

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE GOIÁS
CAMPUS GOIÂNIA
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

GABRIEL APOLINÁRIO RIBEIRO ARAÚJO

**HABITAÇÃO DE INTERESSE SOCIAL: TECNOLOGIAS DE CONFORTO
TÉRMICO APLICÁVEIS E SUA VIABILIDADE**

Goiânia, GO
2021

GABRIEL APOLINÁRIO RIBEIRO ARAÚJO

**HABITAÇÃO DE INTERESSE SOCIAL: TECNOLOGIAS DE CONFORTO
TÉRMICO APLICÁVEIS E SUA VIABILIDADE**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à Coordenação de
Engenharia Civil, do Instituto Federal de
Educação, Ciência e Tecnologia de
Goiás, Campus Goiânia, como parte dos
requisitos necessários para obtenção do
título de Bacharel em Engenharia Civil.

Orientador: Prof. Dr. Fábio de Souza

**Goiânia, GO
2021**

Ar12h Araújo, Gabriel Apolinário Ribeiro.

Habitação de interesse social: tecnologias de conforto térmico aplicáveis e sua viabilidade / Gabriel Apolinário Ribeiro Araújo. – Goiânia: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, 2021.

96 f. : il.

Orientador: Prof. Dr. Fábio de Souza.

TCC (Trabalho de Conclusão de Curso) – Curso de Bacharelado em Engenharia Civil, Departamento de Áreas Acadêmicas III, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás.

Inclui anexos.

Ficha catalográfica elaborada pela Bibliotecária Karol Almeida da Silva Abreu CRB1/ 2.740

Biblioteca Professor Jorge Félix de Souza,

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, Câmpus Goiânia.



INSTITUTO FEDERAL
Goiás

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
SISTEMA INTEGRADO DE BIBLIOTECAS

TERMO DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAÇÃO NO REPOSITÓRIO DIGITAL DO IFG - ReDi IFG

Com base no disposto na Lei Federal nº 9.610/98, AUTORIZO o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, a disponibilizar gratuitamente o documento no Repositório Digital (ReDi IFG), sem ressarcimento de direitos autorais, conforme permissão assinada abaixo, em formato digital para fins de leitura, download e impressão, a título de divulgação da produção técnico-científica no IFG.

Identificação da Produção Técnico-Científica

- | | |
|--|---|
| ☐ Tese | ☐ Artigo Científico |
| ☐ Dissertação | ☐ Capítulo de Livro |
| ☐ Monografia – Especialização | ☐ Livro |
| ☒ TCC - Graduação | ☐ Trabalho Apresentado em Evento |
| ☐ Produto Técnico e Educacional - Tipo: _____ | |

Nome Completo do Autor: Gabriel Apolinário Ribeiro Araújo

Matrícula: 20161011050079

Título do Trabalho: Habitação de Interesse Social: Tecnologias de conforto térmico aplicáveis e sua viabilidade

Autorização - Marque uma das opções

1. (X) Autorizo disponibilizar meu trabalho no Repositório Digital do IFG (acesso aberto);
2. () Autorizo disponibilizar meu trabalho no Repositório Digital do IFG somente após a data ____/____/____ (Embargo);
3. () Não autorizo disponibilizar meu trabalho no Repositório Digital do IFG (acesso restrito).

Ao indicar a opção **2 ou 3**, marque a justificativa:

- () O documento está sujeito a registro de patente.
() O documento pode vir a ser publicado como livro, capítulo de livro ou artigo.
() Outra justificativa: _____

DECLARAÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO NÃO-EXCLUSIVA

O/A referido/a autor/a declara que:

- i. o documento é seu trabalho original, detém os direitos autorais da produção técnico-científica e não infringe os direitos de qualquer outra pessoa ou entidade;
- ii. obteve autorização de quaisquer materiais inclusos no documento do qual não detém os direitos de autor/a, para conceder ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás os direitos requeridos e que este material cujos direitos autorais são de terceiros, estão claramente identificados e reconhecidos no texto ou conteúdo do documento entregue;
- iii. cumpriu quaisquer obrigações exigidas por contrato ou acordo, caso o documento entregue seja baseado em trabalho financiado ou apoiado por outra instituição que não o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás.

Goiânia, 20 de março de 2021.

Gabriel A. R. Araújo

Assinatura do Autor e/ou Detentor dos Direitos Autorais

Gabriel Apolinário Ribeiro Araújo

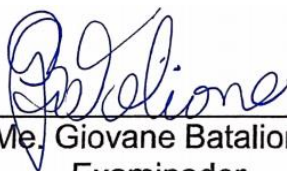
**HABITAÇÃO DE INTERESSE SOCIAL: TECNOLOGIAS DE CONFORTO
TÉRMICO APLICÁVEIS E SUA VIABILIDADE**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à Coordenação de
Engenharia Civil, do Instituto Federal de
Educação, Ciência e Tecnologia de
Goiás, Campus Goiânia, como parte dos
requisitos necessários para obtenção do
título de Bacharel em Engenharia Civil.

Aprovado em 20 de março de 2021:



Prof. Dr. Fábio de Souza (IFG)
Orientador



Prof. Me. Giovane Batalione (IFG)
Examinador



Prof. Me. Murilo Paranhos (IFG)
Examinador

Goiânia, GO
2021

AGRADECIMENTOS

Apesar de todas dificuldades, finalizo mais uma etapa em minha vida com grande orgulho de tudo aquilo que conquistei. Esta caminhada e essas conquistas só foram possíveis porque tive ao meu lado pessoas que sempre me incentivaram e me apoiaram nos momentos de adversidades. Não poderia deixar de citá-las e agradecê-las neste momento. Agradeço:

primeiramente à Deus, por colocar pessoas especiais em minha vida e me dar forças para sempre continuar a acreditar e correr atrás dos meus sonhos;

aos meus pais José Apolinário de Araújo e Marly Aparecida Ribeiro, que sempre estiveram presentes em minha vida, me incentivando a continuar os estudos e por sempre buscarem o melhor para mim. Todas as minhas conquistas são frutos da educação que me proporcionaram;

aos meus amigos de faculdade, que me apoiaram e incentivaram durante a árdua jornada acadêmica;

ao meu orientador, professor Dr. Fábio de Souza, pelas excelentes orientações e direcionamentos, estando sempre à disposição para ajudar, em busca da excelência do trabalho.

EPÍGRAFE

*“O correr da vida embrulha tudo.
A vida é assim: esquentada e esfria,
aperta e daí afrouxa,
sossega e depois desinquieta.
O que ela quer da gente é coragem.”*

Guimarães Rosa – Grande Sertão: Veredas

RESUMO

HABITAÇÃO DE INTERESSE SOCIAL: TECNOLOGIAS DE CONFORTO TÉRMICO APLICÁVEIS E SUA VIABILIDADE

Autor: Gabriel Apolinário Ribeiro Araújo
Orientador: Prof. Dr. Fábio de Souza

Com o objetivo de contribuir para a redução do déficit habitacional do país, o governo federal criou, em 2009, o Programa Minha Casa Minha Vida – PMCMV. Os domicílios construídos por esse programa são chamados de Habitações de Interesse Social – HIS. São caracterizadas por unidades habitacionais compactas, afastadas dos centros urbanos, padronizadas e seriadas, de baixo custo de construção, o que implica, por vezes, em postergar a questão do conforto térmico. Aliás, o que se verifica nas edificações voltadas para HIS, é uma simplificação construtiva que, sob o argumento de custos limitados, ignoram tais preceitos, a despeito dos benefícios que o conforto térmico em um ambiente traz a seus usuários. Concomitantemente, a temperatura média global está cada vez mais elevada. Segundo a Organização Meteorológica Mundial – OMM (2019), atualmente, o planeta encontra-se 1,1 °C acima da era pré-industrial (1850-1900) e +0,2 °C que em relação à 2011-2015. Dessa forma, o presente trabalho teve como objetivo analisar a viabilidade de aplicação de tecnologias de conforto térmico em um projeto de HIS construído em programas habitacionais na cidade de Goiânia-GO. Para tanto, utilizou-se um modelo de casa padrão, para o qual foram sugeridas melhorias, de acordo com as pesquisas desenvolvidas na revisão bibliográfica. Logo depois, foram estimados os custos para a construção da residência original, usando-se técnicas orçamentárias. Assim, obteve-se um parâmetro para analisar a viabilidade executiva das soluções em novas HIS's. Concluiu-se que, ao considerar os inúmeros benefícios que melhores condições de conforto térmico proporcionam aos moradores, o aumento percentual de 3,04% com gastos executivos manifesta-se viável.

Palavras-chave: Habitação de Interesse Social. Conforto térmico. Soluções arquitetônicas. Análise de viabilidade.

ABSTRACT

SOCIAL INTEREST HOUSING: APPLICABLE THERMAL COMFORT TECHNOLOGIES AND THEIR VIABILITY

Author: Gabriel Apolinário Ribeiro Araújo

Advisor: Prof. Dr. Fábio de Souza

With the objective of contributing to the reduction of the country's housing deficit, in 2009 the federal government created the Programa Minha Casa Minha Vida - PMCMV. The homes built by this program are called Social Interest Housing - HIS. They are characterized by compact housing units, away from urban centers, standardized and serialized, of low construction cost, which sometimes implies postponing the issue of thermal comfort. In fact, what is seen in buildings aimed at HIS, is a constructive simplification that, under the argument of limited costs, ignore such precepts, despite the benefits that thermal comfort in an environment brings to its users. Concomitantly, the average global temperature is getting higher and higher. According to the World Meteorological Organization - OMM (2019), currently, the planet is 1,1 °C above the pre-industrial era (1850-1900) and +0,2 °C that in relation to 2011-2015. Thus, the present work aimed to analyze the feasibility of applying thermal comfort technologies in a HIS project built in housing programs in the city of Goiânia-GO. For this purpose, a standard house model was used, for which improvements were suggested, according to the research developed in the literature review. Soon after, the costs for the construction of the original residence were estimated, using budgeting techniques. Thus, a parameter was obtained to analyze the executive viability of the solutions in new HIS's. It is concluded that, when considering the countless benefits that better conditions of thermal comfort provide to residents, the 3,04% percentage increase in executive expenses is feasible.

Keywords: Social Interest Housing. Thermal comfort. Architectural solutions. Feasibility analysis.

LISTA DE FLUXOGRAMAS

Fluxograma 1 - Estrutura da Introdução	16
Fluxograma 2 - Estrutura da Revisão Bibliográfica	16
Fluxograma 3 - Estrutura da Metodologia	17
Fluxograma 4 - Estrutura da conclusão.....	17
Fluxograma 5 - Metodologia da pesquisa	49

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Ocupação das periferias urbanas, São Paulo - foto da década de 1950 ..	19
Figura 2 - Vilas operárias: Vila Economizadora Paulista, 1918	20
Figura 3 - Déficit habitacional total por unidades da Federação - Brasil - 2010	22
Figura 4 - Conjunto Habitacional do PMCMV, em Campo Limpo Paulista - SP	24
Figura 5 - Edifício "estufa" na cidade de Goiânia - Goiás.....	26
Figura 6 - Orientação solar no Hemisfério Sul.....	28
Figura 7 - Interferência das divisões internas dos ambientes na velocidade do fluxo de ar	29
Figura 8 - Cobertura e parede ventilada.....	30
Figura 9 - Uso de lanternim para promover a ventilação vertical	31
Figura 10 - Uso da ventilação cruzada para potencializar a ventilação.....	31
Figura 11 - Planta baixa: ambientes não habitados projetados à Oeste	32
Figura 12 - Sombreamento de janelas: minimizar radiação solar.....	33
Figura 13 - Resfriamento evaporativo direto: aspersores de água na cobertura.....	34
Figura 14 - Uso de vegetação ao redor da edificação: geração de um microclima local.....	35
Figura 15 - Cobertura verde em edificações: resfriamento evaporativo	36
Figura 16 - Telhados verdes: maior eficiência energética da edificação	36
Figura 17 - Paredes verdes: atuam como isolante térmico natural	37
Figura 18 - Jardim vertical	38
Figura 19 - Inércia térmica para resfriamento.....	39
Figura 20 - Cores claras em fachadas: transmitem pouca radiação solar para o ambiente interno.....	40
Figura 21 - Zoneamento Bioclimático Brasileiro	45
Figura 22 - Projeto de HIS: Casa 1	55
Figura 23 - Projeto de HIS: Casa 2	57
Figura 24 - Projeto de HIS: Casa 3	59
Figura 25 - Planta baixa da Casa 1 com alterações nas janelas.....	62
Figura 26 - Ventilação	63
Figura 27 - Tela galvanizada.....	64
Figura 28 - Sombreamento natural com planta trepadeira	64
Figura 29 - Protetor solar para janelas	65

Figura 30 - Resfriamento evaporativo direto: aspersores de água na cobertura.....	66
Figura 31 - Cor Algodão Egípcio	68
Figura 32 - Cor Branco Gelo	69
Figura 33 - Planta baixa da HIS	70
Figura 34 - Vista isométrica frontal.....	71
Figura 35 - Vista isométrica posterior	71

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Concessão de benefícios do PMCMV – habitações urbanas.....	23
Quadro 2 - Concessão de benefícios do PMCMV – habitações rurais.....	23
Quadro 3 - Exemplos de paredes adequados às diferentes zonas bioclimáticas brasileiras.....	47
Quadro 4 - Exemplos de coberturas adequados às diferentes zonas bioclimáticas brasileiras.....	48
Quadro 5 - Esquadrias: janelas	74
Quadro 6 - Esquadrias: portas	75

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - População nos Censos Demográficos, segundo as Grandes Regiões - 1960/2010	12
Tabela 2 - Unidades habitacionais contratadas pelo PMCMV entre os anos de 2009 e 2016	24
Tabela 3 - Absortância (α) para radiação solar	44
Tabela 4 - Aberturas para ventilação	46
Tabela 5 - Transmitância térmica, atraso térmico e fator de calor solar admissíveis para cada tipo de vedação	47
Tabela 6 - Aberturas da Casa 1	61
Tabela 7 - Orçamento sintético da Casa 1	76
Tabela 8 - Comparação de orçamentos	77
Tabela 9 - Orçamento das melhorias propostas.....	78

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
BDI	Benefícios e Despesas Indiretas
CUB	Custo Unitário Básico
HIS	Habitação de Interesse Social
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
NBR	Norma Brasileira
OMM	Organização Meteorológica Mundial
ONU	Organização das Nações Unidas
PMCMV	Programa Minha Casa Minha Vida
SINAPI	Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil
SINDUSCON	Sindicato da Indústria da Construção Civil

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
1.1	JUSTIFICATIVA.....	14
1.2	OBJETIVOS	14
1.2.1	Objetivo Geral.....	14
1.2.2	Objetivos Específicos	15
1.3	METODOLOGIA.....	15
1.4	ESTRUTURA DO TRABALHO	16
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	18
2.1	HABITAÇÃO DE INTERESSE SOCIAL.....	18
2.1.1	Definições.....	18
2.1.2	Problemática habitacional no Brasil.....	19
2.1.3	Marcos históricos habitacionais no Brasil	20
2.1.4	O Programa Minha Casa Minha Vida - PMCMV.....	22
2.2	TECNOLOGIAS DE CONFORTO TÉRMICO	25
2.2.1	O conforto térmico na construção.....	25
2.2.2	Estratégias arquitetônicas para o conforto térmico.....	27
2.2.2.1	<i>Função</i>	28
2.2.2.2	<i>Forma</i>	28
2.2.2.3	<i>Ventilação</i>	29
2.2.2.4	<i>Sombreamento</i>	32
2.2.2.5	<i>Resfriamento evaporativo</i>	33
2.2.2.6	<i>Cobertura verde</i>	35
2.2.2.7	<i>Paredes verdes</i>	37
2.2.2.8	<i>Inércia térmica</i>	38
2.2.2.9	<i>Uso das cores</i>	40
2.3	DIRETRIZES CONSTRUTIVAS PARA HABITAÇÕES NO BRASIL.....	41
2.3.1	NBR 15220 (ABNT, 2003): Desempenho térmico de edificações	41
2.3.1.1	<i>Conceitos de Transmitância térmica, atraso térmico e fator de calor solar</i> ..	42
2.3.1.2	<i>Classificação climática da cidade de Goiânia - Goiás</i>	45
2.3.1.3	<i>Diretrizes construtivas para a Zona Bioclimática 6</i>	45
3	METODOLOGIA.....	49

3.1	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	50
3.2	LEVANTAMENTO DE DADOS.....	50
3.2.1	Critérios para escolha do projeto de HIS	51
3.2.2	Melhorias propostas para o projeto	52
3.2.3	O projeto arquitetônico	52
3.2.4	Características construtivas.....	52
3.2.5	Análise do orçamento	53
3.2.6	Análise de viabilidade	53
4	APLICAÇÃO DO MÉTODO	54
4.1	OS PROJETOS DE HIS	54
4.1.1.1	Casa 1	54
4.1.1.2	Casa 2	56
4.1.1.3	Casa 3	58
4.2	A ESCOLHA DO PROJETO MODELO	60
4.2.1	Justificativa da escolha do projeto	60
4.3	ADEQUAÇÕES NO PROJETO	61
4.3.1	Aberturas para ventilação	61
4.3.2	Sombreamento natural	63
4.3.3	Resfriamento evaporativo direto	66
4.3.4	Cobertura verde.....	67
4.3.5	Paredes verdes.....	67
4.3.6	Inércia térmica	68
4.3.7	Uso de cores claras	68
4.4	O PROJETO ARQUITETÔNICO DA HIS	69
4.5	CARACTERÍSTICAS CONSTRUTIVAS	72
4.5.1	Serviços preliminares	72
4.5.2	Fundação.....	72
4.5.3	Estrutura	72
4.5.4	Alvenaria.....	73
4.5.5	Instalações elétricas e hidrossanitárias	73
4.5.6	Cobertura.....	73
4.5.7	Revestimentos de piso e parede	74
4.5.8	Esquadrias.....	74

4.5.9	Pintura	75
4.5.10	Itens gerais	75
4.6	ANÁLISE DO ORÇAMENTO	76
4.6.1	Orçamento da Casa 1.....	76
4.6.2	Orçamento das melhorias propostas	77
4.6.3	Análise de viabilidade	78
5	CONCLUSÃO.....	79
5.1	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	79
5.2	LIMITAÇÕES DA PESQUISA.....	79
5.3	SUGESTÕES PARA FUTURAS PESQUISAS	80
6	REFERÊNCIAS	81

1 INTRODUÇÃO

Segundo a Organização das Nações Unidas – ONU (2019), atualmente 55% da população mundial vive em áreas urbanas, e espera-se que esse número cresça para 70% até 2050. Já o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE (2015) apresenta números mais acentuados no Brasil: enquanto 84,72% da população vive em áreas urbanas, apenas 15,28% vive em áreas rurais, sendo que até a década de 1960 menos de 50% da população brasileira viviam em cidades (Tabela 1), o que denota um profundo crescimento das urbes.

Tabela 1 - População nos Censos Demográficos, segundo as Grandes Regiões - 1960/2010

Região	Grandes Regiões e Unidades da Federação	1960 Urbana	1960 Rural	2010 Urbana	2010 Rural
	BRASIL	32.004.817	38.987.526	160.925.792	29.830.007
	Região Norte	1.041.213	1.888.792	11.664.509	4.199.945
	Região Nordeste	7.680.681	14.748.192	38.821.246	14.260.704
	Região Sudeste	17.818.649	13.244.329	74.696.178	5.668.232
	Região Sul	4.469.103	7.423.004	23.260.896	4.125.995
	Região Centro-Oeste	995.171	1.683.209	12.482.963	1.575.1

Fonte: IBGE (2020)

Junto com esse crescimento da população em centros urbanos, crescem também problemas sociais, tais como o de ocupação espacial desordenada e a falta de habitação para grande parcela da população economicamente vulnerável. De acordo com o o *site* InfoMoney (2019), o déficit habitacional no Brasil atingiu em 2017, sua maior marca em dez anos, especialmente entre as famílias com renda mensal de até 3 salários mínimos.

Com o objetivo de contribuir para a redução do déficit habitacional do país, o governo federal criou programas habitacionais para facilitar o acesso das famílias mais carentes ao direito da moradia. De acordo com o *blog* Mobuss Construção (2020), as Habitações de Interesse Social – HIS são moradias destinadas à

população cuja renda dificulta ou impede o acesso à moradia pelos mecanismos tradicionais do mercado imobiliário. São caracterizadas por unidades habitacionais compactas, afastadas dos centros urbanos, padronizadas e seriadas, de baixo custo de construção, o que implica, por vezes, em postergar a questão do conforto térmico.

Essa preterição mostra-se ainda mais perversa quando considera-se, conforme informações da Organização Meteorológica Mundial – OMM (2019), que atualmente, o planeta encontra-se 1,1 °C acima da era pré-industrial (1850-1900) e +0,2 °C que em 2011-2015. Visto isso, visando o bem estar dos moradores dessas habitações sociais, o estudo de tecnologias de conforto térmico faz-se imprescindível nas referidas moradias, considerando ainda efeitos como aquecimento global, ilhas de calor e barreiras de sol e/ou ventos – estas últimas provocadas por edificações vizinhas, que intensificam o desconforto térmico de seus residentes. Para Frota e Schiffer (2001):

A arquitetura deve servir ao homem e ao seu conforto, o que abrange o seu conforto térmico. O homem tem melhores condições vida e de saúde quando seu organismo pode funcionar sem ser submetido à fadiga ou estresse, inclusive térmico. A arquitetura, como uma de suas funções deve oferecer condições térmicas compatíveis ao conforto térmico humano no interior dos edifícios, sejam quais forem as condições climáticas externas. (FROTA e SCHIFFER, 2001, p.15).

A despeito do supracitado, o que se verifica nas edificações voltadas para HIS, é uma simplificação construtiva que, sob o argumento de custos limitados, ignoram tais preceitos.

Por outro lado, são cada vez mais relevantes as pesquisas e buscas por soluções que visem a melhoria do conforto térmico dentro das edificações, tanto para as de alto, quanto para as de baixo padrão. Lamberts e Xavier (2011), explicam que a sensação de conforto térmico em um ambiente traz ao usuário importantes benefícios, como a melhoria do seu bem-estar, aumento da sua performance diante de atividades intelectuais, manuais e perceptivas, e conservação de energia.

Segundo Kroemer e Grandjean (2005), normalmente uma pessoa não percebe o clima quando está em um ambiente confortável, ao passo que, quanto mais desconfortável esse ambiente se torna, maior sua percepção dele. Os autores ainda afirmam que alterações no conforto trazem desvios funcionais ao organismo.

Assim, a manutenção de um clima agradável dentro um ambiente é primordial para o bem-estar e desempenho em eficiência máxima de seus usuários.

1.1 JUSTIFICATIVA

Devido ao orçamento limitado das moradias construídas por programas habitacionais do governo, o conforto que elas oferecem a seus moradores é comprometido. Sampaio (2019) explica que, para garantir o equilíbrio financeiro que viabilize esses empreendimentos, são adotadas soluções espaciais e construtivas parametrizadas pelo baixo custo, de forma que permita seu acesso à famílias de menor renda.

Entretanto, é preciso a busca por alternativas que amenizem sensações de desconforto e propiciem um bem-estar aos moradores de HIS. Lamberts (2016) explica que é impossível que todas as pessoas em um ambiente sintam-se confortáveis termicamente, devido à variação biológica de uma pessoa para outra. Contudo, é possível criar condições nas quais a maioria delas sintam-se em equilíbrio térmico.

Nesse contexto, o presente trabalho se justifica pela busca dessas melhorias para as moradores, visto que a temperatura global está cada vez mais elevada e os residentes dessas HIS's, em princípio, não possuem condições econômicas de manter potentes equipamentos de refrigeração em suas casas. Soluções simples podem ser implementadas nos projetos de tais habitações, objetivando o conforto térmico esperado. Além disso, propostas com elevado custo podem ser barateadas, se desenvolvidas em grande escala para esse fim, ou mesmo produzidas em centros universitários, com incentivo do governo.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo Geral

Este trabalho tem como objetivo geral analisar a viabilidade de aplicação de tecnologias de conforto térmico em um projeto de HIS modelo, usado em programas habitacionais na cidade de Goiânia-GO.

1.2.2 Objetivos Específicos

Os objetivos específicos deste trabalho são:

- Realizar uma pesquisa de tecnologias de conforto térmico aplicáveis para habitações;
- Fazer um estudo da viabilidade de adequação dessas soluções em HIS's;
- Aplicar em um projeto de HIS, as técnicas de conforto térmico selecionadas;
- Adotar as diretrizes da Norma de Desempenho no projeto modelo.

1.3 METODOLOGIA

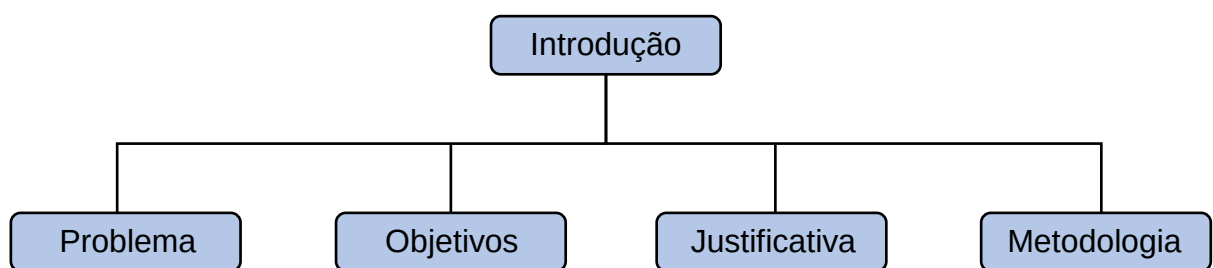
A seguir foram descritas as etapas para a realização deste trabalho.

- 1ª Etapa: Realizou-se um estudo de tópicos relacionados ao tema, bem como de tecnologias de conforto térmico existentes e em desenvolvimento, por meio de revisões bibliográficas em livros, trabalhos acadêmicos e soluções de projeto. Nessa etapa, foi feito um levantamento de técnicas que possam ser aplicadas no objeto de estudo – as HIS.
- 2ª Etapa: Em seguida, foi coletado junto à Prefeitura de Goiânia projetos de HIS construídas na cidade, a fim de selecionar o projeto modelo a ser estudado, e que foi usado como referência para as comparações desenvolvidas nessa pesquisa. Em seguida, foram propostas melhorias para o projeto, de acordo com as soluções vistas na revisão bibliográfica. Assim, a casa selecionada foi modelada em 3D, com uso de *software*, ilustrando as alterações sugeridas.
- 3ª Etapa: Posteriormente, elaborou-se o orçamento para execução da habitação escolhida, conforme suas características originais. Assim, as técnicas propostas foram estimadas e comparadas com o custo inicial. Por fim, analisou-se a viabilidade de incorporação dos métodos, e foram feitas considerações finais.

1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO

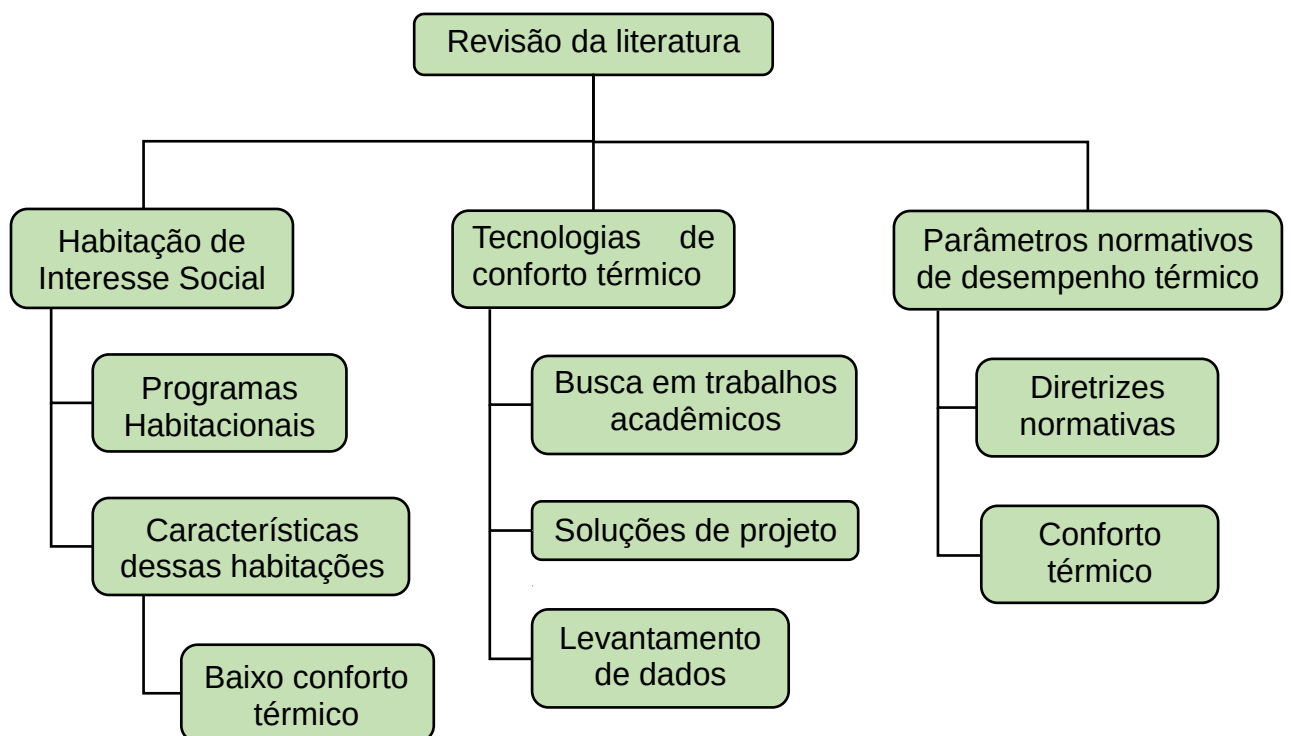
De acordo com o método apresentado anteriormente, essa pesquisa é constituída por introdução, três capítulos, considerações finais, referências e anexos. Os fluxogramas a seguir apresentam a estruturação proposta para a realização do trabalho.

Fluxograma 1 - Estrutura da Introdução



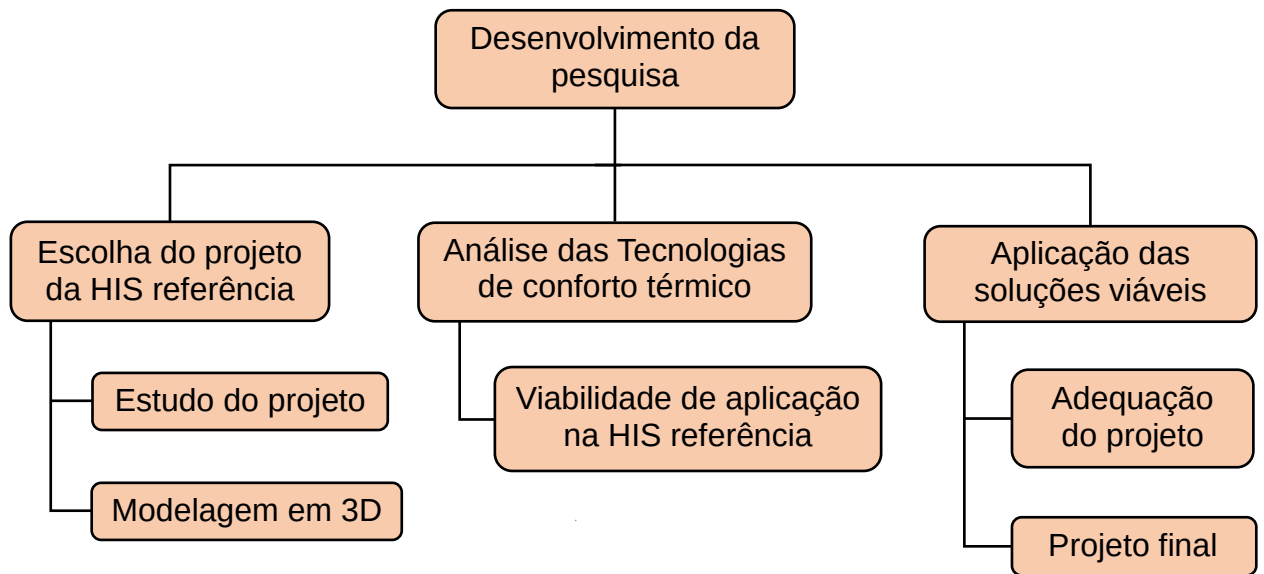
Fonte: Autor (2020)

Fluxograma 2 - Estrutura da Revisão Bibliográfica



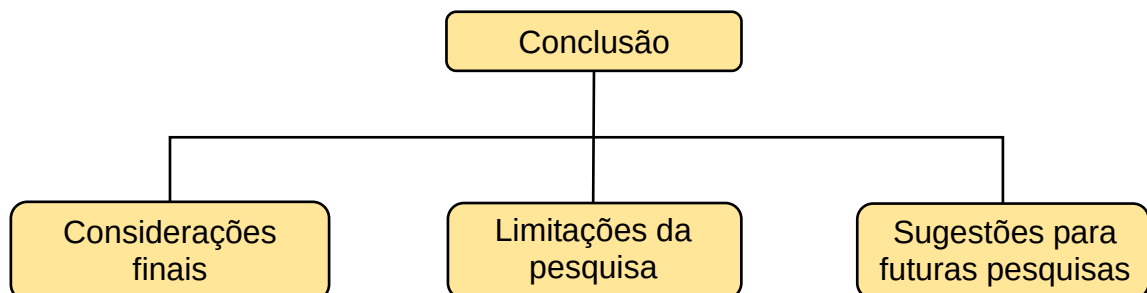
Fonte: Autor (2020)

Fluxograma 3 - Estrutura da Metodologia



Fonte: Autor (2020)

Fluxograma 4 - Estrutura da conclusão



Fonte: Autor (2020)

Após o primeiro capítulo introdutório, o segundo expõe uma pesquisa bibliográfica a respeito das HIS, tecnologias de conforto térmico e diretrizes construtivas para habitações no Brasil.

Já o terceiro capítulo apresenta os procedimentos metodológicos utilizados para a realização desse estudo, embasados na pesquisa bibliográfica.

No quarto capítulo foi aplicado o método, elaborado ao longo do trabalho. Foi selecionado o projeto modelo, apresentadas melhorias para ele, bem como suas novas características, análises de orçamento e viabilidade.

Por fim, o quinto capítulo expõe as considerações finais desse estudo.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 HABITAÇÃO DE INTERESSE SOCIAL

2.1.1 Definições

Segundo Buonfiglio (2018), “A habitação é uma necessidade humana básica para a reprodução social dos indivíduos, sejam eles pobres, sejam ricos; morem na pequena cidade ou na metrópole.” Além disso, a autora explicita que o acesso à habitação diz respeito a um direito humano, calcado na dignidade (cerne dos direitos fundamentais). Esse direito é reconhecido no âmbito das Nações Unidas (2014) em pactos como o PIDESC (Pacto Internacional sobre Direitos Econômicos, Sociais e Culturais) e no PIDCP (Pacto Internacional sobre Direitos Civis e Políticos).

No Brasil, a maior demanda por habitações vêm das classes menos privilegiadas economicamente, por se tratar de um bem de alto custo (INFOMONEY, 2019). LARCHER (2005) afirma que o termo HIS é definido como uma série de soluções de moradia voltadas à essa população. Aliás, esse termo é amplamente usado em estudos na área de gestão habitacional com sentidos equivalentes. Abiko (1995) os apresenta:

Habitação de baixo custo: termo utilizado para designar habitação barata sem que isto signifique necessariamente habitação para população de baixa renda.

Habitação para população de baixa renda: é um termo mais adequado que o anterior, tendo a mesma conotação que habitação social; estes termos trazem, no entanto, a necessidade de se definir a renda máxima das famílias e indivíduos situados nesta faixa de atendimento social.

Habitação Popular: termo genérico envolvendo todas as soluções destinadas ao atendimento de necessidades habitacionais. (ABIKO, 1995 *apud* LARCHER, 2005, p. 8).

No contexto referenciado, a habitação popular não deve ser entendida meramente como um produto e sim como um processo, com uma dimensão física, mas também como resultado de um processo complexo de produção com determinantes políticos, sociais, econômicos, jurídicos, ecológicos, tecnológicos (ABIKO, 1995).

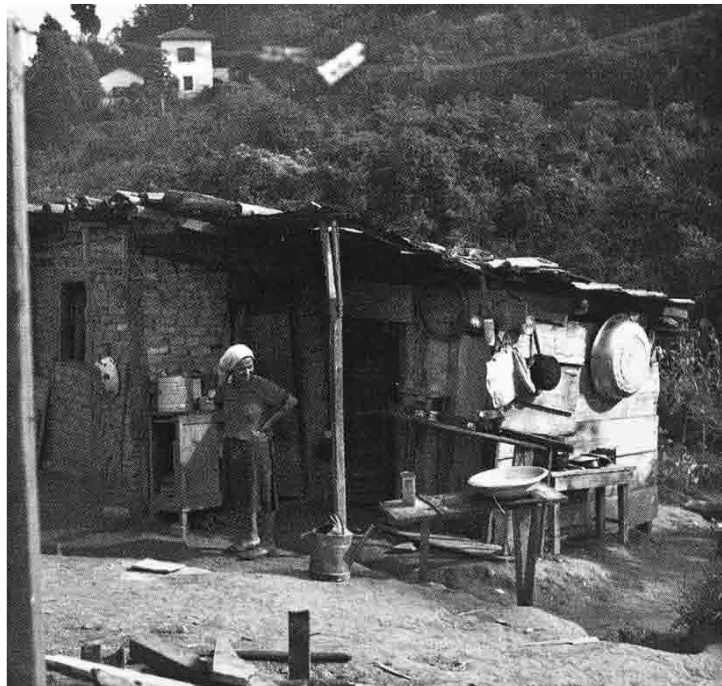
2.1.2 Problemática habitacional no Brasil

Segundo Almeida (2011), o Brasil produziu desigualdades sociais, econômicas, regionais e espaciais ao longo de sua história, que se propagam até os dias atuais, fruto de concentração fundiária e a má distribuição de renda no país.

Librelotto *et al.* (2013), explicam que o problema habitacional no país surgiu a partir da segunda metade do século XIX, período no qual houve a abolição da escravidão (1888) e os escravos então libertos partiram rumo às cidades, em busca de trabalho. Concomitantemente, a decadência da produção cafeeira do Vale do Paraíba resultou em um fluxo de imigrantes também para as urbes. Diante dessa situação, houve uma alta oferta de mão de obra nas cidades, que não conseguiu ser totalmente absorvida pelo novo setor emergente na economia urbana, principalmente os ex-escravos, que ocuparam de forma precária, as periferias, morros, subúrbios e várzeas das cidades (LARCHER, 2005).

A partir do século XX, essa questão tomou maior relevância, devido a fatores como crescimento demográfico, atrelado ao forte êxodo rural, que resultaram em uma situação de moradia precária e insuficiente, evidenciando a desigualdade e exclusão social no Brasil (ALMEIDA, 2011) (Figura 1).

Figura 1 - Ocupação das periferias urbanas, São Paulo - foto da década de 1950



Fonte: Instituto Moreira Salles *in* Penna (2011)

No contexto supracitado, Coelho (2019) apresenta que, inicialmente, o estado liberal do período deixou o setor da habitação a cargo do mercado, atuando apenas com isenções fiscais e políticas sanitárias. Dessa forma, surgiram as vilas operárias (Figura 2), como primeira solução de habitação coletiva no país. Os sindicatos financiavam as vilas nos arredores das fábricas. Contudo, o acesso a elas não era praticável a todos, de modo que restavam os cortiços e posteriormente as favelas para os excluídos, que ficavam aquém na sociedade.

Figura 2 - Vilas operárias: Vila Economizadora Paulista, 1918



Fonte: Centro de Pesquisa e Formação – SESC São Paulo (2018)

2.1.3 Marcos históricos habitacionais no Brasil

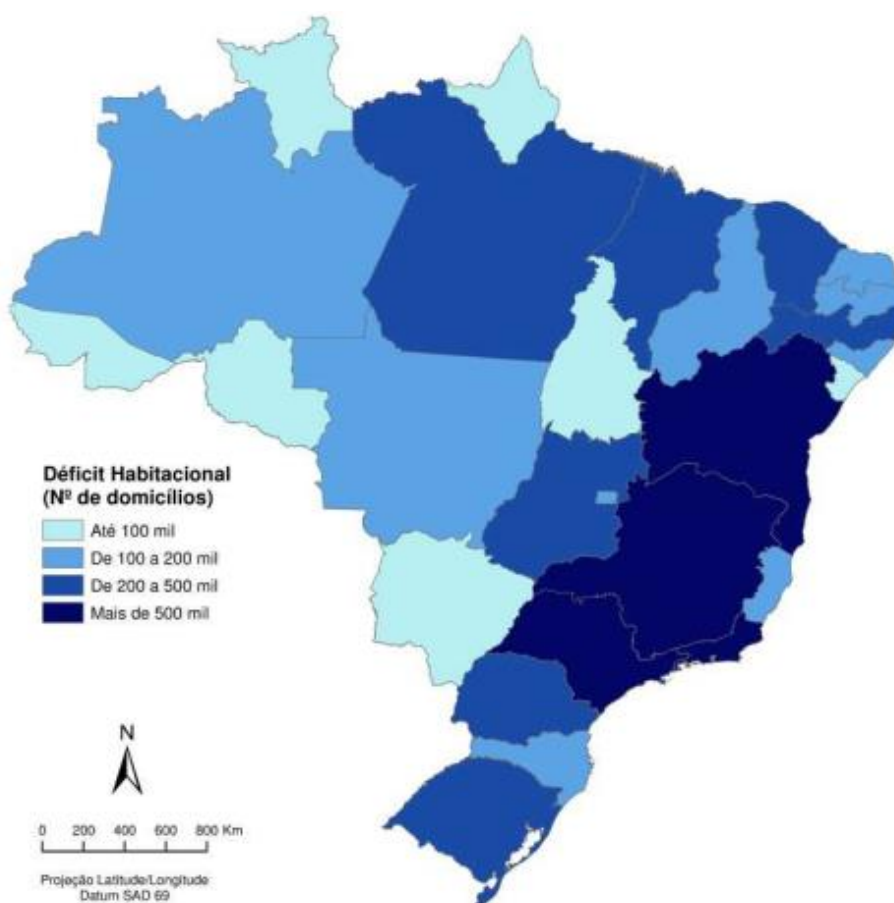
A questão da habitação social passou a ser entendido como uma questão do estado, a partir do governo de Getúlio Vargas. A partir de então, algumas referências históricas marcaram a problemática da habitação social no Brasil. (GOMES 2016). A seguir, é listado as principais desse período:

- (1937-1945) – Governo Vargas - desocupação de vilas de operários, favelas e cortiços. Condições mais favoráveis ao financiamento, com juros mais baixos e prazos prolongados. O lema de Getúlio Vargas era “[...] racionalizem os modos de construção, de modo a se obter pelo menor preço a melhor casa”;
- (1946) - Governo Gaspar Dutra – Criação da Fundação Casa Popular para financiar e promover estudos de padrões de construção acessíveis;

- (1964) – Governo Militar – Implementação do Banco Nacional da Habitação (BNH) e do Sistema Financeiro de Habitação (SFH). A arquitetura voltada à construção das casas do programa era padronizada e de baixa qualidade.
- (1983) – Programa de urbanização das favelas do Rio de Janeiro e criação da Companhia de Desenvolvimento Habitacional e Urbano (CDHU);
- (1984) – Extinção do BNH e crise do SFH;
- (1988) – Promulgada a constituição. Previsão normativa do plano diretor, a regularização fundiária e a usucapião.
- (2001) – Aprovação da Lei 10.257/01 - Estatuto da Cidade, que estabelece diretrizes gerais para regulamentação do uso da propriedade urbana;
- (2003) - Criação do Ministério das Cidades, com o objetivo de ampliar o acesso da população à moradia, saneamento e transporte.
- (2005) – Lei 11.124/05 – Criação do SNHIS (Sistema Nacional de Habitação de Interesse Social) e do FNHIS (Fundo Nacional de Habitação de Interesse Social);
- (2008) – O Plano Nacional de Habitação (PlanHab): estabeleceu os déficits do setor no país e pela primeira vez foi proposto soluções para enfrentá-los. Entretanto, a crise global de 2008 mudaram as estratégias do governo, que não aplicou tais propostas;
- (2009) – Instituição do Programa Minha Casa Minha Vida – PMCMV. Seu objetivo principal foi propiciar melhores condições para os brasileiros de acesso à moradia própria. No mesmo ano, também houve a regularização fundiária de assentamentos informais em áreas urbanas. (GOMES, 2016; LIBRELOTTO *et al.*, 2013).

Gomes (2016), explica que a criação do PMCMV é a principal referência da política habitacional brasileira dos últimos tempos. Seu objetivo principal foi a produção em massa de moradias por meio de unidades prontas, para equacionar o problema do déficit habitacional no país (Figura 3).

Figura 3 - Déficit habitacional total por unidades da Federação - Brasil - 2010



Fonte: Fundação Pró-Lar, Prefeitura de Jacareí (2020)

2.1.4 O Programa Minha Casa Minha Vida - PMCMV

O PMCMV foi criado pela Lei Federal nº 11.977 em 7 de julho de 2009 e, segundo o Art. 1º dessa Lei, seu objetivo é criar mecanismos de fomento à produção e aquisição de novas habitações ou requalificação de imóveis urbanos e produção ou reforma de habitações rurais voltados para famílias de baixa renda, mas também englobando outras faixas (BRASIL, 2009). Ele compreende os subprogramas:

- Programa Nacional de Habitação Urbana – PNHU: oferece condições atrativas para o financiamento de moradias nas áreas urbanas para famílias com renda familiar bruta de até R\$ 9.000,00 por mês;
- Programa Nacional de Habitação Rural – PNHR: destinado a agricultores e trabalhadores rurais com renda bruta anual de até R\$ 78.000,00 (BRASIL, 2020).

A concessão de benefícios do programa é feita de acordo com a renda mensal familiar, no caso do PNHU - habitações urbanas, e anual familiar, para o PNHR - habitações rurais, (BRASIL, 2016). Nos Quadros 1 e 2 a seguir são descritos os benefícios, de acordo com o programa.

Quadro 1 - Concessão de benefícios do PMCMV – habitações urbanas

Renda mensal familiar	Faixas do PMCMV	Características
Até R\$ 1.800,00	Faixa 1	Até 90% de subsídio do valor do imóvel. Pago em até 120 prestações mensais, de no máximo R\$ 270,00. Sem juros.
Até R\$ 2.600,00	Faixa 1,5	Até R\$ 47.500,00 de subsídio, com 5% de juros ao ano.
Até R\$ 4.000,00	Faixa 2	Até R\$ 29.000,00 de subsídio, com 6% a 7% de juros ao ano.
Até R\$ 9.000,00	Faixa 3	Juros de 8,16% ao ano.

Fonte: Adaptado de BRASIL (2020)

Quadro 2 - Concessão de benefícios do PMCMV – habitações rurais

Renda anual familiar	Grupos do PMCMV	Características
Até R\$ 17.000,00	Grupo 1	• Construção ou reforma de até R\$ 65.000,00, após intervenção. • Financiamento de 100% do orçamento, conforme normas do programa. • Período de obra de até 12 meses. • Prazo para pagamento de até 4 anos.
Entre R\$ 17.000,01 e R\$ 33.000,00	Grupo 2	• Construção de até R\$ 90.000,00, conforme normas do PNHR e do FGTS. • Financiamento de até 80% do orçamento da construção. • Período de obra de até 12 meses. • Prazo para pagamento de até 10 anos após o término da obra.
Entre R\$ 33.000,01 e R\$ 78.000,00	Grupo 3	• Construção de até R\$ 90.000,00, conforme normas do PNHR e do FGTS. • Financiamento de até 80% do orçamento da construção. • Período de obra de até 12 meses. • Prazo para pagamento de até 10 anos após o término da obra.

Fonte: Adaptado de BANCO DO BRASIL (2020)

Segundo Bonduki (2014), é indiscutível que o PMCMV foi um marco na política habitacional inclusiva no Brasil, que propiciou subsídios para o acesso à casa própria, e por consequência, retomou a produção massiva de habitações. Para melhor compreensão dos números alcançados, a Tabela 2 apresenta a quantidade de habitações contratadas no período entre 2009 e 2016, de acordo com as faixas do programa e as regiões do país.

Tabela 2 - Unidades habitacionais contratadas pelo PMCMV entre os anos de 2009 e 2016

Região	Faixa 1	Faixa 2	Faixa 3	Total
Centro-Oeste	150.023	308.464	55.578	514.065
Nordeste	703.643	472.997	91.759	1.268.399
Norte	219.829	54.480	25.245	299.554
Sudeste	470.713	838.408	304.241	1.613.362
Sul	196.503	525.733	85.615	807.851
Total	1.740.711	2.200.082	562.438	4.503.231
Representatividade	38,65%	48,86%	12,49%	100,00%
Valor contratado (R\$)	83.486.234.994,31	198.860.636.755,79	50.118.952.330,24	332.465.824.077,30

Fonte: Moreira, Euclides e Silveira (2017)

Bonduki (2014) afirma que, apesar de números expressivos e significantes, a maioria dos empreendimentos do programa retratam moradias em regiões periféricas, distantes dos empregos, desarticulados da malha urbana existente ou de planos de expansão urbana. Além disso, essas moradias não apresentam identidade com as comunidades locais nem qualidade arquitetônica (Figura 4). Aliás, a falta de conforto térmico é uma característica predominante entre as habitações do PMCMV.

Figura 4 - Conjunto Habitacional do PMCMV, em Campo Limpo Paulista - SP



Fonte: G1 Notícias (2019)

2.2 TECNOLOGIAS DE CONFORTO TÉRMICO

2.2.1 O conforto térmico na construção

De acordo com Lima (2010), a história mostra a relação do homem em construir suas habitações associadas ao clima, baseado em conhecimentos empíricos e no uso de materiais que favorecessem melhores condições climáticas.

Segundo Arantes (2011, *apud* Arantes 2013):

Desde os primórdios da humanidade o ser humano buscou, ainda sem tecnologia, a partir da utilização de meios e elementos disponíveis em seu ambiente, proteger-se de intempéries. Visava, em suas construções, soluções que amenizassem as sensações de calor, frio, umidade e secura do ar. Inovações na maneira de pensar e construir começaram a ser introduzidas de forma lenta, com o advento e evolução da tecnologia.

Arantes (2011, *apud* Arantes 2013).

Lamberts *et al.* (1997), explicam que desde as primeiras construções, o homem já buscava o aproveitamento das características desejáveis do clima, de forma que as indesejáveis fossem evitadas. Dessa forma, na Roma Antiga surgiu o primeiro sistema de aquecimento artificial que se tem notícia, que usava túneis subterrâneos para aquecimento de ambientes e de água. Já no deserto do Colorado, as construções foram feitas pelas encostas de pedra, de tal forma que ficavam protegidas dos raios solares quentes e secos do verão, e aproveitavam a baixa inclinação do sol, que as aqueciam durante o verão.

Lima (2010), ressalta que os avanços tecnológicos começaram a ocorrer em diversos setores, inclusive na construção civil, motivados pela Revolução Industrial. Com o constante desenvolvimento de novas técnicas e materiais construtivos, associado ao aumento da velocidade na circulação de mercadorias e produtos, houve significativas mudanças na maneira de pensar as edificações. Assim, os projetistas passaram a ter maior liberdade de criação e puderam adotar “soluções arquitetônicas internacionalizadas” (soluções que podem ser aplicadas nos mais variados tipos de projetos, em diferentes locais do mundo).

Segundo Almeida (2010), os requisitos de conforto térmico ganham notável importância na concepção de edifícios para seus diversos fins, devido ao desenvolvimento tecnológico e aumento do padrão de vida das sociedades

modernas. Nesse contexto, faz-se necessário o uso de sistemas artificiais de resfriamento e aquecimento, em busca de níveis satisfatórios de conforto ambiental no interior dos edifícios que são concebidos sem que características do seu local de implantação sejam levadas em consideração. Por consequência, são criados edifícios “estufas” (Figura 5), sustentados por mega-estruturas de aço e concreto, com grandes cortinas de vidro, sofisticados sistemas de ar condicionado, o que contribui para seu baixo desempenho termo-energético.

Por outro lado, Oliveira e Ribas (1995), afirmam que ainda que as tecnologias modernas permitam controlar em grande parte as condições interiores de um edifício, a aplicação de elementos com certo grau de sofisticação tecnológica, principalmente nos países subdesenvolvidos, resulta em custos mais elevados, dependência de conhecimentos externos e, maior consumo energético.

Figura 5 - Edifício "estufa" na cidade de Goiânia - Goiás



Fonte: Órion Business & Health Complex (2020)

2.2.2 Estratégias arquitetônicas para o conforto térmico

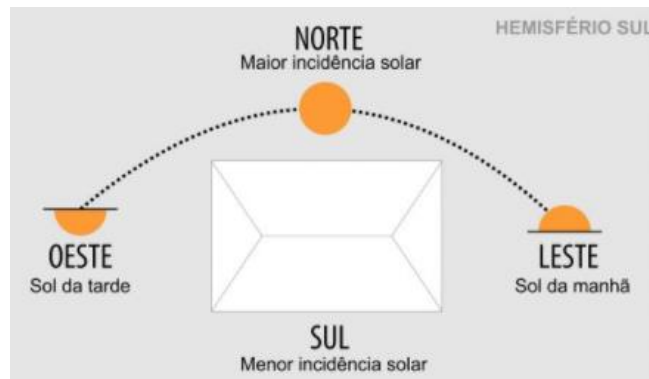
De acordo com Maragno (2002), inúmeras soluções de projeto arquitetônico interferem no condicionamento interno do edifício. Segundo o autor, as variáveis de projeto de maior relevância que interferem nas interações entre o edifício e o ambiente são:

- Forma do edifício;
- Orientação e condições de sombreamento das aberturas;
- Orientação e cor dos fechamentos opacos (não permitem a passagem de radiação solar para o ambiente interno);
- Dimensão e localização das aberturas em relação às condições de ventilação;
- Ventilação interna considerando-se seu efeito na temperatura interna do edifício;
- Características térmicas dos materiais quanto aos ganhos e perdas de calor;
- Revestimento da área de entorno do edifício e paisagismo.

Marango (2002) ainda afirma que: “algumas dessas variáveis podem agir combinadamente intensificando o efeito desejado, enquanto outras podem agir em oposição”. Assim, é necessário uma avaliação cuidadosa por parte do projetista, visando selecionar aquelas que apresentem o melhor resultado final. Portanto, deve-se adotar soluções condizentes com o padrão da edificação, devendo-se, ressaltar a importância do planejamento e da busca por soluções economicamente viáveis para cada tipo de obra.

Outro fator a ser considerado quanto a elaboração de um projeto arquitetônico é a orientação solar, que é a forma como a luz do sol incide sobre os edifícios, que pode ajudar ou comprometer o conforto térmico de toda uma construção. “O projeto deve se adaptar, dentro do possível, para tirar vantagem em relação ao sol, de acordo com a posição geográfica em que a construção será executada” (RAMOS, 2015), (Figura 6).

Figura 6 - Orientação solar no Hemisfério Sul



Fonte: Ramos (2015)

A seguir, são apresentadas as soluções de projeto arquitetônico que interferem no condicionamento interno da edificação.

2.2.2.1 Função

Segundo Lamberts, Dutra e Pereira (1997), a função arquitetônica interage com a forma e com a eficiência energética da edificação, de forma que, um mesmo projeto arquitetônico destinado a fins distintos, como comércio ou habitação, pode resultar em comportamentos energéticos diferentes. Isso porque as funções residencial, comercial e pública são distintas do ponto de vista da dependência do clima, e conseqüentemente, do consumo de energia.

No que diz respeito à função residencial, os autores supracitados enfatizam a importância da escolha das estratégias de resfriamento ou aquecimento passivo ou ativo, por parte do projetista arquitetônico. Nesse contexto, ressalta-se que o uso da iluminação natural deve ser sabiamente explorado, na busca pelo equilíbrio energético da habitação.

2.2.2.2 Forma

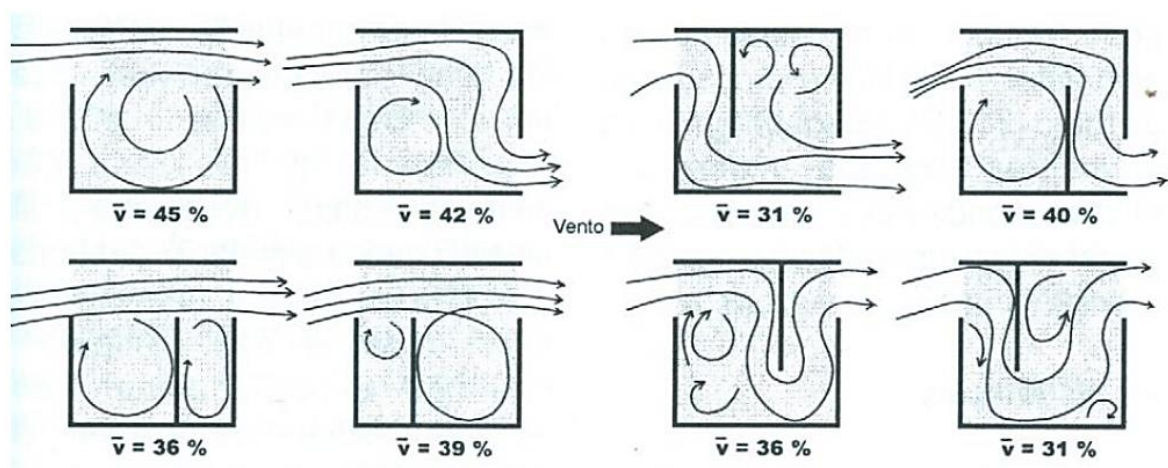
Para Lamberts, Dutra e Pereira (1997), a forma arquitetônica pode exercer grande influência no conforto ambiental da edificação, e conseqüentemente no seu consumo de energia, uma vez que interfere diretamente sobre os fluxos de ar no interior e exterior e, também, na quantidade de luz e calor solar recebidos pela casa.

Além disso, os autores ainda afirmam que a quantidade de radiação solar que incidente na edificação varia de acordo com sua orientação de implantação e com a época do ano. Assim, a forma arquitetônica deve ser entendida como uma variável diretamente relacionada ao desempenho térmico da edificação. Dessa forma, uma diferente distribuição de janelas em um ambiente, por exemplo, colocando-as em outra superfície ou modificando a área de envidraçamento, já implica em variações térmicas e visuais do micro-clima interno.

2.2.2.3 Ventilação

De acordo com Bittencourt e Cândido (2010), o uso da estratégia da ventilação é de primordial importância em habitações, principalmente em regiões com clima quente. Os autores ainda explicam que a disposição de divisões nos espaços arquitetônicos modifica o padrão do fluxo do ar no interior dos ambientes dependendo da localização das aberturas nessas divisões. Além de uma distribuição inapropriada do fluxo de ar, a má localização das divisórias podem causar uma queda na velocidade do mesmo. Nesse contexto, Lamberts, Dutra e Pereira (1997) expõem que os espaços interiores fluidos permitem a circulação de ar entre os ambientes internos, e entre os ambientes e o exterior (Figura 7).

Figura 7 - Interferência das divisões internas dos ambientes na velocidade do fluxo de ar

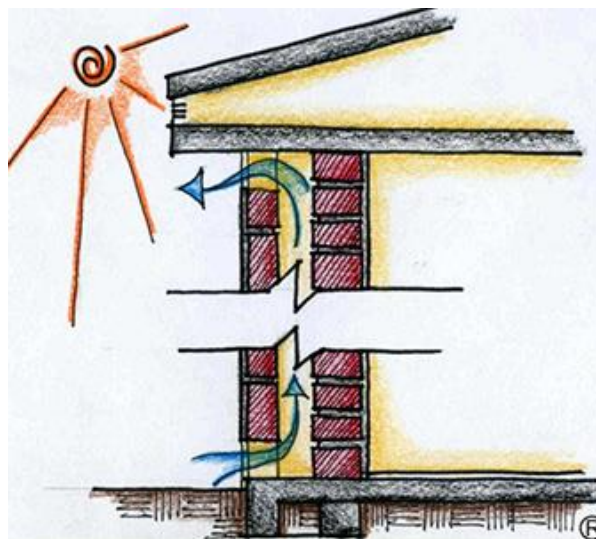


Fonte: Bittencourt e Cândido (2010)

Entre as estratégias de melhoria da ventilação dentro em um ambiente, Lamberts, Dutra e Pereira (1997) indicam promover a ventilação vertical. Para tanto,

há algumas soluções de projeto a serem adotadas. O uso de cobertura e parede ventilada é uma delas, na qual são colocadas aberturas nas laterais das paredes, entre a cobertura e o forro. Nessa técnica, é deixado um espaço até a abertura, que permite a convecção natural do ar interno aquecido. Também podem ser colocadas aberturas tanto na base quanto na parte superior da parede, de forma que ela irá se ventilar e liberar o excesso de ganho de calor (PROJETEEE, 2020), (Figura 8).

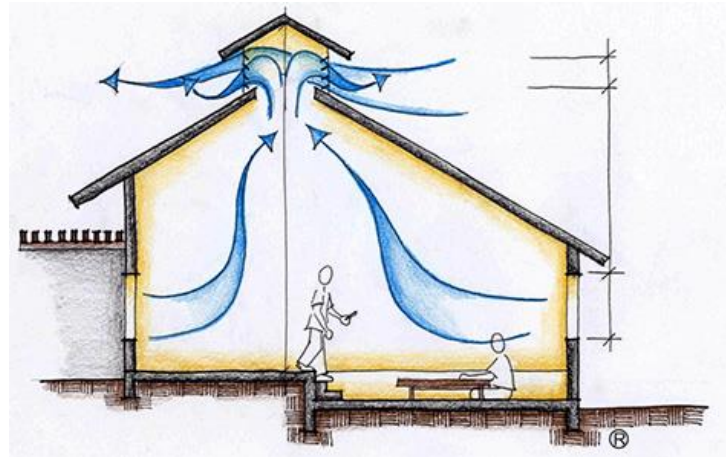
Figura 8 - Cobertura e parede ventilada



Fonte: PROJETEEE (2020)

O uso do efeito de chaminé também pode ser adotado para promover a ventilação vertical. Para isso, são colocadas aberturas em diferentes níveis, que geram um fluxo de ar ascendente e retira o ar mais quente, através de lanternins, exaustores eólicos e aberturas zenitais (aberturas criadas na cobertura de uma edificação). A geometria da abertura de saída deve oferecer uma resistência mínima ao fluxo de ar ascendente, para permitir que o ar flua livremente para fora da edificação. Para independência da orientação dos ventos, a melhor localização das aberturas de saída é na cumeeira (Figura 9). Por fim, a ventilação é potencializada com o aumento da distância entre as abertura inferiores e superiores (PROJETEEE, 2020).

Figura 9 - Uso de lanternim para promover a ventilação vertical



Fonte: PROJETEEE (2020)

Para potencializar a ventilação dentro da edificação, também pode ser usada a ventilação cruzada. Em suma, ela acontece pelo diferencial de pressão provocado pelo vento na edificação, onde a zona de pressão positiva acontece na área à barlavento (lado de onde sopra o vento) e a zona de pressão negativa acontece à sotavento (para onde o vento vai – lado oposto). O maior volume do fluxo de ar acontecerá quanto maior for a diferença de pressão nas faces onde estão localizadas às aberturas, com a localização das aberturas em zonas de pressão oposta (Figura 10). Além disso, a velocidade do ar é maximizada, quando a área das janelas de saída (pressão negativa) é maior que a área das aberturas de entrada (pressão positiva) (PROJETEEE, 2020).

Figura 10 - Uso da ventilação cruzada para potencializar a ventilação



Fonte: PROJETEEE (2020)

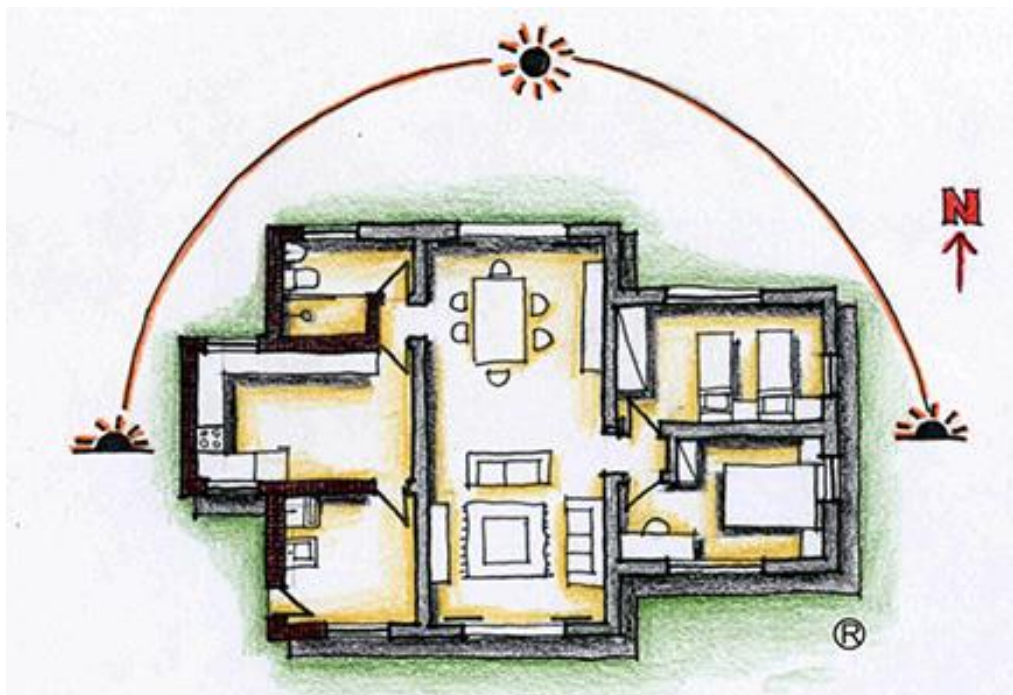
2.2.2.4 Sombreamento

Segundo o *site* Projeteeee (2020), o uso do sombreamento é uma estratégia fundamental para redução dos ganhos solares através do envelopamento da edificação. Uma proteção solar corretamente projetada evita ganhos solares nos períodos mais quentes, do dia e do ano, sem obstruí-los no inverno e sem prejudicar a iluminação natural através das aberturas.

Nesse contexto, é necessário que o projetista conheça a geometria solar de inverno e verão em relação ao local de implantação da habitação, pois a orientação das superfícies determina a intensidade da radiação solar recebida e os respectivos tratamentos para proteção contra radiação.

As orientações leste e oeste recebem grande intensidade de radiação solar, sendo a orientação oeste sujeita ao pico de radiação. As paredes expostas a maior insolação podem minimizar os ganhos solares diretos através de cores reflexivas, isolamento ou sombreamento. Por consequência, é recomendado projetar ambientes não habitados, como banheiro e despensas, voltados para as orientações desfavoráveis como a oeste, funcionando dessa forma como barreiras térmicas. (PROJETEEEE, 2020) (Figura 11).

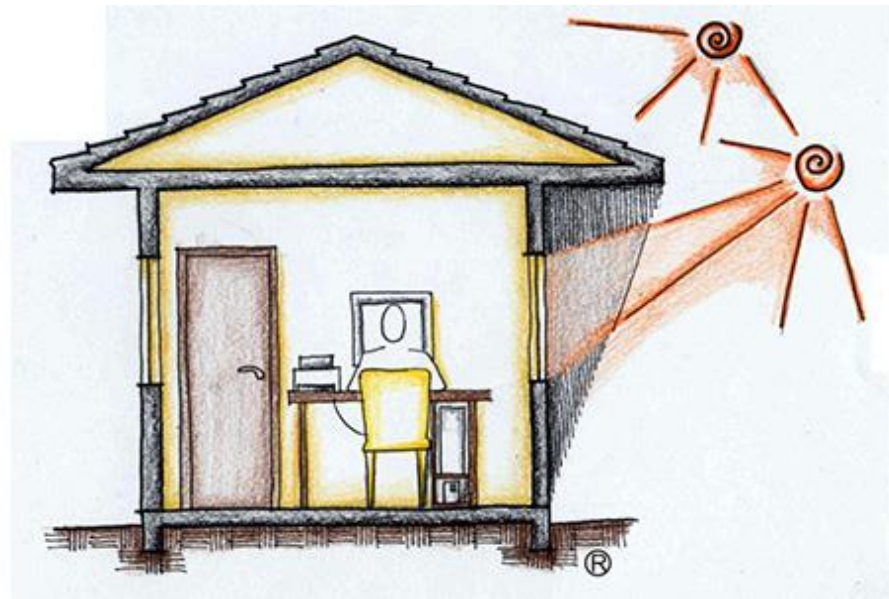
Figura 11 - Planta baixa: ambientes não habitados projetados à Oeste



Fonte: PROJETEEEE (2020)

Além disso, observa-se que os raios solares de verão podem ser minimizados com a orientação da maior dimensão das fachadas no sentido Norte - Sul, no caso de edificações totalmente expostas a radiação solar. Assim, nas regiões caracterizadas por climas compostos ou com elevadas amplitudes térmicas, o sombreamento das janelas é fundamental para redução da intensa radiação solar direta (PROJETEEE, 2020) (Figura 12).

Figura 12 - Sombreamento de janelas: minimizar radiação solar



Fonte: PROJETEEE (2020)

2.2.2.5 Resfriamento evaporativo

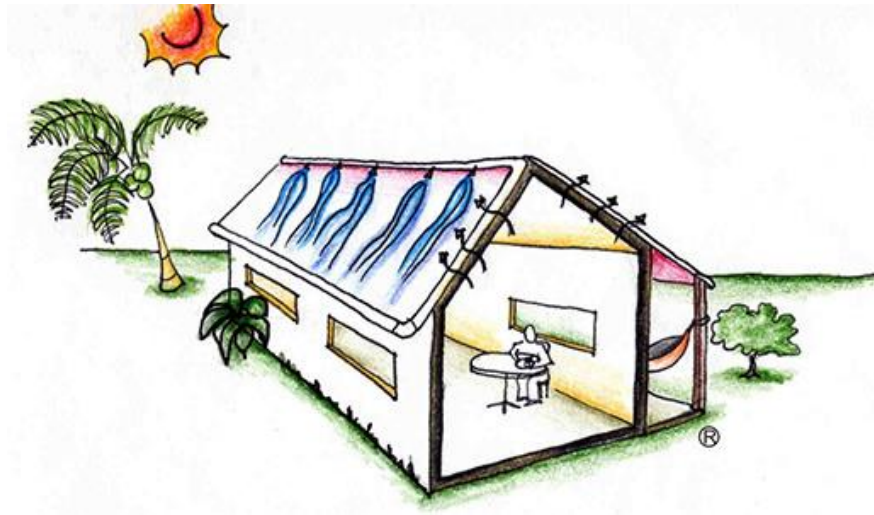
De acordo com o site Projeteeee (2020), o resfriamento evaporativo é um dos mais antigos e mais eficientes métodos de se refrigerar de forma passiva uma edificação em climas secos. O processo físico dessa estratégia fundamenta-se no processo de evaporação da água que retira calor do ambiente ou do material sobre o qual o método acontece. O grau de resfriamento é determinado pela velocidade da evaporação: quanto mais rápido o processo, maior a queda de temperatura.

Dessa forma, a taxa de evaporação em um espaço aberto será mais rápida quanto maior a área superficial da água e a velocidade do ar e menor for a umidade relativa do ar. Quanto mais seco for o clima maior será a aplicabilidade de tais sistemas. Quando o ar se torna saturado, o processo de evaporação cessa e consequentemente a queda de temperatura (PROJETEEE, 2020).

O resfriamento evaporativo pode ser direto ou indireto.

No resfriamento direto, o ar é umidificado enquanto sua temperatura é reduzida. O objetivo do sistema é fazer com que a água evapore controladamente dentro do ambiente, ou seja, adicionando a quantidade correta de água para atingir resfriamento, umidade ou melhoria da qualidade do ar no ambiente. A utilização deste sistema deve ser feita em concordância com os sistemas de ventilação, pois a velocidade do ar é responsável pelo aumento da velocidade de evaporação (PROJETEEE, 2020) (Figura 13).

Figura 13 - Resfriamento evaporativo direto: aspersores de água na cobertura



Fonte: PROJETEEE (2020)

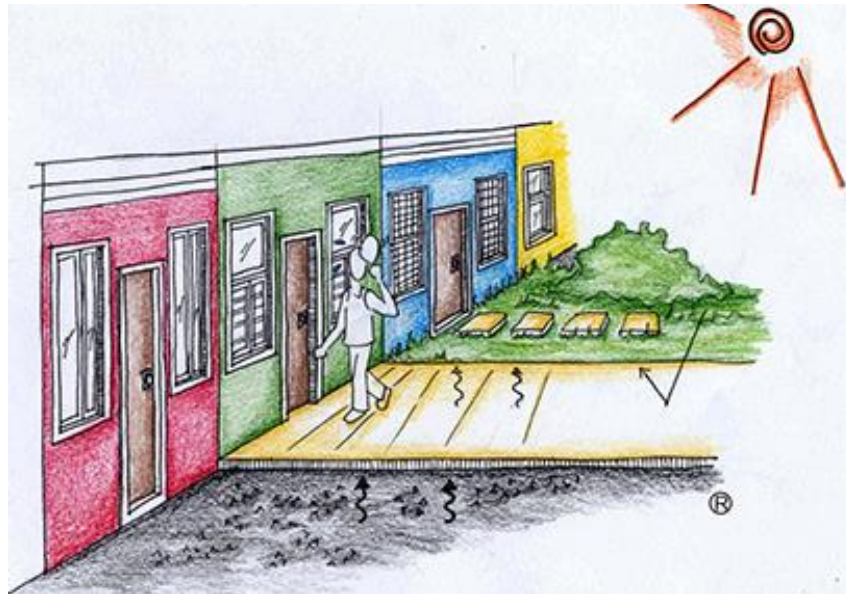
Por outro lado, segundo o *site* PROJETEEE (2020), no sistema de resfriamento evaporativo indireto, o ar interno não é umidificado. Ele é resfriado evaporativamente e depois de passar por um trocador de calor resfriado, ser introduzido mecanicamente no ambiente.

Nesse caso, pode ser usada cobertura vegetal no entorno da edificação, que traz um grande benefício às condições de conforto, uma vez que retém água, que é evaporada, provocando resfriamento pela diminuição da temperatura do ar, contribuindo para geração de um microclima local.

A diferença da temperatura superficial entre grama e asfalto, por exemplo, pode facilmente exceder os 13°C. A temperatura superior do asfalto se deve ao fato de que a superfície impermeabilizada não dissipa o calor através do processo de

evaporação. Essas condições irão influenciar na carga de resfriamento da edificação próxima (PROJETEEE, 2020) (Figura 14).

Figura 14 - Uso de vegetação ao redor da edificação: geração de um microclima local



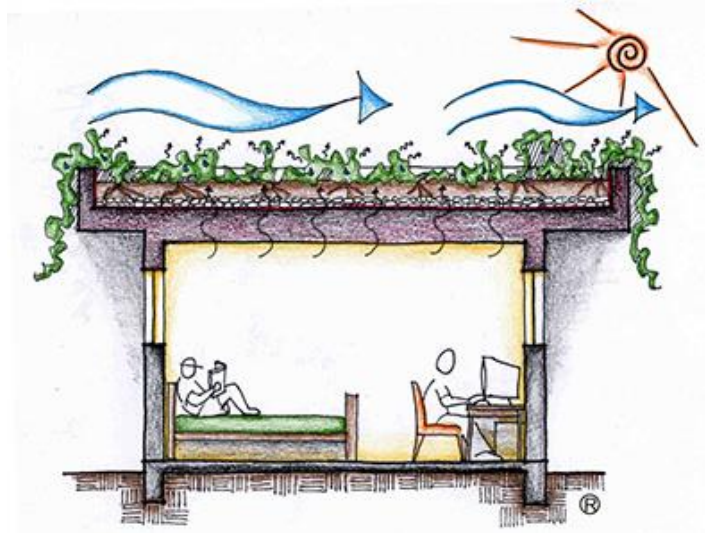
Fonte: PROJETEEE (2020)

2.2.2.6 Cobertura verde

O uso da cobertura verde em telhados de edificações é um sistema que fornece benefícios tanto no verão quanto no inverno. A vegetação intercepta a maior parte da radiação recebida pela camada de terra da cobertura e recebe um ganho de calor muito menor do que de uma cobertura convencional. Além disso, em uma cobertura vegetal bem irrigada ocorre uma dissipação de calor através do fenômeno de resfriamento evaporativo durante o verão.

Em consequência, a camada de terra recebe um ganho de calor bastante reduzido, amortizando as variações de temperatura diárias tanto no verão quanto no inverno. Como resultado, os requerimentos de isolamento podem ser substancialmente reduzidos se comparados com coberturas convencionais (PROJETEEE, 2020) (Figura 15).

Figura 15 - Cobertura verde em edificações: resfriamento evaporativo



Fonte: PROJETEEE (2020)

Essa solução é amplamente estudada, em busca de melhorias no conforto térmico nas edificações. Oliveira, Soares e Santos (2016), explicam que, em comparação com os sistemas tradicionais de cobertura, compostos por telha cerâmica ou de fibrocimento, o telhado verde apresenta melhor desempenho em relação aos critérios térmicos, apesar de seu custo mais elevado de execução. Entretanto, o fator custo é minimizado quando os benefícios da utilização do telhado verde são considerados, por ser mais eficiente energeticamente (Figura 16).

Figura 16 - Telhados verdes: maior eficiência energética da edificação



Fonte: Ecologic Construções (2020)

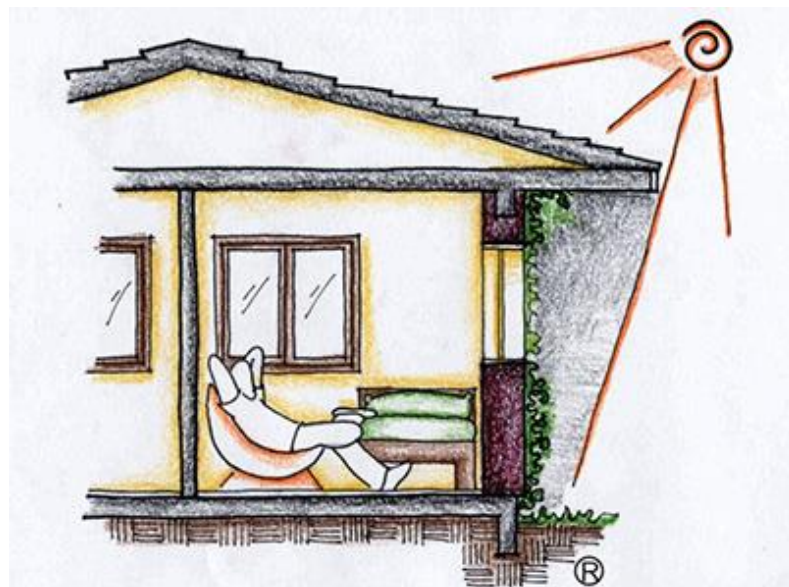
2.2.2.7 Paredes verdes

Atuando de forma similar à cobertura verde, o uso de vegetação trepadeira contribui para o isolamento natural da parede, diminuindo os ganhos solares e reduzindo as temperaturas superficiais externas pela evaporação da água presente na camada de vegetação (PROJETEEE, 2020).

Conforme Morelli (2009), “o uso de trepadeira nas fachadas é uma possibilidade para obtenção de conforto térmico, através de um elemento natural, de fácil acesso, custo baixo e de simples manutenção”. Além disso, as trepadeiras podem reduzir as temperaturas do ambiente interno de uma edificação com o sombreamento proporcionado pela forração. Segundo a autora, as flutuações de temperatura na superfície da parede podem ser reduzidas em até 50%.

Ainda de acordo com Morelli (2009), outro fator importante é a redução do vento frio, desconfortável no inverno, através dos entrelaçados da trepadeira. As trepadeiras podem se fixar diretamente na superfície da edificação, ou podem ter auxílio de suportes como treliça, barras de ferro ou madeira fixada na parede, cabos de aço são alternativas para edificação moderna. Para ela, o sucesso e a segurança das fachadas verdes depende da seleção do sistema de suporte com sua instalação correta, para que a trepadeira possa alcançar pontos mais altos e o fechamento completo de toda área (Figura 17).

Figura 17 - Paredes verdes: atuam como isolante térmico natural



Fonte: PROJETEEE (2020)

Pode-se citar ainda o uso de jardins verticais em paredes internas e externas no contexto de paredes verdes. Segundo Montanari e Labaki (2017), estudos indicam a influência que as envoltórias vegetadas desempenham na temperatura interna das edificações, de forma que a redução de temperatura do ambiente interno é significativa, sendo mais acentuada no caso de paredes verdes. Assim, o desempenho térmico das envoltórias verdes depende de variáveis como o tipo de vegetação, densidade de folhagem, composição do substrato, destacando as características climáticas (Figura 18). Entretanto, ressalta-se que o custo de implantação desse tipo de jardim é maior, a depender das espécies selecionadas e estrutura de apoio.

Figura 18 - Jardim vertical



Fonte: Ecologic Construções (2020)

2.2.2.8 Inércia térmica

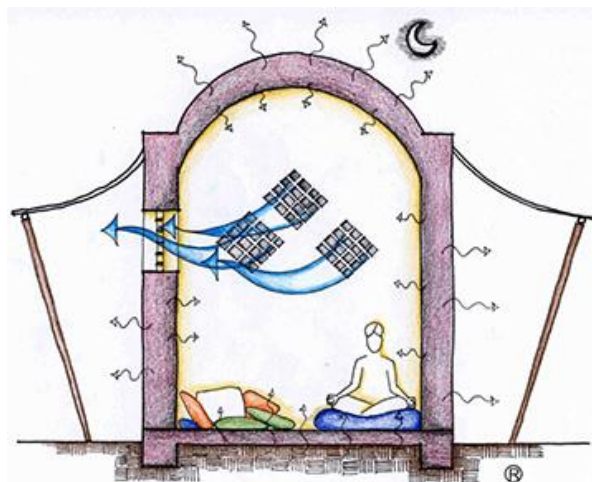
De acordo com o *site* PROJETEEE (2020), inércia térmica é a tendência do material de resistir a mudanças de temperatura. Um material de elevada inércia térmica apresenta uma maior resistência a mudanças de temperatura. Assim, uma edificação de elevada inércia térmica proporcionará uma diminuição das amplitudes térmicas internas e um atraso térmico no fluxo de calor, devido a sua alta capacidade de armazenar calor, fazendo com que o pico de temperatura interna apresente uma defasagem e um amortecimento em relação ao externo.

De fato, componentes de alta inércia térmica funcionam como uma espécie de bateria térmica: durante o verão absorvem o calor, mantendo a edificação

confortável; no inverno, se bem orientados, podem armazenar o calor para liberá-lo à noite, ajudando a edificação a permanecer aquecida. Essa característica é particularmente benéfica em regiões de clima mais seco, onde há uma grande diferença entre as temperaturas diurnas e noturnas externas (acima de 7°C) (PROJETEEE, 2020).

Destaca-se o cuidado ao usar a estratégia de alta inércia térmica nos componentes de cobertura e de paredes à oeste, pois a elevada exposição à radiação solar durante a maior parte do ano, pode transformar-se em acumuladores de calor e provocar elevado desconforto térmico interno no período de verão. Portanto, este tipo de estratégia deve ser aplicada a estes componentes com muito critério, procurando minimizar os ganhos solares através de isolamento térmico externo ou sombreamento no período diurno (PROJETEEE, 2020) (Figura 19).

Figura 19 - Inércia térmica para resfriamento



Fonte: PROJETEEE (2020)

Salienta-se que a capacidade térmica do material e seu respectivo atraso térmico são propriedades importantes na escolha do material a ser selecionado para os componentes do envelope, de acordo com suas respectivas orientações solares e a resposta térmica desejada.

No Brasil, o que se verifica em relação aos materiais usados no sistema de vedação de edificações, é o domínio do uso de estrutura em concreto armado com a alvenaria cerâmica. Esses materiais apresentam elevada capacidade térmica, de forma que seu uso é recomendado para regiões com clima seco com grande amplitude térmica ao longo do dia (PROJETEEE, 2020).

2.2.2.9 *Uso das cores*

Segundo Figueiredo (2007), na atualidade, a grande variedade de tonalidades de cores de tintas disponíveis no mercado tem influenciado significativamente os projetos arquitetônicos. Observa-se que a escolha quanto ao uso da cor vem ganhando um espaço cada vez maior em tais projetos.

De acordo com Figueiredo (2007), vários estudos comprovam que a diminuição da temperatura superficial dos materiais contribui diretamente para o desempenho térmico de uma edificação. Assim, o desempenho térmico da construção pode ser significativamente influenciado pela cor da superfície externa, visto que ela está diretamente relacionada a quantidade de radiação solar absorvida, que se transforma em calor e é transferida em parte para o interior do edifício. Logo, é possível ter um controle do efeito da radiação por meio da escolha da cor dos elementos de fachada do edifício.

Por fim, a autora enfatiza que é unânime a conclusão entre diversos pesquisadores do assunto em destaque que, em regiões com clima quente, as edificações devem adotar preferencialmente revestimentos externos de alta refletância, a fim de favorecer seu desempenho térmico. Com isso, verifica-se que há economia de energia para condicionamento artificial de ambientes internos desses edifícios com o uso dessa estratégia (Figura 20).

Figura 20 - Cores claras em fachadas: transmitem pouca radiação solar para o ambiente interno



Fonte: Thaís Sandrini *in* Direcional Condomínios (2020)

2.3 DIRETRIZES CONSTRUTIVAS PARA HABITAÇÕES NO BRASIL

2.3.1 NBR 15220 (ABNT, 2003): Desempenho térmico de edificações

A norma NBR 15220 (ABNT, 2003), intitulada: Desempenho térmico das edificações, apresenta recomendações técnico-construtivas, com o objetivo de otimizar o desempenho térmico das edificações, através de sua melhor adequação climática. É a principal referência normativa brasileira em relação ao desempenho térmico das edificações. Para isso, ela é dividida em 5 partes, sendo elas:

- Parte 1: Definições, símbolos e unidades;
- Parte 2: Métodos de cálculo da transmitância térmica, da capacidade térmica, do atraso térmico e do fator solar de elementos e componentes de edificações;
- Parte 3: Zoneamento bioclimático brasileiro e diretrizes construtivas para habitações unifamiliares de interesse social;
- Parte 4: Medição da resistência térmica e da condutividade térmica pelo princípio da placa quente protegida;
- Parte 5: Medição da resistência térmica e da condutividade térmica pelo método fluximétrico.

Neste estudo, serão enfatizadas as partes 2 e 3 da norma supracitada, em virtude da importância de seu conteúdo, em consonância com os objetivos desta pesquisa.

De acordo com a NBR 15220-3 (ABNT, 2003), a avaliação de desempenho térmico de uma edificação pode ser feita tanto na fase de projeto, quanto após a construção.

Segundo a norma supracitada, a avaliação de uma edificação construída pode ser feita através de medições *in-loco* de variáveis representativas do desempenho, enquanto que na fase de projeto esta avaliação pode ser feita tanto por meio de simulação computacional, quanto por verificação do cumprimento de diretrizes construtivas.

Na terceira parte desta norma são apresentadas recomendações quanto ao desempenho térmico de habitações unifamiliares de interesse social aplicáveis na

fase de projeto. Além disso, ela também estabelece o Zoneamento Bioclimático Brasileiro, e são feitas recomendações construtivas e estratégias de condicionamento térmico passivo. Os parâmetros e diretrizes para cada uma das zonas são:

- a) Tamanho das aberturas para ventilação;
- b) Proteção das aberturas;
- c) Vedações externas (tipo de parede externa e de cobertura);
- d) Estratégias de condicionamento térmico passivo.

Para um melhor entendimento desses parâmetros, primeiramente serão apresentados alguns conceitos que facilitarão a compreensão. Em seguida, serão apresentadas as diretrizes normativas voltadas à fase de projeto de uma habitação, conforme os objetivos desta pesquisa.

2.3.1.1 Conceitos de Transmitância térmica, atraso térmico e fator de calor solar

- Transmitância térmica

De acordo com a NBR 15220-2 (ABNT, 2003), a transmitância térmica (U) é o inverso da resistência térmica total (R_T). É expressa em (W / m² . K), conforme a equação (2-1) a seguir.

$$U = \frac{1}{R_T} \quad (2-1)$$

Nessa fórmula, a resistência térmica diz respeito a propriedade de um material em resistir à passagem de calor. Dessa forma, quanto maior a resistência térmica de um material, menor será sua transmitância térmica.

Segundo Lamberts, Dutra e Pereira, (1997), a transmitância térmica é a variável mais importante para avaliação do desempenho térmico de fechamentos opacos, que são aqueles que não permitem a passagem de radiação solar para o interior do ambiente. Por meio dessa variável, pode-se comparar diferentes opções de fechamentos, através da avaliação de transmissão de calor.

- Atraso térmico

De acordo com a NBR 15220-2 (ABNT, 2003), o atraso térmico (φ) é o tempo decorrido entre uma variação térmica em um meio e sua manifestação na superfície oposta de um componente construtivo, quando submetido a uma incidência de calor periódica. É expressa em (horas), conforme a equação (2-2) a seguir.

$$\varphi = 0,7284 \cdot \sqrt{R_T \cdot C_T} \quad (2-2)$$

Onde:

R_T : Resistência térmica do material;

C_T : Capacidade térmica do material.

Na equação acima, a capacidade térmica é um fator relacionado à quantidade de calor necessária para variar em uma unidade a temperatura do sistema. Assim, pode-se concluir que, quanto maior a resistência e capacidade térmica de um material, maior será o tempo para manifestação da variação térmica em sua superfície oposta.

- Fator de calor solar

De acordo com a NBR 15220-2 (ABNT, 2003), o fator de calor solar é o coeficiente da quantidade de calor transmitida em um ambiente interno, em relação a quantidade de radiação solar incidente em sua superfície externa. Esse fator é variável, de acordo com o tipo de material, expresso em percentual.

O fator de calor solar para elementos opacos (FS_o) (que não permitem a passagem de radiação solar para o ambiente interno), é dado pela equação (2-3) a seguir.

$$FS_o = 4 \cdot U \cdot \alpha \quad (2-3)$$

Onde:

α : absorptância à radiação solar – em função da cor, dada pela tabela 3.

O fator de calor solar para elementos translúcidos (FS_T) (que permitem a passagem de radiação solar para o ambiente interno), é dado pela equação (2-4) a seguir.

$$FS_T = U \cdot \alpha \cdot R_{se} \cdot \tau \quad (2-4)$$

Onde:

R_{se} : resistência superficial externa;

τ : transmitância à radiação solar.

Nas equações de fator de calor solar apresentadas acima, tanto para elementos opacos quanto para translúcidos, a absorptância (α) está relacionada a tabela 3 a seguir.

Tabela 3 - Absorptância (α) para radiação solar

Tipo de superfície		α
Chapa de alumínio (nova e brilhante)		0,05
Chapa de alumínio (oxidada)		0,15
Chapa de aço galvanizada (nova e brilhante)		0,25
Caiação nova		0,12 / 0,15
Concreto aparente		0,65 / 0,80
Telha de barro		0,75 / 0,80
Tijolo aparente		0,65 / 0,80
Reboco claro		0,30 / 0,50
Revestimento asfáltico		0,85 / 0,98
Vidro incolor		0,06 / 0,25
Vidro colorido		0,40 / 0,80
Vidro metalizado		0,35 / 0,80
Pintura	Branca	0,20
	Amarela	0,30
	Verde clara	0,40
	"Alumínio"	0,40
	Verde Escura	0,70
	Vermelha	0,74
	Preta	0,97

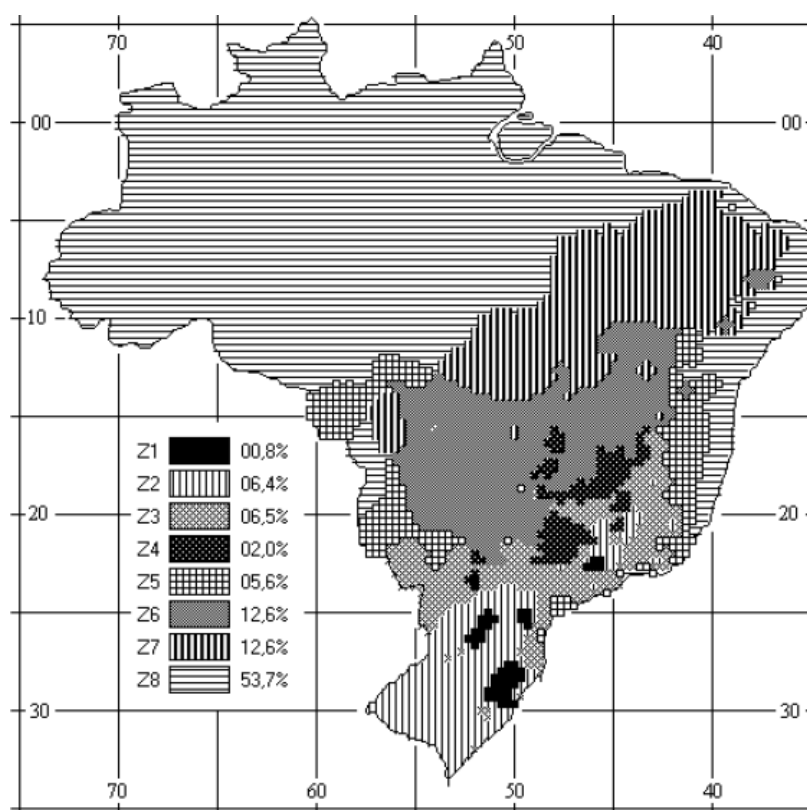
Fonte: NBR 15220-2 (ABNT, 2003)

Os parâmetros expostos acima são importantes para o entendimento das diretrizes normativas, que serão apresentadas a seguir.

2.3.1.2 Classificação climática da cidade de Goiânia - Goiás

De acordo com Marango (2002), a consideração do clima de uma localidade é de suma importância para uma melhor análise das estratégias arquitetônicas a serem adotadas na edificação. Assim, de acordo a NBR 15220-3 (ABNT, 2003), a cidade de Goiânia está situada na Zona Bioclimática 6, conforme a Figura 21.

Figura 21 - Zoneamento Bioclimático Brasileiro



Fonte: NBR 15220-3 (ABNT, 2003)

2.3.1.3 Diretrizes construtivas para a Zona Bioclimática 6

Conforme a NBR 15220-3 (ABNT, 2003), para as habitações situadas na Zona Bioclimática 6 são indicadas aberturas médias e sombreadas para ventilação. Em relação às vedações externas, é indicado o uso de paredes pesadas, e coberturas leves e isoladas.

No que diz respeito as estratégias de condicionamento térmico passivo, a norma supracitada faz indicações para as estações do verão e inverno. No verão, é indicado o uso do resfriamento evaporativo e massa térmica para resfriamento, além da ventilação seletiva, nos períodos quentes, em que a temperatura interna seja superior à externa. Já para o inverno, é indicado o uso de vedações internas pesadas (inércia térmica). Assim, o projeto da habitação deve contemplar as estratégias citadas, de forma melhorar seu condicionamento térmico, conforme orientações normativas.

- Aberturas para ventilação

Conforme a NBR 15220-3 (ABNT, 2003), as aberturas efetivas (A) para ventilação são dadas em percentagem da área de piso em ambientes de longa permanência (cozinha, dormitórios, sala de estar). A seguir, a tabela 4 apresenta essa relação.

Tabela 4 - Aberturas para ventilação

Aberturas para ventilação	
Tamanho das aberturas	A (em % da área de piso)
Pequenas	$10\% < A < 15\%$
Médias	$15\% < A < 25\%$
Grandes	$A > 40\%$

Fonte: NBR 15220-3 (ABNT, 2003)

- Transmitância térmica, atraso térmico e fator de calor solar admissíveis para cada tipo de vedação

Conforme indica a NBR 15220-3 (ABNT, 2003), as diretrizes construtivas relativas à transmitância térmica, atraso térmico e fator de calor solar para paredes externas e coberturas são apresentadas na tabela 5 a seguir.

Tabela 5 - Transmitância térmica, atraso térmico e fator de calor solar admissíveis para cada tipo de vedação

Vedações externas		Transmitância térmica - U (W/m ² .K)	Atraso térmico - φ (horas)	Fator solar - FS_o (%)
Paredes	Leve	$U \leq 3,00$	$\varphi \leq 4,3$	$FS_o \leq 5,0$
	Leve refletora	$U \leq 3,60$	$\varphi \leq 4,3$	$FS_o \leq 4,0$
	Pesada	$U \leq 2,20$	$\varphi \leq 6,5$	$FS_o \leq 3,5$
Coberturas	Leve isolada	$U \leq 2,00$	$\varphi \leq 3,3$	$FS_o \leq 6,5$
	Leve refletora	$U \leq 2,30$. FT	$\varphi \leq 3,3$	$FS_o \leq 6,5$
	Pesada	$U \leq 2,00$	$\varphi \leq 6,5$	$FS_o \leq 6,5$

Fonte: NBR 15220-3 (ABNT, 2003)

- Vedações externas

De acordo com a NBR 15220-3 (ABNT, 2003), para a Zona Bioclimática 6, as orientações em relação as paredes externas são apresentadas no Quadro 3 a seguir. Esta norma apresenta uma seção de indicações de paredes e coberturas, conforme a zona bioclimática brasileira. Os anexos 1 e 2 deste trabalho apresentam essas indicações.

Quadro 3 - Exemplos de paredes adequados às diferentes zonas bioclimáticas brasileiras

Zonas 4, 6 e 7	Paredes pesadas: $U \leq 2,20$ e $\varphi \geq 6,5$
	Parede dupla de tijolos de 6 furos circulares (espessura = 26 cm)
	Parede dupla de tijolos de 21 furos circulares (espessura = 30 cm)
	Parede dupla de tijolos de 6 furos circulares (espessura = 36 cm)
	Parede dupla de tijolos de 8 furos quadrados (espessura = 44 cm)
	Parede dupla de tijolos de 8 furos quadrados (espessura = 46 cm)

Fonte: NBR 15220-3 (ABNT, 2003)

De acordo com a NBR 15220-3 (ABNT, 2003), para a Zona Bioclimática 6, as orientações em relação as coberturas são apresentadas no Quadro 4 a seguir.

Quadro 4 - Exemplos de coberturas adequados às diferentes zonas bioclimáticas brasileiras

Zonas 1 a 6	Cobertura leve isolada: $U \leq 2,0$ e $\varphi \leq 3,3$
	Cobertura de telha de barro + forro de madeira ou + lâ de vidro (espessuras entre 2,5 cm e 5 cm) e forro de madeira
	Cobertura de telha de barro + lâmina de alumínio polido + forro de madeira
	Cobertura de telha de fibrocimento + forro de madeira ou + lâmina de alumínio polido e forro de madeira

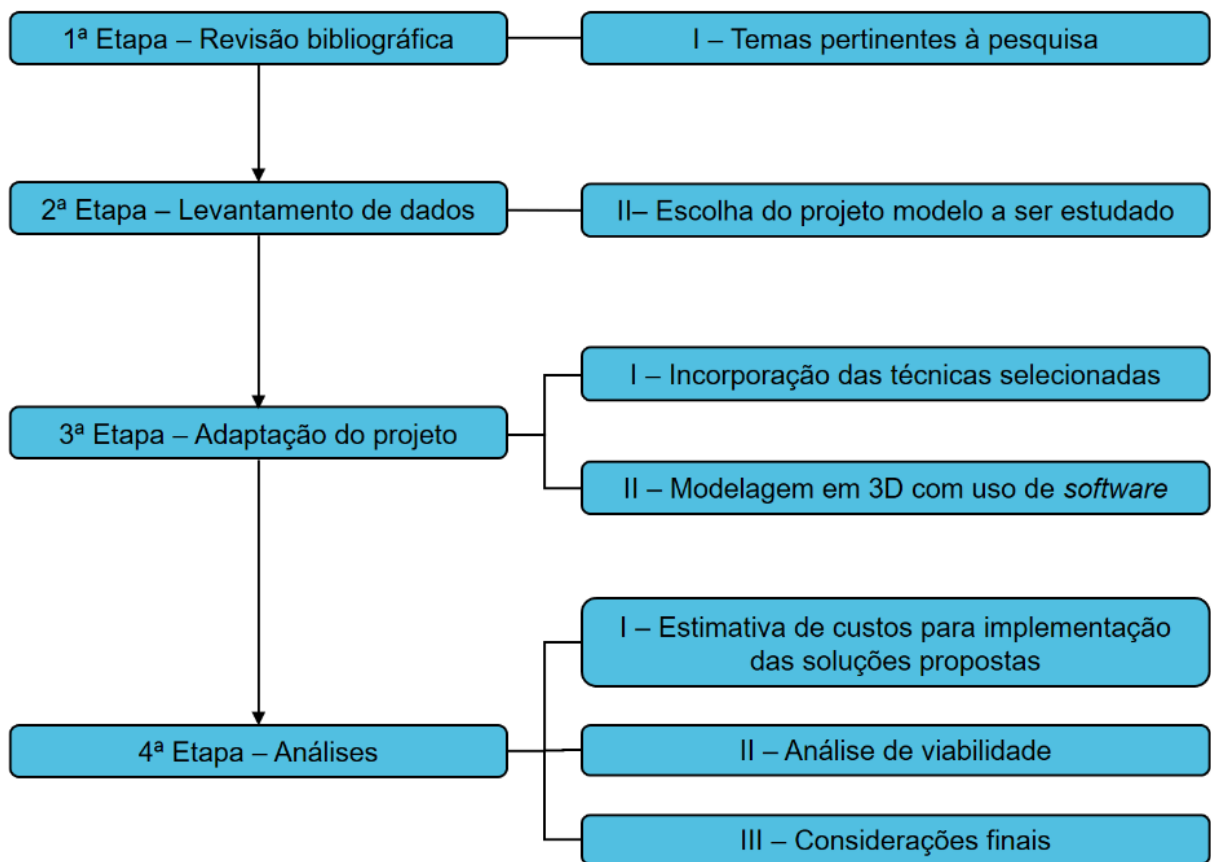
Fonte: NBR 15220-3 (ABNT, 2003)

Este capítulo apresentou os temas pertinentes à compreensão do texto pelo leitor, através de uma revisão bibliográfica e discussão acerca de tópicos relativos às HIS, tecnologias de conforto térmico e diretrizes construtivas para habitações no Brasil, voltados para o objeto de estudo. A seguir, é demonstrado o processo metodológico utilizado na pesquisa.

3 METODOLOGIA

Esta pesquisa consiste em uma avaliação da viabilidade de adaptar soluções arquitetônicas de conforto térmico para uma HIS, na cidade de Goiânia-GO. Dessa forma, com o objetivo de atender os objetivos especificados no capítulo 1, definiu-se o caminho metodológico, conforme ilustra o Fluxograma 5.

Fluxograma 5 - Metodologia da pesquisa



Fonte: Autor (2020)

Conforme apresentado no fluxograma acima, a etapa inicial consistiu em realizar um estudo bibliográfico, acerca dos temas relacionados à pesquisa: HIS, tecnologias de conforto térmico e parâmetros normativos sobre conforto térmico em habitações. Nesta etapa, o objetivo foi conhecer melhor o objeto de estudo e a busca de soluções para a problemática apresentada no Capítulo 1.

Na etapa seguinte, foi coletado junto à Prefeitura de Goiânia, projetos de HIS construídas na cidade, com o objetivo de selecionar o mais pertinente a ser estudado nesta pesquisa.

Logo após, realizou-se uma análise de viabilidade técnica, conforme parâmetros normativos estudados, e econômica da implementação das soluções no projeto. Assim, foram feitas as justificativas das escolhas de cada solução, com base nos parâmetros técnicos e econômicos, bem como elaborada uma estimativa de custos de implementação das soluções.

Por fim, a HIS foi modelada em 3D, com uso do *software* Revit®, com a incorporação das tecnologias seccionadas, para uma melhor visualização gráfica das melhorias propostas.

3.1 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Para o desenvolvimento desta pesquisa, primeiramente realizou-se estudos bibliográficos a respeito das temáticas abordadas, sendo elas: habitações de interesse social, tecnologias de conforto térmico e diretrizes construtivas para habitações no Brasil. Nesta etapa, foram consultados trabalhos acadêmicos de conclusão de curso superior, mestrado e doutorado, além de normas técnicas, livros e jornais. Dessa forma, uma sólida base de conhecimentos permitiu uma melhor compreensão a respeito das temáticas envolvidas na pesquisa.

Por conseguinte, a escrita da revisão bibliográfica deu-se de forma paralela à pesquisa de cada tema. Em cada conteúdo estudado, realizou-se uma busca por imagens e tabelas que permitissem melhor ilustração e entendimento do conteúdo abordado.

3.2 LEVANTAMENTO DE DADOS

A fase seguinte desta pesquisa foi o levantamento de dados. Nela, foi selecionado o projeto de HIS. Para isso, foram estabelecidos critérios para análise dos projetos coletados junto à Prefeitura. Assim, foi possível averiguar aquele que apresenta as melhores características para o estudo.

3.2.1 Critérios para escolha do projeto de HIS

Diante dos projetos de HIS apresentados, observou-se as semelhanças entre eles, devido a padronização que existe na concepção desse tipo de habitação. Assim, foram elaborados parâmetros para selecionar a opção a ser estudada. Sob o ponto de vista arquitetônico, o projeto que apresentar melhor conforto e estética ao usuário, obedecendo ao tripé arquitetônico de forma, função e tecnologia, será melhor avaliado, pois esses fatores são fundamentais para os moradores terem melhor qualidade de vida em suas casas.

Assim, os critérios da escolha do projeto modelo são:

- Forma
 - Composição estética da habitação

Um dos tripés da arquitetura é a forma, que se refere à composição estética da edificação. Nesse critério, será avaliado aquela que oferecer o melhor aspecto visual, e por consequência, que proporcione um maior conforto ao morador. Em suma, será analisada a volumetria da habitação.

- Função
 - Melhor layout / aproveitamento dos ambientes

No que diz respeito à função, o layout da moradia será estudado, com o objetivo de selecionar aquele que apresente a melhor disposição dos ambientes e, com isso, o melhor aproveitamento dos espaços. Ressalta-se que a casa será avaliada com um todo. Assim, aquela que dispor do melhor conjunto de ambientes será melhor apreciada.

- Tecnologia
 - Conforto térmico
 - Aberturas para ventilação

Como visto na revisão bibliográfica, as aberturas para ventilação dos ambientes favorecem o fluxo de ar interno, e conseqüentemente proporcionam uma refrigeração natural do ambiente. Assim, o projeto será estudado, a fim de selecionar aquele que apresentar o melhor layout para favorecer a ventilação interna, mesmo que para isso, sejam realizadas adequações.

- Técnica usada para construção

Em relação ao processo construtivo, os materiais usados na cobertura da habitação serão analisados, em busca de alternativas que favoreçam seu desempenho térmico. Além disso, as quedas d'água do telhado serão avaliadas, com o objetivo de eleger a proposta que favoreça o fluxo hidráulico durante as chuvas. Ressalta-se que poderão ser feitas alterações no projeto original, em busca dos objetivos estabelecidos.

3.2.2 Melhorias propostas para o projeto

Após a escolha da HIS modelo, iniciou-se a etapa de adequações e melhorias no projeto. Para isso, consultou-se o estudo feito na revisão bibliográfica. Assim, foi possível elaborar soluções que atendessem as necessidades da moradia, em busca de um melhor desempenho térmico. Salienta-se que, devido as limitações orçamentárias do PMCMV, algumas técnicas estudadas não puderam ser implementadas nesse projeto. Contudo, aquelas que foram escolhidas irão contribuir para alcançar os objetivos propostos.

3.2.3 O projeto arquitetônico

Em seguida, novo projeto da Casa 1 foi modelado em 3D, com uso do *software* Revit®. Essa ferramenta permitiu ilustrar a habitação com a incorporação das melhorias propostas no tópico anterior de forma mais realista. Para isso, foram adicionadas ao trabalho a planta de área, de layout e vistas isométricas.

3.2.4 Características construtivas

Após apresentar o novo projeto para a HIS, explicou-se as características construtivas dessa moradia. Dessa forma, foram feitas considerações importantes para cada etapa, frisando aquelas que tiveram alterações. Assim, esse tópico foi dedicado a apresentar os detalhes executivos das sugestões elaboradas.

3.2.5 Análise do orçamento

O passo seguinte consistiu em analisar a viabilidade para a aplicação das melhorias propostas. Para tanto, foi elaborado o orçamento da Casa 1, com base no projeto original. Dessa forma, foram desenvolvidos dois orçamentos para a habitação, com o emprego de técnicas usuais: o método do Sistema Nacional de Preços e Índices para a Construção Civil – SINAPI, e o do Custo Unitário Básico – CUB. Diante dos valores encontrados, optou-se por seguir com aquele que melhor representasse os custos reais para a construção.

Em seguida, estimou-se os gastos com as adequações, através de pesquisa de mercado para materiais e mão de obra. Com isso, elaborou-se uma tabela com a soma desses valores, discriminando cada técnica e seu respectivo custo.

3.2.6 Análise de viabilidade

Por fim, foi apresentado o aumento, em valores percentuais, que a incorporação das soluções estudadas geram no orçamento da construção. Em seguida, foram feitas as considerações a respeito dessa situação, analisando o lado social e econômico dessa questão, bem como o responsável por mediar esse embate.

4 APLICAÇÃO DO MÉTODO

4.1 OS PROJETOS DE HIS

Para o desenvolvimento desta etapa, conforme visto no capítulo anterior, foram obtidas 3 plantas de HIS junto à Secretaria Municipal de Habitação de Goiânia, sendo elas: Casa 1, Casa 2 e Casa 3, que serão objeto da análise a seguir.

4.1.1.1 Casa 1

O primeiro modelo de HIS apresentado foi nomeado de Casa 1, para facilitar o desenvolvimento do trabalho. Trata-se de uma casa com 45,25 m² construídos, que contém 2 quartos, 1 banheiro social, sala integrada com a cozinha, além da área de serviço, que fica do lado externo da casa, na projeção da cobertura do telhado.

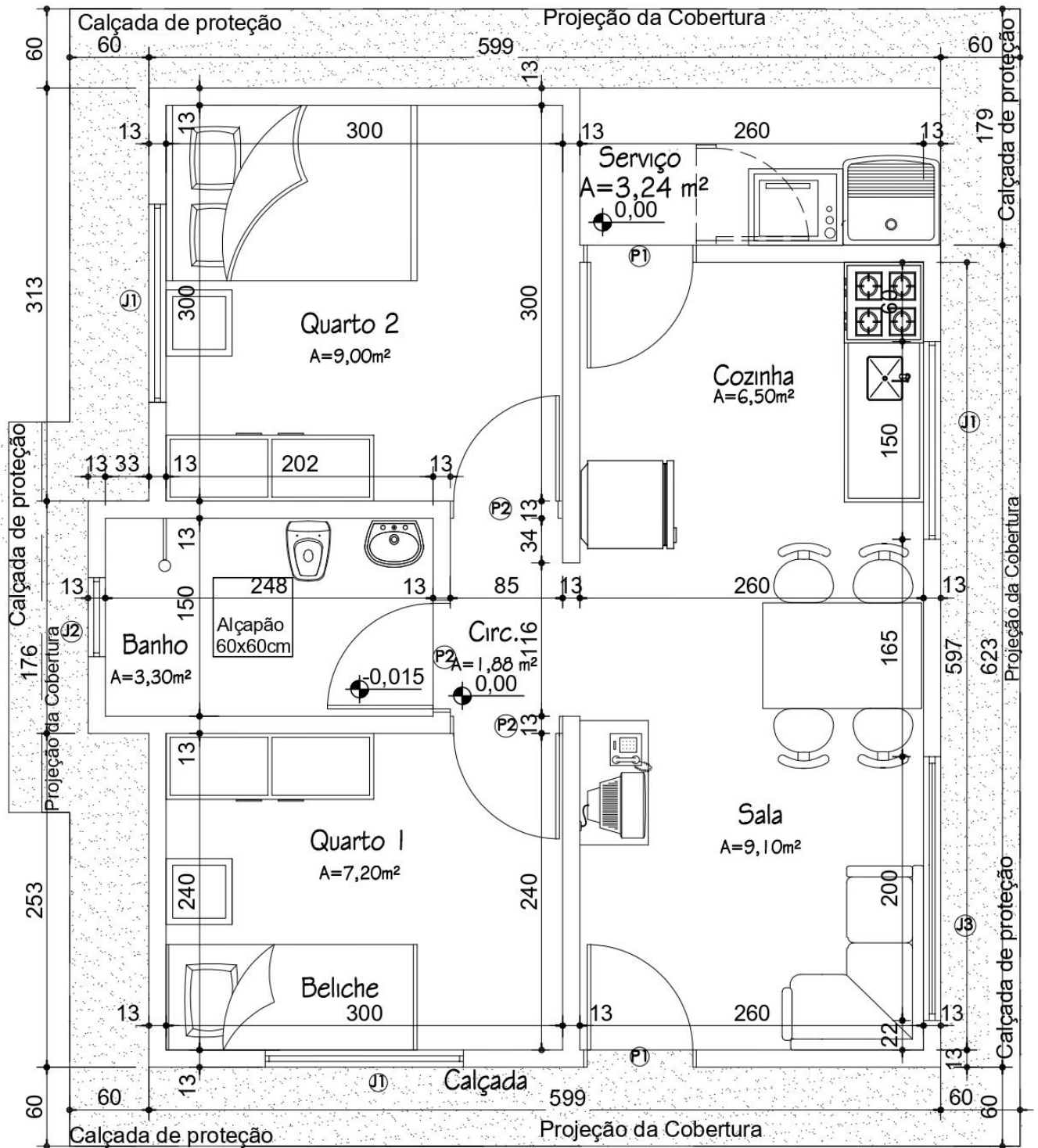
Nessa opção de habitação, o posicionamento dos ambientes na casa é adequado, visto que a parte íntima (quartos) é separada da área social (sala e cozinha), que proporciona maior conforto aos seus moradores. O banheiro interage com ambos ambientes, não tirando a privacidade da parte íntima, nem o fácil acesso pela área social. Esse fato faz com que a área social integre-se a área íntima, sem que haja a perda da privacidade.

Ademais, essa alternativa de HIS atende ao tripé arquitetônico: forma, função e tecnologia, pois sua forma apresenta melhor aspecto visual, visto que as paredes do banheiro saem do volume geral da casa, quebram a forma de retângulo e proporcionam maior dinâmica para a habitação. A função também é garantida, uma vez que atende ao padrão de HIS proposto. Por fim, a tecnologia aplicada vai de encontro aos propósitos da moradia e é condizente com as características de HIS.

No que diz respeito às aberturas para ventilação, o projeto é flexível, visto que possibilita possíveis alterações nas janelas para favorecer melhor fluxo de ar interno.

Por outro lado, sob o ponto de vista hidráulico, a distância entre os ambientes servidos por água nessa casa torna os custos com tubulação levemente mais dispendiosos, quando comparados aos demais projetos que serão apresentados. Contudo, esses custos são justificados, pois aumentam significativamente o conforto proporcionado aos moradores, além de representarem mínima relevância no orçamento da construção. A Figura 22 ilustra a planta baixa dessa HIS.

Figura 22 - Projeto de HIS: Casa 1



Fonte: Secretaria Municipal de Habitação (Prefeitura de Goiânia, 2021)

4.1.1.2 Casa 2

O segundo modelo de HIS apresentado foi nomeado de Casa 2. Trata-se de uma casa com 40,66 m² construídos, que contém 2 quartos, 1 banheiro social, sala integrada com a cozinha, e área de serviço, que fica do lado externo da casa, na projeção da cobertura do telhado.

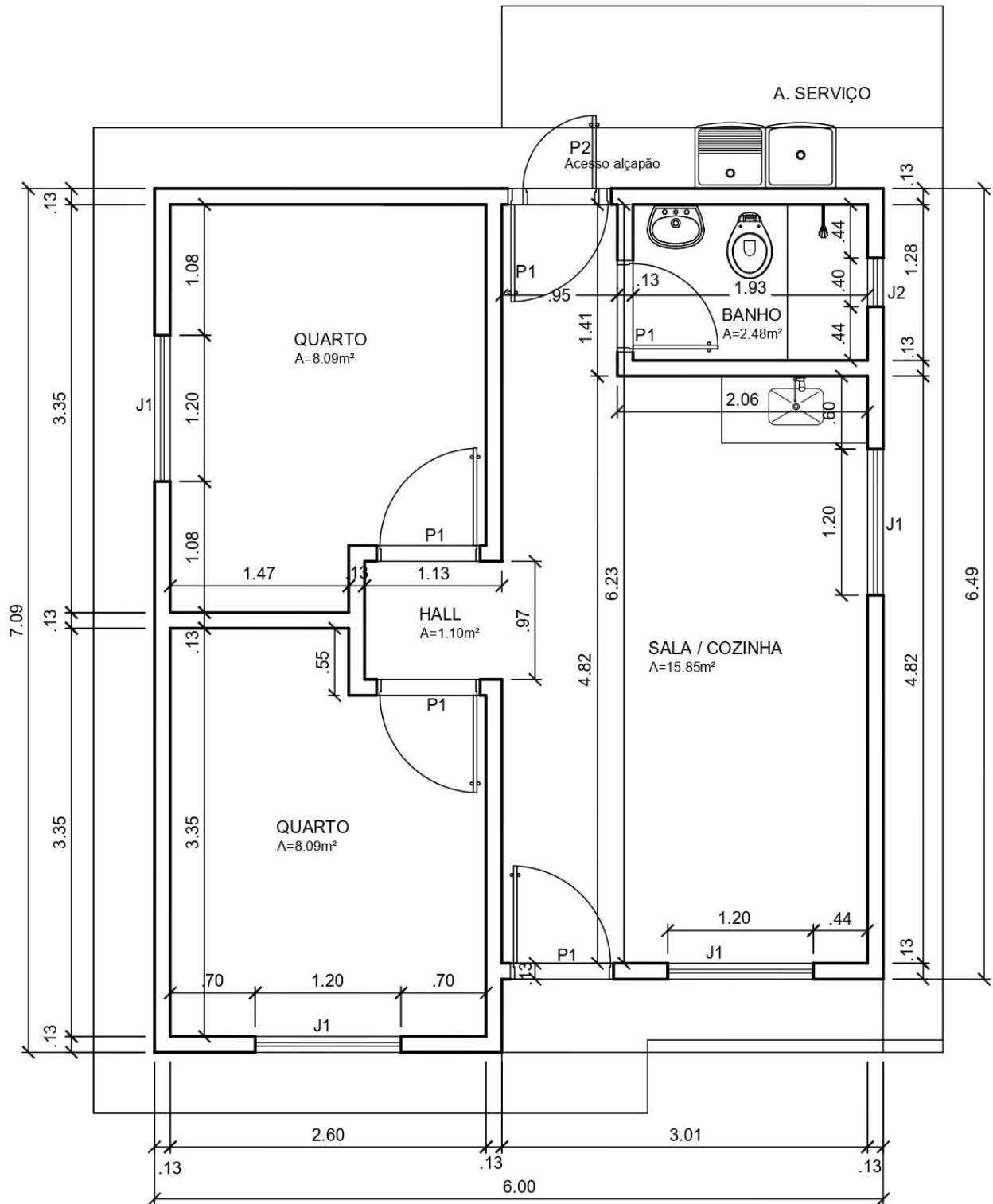
Nessa opção de habitação, o posicionamento dos ambientes na casa não é o mais adequado, visto que a parte íntima (quartos) é separada da área social (sala e cozinha), mas também do banheiro.

Assim, supondo que os moradores estejam em seus quartos (área íntima), eles precisariam atravessar cozinha (área social) para terem acesso ao banheiro, fato esse que trás desconforto aos residentes da habitação, pela perda-se parte da privacidade. Com isso, o tripé arquitetônico: forma, função e tecnologia não é atendido.

No que diz respeito as aberturas para ventilação, o projeto é flexível, visto que possibilita possíveis alterações nas janelas para favorecer melhor fluxo de ar interno.

Em contrapartida, essa proposta de habitação é otimizada do ponto de vista hidráulico, visto que concentra os ambientes servidos por água em uma pequena região. Contudo, esse fator proporciona irrelevante redução de custos com tubulação, principalmente se comparada à perda de conforto na casa. A Figura 23 ilustra a planta baixa dessa HIS.

Figura 23 - Projeto de HIS: Casa 2



Fonte: Secretaria Municipal de Habitação (Prefeitura de Goiânia, 2021)

4.1.1.3 Casa 3

O terceiro modelo de HIS apresentado foi nomeado de Casa 3. Trata-se de uma casa com 40,80 m² construídos, que contém 2 quartos, 1 banheiro social, sala de estar, cozinha, e área de serviço, que fica do lado externo da casa, na projeção da cobertura do telhado.

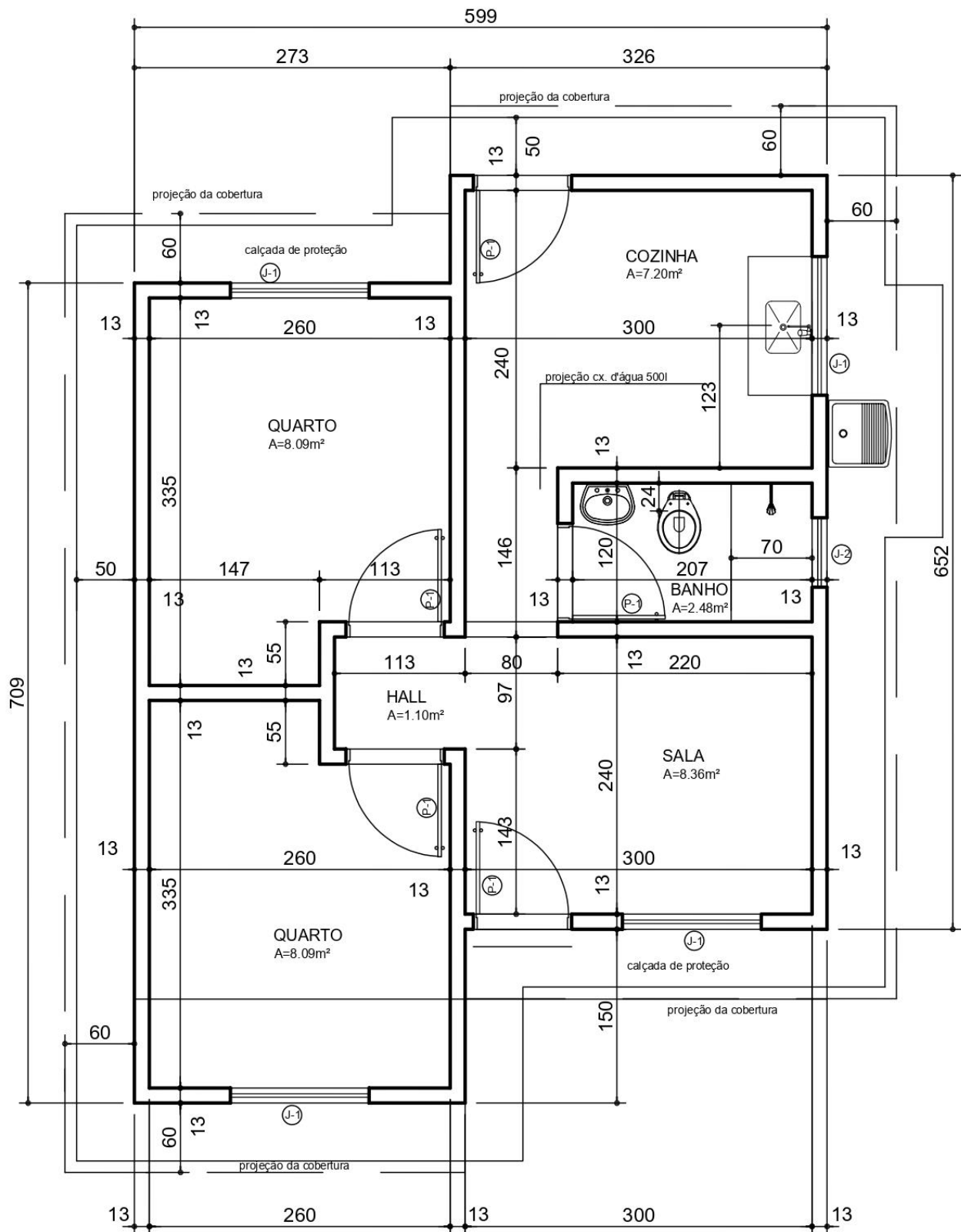
Nessa opção de habitação, o posicionamento dos ambientes na casa não é o mais adequado, uma vez que a parte íntima (quartos) é separada da área social (sala e cozinha), mas também do banheiro.

Assim, supondo que os moradores dessa casa estejam em seus quartos (área íntima), eles precisariam entrar na área social (entre a sala e a cozinha) para terem acesso ao banheiro, fato esse que trás desconforto aos residentes da habitação, pela perda-se parte da privacidade. Com isso, o tripé arquitetônico: forma, função e tecnologia não é atendido.

No que diz respeito as aberturas para ventilação, o projeto é flexível, visto que possibilita possíveis alterações nas janelas para favorecer melhor fluxo de ar interno.

Em contrapartida, esse projeto é otimizado do ponto de vista hidráulico, visto que concentra os ambientes servidos por água em uma pequena região. Contudo, esse fator proporciona irrelevante redução de custos com tubulação, principalmente se comparada à perda de conforto. A Figura 24 ilustra a planta baixa dessa HIS.

Figura 24 - Projeto de HIS: Casa 3



Fonte: Secretaria Municipal de Habitação (Prefeitura de Goiânia, 2021)

4.2 A ESCOLHA DO PROJETO MODELO

4.2.1 Justificativa da escolha do projeto

Diante dos 3 projetos de HIS apresentados, observa-se as semelhanças entre eles, devido a padronização que existe na concepção desse tipo de habitação, conforme já explicado na revisão bibliográfica. Dessa forma, para a escolha do projeto modelo, foram analisados os critérios expostos no capítulo anterior.

A seguir, serão apresentadas as justificativas para a escolha do projeto da Casa 1 para esse estudo:

- No que diz respeito ao formato estético da casa, atende ao critério arquitetônico da forma, pois sua volumetria apresenta melhor aspecto visual, visto que as paredes do banheiro saem do volume geral da habitação, quebram a forma de retângulo e proporcionam maior dinâmica para a moradia. Dessa forma, é proporcionado um maior conforto ao morador.
- Em relação à disposição dos ambientes internos, essa proposta de HIS é a que melhor atende ao critério de função arquitetônica, pois a parte íntima (quartos) é separada da área social (sala e cozinha). Além disso, o banheiro interage com ambos ambientes, não tirando a privacidade da parte íntima, nem o fácil acesso pela área social. Esse fato proporciona maior conforto aos moradores. Além disso, nessa casa, a projeção da cobertura protege totalmente a área de serviço e quem for utilizá-la.
- No que tange ao processo construtivo, o material a ser usado na cobertura será analisado no tópico de adequações no projeto. Nesse critério, todos projetos apresentam a possibilidade de alterações da proposta inicial, apesar de serem do mesmo material (telha plan cerâmica). Além disso, há a possibilidade de alterar as quedas d'água do telhado serão avaliadas, com o objetivo de eleger a proposta que favoreça o fluxo hidráulico durante as chuvas.
- Quanto às aberturas para ventilação, essa opção de projeto é flexível, visto que possibilita possíveis alterações nas janelas para favorecer melhor

fluxo de ar interno. Assim, serão feitas sugestões de melhorias para as aberturas. Ressalta-se que, mesmo com propostas de adequações, esse modelo de moradia apresenta melhor aspecto no critério de tecnologia arquitetônica.

4.3 ADEQUAÇÕES NO PROJETO

A etapa seguinte após a seleção do projeto da Casa 1 para esse estudo, é propor melhorias e adequações, para alcançar os objetivos estabelecidos.

4.3.1 Aberturas para ventilação

O uso da estratégia da ventilação é de primordial importância em habitações, principalmente em regiões com clima quente. Segundo Lima, Silva e Ribeiro (2021), essa é uma das principais estratégias passivas de conforto térmico, ou seja, tecnologias que levam em conta as condições climáticas locais para atingir os níveis desejados de conforto e eficiência energética.

Assim, para favorecer o fluxo de ar interno na moradia, adotou-se as recomendações da NBR 15220-3 (ABNT, 2003) para a Zona bioclimática 6, na qual a cidade de Goiânia está inserida. Nela, a orientação é ter uma abertura efetiva para ventilação em percentagem da área de piso em ambientes de longa permanência.

Na cidade em estudo, recomenda-se uma abertura para ventilação entre 15 a 25% da área do ambiente. Assim, optou-se por seguir com a porcentagem de 20% como área mínima de ventilação. Em seguida, elaborou-se a Tabela 6, para verificar se as janelas originais do projeto atendem esse requisito.

Tabela 6 - Aberturas da Casa 1

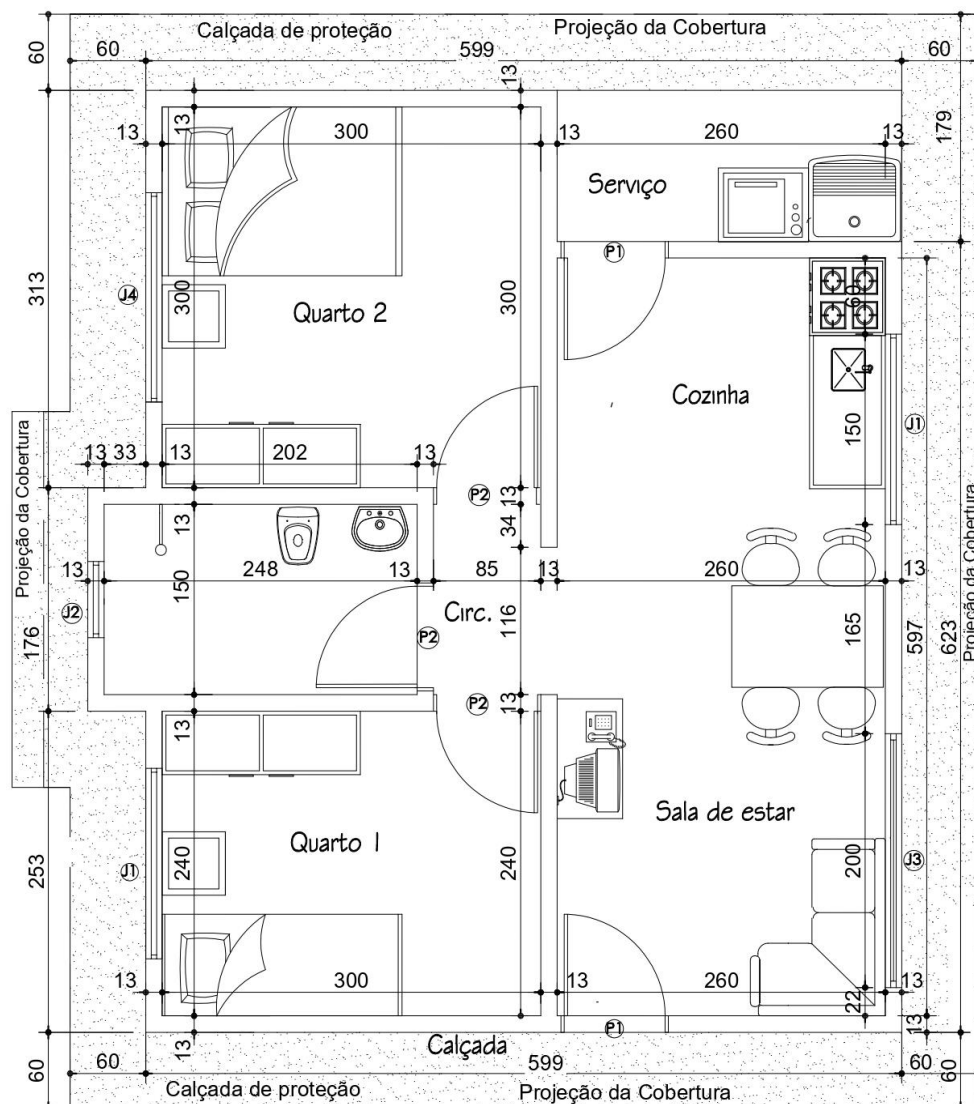
Ambiente	Área do ambiente (m ²)	Área da janela (m ²)	Área mínima - 20% (m ²)	Status
Quarto 1	7,20	1,50	1,44	Conforme
Quarto 2	9,00	1,50	1,80	Não conforme
Sala	9,10	2,00	1,82	Conforme
Cozinha	6,50	1,50	1,30	Conforme

Fonte: Autor (2021)

Após análise da tabela elaborada, conclui-se que a janela do quarto 2 não atende o requisito de área mínima para ventilação proposta. Dessa forma, optou-se por aumentar as dimensões dessa janela para 1,65 metro de largura por 1,10 metro de altura, mantendo a especificação original de projeto: janela em veneziana com vidro de correr, e 1,10 metro de peitoril. São insignificantes os custos gerados pela alteração proposta, visto que o acréscimo em vidro é compensado pela redução na alvenaria, reboco e pintura eliminadas.

Além disso, será proposta uma alteração no posicionamento das janelas. A janela do quarto 1 sairá da fachada frontal e irá para a fachada lateral, de forma que ambos quartos da residência terão suas aberturas de ventilação voltadas para o mesmo lado. A Figura 25 ilustra a planta baixa da Casa 1 com essas mudanças.

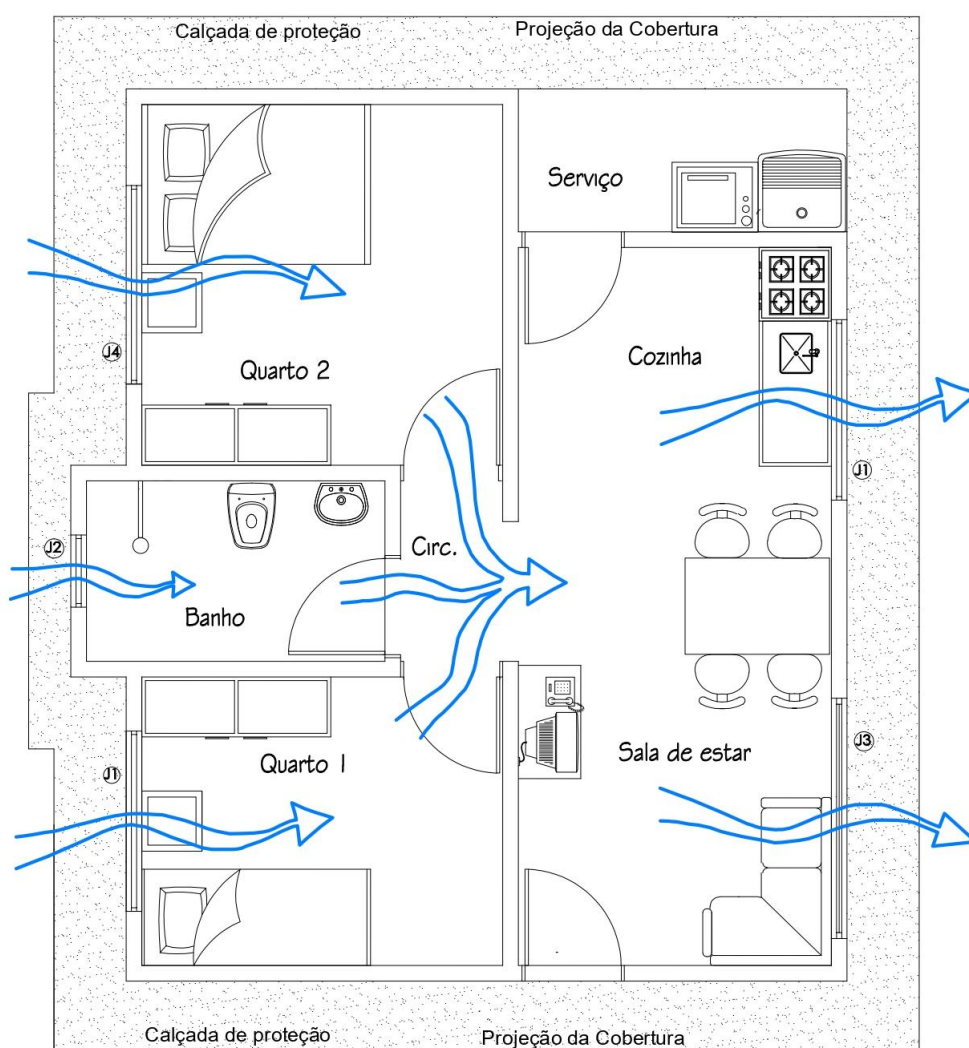
Figura 25 - Planta baixa da Casa 1 com alterações nas janelas



Fonte: Adaptado pelo autor (2021)

Com essas alterações desenvolvidas, o fluxo de ar interno na casa será favorecido, e conseqüentemente, seu conforto térmico. Assim, a Figura 26 ilustra a nova circulação de ar na residência.

Figura 26 - Ventilação



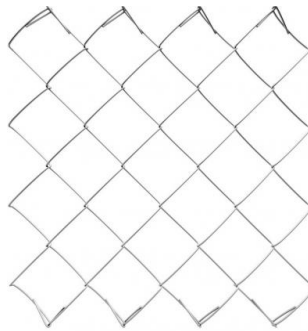
Fonte: Autor (2021)

4.3.2 Sombreamento natural

O uso do sombreamento é um método fundamental para redução dos ganhos solares através do envelopamento da edificação. Trata-se de uma estratégia passiva de conforto térmico pois, uma proteção solar bem projetada evita ganhos solares nos períodos mais quentes, do dia e do ano, sem obstruí-los no inverno e sem prejudicar a iluminação natural através das aberturas.

Em relação a esse critério, a NBR 15220-3 (ABNT, 2003) recomenda o uso de sombreamento nas aberturas de ventilação para a Zona Bioclimática 6. Assim, diante do padrão de moradia estudada, propõe-se uma solução alternativa, para promover esse sombreamento: o uso de planta trepadeira, apoiada em tela de alambrado galvanizada, nas duas laterais da casa. A estrutura de apoio da planta será fixada em dois locais: no solo, a 1,20 metro da parede, e no beiral do telhado. Dessa forma, quando a planta crescer pela tela, teremos um sombreamento natural nos quartos, sala de estar e cozinha. A Figura 27 ilustra a tela, fabricada em rolo de 20 x 1,80 metros, na malha de 7,6 cm e fio de 2,10 mm. Já a Figura 28 exemplifica uma residência com essa proposta.

Figura 27 - Tela galvanizada



Fonte: Casa das cercas (2021)

Figura 28 - Sombreamento natural com planta trepadeira



Fonte: Viva Decora Blog (2021)

O objetivo dessa solução é promover o sombreamento das aberturas, mas não impedir a passagem de luz e ventilação para o interior da moradia. Para isso, salienta-se o uso de plantas trepadeiras de pouca densidade.

Uma segunda opção para o sombreamento das aberturas, será apresentada como sugestão, pode substituir a planta trepadeira com suporte metálico. Trata-se de de uma proteção externa para as janelas, em tubos de PVC. Sua função é dificultar a passagem dos raios solares para o interior da casa. Para isso, os tubos serão cortados pela metade ao longo de sua extensão, para colocação de solo, no qual serão plantadas pequenas plantas trepadeiras, que irão proteger o interior do domicílio, amenizando a temperatura interna.

A Figura 29 ilustra um protetor sugerido, porém em outro material e sem o uso vegetal para sombrear.

Figura 29 - Protetor solar para janelas



Fonte: PROJETEEE (2021)

4.3.3 Resfriamento evaporativo direto

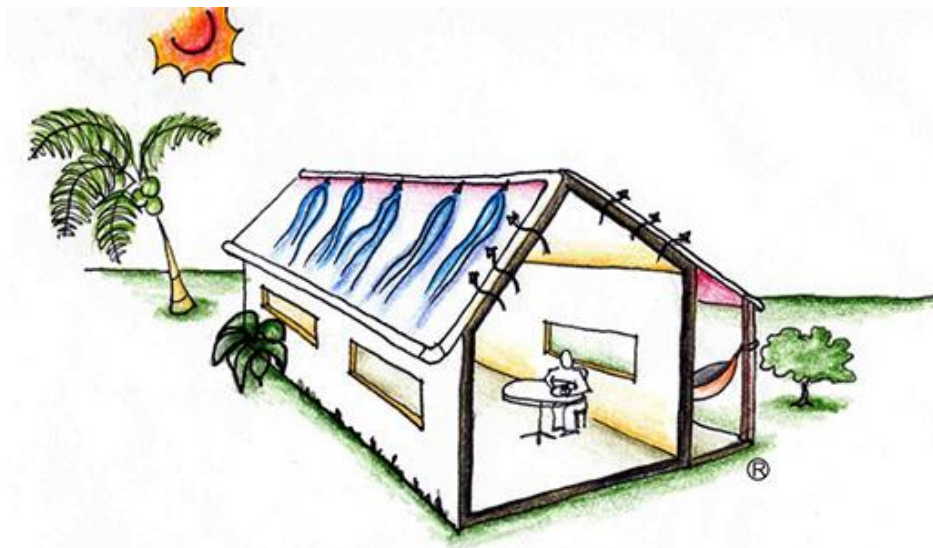
O resfriamento evaporativo é um dos mais antigos e mais eficientes métodos de se refrigerar de forma passiva uma edificação em climas secos. Essa estratégia fundamenta-se no processo de evaporação da água que retira calor do ambiente ou do material sobre o qual a evaporação acontece.

Para o projeto estudado, projetou-se um método de aspersão de água no telhado na habitação, com registro manual. Dessa forma, quando os moradores quiserem aliviar o calor, basta abrir o registro que ficará na área de serviço (sua localização otimiza o projeto de hidráulica, sem aumento de tubulações).

Ao usar esse sistema, acontecerá o processo de evaporação da água ao ter contato com a superfície quente do telhado, que irá evaporar, levando consigo o calor da cobertura.

Para isso, será usado tubo marrom de PVC, que alimentará aspersores no telhado da residência. Os aspersores de jardim foram indicados para esse projeto com o objetivo de reduzir custos com consumo de água, uma vez o volume hídrico liberado é pequeno. A Figura 30 ilustra esse sistema.

Figura 30 - Resfriamento evaporativo direto: aspersores de água na cobertura



Fonte: PROJETEEE (2021)

O custo estimado para implementar essa estratégia é de R\$ 543,08 considerando material e mão de obra profissional para execução do serviço.

4.3.4 Cobertura verde

O uso da cobertura verde em telhados de edificações é uma estratégia passiva de conforto térmico, que usa a vegetação para interceptar a maior parte da radiação recebida. Além disso, em uma cobertura bem irrigada, ocorre uma dissipação de calor através do fenômeno de resfriamento evaporativo.

Entretanto, para implementar essa solução em uma residência, há um elevado custo, visto que é preciso construir uma estrutura para suportar toda a carga adicional na cobertura, devido ao peso próprio do jardim. Ademais, também é preciso fazer a impermeabilização da laje, para evitar infiltrações na habitação. Assim, para a casa em estudo, estimou-se o custo adicional de R\$ 9.548,98 para adotar tal tecnologia.

Visto isso, essa estratégia torna-se inviável para execução em uma moradia com o padrão de uma HIS. Diante disso, outras soluções serão adotadas para compensar a ausência dessa.

4.3.5 Paredes verdes

O uso de jardins verticais em paredes internas e externas influenciam o desempenho da temperatura interna das edificações. A eficácia dessa estratégia passiva de conforto térmico depende de variáveis como o tipo de vegetação, densidade de folhagem, composição do substrato. Entretanto, ressalta-se que o custo de implantação desse tipo de jardim é maior, a depender das espécies selecionadas e estrutura de apoio.

Assim, para a HIS estudada, essa solução foi adaptada para o uso da planta trepadeira já citada (que ameniza a temperatura, devido ao resfriamento evaporativo, e sombrea a residência). Dessa forma, a proposta desse estudo é eleger alternativas que alcancem os objetivos estabelecidos, sem elevar demasiadamente os custos da construção.

4.3.6 Inércia térmica

De acordo com o *site* PROJETEEE (2020), inércia térmica é a tendência do material de resistir a mudanças de temperatura. Um material de elevada inércia térmica apresenta uma maior dificuldade em alterar a temperatura. Dessa forma, para usar essa estratégia na cidade de Goiânia, inserida na Zona Bioclimática 6, a NBR 15220-3 (ABNT, 2003) recomenda o uso de paredes pesadas, ou seja, paredes com alvenaria dupla.

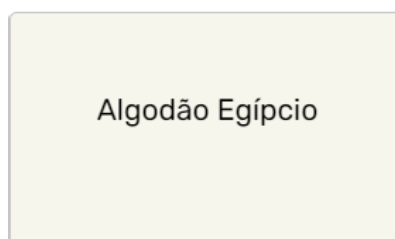
Para implementar essa solução, estimpu-se o custo adicional de R\$ 9.893,14. Entretanto, devido as limitações com o orçamento das HIS, a execução dessa proposta torna-se inviável, visto que aumenta significativamente o consumo de materiais e mão de obra para execução. Assim, essa alternativa fica como sugestão para projetos localizados em zonas quentes, que não tenham limitações orçamentárias em busca de um condicionamento térmico passivo para a edificação.

4.3.7 Uso de cores claras

Conforme visto no capítulo 2, o desempenho térmico da moradia pode ser significativamente influenciado pela cor da superfície externa, visto que ela está diretamente relacionada a quantidade de radiação solar absorvida. Dessa forma, a proposta é usar cores claras na casa modelo, para favorecer seu desempenho térmico. Para isso, consultou-se catálogos de fabricantes de tintas, com o objetivo de obter especificações do produto e a média de preços praticada pelo mercado.

Assim, definiu-se que a tinta a ser usada nas fachadas externas da habitação é uma tinta acrílica fosco, na cor algodão egípcio (Figura 31).

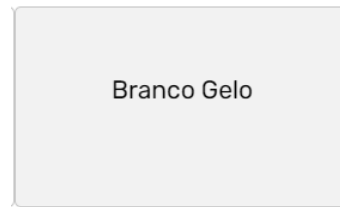
Figura 31 - Cor Algodão Egípcio



Fonte: Catálogo de fabricante de tintas (2021)

Já para a pintura interna, indicou-se o uso da tinta látex PVA fosco, na cor branco gelo, linha econômica (Figura 32).

Figura 32 - Cor Branco Gelo



Fonte: Catálogo de fabricante de tintas (2021)

Salienta-se que as cores indicadas são sugestões. Podem ser usadas outras, desde que com tonalidades mais claras. Para conjuntos habitacionais, é recomendado que as casas tenham alternância entre si, com 3 ou mais cores, de forma que evitem a monotonia.

4.4 O PROJETO ARQUITETÔNICO DA HIS

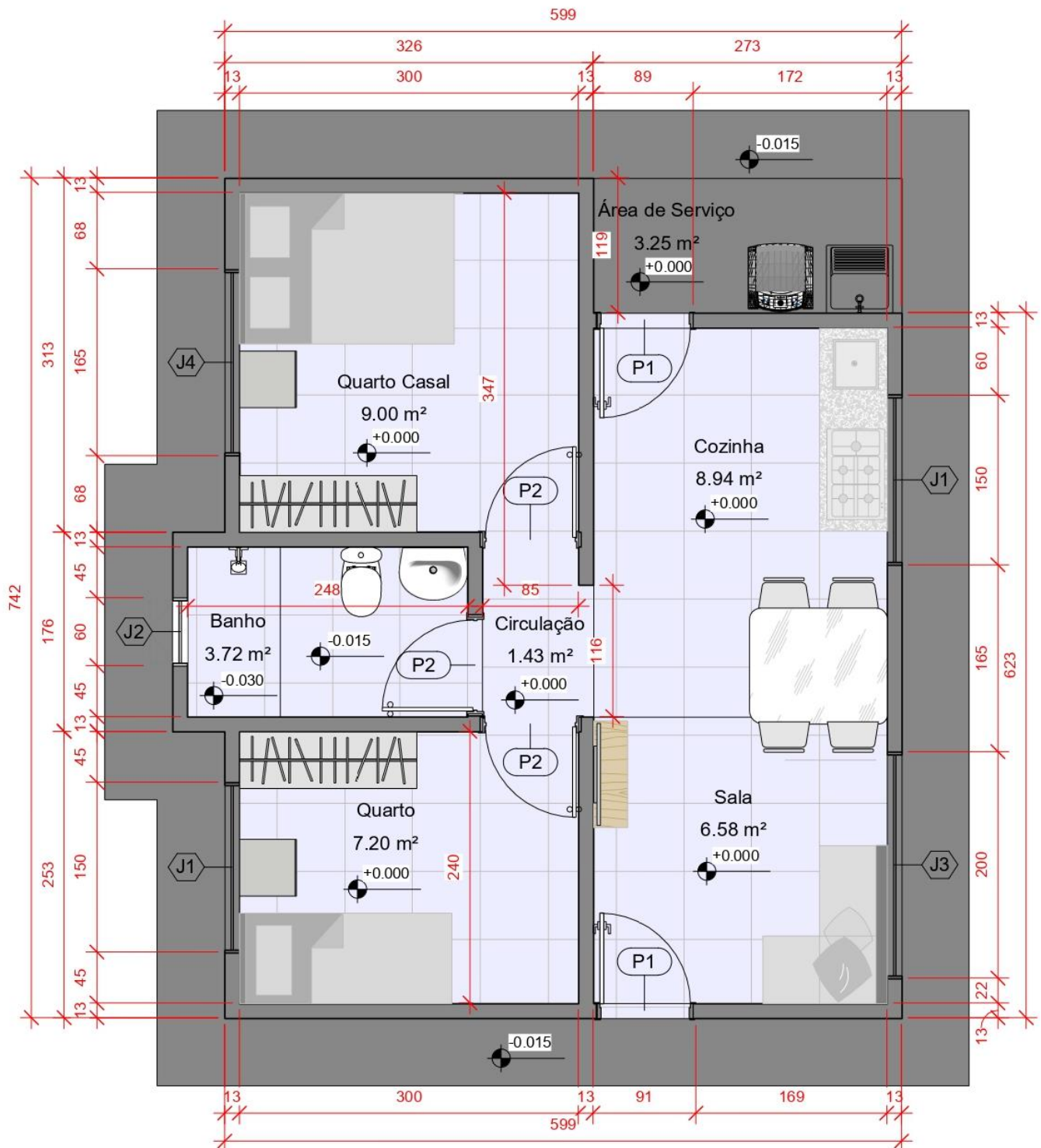
O projeto arquitetônico da Casa 1 foi modificado, em busca de soluções que proporcionem melhor condicionamento térmico para seus moradores. Entretanto, não se alteraram a disposição da alvenaria da habitação.

Assim, manteve-se a área construída de 45,25 m², que inclui a área de serviço externa.

Já a área útil da edificação é de 40,45 m², distribuída em seis ambientes, de acordo com a planta baixa, gerada pelo *software* Revit ® 2019 (Figura 33).

A disposição dos móveis é uma sugestão de layout, que pode ser modificada pelos futuros residentes.

Figura 33 - Planta baixa da HIS



Fonte: Autor (2021)

A seguir, são apresentadas vistas isométricas da casa, que ilustram as principais alterações propostas para a edificação, conforme Figuras 34 e 35.

Figura 34 - Vista isométrica frontal



Fonte: Autor (2021)

Figura 35 - Vista isométrica posterior



Fonte: Autor (2021)

4.5 CARACTERÍSTICAS CONSTRUTIVAS

A seguir, foram caracterizadas as etapas construtivas do novo projeto de HIS.

4.5.1 Serviços preliminares

Nessa etapa, é realizado o serviço de limpeza do terreno, retirando os materiais que irão obstruir os trabalhos na construção. Por se tratar de uma HIS que pode ser executada em diversas localizações, a recomendação é apenas de realizar uma boa limpeza da área, para garantir o andamento das próximas etapas.

Além disso, é necessária a instalação da placa de obra, com a identificação da edificação a ser construída.

4.5.2 Fundação

Por se tratar de um projeto de HIS, que será replicado inúmeras vezes, em diversas localidades, não foi feito um estudo do solo em que a casa será apoiada. Contudo, ressalta-se a importância do estudo geotécnico do solo para o correto dimensionamento da fundação ao projetar a moradia.

Para fins desse trabalho, a resistência superficial do solo será considerada boa, haja visto que edificações térreas transmitem pequenas cargas para a fundação. Assim, idealizou-se a estrutura de fundação da casa em sapatas, devido a praticidade de sua execução, além de serem usualmente empregadas em construções residenciais.

Como não há o projeto de fundações, estimou-se as dimensões e taxas de armadura para as sapatas, de forma que elas pudessem ser orçadas, e representassem a realidade de uma moradia com o padrão estudado.

Para evitar problemas futuros com infiltrações, a viga baldrame será impermeabilizada com emulsão asfáltica.

4.5.3 Estrutura

O sistema estrutural adotado para a HIS, assim como para a fundação, foi o de concreto armado, amplamente usado na construção civil brasileira. Trata-se uma

uma solução adequada para a edificação a ser construída, devido a facilidade de execução.

Devido ao fato da casa não ter projeto estrutural originalmente, para fins de orçamentação, estimou-se a locação e dimensões de pilares e vigas, bem como suas respectivas taxas de armadura.

4.5.4 Alvenaria

A alvenaria da habitação será feita com uso de blocos cerâmicos, com dimensões de 9x19x19cm e espessura de 9 cm, assentados com os furos na posição horizontal.

Nas aberturas de portas e janelas, serão colocadas vergas e contravergas, pré moldadas, para evitar o surgimento de fissuras nas diagonais dos vãos.

4.5.5 Instalações elétricas e hidrossanitárias

Assim como no caso da fundação e estrutura, não foi elaborado projeto para as instalações hidrossanitárias e elétricas. Contudo, para que o valor estimado da casa reflita a realidade, esse item precisa ser estimado no orçamento.

Dessa forma, utilizou-se os projetos do trabalho de Moraes (2018), referente a uma construção padrão do PMCMV, com área e configuração similar à desenvolvida nessa pesquisa. Assim, foram feitas adaptações do levantamento do trabalho supracitado, de acordo com a realidade da habitação estudada.

4.5.6 Cobertura

O sistema de cobertura da HIS terá telhado em duas águas, com quedas para as laterais. Será usada telha cerâmica tipo plan. Ao longo da cumeeira, será instalado o sistema proposto de aspersão de água. Na área de serviço, haverá um registro, para controle do uso de água.

O forro adotado para a edificação foi de placa de gesso, que apresenta um desempenho térmico levemente superior ao de PVC (usado no projeto original), além de ter um custo menor.

4.5.7 Revestimentos de piso e parede

As paredes internas e externas serão rebocadas com argamassa. Nas áreas molháveis (parede da cozinha com bancada e área de serviço) será usado azulejo, até a altura de 150 cm. O banheiro terá azulejo em toda a parede.

Em relação ao piso interno, será executado contrapiso de regularização, e assentado revestimento cerâmico esmaltado da classe PEI 3, em conjunto com rodapé cerâmico de 7 cm de altura.

Em torno da casa, haverá uma calçada de concreto, com 60 cm de largura, em relação as paredes.

4.5.8 Esquadrias

Foram adotados 4 tipos de janelas no projeto. Para os quartos, sala de estar e cozinha, foram escolhidas janelas em veneziana de alumínio com vidro. Já no banheiro, a janela é do tipo maxim-ar com uma folha de vidro, com dimensões de 60 x 60 cm.

O Quadro 5 apresenta as especificações das janelas usadas.

Quadro 5 - Esquadrias: janelas

Janelas					
Ambiente	Dimensões			Material	Tipo
	Largura (cm)	Altura (cm)	Peitoril (cm)		
Sala de estar	200	100	110	alumínio	veneziana com vidro - correr
Cozinha	150	100	110	alumínio	veneziana com vidro - correr
Quarto 1	150	100	110	alumínio	veneziana com vidro - correr
Quarto 2	165	110	110	alumínio	veneziana com vidro - correr
Banheiro	60	60	150	alumínio	maxim-ar

Fonte: Autor (2021)

A proposta conta com duas portas externas, a da entrada principal de abrir em alumínio com vidro, dimensões 80 x 210 cm e a da entrada de serviço também

de abrir, com as mesmas dimensões, do tipo veneziana de alumínio. Já as portas internas são todas do tipo de abrir de madeira, com dimensões 80 x 210 cm.

O Quadro 6 apresenta as especificações das portas usadas.

Quadro 6 - Esquadrias: portas

Portas				
Ambiente	Dimensões		Material	Tipo
	Largura (cm)	Altura (cm)		
Entrada - Sala de estar	80	210	alumínio	veneziana com vidro - abrir
Entrada - Cozinha	80	210	alumínio	veneziana - abrir
Quarto 1	80	210	madeira	abrir
Quarto 2	80	210	madeira	abrir
Banheiro	80	210	madeira	abrir

Fonte: Autor (2021)

4.5.9 Pintura

Conforme explicado no tópicos das melhorias propostas, foi proposto alteração na cor da pintura interna e externa. Para as paredes internas, será usada a tinta látex PVA fosco, na cor branco gelo, linha econômica. Já para as paredes externas, tinta acrílica fosco, na cor algodão egípcio. Assim, a edificação irá absorver pouca radiação solar, proporcionando melhor desempenho térmico.

4.5.10 Itens gerais

A respeito da estratégia passiva de sombreamento com o uso de vegetação, na entrega da casa aos moradores, a planta trepadeira deverá estar plantada e em fase de crescimento, de forma que os residentes cuidem apenas de podas periódicas.

Em relação ao sistema de aspersão de água na cobertura, haverá um registro de esfera, localizado na área de serviço, para controle do uso hídrico.

4.6 ANÁLISE DO ORÇAMENTO

O projeto original da Casa 1 foi orçado, de acordo com as características construtivas da habitação. Em seguida, estimou-se os custos para execução das propostas elaboradas. Dessa forma, o levantamento orçamentário foi o parâmetro para a análise de viabilidade de implementação das estratégias desenvolvidas nesse trabalho.

4.6.1 Orçamento da Casa 1

Para a elaboração do orçamento, usou-se as referências de custos do Sistema Nacional de Preços e Índices para a Construção Civil – SINAPI para o estado de Goiás, do mês de janeiro de 2021. É importante frisar que foram usados os parâmetros de custos onerados, conforme é a realidade tributária de uma construtora de obras públicas, como as de conjuntos habitacionais.

O orçamento analítico da HIS, que apresenta todos os serviços previstos para a construção, encontra-se no Anexo 3. A tabela 7 sintetiza os valores estimados em cada etapa e a porcentagem que eles representam do montante total.

Tabela 7 - Orçamento sintético da Casa 1

Etapa	Preço	%
Serviços preliminares	R\$ 511,00	0,72%
Fundação	R\$ 6.976,29	9,78%
Estrutura	R\$ 12.350,30	17,31%
Alvenaria	R\$ 10.003,99	14,02%
Instalações hidrossanitárias	R\$ 4.838,56	6,78%
Instalações elétricas	R\$ 4.084,17	5,73%
Cobertura	R\$ 8.475,94	11,88%
Revestimento de parede	R\$ 6.579,12	9,22%
Pavimentações / Revestimento de piso	R\$ 4.559,32	6,39%
Esquadrias	R\$ 4.538,42	6,36%
Pintura	R\$ 8.247,49	11,56%
Diversos	R\$ 171,65	0,24%
Total	R\$ 71.336,25	100%

Fonte: Autor (2021)

Ressalta-se que o valor total obtido nesse orçamento não considerou os Benefícios e Despesas Indiretas – BDI para a construtora, visto que esse índice é determinado pela empresa e composto pelos custos indiretos e lucro da companhia.

Diante dessa situação, um segundo orçamento foi elaborado, usando o método proposto pelo Sindicato da Indústria da Construção no Estado de Goiás – SINDUSCON GO, que define o Custo Unitário Básico – CUB para unidade de área construída, de acordo com as características da edificação.

Salienta-se que o CUB é obtido pelo cálculo da área construída do imóvel, não considerando despesas relacionadas com fundações e custos indiretos da construção (BDI), entre outros itens.

Assim, de acordo com as referências de janeiro de 2021 para o estado de Goiás, o CUB para projetos de interesse social é de R\$ 1.006,46/m².

Para fins de comparação entre ambos orçamentos obtidos, desenvolveu-se a Tabela 8.

Tabela 8 - Comparação de orçamentos

Área construída	Orçamento pelo CUB	Orçamento pelo SINAPI
45,25 m²	R\$ 45.542,32	R\$ 71.336,25

Fonte: Autor (2021)

Comparando-se os valores, o método pelo SINAPI apresenta um custo 56,6% maior que pelo CUB. Essa discrepância pode ser atribuída aos fatores já apresentados, de acordo com as considerações de cada técnica orçamentária.

Portanto, definiu-se que a proposta do SINAPI será a referência para esse trabalho, por melhor representar a realidade do contexto estudado.

4.6.2 Orçamento das melhorias propostas

A seguir, a Tabela 9 apresenta as estimativas de custos das melhorias propostas para a HIS.

Tabela 9 - Orçamento das melhorias propostas

Melhoria proposta	Preço	%
Aberturas para ventilação	R\$ -	0,00%
Sombreamento natural	R\$ 1.627,05	74,97%
Resfriamento evaporativo direto	R\$ 543,08	25,03%
Uso de cores claras	R\$ -	0,00%
Total	R\$ 2.170,13	100%

Fonte: Autor (2021)

Em relação as aberturas para ventilação, houveram duas alterações, sendo uma apenas de posicionamento de janela, e outra nas dimensões da abertura. Ao analisar os custos dessa modificação, constatou-se que essas adequações não afetam o orçamento de execução. O valor do aumento por conta das medidas das esquadrias é compensado pela redução em alvenaria, reboco e pintura.

Quanto ao uso das cores claras, o projeto original não especifica nenhum detalhe sobre o material a ser usado. Assim, entende-se que essa sugestão não influencia no orçamento. Para certificar isso, foi consultada a composição de custos do serviço de pintura usado no orçamento, para averiguar o preço do litro da tinta. Em seguida, comparou-se com o preço de mercado do material. Apesar do valor da tinta proposta ser mais barata, há de se considerar que o SINAPI não especifica o padrão a ser usado nesse serviço. Portanto, para fins de orçamento, essa melhoria não gerou impactos nos custos.

4.6.3 Análise de viabilidade

Após comparação do custo total para execução da Casa 1, conforme o projeto original, com a proposta elaborada nessa pesquisa, certificou-se que há um aumento percentual de 3,04%. Ao considerar os inúmeros benefícios que melhores condições de conforto térmico proporcionam aos moradores, concluiu-se que os gastos adicionais são justificados. Salienta-se que, na atual conjuntura da indústria da construção civil, que visa a redução de gastos, em detrimento do bem-estar dos usuários, há de se considerar a questão social dessa importante atividade econômica. Assim, cabe ao governo incluir tais soluções em novos projetos de HIS.

5 CONCLUSÃO

Neste último capítulo são apresentadas as conclusões do trabalho, divididas em: considerações finais, limitações da pesquisa e sugestões para futuras pesquisas.

5.1 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Como visto, o presente trabalho selecionou um projeto modelo de HIS para propor melhorias em relação ao conforto térmico, de acordo com as pesquisas desenvolvidas na revisão bibliográfica. Além disso, foi apresentada a necessidade pela busca por tecnologias arquitetônicas que proporcionem um melhor desempenho térmico para a habitação.

Em seguida, analisou-se a viabilidade de incorporação das soluções no projeto. Para tanto, utilizou-se da casa modelo para elaborar o orçamento construtivo. Assim, o custo obtido foi o parâmetro de análise executiva das propostas. Conclui-se que, ao considerar os inúmeros benefícios que melhores condições de conforto térmico proporcionam aos moradores, o aumento percentual de 3,04% com gastos executivos manifesta-se viável.

Por outro lado, a atual conjuntura da indústria da construção civil visa a redução de gastos em detrimento do bem-estar dos usuários. Entretanto, há de se considerar a questão social dessa importante atividade econômica. Salienta-se que o uso de tais tecnologias em projetos sociais podem proporcionar a redução de custos, visto que a construção em série torna a execução mais acessível. Portanto, cabe ao governo incluir tais soluções em novos projetos de HIS.

5.2 LIMITAÇÕES DA PESQUISA

Diante das limitações orçamentárias do programa habitacional PMCMV, não foi possível propor tantas alterações, visto que algumas delas possuem elevado custo executivo, como são os casos da cobertura verde e da parede dupla de tijolos (inércia térmica). Contudo, aquelas que foram propostas, podem contribuir para propiciar melhor conforto ao morador.

Considerando o presente cenário de pandemia mundial, devido à COVID-19, medidas preventivas foram tomadas, de forma que a sociedade precisou ficar em isolamento social em suas residências. Com isso, as pessoas sentiram a necessidade de ter uma moradia com condições mínimas de conforto, visto que o lar das famílias tornou-se o local de morada, trabalho e lazer. Em suma, há de se pensar na função social das habitações de programas habitacionais que, por vezes, visam a redução de gastos, em detrimento do bem-estar dos usuários.

Ademais, a atual circunstância pandêmica restringiu a realização de pesquisas em bibliotecas físicas de outros centros universitários. Com efeito, os estudos bibliográficos limitaram-se a pesquisas virtuais em plataformas acadêmicas. Todavia, foi possível a realização dessas atividades, uma vez que inúmeros trabalhos acadêmicos estão disponíveis no meio digital.

Por fim, os levantamentos de preços para o orçamento das soluções propostas também foram realizados de forma virtual, por meio de visitas a *sites* de fornecedores de insumos para a construção civil. No entanto, houve facilidade para encontrar preços dos materiais de construção, pois muitas as lojas aderiram o sistema de vendas *on-line*, possibilitando consultas orçamentárias.

5.3 SUGESTÕES PARA FUTURAS PESQUISAS

Como sugestão para futuras pesquisas, pode-se citar a realização de estudos para implementação da HIS em um contexto urbanístico, inserida um conjunto habitacional. Dessa forma, analisar o posicionamento das moradias em relação as coordenadas geográficas, em busca de um modelo de loteamento que reduza a incidência solar no interior da residência.

Além disso, pode ser desenvolvido um estudo quantitativo que analise a contribuição que as melhorias propostas no trabalho oferece aos moradores da moradia.

Por fim, elaborar novos projetos de habitação social que já incluam o uso de tecnologias de conforto térmico em sua concepção, e analisar se assim é possível o uso de mais soluções.

6 REFERÊNCIAS

ABIKO, A. K. **Introdução à gestão habitacional**. Texto técnico. Escola Politécnica da USP. Departamento de Engenharia de Construção Civil, São Paulo, 1995.

ALMEIDA, I. F. G. **Desigualdades e políticas públicas de habitação no Brasil**. Dissertação de Mestrado. Faculdade de Ciências Econômicas da Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2011.

ALMEIDA, H. S. **Análise do conforto térmico de edifícios utilizando as abordagens analítica e adaptativa**. Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil, Instituto Superior Técnico – Universidade de Lisboa. Lisboa, 2010.

ARANTES, B. **Conforto térmico em habitações de interesse social – Um estudo de caso**. Dissertação de Mestrado – Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Engenharia, Bauru, 2012.

ARQUIDICAS. **Jardim vertical – aprenda como fazer, dicas e fotos**. Equipe Arquidicas. Disponível em: < <https://www.arquidicas.com.br/jardim-vertical/>>. Acesso em: 21/02/2021.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Desempenho térmico de edificações**. NBR 15220. Rio de Janeiro, ABNT, 2003.

BRASIL. **Lei Federal nº 11.977, de 7 de julho de 2009**. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, DF. Data da publicação: 08/07/2009.

_____. Ministério do Desenvolvimento Regional. **Programa Minha Casa, Minha Vida**. Brasília, DF, 06 de agosto de 2020. Disponível em: <<https://www.gov.br/mdr/pt-br/assuntos/habitacao/minha-casa-minha-vida/programa-minha-casa-minha-vida-mcmv>>. Acesso em: 20/09/2020.

BANCO DO BRASIL – BB. **Programa Nacional de Habitação Rural (PNHR)**. Disponível em: <[https://www.bb.com.br/pbb/pagina-inicial/voce/produtos-e-servicos/financiamentos/financiar-imoveis/programa-nacional-de-habitacao-rural-\(pnhr\)#/](https://www.bb.com.br/pbb/pagina-inicial/voce/produtos-e-servicos/financiamentos/financiar-imoveis/programa-nacional-de-habitacao-rural-(pnhr)#/)>. Acesso em: 20/09/2020.

BITTENCOURT, L. e CÂNDIDO, C. **Ventilação natural em edificações**. PROCEL Edifica. Trabalho elaborado no âmbito do convênio ECV033/04 realizado entre ELETROBRÁS, PROCEL e a UFAL. Rio de Janeiro, 2010.

BONDUKI, N. **Os pioneiros da habitação social – cem anos de política pública no Brasil**. São Paulo: Editora Unesp, 2014. v. 1.

BUONFIGLIO, L. V. **Habitação de Interesse Social**. Artigo científico – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2018.

CAIXA ECONÔMICA FEDERAL - CEF. **MINHA CASA, MINHA VIDA – HABITAÇÃO URBANA**. Disponível em: <<https://www.caixa.gov.br/voce/habitacao/minha-casa-minha-vida/urbana/Paginas/default.aspx>>. Acesso em: 20/09/2020.

_____. **O que é o Programa Minha Casa Minha Vida - Recursos FAR**. Disponível em: <<https://www.caixa.gov.br/poder-publico/programas-uniao/habitacao/minha-casa-minha-vida/Paginas/default.aspx>>. Acesso em: 20/09/2020.

CENTRO DE PESQUISA E FORMAÇÃO. **Vilas operárias: o domínio da fábrica na paisagem urbana de São Paulo**. SESC SÃO PAULO. Percursos Urbanos. Uma abordagem sobre a História das Vilas Operárias da cidade de São Paulo. Data: 27 de fevereiro de 2018 à 03 de março de 2018. Disponível em: <<https://centrodepesquisaeformacao.sescsp.org.br/atividade/vilas-operarias-o-dominio-da-fabrica-na-paisagem-urbana-de-sao-paulo>>. Acesso em: 20/09/2020.

COELHO, A. G. **O reuso de contêineres como tecnologia construtiva aplicada à Habitação de Interesse Social**. Trabalho de Conclusão de Curso. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, Goiânia, 2019.

DIRECIONAL CONDOMÍNIOS. Reformas na fachada: **Especialistas orientam síndicos sobre pintura e textura**. Escrito por: Rosali Figueiredo. Disponível em: <<https://www.direcionalcondominios.com.br/sindicos/materias/item/738-reformas-na-fachada-especialistas-orientam-sindicos-sobre-pintura-e-textura.html>>. Acesso em: 05/10/2020.

ECOLOGIC CONSTRUÇÕES. **Cobertura verde.** Sustentabilidade. Disponível em: <https://www.ecologicconstrucoes.com.br/?page_id=145 >. Acesso em: 04/10/2020.

FIGUEIREDO, E. S. **Medidas de refletância de cores de tintas para pintura externa exposta ao tempo.** Dissertação de Mestrado - Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo. Campinas, SP, 2007.

FOLHA DE SÃO PAULO. **Temperatura mundial média entre 2015 e 2019 é maior da história.** 22 de setembro de 2019. Disponível em: <<https://www1.folha.uol.com.br/ambiente/2019/09/temperatura-mundial-media-entre-2015-e-2019-e-maior-da-historia.shtml>>. Acesso em: 05/09/2020.

FROTA, A. B. e SCHIFFER, S. R. **Manual do conforto térmico.** 5ª Edição – São Paulo: Studio Nobel, 2001.

GOMES, B. R.. **Conjunto habitacional em container: uma alternativa ao convencional.** 160f. Trabalho de Conclusão de Curso - Centro Universitário Senac, São Paulo, 2016.

G1 – GLOBO NOTÍCIAS. **Famílias são retiradas de lista para receber casas em conjunto habitacional de Campo Limpo Paulista.** Por: Sandro Zeppi, TV Tem. 08/10/2019. Disponível em: <<https://g1.globo.com/sp/sorocaba-jundiai/noticia/2019/10/08/familias-sao-retiradas-de-lista-para-receber-casas-em-conjunto-habitacional-de-campo-limpo-paulista.ghtml>>. Acesso em: 21/09/2020.

INFOMONEY. **Déficit habitacional é recorde no Brasil.** Por: Agência do Estado. 07 de janeiro de 2019. Disponível em: <<https://www.infomoney.com.br/minhas-financas/deficit-habitacional-e-recorde-no-brasil/>>. Acesso em: 05/09/2020.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Conheça o Brasil – POPULAÇÃO RURAL E URBANA.** Disponível em: <<https://educa.ibge.gov.br/jovens/conheca-obrasil/populacao/18313-populacao-rural-e-urbana.html>>. Acesso em: 05/09/2020.

_____. **Sinopse do censo demográfico de 2010 – Brasil.** Disponível em: <<https://censo2010.ibge.gov.br/sinopse/index.php?dados=8&uf=00>>; Acessado em: 16/09/2020.

KROEMER, K. H. E; GRANDJEAN, E. **Manual de ergonomia – Adaptando o trabalho ao homem.** 5ª Edição – Porto Alegre: Bookman, 2005.

LAMBERTS, R. **Desempenho térmico de edificações.** Apostila do curso de Engenharia Civil – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2016.

LAMBERTS, R.; DUTRA, L. e PEREIRA, F.O.R. **Eficiência energética na arquitetura.** 3ª Edição – São Paulo: PW, 1997.

LAMBERTS, R.; XAVIER, A. A. de P. **Conforto e stress térmico.** Apostila do Laboratório de Eficiência Energética em Edificações – UFSC. Florianópolis, 2011.

LAMBERTS, R., *et al.* **Diretrizes para Obtenção de Classificação Nível A para Edificações Comerciais, de Serviços e Públicas.** CENTRO BRASILEIRO DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA EM EDIFICAÇÕES - CB3E - UFSC NÚCLEO DE EDIFICAÇÕES COMERCIAIS. 2014.

LARCHER, J. V. M. **Diretrizes visando a melhoria de projetos e soluções construtivas na expansão de habitações de interesse social.** 2017. 156f. Dissertação de mestrado – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2005.

LIBRELOTTO, L. I., *et al.* **Tecnologias, sistemas construtivos e tipologias para habitações de interesse social em reassentamentos.** 2013. 132f. Relatório técnico científico - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2013.

LIMA, M. V., SILVA, T. L. e RIBEIRO L. A. **Estratégias passivas visando maior eficiência energética no projeto de edifício de escritórios.** Artigo científico. Universidade Meridional – IMED. Porto Alegre. 2021.

LIMA, R. G. **A influência do sombreamento e da absorvância da envoltória no desempenho termoenergético de edifícios na cidade de Maceió – AL.**

Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Universidade Federal de Alagoas, 2010.

MAPA DA OBRA. **Habitação de interesse social: quais as características deste tipo de empreendimento.** Entrevista com o professor de arquitetura e urbanismo da Universidade Presbiteriana Mackenzie, Celso Aparecido Sampaio. 17 de julho de 2019. Disponível em: <<https://www.mapadaobra.com.br/negocios/habitacao-social/>>. Acesso em: 13/09/2020.

MARAGNO, G. V. **Adequação bioclimática da arquitetura de Mato Grosso do Sul.** Ensaios e Ciências, Universidade Anhanguera, Campo Grande, v. 6, n. 003, pp. 13-37. 2002.

MOBUSS CONSTRUÇÃO. **Habitação de interesse social: 6 características deste empreendimento.** 30 de julho de 2020. Disponível em: <<https://www.mobussconstrucao.com.br/blog/habitacao-de-interesse-social/>>. Acesso em: 05/09/2020.

MONTANARI, K. B. LABAKI, L. C. **Comportamento térmico de ambientes internos sob a influência de envoltórias verdes.** PARC Pesquisa em Arquitetura e Construção, Campinas, SP, v. 8, n. 3, p.181-193, set. 2017.

MORAES, B. D.. **Comparação de custos de unidades habitacionais de interesse social produzidas por sistemas construtivos convencional e paredes de concreto.** 2018. 51p. Trabalho de Conclusão de Curso – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia.

MOREIRA, V. S.; EUCLYDES, F. M.; SILVEIRA, S. F. R.. **“Minha Casa, Minha Vida” em números: quais conclusões podemos extrair?** IV Encontro Brasileiro de Administração Pública. João Pessoa, 24 e 25 de maio de 2017.

MORELLI, D. D. O. **Paredes verdes: vegetação como qualidade ambiental no espaço construído.** Dissertação de Mestrado – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia, Arquitetura e Urbanismo. Campinas, 2009.

OLIVEIRA, T. A. de; RIBAS, O. T. **Sistemas de controle das condições ambientais de conforto**. Ministério da Saúde. Brasília, 1995.

OLIVEIRA, P. L.; SOARES, R. G.; SANTOS, S. X. **Desempenho térmico das edificações: estudo comparativo entre o telhado verde e outros tipos de coberturas**. Artigo científico. Revista Petra. V. 2, nº 1, p. 36-55. 13 de julho de 2016.

ONU NEWS. **ONU prevê que cidades abriguem 70% da população mundial até 2050**. 19 de fevereiro de 2019. Disponível em: <<https://news.un.org/pt/story/2019/02/1660701>>. Acesso em: 05/09/2020.

ÓRION BUSINESS & HEALTH COMPLEX. **Sobre o Órion**. Disponível em: <<http://orioncomplex.com.br/>>. Acesso em: 27/09/2020.

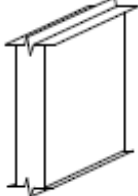
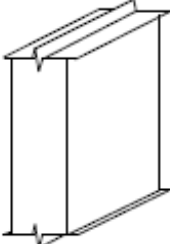
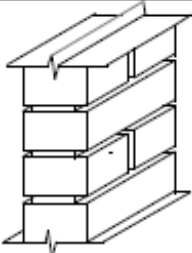
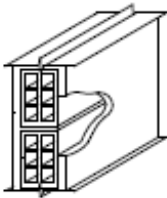
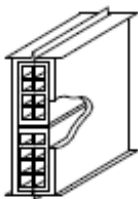
PENNA, A. D. **Na cidade brasileira entre os séculos XIX e XX: periferias e centros, pobreza e riquezas**. Tese de Doutorado. Instituto de Geociências da Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2011.

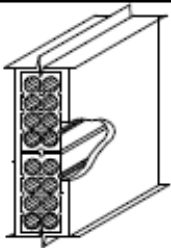
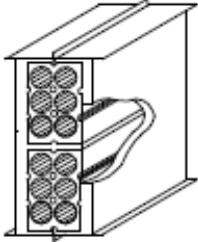
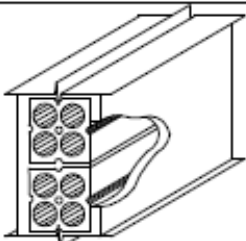
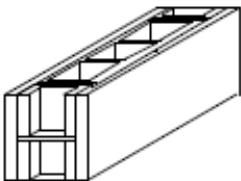
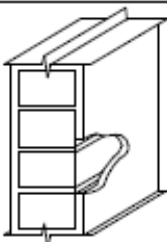
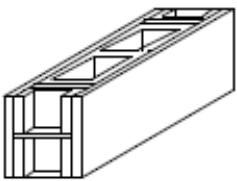
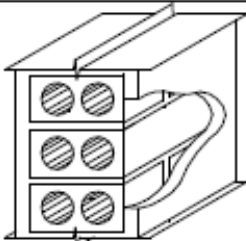
PREFEITURA DE JACAREÍ. Fundação Pró-Lar de Jacareí. **Déficit Habitacional**. Disponível em: <<http://www.pro-lar.sp.gov.br/transparencia/deficit-habitacional.html>>. Acesso em: 20/09/2020.

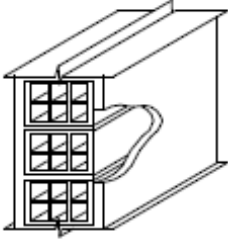
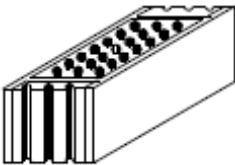
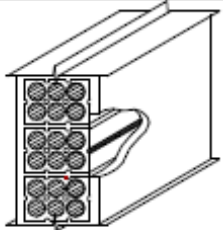
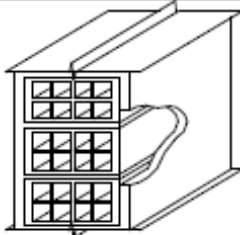
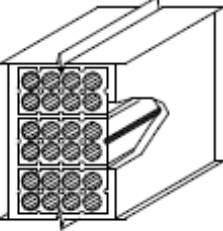
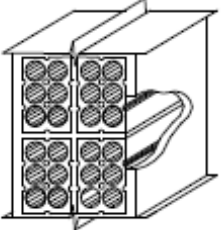
PROJETEEE – Projetando Edificações Energeticamente Eficientes. **Estratégias bioclimáticas**. Plataforma nacional de soluções para um projeto de edifício eficiente. Desenvolvida pelo PROCEL/Eletróbras em parceria com o Laboratório de Eficiência Energética em Edificações da Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC. Disponível em: <<http://projeteee.mma.gov.br/estrategias-bioclimaticas/>>. Acesso em: 28/09/2020.

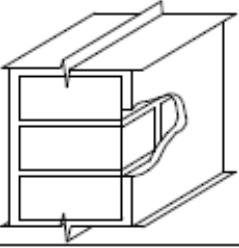
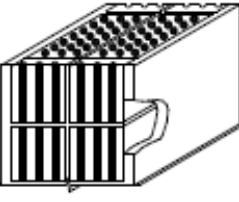
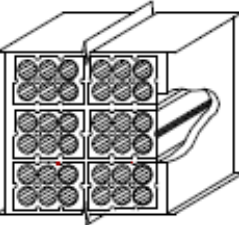
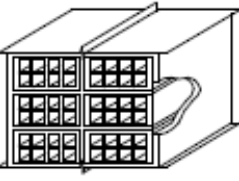
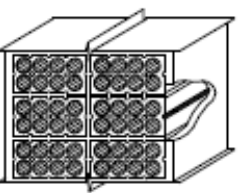
RAMOS, R. R. **A importância da orientação solar na arquitetura**. Jornal Gazeta Informativa, por: Rafael Ribacz Ramos, 27 de agosto de 2015. Disponível em: <<http://www.gazetainformativa.com.br/a-importancia-da-orientacao-solar-na-arquitetura/>>. Acesso em: 07/10/2020.

ANEXO 1 - Transmitância térmica, capacidade térmica e atraso térmico de paredes, segundo a NBR 15220-3 (ABNT, 2003).

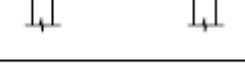
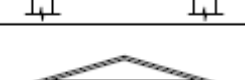
Parede	Descrição	U [W/(m ² .K)]	C _T [kJ/(m ² .K)]	φ [horas]
	Parede de concreto maciço Espessura total da parede: 5,0 cm	5,04	120	1,3
	Parede de concreto maciço Espessura total da parede: 10,0 cm	4,40	240	2,7
	Parede de tijolos maciços aparentes Dimensões do tijolo: 10,0x6,0x22,0 cm Espessura da argamassa de assentamento: 1,0 cm Espessura total da parede: 10,0 cm	3,70	149	2,4
	Parede de tijolos 6 furos quadrados, assentados na menor dimensão Dimensões do tijolo: 9,0x14,0x19,0 cm Espessura da argamassa de assentamento: 1,0 cm Espessura da argamassa de emboço: 2,5 cm Espessura total da parede: 14,0 cm	2,48	159	3,3
	Parede de tijolos 8 furos quadrados, assentados na menor dimensão Dimensões do tijolo: 9,0x19,0x19,0 cm Espessura da argamassa de assentamento: 1,0 cm Espessura da argamassa de emboço: 2,5 cm Espessura total da parede: 14,0 cm	2,49	158	3,3

Parede	Descrição	U [W/(m ² .K)]	C _T [kJ/(m ² .K)]	φ [horas]
	Parede de tijolos de 8 furos circulares, assentados na menor dimensão Dimensões do tijolo: 10,0x20,0x20,0 cm Espessura da argamassa de assentamento: 1,0 cm Espessura da argamassa de emboço: 2,5 cm Espessura total da parede: 15,0 cm	2,24	167	3,7
	Parede de tijolos de 6 furos circulares, assentados na menor dimensão Dimensões do tijolo: 10,0x15,0x20,0 cm Espessura da argamassa de assentamento: 1,0 cm Espessura da argamassa de emboço: 2,5 cm Espessura total da parede: 15,0 cm	2,28	168	3,7
	Parede com 4 furos circulares Dimensões do tijolo: 9,5x9,5x20,0 cm Espessura da argamassa de assentamento: 1,0 cm Espessura da argamassa de emboço: 2,5 cm Espessura total da parede: 14,5 cm	2,49	186	3,7
	Parede de blocos cerâmicos de 3 furos Dimensões do bloco: 13,0x28,0x18,5 cm Espessura da argamassa de assentamento: 1,0 cm Espessura da argamassa de emboço: 2,5 cm Espessura total da parede: 18,0 cm	2,43	192	3,8
	Parede de tijolos maciços, assentados na menor dimensão Dimensões do tijolo: 10,0x6,0x22,0 cm Espessura da argamassa de assentamento: 1,0 cm Espessura da argamassa de emboço: 2,5 cm Espessura total da parede: 15,0 cm	3,13	255	3,8
	Parede de blocos cerâmicos de 2 furos Dimensões do bloco: 14,0x29,5x19,0 cm Espessura da argamassa de assentamento: 1,0 cm Espessura da argamassa de emboço: 2,5 cm Espessura total da parede: 19,0 cm	2,45	203	4,0
	Parede de tijolos com 2 furos circulares Dimensões do tijolo: 12,5x6,3x22,5 cm Espessura da argamassa de assentamento: 1,0 cm Espessura da argamassa de emboço: 2,5 cm Espessura total da parede: 17,5 cm	2,43	220	4,2

Parede	Descrição	U [W/(m ² .K)]	C _T [kJ/(m ² .K)]	φ [horas]
	Parede de tijolos de 6 furos quadrados, assentados na maior dimensão Dimensões do tijolo: 9,0x14,0x19,0 cm Espessura da argamassa de assentamento: 1,0 cm Espessura da argamassa de emboço: 2,5 cm Espessura total da parede: 19,0 cm	2,02	192	4,5
	Parede de tijolos de 21 furos circulares, assentados na menor dimensão Dimensões do tijolo: 12,0x11,0x25,0 cm Espessura da argamassa de assentamento: 1,0 cm Espessura da argamassa de emboço: 2,5 cm Espessura total da parede: 17,0 cm	2,31	227	4,5
	Parede de tijolos de 6 furos circulares, assentados na maior dimensão Dimensões do tijolo: 10,0x15,0x20,0 cm Espessura da argamassa de assentamento: 1,0 cm Espessura da argamassa de emboço: 2,5 cm Espessura total da parede: 20,0 cm	1,92	202	4,8
	Parede de tijolos de 8 furos quadrados, assentados na maior dimensão Dimensões do tijolo: 9,0x19,0x19,0 cm Espessura da argamassa de assentamento: 1,0 cm Espessura da argamassa de emboço: 2,5 cm Espessura total da parede: 24,0 cm	1,80	231	5,5
	Parede de tijolos de 8 furos circulares, assentados na maior dimensão Dimensões do tijolo: 10,0x20,0x20,0 cm Espessura da argamassa de assentamento: 1,0 cm Espessura da argamassa de emboço: 2,5 cm Espessura total da parede: 25,0 cm	1,61	232	5,9
	Parede dupla de tijolos de 6 furos circulares, assentados na menor dimensão Dimensões do tijolo: 10,0x15,0x20,0 cm Espessura da argamassa de assentamento: 1,0 cm Espessura da argamassa de emboço: 2,5 cm Espessura total da parede: 26,0 cm	1,52	248	6,5
	Parede dupla de tijolos maciços, assentados na menor dimensão Dimensões do tijolo: 10,0x6,0x22,0 cm Espessura da argamassa de assentamento: 1,0 cm Espessura da argamassa de emboço: 2,5 cm Espessura total da parede: 26,0 cm	2,30	430	6,6

Parede	Descrição	U [W/(m ² .K)]	C _T [kJ/(m ² .K)]	φ [horas]
	Parede de tijolos maciços, assentados na maior dimensão Dimensões do tijolo: 10,0x6,0x22,0 cm Espessura da argamassa de assentamento: 1,0 cm Espessura da argamassa de emboço: 2,5 cm Espessura total da parede: 27,0 cm	2,25	445	6,8
	Parede dupla de tijolos de 21 furos circulares, assentados na menor dimensão Dimensões do tijolo: 12,0x11,0x25,0 cm Espessura da argamassa de assentamento: 1,0 cm Espessura da argamassa de emboço: 2,5 cm Espessura total da parede: 30,0 cm	1,54	368	8,1
	Parede dupla de tijolos de 6 furos circulares, assentados na maior dimensão Dimensões do tijolo: 10,0x15,0x20,0 cm Espessura da argamassa de assentamento: 1,0 cm Espessura da argamassa de emboço: 2,5 cm Espessura total da parede: 36,0 cm	1,21	312	8,6
	Parede dupla de tijolos de 8 furos quadrados, assentados na maior dimensão Dimensões do tijolo: 9,0x19,0x19,0 cm Espessura da argamassa de assentamento: 1,0 cm Espessura da argamassa de emboço: 2,5 cm Espessura total da parede: 44,0 cm	1,12	364	9,9
	Parede dupla de tijolos de 8 furos circulares, assentados na maior dimensão Dimensões do tijolo: 10,0x20,0x20,0 cm Espessura da argamassa de assentamento: 1,0 cm Espessura da argamassa de emboço: 2,5 cm Espessura total da parede: 46,0 cm	0,98	368	10,8

ANEXO 2 - Transmitância térmica, capacidade térmica e atraso térmico de coberturas, segundo a NBR 15220-3 (ABNT, 2003).

Cobertura	Descrição	U [W/(m ² .K)]	C _T [kJ/(m ² .K)]	φ [horas]
	Cobertura de telha de barro sem forro Espessura da telha: 1,0 cm	4,55	18	0,3
	Cobertura de telha de fibro-cimento sem forro Espessura da telha: 0,7 cm	4,60	11	0,2
	Cobertura de telha de barro com forro de madeira Espessura da telha: 1,0 cm Espessura da madeira: 1,0 cm	2,00	32	1,3
	Cobertura de telha de fibro-cimento com forro de madeira Espessura da telha: 0,7 cm Espessura da madeira: 1,0 cm	2,00	25	1,3
	Cobertura de telha de barro com forro de concreto Espessura da telha: 1,0 cm Espessura do concreto: 3,0 cm	2,24	84	2,6
	Cobertura de telha de fibro-cimento com forro de concreto Espessura da telha: 0,7 cm Espessura do concreto: 3,0 cm	2,25	77	2,6
	Cobertura de telha de barro com forro de laje mista Espessura da telha: 1,0 cm Espessura da laje: 12,0 cm R _{s(laje)} = 0,0900 (m ² .K/W) C _{T(laje)} = 95 kJ/(m ² .K)	1,92	113	3,6
	Cobertura de telha de fibro-cimento com forro de laje mista Espessura da telha: 0,7 cm Espessura da laje: 12,0 cm R _{s(laje)} = 0,0900 (m ² .K/W) C _{T(laje)} = 95 kJ/(m ² .K)	1,93	106	3,6
	Cobertura de telha de barro com laje de concreto de 20 cm Espessura da telha: 1,0 cm	1,84	458	8,0
	Cobertura de telha de fibro-cimento com laje de concreto de 20 cm Espessura da telha: 0,7 cm	1,99	451	7,9
	Cobertura de telha de barro com laje de concreto de 25 cm Espessura da telha: 1,0 cm	1,75	568	9,3
	Cobertura de telha de fibro-cimento com laje de concreto de 25 cm Espessura da telha: 0,7 cm	1,75	561	9,2
	Cobertura de telha de barro, lâmina de alumínio polido e forro de madeira Espessura da telha: 1,0 cm Espessura da madeira: 1,0 cm	1,11	32	2,0

Cobertura	Descrição	U [W/(m ² .K)]	C _T [kJ/(m ² .K)]	φ [horas]
	Cobertura de telha de fibro-cimento, lâmina de alumínio polido e forro de madeira Espessura da telha: 0,7 cm Espessura da madeira: 1,0 cm	1,16	25	2,0
	Cobertura de telha de barro, lâmina de alumínio polido e forro de concreto Espessura da telha: 1,0 cm Espessura do concreto: 3,0 cm	1,18	84	4,2
	Cobertura de telha de fibro-cimento, lâmina de alumínio polido e forro de concreto Espessura da telha: 0,7 cm Espessura do concreto: 3,0 cm	1,18	77	4,2
	Cobertura de telha de barro, lâmina de alumínio polido e forro de laje mista Espessura da telha: 1,0 cm Espessura da laje: 12,0 cm $R_{e(laje)} = 0,0900 \text{ (m}^2\text{.K/W)}$ $C_{T(laje)} = 95 \text{ kJ/(m}^2\text{.K)}$	1,09	113	5,4
	Cobertura de telha de fibro-cimento, lâmina de alumínio polido e forro de laje mista Espessura da telha: 0,7 cm Espessura da laje: 12,0 cm $R_{e(laje)} = 0,0900 \text{ (m}^2\text{.K/W)}$ $C_{T(laje)} = 95 \text{ kJ/(m}^2\text{.K)}$	1,09	106	5,4
	Cobertura de telha de barro, lâmina de alumínio polido e laje de concreto de 20 cm Espessura da telha: 1,0 cm	1,06	458	11,8
	Cobertura de telha de fibro-cimento, lâmina de alumínio polido e laje de concreto de 20 cm Espessura da telha: 0,7 cm	1,06	451	11,8
	Cobertura de telha de barro, lâmina de alumínio polido e laje de concreto de 25 cm Espessura da telha: 1,0 cm	1,03	568	13,4
	Cobertura de telha de fibro-cimento, lâmina de alumínio polido e laje de concreto de 25 cm Espessura da telha: 0,7 cm	1,03	561	13,4
	Cobertura de telha de barro com 2,5 cm de lã de vidro sobre o forro de madeira Espessura da telha: 1,0 cm Espessura da madeira: 1,0 cm	0,95	33	2,3
	Cobertura de telha de barro com 5,0 cm de lã de vidro sobre o forro de madeira Espessura da telha: 1,0 cm Espessura da madeira: 1,0 cm	0,62	34	3,1

ANEXO 3 – Orçamento analítico da Casa 1

Planilha Orçamentária

Obra: Habitação de Interesse Social - Goiânia
Data: Janeiro / 2021
Referência: SINAPI Goiás Janeiro / 2021 - Não Desonerado

Código de origem	Fonte	Item	Descrição	un	Quant.	Preço(R\$)	Preço Total (R\$)	%
01 Serviços Preliminares								
73859/2	SINAPI / GO 01/2021	1.1	Limpeza manual do terreno	m²	150,00	R\$ 2,50	R\$ 375,00	73,39%
21301	AGETOP 01/2021	1.2	Placa de identificação de obra em chapa de aço galvanizado	un	1,00	R\$ 136,00	R\$ 136,00	26,61%
Total do Sub-Item							R\$ 511,00	0,72%
02 Fundação								
99059	SINAPI / GO 01/2021	2.1	Locação convencional de obra, através de gabarito de tábuas corridas pontaleadas	m	21,00	R\$ 45,05	R\$ 946,05	13,56%
96522	SINAPI / GO 01/2021	2.2	Escavação manual para sapata	m³	2,25	R\$ 114,92	R\$ 258,57	3,71%
96546	SINAPI / GO 01/2021	2.3	Armação de sapata utilizando aço CA-50 de 10 mm montagem	kg	76,35	R\$ 13,42	R\$ 1.024,62	14,69%
96556	SINAPI / GO 01/2021	2.4	Concretagem de sapatas, fck 30 MPa, lançamento, adensamento e acabamento	m³	3,96	R\$ 609,13	R\$ 2.412,15	34,58%
101166	SINAPI / GO 01/2021	2.5	Alvenaria de embasamento com bloco de cerâmica e argamassa de assentamento	m³	2,27	R\$ 585,54	R\$ 1.329,57	19,06%
98557	SINAPI / GO 01/2021	2.6	Impermeabilização de superfície com emulsão asfáltica, 2 demãos	m²	32,56	R\$ 30,88	R\$ 1.005,33	14,41%
Total do Sub-Item							R\$ 6.976,29	9,78%
03 Estrutura								
92415	SINAPI / GO 2021	3.1	Montagem e desmontagem de fôrma de pilares em chapa de madeira compensada resinada	m²	33,84	R\$ 90,74	R\$ 3.070,64	24,86%
92451	SINAPI / GO 2021	3.2	Montagem e desmontagem de fôrma de vigas em chapa de madeira compensada resinada	m²	27,73	R\$ 69,78	R\$ 1.935,00	15,67%
92778	SINAPI / GO 2021	3.3	Armação de pilar ou viga de uma estrutura convencional de concreto armado utilizando aço ca-50 de 10,0 mm - montagem	kg	404,15	R\$ 13,35	R\$ 5.395,40	43,69%
92718	SINAPI / GO 2021	3.4	Concretagem de vigas e pilares, fck = 25 MPa, com uso de baldes em edificação - lançamento, adensamento e acabamento	m³	3,92	R\$ 497,26	R\$ 1.949,26	15,78%
Total do Sub-Item							R\$ 12.350,30	17,31%
04 Instalações Hidro-Sanitárias								
4.1 Alimentação								
89362	SINAPI / GO 01/2021	4.1.1	Joelho 90 graus, PVC, soldável, dn 25mm - fornecimento e instalação	un	10,00	R\$ 7,34	R\$ 73,40	1,52%
89367	SINAPI / GO 01/2021	4.1.2	Joelho 90 graus, PVC, soldável, dn 32mm - fornecimento e instalação	un	5,00	R\$ 10,29	R\$ 51,45	1,06%
89383	SINAPI / GO 01/2021	4.1.3	Adaptador curto com bolsa e rosca para registro, PVC, soldável, dn 25mm x 3/4 - fornecimento e instalação	un	2,00	R\$ 5,63	R\$ 11,26	0,23%
89391	SINAPI / GO 01/2021	4.1.4	Adaptador curto com bolsa e rosca para registro, PVC, soldável, dn 32mm x 1 - fornecimento e instalação	un	2,00	R\$ 7,66	R\$ 15,32	0,32%
94704	SINAPI / GO 01/2021	4.1.5	Adaptador com flange e anel de vedação, PVC, soldável, DN 32 mm x 1, instalado em reservação de água de edificação que possua reservatório de fibra/fibrocimento fornecimento e instalação	un	1,00	R\$ 22,19	R\$ 22,19	0,46%
89620	SINAPI / GO 01/2021	4.1.6	Te, PVC, soldável, dn 32mm - fornecimento e instalação	un	2,00	R\$ 9,94	R\$ 19,88	0,41%
89622	SINAPI / GO 01/2021	4.1.7	Tê de redução, PVC, soldável, dn 32mm x 25mm - fornecimento e instalação	un	2,00	R\$ 12,09	R\$ 24,18	0,50%
94797	SINAPI / GO 01/2021	4.1.8	Tomeira de boia, roscável, 1, fornecida e instalada em reservação de água	un	1,00	R\$ 53,03	R\$ 53,03	1,10%
89402	SINAPI / GO 01/2021	4.1.9	Tubo, PVC, soldável, dn 25mm - fornecimento e instalação	m	25,00	R\$ 8,52	R\$ 213,00	4,40%
89403	SINAPI / GO 01/2021	4.1.10	Tubo, PVC, soldável, dn 32mm - fornecimento e instalação	m	10,00	R\$ 14,60	R\$ 146,00	3,02%
89352	SINAPI / GO 01/2021	4.1.11	Registro de gaveta, latão, roscável, 1/2", com acabamento e canopla cromados. Fornecimento e instalação	un	2,00	R\$ 27,75	R\$ 55,50	1,15%
89351	SINAPI / GO 01/2021	4.1.12	Registro de pressão bruto, latão, roscável, 3/4, fornecimento e instalação	un	1,00	R\$ 24,65	R\$ 24,65	0,51%

Código de origem	Fonte	Item	Descrição	un	Quant.	Preço(R\$)	Preço Total (R\$)	%
		4.2	Instalações de esgoto					
98111	SINAPI / GO 01/2021	4.2.1	Caixa de inspeção para aterramento, circular, em polietileno, diâmetro interno = 0,3 m.	un	1,00	R\$ 25,43	R\$ 25,43	0,53%
98102	SINAPI / GO 01/2021	4.2.2	Caixa de gordura simples, circular, em concreto pré-moldado, diâmetro interno = 0,4 m, altura interna = 0,4 m.	un	1,00	R\$ 80,52	R\$ 80,52	1,66%
89708	SINAPI / GO 01/2021	4.2.3	Caixa sifonada, PVC, dn 150 x 185 x 75 mm, junta elástica, fornecida e instalada em ramal de descarga ou em ramal de esgoto sanitário.	un	1,00	R\$ 66,76	R\$ 66,76	1,38%
89495	SINAPI / GO 01/2021	4.2.4	Ralo sifonado, PVC, dn 100 x 40 mm, junta soldável, fornecido e instalado em ramais de encaminhamento de água pluvial.	un	6,00	R\$ 9,75	R\$ 58,50	1,21%
89712	SINAPI / GO 01/2021	4.2.5	Tubo pvc, serie normal, esgoto predial, dn 50 mm, fornecido e instalado em ramal de descarga ou ramal de esgoto sanitário.	m	5,00	R\$ 22,90	R\$ 114,50	2,37%
90694	SINAPI / GO 01/2021	4.2.6	Tubo de PVC para rede coletora de esgoto de parede maciça, dn 100 mm, junta elástica - fornecimento e assentamento.	m	6,50	R\$ 32,20	R\$ 209,30	4,33%
90695	SINAPI / GO 01/2021	4.2.7	Tubo de PVC para rede coletora de esgoto de parede maciça, dn 150 mm, junta elástica - fornecimento e assentamento.	m	8,50	R\$ 65,95	R\$ 560,58	11,59%
89797	SINAPI / GO 01/2021	4.2.8	Junção simples, PVC, 45 graus, dn 100 x 100 mm, serie normal para esgoto predial	un	2,00	R\$ 36,35	R\$ 72,70	1,50%
		4.3	Louças, metais e outros					
89957	SINAPI / GO 01/2021	4.3.3	Ponto de consumo terminal de água fria (subramal) com tubulação de pvc, dn 25 mm, inclusos rasgo e chumbamento em alvenaria	un	5,00	R\$ 116,83	R\$ 584,15	12,07%
93441	SINAPI / GO 01/2021	4.3.4	Bancada granito cinza 150 x 60 cm, com cuba de embutir de aço, válvula americana em metal, sifão flexível em PVC, engate flexível 30 cm, torneira cromada longa, de parede, 1/2 ou 3/4, p/ cozinha, padrão popular - fornecimento e instalação	un	1,00	R\$ 748,15	R\$ 748,15	15,46%
86943	SINAPI / GO 01/2021	4.3.5	Lavatório louça branca suspenso, 29,5 x 39cm ou equivalente, padrão popular, incluso sifão flexível em PVC, válvula e engate flexível 30cm em plástico e torneira cromada de mesa, padrão popular - fornecimento e instalação	un	1,00	R\$ 187,01	R\$ 187,01	3,86%
86929	SINAPI / GO 01/2021	4.3.6	Tanque de mármore sintético suspenso, 22L ou equivalente, incluso sifão flexível em PVC, válvula plástica e torneira de metal cromado padrão popular - fornecimento e instalação	un	1,00	R\$ 266,17	R\$ 266,17	5,50%
86931	SINAPI / GO 01/2021	4.3.7	Vaso sanitário sifonado com caixa acoplada louça branca, incluso engate flexível em plástico branco, 1/2 x 40cm - fornecimento e	un	1,00	R\$ 416,46	R\$ 416,46	8,61%
100849	SINAPI / GO 01/2021	4.3.8	Assento sanitário convencional - fornecimento e instalação	un	1,00	R\$ 28,99	R\$ 28,99	0,60%
100860	SINAPI / GO 01/2021	4.3.9	Chuveiro elétrico comum corpo plástico, tipo ducha fornecimento e instalação	un	1,00	R\$ 66,60	R\$ 66,60	1,38%
88504	SINAPI / GO 01/2021	4.3.10	Caixa d'água em polietileno, 500 litros, com acessórios	un	1,00	R\$ 642,88	R\$ 642,88	13,29%
Total do Sub-Item							R\$ 4.838,56	6,78%
		05	Instalações Elétricas					
91953	SINAPI / GO 01/2021	5.1	Interruptor simples (1 módulo), 10A/250V, incluindo suporte e placa - fornecimento e instalação	un	6,00	R\$ 18,50	R\$ 111,00	2,72%
91985	SINAPI / GO 01/2021	5.2	Interruptor pulsador campainha (1 módulo), 10A/250V, incluindo suporte e placa - fornecimento e instalação	un	1,00	R\$ 17,80	R\$ 17,80	0,44%
91997	SINAPI / GO 01/2021	5.3	Tomada média de embutir (1 módulo), 2P+T 20 A, incluindo suporte e placa - fornecimento e instalação	un	8,00	R\$ 23,69	R\$ 189,52	4,64%
91996	SINAPI / GO 01/2021	5.4	Tomada média de embutir (1 módulo), 2P+T 10 A, incluindo suporte e placa - fornecimento e instalação	un	4,00	R\$ 22,31	R\$ 89,24	2,19%
93141	SINAPI / GO 01/2021	5.5	Ponto de tomada residencial incluindo tomada 10A/250V, caixa elétrica, eletroduto, cabo, rasgo, quebra e chumbamento	un	2,00	R\$ 131,56	R\$ 263,12	6,44%
93142	SINAPI / GO 01/2021	5.6	Ponto de tomada residencial incluindo tomada (2 módulos) 10A/250V, caixa elétrica, eletroduto, cabo, rasgo, quebra e chumbamento	un	1,00	R\$ 146,03	R\$ 146,03	3,58%
98308	SINAPI / GO 01/2021	5.7	Tomada para telefone RJ11 - fornecimento e instalação	un	1,00	R\$ 20,74	R\$ 20,74	0,51%
97589	SINAPI / GO 01/2021	5.8	Luminária tipo plafon em plástico, de sobrepor, com 1 lâmpada fluorescente de 15 W, sem reator - fornecimento e instalação	un	7,00	R\$ 30,97	R\$ 216,79	5,31%
91987	SINAPI / GO 01/2021	5.9	Campainha cigarra (1 módulo), 10A/250V, incluindo suporte e placa - fornecimento e instalação	un	1,00	R\$ 30,66	R\$ 30,66	0,75%
100561	SINAPI / GO 01/2021	5.10	Quadro de distribuição para telefone n.3, 40x40x12cm em chapa metálica, de embutir, sem acessórios, padrão telebras, fornecimento e instalação	un	1,00	R\$ 170,21	R\$ 170,21	4,17%
96985	SINAPI / GO 01/2021	5.11	Haste de aterramento 5/8 para SPDA - fornecimento e instalação	un	1,00	R\$ 45,61	R\$ 45,61	1,12%
101875	SINAPI / GO 01/2021	5.12	Quadro de distribuição de energia em chapa de aço galvanizado, de sobrepor, com barramento trifásico, para 12 disjuntores din 100A - fornecimento e instalação	un	1,00	R\$ 356,08	R\$ 356,08	8,72%
93654	SINAPI / GO 01/2021	5.13	Disjuntor monopolar tipo din, corrente nominal de 16A - fornecimento e instalação	un	3,00	R\$ 11,54	R\$ 34,62	0,85%
93658	SINAPI / GO 01/2021	5.14	Disjuntor monopolar tipo din, corrente nominal de 40A - fornecimento e instalação	un	1,00	R\$ 19,54	R\$ 19,54	0,48%
11250	SINAPI / GO 01/2021	5.15	Caixa de passagem/ luz / telefonia, de embutir, em chapa de aço galvanizado, dimensões 20 x 20 x 12* cm (padrão concessionaria local)	un	1,00	R\$ 92,91	R\$ 92,91	2,27%
91836	SINAPI / GO 01/2021	5.16	Eletroduto flexível corrugado, PVC, dn 32 mm (1"), para circuitos terminais, instalado em forro - fornecimento e instalação.	m	5,00	R\$ 8,06	R\$ 40,30	0,99%

Código de origem	Fonte	Item	Descrição	un	Quant.	Preço(R\$)	Preço Total (R\$)	%
91834	SINAPI / GO 01/2021	5.17	Eletroduto flexível corrugado, PVC, dn 25 mm (1"), para circuitos terminais, instalado em forro - fornecimento e instalação.	m	13,50	R\$ 6,30	R\$ 85,05	2,08%
91831	SINAPI / GO 01/2021	5.18	Eletroduto flexível corrugado, PVC, dn 20 mm (1"), para circuitos terminais, instalado em forro - fornecimento e instalação.	m	70,00	R\$ 5,62	R\$ 393,40	9,63%
92981	SINAPI / GO 01/2021	5.19	Cabo de cobre flexível isolado, 16 mm², anti-chama 450/750 V, para distribuição - fornecimento e instalação	m	8,50	R\$ 9,66	R\$ 82,11	2,01%
92979	SINAPI / GO 01/2021	5.20	Cabo de cobre flexível isolado, 10 mm², anti-chama 450/750 V, para distribuição - fornecimento e instalação	m	25,00	R\$ 6,29	R\$ 157,25	3,85%
91926	SINAPI / GO 01/2021	5.21	Cabo de cobre flexível isolado, 2,5 mm², anti-chama 450/750 V, para distribuição - fornecimento e instalação	m	175,00	R\$ 2,78	R\$ 486,50	11,91%
91924	SINAPI / GO 01/2021	5.22	Cabo de cobre flexível isolado, 1,5 mm², anti-chama 450/750 V, para distribuição - fornecimento e instalação	m	108,00	R\$ 1,96	R\$ 211,68	5,18%
71823	AGETOP 01/2021	5.23	Padrão trifásico 16 mm²; h = 5 metros	un	1,00	R\$ 802,59	R\$ 802,59	19,65%
98288	SINAPI / GO 01/2021	5.24	Cabo telefônico CCI-50 2 pares, sem blindagem, instalado em distribuição de edificação institucional - fornecimento e instalação.	m	14,00	R\$ 1,53	R\$ 21,42	0,52%
Total do Sub-Item							R\$ 4.084,17	5,73%
		06	Alvenaria					
87519	SINAPI / GO 01/2021	6.1	Alvenaria de vedação de blocos cerâmicos furados na horizontal de 9x19x19cm (espessura 9cm) de paredes com área líquida maior ou igual a 6m² com vãos e argamassa de assentamento	m²	132,78	R\$ 74,51	R\$ 9.893,14	98,89%
93200	SINAPI / GO 01/2021	6.2	Fixação (encunhamento) de alvenaria de vedação com argamassa aplicada com bisnaga	m	41,21	R\$ 2,69	R\$ 110,85	1,11%
Total do Sub-Item							R\$ 10.003,99	14,02%
		07	Cobertura					
92541	SINAPI / GO 2021	7.1	Trama de madeira composta por ripas, caibros e terças para telhados de até 2 águas para telha cerâmica capa-canai, incluso transporte vertical	m²	65,35	R\$ 66,91	R\$ 4.372,57	51,59%
94445	SINAPI / GO 2021	7.2	Telhamento com telha cerâmica capa-canai, tipo plan, com até 2 águas, incluso transporte vertical	m²	65,35	R\$ 41,63	R\$ 2.720,52	32,10%
94224	SINAPI / GO 2021	7.3	Emboçamento com argamassa traço 1:2:9 (cimento, cal e areia)	m	8,62	R\$ 21,18	R\$ 182,57	2,15%
96109	SINAPI / GO 2021	7.4	Forro em placas de gesso, para ambientes residenciais	m²	37,08	R\$ 32,37	R\$ 1.200,28	14,16%
Total do Sub-Item							R\$ 8.475,94	11,88%
		08	Esquadrias de Madeira					
90790	SINAPI / GO 01/2021	8.1	Kit de porta-pronta de madeira em acabamento melamínico, 80x210cm, exclusive fechadura, fixação com preenchimento de espuma expansiva - fornecimento e instalação	un	3,00	R\$ 568,31	R\$ 1.704,93	100,00%
Total do Sub-Item							R\$ 1.704,93	2,39%
		09	Esquadrias Metálicas					
91341	SINAPI / GO 01/2021	9.1	Porta em alumínio de abrir tipo veneziana com guarnição, fixação com parafusos - fornecimento e instalação	m²	3,36	R\$ 472,27	R\$ 1.586,83	56,00%
94570	SINAPI / GO 01/2021	9.2	Janela de alumínio de correr com 2 folhas para vidros, com vidros, batente, acabamento com acetato ou brilhante e ferragens. Inclusive alizar e contramarco. Fornecimento e instalação	m²	7,18	R\$ 173,63	R\$ 1.246,66	44,00%
Total do Sub-Item							R\$ 2.833,49	3,97%
		10	Revestimento de Paredes					
93394	SINAPI / GO 01/2021	10.1	Revestimento cerâmico para paredes internas com placas tipo esmaltada padrão popular de dimensões 20x20 cm, aplicadas em ambientes de área menor que 5 m² a meia altura das paredes	m²	22,13	R\$ 38,59	R\$ 854,15	12,98%
93395	SINAPI / GO 01/2021	10.2	Revestimento cerâmico para paredes internas com placas tipo esmaltada padrão popular de dimensões 20x20 cm, aplicadas em ambientes de área maior que 5 m² a meia altura das paredes	m²	5,18	R\$ 35,66	R\$ 184,54	2,80%
87878	SINAPI / GO 01/2021	10.3	Chapisco aplicado em alvenarias e estruturas de concreto, com colher de pedreiro. Argamassa traço 1:3 com preparo manual	m²	292,68	R\$ 3,68	R\$ 1.077,06	16,37%
200200	AGETOP 01/2021	10.4	Emboço e reboco traço 1:4,5 (cal e areia média), espessura 2,0cm, preparo manual da argamassa	m²	292,68	R\$ 15,25	R\$ 4.463,37	67,84%
Total do Sub-Item							R\$ 6.579,12	9,22%
		11	Pavimentação Externa					
94993	SINAPI / GO 01/2021	11.1	Execução de passeio (calçada) ou piso de concreto com concreto moldado in loco, usinado, acabamento convencional, espessura 6 cm, armado.	m²	21,30	R\$ 67,47	R\$ 1.437,11	100,00%
Total do Sub-Item							R\$ 1.437,11	2,01%

Código de origem	Fonte	Item	Descrição	un	Quant.	Preço(R\$)	Preço Total (R\$)	%
		12	Revestimento de Piso					
95240	SINAPI / GO 01/2021	12.1	Lastro de concreto magro, aplicado em pisos ou radiers, espessura de 3 cm	m²	37,08	R\$ 15,10	R\$ 559,91	17,93%
87620	SINAPI / GO 01/2021	12.2	Contrapiso em argamassa traço 1:4 (cimento e areia), espessura 2cm	m²	37,08	R\$ 29,26	R\$ 1.084,96	34,75%
93389	SINAPI / GO 01/2021	12.3	Revestimento cerâmico para piso com placas tipo esmaltada padrão popular de dimensões 35x35 cm aplicada em ambientes de área menor que 5 m²	m²	3,72	R\$ 40,33	R\$ 150,03	4,81%
93390	SINAPI / GO 01/2021	12.4	Revestimento cerâmico para piso com placas tipo esmaltada padrão popular de dimensões 35x35 cm aplicada em ambientes de área entre 5 m² e 10 m²	m²	33,36	R\$ 34,51	R\$ 1.151,25	36,87%
96467	SINAPI / GO 01/2021	12.5	Rodapé cerâmico de 7cm de altura com placas tipo esmaltada comercial de dimensões 35x35cm (padrão popular)	m	37,30	R\$ 4,72	R\$ 176,06	5,64%
Total do Sub-Item							R\$ 3.122,21	4,38%
		13	Pintura					
88483	SINAPI / GO 01/2021	13.1	Aplicação de fundo selador látex PVA em paredes, uma demão	m²	144,60	R\$ 8,22	R\$ 1.188,61	14,41%
88495	SINAPI / GO 01/2021	13.2	Aplicação e lixamento de massa látex PVA em paredes, uma demão	m²	144,60	R\$ 8,22	R\$ 1.188,61	14,41%
88487	SINAPI / GO 01/2021	13.3	Aplicação manual de pintura com tinta látex PVA em paredes, duas demãos	m²	144,60	R\$ 9,90	R\$ 1.431,54	17,36%
88482	SINAPI / GO 01/2021	13.4	Aplicação de fundo selador látex PVA em teto, uma demão	m²	37,19	R\$ 3,19	R\$ 118,64	1,44%
88494	SINAPI / GO 01/2021	13.5	Aplicação e lixamento de massa látex PVA em teto, uma demão	m²	37,19	R\$ 15,87	R\$ 590,21	7,16%
88486	SINAPI / GO 01/2021	13.6	Aplicação manual de pintura com tinta látex PVA em teto, duas demãos	m²	37,19	R\$ 11,03	R\$ 410,21	4,97%
88415	SINAPI / GO 01/2021	13.7	Aplicação manual de fundo selador acrílico em paredes externas de casas	m²	112,00	R\$ 2,58	R\$ 288,96	3,50%
96130	SINAPI / GO 01/2021	13.8	Aplicação manual de massa acrílica em paredes externas de casas, uma demão	m²	112,00	R\$ 14,56	R\$ 1.630,72	19,77%
88489	SINAPI / GO 01/2021	13.9	Aplicação manual de pintura com tinta látex acrílica em paredes, duas demãos	m²	112,00	R\$ 12,50	R\$ 1.400,00	16,97%
Total do Sub-Item							R\$ 8.247,49	11,56%
		14	Diversos					
99803	SINAPI / GO 01/2021	14.1	Limpeza final da edificação	m²	63,34	R\$ 2,71	R\$ 171,65	100,00%
Total do Sub-Item							R\$ 171,65	0,24%
Total							R\$ 71.336,25	100,00%