberturas zenitais, vidro em frente das paredes da fachada, fachadas ventiladas, ambientes com elevada geração de carga interna, dispositivos móveis de sombreamento interno automatizados, vidros com comportamento dinâmico e outras soluções de desempenho inovadoras devem ser analisadas por este método.

Qualquer edificação pode ser avaliada a partir do método de simulação energética. Assim como no método simplificado, a edificação é avaliada sob duas condições: a edificação real e de referência, que varia conforme a tipologia adotada. A avaliação é realizada por meio

de softwares de simulação energética, com capacidade para a modelagem da edificação seguindo os critérios mínimos descritos na INI-C.

São consideradas todas as trocas térmicas entre as superfícies nos diferentes ambientes da edificação, incluindo a troca de calor transferido pelo piso entre os pavimentos e entre as vedações verticais (INMETRO, 2021). Os modelos reais e de referência devem representar a incidência solar nas principais superfícies do entorno, considerando a influência de relevo, pavimentação, outras edificações e corpos d'água. Os resultados obtidos na simulação integram o cálculo de $C_{EP,real}$ e de $C_{EP,ref}$, descritos na Seção 2.3.1.

Muitos programas computacionais são desenvolvidos para o uso em avaliação de cargas térmicas e desempenho energético de edificações, como por exemplo: Blast, DOE2.1E, EnergyPlus, TRNSYS, Tas, Trace, eQuest, ECOTECH, PowerDomus. entre outros (MELO, 2007). A INI-C estabelece características mínimas para o programa computacional de simulação utilizado na análise, descritas na Seção 2.3.3.1.

2.3.3.1 Características do programa computacional para a simulação termo energética

A INI-C determina as características mínimas do *software* para a realização da simulação termo energética (INMETRO, 2021). São elas:

- a) ser um programa para a análise do consumo de energia em edifícios;
- b) ser validado pela ASHRAE Standard 140;
- c) modelar 8.760 horas por ano;
- d) modelar variações horárias de ocupação, potência de iluminação e equipamentos, sistemas de condicionamento de ar e ventilação natural definidos, separadamente, para cada dia da semana e feriados;
- e) modelar efeitos de inércia térmica;
- f) modelar trocas de calor entre a edificação e o solo;
- g) calcular cargas térmicas latente e sensível;
- h) ser capaz de simular o sombreamento proveniente de elementos externos às zonas térmicas, como brises, sacadas e o entorno (quando considerado);
- i) ser capaz de simular os efeitos da ventilação cruzada em um ambiente, ou entre dois ou mais 4 ambientes;
- j) permitir a modelagem de multi-zonas térmicas;
- k) ter capacidade de simular os efeitos das estratégias bioclimáticas adotadas no projeto;

- l) caso a edificação proposta utilize sistema de condicionamento de ar, o programa deve permitir modelar todos os sistemas de condicionamento de ar presentes na edificação;
- m) determinar a capacidade solicitada pelo sistema de condicionamento de ar;
- n) calcular as horas não atendidas pelo sistema de condicionamento de ar;
- o) calcular as curvas de desempenho de carga parcial para o sistema de condicionamento de ar;
- p) calcular as curvas de correção de capacidade e eficiência para o sistema de aquecimento e refrigeração;
- q) caso a edificação proposta utilize ventilação natural, o programa deve permitir modelar os dados de entrada referentes ao funcionamento da ventilação natural na edificação; e
- r) produzir relatórios horários do uso final de energia.

2.3.3.2 Simulação Termo-Energética

A simulação termoenergética tem como um dos parâmetros de entrada as características representativas do clima da cidade onde encontra-se a edificação. Para isso utiliza-se o arquivo climático da cidade, que contém informações sobre a temperatura, a umidade relativa, a pressão atmosférica, a radiação e a direção e velocidade dos ventos (INMETRO, 2021).

A INI-C estabelece que a modelagem que representa o edifício real deve atender a algumas condições, tais como:

- Utilizar as características da edificação de acordo com o projeto proposto, incluindo as propriedades dos materiais da envoltória;
- Se o edifício possuir diferentes condições de condicionamento de ar, deve-se criar zonas diferentes para cada uma delas;
- Caso a edificação atenda à condição de conforto térmico com ventilação natural em algumas épocas do ano, a simulação pode considerar as aberturas para ventilação nessas épocas.

No caso de edifícios condicionados naturalmente, deve-se avaliar o percentual de horas ocupadas em conforto térmico (PHOCT) em relação às horas de ocupação. Para valores de PHOCT abaixo de 90%, deve-se calcular o consumo de energia da edificação para as horas não atendidas de conforto, adotando-se o sistema de condicionamento de ar proposto para atender as horas em que a ventilação natural não for suficiente.

A condição de referência é definida por tipologias descritas no Anexo A da INI-C. Então, o modelo que melhor representa a edificação deve ser simulado. Para a condição de referência, deve-se calcular a carga térmica de refrigeração anual total da edificação de referência (CgTR), resultado da simulação computacional. O Consumo do sistema de iluminação é determinado com base na potencia de iluminação instalada para o modelo real e na densidade de potência de iluminação por metro quadrado da edificação para o modelo de referência, definido no Anexo A da INI-C, conforme a tipologia adotada. O consumo de energia elétrica do modelo de referência é o mesmo do modelo real, conforme descrito na INI-C.

Para edificações com sistema de geração local de energia renovável, a INI-C descreve critérios para a avaliação do potencial de geração desta energia, desde que o sistema esteja instalado na edificação ou no lote em que ela se encontra. Os critérios estabelecidos classificam a edificação como de Energia Quase Zero (ZNEB), cujo conceito é descrito na Seção 2.4.

2.4 NEAR ZERO ENERGY BUILDING

Diante das extremas condições climáticas em que se encontra o planeta e visando a sustentabilidade no âmbito ambiental, a priori, o uso de energia renovável é uma alternativa viável para a os problemas de aquecimento global, poluição do ar e necessidade de segurança energética. Aliado a isso, o conceito de *Near Zero Energy Building*(NZEB) representa uma alta performance energética de edifícios, pois combina conservação de energia e o uso de energias renováveis (CHEN, 2019). Este cálculo também se encontra disponível no Anexo D da INI-C.

Várias políticas tem sido criadas acerca do assunto. A União Europeia estabeleceu que, a partir de 2020, as diretrizes de conservação de energia para novas construções passariam a incluir as diretrizes de NZEB. Nos Estados Unidos, novos edifícios comerciais devem alcançar o consumo zero de energia a partir de 2025 (CHEN, 2019).

Um NZEB consiste em um edifício que, primeiramente, gera energia. A energia consumida pelo edifício é compensada pela energia gerada no local. Esta, por sua vez, é exportada para uma rede de energia elétrica, que providencia energia para o consumo na edificação. O balanço entre energia gerada e consumida durante um período específico de tempo deve ser maior ou igual a zero para que a construção seja considerada como NZEB (CHEN, 2019), como demonstrado na Equação 2.12.

$$\sum^i EnergiaExportada(i) \times Peso(i) - \sum^i EnergiaRequerida(i) \times Peso(i) \geq 0 \quad (2.12)$$

No entanto, a INI-C define que, para uma edificação ser considerada como de energia quase zero (NZEB), ela deve ser também energeticamente eficiente (INMETRO, 2021). Dessa forma, desconsiderando a parcela relativa à geração de energia renovável da Equação 2.2, a edificação deve ser classificada no nível A. A partir disso, a edificação deve ter 50% ou mais da sua demanda de energia elétrica suprida pela geração de energia local, como mostra a Equação 2.13, extraída do texto da INI-C (INMETRO, 2021).

$$G_{EE} \cdot fc_E \geq 0,5 \cdot ((C_{EE,real} \cdot fc_E) + (C_{ET,real} \cdot fc_T)) \quad (2.13)$$

Onde:

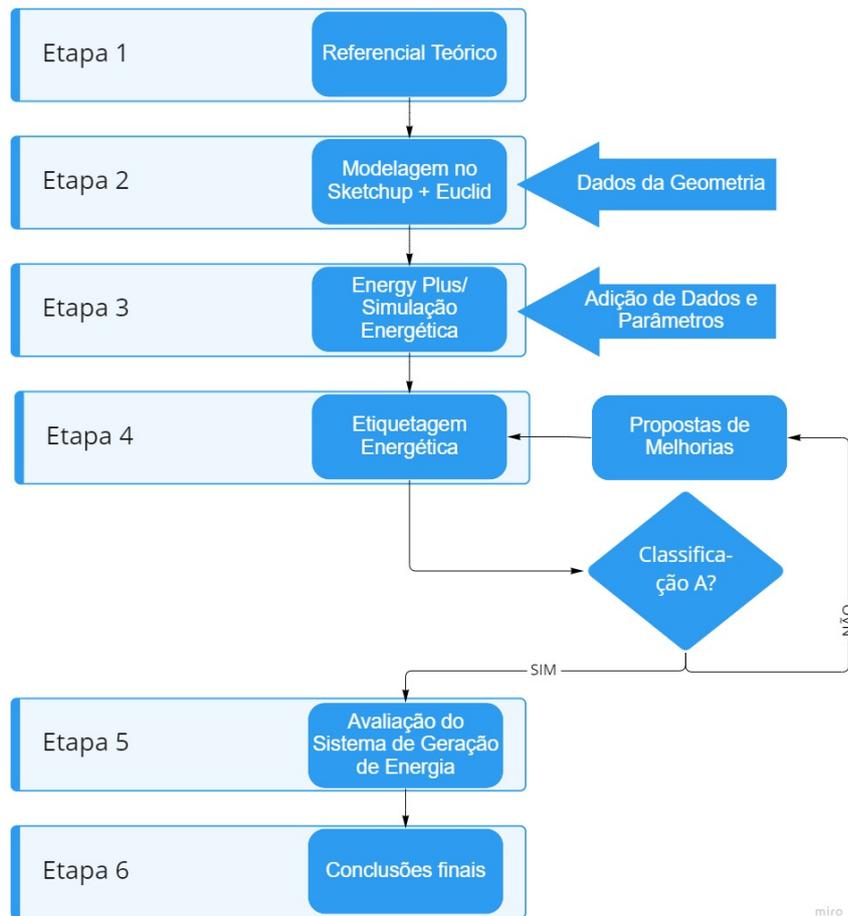
- G_{EE} é a energia gerada por fontes locais de energia renovável (kWh/ano);
- fc_E é o fator de conversão de energia elétrica em energia primária;
- $C_{EE,real}$ é o consumo total de energia elétrica da edificação real (kWh/ano);
- $C_{ET,real}$ é o consumo total de energia térmica da edificação real (kWh/ano);
- fc_T é o fator de conversão de energia térmica em energia primária.

Com base na revisão bibliográfica a respeito da eficiência energética em edificações, bem como os procedimentos listados no manual da INI-C para a classificação da eficiência energética de edificações comerciais, públicas e de serviços, o próximo capítulo tem por finalidade descrever a metodologia de trabalho aplicada para atendimento aos objetivos do estudo.

3 METODOLOGIA

Este capítulo apresenta o processo metodológico utilizado para a avaliação da eficiência energética do estudo de caso pelo método da simulação computacional. O fluxograma da Figura 4 indica as etapas gerais do desenvolvimento metodológico.

Figura 4 – Metodologia Simplificada



Fonte: Autores (2022)

A Etapa 1 consistiu na produção da fundamentação teórica, no intuito de embasar o estudo realizado posteriormente. A Etapa 2 consistiu na modelagem da edificação do estudo de caso. Os softwares escolhidos para a modelagem foram o Sketchup Pro 2022, em conjunto com o *plug-in* Euclid v9.3, na qual foram inseridos os dados geométrico do edifício. O motivo pela escolha dos softwares é a sua ampla utilização em demais pesquisas correlatas e a facilidade de sua disponibilização. O procedimento metodológico para o levantamento de dados é descrito na Seção 3.2.

Na Etapa 3 adicionou-se os dados e parâmetros da edificação pertinentes à simulação energética no Energy Plus v9.3, que entregou como resultado a carga térmica total. A classificação energética da edificação em estudo avaliou os seguintes sistemas de forma geral: Envolvória, Condicionamento de Ar, Iluminação, Aquecimento de Água e Geração de Energia Local. Dessa forma, foi possível obter a ENCE geral, como descrito na Seção 2.3. Com isso, foi possível classificar a edificação com uma etiqueta energética, através dos métodos descritos na INI-C, o que caracteriza a Etapa 4 do fluxograma.

Caso a classificação não fosse "A", seriam sugeridas propostas a fim de melhorar o desempenho energético do edifício. Na Etapa 5, avaliou-se se o sistema de geração de energia do estudo de caso é suficiente para que a edificação possa ser classificada como *Near Zero Energy Building*.

Não foram analisados os critérios mínimos de elegibilidade para a Classificação A conforme o descrito na seção 2.3.2, dada a falta de informações do projeto. Como a avaliação foi feita em um projeto de reforma e ampliação na fase de anteprojeto, não se tinham definidos parâmetros suficientes para a avaliação destes critérios, que exigem o nível de detalhe de um projeto executivo ou do levantamento in loco de uma edificação já existente. Sendo assim, para que a classificação se mantenha como A, os critérios mínimos de elegibilidade são dados como recomendação para o desenvolvimento das etapas posteriores do projeto.

3.1 DEFINIÇÃO DA TIPOLOGIA DE USO (ETAPA 2)

O Anexo A da INI-C fornece os critérios para parâmetros da modelagem da edificação na condição de referência, comparando-os com a condição real. Os valores dos critérios variam conforme a tipologia da edificação, que são:

- a) valores de referência para edificações de escritório;
- b) valores de referência para edificações educacionais;
- c) valores de referência para edificações de hospedagem;
- d) valores de referência para estabelecimentos assistenciais de saúde (EAS), exceto hospitais;

- e) valores de referência para edificações de varejo – comércio;
- f) valores de referência para edificações de varejo – mercados;
- g) valores de referência para edificações de alimentação - restaurantes;
- h) valores de referência para edificações que possuem tipologia não descrita anteriormente.

Após a análise do estudo de caso, avaliou-se a tipologia que mais se adequaria à edificação em estudo. A partir disso, foi possível fazer o levantamento de dados para a simulação e, posteriormente, para a etiquetagem.

3.2 LEVANTAMENTO DE DADOS (ETAPA 2)

O levantamento dos dados de entrada para a simulação termo-energética foi feito com base nas informações contidas no anteprojeto da edificação em estudo, bem como literaturas de apoio e o próprio documento da INI-C. O modelo foi elaborado no Sketchup Pro 2022, com as zonas térmicas modeladas pelo *Plug-in* Euclid v9,3. Foram retiradas do projeto informações de geometria, materiais de construção, padrões de uso dos ambientes da edificação referentes à pessoas, equipamentos, iluminação e condicionamento de ar.

Foram recolhidos dados geométricos e materiais contidos no projeto arquitetônico, no qual foram definidos a geometria externa da edificação, dimensões internas dos ambientes, aberturas de esquadrias, pé direito dos pavimentos, pré definição dos elementos estruturais e materiais de revestimento. A partir do memorial descritivo do projeto, foram determinadas as características de uso, como quantidade de usuários e sua permanência, bem como a finalidade dos ambientes.

Do projeto elétrico e luminotécnico foram recolhidos os dados dos equipamentos e pontos de luz, sua potência e as rotinas de uso diárias por equipamentos.

Os dados climáticos foram obtidos pelo arquivo climático do município da Serra/ES, para o ano de 2018, produzido pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET).

As propriedades térmicas dos materiais de construção, como condutividade térmica, densidade, calor específico e resistência térmica foram determinados a partir da literatura, como a ABNT NBR 15220/2005.

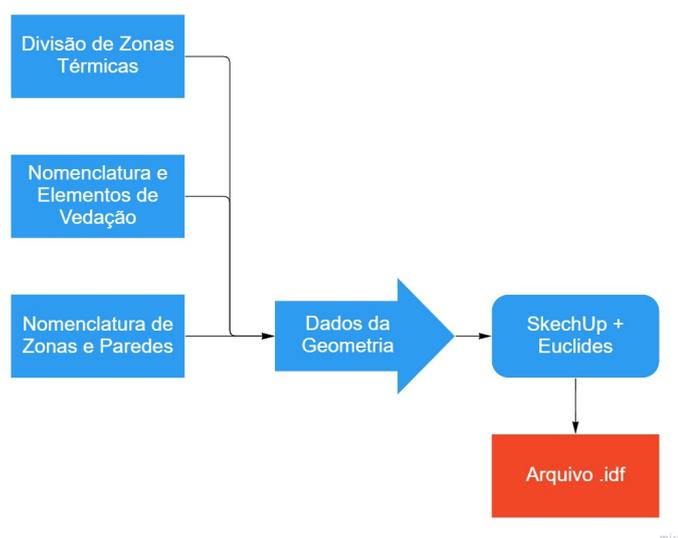
Os fatores de conversão de consumo de energia elétrica em energia primária foram adotados conforme Tabela 1 (Seção 2.3.1), cujos valores foram disponibilizados pelo PBE-Edifica (2020a).

3.3 AVALIAÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA DA EDIFICAÇÃO (ETAPAS 3, 4 E 5)

A análise da eficiência energética foi realizada conforme a metodologia de simulação da INI-C, apresentada na seção 2.3.3. Foi avaliado o modelo real da edificação, isto é, o previsto no projeto, de acordo com o levantamento de dados. A classificação foi determinada pela comparação do consumo de energia primária do modelo real com o do modelo de referência.

Os modelos real e de referência foram elaborados no Sketchup com o auxílio do *Plug-in* Euclid v9.3, onde foram divididas as zonas térmicas, modeladas as superfícies e aberturas e grupos de sombreamento. Por fim, gerou-se um arquivo na extensão ".idf", exportado para o EnergyPlus v9.3. O processo realizado é ilustrado pelo fluxograma contido na Figura 5.

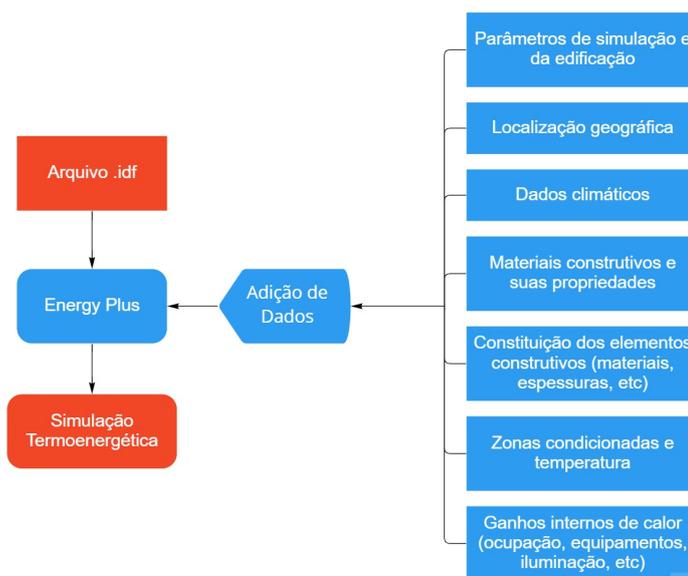
Figura 5 – Fluxograma de conversão de modelo Revit para importação no EnergyPlus



Fonte: Autores (2022)

No EnergyPlus v9.3 foram adicionados os dados ambientais, como localização geográfica e dados climáticos da região. Também foram inseridos os parâmetros de propriedades dos materiais construtivos, zonas condicionadas e temperatura, fatores de ocupação interna e dados de iluminação e equipamentos, conforme o apresentado na Figura 6.

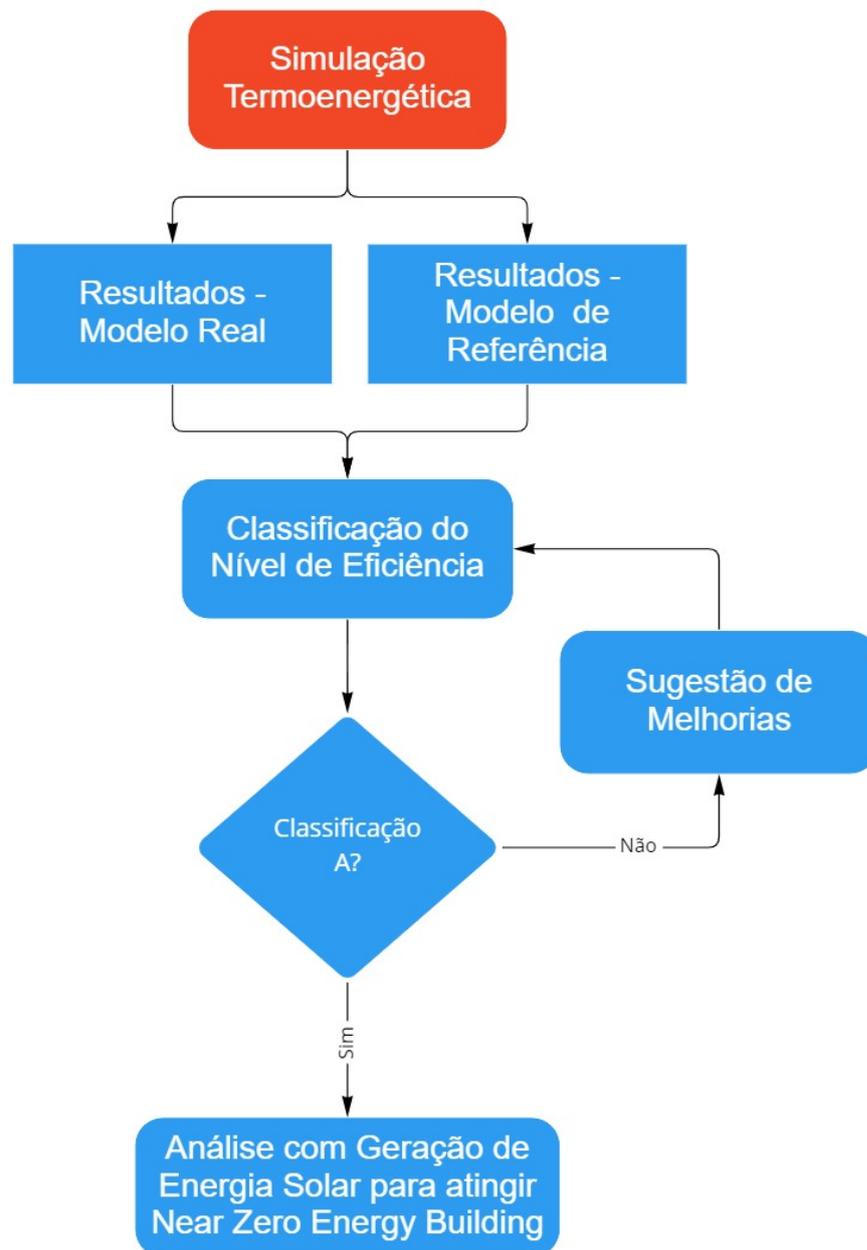
Figura 6 – Fluxograma de *input* de dados para simulação energética no EnergyPlus



Fonte: Autores (2022)

O software por fim retornou a carga térmica da edificação. Feita a simulação para tanto o modelo real quanto o modelo de referência, foi possível determinar a classificação da edificação. Por fim foi avaliado o sistema de geração de energia local, a fim de se atingir a classificação de *Near Zero Energy Building*, conforme elucidado da Seção 2.4 e ilustrado na Figura 7. O procedimento completo é apresentado na Figura 8.

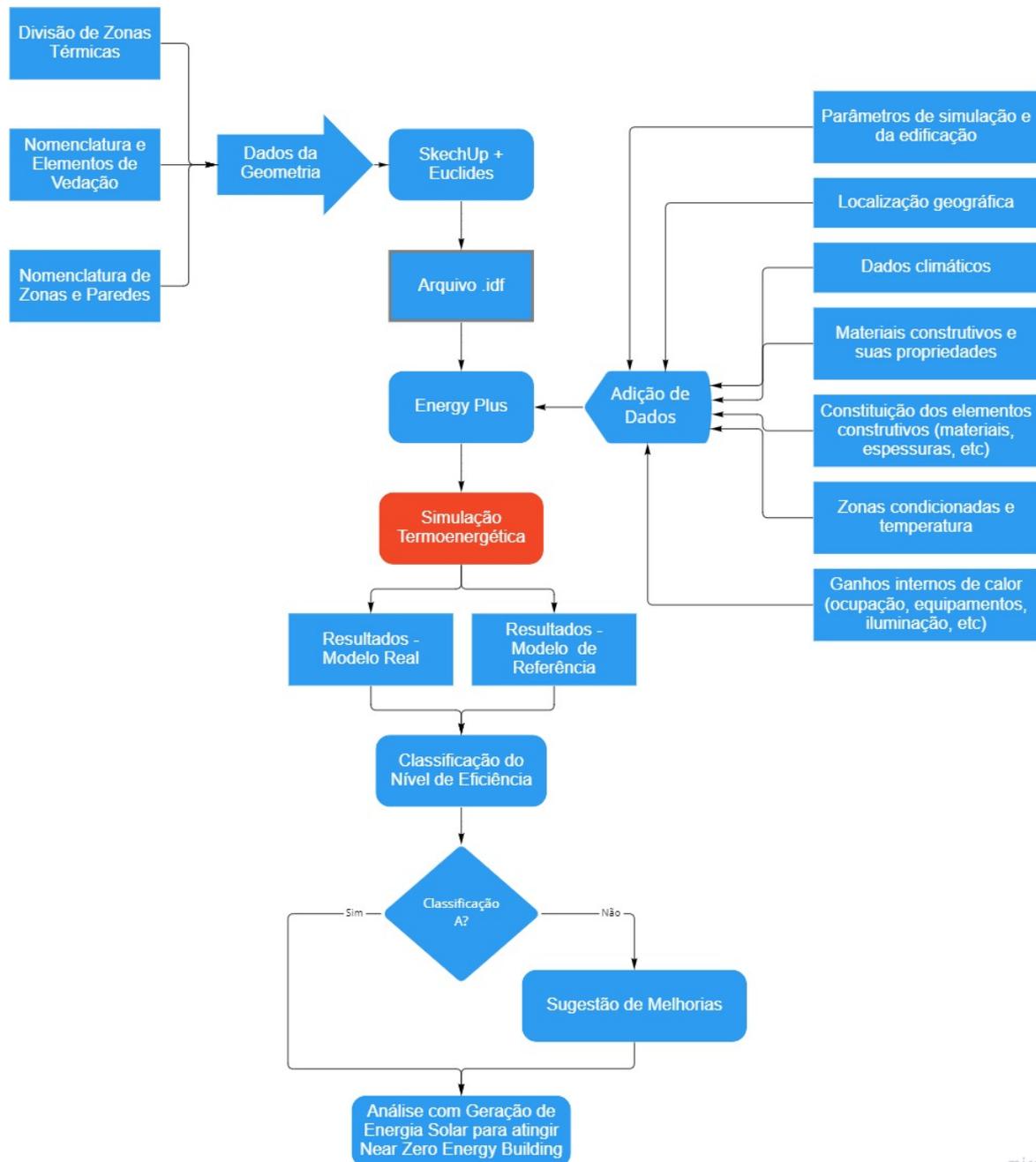
Figura 7 – Fluxograma de classificação da edificação após resultados obtidos na simulação termo-energética e sugestão de melhorias



miro

Fonte: Autores (2022)

Figura 8 – Metodologia Detalhada



miro

Fonte: Autores (2022)

4 ESTUDO DE CASO

O estudo de caso baseou-se na avaliação do projeto de reforma e ampliação de uma edificação de serviços de cunho social. A instituição em questão é o Instituto Vovô Chiquinho, instituição social que atende crianças e adolescentes no bairro de Central Carapina na Serra/ES (Figuras 9 e 10). A instituição promove atividades educativas, artísticas, esportivas e acompanhamento psicossocial para crianças pequenas e adolescentes de até 16 anos. No ano de 2021, o projeto atendeu a 130 crianças e adolescentes da região.

A edificação foi escolhida por conta da importância de se observar a eficiência energética de edificações deste segmento, visto que costumam ter desafios para a sustentabilidade financeira, e uma boa eficiência energética promove economia nos custos operacionais. Além disso, houve facilidade na obtenção dos dados do projeto uma vez que os pesquisadores estiveram envolvidos na elaboração deste.

O projeto de reforma e ampliação do Instituto Vovô Chiquinho está sob responsabilidade dos Engenheiros Sem Fronteiras (ESF), uma Organização Não Governamental (ONG) a nível nacional, cuja sede no Espírito Santo encontra-se na Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), Vitória. O projeto encontra-se, atualmente, na etapa de anteprojeto para o projeto arquitetônico e para os de engenharia.

Figura 9 – Fachada Existente do Instituto Vovô Chiquinho



Fonte: Autores (2021)

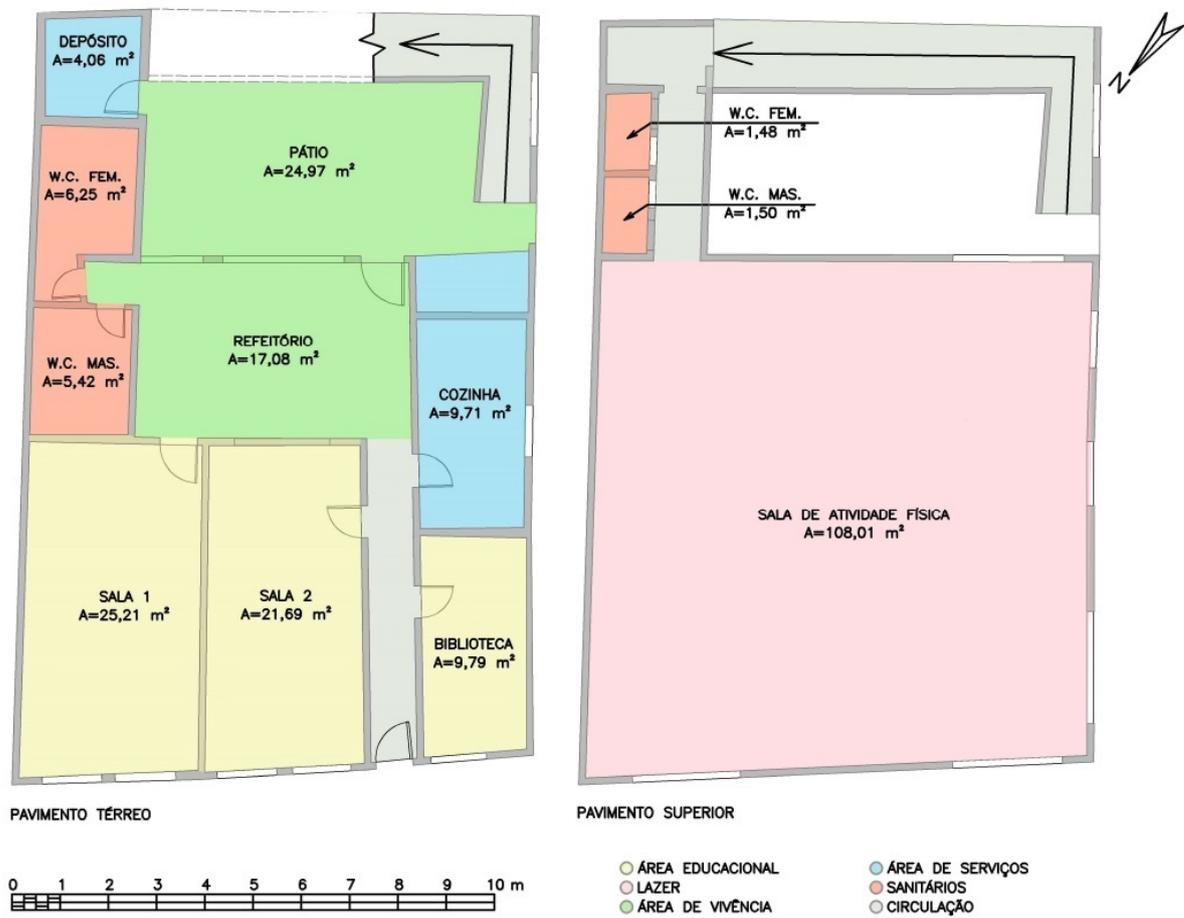
Figura 10 – Planta de Situação do Instituto Vovô Chiquinho



Fonte: Autores (2022)

Na Figura 11 encontra-se o levantamento expedito realizado para a elaboração do projeto de reforma, o qual mais detalhes podem ser visualizados no Anexo A. A instituição conta com apenas duas pequenas salas de aula no térreo e um salão de atividades físicas superdimensionado – considerando as dimensões gerais da edificação – no pavimento superior. A edificação possui uma cozinha de apenas 9,71 m² para o atendimento às crianças e os adolescentes assistidos e aos eventos para a comunidade. Não existem salas administrativas, como secretaria ou sala de coordenação. Além disso, o desconforto térmico por conta do calor no período da tarde é frequente, especialmente nas salas de aula e no salão de atividades físicas. As Figuras 12 e 13 retratam ambientes do instituto atualmente, sendo eles a biblioteca e o refeitório, respectivamente.

Figura 11 – Levantamento expedito realizado do instituto



Fonte: Autores (2021)

Figura 12 – Biblioteca do Instituto Vovô Chiquinho



Fonte: Autores (2021)

Figura 13 – Refeitório do Instituto Vovô Chiquinho



Fonte: Autores (2021)

4.1 PROJETO DE REFORMA E AMPLIAÇÃO

Para o melhor aproveitamento do espaço existente, a ampliação da capacidade de atendimento, a criação de ambientes administrativos, a adaptação para tornar a edificação acessível e a melhoria do conforto térmico no interior da edificação, surgiu a necessidade do projeto de reforma e ampliação da instituição.

Também foi de interesse da instituição inserir soluções sustentáveis na concepção do projeto, como o sistema de reaproveitamento da água da chuva e o sistema de geração de energia solar, sendo este abordado na Seção 4.2. Essas soluções garantem não somente a redução dos impactos ambientais na operação da edificação, mas também servem de instrumento pedagógico no ensino de práticas sustentáveis para as crianças e adolescentes atendidas pelo instituto. Além disso, a otimização do consumo de energia elétrica garante redução dos custos operacionais da instituição, favorecendo sua sustentabilidade econômica. O programa de necessidades mais detalhado é apresentado do Anexo B.

O projeto de ampliação do instituto consiste na incorporação de três lotes do entorno, voltados para a Rua Ceará, como é possível observar na Figura 14. A edificação existente não atende aos afastamentos mínimos requeridos pelo Plano Diretor Municipal (PDM) do município da Serra, e não são observadas aberturas suficientes para se garantir o adequado fluxo de ar e conforto térmico da edificação.

Figura 14 – Planta de Situação Ampliada



Fonte: Autores (2022)

O projeto de ampliação garantiu que os afastamentos e aberturas mínimas de ventilação sejam cumpridos, a fim de se promover o conforto térmico na edificação. As seções que se seguem irão explicar brevemente as decisões projetivas aplicadas. É possível, ainda, visualizar as plantas baixas do projeto no Anexo C.

4.1.1 Área Externa

A área externa foi pensada de modo a respeitar os afastamentos laterais e frontal e a área permeável mínima. Pode-se conferir a planta baixa do Pavimento Térreo em conjunto com a Área Externa na Figura 15.

A garagem contou com três vagas, conforme o mínimo estipulado pelo PDU, apesar de não haver, a princípio, demanda para essas vagas no instituto. Uma dessas vagas é acessível para cadeirante, com dimensão de 3,5x4,5 m, e as outras duas, 2,3x4,5 m.

4.1.2 Pavimento Térreo

Na entrada do instituto, encontra-se a recepção, com controle de acesso de pessoas. Adentrando-o um pouco mais, há um escritório para assistentes sociais e uma sala de atendimento psicossocial. O piso é cimentado e paredes de alvenaria revestidas com tinta de cor clara. As salas de serviço social e de atendimento psicossocial possuem ar condicionado.

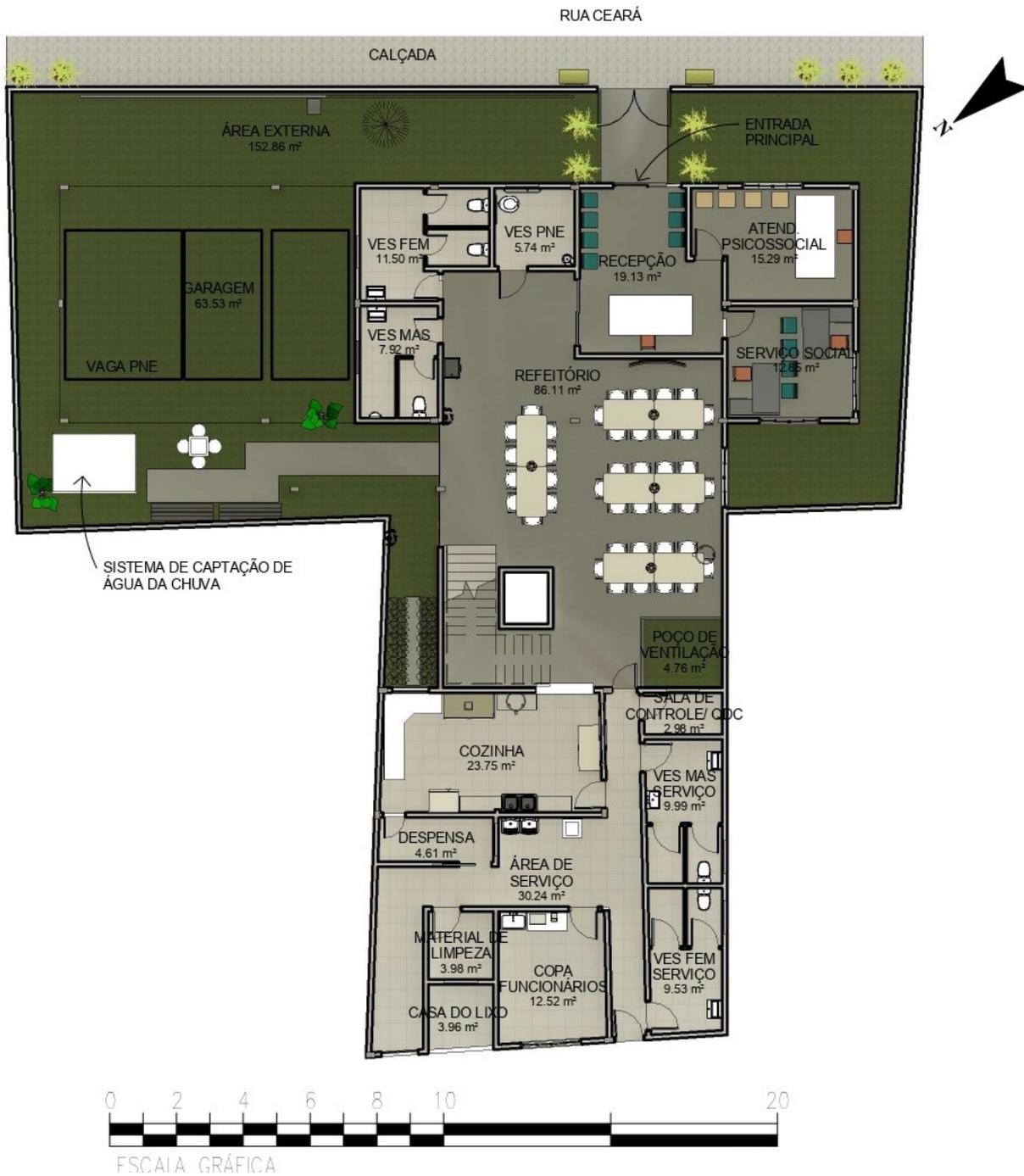
O refeitório está projetado para a utilização de 80 pessoas simultâneas. O piso é cimentado, as paredes são de alvenaria revestida com tinta de cor clara. O refeitório conta com ventilação natural cruzada por três aberturas, duas sendo para a área externa e a outra para o poço de ventilação. Também estão previstos ventiladores. Com acesso pelo refeitório, encontram-se as escadas e um elevador para cadeirantes.

O setor de serviços foi pensado de forma a aproveitar a construção existente, sendo que apenas pequenas alterações no layout das paredes foram propostas. Não há janelas nas fachadas laterais pela falta de afastamento lateral. Dessa forma, o projeto visou aproveitar a ventilação natural nesse setor interconectando-o à janelas da fachada frontal, refeitório e área externa. O piso e paredes são revestidos com cerâmica branca. Dentre os equipamentos, estão previstos micro-ondas, dois fogões, geladeira e cafeteira.

Nos banheiros de serviços, a ventilação dar-se-á através de aberturas superiores entre a Sala de Controle e o Vestiário Masculino de Serviço e entre o Vestiário Masculino de Serviço e o Vestiário Feminino de Serviço.

A planta baixa do Pavimento Térreo em conjunto com a Área Externa é apresentada na Figura 15.

Figura 15 – Pavimento Térreo e Área Externa do Projeto



Fonte: Autores (2022)

4.1.3 Pavimento Superior

A quadra tem dimensões de uma mini quadra poliesportiva, para que seja possível a locação de todos os outros ambientes levantados no Programa de Necessidades. Sua estrutura é metálica com um alambrado de material ainda em estudo. A ventilação e iluminação são naturais com a presença de holofotes para o período noturno. Ao lado da quadra, encontra-se uma sala para atividades físicas. Esta possui ambiente com condicionamento artificial e o auxílio de ventiladores.

Foram previstas uma biblioteca, uma sala de coordenação e duas salas multiúso para a operação da instituição. Como acompanham a geometria atual da instituição, assim como a área de serviços no pavimento térreo, não existem aberturas nas laterais, já que não existem afastamentos. A planta baixa do Pavimento Superior apresenta-se na Figura 16.

Figura 16 – Pavimento Superior do Projeto



Fonte: Autores (2022)

4.2 PROJETO DO SISTEMA DE ENERGIA SOLAR

Implantar um sistema de geração de energia solar mostrou-se uma ótima solução para minimizar o custo com energia elétrica na instituição. Com a ampliação do edifício e com a inserção de equipamentos com demanda de alta potência elétrica, como ar condicionado e elevador, o custo com energia elétrica fornecida por uma concessionária iria aumentar substancialmente.

Em decorrência disso, o ESF Vitória fez uma parceria com o Projeto Solares para a elaboração do projeto de geração de energia solar *on-grid*, em que a energia gerada no local é injetada na rede de energia elétrica. O Projeto Solares é um projeto de extensão interdisciplinar do Centro Tecnológico da Universidade Federal do Espírito Santo cujas atividades envolve a exploração de aplicações para a energia solar (UFES, 2013).

O projeto para geração de energia solar seguiu os critérios das resoluções ANEEL 482/2011 e 687/2015, Norma de Fornecimento da EDP Escelsa e Especificações Técnicas de Materiais e Serviços. Após a projeção do consumo de energia elétrica no edifício, constatou-se que seria necessária uma geração anual de 36.122,01 kWh. Para isso foi considerado uma área mínima de 140 m² para a implantação do sistema.

Dessa forma, projetou-se um sistema com geração de 28,38kW de potência de pico com fornecimento de 3080,72kWh/mês de energia elétrica. Isso ocasionaria uma redução em torno de 90% na fatura de energia elétrica. Os painéis fotovoltaicos são posicionados na cobertura acima da quadra e da sala de atividades físicas.

5 RESULTADOS

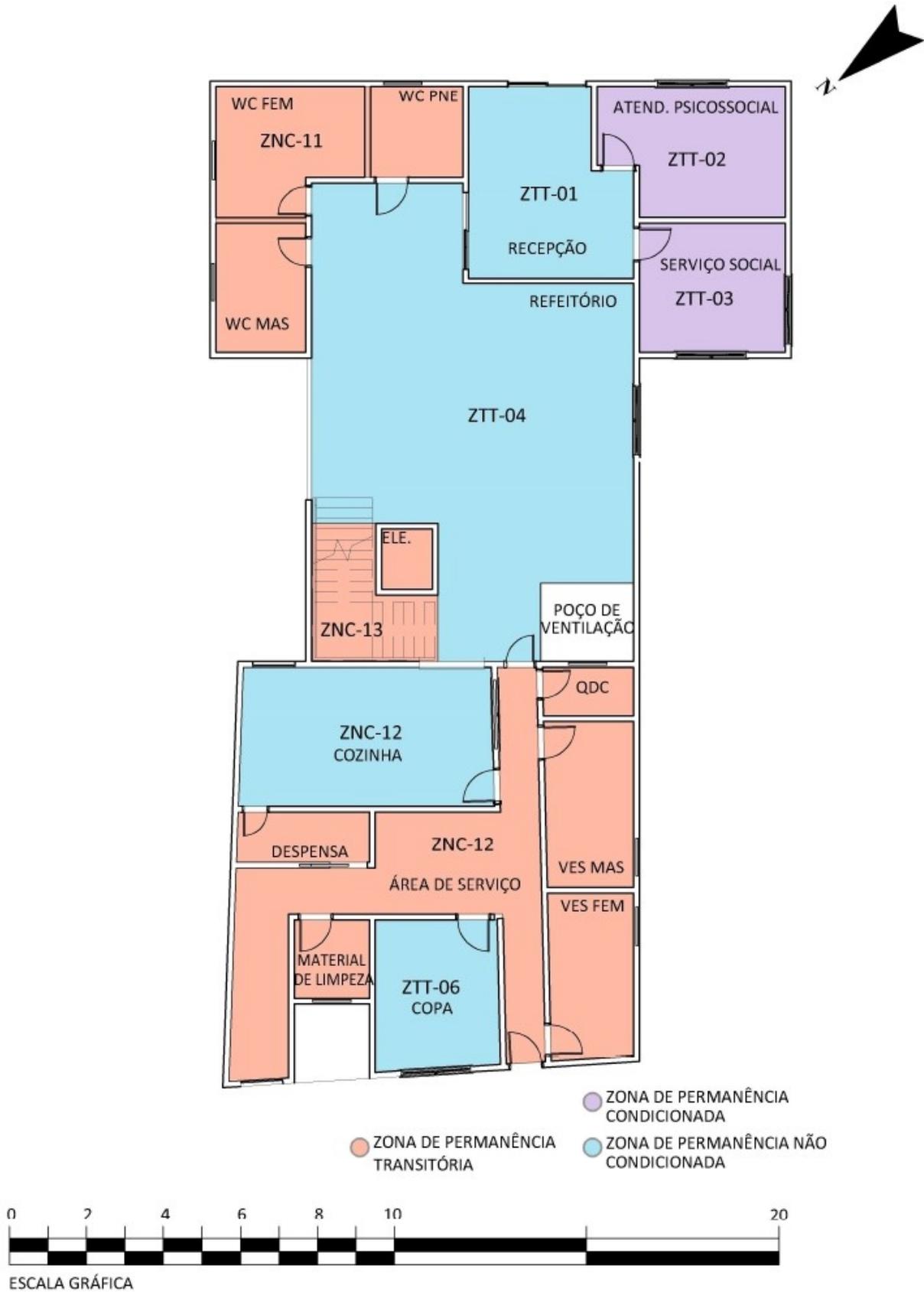
Este capítulo tem como objetivo apresentar os resultados obtidos após a aplicação da metodologia descrita no Capítulo 3, sustentada pela fundamentação teórica presente no Capítulo 2.

5.1 ZONAS TÉRMICAS

As zonas térmicas foram divididas conforme as condições de cada ambiente. Dentre as zonas condicionadas artificialmente, estão a sala de atendimento psicossocial, sala de serviço social, sala de atividade física, biblioteca, coordenação e salas multiúso.

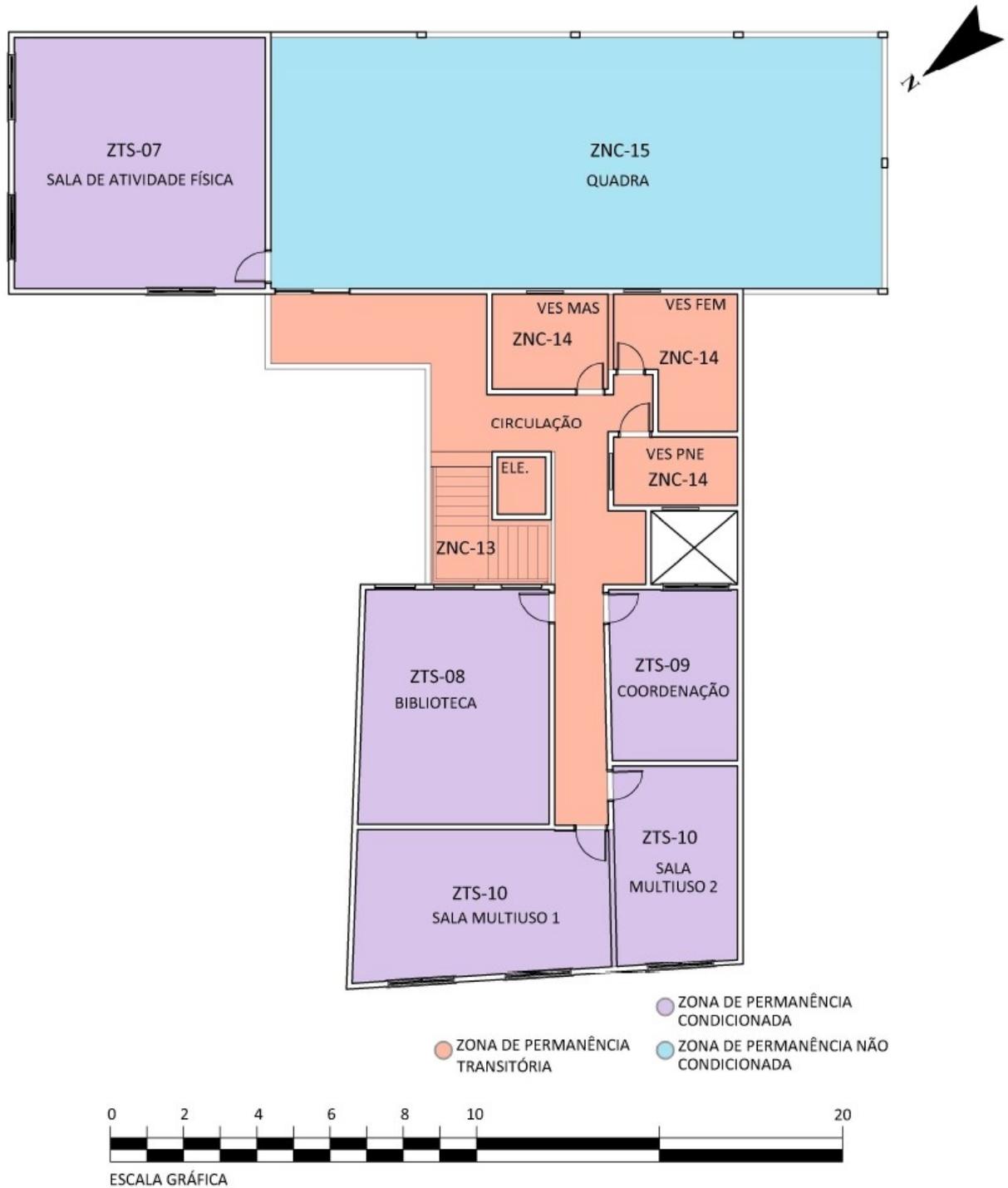
Em algumas das zonas, não foi considerado o condicionamento de ar, mas foram consideradas as cargas térmicas geradas pelo uso dos equipamentos, incidência solar e atividades dos usuários. O restante das zonas foi considerado como zonas de permanência transitória, estas não tendo a influência de atividades dos usuários. A divisão de zonas em planta é encontrada nas figuras 17 e 18.

Figura 17 – Divisão de Zonas Térmicas - Pavimento Térreo



Fonte: Autores (2022)

Figura 18 – Divisão de Zonas Térmicas - Pavimento Superior



Fonte: Autores (2022)

No pavimento térreo, os sanitários do refeitório foram unificados em uma só zona, não condicionada e de permanência transitória, visto que as características dos três sanitários (masculino, feminino e PNE) são próximas. O mesmo ocorreu para a área de serviços, despensa, sala de material de limpeza, sala do QDC e vestiários da área de serviço, que foram unificados em apenas uma zona não condicionada e de baixa permanência. A escada e o elevador também foram unificados e considerados como uma zona não condicionada e de baixa permanência.

No pavimento superior foi feita a unificação dos vestiários em apenas uma zona não condicionada e de baixa permanência. As salas multiúso 1 e 2 foram unificadas na mesma zona térmica condicionada, visto que possuem as mesmas características de uso, materiais e possuem aberturas para a mesma fachada. A circulação no pavimento superior foi considerada como um ambiente externo, visto que esta possui interface totalmente aberta com o exterior por ter boa parte de sua extensão em um corredor varanda.

Ainda foram consideradas como Zonas Térmicas não Condicionadas e de baixa permanência os ambientes das caixas d'água na cobertura, que embora não possuam equipamentos ou atividades dos usuários, transmitem o calor da cobertura para os ambientes localizados abaixo dos reservatórios.

5.2 DEFINIÇÃO DA TIPOLOGIA DE USO

Houve dificuldade na escolha da tipologia de uso, visto que não há uma tipologia específica para a funcionalidade do IVC abordada na INI-C. Os parâmetros da condição de referência específicos de cada tipologia divergem expressamente entre si, o que afetaria diretamente o consumo de energia primária na condição de referência e, conseqüentemente, a classificação termo-energética da edificação.

Apesar do projeto possuir estrutura de edificações educacionais, a operação atribuída a essa tipologia não se assemelha muito à do IVC. O instituto atende ao seu público por todo o ano, em contraste aos 200 dias letivos considerados para edificações educacionais. Além disso, as atividades ministradas são mais dinâmicas que as proporcionadas em escolas ou universidades.

Na falta de uma tipologia específica, adotou-se a de edificações que possuem tipologia não descrita (INMETRO, 2021). A partir disso, características da geometria, das aberturas, dos componentes construtivos, da iluminação, do sistema de aquecimento de água e do condicionamento de ar da edificação tiveram seus parâmetros baseados na tipologia adotada.

5.3 LEVANTAMENTO DE DADOS

Foram levantados os dados necessários para a simulação e para a classificação energética, compilados nesta seção e nos referidos apêndices.

5.3.1 Parâmetros Adotados Conforme Tipologia de Uso

Os parâmetros utilizados no modelo de referência para a determinação da etiqueta foram retirados da Tabela A.8 – Valores de referência para edificações que possuem tipologia não descrita anteriormente – do Anexo A da INI-C (INMETRO, 2021), na qual são apresentados os parâmetros a serem considerados na simulação do modelo real e do modelo de referência. As informações presentes na Tabela A.8 da INI-C estão apresentadas nas Tabelas 3, 4 e 5 e dizem respeito a geometria e aberturas da edificação, a componentes construtivos e a iluminação e ganhos, respectivamente.

Tabela 3 – Valores de referência para edificações que possuem tipologia não descrita anteriormente – Geometria e aberturas

	Condição real	Condição de referência
Geometria		
Área (m ²)		Condição real
Orientação solar		Condição real
Pé-direito (piso a teto) (m)		Condição real
Abertura		
PAF - Percentual de área de abertura da fachada (%)	Condição real	60 (0,60)

Fonte: Adaptado de INMETRO (2021).

Tabela 4 – Valores de referência para edificações que possuem tipologia não descrita anteriormente – Componentes Construtivos

	Condição real	Condição de referência
Parede	Condição real	Argamassa interna (2,5 cm), bloco cerâmico furado (9 cm), argamassa externa (2,5 cm)
Upar - Transmitância da parede externa (W/m ² K)	Condição real	2,39
αPAR - Absortância da parede (adimensional)	Condição real	0,5
CTpar - Capacidade térmica da parede (kJ/m ² K)	Condição real	150
Cobertura	Condição real	Telha de fibrocimento, câmara de ar (>5cm) e laje maciça de concreto (10 cm)
Ucob - Transmitância da cobertura (W/m ² K)	Condição real	2,06
αCOB - Absortância da cobertura (adimensional)	Condição real	0,8
CTcob - Capacidade térmica da cobertura (kJ/m ² K)	Condição real	233
Vidro	Condição real	Vidro simples incolor 6mm
FS – Fator solar do vidro (adimensional)	Condição real	0,82
Uvid - Transmitância do vidro (W/m ² K)	Condição real	5,7
AHS - Ângulo horizontal de sombreamento (°)	Condição real	0
AVS - Ângulo vertical de sombreamento (°)	Condição real	0
AOV - Ângulo de obstrução vizinha (°)*	Condição real	Condição Real

*A utilização do ângulo de obstrução vizinha (AOV) é opcional e deve seguir as diretrizes do RAC.

Fonte: Adaptado de INMETRO (2021).

Tabela 5 – Valores de referência para edificações que possuem tipologia não descrita anteriormente – Iluminação e ganhos

	Condição real	Condição de referência
DPI - Densidade de potência de iluminação (W/m ²)	Condição real	15
Ocupação (m ² /pessoa)	10,0a	
DPE - Densidade de potência de equipamentos (W/m ²)*	40,00	
Horas de ocupação (horas)	12 ^a	
Dias de ocupação (Nano)**	300 ^a	
Situação do piso	Condição real	
Situação da cobertura	Condição real	
Isolamento do piso	Condição real	Sem isolamento
Condicionamento de ar (refrigeração)		
COP - Coeficiente de performance (W/W)	Condição real	2,60
Temperatura setpoint (°C)	24,0	

* Em casos em que se deseje utilizar os valores reais ou levantados por meio de projeto, a DPE para a condição real e de referência devem ser iguais. Caso sejam adotados valores não tabelados, deve ser entregue memorial de cálculo e declaração de responsabilidade técnica

** Os dias de ocupação desta tipologia foram calculados com base na média de dias úteis por ano.

α : Tipologias não descritas anteriormente, em casos excepcionais, podem ter seus parâmetros de ocupação, horas de ocupação e dias de ocupação (Nano) adaptados de acordo com o uso previsto para a edificação. Nestes casos, deve-se entregar carta de justificativa ao OIA, e utilizar o mesmo valor definido na edificação real e sua condição de referência

Fonte: Adaptado de INMETRO (2021)

Em relação ao sistema de aquecimento de água, a tipologia adotada da edificação indica a utilização de parâmetros de outra tipologia. Por isso, utilizou-se a tipologia de edificações educacionais, cujos dados para o modelo de referência encontram-se na Tabela A.2 da INI-C (INMETRO, 2021). A Tabela 6 apresenta os parâmetros para o sistema de aquecimento de água sem acumulação, ou seja, constituído apenas por chuveiro elétrico.

Tabela 6 – Valores de referência para edificações educacionais – Aquecimento de Água

	Condição real	Condição de referência
Eficiência do sistema de aquecimento de água sem acumulação	Condição real	0,95
Temperatura de uso de água quente	38 °C (norte e nordeste)/	40 °C (demais regiões)
Temperatura de uso de água fria (°C)		Condição real
Perdas da recirculação – sistema de aquecimento de água sem acumulação	Condição real	0

Fonte: Adaptado de INMETRO (2021)

5.3.2 Padrão de Uso de Pessoas

A atividade prevaiente das pessoas em cada ambiente influenciará no cálculo de carga térmica fornecido pela simulação. Por isso, foram levantados a quantidade de pessoas estimadas em cada ambiente, as suas atividades no interior dela, e o calor fornecido ao ambiente em decorrência dessas atividades, conforme Tabela 7.

Tabela 7 – Padrão de Uso de Pessoas

Zona Térmica	Ambiente	Padrão de Uso	Atividade	Calor por pessoa [W] ⁽¹⁾	Quant. de Pessoas	Calor Total [W]
ZTT-01	Recepção	08:00 às 18:00	sentado, quieto	108	6	648
ZTT-02	Atendimento Psicossocial	08:00 às 18:00	sentado, quieto	108	10	1080
ZTT-03	Serviço Social	08:00 às 18:00	digitando	117	6	702
ZTT-04	Refeitório	11:00 às 13:00	sentado, quieto	108	53	5724
ZTT-05	Cozinha	08:00 às 18:00	cozinhando	189	5	945
ZTT-06	Copa dos Funcionários	08:00 às 18:00	sentado, quieto	108	6	648
ZTS-07	Sala de Atividade Física	08:00 às 18:00	exercício	369	20	7380
ZTS-08	Biblioteca	08:00 às 18:00	lendo, sentado	99	15	1485
ZTS-09	Coordenação	08:00 às 18:00	digitando	117	6	702
ZTS-10	Salas Multiuso	08:00 às 18:00	escrevendo	108	30	3240
ZNC-11	Banheiros - Pav. térreo	08:00 às 18:00	em pé, relaxado	126	12	1512
ZNC-12	Setor de Serviço	08:00 às 18:00	limpando	284	10	2840
ZNC-13	Escada/Elevador	08:00 às 18:00	andando	180	9	1620
ZNC-14	Vestiários - Pav. Superior	08:00 às 18:00	em pé, relaxado	126	16	2016
ZNC-15	Quadra	08:00 às 18:00	basquete, competitivo	657	35	22995

Fonte: Elaborada pelos autores (2022); ⁽¹⁾ U.S. Department of Energy (2021)

Cabe a observação de que a tabela com os parâmetros da tipologia adotada indica que a ocupação deve ser de 10,0 m²/pessoa, mas que os valores também podem ser considerados

baseado no uso previsto para a edificação. Dessa forma, considerou-se a condição real de ocupação, visto que o projeto prevê um uso muito divergentes entre uma zona térmica e outra.

5.3.3 Materiais

Foram levantados os materiais construtivos baseados na concepção projetiva da edificação. Após isso, buscou-se por referências das propriedades térmicas de cada elemento necessário para a simulação. Na tabela 8 são apresentados como exemplo os parâmetros utilizados para concreto magro e revestimento de granilite. No Apêndice A são indicados os parâmetros adotados para os demais materiais.

Tabela 8 – Parâmetros de materiais

Material	Rugosidade	Espessura [cm]	Condutividade Térmica [W/m.K]	Densidade [kg/m ³]	Calor Específico [J/kg.K]
Concreto magro	Muito áspero	5	1,3	2200	1000
Revestimento em granilite	Medianamente áspero	4	1,15	2000	1000

Os materiais e parâmetros adotados para o modelo de referência foram determinados conforme o Anexo A da INI-C, que indica quais são os valores de cada propriedade para a condição de referência, em função da tipologia adotada. Tais parâmetros são apresentados na Tabela 4.

5.3.4 Iluminação

O levantamento do sistema de iluminação do instituto baseou-se na previsão de carga de cada ambiente, segundo a NBR 5410:2004, estudo este realizado pelo ESF. A previsão de carga foi fornecida em Volt-Ampere (VA).

Para a simulação, necessitou-se da potência em Watt (W). Dessa forma, a potência foi convertida de VA para W através de um fator de potência de 0,99 para os holofotes da quadra e de 0,9 para as lâmpadas dos demais ambientes. O consumo anual de iluminação das zonas térmicas é disposto na Tabela 9. Os demais dados do sistema de iluminação de projeto encontram-se no Apêndice C.

Tabela 9 – Parâmetros de Iluminação

Zona Térmica	Consumo [kWh/ano]
ZTT-01	810,00
ZTT-02	760,60
ZTT-03	612,90
ZTT-04	3607,20
ZTT-05	858,60
ZTT-06	540,00
ZTS-07	1930,50
ZTS-08	1709,10
ZTS-09	715,50
ZTS-10	1833,30
ZNC-11	885,60
ZNC-12	2133,00
ZNC-13	270,00
ZNC-14	1112,40
ZNC-15	587,47
Iluminação externa	8672,94
Total	27029,11

5.3.5 Ar condicionado

Após a avaliação sobre os ambientes condicionados, considerou-se o padrão de utilização destes para que fossem usados na simulação. A Tabela 11 apresenta um exemplo da relação dos ambientes climatizados e do padrão de uso de cada um deles.

Tabela 10 – Padrão de Uso de Pessoas

Zona Térmica	Ambiente	Padrão de Uso
ZTT-02	Atendimento Psicossocial	08:00 às 18:00
ZTT-03	Serviço Social	08:00 às 18:00
ZTS-07	Sala de Atividade Física	08:00 às 18:00
ZTS-08	Biblioteca	08:00 às 18:00
ZTS-09	Coordenação	08:00 às 18:00
ZTS-10	Salas Multiuso	08:00 às 18:00

As cargas térmicas de refrigeração nos modelos real e de referência foram definidas a partir da própria simulação, pela previsão de potência necessária através de um sistema de carga ideal.

5.3.6 Equipamentos

Realizou-se um estudo sobre a projeção de uso de equipamentos na edificação. Esses dados serão necessários para a simulação, considerando que cada equipamento gera calor quando em funcionamento. Além disso, o levantamento do consumo energético dos equipamentos

na edificação como um todo é necessário para a classificação de eficiência energética. No Apêndice D encontram-se os dados do uso de equipamentos na edificação.

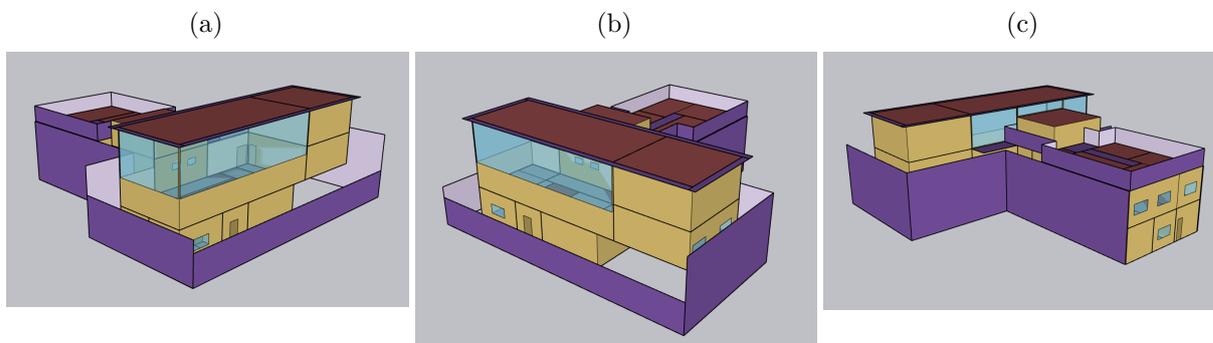
Tabela 11 – Padrão de Uso de Pessoas

Zona Térmica	Equipamento	Consumo [kWh/ano]
ZTT-01	computador	480,00
ZTT-02	computador	480,00
ZTT-03	computador	960,00
ZTT-04	televisão	120,00
ZTT-05	geladeira	1800,00
ZTT-05	freezer horizontal	3240,00
ZTT-05	coifa	384,00
ZTT-05	fogão industrial	54,00
ZTT-05	liquidificador	319,50
ZTT-06	cafeteira	180,00
ZTT-06	microondas	450,00
ZTS-07	ventilador	1200,00
ZTS-09	computador	480,00
ZNC-12	máquina de lavar	900,00
ZNC-13	elevador	1500,00
ZNC-15	bebedouro	915,00
Circulação	bebedouro	915,00
TOTAL		14377,50

5.4 MODELAGEM

A geometria da edificação, contendo superfícies, aberturas e grupos de sombreamento foi feita com o uso do *software* Sketchup 2022 e com o *Plug-In* Euclid V9.3. O resultado do modelo real está representado na figura 19.

Figura 19 – Modelo Real



Fonte: Autores (2022)

Foram criados grupos de sombreamento nas laterais, identificados em roxo na Figura 19, representando as edificações ao lado do Instituto Vovô Chiquinho. Observou-se que não há

afastamento entre as paredes externas do IVC e as edificações adjacentes, o que implica na possibilidade de transmissão de calor dos ambientes das edificações ao lado para dentro do IVC. Por não haver conhecimento sobre os padrões de uso e os materiais construtivos dos ambientes das edificações ao lado, como forma de simplificação, a transmissão de calor entre uma edificação e outra foi desconsiderada neste estudo.

As interfaces externas da quadra e do refeitório foram consideradas como aberturas configuradas como abertas em tempo integral, permitindo a ventilação natural. Desta forma, foi possível considerar a interferência do calor gerado dentro desses ambientes nas demais zonas térmicas, considerando que há circulação de ar nestes ambientes.

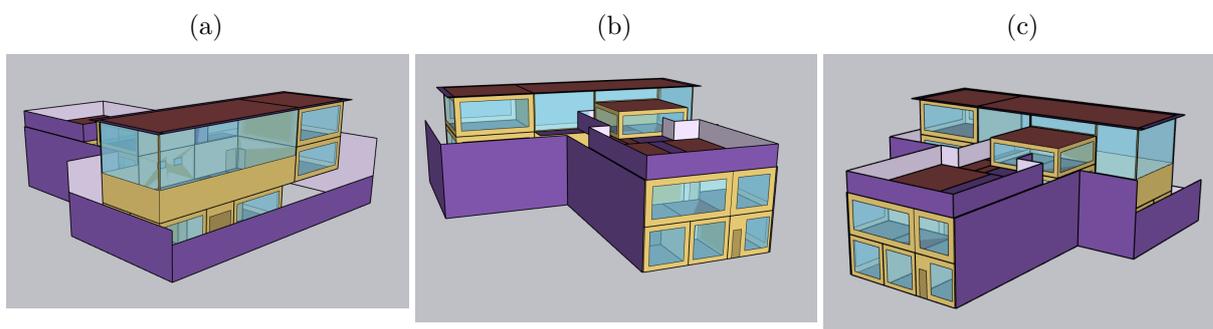
A circulação do pavimento superior não foi considerada como zona térmica, visto que não é um ambiente de permanência e que os fechamentos da circulação que fazem interconexão com o ambiente externo são dados por muretas ou guarda-corpo. Dessa forma, a cobertura desse ambiente foi modelada como um grupo de sombreamento, para que não houvesse interferência da incidência solar direta nas paredes internas do pavimento superior.

5.4.1 Edificação na Condição de Referência

A edificação na condição de referência teve como parâmetros de entrada o descrito na INI-C para edificações com tipologia não descrita, conforme a Tabela A.8 da INI-C. Os dados encontram-se nas Tabelas 3, 4 e 5 da Seção 3.2.

A edificação de referência, ilustrada na Figura 20, foi modelada a partir do modelo real, alterando-se as áreas de aberturas e os parâmetros de entrada no EnergyPlus.

Figura 20 – Modelo de Referência



Fonte: Autores (2022)

5.5 DEFINIÇÃO DA ETIQUETA DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA

A partir dos modelos gerados, avaliou-se a eficiência energética global da edificação, seguindo a metodologia da INI-C, apresentada na Seção 2.3.1.

5.5.1 Consumo de Energia Elétrica

As Tabelas 12 e 13 indicam os valores dos parâmetros utilizados para o cálculo do consumo de energia elétrica na edificação real e na condição de referência, respectivamente.

Tabela 12 – Consumo de Energia Elétrica na Edificação Real

Parâmetro	Valor
C_R	7.806,58
C_{IL}	27.029,11
C_{AAE}	8800
C_{EQ}	14.377,50
$C_{EE,real}$	49.213,19

Onde:

- C_R é o consumo de refrigeração do sistema de condicionamento de ar em kWh/ano;
- $C_{IL,real}$ é o consumo do sistema de iluminação em kWh/ano;
- C_{AAE} é o consumo do sistema de aquecimento de água em energia elétrica em kWh/ano;
- C_{EQ} é o consumo de equipamentos em kWh/ano.
- $C_{EE,real}$ é o consumo total de energia elétrica da edificação em kWh/ano, na condição real;

Tabela 13 – Consumo de Energia Elétrica da Edificação na Condição de Referência

Parâmetro	Valor
C_R	27.054,95
C_{IL}	31.795,20
C_{AAE}	8800
C_{EQ}	14.377,50
$C_{EE,ref}$	72.951,37

Onde:

- C_R é o consumo de refrigeração do sistema de condicionamento de ar em kWh/ano;

- $C_{IL,ref}$ é o consumo do sistema de iluminação em kWh/ano;
- C_{AAE} é o consumo do sistema de aquecimento de água em energia elétrica em kWh/ano;
- C_{EQ} é o consumo de equipamentos em kWh/ano.
- $C_{EE,ref}$ é o consumo total de energia elétrica da edificação em kWh/ano, na condição de referência;

O consumo energético pelo sistema de iluminação na condição real ($C_{IL,real}$) foi extraído do levantamento de dados (Apêndice D). O mesmo sistema na condição de referência foi calculado pela Equação 5.1, sendo DPI dado pela Equação 5.2. Os dados para a obtenção de $C_{IL,ref}$ estão apresentados da Tabela 14.

$$C_{IL,ref} = \frac{PIh\dot{N}_{ano}}{1000} \quad (5.1)$$

$$PI = A_I \dot{D}PI \quad (5.2)$$

Tabela 14 – Consumo do Sistema de Iluminação na Condição de Referência

Parâmetro	Valor
A_I [m ²]	588,8
DPI [W/m ²]	15
PI	8.832,00
h	12
N_{ano}	300
$C_{IL,ref}$	31.795,20

Onde:

- A_I é a área de piso dos ambientes internos e externos que são iluminados artificialmente;
- DPI é a densidade de potência instalada em W/m²;
- PI é a potência de iluminação em W;
- h são as horas de uso da edificação, conforme tipologia das tabelas do anexo A da INI-C
- N_{ano} são os dias de ocupação ao ano, conforme tipologia das tabelas do anexo A da INI-C;

- $C_{IL,ref}$ é o consumo do sistema de iluminação da condição de referência em kWh/ano.

O consumo de energia elétrica por equipamentos foi, também, extraído do levantamento de dados e é o mesmo para a condição real e a de referência, conforme Apêndice E.

Em relação ao consumo pelo condicionamento de ar, na condição real, converteu-se a carga de refrigeração do sistema, obtida através da simulação, em consumo energético. Para isso, considerou-se que o Índice de Desempenho de Resfriamento Sazonal (IDRS) é de 6,0 Wh/Wh, segundo o modelo LG Split Hi-Wall, especificado em INMETRO (2022). Para a conversão de carga térmica em energia elétrica na condição de referência, a Tabela 5 da Seção 3.2 indica que o Coeficiente de Performance (COP) deve ser igual a 2,60 W/W.

O sistema de aquecimento de água teve seu consumo elétrico calculado conforme as Equações 2.7, 2.8 e 2.9. Como não há qualquer tipo de sistema de geração de calor para o aquecimento da água, os resultados para o consumo elétrico na condição real e na condição de referência se igualaram. Os parâmetros para o cálculo encontram-se na Tabela 15.

Tabela 15 – Consumo do Sistema de Aquecimento de Água

Parâmetro	Valor
C_{AAE}	8800
N_{ano}	300
E_{AAE}	27,87
$E_{AA,rec,sol}$	0
$E_{per,e}$	0
$r_{aq,e}$	0,95
ρ	1
C_p	4180
$V_{dia,e}$	1,2
$\theta_{A,uso}$	40
$\theta_{A,0}$	20

Onde:

- C_{AAE} é o consumo de energia elétrica para aquecimento de água da edificação real (CAAE,real) e sua condição de referência (CAAE,ref) em kWh/ano;
- N_{ano} é o número de dias de ocupação ao ano de acordo com a tipologia da edificação;
- E_{AAE} é a energia elétrica requerida para o atendimento da demanda de água quente (kWh/dia);
- $E_{AA,rec,sol}$ é a energia para aquecimento de água proveniente de sistemas que recuperam calor ou energia solar térmica, quando existentes (kWh/dia);

- $E_{per,e}$ é a energia consumida para suprir as perdas térmicas atribuídas à fonte elétrica (kWh/dia);
- $r_{aq,e}$ é o coeficiente de rendimento do equipamento para o aquecedor de água de fonte elétrica.
- ρ é a massa específica da água, equivalente a 1 kg/L;
- C_p é o calor específico da água, equivalente a 4.180 kJ/g.°C;
- $V_{dia,e}$ é o volume diário de consumo de água quente em sistemas elétricos (m³/dia);
- $\theta_{A,uso}$ é a temperatura de uso da água (°C);
- $\theta_{A,0}$ é a temperatura da água fria (°C).

5.5.2 Consumo de Energia Primária

O cálculo do consumo de energia primária da edificação em sua condição real ($C_{EP,real}$) foi feito conforme Equação 2.2. Os dados apresentam-se na Tabela 16.

Tabela 16 – Consumo de energia primária da edificação real

Parâmetro	Valor
$C_{EE,real}$	49.213,19
f_{cE}	1,6
G_{EE}	36.956,36
$C_{EP,real}$	19.610,93

Onde:

- $C_{EE,real}$ é o consumo total de energia elétrica da edificação real em kWh/ano;
- $C_{ET,real}$ é o consumo total de energia térmica da edificação real em Wh/ano;
- f_{cE} é o fator de conversão de energia elétrica em energia primária;
- G_{EE} é a energia gerada por fontes locais de energia renovável em kWh/ano;
- f_{cT} é o fator de conversão de energia térmica em energia primária;
- $C_{EP,real}$ é o consumo de energia primária da edificação real em kWh/ano.

O cálculo do consumo de energia primária da edificação em sua referência ($C_{EP,ref}$) foi feito conforme Equação 2.3. Os dados apresentam-se na Tabela 17.

Onde:

Tabela 17 – Consumo de energia primária da edificação de referência

Parâmetro	Valor
$C_{EE,ref}$	73.227,65
f_{CE}	1,60
$C_{EP,ref}$	117.164,23

- $C_{EE,ref}$ é o consumo total de energia elétrica da edificação de referência em kWh/ano;
- f_{CE} é o fator de conversão de energia elétrica em energia primária;
- $C_{EP,ref}$ é o consumo de energia primária da edificação real em kWh/ano.

5.5.3 Intervalos de Classificação

A partir do Anexo G na INI-C, identificou-se a edificação em estudo como pertencente ao grupo climático G-13. Relacionando o grupo climático ao fator de forma, obtido a partir dos dados presentes na Tabela 18, determinou-se o coeficiente de redução da carga térmica total anual da classificação D para a A, conforme especificado nas equações 2.10 e 2.11 deste trabalho.

Tabela 18 – Fator de Forma da Edificação

Parâmetro	Valor
A_{env}	1012.99
V_{tot}	2918.37
FF	0.35

Onde:

- A_{env} é a área da envoltória (m^2);
- V_{tot} é o volume total construído da edificação (m^3);
- FF é o Fator de Forma da edificação (m^2/m^3)

Tem-se, portanto, todos os dados necessários para o cálculo do coeficiente i , cujos parâmetros encontram-se na Tabela 19.

Tabela 19 – Coeficiente i de Eficiência Energética

Parâmetro	Valor
$C_{EP,ref}$	117.164,23
$CRCEP_{D-A}$	0,27
i	10.544,78

Onde:

- $C_{EP,ref}$ consumo de energia primária da edificação em sua condição real (kWh/ano);
- $CRCEP_{D-A}$ é o coeficiente de redução do consumo de energia primária da classificação D para a A;
- i é o coeficiente que representa os intervalos entre as classes.

Os intervalos determinísticos da classificação estão apresentados na Tabela 20. Observa-se que o consumo de energia primária da edificação em sua condição real, 19.610,93 kWh/ano, encontra-se no intervalo da classificação A, obtendo-se, portanto, tal etiqueta de eficiência energética da edificação.

Tabela 20 – Intervalos da Classificação Energética

Classif.	Lim. sup.	Lim. inf.
A	-	≤ 85.530
B	> 85.530	≤ 96.075
C	> 96.075	≤ 106.619
D	> 106.619	≤ 117.164
E	> 117.164	-

5.6 NEAR ZERO ENERGY BUILDING

Ao se desconsiderar o sistema de geração de energia local para análise do NZEB, ainda assim, foi possível verificar que a classificação geral da edificação manteve-se A. Conforme apresentado na Tabela 21, o consumo de energia primária de 78.741,10 kWh/ano, seguindo os limites apresentados na Tabela 20, indica a classificação A. Sendo assim, é possível fazer a avaliação da edificação como NZEB.

Tabela 21 – Consumo de energia primária da edificação real sem considerar a geração de energia local

Parâmetro	Valor
$C_{EE,real}$	49.213,19
f_{cE}	1,6
$C_{EP,real}$	78.741,10

Onde:

- $C_{EE,real}$ é o consumo total de energia elétrica da edificação real em kWh/ano;
- f_{cE} é o fator de conversão de energia elétrica em energia primária;
- $C_{EP,real}$ é o consumo de energia primária da edificação real em kWh/ano.

Dando sequência, foi levantado o consumo de energia elétrica total da edificação real e a capacidade de geração de energia elétrica renovável pelo sistema fotovoltaico previsto no projeto. A parcela de energia térmica do modelo foi desconsiderada, visto que a edificação não possui este tipo de sistema. Dessa forma, a equação utilizada passa a ser a equação 5.3.

$$G_{EE} \times f_{CE} > 0,5 \times C_{EE,real} \times f_{CE} \quad (5.3)$$

Tabela 22 – Consumo VS Geração de Energia Elétrica

Parâmetro	Energia Elétrica [kWh/ano]
$C_{EE,real}$	49.213,19
$50\% C_{EE,real} \times f_{CE}$	39.370,55
G_{EE}	36.956,36
$G_{EE} \times f_{CE}$	59.130,18

Sendo assim, o projeto da edificação foi elegível para a classificação de *Near Zero Energy Building*, uma vez que atingiu a classificação A ao desconsiderar o sistema de geração de energia local e a energia gerada ter sido 50% maior do que a energia elétrica consumida.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir da avaliação da eficiência energética do projeto de ampliação e reforma do Instituto Vovô Chiquinho pelo método da INI-C, determinou-se que o projeto atingiu a etiqueta nível A para a classificação geral da edificação.

O resultado de nível A se dá por conta do projeto já ter sido elaborado com boas práticas que promovam o conforto térmico dentro da edificação, como revestimentos internos e externos e áreas de aberturas adequadas para se garantir o bom desempenho térmico.

Além da etiqueta A, o projeto foi classificado como *Near Zero Energy Building*, já que além de ser classificado como etiqueta A sem a necessidade de considerar o sistema de geração de energia local, possui previsto em projeto um sistema fotovoltaico com capacidade de geração superior a metade do consumo de energia primária do modelo real.

É importante ressaltar que a edificação com etiqueta A e outras soluções sustentáveis aplicáveis ao empreendimento de cunho de atendimento à crianças de comunidades não só garantem o bom desempenho térmico da edificação, mas servem de instrumento pedagógico para as crianças e a comunidade atendidas pela instituição sobre as possibilidades para se atingir um futuro sustentável.

6.1 LIMITAÇÕES

- Devido a dificuldade de se encontrar uma tipologia específica que represente o funcionamento do IVC, adotou-se uma tipologia não definida. A falta de parâmetros de referência específicos para a edificação em estudo é um fator limitante pois reduz a credibilidade da avaliação do percentual de redução do consumo de energia primária. Vale ressaltar que os parâmetros entre uma tipologia e outra são expressamente divergentes e a adoção de uma, em detrimento de outra, faria com que o resultado da classificação divergisse, provavelmente.
- Segundo o método da INI-C, para o padrão de uso de equipamentos no modelo de referência deve ter as suas horas de funcionamento iguais às horas de uso da edificação conforme tipologia adotada. Para a tipologia não definida, são 12 horas de uso, o que não é condizente com o uso real de alguns dos equipamentos presentes na edificação, como o micro-ondas, que tem alta potência e é utilizado por pouco tempo. Neste estudo, para o modelo de referência, foi considerado o mesmo tempo de uso dos equipamentos previsto em projeto, visto que a adoção de 12 horas de tempo de funcionamento para todos os equipamentos resulta em valores muito altos carga térmica gerada e energia elétrica consumida.
- A avaliação da classificação da eficiência energética da edificação foi realizada a partir

de dados do anteprojeto. Por conta da falta de detalhamento do projeto, não foi possível realizar a análise dos critérios mínimos de elegibilidade para a classificação A.

6.2 SUGESTÕES PARA PESQUISAS FUTURAS

- Sugere-se replicar o estudo adotando a tipologia de Edificações Educacionais, a fim de se comparar os resultados. Inclui-se avaliar todos os parâmetros da condição de referência da tipologia citada, cabendo analisar quais deles são passíveis de alteração, para melhor se adequar ao edificação em estudo.
- Apesar da conquista da Etiqueta A e da elegibilidade para a classificação como *Near Zero Energy Building*, sugere-se o desenvolvimento de outros projetos, como o de Captação de Água de chuva ou sistema de aquecimento de água. Desta forma, há uma redução de custos operacionais ainda maior para a instituição. É possível ainda que o empreendimento seja considerado como uma Edificação de Energia Positiva (EEP), em que a quantidade de energia renovável gerada supera o consumo de energia elétrico.
- Sugere-se a aplicação da avaliação de Uso Racional de Água em edificações, conforme Anexo F da INI-C, pois apesar de não impactar na classificação da edificação quanto a sua eficiência energética, contribui com a sustentabilidade e redução de custos operacionais da instituição.
- Tal estudo pode ser replicado em outros projetos ou edificações já existentes onde são praticadas atividades de cunho social. Reforça-se a demanda desse tipo de empreendimento por redução de custos operacionais e a importância da inserção de soluções sustentáveis como instrumento pedagógico.
- Como não foi possível analisar os critérios mínimos para elegibilidade da classificação A descritos na seção 2.3.2, recomenda-se que a avaliação da eficiência energética do estudo de caso seja refeita após a finalização do projeto executivo.

Referências

- BRASIL. Instrução normativa nº2, de 4 de junho de 2014. *Portal TCU*, Brasília, DF, 2014.
- CHEN, S. Y. Use of green building information modeling in the assessment of net zero energy building design. *Journal of Environmental Engineering and Landscape Management*, Taichung, Taiwan, p. 174–186, 2019.
- EPE. *Uso de Ar Condicionado no Setor Residencial Brasileiro: Perspectivas e contribuições para o avanço em eficiência energética*. 2018. Acesso em: 18 jan. 2022. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-341/NT%20EPE%20030_2018_18Dez2018.pdf>.
- EPE. *Ações para Promoção da Eficiência Energética nas Edificações Brasileiras: No Caminho da Transição Energética*. 2020. Acesso em: 24 jan. 2022. Disponível em: <<https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/Documents/NT%20DEA-SEE-007-2020.pdf>>.
- EPE. *Plano Decenal de Expansão de Energia 2022*. 2022. Acesso em: 24 mar. 2022. Disponível em: <<https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-49/topico-86/Relat%C3%B3rio%20Final%20do%20PDE%202022.pdf>>.
- FILHO, A. L. F.; AGUIAR, A. O.; KNISS, C. T. Eficiência energética com base nos critérios procel: Estudo de caso em edifício público. *Holos*, Rio Grande do Norte, RN, v. 07, 2018.
- IEA. *Buildings: A source of enormous untapped efficiency potential*. 2021. Acesso em: 24 jan. 2022. Disponível em: <<https://www.iea.org/topics/buildings>>.
- IEA. *E4 Country Profile: Energy Efficiency in Brazil*. 2021. Acesso em: 24 jan. 2022. Disponível em: <<https://www.iea.org/articles/e4-country-profile-energy-efficiency-in-brazil>>.
- IEA. *Porcentagem de uso de energia coberto por políticas obrigatórias de eficiência energética no Brasil, 2010-2018*. 2021. Acesso em: 2 de dez de 2021. Disponível em: <<https://www.iea.org/data-and-statistics/charts/percentage-of-energy-use-covered-by-mandatory-energy-efficiency-policies-in-brazil-2010-2018>>.
- INMETRO. *Conheça o Programa Brasileiro de Etiquetagem - PBE*. 2021. Acesso em: 27 jan. 2022. Disponível em: <[https://www.gov.br/inmetro/pt-br/assuntos/avaliacao-da-conformidade/programa-brasileiro-de-etiquetagem/conheca-o-programa#:~:text=O%20Programa%20Brasileiro%20de%20Etiquetagem%20\(PBE\)%2C%20coordenado%20pelo%20Inmetro,decis%C3%B5es%20de%20compra%20mais%20conscientes.>](https://www.gov.br/inmetro/pt-br/assuntos/avaliacao-da-conformidade/programa-brasileiro-de-etiquetagem/conheca-o-programa#:~:text=O%20Programa%20Brasileiro%20de%20Etiquetagem%20(PBE)%2C%20coordenado%20pelo%20Inmetro,decis%C3%B5es%20de%20compra%20mais%20conscientes.>)>.
- INMETRO. *Histórico: Histórico do Programa Brasileiro de Etiquetagem*. 2022. Acesso em: 24 jan. 2022. Disponível em: <<https://www2.inmetro.gov.br/pbe/historico.php>>.
- INMETRO. *Tabela Inmetro IDRS*. 2022. Acesso em: 14 de ago. de 2022. Disponível em: <<https://www.gov.br/inmetro/pt-br/assuntos/avaliacao-da-conformidade/programa-brasileiro-de-etiquetagem/tabelas-de-eficiencia-energetica/condicionadores-de-ar>>.

- INMETRO, B. *Instrução Normativa Inmetro para a Classificação de Eficiência Energética de Edificações Comerciais, de Serviços e Públicas*. 2021. Acesso em: 27 jan. 2022. Disponível em: <<http://www.inmetro.gov.br/legislacao/rtac/pdf/RTAC002707.pdf>>.
- LAMBERTS, R.; DUTRA, L.; PEREIRA, F. O. R. *Eficiência Energética na Arquitetura*. [S.l.: s.n.], 1997.
- MELO, A. P. *Análise da influência da transmitância térmica no consumo de energia de edificações comerciais*. 2007.
- MOTHERWAY, B. *Energy efficiency is the first fuel, and demand for it needs to grow*. 2019. Acesso em: 17 nov. 2021. Disponível em: <<https://www.iea.org/commentaries/energy-efficiency-is-the-first-fuel-and-demand-for-it-needs-to-grow>>.
- ORTIZ-RODRÍGUEZ Óscar; CASTELLS, F.; SONNEMANN, G. Environmental impact of the construction and use of a house: Assessment of building materials and electricity end-uses in a residential area of the province of norte de santander, colombia. *Ingenieria y Universidad*, Bogotá, Colombia, p. 147–161, 2012.
- PBE-EDIFICA. *Fatores de Energia Primária*. 2020. Acesso em: 19 de março de 2022. Disponível em: <<http://www.pbeedifica.com.br/node/134>>.
- PBE-EDIFICA. *Nova Instrução Normativa Inmetro*. 2020. Acesso em: 11 fev. 2022. Disponível em: <<http://www.pbeedifica.com.br/nova-ini>>.
- PBE-EDIFICA. *Sobre o PBE Edifica*. 2020. Acesso em: 06 fev. 2022. Disponível em: <<http://www.pbeedifica.com.br/sobre>>.
- RODRIGUES, G. M. *Análise de metodologias para avaliação da eficiência energética de edificações públicas*. 2020.
- SIRTULI, B. P.; DIAS, R. H. M. de P.; RODRIGUES, E. A. N. *Eficiência energética da envoltória de edifícios históricos: Métodos rtq-c e ini-c*. 2022.
- SUSTENTARQUI. *Etiqueta PBE Edifica: O que é e como obter*. 2018. Acesso em: 10 fev. 2022. Disponível em: <<https://sustentarqui.com.br/etiqueta-pbe-edifica/>>.
- UFES. *Projeto Solares*. 2013. Acesso em: 02 de jun. de 2022. Disponível em: <<https://ct.ufes.br/projeto-solares>>.
- U.S. Department of Energy. *Input Output Reference*. 2021. Acesso em: 10 abr. 2022. Disponível em: <https://energyplus.net/assets/nrel_custom/pdfs/pdfs_v9.6.0/InputOutputReference.pdf>.

Apêndices

APÊNDICE A – Materiais

Material	Rugosidade	Espessura [cm]	Condutividade Térmica [W/m.K]	Densidade [kg/m ³]	Calor Específico [J/kg.K]	Resistência Térmica [m ² .K/W]	Absorção Térmica	Absorção Solar	Absorção Visível
PISOS E COBERTURAS									
Concreto magro	Muito áspero	5	1,3	2200 ⁽¹⁾	1000	-	-	-	-
Concreto estrutural	Áspero	10	2,3 ⁽²⁾	2300 ⁽²⁾	1000 ⁽²⁾	0,057	-	-	-
Argamassa (contrapiso)	Áspero	4	1,15	2000	1000	-	-	-	-
Argamassa de contrapiso com tinta poliuretânica	Medianamente áspero	4	1,15	2000	1000	-	-	-	-
Revestimento em granilite	Medianamente áspero	12	1,15	2000	1000	-	-	-	-
Revestimento cerâmico	Medianamente áspero	1	0,9	1600	920	0,022	-	-	-
Gesso desempenado	Medianamente liso	1	0,35	900	870	-	-	-	-
Telha fibrocimento	Áspero	0,7	0,95	1900	840	0,007	0,9	0,715	0,715
Telha metálica	Medianamente áspero	0,5	17,0 ⁽²⁾	7900 ⁽²⁾	500 ⁽²⁾	-	-	0,8	-

Material	Rugosidade	Espessura [cm]	Condutividade Térmica [W/m.K]	Densidade [kg/m ³]	Calor Específico [J/kg.K]	Resistência Térmica [m ² .K/W]	Absorção Térmica	Absorção Solar	Absorção Visível
COBERTURA - COMPONENTES DA PLACA SOLAR⁽³⁾									
Vidro	Medianamente liso	0,4	1,13	2300	600	-	-	0,9	-
Silício	Áspero	0,037	148	2300	712	-	-	0,9	-
EVA Superior	Medianamente áspero	0,1	0,15	1800	600	-	-	0,9	-
EVA Inferior	Medianamente áspero	0,05	0,15	1800	600	-	-	0,9	-
Tedlar	Medianamente áspero	0,02	0,24	2100	600	-	-	0,9	-
Alumínio	Muito liso	3	237	2700	903	-	-	0,9	-
PAREDES									
Argamassa de Reboco (cor branca)	Áspero	2	1,15	1950	1000	0,022 ⁽⁴⁾	0,9	0,158	0,158
Blocos de Alvenaria 9cm (8 furos)	Medianamente áspero	9	0,9	2252	920	0,016	-	-	-
Massa única de cimento	Medianamente áspero	0,5	1,15	2000	1000	-	-	-	-
Revestimento cerâmico	Medianamente áspero	0,5	0,9	1600	920	-	-	-	-

Material	Rugosidade	Espessura [cm]	Condutividade Térmica [W/m.K]	Densidade [kg/m³]	Calor Específico [J/kg.K]	Resistência Térmica [m².K/W]	Absorção Térmica	Absorção Solar	Absorção Visível
ESQUADRIAS									
Vidro verde	Muito liso	0,6 ⁽²⁾	1 ⁽²⁾	2500 ⁽²⁾	720 ⁽²⁾	-	-	0,46	-
Madeira compensada	Medianamente áspero	3	0,17	700	1600	-	-	-	-

Fonte: NBR 15.220 (2005); ⁽¹⁾ LABEEE (2003); ⁽²⁾ ISO 10456(2007); ⁽³⁾ ANDRADE (2008); ⁽⁴⁾ INMETRO (2021)

APÊNDICE B – Composições Construtivas

PAREDES (EXCETO COZINHA)
Argamassa (reboco) esp. 2,0 cm e pintura acrílica de cor variável
Bloco cerâmico 9x14x19 cm
Argamassa (reboco) esp. 2,0 cm e pintura acrílica de cor variável
PAREDE DA COZINHA
Argamassa (reboco) esp. 2,0 cm e pintura acrílica de cor variável
Bloco cerâmico 9x14x19 cm
Massa única de cimento esp. 0,5cm
Revestimento cerâmico esp. 0,5cm
PISO DO TÉRREO^a
Concreto magro esp. 5cm
Concreto estrutural esp. 10cm
Argamassa (contrapiso) esp. 4cm
Revestimento em granilite esp. 0,5cm
PISO DO TÉRREO (SANITÁRIOS E VESTIÁRIOS)
Concreto magro esp. 5cm
Concreto estrutural esp. 10cm
Argamassa (contrapiso) esp. 4cm
Revestimento cerâmico esp. 0,5cm
PISO DE LAJE^a
Gesso desempenado esp. 1cm
Concreto estrutural esp. 10cm
Argamassa (contrapiso) esp. 4cm
Revestimento em granilite esp. 0,5cm
PISO DE LAJE (VESTIÁRIOS)
Gesso desempenado esp. 1cm
Concreto estrutural esp. 10cm
Argamassa (contrapiso) esp. 4cm
Revestimento cerâmico esp. 0,5cm
PISO QUADRA
Gesso desempenado esp. 1cm
Concreto estrutural esp. 10cm
Argamassa (contrapiso) esp. 4cm
Tinta poliuretânica
TETO DE LAJE
Revestimento cerâmico esp. 0,5cm
Argamassa (contrapiso) esp. 4cm
Concreto estrutural esp. 10cm
Gesso desempenado esp. 1cm
COBERTURA EM TELHA FRIBROCIMENTO SEM PLACA SOLAR
Telha fibrocimento esp. 6mm Pintura: Acrílica Fosca; Cor: Concreto - 53
Camada de ar (>5cm, hor., desc.)
Concreto estrutural esp. 10cm
Gesso desempenado esp. 1cm

COBERTURA EM TELHA METÁLICA SEM PLACA SOLAR

Telha metálica esp. 5mm

Camada de ar (>5cm, hor., desc.)

Concreto estrutural esp. 10cm

Gesso desempenado esp. 1cm

COBERTURA EM TELHA FRIBROCIMENTO COM PLACA SOLAR

Telha fibrocimento esp. 6mm Pintura: Acrílica Fosca; Cor: Concreto - 53

Camada de ar (>5cm, hor., desc.)

Concreto estrutural esp. 10cm

Gesso desempenado esp. 1cm

COBERTURA EM TELHA METÁLICA COM PLACA SOLAR

Telha metálica esp. 5mm

Camada de ar (>5cm, hor., desc.)

Concreto estrutural esp. 10cm

Gesso desempenado esp. 1cm

JANELAS

Vidro verde 6 mm

PORTAS

Madeira compensada

Fonte: Elaborada pelos autores (2022).

a Exceto para banheiros e vestiários

APÊNDICE C – Sistema de Iluminação

Zona Térmica	Ambiente	Padrão de Uso	Horas de uso/dia	Horas de uso/ano	Área (m ²)	Tipo de Luminária	Potência Total Instalada [VA]	F.P.	Potência Total Instalada [W]	Consumo [kWh/ano]
ZTT-01	Recepção	08:00 às 18:00	10:00	3.000,00	18,97	Fluorescente	300,00	0,9	270,00	810,00
ZTT-02	Atendimento Psicossocial	08:00 às 18:00	10:00	3.000,00	15,04	Fluorescente	278,00	0,9	250,20	750,60
ZTT-03	Serviço Social	08:00 às 18:00	10:00	3.000,00	12,85	Fluorescente	227,00	0,9	204,30	612,90
ZTT-04	Refeitório	08:00 às 18:00	10:00	3.000,00	80,8	Fluorescente	1.336,00	0,9	1.202,40	3.607,20
ZTT-05	Cozinha	08:00 às 18:00	10:00	3.000,00	23,75	Fluorescente	318,00	0,9	286,20	858,60
ZTT-06	Copa dos Funcionários	08:00 às 18:00	10:00	3.000,00	12,52	Fluorescente	200,00	0,9	180,00	540,00
ZTS-07	Sala de Atividade Física	08:00 às 18:00	10:00	3.000,00	47,63	Fluorescente	715,00	0,9	643,50	1.930,50
ZTS-08	Biblioteca	08:00 às 18:00	10:00	3.000,00	33,11	Fluorescente	633,00	0,9	569,70	1.709,10
ZTS-09	Coordenação	08:00 às 18:00	10:00	3.000,00	16,33	Fluorescente	265,00	0,9	238,50	715,50
ZTS-10	Salas Multiuso	08:00 às 18:00	10:00	3.000,00	46,12	Fluorescente	679,00	0,9	611,10	1.833,30
ZNC-11	Sanitários Pav. Térreo	08:00 às 18:00	10:00	3.000,00	18,01	Fluorescente	328,00	0,9	295,20	885,60
ZNC-12	Setor de Serviço	08:00 às 18:00	10:00	3.000,00	65,29	Fluorescente	790,00	0,9	711,00	2.133,00
ZNC-13	Escada/ Elevador	08:00 às 18:00	10:00	3.000,00	10,11	Fluorescente	100,00	0,9	90,00	270,00
ZNC-14	Sanitários Pav. Superior	08:00 às 18:00	10:00	3.000,00	24,67	Fluorescente	412,00	0,9	370,80	1.112,40
ZNC-15	Quadra	17:00 às 18:00	01:00	300,00	115,6	Fluorescente	1.978,00	0,99	1.958,22	587,47
-	Circulação	17:00 às 18:00	01:00	300,00	48	Fluorescente	781,00	0,9	702,90	210,87
-	Área Externa	18:00 às 06:00	12:00	3.600,00	153,61	Fluorescente	2.534,00	0,9	2.280,60	8.210,16
-	Garagem	17:00 às 18:00	01:00	300,00	63,53	Fluorescente	933,00	0,9	839,70	251,91
TOTAL				42.600,00	588,8		9.340,00		11.704,32	27.029,11

Fonte: Elaborada pelos autores (2022).

APÊNDICE D – Equipamentos

Relação de equipamentos elétricos:

Zona Térmica	Equip.	Padrão de Uso	Horas de uso/dia	Horas de uso/ano	Quant.	Pot. [W]⁽¹⁾	Pot. Total [W]	Pot. Total da Zona [W]	Consumo [kWh/ano]
ZTT-01	computador	08:00 às 16:00	08:00	2.400,00	1	200,00	200,00	200,00	480,00
ZTT-02	computador	08:00 às 16:00	08:00	2.400,00	1	200,00	200,00	200,00	480,00
ZTT-03	computador	08:00 às 16:00	08:00	2.400,00	2	200,00	400,00	400,00	960,00
ZTT-04	televisão	14:00 às 16:00	02:00	600,00	1	200,00	200,00	200,00	120,00
ZTT-05	geladeira	24 horas	24:00:00	7.200,00	1	250,00	250,00	1.205,00	1800,00
	freezer horizontal	24 horas	24:00:00	7.200,00	1	450,00	450,00		3240,00
	coifa	09:00 às 14:00	05:00	1.500,00	1	256,00	256,00		384,00
	fogão industrial	09:00 às 14:00	05:00	1.500,00	1	36,00	36,00		54,00
	liquidificador	09:00 às 14:00	05:00	1.500,00	1	213,00	213,00		319,50
ZTT-06	cafeteira	08:00 às 09:00	01:00	300,00	1	600,00	600,00	2.100,00	180,00
	microondas	08:00 às 09:00	01:00	300,00	1	1.500,00	1.500,00		450,00
ZTS-07	ventilador	08:00 às 18:00	10:00	3.000,00	2	200,00	400,00	400,00	1200,00
ZTS-08	chuveiro	17:00 às 18:00	01:00	300,00	4	5.500,00	22.000,00	22.000,00	6600,00
ZTS-09	computador	08:00 às 16:00	08:00	2.400,00	1	200,00	200,00	200,00	480,00
ZTS-10	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ZNC-11	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ZNC-12	máquina de lavar	14:00 às 16:00	02:00	600,00	1	1.500,00	1.500,00	1.500,00	900,00
ZNC-13	elevador	08:00 às 08:30	00:30	150,00	1	5.000,00	5.000,00	1.000,00	750,00
		18:00 às 18:30	00:30	150,00	1	5.000,00	5.000,00		750,00

Zona Térmica	Equip.	Padrão de Uso	Horas de uso/dia	Horas de uso/ano	Quant.	Pot. [W]⁽¹⁾	Pot. Total [W]	Pot. Total da Zona [W]	Consumo [kWh/ano]
ZNC-14	chuveiro	15:00 às 18:00	03:00	900,00	5	5.500,00	27.500,00	27.500,00	24750,00
ZNC-15	bebedouro	08:00 às 18:00	10:00	3.000,00	1	305,00	305,00	305,00	915,00
ZNC-16	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ZNC-17	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Circulação	bebedouro	08:00 às 18:00	10:00	3.000,00	1	305,00	305,00	305,00	915,00
TOTAL								57.515,00	45727,50

Fonte: Elaborada pelos autores (2022); ⁽¹⁾ CEMIG (2022).

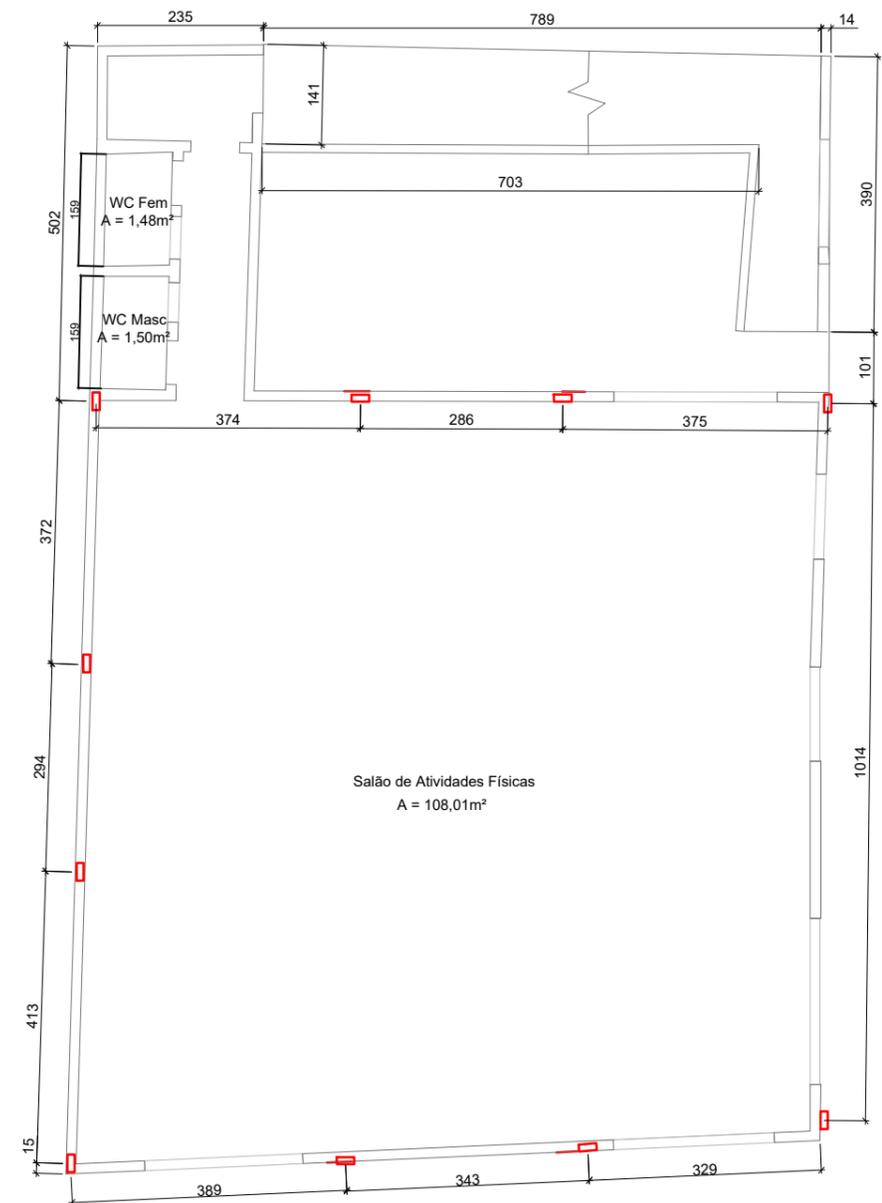
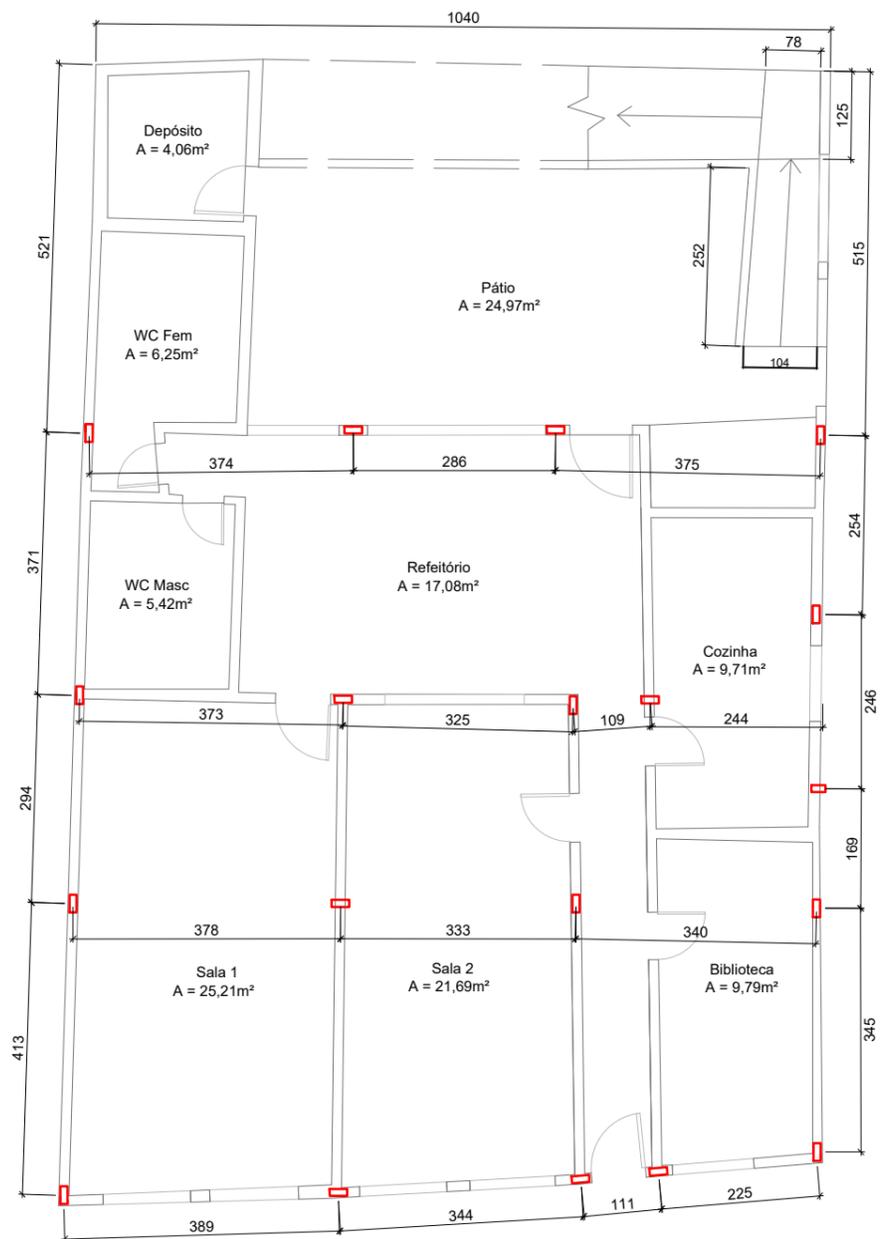
Relação de chuveiros elétricos (sistema de aquecimento de água):

Zona Térmica	Equip.	Padrão de Uso	Horas de uso/dia	Horas de uso/ano	Quant.	Pot. [W]⁽¹⁾	Pot. Total [W]	Pot. Total da Zona [W]	Consumo [kWh/ano]
ZNC-12	chuveiro	17:00 às 18:00	01:00	300,00	4	5.500,00	22.000,00	22.000,00	6600,00
ZNC-14	chuveiro	15:00 às 18:00	03:00	900,00	5	5.500,00	27.500,00	27.500,00	24750,00
TOTAL								49.500,00	31350,00

Fonte: Elaborada pelos autores (2022); ⁽¹⁾ CEMIG (2022).

Anexos

ANEXO A – Levantamento Expedito Instituto Vovô Chiquinho



NOTAS:

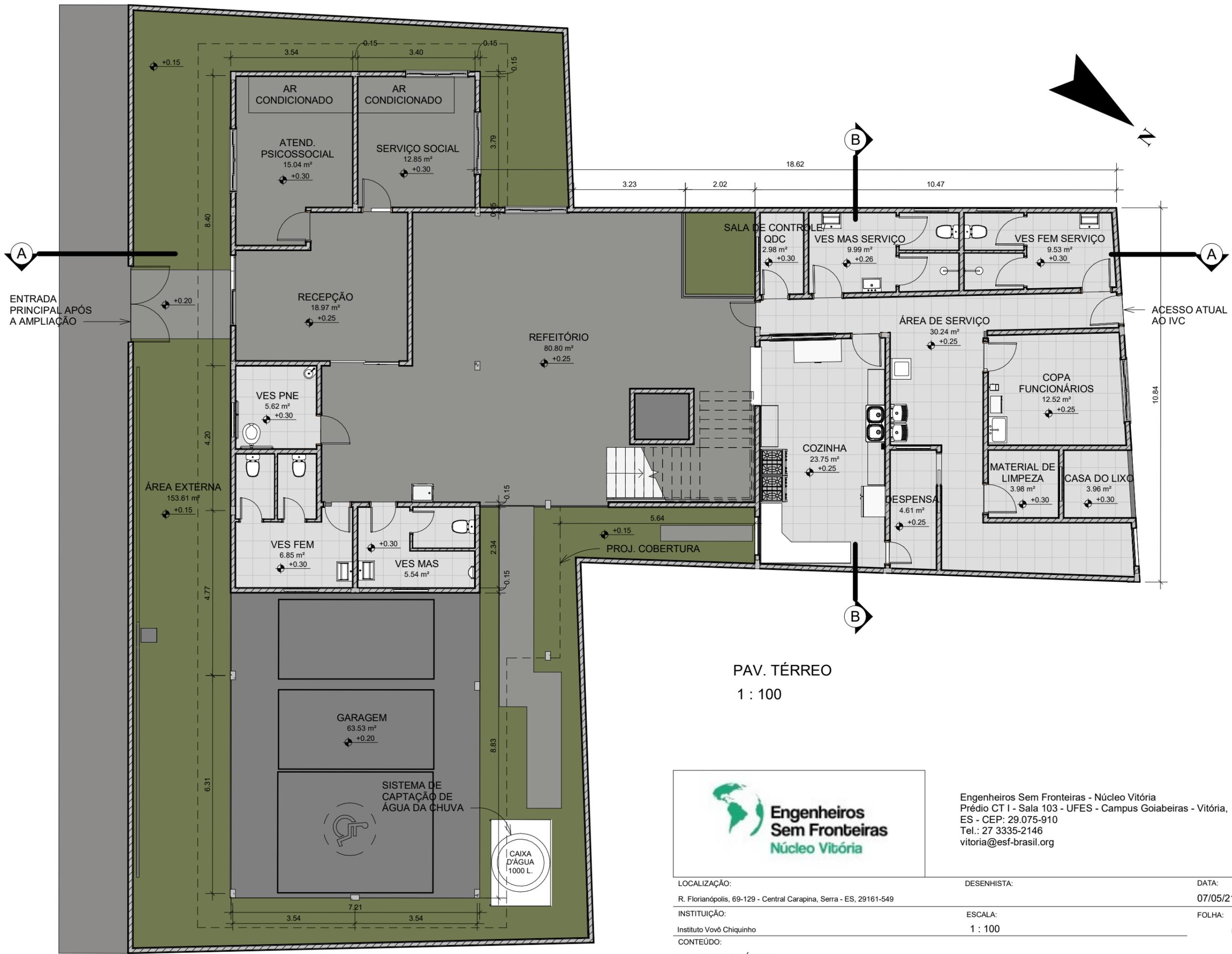
- COTAS EM CENTÍMETRO;
- DIMENSÃO DOS PILARES: 10x25 cm, EXCETO QUANDO INDICADO O CONTRÁRIO.

ANEXO B – Programa de Necessidades



Item	Ambiente	Área atual	Área Nova	Descrição
1	PRIMEIRO PAVIMENTO			
1.1	Conjunto Direção/Administração			
	Espera de Pais/ Recepção	-	18,97	Ambiente com bancos para esperar autorização à entrada.
	Sala de serviço social	-	13,81	Ambiente para atendimento de pais e alunos.
	Sala de atendimento psicossocial	-	17,2	Sala para reuniões individuais, com alunos e/ou responsáveis, que precisem de um ambiente reservado
	Copa dos funcionários	-	12,34	Ambiente com mesa e pia, com possibilidade de colocar geladeira e microondas para funcionários
	Subtotal 3:	0	62,32	
1.2	Conjunto de Vivência			
	Garagem	-	56,38	Espaço para 2 vagas de carros para pais e funcionários.
	Refeitório	17,08	77,86	Mesas e cadeiras para alimentação e outras possíveis atividades
	Área Externa	24,97	159,81	Ambiente em grama ou areia para atividades externas, com possibilidade de estacionamento
	Conjunto Sanitário	11,67	26,8	Conjunto sanitário acessível para usuários
	Subtotal 5:	53,72	320,85	
1.3	Conjunto de Serviços			
	Cozinha	9,71	19,77	Cozinha com fogão industrial, forno, geladeira e bancadas
	Depósito de Alimentos	-	4,04	Sala com prateleiras e armários para guardar alimentos
	Casa de Lixo	-	3,5	Ambiente com interface externa para separar e destinar lixo
	Área de Serviço	2,7	35,27	Ambiente com tanques e espaço para varal
	Depósito de Materiais	-	3,98	Espaço para armazenamento de materiais da área de serviço
	Sala de controle/QDC	-	3	
	Conjunto Sanitário de Funcionários	-	19,5	Sanitário e vestiário acessíveis. Banheiro acessível junto ao banheiro masculino
	Subtotal 6:	12,41	89,06	
	Total	66,13	472,23	
2	SEGUNDO PAVIMENTO			
2.1	Conjunto Pedagógico - Crianças e Adolescentes			
	Sala Multiuso 1	25,21	22,62	
	Sala Multiuso 2	21,69	18,60	
	Quadra	-	121,76	Espaço para realização de jogos e esportes
	Sala de Atividade Física	108,01	42,56	
	Biblioteca	9,79	38,21	Espaço para estudos em grupo e individual.
	Conjunto Sanitário	3	30,68	Conjunto Sanitário e vestiário acessíveis
	Subtotal 2:	167,7	274,43	
2.2	Conjunto Direção/Administração			
	Coordenação/Presidência	-	15,71	Atendimento ao público externo e armazenar documentos

**ANEXO C – Projeto de Reforma e Ampliação do Instituto
Vovô Chiquinho**



ENTRADA PRINCIPAL APÓS A AMPLIAÇÃO

ACesso ATUAL AO IVC

ÁREA EXTERNA
153.61 m²

CAIXA D'ÁGUA
1000 L.

SISTEMA DE CAPTAÇÃO DE ÁGUA DA CHUVA

GARAGEM
63.53 m²

VES MAS
5.54 m²

VES FEM
6.85 m²

VES PNE
5.62 m²

REFEITÓRIO
80.80 m²

RECEPÇÃO
18.97 m²

SERVIÇO SOCIAL
12.85 m²

ATEND. PSICOSSOCIAL
15.04 m²

COZINHA
23.75 m²

DESPENSA
4.61 m²

MATERIAL DE LIMPEZA
3.98 m²

CASA DO LIXO
3.96 m²

COPA FUNCIONÁRIOS
12.52 m²

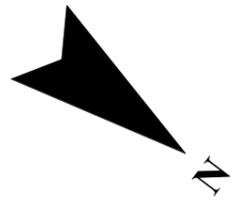
SALA DE CONTROLE QDC
2.98 m²

VES MAS SERVIÇO
9.99 m²

VES FEM SERVIÇO
9.53 m²

ÁREA DE SERVIÇO
30.24 m²

PROJ. COBERTURA

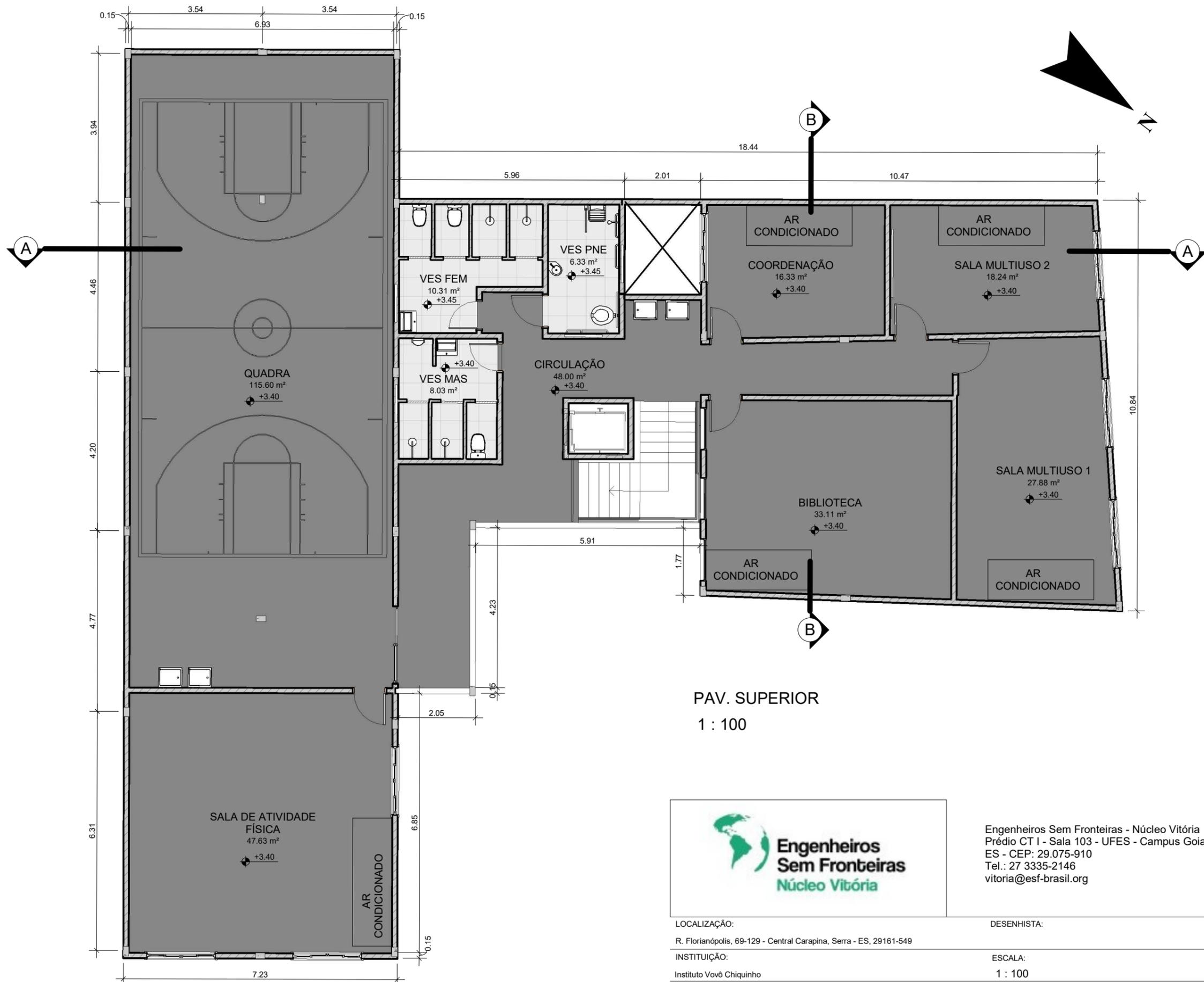


A

A

B

B



Engenheiros Sem Fronteiras - Núcleo Vitória
Prédio CT I - Sala 103 - UFES - Campus Goiabeiras - Vitória,
ES - CEP: 29.075-910
Tel.: 27 3335-2146
vitoria@esf-brasil.org

LOCALIZAÇÃO:
R. Florianópolis, 69-129 - Central Carapina, Serra - ES, 29161-549

INSTITUIÇÃO:
Instituto Vovô Chiquinho

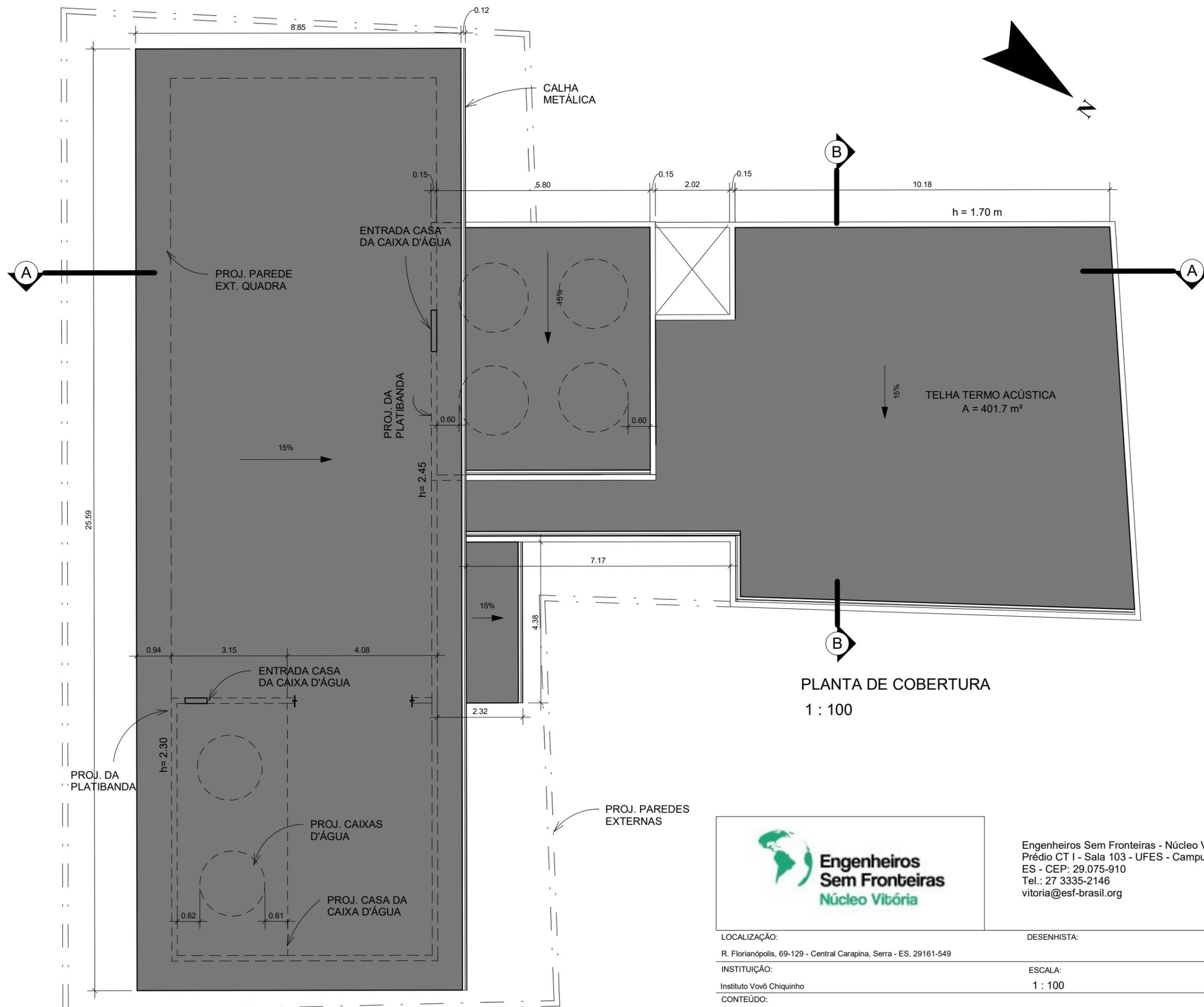
CONTEÚDO:
PAVIMENTO SUPERIOR

DESENHISTA:

ESCALA:
1 : 100

DATA:
07/05/21

FOLHA:



PLANTA DE COBERTURA
1 : 100

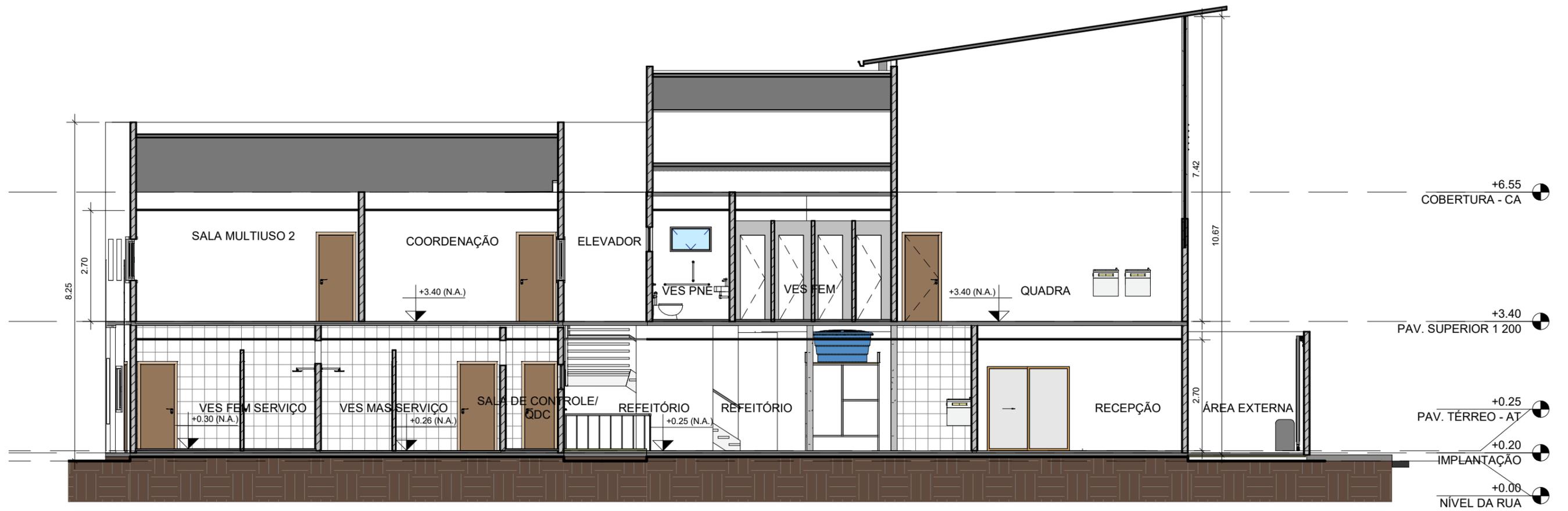


Engenheiros Sem Fronteiras - Núcleo Vitória
Prédio CT I - Sala 103 - UFES - Campus Goiabeiras - Vitória,
ES - CEP: 29.075-910
Tel.: 27 3335-2146
vitoria@esf-brasil.org

LOCALIZAÇÃO:
R. Florianópolis, 69-129 - Central Carapina, Serra - ES, 29161-549
INSTITUIÇÃO:
Instituto Vovô Chiquinho
CONTEÚDO:
PLANTA DE COBERTURA

DESENHISTA:
ESCALA:
1 : 100

DATA:
05/05/22
FOLHA:



CORTE AA'
1 : 100



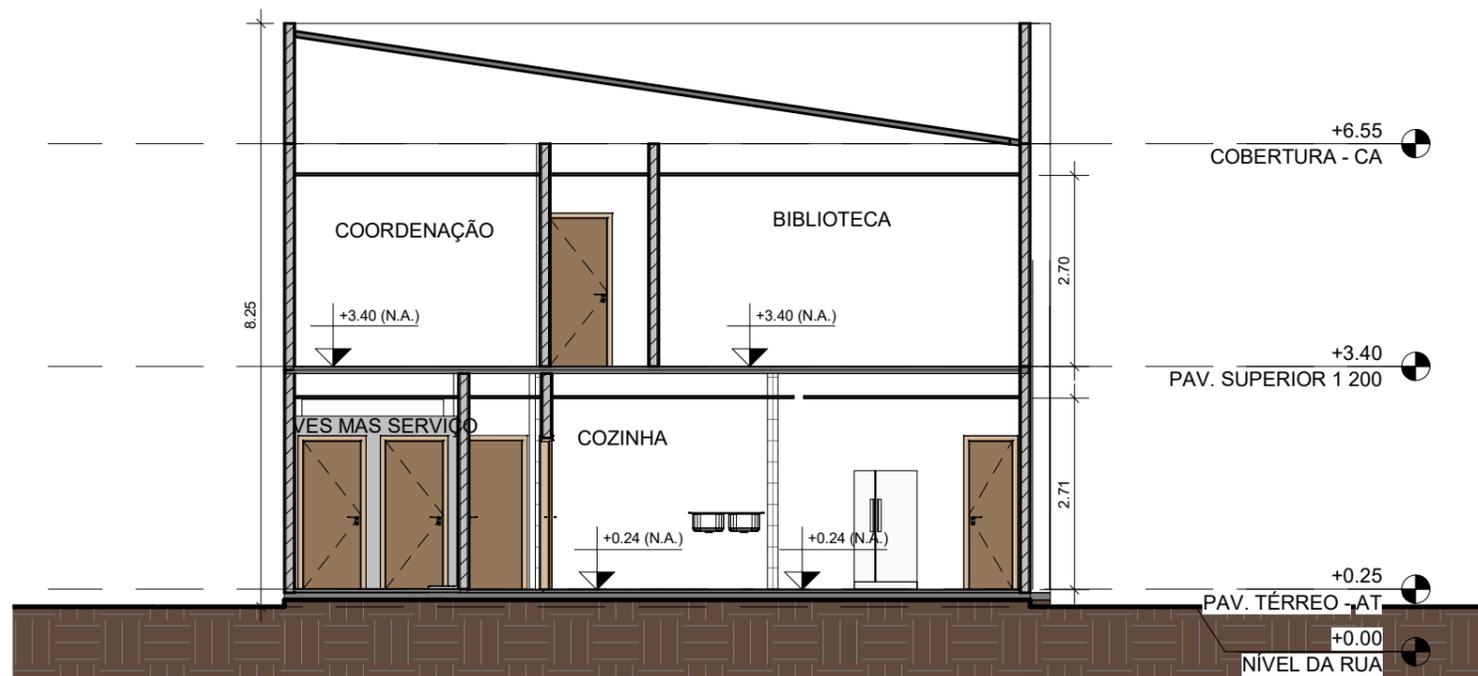
Engenheiros Sem Fronteiras - Núcleo Vitória
Prédio CT I - Sala 103 - UFES - Campus Goiabeiras - Vitória,
ES - CEP: 29.075-910
Tel.: 27 3335-2146
vitoria@esf-brasil.org

LOCALIZAÇÃO:
R. Florianópolis, 69-129 - Central Carapina, Serra - ES, 29161-549
INSTITUIÇÃO:
Instituto Vovô Chiquinho
CONTEÚDO:
CORTE AA'

DESENHISTA:
ESCALA:
1 : 100

DATA:
05/05/22

FOLHA:



CORTE BB'
1 : 100

QUADRO ESTATÍSTICO	
USO: SERVIÇO DE BAIRRO	
ZONEAMENTO: ZEIS 01/27	
INSCR. IMOBILIÁRIA:	
DADOS	
ÁREA DO TERRENO (m ²)	521,66
TESTADA DO LOTE (m)	2,97
TÉRREO	
ÁREA TOTAL CONSTRUÍDA	357,70
ÁREA COMPUTÁVEL	293,43
PAVIMENTO SUPERIOR	
ÁREA TOTAL CONSTRUÍDA	366,66
ÁREA COMPUTÁVEL	366,66
ÁREAS TOTAIS	
ÁREA PERMEÁVEL	152,87
ÁREA PROJEÇÃO	366,66
ÁREA TOTAL COMPUTÁVEL	660,09
ÁREA TOTAL CONSTRUÍDA	724,36
VAGAS	
VAGA P/ BICICLETA	10
VAGA P/ UTILITÁRIO	2
VAGA P/ PNE	1
ÍNDICES URBANÍSTICOS	
TAXA DE OCUPAÇÃO (%)	70,29%
COEFICIENTE DE APROVEITAMENTO	1,39
TAXA DE PERMEABILIDADE (%)	29,30%



Engenheiros Sem Fronteiras - Núcleo Vitória
Prédio CT I - Sala 103 - UFES - Campus Goiabeiras - Vitória,
ES - CEP: 29.075-910
Tel.: 27 3335-2146
vitoria@esf-brasil.org

LOCALIZAÇÃO:
R. Florianópolis, 69-129 - Central Carapina, Serra - ES, 29161-549
INSTITUIÇÃO:
Instituto Vovô Chiquinho
CONTEÚDO:
CORTE BB'

DESENHISTA:
ESCALA:
1 : 100

DATA:
05/05/22

FOLHA:

05 / 05