

MEMORIAL DESCRITIVO DO PROJETO DE ARQUITETURA

1. Projeto Zoneamento Bioclimático 1 – Cidade de Curitiba/PR

1.1. Descritivo do Projeto de Arquitetura

1.1.1 Objetivo

O objetivo do projeto de Curitiba consistiu em conceber uma edificação adequada às condicionantes climáticas e urbanas locais mesmo que para isso fosse necessário criar um contraste com a paisagem urbana, especialmente no que diz respeito à implantação e à linguagem arquitetônica.

1.1.2 Premissas de projeto

- **Estratégias bioclimáticas:** Priorizar as estratégias bioclimáticas indicadas no PROJETEE para Curitiba, desde a etapa de implantação até a escolha dos materiais construtivos. As estratégias a serem exploradas são a inércia térmica para aquecimento, o aquecimento solar passivo e a ventilação natural, recomendadas, respectivamente, para 57%, 24% e 10% das horas do ano (em média).
- **Pavimento tipo:** As duas unidades habitacionais localizadas nos extremos da lâmina devem apresentar uma distribuição espacial distinta das unidades do meio, para também explorar a captação dos ventos e incidência solar de outras orientações e, caso necessário, reduzir o comprimento da edificação
- **Linguagem arquitetônica:** priorizar a leitura de planos no lugar de volumes de modo a desconstruir a volumetria simples e predominantemente opaca recorrente no parque edificado local
- **Operação e manutenção:** priorizar soluções que exijam baixo custo de operação e manutenção, de modo a adequar o empreendimento como um todo às restrições orçamentárias dos moradores
- **Acessibilidade:** possibilitar a adaptação de boa parte dos apartamentos a portadores de necessidades especiais, a fim de que se adequem as demandas de seus moradores ao longo da vida
- **Atendimento à leis, normas e regulamentos:** atender às exigências da Lei de Uso e Ocupação do Solo e Código de Obras local, às normas brasileiras, em especial a NBR 15575 (Edificações habitacionais - Desempenho), NBR 9050 (Acessibilidade), NBR 9077 (Saídas de emergência em edifícios), e lei que rege o Programa Minha Casa Minha Vida (Portaria nº 269 – Ministério das Cidades).

1.1.3 Tipologia construtiva

A tipologia construtiva escolhida foi a prismática/laminar, em que as unidades habitacionais são dispostas lado a lado. Esta tipologia possibilita posicionar a maioria dos cômodos de permanência prolongada para a mesma orientação solar, de modo a garantir condições de conforto semelhantes entre as unidades. Sua volumetria também possibilita minimizar auto sombreamentos.

Três tipos de apartamentos compõem o edifício de Curitiba: os apartamentos do meio da lâmina, os de extremidade, e o do meio (no térreo) com pequenas adaptações voltadas a pessoas com necessidades especiais. As cozinhas / áreas de serviço das unidades do extremo sacam do corpo principal do edifício, fazendo o arremate da

circulação social. O volume do elevador e escada linear foram dispostos externamente à lâmina, paralelos à circulação.

1.1.4 Programa básico das unidades habitacionais

As unidades são compostas pelo programa básico exigido no edital - sala, cozinha, área de serviço, 2 quartos e 1 banheiro – acrescido uma área de sacada associada a uma pequena estufa, destinada ao aquecimento solar passivo da sala.

1.1.5 Área em m² dos cômodos

Tabela 1 – Área em m² dos cômodos (Curitiba)

CURITIBA ambiente	Tipo de apartamento		
	Extremidade	Meio	Meio adaptado
Sala	15,92	15,89	15,89
Sacada / estufa	1,76	1,76	1,76
Cozinha	4,98	4,53	4,49
Área de serviço	1,82	2,33	2,09
Circulação	1,07	3,83	4,47
Quarto 1	8,98	8,96	8,96
Quarto 2	8,58	9,51	9,51
Banheiro	3,38	4,47	4,47
TOTAL (m²)	46,49	51,28	51,64

1.2. Descritivo

1.2.1. Diretrizes construtivas e descrição das estratégias de projeto adotadas para a cidade

Diretrizes construtivas

O edifício foi concebido em alvenaria estrutural de blocos cerâmicos. Por ser um sistema modular e leve, a alvenaria estrutural permite reduzir os custos de construção, os resíduos da obra e o tempo de execução.

Outro aspecto que nos levou a escolher este material foi seu desempenho térmico: a cerâmica associada à câmara de ar dos furos do bloco confere a este sistema uma baixa transmitância térmica e satisfatório atraso térmico, ideais para o contexto climático de Curitiba.

A planta do pavimento tipo foi modulada com base no bloco de 14x19x29 cm (LxHxC). Também foi utilizado o bloco de 9x19x29 cm para o peitoril das janelas voltadas para Noroeste e paredes dos shafts e da cozinha. A laje adotada foi a maciça em concreto armado.

Atendendo aos requisitos deste sistema, definiu-se como diretrizes construtivas:

- Planta simétrica
- Disposição das aberturas na mesma prumada, para facilitar o caminhamento das cargas
- Uso dos blocos canaletas nas cintas de respaldo

- Modulação nas paredes em planta e corte
- Priorizar prumo, nível e esquadro, isto é, evitar projetos angulados e curvas.
- Amarrações em L e T
- Parede que separa cozinha e circulação sem função estrutural (bloco de 9x19x29 cm) para possibilitar adaptar os apartamentos ao cadeirante e/ou permitir uso de balcão nos apartamentos do meio.
- Shafts vedados com bloco de 9x19x29 cm para possibilitar manutenção

Em função das dimensões reduzidas do lote e da implantação escolhida para o edifício, parte das vagas da garagem tiveram que ser posicionadas sob pilotis em um nível abaixo do pavimento térreo. Neste caso, foi necessário fazer a transferência de cargas da alvenaria estrutural para uma estrutura composta de pilares e vigas em concreto armado.

Estratégias de projeto adotadas - resumo

- ✓ Inércia térmica para aquecimento
 - Envoltória (fachadas e cobertura): transmitância térmica dos materiais atende às exigências da NBR 15575 para a Zona Bioclimática 1 (Parede - $U \leq 2,5 \text{ W/m}^2\text{K}$ e Cobertura - $U \leq 2,30 \text{ W/m}^2\text{k}$).
 - Atraso térmico dos materiais superior a 3,5h
 - Baixo percentual de aberturas na fachada
 - Ver item 1.3 para maiores detalhes
- ✓ Aquecimento solar passivo
 - Implantação: priorizou orientação solar com mais horas de insolação (ver item 1.2.2 e 1.2.4)
 - Volumetria: laminar e com poucos avanços e reentrâncias, para minimizar o auto sombreamento e maximizar aquecimento solar das fachadas. A redução da área de fachada também permite reduzir as perdas de calor para o meio exterior.
 - Setorização: cômodos de permanência prolongada (quartos e sala) voltados para fachada com insolação à tarde, o que garante um arrefecimento destes ambientes à noite, quando a temperatura cai
 - Materiais: Alta absorvância das cores empregadas na cobertura e na fachada de maior radiação solar (Noroeste) potencializam o aquecimento solar passivo (ver item 1.3)
- ✓ Ventilação natural
 - Implantação: considera a obstrução dos edifícios vizinhos sobre a incidência dos ventos no terreno, transpondo dados da rosa dos ventos para o contexto local (ver item 1.2.4)
 - Esquadrias: desenho das esquadrias favorece a captação dos ventos no verão e também a renovação do ar no inverno, no caso da sala (ver item 1.2.5)
 - Basculantes sobre portas dos quartos, sala e banheiro favorecem a ventilação cruzada nos ambientes
 - Guarda-corpo da sacada permeável aos ventos
 - Aberturas com área maior que 7% da área do piso dos ambientes, sendo passíveis de serem vedadas durante o período de frio (conforme exigência da NBR 15575)
- ✓ Escada de emergência
 - Desenho diferenciado valoriza a fachada principal do prédio, conferindo dinamismo e leveza para a composição

- Escada aberta e linear reduz o sombreamento na fachada Sudeste, que apresenta poucas horas de insolação devido à orientação solar e ao sombreamento dos edifícios vizinhos
- Posição variada nos pavimentos não aumenta os trajetos em comparação a uma escada convencional
- ✓ Projeto paisagístico das áreas comuns
 - Taludes e canteiros com arbustos foram priorizados, para minimizar sombras nas áreas comuns
 - Vegetação junto às janelas do pavimento térreo conferem privacidade aos apartamentos neste nível
 - Acesso de pedestre pelo centro do terreno, direcionando os moradores para a escada e elevador
 - Criação de um patamar intermediário de convivência, com bancos e jardineiras
 - Laje jardim sobre garagem amplia espaço de convivência e permeabilidade
 - Ausência de portaria para reduzir gastos com condomínio

1.2.2. Carta solar e orientação solar ¹

Como primeiro passo do estudo de implantação do edifício, realizou-se uma análise sobre a carta solar de Curitiba para verificar a insolação de fachadas paralelas às divisas do terreno, tendo em vista que esta é a implantação dominante na região (Figura 1).

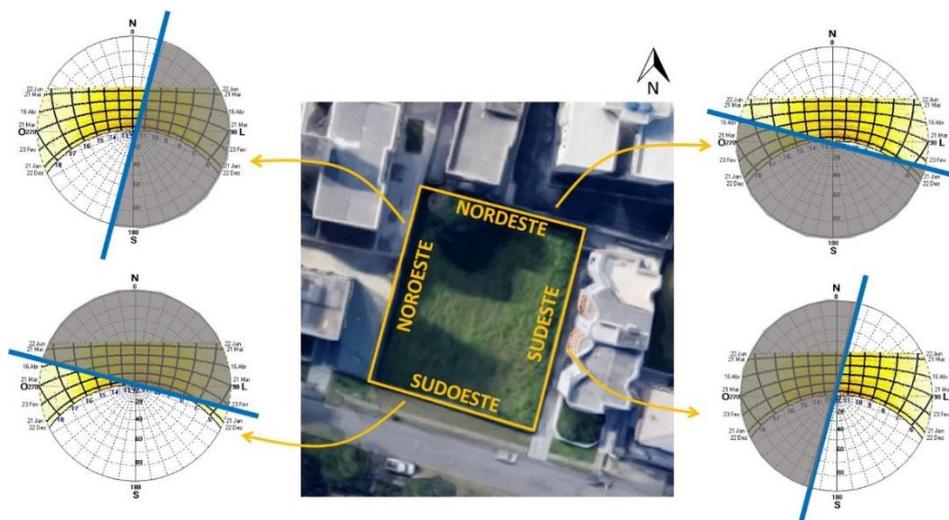


Figura 1 – Estudo inicial da orientação solar para Curitiba

Observa-se neste estudo que, para favorecer as estratégias de aquecimento solar passivo e inércia térmica para aquecimento, as fachadas mais nobres são a Nordeste e a Noroeste, por oferecerem mais horas de insolação. Dentre estas duas, a fachada Noroeste tem a vantagem de possibilitar a captação da radiação solar a tarde por mais tempo e aquecer os ambientes internos no período da noite durante todo o ano, quando as temperaturas caem (inclusive no verão, conforme indicado no PROJETEEE).

¹ Este item foi desmembrado em dois, deixando a descrição das “soluções de sombreamento e aproveitamento de iluminação natural” para um item mais à frente, quando o processo de definição da implantação estiver sido apresentado na íntegra. O mesmo é válido para o projeto de Goiânia.

Constatou-se que, para potencializar o aquecimento solar, seria desejável buscar outras orientações além das paralelas às divisas, que possibilitem mais horas de radiação solar na fachada Noroeste, como a indicada a seguir (Figura 2).

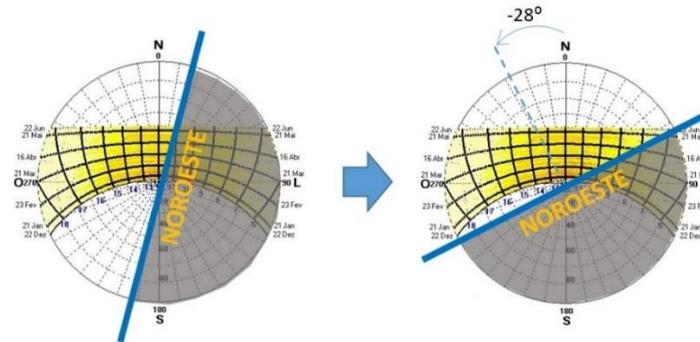
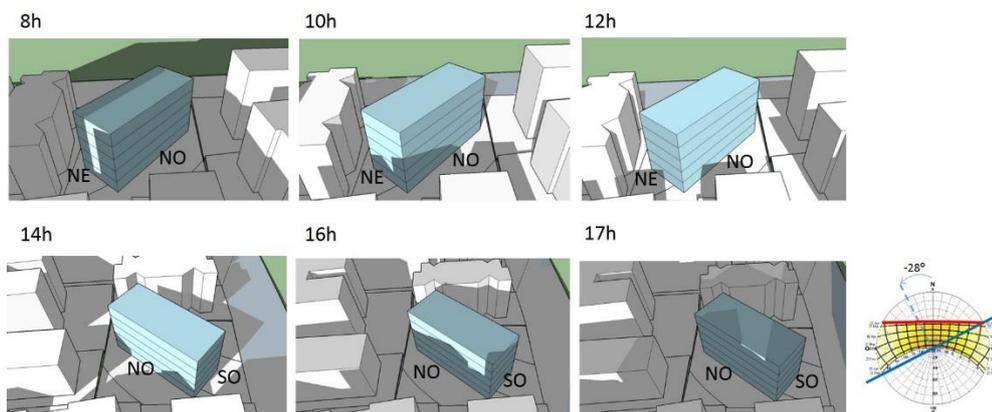


Figura 2 – Orientação Noroeste ideal para Curitiba

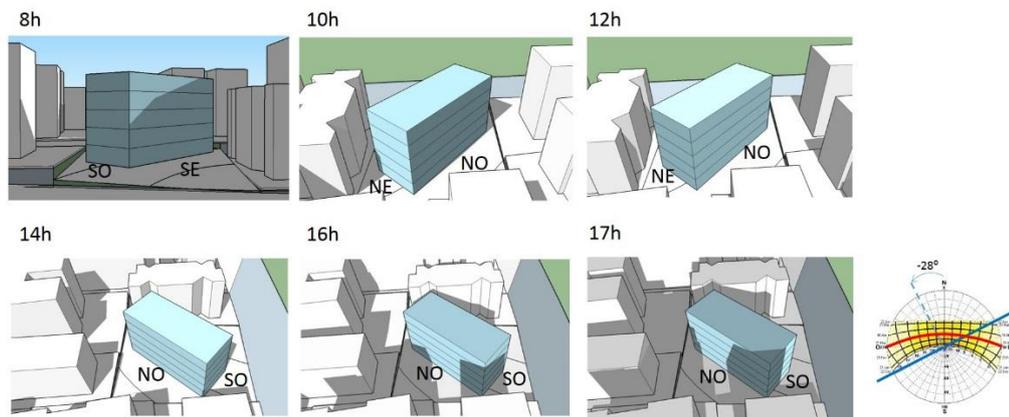
Por meio de um estudo do sombreamento gerado pelo entorno² sobre um volume prismático, verificou-se que as obstruções dos edifícios vizinhos na fachada Noroeste não inviabilizam seu aquecimento solar passivo e que, portanto, esta é a que apresenta maior potencial para explorar esta estratégia (Figura 3).

Solstício de inverno (22 de junho)



² O estudo de sombras sobre planos verticais é mais indicado que aquele sobre o terreno (plano horizontal), pois leva em consideração a altura da edificação e o sombreamento gerado pelos edifícios vizinhos em cada pavimento. Neste estudo, considerou-se um bloco de 25x10x15 m (LxPxH) inclinado -28° em relação ao norte. Cada um dos 5 pavimentos foi representado com 3m de altura. O estudo foi realizado no programa Sketchup e incluiu, além do terreno, todos os edifícios da quadra onde ele se localiza. As imagens apresentam as fachadas com insolação, pois, neste caso, o foco está nas fachadas com potencial de aquecimento solar passivo.

Equinócio (21 de março)



Solstício de verão (22 de dezembro)

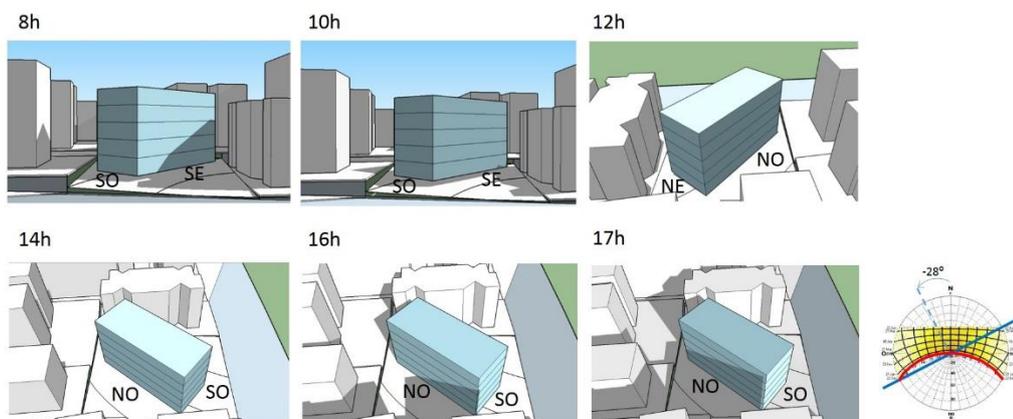


Figura 3 – Estudo do impacto do entorno no sombreamento das fachadas de Curitiba

Lembrando que este ainda não é a implantação definitiva do edifício, pois a mesma ainda considerou uma análise da incidência dos ventos no local (item 1.2.4) e as limitações impostas pelas dimensões do terreno.

1.2.3. Estudo do local de implantação com informações sobre direção dos ventos, índice pluviométrico e outras características próprias do local

Além da radiação solar, outro aspecto essencial a ser considerado na implantação do edifício é a direção dos ventos, especialmente no caso de Curitiba, em que a ventilação natural é a terceira estratégia bioclimática mais recomendada pelo PROJETEEE.

De acordo com a rosa dos ventos disponibilizada pela plataforma, os ventos dominantes provêm da direção Leste (30% das horas) e, a segunda direção mais frequente é a Norte (24% das horas). Isto é válido tanto para a manhã quanto para a noite.

A ventilação natural é mais recomendada no verão (21% das horas, nesta estação), quando as temperaturas alcançam até 27,05 °C (temperatura média mensal máxima de Janeiro), pois possibilita dissipar o calor do edifício e favorece a evapotranspiração dos ocupantes.

No que diz respeito à saúde e bem-estar dos ocupantes, a ventilação é primordial na renovação do ar dos espaços internos. Além de trazer o ar puro para os ambientes internos, esta estratégia auxilia na redução da umidade relativa do ar, que em Curitiba é significativa (a média mensal varia entre 82 e 89%). No entanto, como nesta localidade o frio é a principal causa de desconforto (77% das horas do ano), é importante criar estratégias para que os ventos entrem na edificação sem comprometer o conforto térmico dos ocupantes.

A inércia térmica é uma estratégia importante para este contexto devido à alta amplitude térmica durante todo o ano, que varia entre 8,07° em Abril e 11,38° em Agosto.

1.2.4. Avaliação das condições de ventilação natural do local e impacto de outras condições microclimáticas existentes

Realizamos um estudo do impacto dos edifícios vizinhos sobre os ventos incidentes no terreno, de modo a fazer a transposição dos dados da rosa dos ventos para o local (Figura 4).

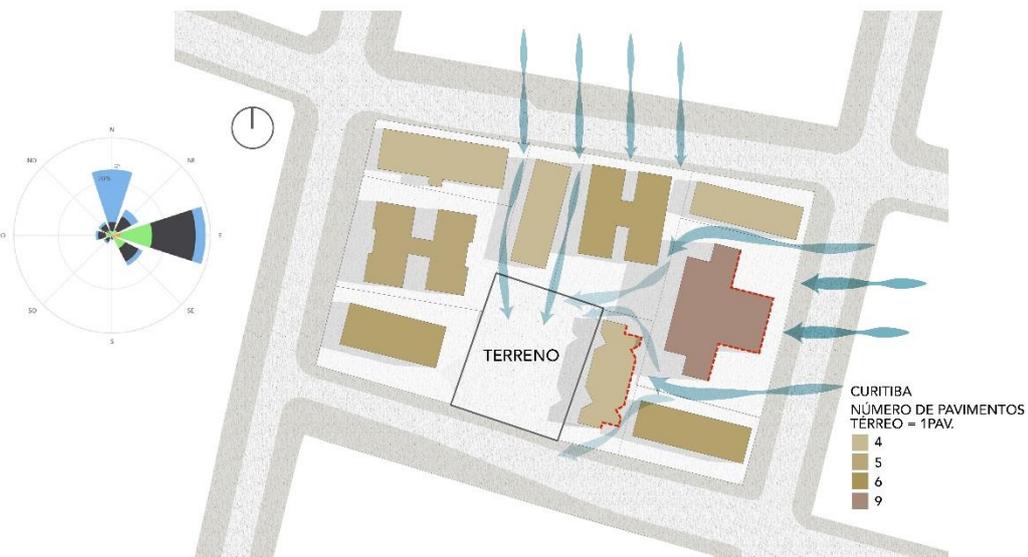


Figura 4 – Estudo do impacto do entorno sobre os ventos incidentes no terreno de Curitiba

Observou-se que os ventos dominantes de Leste sofrem um bloqueio significativo pelos edifícios à Leste do terreno. É provável que o edifício de 9 pavimentos gere desvios significativos nos ventos ao ponto de bloquear sua incidência no terreno. Por outro lado, os ventos Norte são canalizados pelos edifícios posicionados à Norte, incrementando sua intensidade ao chegar no terreno.

Conclui-se que a definição da implantação do edifício no terreno deve priorizar a captação dos ventos Norte.

Orientação solar final

Confrontando os estudos de carta solar e dos ventos, e considerando as limitações dimensionais do terreno, definiu-se a implantação do edifício inclinándolo a -36° em relação ao norte (Figura 5). Esta inclinação possibilita que os ventos incidentes na fachada Noroeste sejam captados pelas janelas sem a necessidade de ampliar

significativamente a área permeável da fachada³, evitando áreas envidraçadas muito grandes que comprometam a inércia térmica do edifício.

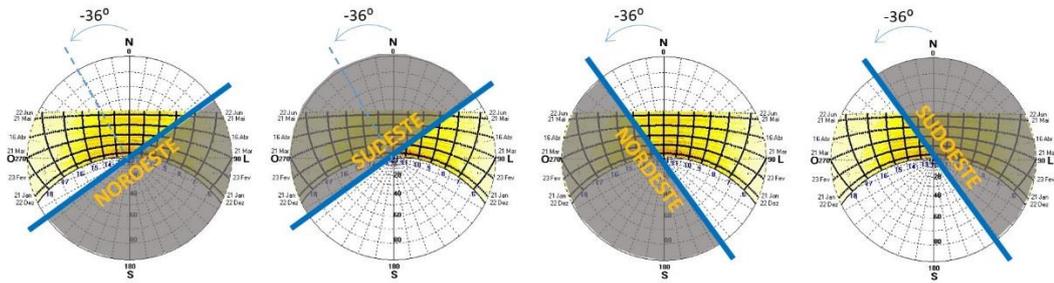


Figura 5 – Orientação solar da implantação escolhida para o edifício de Curitiba

Esta orientação solar possibilita, portanto, um compromisso entre horas de radiação solar e captação dos ventos Norte.

Definida a implantação da torre no terreno, estabeleceu-se como diretriz para a setorização dos ambientes na planta a priorização do conforto térmico dos cômodos de permanência prolongada (quartos e sala). Estes foram posicionados sempre que possível junto à fachada Noroeste, enquanto que o banheiro, a cozinha, a área de serviço e elementos de circulação vertical e horizontal foram voltados para a fachada Sudeste.

1.2.5. Soluções de sombreamento / aquecimento solar / aproveitamento de iluminação natural / saúde dos usuários

O conforto térmico e lumínico da sala de estar e jantar recebeu especial atenção, por ser este o cômodo mais profundo e com maior volume de ar a ser aquecido. Dois componentes da envoltória ligada a este ambiente foram propostos para solucionar esta problemática: uma estufa e uma sacada.

A estufa compreende um sistema de fachada dupla envidraçada com folhas basculantes na porção inferior e superior das duas superfícies. Uma prateleira de luz acoplada à esquadria externa reflete os raios solares para as áreas mais distantes da janela. A porção externa da prateleira de luz foi dimensionada, por um lado, para minimizar o sombreamento da superfície externa (responsável pelo aquecimento solar passivo) e, por outro lado, maximizar a proteção dos espaços internos contra o ofuscamento.

No inverno, a incidência dos raios solares sobre a superfície externa da estufa aquece a câmara de ar. Por termossifão, o ar frio da sala é succionado para o interior da câmara, até ser aquecido e sofrer exaustão para a sala, reiniciando o ciclo.

³ Segundo o livro *Introdução à ventilação natural* (Leonardo Bittencourt e Christina Cândido, EdUFAL, 2008), a área efetiva de abertura para captação dos ventos é resultante da área da janela multiplicada pelo cosseno do ângulo de incidência (em relação à normal à fachada). Considerando o ângulo de incidência de 36°, tem-se que a área efetiva de captação é igual a 81% da área da janela. Se fosse optado por orientar o edifício paralelo à divisa, o ângulo de incidência seria de 71°. Segundo os autores, “para ângulos de incidência do vento maiores que 60° com a normal à janela, as condições de ingresso nas aberturas de entrada tornam-se cada vez mais complexas, e sua área efetiva é mais reduzida do que aquela sugerida pela correção devido ao ângulo de incidência” (p. 110). Ou seja, além de reduzir as horas de insolação na fachada noroeste, esta orientação solar também desfavorece a captação dos ventos Norte, que são os dominantes no terreno.

Para melhorar a qualidade do ar da sala no inverno, a basculante inferior da superfície externa pode ser aberta para captar o ar puro. Este é aquecido ao passar pela câmara de ar até entrar na sala pela basculante superior, renovando o ar interno sem que este sofra um resfriamento em excesso.

Para os demais cômodos, o desenho das janelas, a maioria composta por 2 folhas de correr, priorizam apenas a ventilação natural no verão, sem uma solução específica de renovação do ar no inverno. Isto porque, conforme orientado pelo PROJETEEE, a inércia térmica do envelope só tem efeito se a ventilação natural foi restringida ao longo do dia.

No verão, a porta da sacada corre em direção a estufa, possibilitando a captação dos ventos Norte. O guarda-corpo vazado em alumínio maximiza a captação dos ventos.

Quando a sacada permanece aberta, as basculantes inferior e superior da superfície envidraçada externa permitem o resfriamento da fachada dupla, evitando seu sobreaquecimento.

Quando a sacada é fechada, a ventilação natural pode continuar acontecendo, com a abertura das basculantes inferiores e superiores das duas superfícies de vidro.

1.2.6. Aquecedor solar

Com base no *Manual técnico para projeto e construção de sistemas de aquecimento solar & gás natural*⁴, foi feito o dimensionamento de um sistema de aquecimento solar de água.

Considerando uma população de 72 pessoas (3,6 pessoas por apartamento) e um consumo médio de 100 l de água quente por morador (82 l para banho, 8 l para torneiras e 10 l para pia de cozinha), obteve-se uma demanda de água quente de 7200 litros por dia.

O dimensionamento do reservatório térmico foi feito com base na equação:

$$V_{\text{armaz}} = V_{\text{consumo}} \times (T_{\text{consumo}} - T_{\text{af}}) / (T_{\text{armaz}} - T_{\text{af}})$$

Sendo

V_{armaz} – volume de armazenamento (l)

V_{consumo} – volume de água quente consumido diariamente na edificação (l/dia)

T_{consumo} – temperatura de consumo de utilização (40°C)

T_{armaz} – temperatura de armazenamento da água (60°C)

T_{af} – Temperatura de água fria do local de instalação (16,4°C)⁵

⁴ Disponível em

http://www.labeee.ufsc.br/sites/default/files/manuais/Manual_Tecnico_para_Projeto_e_Construcao_d_e_sistemas_de_Aquecimento_Solar_e_Gas_Natural.pdf

⁵ Segundo o Manual, a temperatura de água fria é variável ao longo do ano conforme temperatura ambiente. Para os cálculos, utilizou-se uma média aritmética das temperaturas médias mensais de Curitiba apresentadas pelo PROJETEEE.

O volume de armazenamento calculado foi de 4722,93 litros, equivalente a **1 reservatório térmico de 5000 litros**.

O manual recomenda 1m² de coletor solar para cada 50 a 100 litros de volume armazenado. Seguindo recomendação do fabricante especificado no projeto (Soletrol), foi considerado 1m² de coletor solar para cada 100 litros, totalizando 48m² de coletor solar, ou 48 coletores de 1000x1000mm.

No entanto, o Manual alerta que o maior aproveitamento da radiação solar no hemisfério sul pelos coletores ocorre quando estes estão direcionados para o Norte Geográfico ou dentro de uma faixa de tolerância de -30° ou + 30° em relação ao Norte, sendo necessário adicionar área coletora fora desta faixa (até ±90°). Tendo em vista a orientação solar de -36° em relação ao norte, estipulou-se um aumento de 30% da área coletora, o que totaliza **63m² de área coletora ou 63 coletores de 1000x1000mm**.

Segundo o fabricante, a inclinação dos coletores em relação ao solo é calculada somando-se 10 graus à latitude local (25°). Por este motivo, as **placas foram inclinadas em 35°**. Como os coletores apresentam inclinação diferente da cobertura, houve também um cuidado em espaçar as fileiras de coletores de modo a eliminar o auto sombreamento para alturas solares superiores a 30° (valor estipulado visando conciliar máximo de horas sem auto sombreamento e maior número de fileiras de coletor possível).

O posicionamento da base do reservatório a 30cm do coletor mais alto foi garantido para evitar fluxo reverso à noite.

1.2.7. Viabilidade financeira

A planilha de custos se baseou no Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil (SINAPI). A Tabela 2 apresenta um orçamento resumido. O custo da unidade varia por tipo de apartamento, sendo o mínimo a unidade de extremidade e o máximo, a unidade adaptada.

Tabela 2 – Orçamento resumido de Curitiba

Descrição dos serviços	Total por etapa (R\$)	Total por etapa com BDI (R\$)	Participação
Projetos	261.500,00	326.875,00	9,12%
Infraestrutura externa	111.206,57	139.008,21	3,88%
Fundação e baldrame	61.768,40	77.210,50	2,15%
Alvenaria + laje	686.696,95	858.371,18	23,94%
Cobertura	32.504,98	40.631,22	1,13%
Instalações Elétricas	121.326,00	151.657,50	4,23%
Instalações hidráulicas	228.871,77	286.089,72	7,98%
Esquadrias	417.101,91	521.377,39	14,54%
Acabamentos	669.205,73	836.507,16	23,33%
Elevador	180.000,00	225.000,00	6,27%
Impermeabilização	98.675,94	123.344,93	3,44%
TOTAL	2.868.858,24	3.586.072,80	100,00%
CUSTO (R\$/m²)	2.933,21	3666,51	
Custo da unidade (min-max, R\$)	136.365,07 – 151.471,11	170.456,33 – 189.338,89	

1.3. Especificação dos Materiais Utilizados

a) Alvenaria (tipo de material, composição das camadas) e materiais de Revestimento de Paredes (tipo de material, composição das camadas, cor⁶ do revestimento externo):

- Geral: alvenaria estrutural em blocos cerâmicos (14x19x29cm) com acabamento em ambas as faces em argamassa e pintura acrílica (2,5cm), totalizando uma parede de 19cm (Figura 6).

EXTERIOR			
CAMADA	MATERIAL	RESISTÊNCIA TÉRMICA	
⊗ 1	Argamassa 2,5	0.025	SEU MATERIAL Resistência Térmica Total: 0,53 Atraso Térmico ϕ (horas): 3,9 Capacidade Térmica (kJ/m ² K): 148,8 Transmitância Térmica (W/m ² K): 1,9
⊗ 2	Bloco cerâmico 14x19x29 cm 14	0.309	
⊗ 3	Argamassa 2,5	0.025	
ADICIONAR CAMADA NA BASE			
INTERIOR			

Figura 6 – Desempenho térmico da alvenaria estrutural de Curitiba

- Peitoril fachada Noroeste: alvenaria em blocos cerâmicos (9x19x29cm) com acabamento em ambas as faces em argamassa e pintura acrílica (2,5cm), totalizando uma parede de 14cm (Figura 7).

⁶ As cores das tintas e suas absorvâncias foram baseadas no catálogo disponível em: DORNELLES, Kelen Almeida. **Absortância solar de superfícies opacas**: métodos de determinação e base de dados para tintas látex acrílica e PVA. 2008. 160p. Tese (Doutorado) - Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2008.



Figura 7 – Desempenho térmico da alvenaria de vedação de Curitiba

- Acabamento externo das fachadas:
 - Fachada Noroeste e parede voltada para a circulação social: pintura acrílica fosca cor cinza (Cinza BR). Absortância = 61%
 - Peitoris fachada Noroeste: pintura acrílica fosca cor mostarda (Marrocos). Absortância = 54,7%
 - Volume cozinha, lajes, volume elevador, caixa d'água e escada (fachada Sudeste). Pintura acrílica fosca cor branco neve. Absortância = 10,2%
- Acabamento interno das paredes:
 - Sala e quartos: Pintura acrílica fosca cor branco neve. Refletância = 89,8%.
 - Banheiro, cozinha e área de serviço: cerâmica branca. Refletância = 89,8%.

As cores escuras na fachada Noroeste têm por objetivo potencializar o aquecimento solar passivo nestas superfícies, enquanto que as cores claras nas paredes internas aumentam a reflexão da luz natural nos espaços internos. O branco em alguns elementos de fachada destacam volumes e planos na composição.

b) Materiais de Revestimento de Pisos (tipo de material, composição das camadas, cor do revestimento externo):

- Sala e quartos do apartamento: laje maciça de concreto armado (10cm), contrapiso (6cm), piso laminado bege (2cm). Total: 18cm
- Cozinha, banheiro e área de serviço do apartamento: laje maciça de concreto armado (10cm), contrapiso (4cm), piso cerâmico bege (2cm). Total: 16cm
- Circulação social: laje maciça de concreto armado (10cm), contrapiso (6cm), piso cerâmico bege (2cm). Total: 18cm
- Área comum: piso cimentício bege
- Circulação carros garagem: concregrama
- Vagas garagem: concreto, cor cinza

As cores claras nos pisos das áreas comuns propiciam a reflexão dos raios solares para o interior das unidades, a passo que as cores claras nos pisos dos apartamentos aumentam a reflexão da luz natural nos espaços internos.

c) Materiais de Revestimento de Teto (tipo de material, composição das camadas, cor do revestimento externo):

- Sala, quartos e circulação social: laje maciça de concreto armado com acabamento em estuque e pintura acrílica fosca cor branco neve.
- Cozinha, área de serviço e banheiro: forro em placas de gesso com pintura acrílica fosca cor branco neve.

d) Cobertura (tipo de material, composição das camadas, cor do revestimento externo):

- Laje maciça em concreto armado (10cm), câmara de ar (altura variada) e telha metálica trapezoidal (4,3cm) na cor cinza (absortância = 61%). A elevada absortância da telha tem por objetivo potencializar o aquecimento solar passivo pela envoltória, enquanto que a relativa baixa transmitância térmica da cobertura minimiza as perdas de calor para o meio exterior (Figura 8).

CAMADA	MATERIAL	RESISTÊNCIA TÉRMICA
1	Telha metálica 0.1	0
2	Câmara de ar de Fluxo vertical 0	0.21
3	Concreto maciço 10	0.057

SEU MATERIAL

Resistência Térmica Total: **0,48**

Atraso Térmico ϕ (horas): **5,3**

Capacidade Térmica (kJ/m²K): **243,6**

Transmitância Térmica (W/m²K): **2,1**

Figura 8 – Desempenho térmico da cobertura de Curitiba

e) Esquadrias (tipo de material, cor do material):

- Janelas:
 - Quartos: esquadria de correr (2 folhas) de alumínio e vidro, acabamento natural
 - Cozinha, banheiro e área de serviço: esquadria maxilar (1 folha) de alumínio e vidro, acabamento natural
- Portas:
 - Internas: portas de madeira com bandeira basculante de madeira. Cor: natural
 - Entrada apartamento: portas de madeira com bandeira basculante de vidro. Cor: natural
- Porta da sacada: porta de correr composta por dupla chapa de madeira maciça recheada com lã de rocha, acabamento laminado melamínico padrão amadeirado
- Fachada dupla: esquadria de alumínio e vidro, cor natural (cinza). Superfície externa fixa com basculante inferior e superior. Superfície interna de correr com basculante inferior e superior.
- Prateleira de luz (fachada dupla): alumínio branco

f) Vidros (tipo de vidro, espessura, cor, fator solar):

- Esquadrias quarto, cozinha, banheiro, área de serviço: vidro insulado (duplo) composto por 2 folhas de vidro monolítico float simples incolor 6mm espaçados por uma câmara de ar de 12mm. O vidro simples incolor é caracterizado por um fator solar de 84%, alta transmissão luminosa (88%) e dos raios infra-vermelhos (77%), o que pode favorecer, respectivamente, o aproveitamento da luz natural e o aquecimento solar passivo nos espaços internos. Em contrapartida, o vidro duplo aumenta a resistência térmica das superfícies transparentes, minimizando as perdas de calor.
- Esquadria estufa: superfície externa e interna composta de vidro monolítico float incolor de 6mm (FS=84%) separado por uma câmara de ar de 60cm.

g) Luminárias e lâmpadas (marca, modelo, eficiência-caso exista):

- Cozinha e área de serviço: luminária de embutir em alumínio e vidro, formato quadrado 30x30cm, acabamento branco, com 3 lâmpadas bulbo LED Alta Potência cor branco frio
- Sala e quartos: luminária de sobrepor (plafon) em alumínio e vidro, quadrada 30x30cm, acabamento branco, com 3 lâmpadas bulbo LED cor branco quente
- Circulação comum e garagem: luminária de sobrepor em alumínio e vidro, formato retangular 18x59cm, acabamento branco, com lâmpada LED tubular com branco neutro
- Jardim: Poste em alumínio com pintura eletrostática 200cm (H) acabamento branco, com lâmpada bulbo LED cor branco neutro. Marca: Alloy iluminação (PSA 404/2)

2. Projeto Zoneamento Bioclimático 2 – Cidade de Goiânia/GO

2.1. Descritivo do Projeto de Arquitetura

2.1.1 Objetivo

O objetivo do projeto desenvolvido para Goiânia consistiu em adequá-lo ao contexto climático e urbano local e trazer um pouco da vegetação abundante do Parque Lago das Rosas – atrás do terreno – para sua avenida de acesso, seja no paisagismo como em elementos de composição da fachada.

2.1.2 Premissas de projeto

- **Estratégias bioclimáticas:** Priorizar as estratégias bioclimáticas indicadas no PROJETEEE para Goiânia, desde a etapa de implantação até a escolha dos materiais construtivos. As estratégias a serem exploradas são a ventilação natural, a inércia térmica para aquecimento e o sombreamento, recomendadas, respectivamente, para 32%, 20% e 13% das horas do ano (em média).
- **Conforto acústico:** adotar estratégias de projeto que atenuem o ruído proveniente do tráfego na Avenida Assis Chateaubriand nos apartamentos. Isto porque esta é uma via arterial importante da cidade. Além disso, há um ponto de ônibus quase em frente ao terreno, gerando um ruído significativo proveniente do freio constante de um veículo de grande porte. A existência de semáforos nos cruzamentos próximos pode ser sinônimo de aglomeração, freio e buzina. Por fim, há uma proposta do Plano Diretor de intensificar o fluxo nesta via, ao transformá-la em “Corredor Exclusivo”, o que torna o conforto acústico um critério prioritário no processo decisório.
- **Pavimento tipo:** As duas unidades habitacionais localizadas nos extremos da lâmina devem apresentar uma distribuição espacial distinta das unidades do meio, para também explorar a captação dos ventos e incidência solar de outras orientações e, caso necessário, reduzir o comprimento da edificação
- **Linguagem arquitetônica:** explorar jogo de volumes por meio de varandas e a vegetação como elemento de composição das fachadas principais.
- **Operação e manutenção:** priorizar soluções que exijam baixo custo de operação e manutenção, de modo a adequar o empreendimento como um todo às restrições orçamentárias dos moradores
- **Acessibilidade:** possibilitar a adaptação de boa parte dos apartamentos a portadores de necessidades especiais, a fim de que se adequem as demandas de seus moradores ao longo da vida
- **Atendimento à leis, normas e regulamentos:** atender às exigências da Lei de Uso e Ocupação do Solo e Código de Obras local, às normas brasileiras, em especial a NBR 15575 (Edificações habitacionais - Desempenho), NBR 9050 (Acessibilidade), NBR 9077 (Saídas de emergência em edifícios), e lei que rege o Programa Minha Casa Minha Vida (Portaria nº 269 – Ministério das Cidades).

2.1.3 Tipologia construtiva

A tipologia construtiva é a mesma de Curitiba – prismática/laminar, com unidades habitacionais dispostas lado a lado – pois permanece o anseio de garantir condições de conforto semelhante entre as unidades e favorecer igualmente os cômodos de permanência prolongada. No entanto, no caso de Goiânia, volumes das varandas foram acoplados ao corpo principal para favorecer o sombreamento das salas.

Quatro tipos de apartamentos compõem o edifício de Goiânia: os apartamentos do meio da lâmina, um de extremidade com varanda no quarto de casal, outro de extremidade sem varanda no quarto e o do meio (no térreo) com pequenas adaptações voltadas a pessoas com necessidades especiais. As cozinhas / áreas de serviço das unidades do extremo sacam do corpo principal do edifício, fazendo o arremate da circulação social.

2.1.4 Programa básico das unidades habitacionais

As unidades são compostas pelo programa básico exigido em edital - sala, cozinha, área de serviço, 2 quartos e 1 banheiro – acrescido de varanda(s).

2.1.5 Área em m² dos cômodos

Tabela 3 – Área em m² dos cômodos (Goiânia)

GOIÂNIA ambiente	Tipo apartamento			
	Extremidade SO	Extremidade NE	Meio	Adaptado
Sala	16,11	16,11	15,98	15,96
Varanda sala	3,77	3,77	3,76	3,78
cozinha	4,98	4,98	4,53	4,49
área de serviço	1,82	1,82	2,33	2,09
circulação	1,07	1,07	3,83	4,47
quarto 1	8,98	8,98	8,96	8,96
quarto 2	8,58	8,58	9,51	9,51
Varanda quarto	2,02	-	-	-
banheiro	3,38	3,38	4,47	4,47
TOTAL (m²)	50,71	48,69	53,37	53,73

2.2. Descritivo

2.2.1 Diretrizes construtivas e Descrição das estratégias de projeto adotadas para a cidade

O edifício de Goiânia também foi concebido em alvenaria estrutural de blocos cerâmicos, com o intuito de reduzir custo da construção. Este material também se adequa ao contexto climático de Goiânia ao atender ao desempenho térmico exigido pela NBR 15575 para a Zona Bioclimática 6.

A planta do pavimento tipo foi modulada com base no bloco de 14x19x29 cm (LxHxC). Blocos de 9x19x29 cm foram utilizados no peitoril do banheiro dos apartamentos de extremidade e nas paredes dos shafts e da cozinha. A laje adotada foi a maciça em concreto armado.

As diretrizes construtivas do projeto de Goiânia são as mesmas citadas no memorial de Curitiba (item 1.2.1).

A solução da garagem foi a mesma do projeto de Curitiba – parte das vagas sob pilotis – também em função das dimensões do lote e da implantação escolhida para o edifício.

Estratégias de projeto adotadas - resumo

- ✓ Ventilação natural
 - Implantação: considera a obstrução dos edifícios vizinhos sobre a incidência dos ventos no terreno, transpondo dados da rosa dos ventos para o contexto local (ver item 2.2.4)
 - Esquadrias: desenho das esquadrias dos quartos favorece a captação dos ventos. Renovação do ar da sala é possível mesmo com portas de correr da varanda fechadas (ver item 2.2.5)
 - Guarda-corpo da varanda permeável aos ventos
 - Basculantes sobre portas dos quartos, sala e banheiro favorecem a ventilação cruzada nos ambientes
 - Aberturas com área maior que 7% da área do piso dos ambientes, sendo passíveis de serem vedadas durante o período de frio (conforme exigência da NBR 15575)
- ✓ Inércia térmica para aquecimento
 - Envoltória (fachadas e cobertura): transmitância térmica dos materiais atende às exigências da NBR 15575 para a Zona Bioclimática 6 (Parede - $U \leq 3,70 \text{ W/m}^2\text{K}$ para $a \leq 0,6$ e $U \leq 2,5 \text{ W/m}^2\text{K}$ para $a > 0,6$ / Cobertura - $U \leq 2,30 \text{ W/m}^2\text{K}$ para $a \leq 0,6$ e $U \leq 1,5 \text{ W/m}^2\text{K}$ para $a > 0,6$).
 - Atraso térmico dos materiais superior a 3,5h
 - Baixo percentual de aberturas na fachada
 - Ver item 2.3 para maiores detalhes
- ✓ Sombreamento
 - Varandas, anteparos e vegetação como elementos de proteção horizontal e vertical nas fachadas Sudeste e Sudoeste (ver item 2.2.5)
 - Fachadas Noroeste e Nordeste: sombreamento reduzido, pois edifícios vizinhos geram obstrução significativa ao longo do ano nessas orientações.
- ✓ Conforto acústico
 - Edifício distanciado 16,20 m (10,70m de recuo + 5,50m de passeio) da fonte sonora mais importante do entorno (tráfego na Avenida Assis Chateaubriand), para minimizar ruído que incide nas janelas.
 - Forro em réguas de madeira espaçadas funciona como absorvedor acústico, atenuando o ruído nos espaços internos.
 - Ver item 2.2.5 para maiores detalhes
- ✓ Escada de emergência
 - Escada aberta e linear reduz o sombreamento na fachada Noroeste, que apresenta poucas horas de insolação devido ao sombreamento dos edifícios vizinhos
 - Desenho simplificado em relação à escada do projeto de Curitiba, para redução dos custos, tendo em vista que esta não é a fachada principal
- ✓ Projeto paisagístico das áreas comuns
 - Criação de uma área de embarque e desembarque, para não prejudicar o trânsito na Avenida Assis Chateaubriand
 - Arborização no passeio oferece sombreamento para o pedestre, numa via carente de vegetação
 - Pavimento térreo na cota mais alta permite inserir garagem na cota mais baixa e reduzir rampas e escadas no acesso de pedestre
 - Ausência de portaria para reduzir gastos com condomínio
 - Área de convivência próxima à entrada do condomínio, servindo como espaço de espera e lazer

- Fonte de água chama atenção de quem entra no condomínio, desviando o olhar dos apartamentos do térreo
- Vegetação junto às janelas do pavimento térreo conferem privacidade aos apartamentos neste nível
- Arborização cria sombreamento nos espaços de permanência
- Playground nos fundos do lote

2.2.2 Carta solar e orientação solar

Seguindo a mesma metodologia adotada no projeto de Curitiba, inicialmente, realizou-se uma análise sobre a carta solar de Goiânia para verificar a insolação de fachadas paralelas às divisas do terreno, tendo em vista que esta é a implantação dominante na região (Figura 9).



Figura 9 – Estudo inicial da orientação solar para Goiânia

Partindo-se do princípio de que, em Goiânia, 34% das horas do ano apresenta desconforto por calor e que a temperatura pode alcançar quase 30 graus mesmo no inverno, identifica-se como a melhor orientação aquela que apresenta menos horas de insolação (Sudeste, neste primeiro estudo).

Para adequar a planta de Curitiba ao terreno de Goiânia, dois cenários foram comparados: (1) Edifício implantado paralelo às divisas frontal e laterais, com volume original dividido em dois, os quais ficariam dispostos um atrás do outro de modo desencontrado; (2) Lâmina única, inclinada de modo a ajustá-la ao terreno, com o cuidado de não incrementar muito as horas de insolação na fachada Sudeste.

O segundo cenário foi o escolhido, em virtude de sua racionalidade construtiva (e consequente redução de custos); da redução do auto sombreamento excessivo que comprometa a salubridade e conforto visual dos apartamentos; da possibilidade de oferecer vista mais livre para todas as unidades, do potencial de aproveitamento da ventilação natural, sem sombras de vento gerada por um apartamento em outro.

A figura 10 apresenta uma orientação solar possível para o cenário 2. Nesta proposta, a melhor orientação para o contexto climático de Goiânia é a Sudeste, pois a insolação se

concentra no período da manhã. A orientação Sudoeste, apesar de apresentar menos horas de insolação, recebe o sol da tarde durante todo o verão, quando as temperaturas estão mais elevadas.

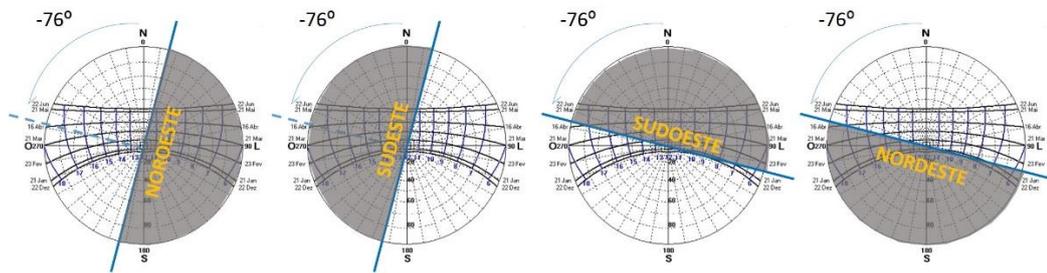
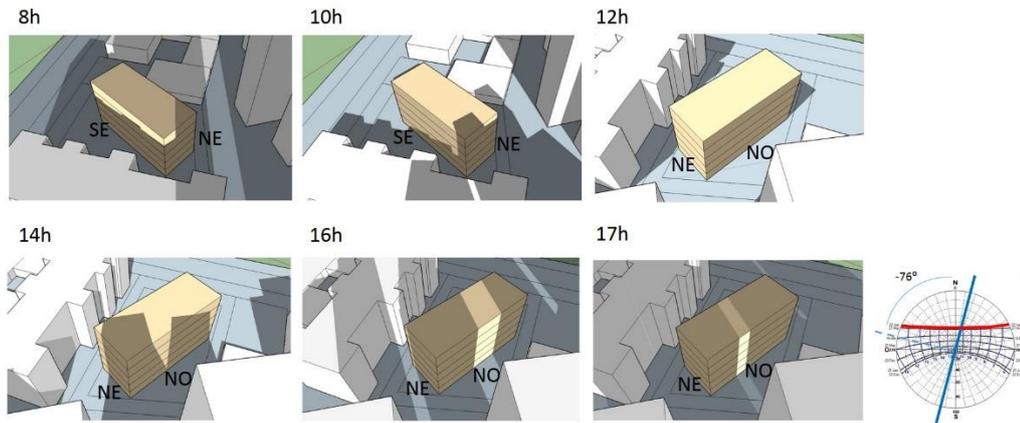


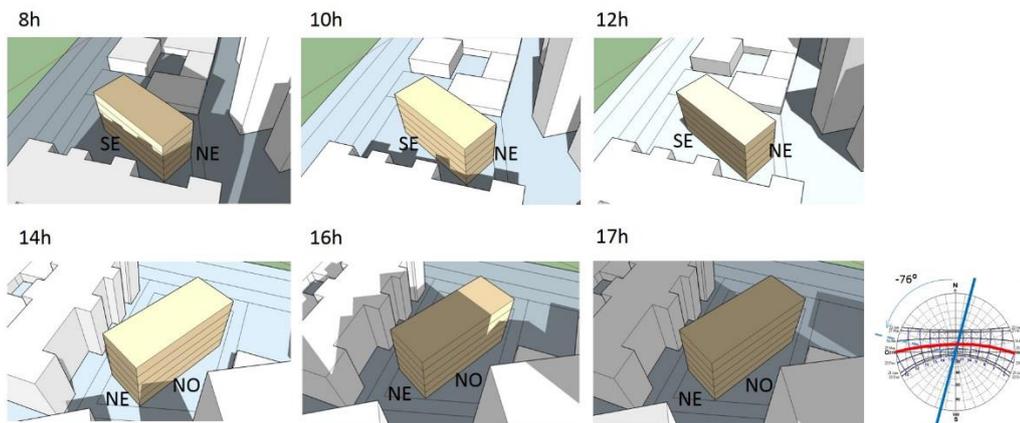
Figura 10 – Orientação solar do edifício de Goiânia

Considerando esta orientação, realizou-se um estudo de sombreamento⁷ dos edifícios vizinhos sobre um volume prismático, de modo a identificar as fachadas com real necessidade de sombreamento por elementos de proteção solar (Figura 11).

Solstício de inverno (22 de junho)



Equinócio (21 de março)



⁷ Neste estudo, considerou-se um bloco de 25x10x15 m (LxPxH) inclinado -76° em relação ao norte. Cada um dos 5 pavimentos foi representado com 3m de altura. O estudo foi realizado no programa Sketchup e incluiu, além do terreno, todos os edifícios da quadra onde ele se localiza. As imagens apresentam as fachadas com insolação, pois esta análise objetiva identificar as fachadas com real necessidade de sombreamento.

Solstício de verão (22 de dezembro)

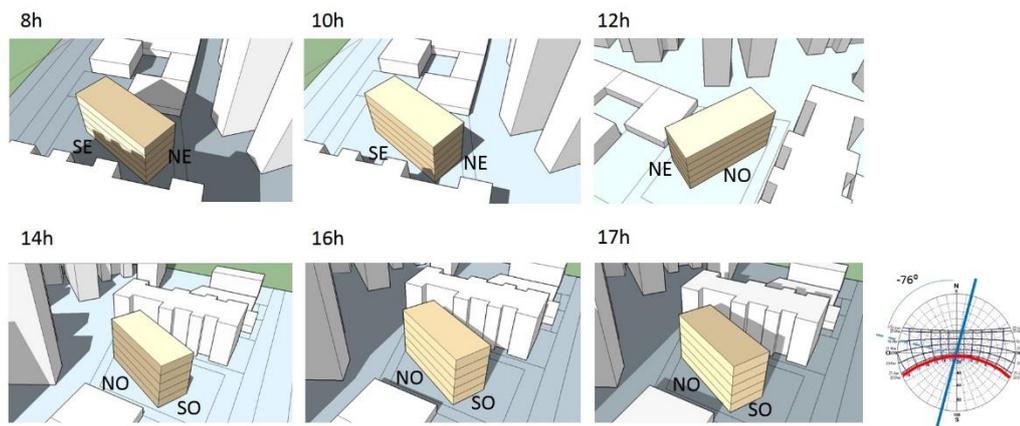


Figura 11 – Estudo do impacto do entorno no sombreamento das fachadas de Goiânia

Observa-se que a fachada Noroeste é bastante sombreada pelo entorno no Solstício de Inverno e Equinócio, sendo efetivamente necessária uma proteção solar apenas no verão. A fachada Sudeste, por sua vez, somente precisa ser sombreada entre 10 e 12h, quando o sombreamento pelo edifício vizinho reduz significativamente. A proteção da fachada Sudoeste é desejável nas tardes de verão, enquanto que a fachada Nordeste, apesar de sofrer com a incidência solar em alguns períodos, tem um sombreamento significativo pelos edifícios vizinhos.

No item 2.2.4, avalia-se o potencial de ventilação desta orientação para aproveitamento da ventilação natural, para definir a implantação final.

2.2.3 Estudo do local de implantação com informações sobre direção dos ventos, índice pluviométrico e outras características próprias do local

Além da radiação solar, outro aspecto essencial a ser considerado na implantação do edifício é a direção dos ventos, especialmente no caso de Goiânia, onde a ventilação natural é a estratégia bioclimática mais recomendada pelo PROJETEEE.

De acordo com a rosa dos ventos disponibilizada pela plataforma, os ventos provêm principalmente da direção Sudeste (24,92%), Leste (17,22%) e Noroeste (11,79%).

A ventilação natural é mais recomendada no verão (53% das horas, nesta estação), quando as temperaturas alcançam até 31,27 °C (temperatura média mensal máxima de Dezembro) e a umidade relativa chega a 80,5% (Janeiro), pois possibilita dissipar o calor do edifício, favorece a evapotranspiração dos ocupantes e renovar o ar interno.

A inércia térmica é uma estratégia importante para este contexto devido à alta amplitude térmica durante todo o ano, que varia entre 9,19° em Janeiro e 16,95° em Junho.

2.2.4 Avaliação das condições de ventilação natural do local e impacto de outras condições microclimáticas existentes

Transpondo os dados da rosa dos ventos de Goiânia para local, verifica-se que os ventos dominantes com maior incidência no terreno são os provenientes de Sudeste e Noroeste (Figura 12).

Os ventos Sudeste sofrem pouca interferência do entorno, no entanto, levam para o lote o ruído e poluição da via principal.

Os ventos Leste sofrem interferência de um edifício de 5 pavimentos ao lado do terreno e, por isso, não devem ser priorizados no projeto.

Os ventos Noroeste são canalizados pelas torres à Noroeste do terreno, fenômeno que tende a incrementar a intensidade do escoamento. Os ventos Noroeste têm como vantagem a trazer o ar puro do Parque Lago das Rosas.

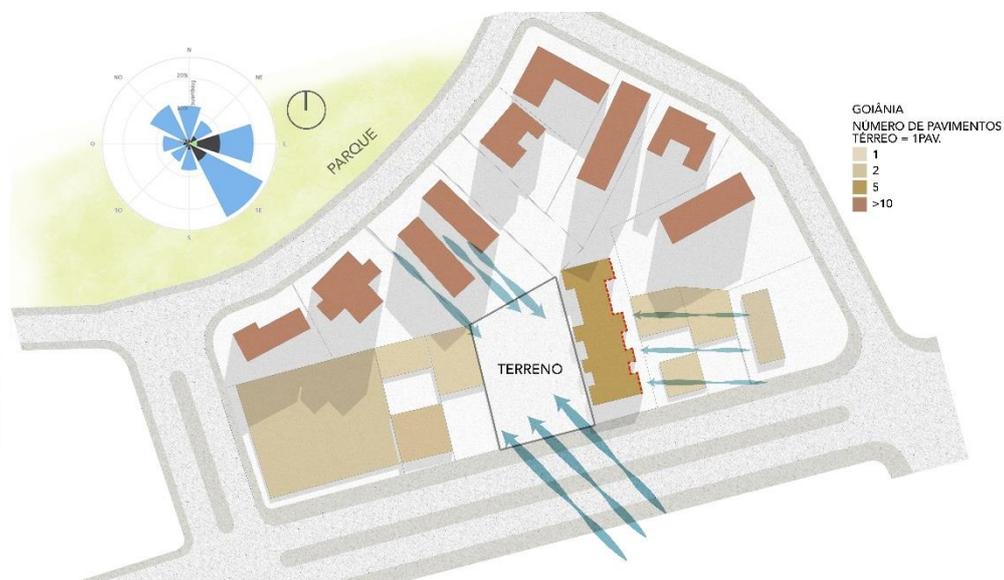


Figura 12 – Estudo do impacto do entorno sobre os ventos incidentes no terreno de Goiânia

Orientação solar final

Confrontando os estudos de carta solar e dos ventos, e considerando as limitações dimensionais do terreno, definiu-se a implantação do edifício inclinando-o à -76° em relação ao norte (ver Figura 10). Esta inclinação possibilita que os ventos incidentes na fachada Sudeste e Noroeste sejam captados pelas janelas sem a necessidade de ampliar significativamente a área permeável da fachada⁸, evitando áreas envidraçadas muito grandes que comprometam a inércia térmica do edifício.

Esta orientação solar possibilita, portanto, um compromisso entre horas de radiação solar e captação dos ventos Sudeste e Noroeste.

⁸ Considerando o ângulo de incidência de 31° (tanto para Sudeste quanto Noroeste), tem-se que a área efetiva de captação é igual a 86% da área da janela. Se fosse optado por orientar o edifício paralelo à divisa, o ângulo de incidência seria de 62° , o que prejudicaria significativamente as condições de ingresso nas aberturas de entrada.

Definida a implantação da torre no terreno, estabeleceu-se como diretriz para a setorização dos ambientes na planta a priorização do conforto térmico dos cômodos de permanência prolongada (quartos e sala). Estes foram posicionados sempre que possível junto à fachada Sudeste, enquanto que o banheiro, a cozinha, a área de serviço e elementos de circulação vertical e horizontal foram voltados para a fachada Noroeste. Ou seja, trata-se de um raciocínio oposto ao adotado no projeto de Curitiba.

2.2.5. Soluções de sombreamento / aproveitamento de iluminação natural / saúde dos usuários

Com base no estudo de carta solar e de sombreamento gerado pelo entorno (item 2.2.2), concluiu-se que o sombreamento por protetores solares deveria ser moderado, especialmente na fachada Noroeste e Nordeste, de modo a evitar ambientes muito escuros.

Na fachada Noroeste, a circulação social com profundidade de 1,20m funciona como proteção horizontal da cozinha, área de serviço e banheiros dos apartamentos do meio. As cozinhas dos apartamentos de extremidade não foram sombreadas em virtude do sombreamento do entorno.

Na fachada Sudoeste, a associação de uma varanda de 0,90m de profundidade, anteparos verticais e vegetação (jardineira) garantem a proteção contra o sol da tarde nas aberturas do quarto de casal do apartamento da extremidade. Na fachada oposta (Nordeste), optou-se por não incluir estes elementos, em função do sombreamento desta fachada pelos edifícios vizinhos em parte do ano e também para evitar trazer o edifício mais próximo da via, o que reduziria o conforto acústico dos apartamentos mais próximos a fonte sonora.

Na fachada Sudeste, o sombreamento desejável é de poucas horas pela manhã (10-12h), então optou-se por fazê-lo apenas na sala, por meio de uma varanda de 1,60m de profundidade. A proteção horizontal deste elemento associado a anteparos verticais promovem uma proteção a partir de 9h30 no solstício de inverno e aproximadamente 10h no solstício de verão. A vegetação na jardineira serve, nesta orientação, apenas para a composição da fachada.

O conforto acústico foi um critério importante visando o bem-estar e saúde dos moradores. Duas estratégias foram pensadas para atenuar o ruído nos apartamentos. Primeiramente, o edifício foi distanciado 16,20m da via de acesso, sendo 10,70m equivalente ao recuo frontal. Além disso, nas varandas dos quartos voltados para a via e na sala de estar/jantar dos apartamentos, foi proposto um forro em réguas de madeira de 7cm, espaçadas 1cm entre elas. O forro funciona como ressonador sonoro, garantindo a absorção de parte do ruído que incide nas fachadas.

2.2.6. Aquecedor solar

O dimensionamento do sistema de aquecimento solar de água seguiu a mesma metodologia do projeto de Curitiba, sendo que neste contexto, a temperatura da água fria é de 23,2°C

Assim, calculamos um volume de armazenamento de 4265,21 litros, o que equivale a 1 reservatório térmico de capacidade de 5000 litros e 42 coletores de 1000x1000mm.

Neste contexto, a inclinação dos coletores em relação ao solo deve ser de 27 graus (16,68 de latitude + 10 graus). Os coletores foram espaçados de modo a evitar o auto sombreamento para alturas solares superiores a 20° (valor estipulado visando conciliar máximo de horas sem auto sombreamento e maior número de fileiras de coletor possível). Houve também um cuidado em afastar os coletores das platibandas, de modo a evitar o sombreamento do segundo sobre o primeiro.

2.2.7. Viabilidade financeira

A planilha de custos se baseou no Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil (SINAPI). A Tabela 4 apresenta um orçamento resumido. O custo da unidade varia por tipo de apartamento, sendo o mínimo a unidade de extremidade Nordeste e o máximo a unidade adaptada.

Tabela 4 – Orçamento resumido de Goiânia

Descrição dos serviços	Total por etapa (R\$)	Total por etapa com BDI (R\$)	Participação
Projetos	261.500,00	326.875,00	9,98%
Infraestrutura externa	130.300,89	162.876,11	4,97%
Fundação e baldrame	54.622,48	68.278,11	2,08%
Alvenaria + laje	740.057,53	925.071,91	28,25%
Cobertura	25.587,57	31.984,46	0,98%
Instalações Elétricas	121.326,00	151.657,50	4,63%
Instalações hidráulicas	210.917,49	263.646,87	8,05%
Esquadrias	260.131,00	325.163,75	9,93%
Acabamentos	595.355,11	744.193,89	22,72%
Elevador	180.000,00	225.000,00	6,87%
Impermeabilização	40.134,15	50.167,68	1,53%
TOTAL	2.619.932,22	3.274.915,28	100,00%
CUSTO (R\$/m²)	2.541,00	3.176,26	
Custo da unidade (min-max, R\$)	123.721,70 – 136.528,39	154.652,13 – 170.660,48	

2.3. Especificação dos Materiais Utilizados

a) Alvenaria (tipo de material, composição das camadas) e materiais de Revestimento de Paredes (tipo de material, composição das camadas, cor do revestimento externo)

- Geral: alvenaria estrutural em blocos cerâmicos (14x19x29cm) com acabamento em ambas as faces em argamassa e pintura acrílica (2,5cm), totalizando uma parede de 19cm (Figura 13).



Figura 13 – Desempenho térmico da parede estrutural de Goiânia

- Peitoril banheiro apartamentos extremidade: alvenaria em blocos cerâmicos (9x19x29cm) com acabamento em ambas as faces em argamassa e pintura acrílica (2,5cm), totalizando uma parede de 14cm (Figura 14).



Figura 14 – Desempenho térmico da alvenaria de vedação de Goiânia

- Acabamento externo das fachadas:
 - Geral: pintura acrílica fosca cor marfim. Absortância = 26,7%
 - Parede entre janelas dos quartos e peitoril banheiro (apartamento extremidades): pintura acrílica fosca, cor amarelo antigo. Absortância = 51,4%
 - Laje (beiral) do coroamento e platibanda: pintura acrílica fosca cor branco neve. Absortância = 10,2%
 - Volume cozinha, volume elevador e caixa d'água: Pintura acrílica fosca cor branco neve. Absortância = 10,2%
 - Escada: concreto aparente. Absortância = 61,1%
- Acabamento interno das paredes:
 - Pintura acrílica fosca cor branco neve. Absortância = 10,2%.
 - Banheiro, cozinha e área de serviço: cerâmica branca. Absortância = 10,2%.

b) Materiais de Revestimento de Pisos (tipo de material, composição das camadas, cor do revestimento externo)

- Sala e quartos: laje maciça de concreto armado (10cm), contrapiso (6cm), piso cerâmico bege (2cm). Total: 18cm
- Cozinha, banheiro e área de serviço: laje maciça de concreto armado (10cm), contrapiso (4cm), piso cerâmico bege (2cm). Total: 16cm

- Circulação social: laje maciça de concreto armado (10cm), contrapiso (6cm), piso cerâmico bege (2cm). Total: 18cm
- Área comum: piso cimentício bege
- Circulação carros garagem: concregrama
- Vagas garagem: concreto, cor cinza

c) Materiais de Revestimento de Teto (tipo de material, composição das camadas, cor do revestimento externo)

- Sala, quartos e circulação social: laje maciça de concreto armado com acabamento em estuque e pintura acrílica fosca cor branco neve.
- Cozinha, área de serviço e banheiro: forro em placas de gesso com pintura acrílica fosca cor branco neve.
- Varanda: forro em régua de madeira de 7cm, acabamento natural. Espaçamento entre régua = 1cm.

d) Cobertura (tipo de material, composição das camadas, cor do revestimento externo)

- Laje maciça em concreto armado (10cm), câmara de ar (altura variada) e telha metálica trapezoidal (4,3cm) na cor branca (absortância = 10,2%). A baixa absortância da telha tem por objetivo reduzir o aquecimento solar passivo pela envoltória, enquanto que a relativa baixa transmitância térmica da cobertura minimiza os ganhos de calor nos apartamentos (Figura 15).



Figura 15 – Desempenho térmico da cobertura de Goiânia

e) Esquadrias (tipo de material, cor do material):

- Janelas:
 - Quartos: esquadria de correr (2 folhas) de alumínio e vidro, cor bronze
 - Cozinha, área de serviço e banheiro apartamentos meio: esquadria maximar (1 folha) de alumínio e vidro, cor bronze
 - Banheiro apartamentos extremidade: esquadria maximar / fixa (2 folhas) de alumínio e vidro, cor bronze
- Portas:
 - Varanda: portas de correr (2 folhas) em alumínio e vidro, cor bronze com basculante inferior e superior.
 - Internas: portas de madeira com bandeirola basculante de madeira. Cor: natural
 - Entrada apartamento: portas de madeira com bandeirola basculante de vidro. Cor: natural

f) Vidros (tipo de vidro, espessura, cor, fator solar):

- Esquadrias quarto, cozinha e área de serviço: vidro monolítico float incolor 6mm. Tendo em vista que as temperaturas médias mensais se concentram em grande parte dentro da zona de conforto e que a ventilação cruzada é a estratégia explorada em boa parte do ano, considerou-se desnecessário utilizar o vidro insulado.
- Esquadria banheiro: vidro monolítico float incolor 6mm na folha maximar (superior) e vidro monolítico float incolor 6mm jateado na folha fixa (inferior).

g) Luminárias e lâmpadas (marca, modelo, eficiência-caso exista):

- Cozinha e área de serviço: luminária de embutir em alumínio e vidro, formato quadrado 30x30cm, acabamento branco, com 3 lâmpadas bulbo LED Alta Potência cor branco frio
- Sala e quartos: luminária de sobrepor (plafon) em alumínio e vidro, quadrada 30x30cm, acabamento branco, com 3 lâmpadas bulbo LED cor branco quente
- Circulação comum e garagem: luminária de sobrepor em alumínio e vidro, formato retangular 18x59cm, acabamento branco, com lâmpada LED tubular com branco neutro
- Jardim: Poste em alumínio com pintura eletrostática 200cm (H) acabamento branco, com lâmpada bulbo LED cor branco neutro. Marca: Alloy iluminação (PSA 404/2)