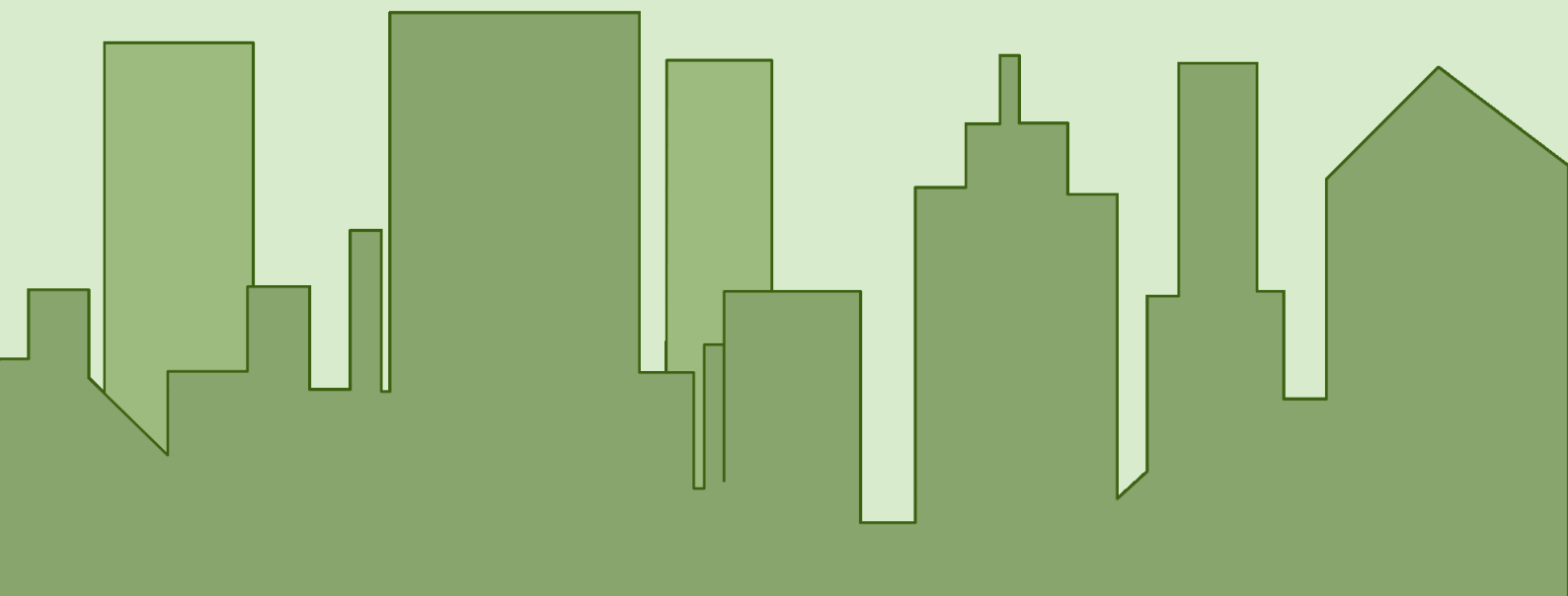


PROJETANDO PARA AMANHÃ:

*Eficiência e conforto térmico no
projeto de habitação*



PROJETANDO PARA AMANHÃ:

*Eficiência e conforto térmico no
projeto de habitação*

Trabalho Final de Graduação
Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da
Universidade de São Paulo

Thayná Silva Rodrigues

Orientadora Prof^a. Dr^a. Denise Helena Duarte

Dezembro de 2022

SUMÁRIO

01 introdução	7
02 a questão climática	11
03 produção habitacional	25
04 propostas projetuais	35
05 considerações finais	79
06 bibliografia	83
07 apêndices	89
08 anexos	115

01 | introdução

Introdução e motivações

Por que estudar o conforto térmico em projeto de habitação?

50 anos após a primeira conferência mundial na qual foram discutidos os impactos das mudanças climáticas em escala planetária, a Conferência das Nações Unidas Sobre o Meio Ambiente Humano, realizada em Estocolmo no ano de 1972, o prognóstico dos danos causados ao planeta não é otimista.

As mudanças climáticas são cada vez mais evidentes e tornam-se visíveis ao observarmos o aumento da temperatura média global, o derretimento das geleiras, o aumento do nível dos oceanos, a perda de biodiversidade, entre outras consequências causadas pela ação antrópica sobre a Terra.

Os eventos climáticos também têm sofrido alterações alarmantes, seja devido ao aumento de sua intensidade ou maior frequência de ocorrência como, por exemplo, as ondas de calor, que tendem a aumentar em frequência e intensidade devido às mudanças no clima.

Somam-se aos problemas ambientais outras crises, como a crise energética e a sanitária, cenários que nos fazem repensar tanto as nossas relações sociais quanto a nossa relação com o planeta e a maneira como usufruímos seus recursos.

Em 2020, devido a pandemia de COVID-19 o mundo viu-se forçado a mudar. Na medida que as adaptações eram necessárias, fomos obrigados a mudar drasticamente nossa rotina, nossos lugares de trabalho e estudo. O isolamento social indicado pelas autoridades sanitárias para evitar a propagação do vírus impôs uma nova dinâmica que nos obrigou a permanecer em casa por meses.

Assim, o ambiente doméstico ganhou extrema importância uma vez que atividades anteriormente desenvolvidas fora de casa foram trazidas para dentro dela.

A partir da nova realidade imposta pela pandemia e da necessidade de adaptação, o interesse pelas relações entre o conforto das edificações e sua resiliência frente às mudanças iminentes, surgiu.

No âmbito de tais mudanças a disciplina *AUT 0288 - Conforto Ambiental IV* propôs como trabalho final que os grupos, remotamente, analisassem uma residência a partir dos pontos de vista do conforto ambiental. Essa análise, somada à nova realidade nos permitiu refletir sobre o espaço doméstico e as suas relações com o exterior.

Em meio ao desenvolvimento do trabalho, a questão que mais chamou a atenção foi o fato de que os espaços não estavam preparados para um longo período de permanência dos seus usuários, o que demandava uma quantidade de alterações significativas para garantir seu conforto acústico, térmico, lumínico ou até mesmo melhoras de ergonomia para a realização de tarefas.

Dessa maneira, concluímos que muitas dessas questões não eram pontuais e que, provavelmente, outras residências poderiam ter questões similares. Assim, devido aos questionamentos suscitados na disciplina, surgiu o meu interesse em estudar a produção habitacional recente sob o olhar da sua eficiência térmica frente às mudanças climáticas.

Vale destacar que a produção imobiliária dos últimos 20 anos na cidade de São Paulo vem acompanhada também de uma mudança de morfologia urbana, pois em 2 décadas foram lançadas mais de 1 milhão de novas unidades habitacionais (CEM, 2021), que são em sua maioria empreendimentos imobiliários verticais.

Pensando nesse contingente de área construída, se faz importante avaliar o desempenho dessas habitações ao longo prazo. Pois segundo a Norma de Desempenho das Edificações (NBR 15575) alguns sistemas construtivos do edifício podem ter durabilidade superior a 75 anos. Motivo suficiente para a preocupação com o seu desempenho, não só térmico mas também energético. Pois, as edificações consomem energia durante todo o seu ciclo de vida e devido a tendência de aumento da temperatura da superfície terrestre esse consumo só vai aumentar nos próximos anos, elevando a possibilidade de sobrecarga nos sistemas de fornecimento, uma vez que mais pessoas farão uso de equipamentos de ar condicionado para resfriar os ambientes.

02 | a questão climática

UM HISTÓRICO DO CLIMA

Conferências e ações nos últimos 50 anos

Atualmente as mudanças climáticas e as consequências das ações antrópicas sobre o planeta têm se tornado pauta frequente em discussões nas diversas áreas do conhecimento. Há 50 anos realizou-se em Estocolmo, Suécia, a primeira conferência da ONU sobre o meio ambiente. Em 1972, a cidade sediou a Conferência das Nações Unidas Sobre o Meio Ambiente Humano.

Essa conferência trouxe à tona as primeiras preocupações à respeito das ações antrópicas, sobretudo os danos causados ao planeta devido ao estilo vida dos países desenvolvidos.

20 anos mais tarde foi realizada no Rio de Janeiro a Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento, conhecida como Rio 92 ou Eco-92. A conferência apresentou grandes desdobramentos relacionados às medidas de controle dos efeitos nocivos das ações humanas. Representantes de 178 países se reuniram entre 03 e 14 de junho de 1992 para discutirem os problemas climáticos.

A Conferência chamou atenção para o desenvolvimento sustentável e viabilizou medidas de mitigação dos danos antrópicos ao planeta. Passou-se a se discutir conceitos como efeito es-

tufa, desmatamento e perda de parte da camada de ozônio. Embora atualmente esses tópicos sejam levantados e discutidos frequentemente deve-se ressaltar que na época tais assuntos eram mais restritos à comunidade científica.

Segundo o biólogo Mairon Bastos Lima, pesquisador no Instituto Ambiental de Estocolmo para matéria do jornal DW (Deutsche Welle):

“A Eco-92 trouxe à pauta política internacional e ao discurso público temas que até então eram praticamente restritos à comunidade científica. A mudança climática, por exemplo, já havia sido apontada há muitas décadas, desde pelo menos meados do século 20, mas era uma coisa distanciada do grande público e dos gestores públicos ou privados”¹

É importante destacar que a década de 1990 trouxe vários avanços em relação ao meio ambiente, a Rio-92 gerou diversos desdobramentos como a “Carta da Terra” e a “Agenda 21”, por exemplo. Considerado o principal documento daquela conferência, a Agenda 21 procura conciliar métodos de preservação ambiental com eficiência econômica e justiça social. Ela se apresenta como um programa, que tem como objetivo viabilizar um padrão de desenvolvimento que seja compatível com a preservação do

1- “Há 30 anos, Eco-92 colocou mudança climática na pauta global”. Disponível em: <https://www.dw.com/pt-br/h%C3%A1-30-anos-eco-92-colocava-a-mudan%C3%A7a-clim%C3%A1tica-na-pauta-global/a-62020927>. Acessado em 05/08/2022

meio ambiente.

Além da Carta da Terra e da Agenda 21, outros tratados que foram firmados mais tarde surgiram em iniciativas das Convenções-Quadro estabelecidas em 1992, como o Protocolo de Quioto (1997), as Conferências das Partes (COP) e o Acordo de Paris (2015).

O Protocolo de Quioto foi elaborado com o objetivo de regulamentar a Convenção Climática e, assim, determinar metas específicas de redução de emissões de seis dos principais gases causadores do efeito estufa (CO₂, CH₄, N₂O, SF₆, C₂F₆ e HFCs).

Os encontros anuais das Conferências das Partes (COP), adotados em 1992 e ratificados em 1994, ocorrem desde 1995 a fim de avaliar a situação das mudanças climáticas no planeta e propor mecanismos que possam desacelerar as consequências derivadas de tais mudanças. Já o Acordo de Paris é um acordo que foi firmado na capital francesa em 2015, durante os encontros da COP-21. O acordo foi assinado por 195 países e os signatários além de se comprometerem a reduzir as emissões de gases estufa também se comprometeram a manter o aquecimento global abaixo de 2°C, as diretrizes acordadas passaram a valer a partir de 2020.

Outro avanço em relação ao monitoramento dos danos climáticos é o O Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas, em inglês: *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC). O

IPCC é uma organização científico-política criada em 1988 pela iniciativa do Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente e tem como objetivo principal sintetizar e divulgar o conhecimento mais avançado sobre as mudanças climáticas. Seu primeiro Relatório de Avaliação sobre o Meio Ambiente ou em inglês: *Assessment Report*, ou simplesmente AR foi publicado em 1990.

Hoje, 50 anos após a primeira reunião da história sobre o meio ambiente, o lançamento do 6º AR do IPCC levanta grandes questões sobre os problemas climáticos.

Segundo as pesquisas divulgados no AR6, apenas tentar mitigar as consequências das mudanças não é a resposta, a necessidade de adaptação tem se tornado gradativamente a alternativa mais viável, uma vez que as consequências das mudanças climáticas estão cada vez mais irremediáveis.

Em 2021, o IPCC destacou eventos climáticos preocupantes em todo o mundo. Exemplos desses eventos não faltam: os incêndios ocorridos na Califórnia em 2021; enchentes na Alemanha e na Bélgica com mortes e inúmeros danos materiais; aquecimento do Pacífico Norte e o degelo equivalente ao estado da Flórida no Ártico entre os meses de junho e julho de 2021.

Todas essas catástrofes estão ocorrendo com um aumento médio de 1.1°C em relação aos níveis pré-industriais, praticamente metade do que foi estabelecido no Acordo de Paris.²

2- "5 Big Findings from the IPCC's 2021 Climate Report". Disponível em: <https://www.wri.org/insights/ipcc-climate-report>. Acessado em 05/08/2022

Em previsão do IPCC, a Terra irá exceder o limiar de 1.5°C de aumento na sua temperatura média dentro dos próximos vinte anos, muito antes do que era esperado. As previsões futuras mostram que nos próximos oitenta anos esse número pode chegar a 4.4°C, aumento que representa mais que o dobro do valor limitado em 2015.

Vale ressaltar que em termos de mudanças climáticas, mesmo uma fração de aumento na temperatura média pode trazer enormes consequências. Nos cenários simulados pelo IPCC, há mais de 50% de chance que o limiar de 1.5°C seja atingido até 2040, principalmente devido a quantidade de gases do efeito estufa acumulados na atmosfera. Para “atrasar” esse aumento até o final do século, são recomendadas ações agressivas como zerar a emissão de GEE até

2050. Na imagem abaixo (Figura 1) estão ilustradas projeções de aquecimento médio levando em consideração diferentes níveis de mitigação de emissões. Para essa projeção foram analisados dois cenários de emissão possíveis: SSP1 - 1.9 e SSP5 - 8.5 (cenários elaborados pelo IPCC).

O IPCC ilustra o aumento da temperatura do planeta de acordo com o ritmo de emissões. Assim, concomitantemente com essas projeções, deve-se saber que embora sejam aplicadas ações intensivas de redução na emissão de gases do efeito estufa, nós já inferimos uma grande quantidade de calor no sistema climático. Dessa forma a probabilidade de que mais eventos extremos aconteçam nos próximos anos é grande. Essas previsões apenas reiteram a importância de se investir em medidas adaptativas.

Figura 1: Projeção de aumento da temperatura média da Terra.

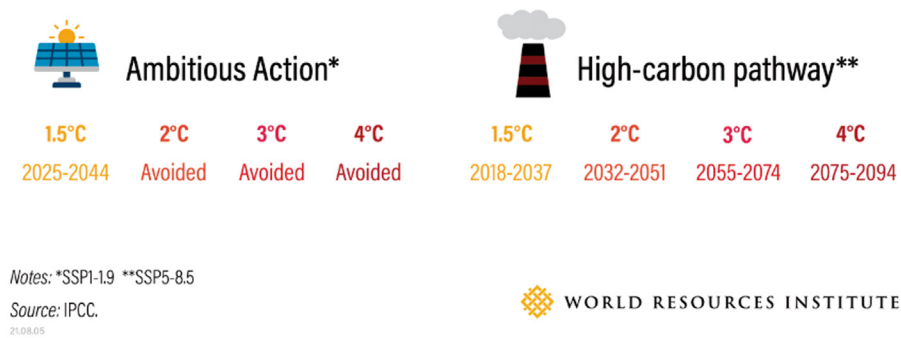


Figura 1: Projeção de aumento da temperatura média da Terra. Fonte IPCC. Disponível em: <https://www.wri.org/insights/ipcc-climate-report>. Acessado em 07/11/2022

Além da imagem acima, o quadro na página seguinte (Figura 2) mostra projeções de aumento da temperatura média em três diferentes cenários (*Global mean warming*). Embora até 2065 os cenários sigam com aumentos similares, nas

últimas décadas são apontadas diferenças marcantes. Nota-se que mesmo no cenário mais otimista (B1), até o final do século o limiar de 1,5°C será atingido.

Figura 2: Projeção de aumento da temperatura média da Terra.

	Global mean warming (°C)				Measures of agreement (M × 100, mae × 100)			
	2011–2030	2046–2065	2080–2099	2180–2199	2011–2030	2046–2065	2080–2099	2180–2199
A2	0.64	1.65	3.13		83, 8	91, 4	93, 3	
A1B	0.69	1.75	2.65	3.36	88, 5	94, 4	100, 0	90, 5
B1	0.66	1.29	1.79	2.10	86, 6	89, 4	92, 3	86, 6
Commit ^a	0.37	0.47	0.56		74, 11	66, 13	68, 13	

Notes:

^a Committed warming values are given relative to the 1980 to 1999 base period, whereas the commitment experiments started with stabilisation at year 2000. The committed warming trend is about 0.1°C per decade over the next two decades with a reduced rate after that

Figura 2: Projeção de aumento da temperatura média da Terra. Fonte IPCC, 2022 (pág. 763)

O FUTURO DO PLANETA

6º Assessment Report: Adaptação como principal meio de enfrentar as crises climáticas

As previsões do IPCC são realizadas de acordo com cenários climáticos hipotéticos que se encaixam em duas janelas temporais: futuro próximo (2030-2050) e futuro distante (2079 – 2099). A partir dos resultados apresentados no AR6, a quantidade restante de carbono que ainda pode ser emitida, considerando o limiar de aquecimento de 1.5°C, é de 400 gigatons de CO2. Atentando-se as emissões posteriores, com os níveis médios anuais de 36.4 GT por ano, pode-se imaginar que esse limite será atingido em pouco mais de 1 década.

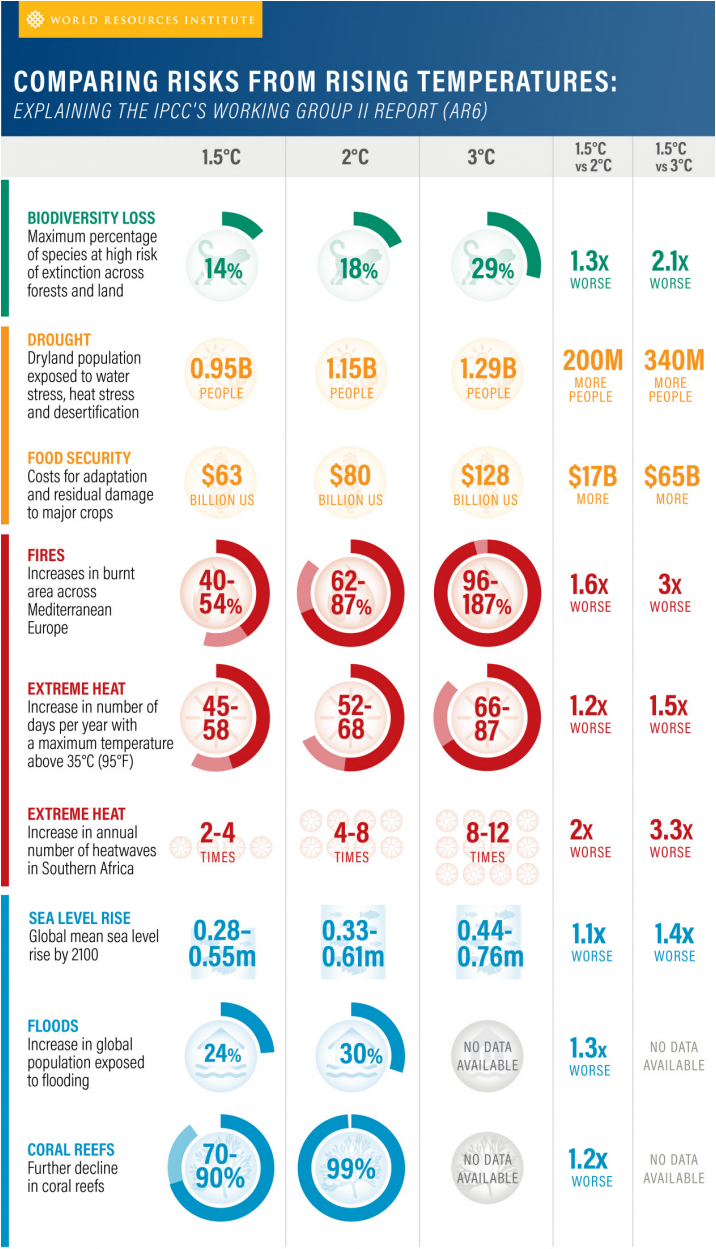
É indiscutível que emissões antrópicas, como a queima de combustíveis fósseis e também a redução de absorção de CO2 devido ao desmatamento são os principais responsáveis pelo aquecimento recente de 1,1°C em relação

aos níveis pré-industriais.

Resultados das pesquisas realizadas pelos grupos de trabalho do AR6 mostram que ondas de calor extremo, que se tornaram duas vezes mais suscetíveis devido às mudanças climáticas, foram peça chave nos recentes incêndios na Austrália. Esse aquecimento também é a causa principal do derretimento das calotas polares desde os anos 1990.

O relatório destaca uma lista de consequências alarmantes que serão causadas pelo aumento da temperatura, o quadro na página seguinte (figura 3) traz uma síntese dos prognósticos de acordo com os níveis de aquecimento.

Figura 3: Comparação de riscos de acordo com o aumento da temperatura



Note: For climate risks with projected ranges, we used the midpoint of the ranges to compare risks at different temperature thresholds. Sea level rise projections correspond to SSP1-1.9, SSP1-2.6, SSP2-4.5, which are roughly approximate to global warming of 1.5°C, 2°C, and 3°C, respectively.

Dentre os prognósticos apresentados no relatório, destacam-se:

Aumento de secas e incêndios no Sul do continente africano, na costa mediterrânea, na região da amazônica, oeste dos Estados Unidos e Austrália. O que afeta a agricultura, sistemas de abastecimento de água e ecossistemas inteiros.

Mudanças em geadas e enchentes podem impactar infraestrutura, transporte, produção de energia e turismo na América do Norte, no Ártico, Europa e nos Andes. Tempestades também ficarão mais intensas na maior parte da América e Europa. Essas são algumas das consequências de um aumento de 1.5°C, alterando os fenômenos seja em frequência ou intensidade das precipitações extremas, da ocorrência de ondas de calor, perda da camada gelo ou da severidade das secas. Muitas dessas alterações se tornarão irreversíveis com o passar do tempo e os eventos só se tornarão cada vez mais severos com o aumento da temperatura.

Segundo o AR6, pelo menos 170 países têm políticas que incluem medidas adaptativas, contudo transformar o plano em ação ainda é uma questão na maior parte dos casos, destacando que muitas dessas medidas estão focadas em danos de curto prazo e em escalas pequenas.

O relatório também traz diversas abordagens levando em conta processos de adaptação que geram benefícios além da mitigação dos efeitos das mudanças climáticas como, por exemplo, melhorias na saúde e redução de pobreza.

Figura 3: Comparação de riscos de acordo com o aumento da temperatura.
Fonte World Resource Institute. Disponível em: <https://www.wri.org/insights/ipcc-report-2022-climate-impacts-adaptation-vulnerability>. Acessado em 07/11/2022

As 3 principais abordagens de adaptação às mudanças climáticas são:

1 - Programas Sociais que melhorem equidade e justiça social: os programas sociais podem auxiliar no processo adaptativo na medida em que aumentam o acesso à infraestrutura e serviços básicos, como água potável, esgotamento sanitário e cuidados de saúde. Essas medidas visam tornar comunidades carentes mais resilientes aos impactos das mudanças climáticas, uma vez que essas comunidades são atingidas com maior veemência, intensificando os problemas sociais, econômicos e ambientais existentes.

2 - Adaptação baseada em ecossistemas: esse processo combina diversas estratégias, como proteção dos ecossistemas, restauração de danos posteriores e ações de manejo sustentável. Um exemplo de manejo sustentável, por exemplo, são as práticas agrícolas que visam ao menor impacto ambiental a partir da integração de árvores nas fazendas e aumento na diversidade de plantio.

3 - Novas Tecnologias e infraestrutura: essa forma de adaptação visa aliar o uso de recursos naturais com soluções tecnológicas, aproveitando esses recursos para produção de alimento (segurança alimentar) e também produção de energia (segurança energética). Medidas feitas a partir do acesso à melhores tecnologias agrícolas para culturas mais resilientes e também fontes de energia renováveis como energia solar e eólica, por exemplo.

Com o aumento atual de 1.1°C na temperatura do planeta, algumas comunidades vulneráveis e ecossistemas estão começando a alcançar os seus limites de adaptação, dado preocupante se considerarmos as previsões para os cenários menos otimistas. Os mapas abaixo (figura 4) mostram diferentes cenários de aquecimento, nota-se que no cenário A2 (o menos otimista), até o final do século, algumas regiões do planeta sofrerão com o aumento de até 7.5°C.

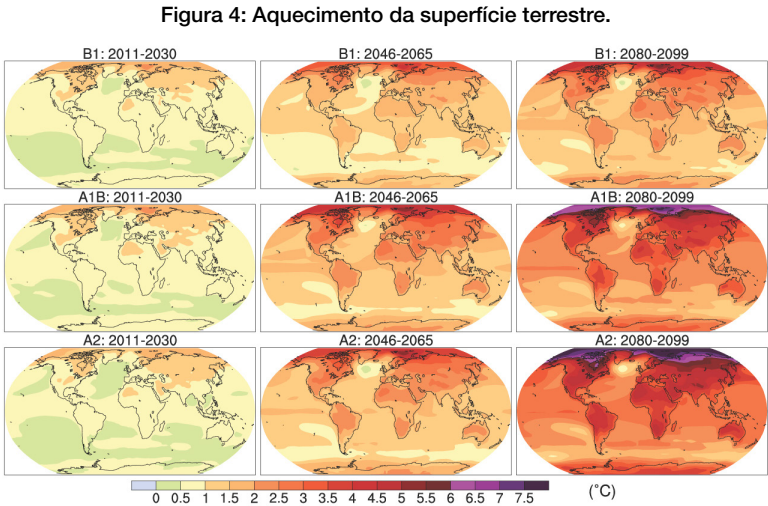


Figura 4: Aquecimento da superfície terrestre. Fonte IPCC, 2022 (pág. 766)

AÇÕES EM ESCALA LOCAL

As mudanças climáticas em escala urbana, planos e desafios

Em escala local, a prefeitura de São Paulo (PMSP) elaborou em 2020 o Plano de Ação Climática de São Paulo, PlanClima SP, em resposta ao estabelecido desde o acordo de Paris e visando contribuir para limitar o aquecimento da superfície terrestre em no máximo 1,5°C até 2100.

O plano estabelece metas para um futuro próximo (2030 - 2050) e tem como objetivo não só orientar as ações governamentais para a redução nas emissões de GEE, mas também aumentar a resiliência da cidade frente às mudanças iminentes.

Para embasar as diretrizes do PlanClima, a PMSP utilizou duas iniciativas antecedentes: As Diretrizes para Plano de Ação da Cidade de São Paulo para Mitigação e Adaptação às Mudanças Climáticas (São Paulo/Município, 2011) e o Plano SP 2040 – A Cidade que Queremos (São Paulo/Município, 2012).

Segundo o texto, o plano é norteado por 2 objetivos principais e apresenta 44 ações divididas entre ações de mitigação dos efeitos das mudanças climáticas e de adaptação da cidade. Esses objetivos são:

1 - Empreender a ação política necessária

para a redução até 2030 de 50% das emissões de gases de efeito estufa do Município de São Paulo, em comparação aos níveis de 2017.

2 - Implementar as medidas necessárias para fortalecer a resiliência do Município, reduzindo as vulnerabilidades sociais, econômicas e ambientais da população paulistana e aumentando sua capacidade de adaptação.³

Embora o PANCLIMA coloque como ação número 1:

Regulamentar a adoção de critérios de eficiência energética nas edificações de acordo com os programas nacionais de conservação de energia. Utilizando esse mecanismo para implantar critérios de eficiência energética das edificações como política urbana, incluindo esses parâmetros em reguladores como o Código de Obras das Edificações (COE), por exemplo, além de propor alteração das tipologias de projeto arquitetônico, tanto novos quanto já construídos, de modo a maximizar o uso de iluminação e ventilação naturais, diminuindo o consumo energético e reduzindo as emissões de GEE.

De acordo com 1º Relatório de Acompanhamento das Ações das Secretarias (2022), essas ações não parecem sair do papel, a secretaria responsável pela implementação das ações

3- PlanClima SP: Visão e Objetivos, 2022 (pág 16).

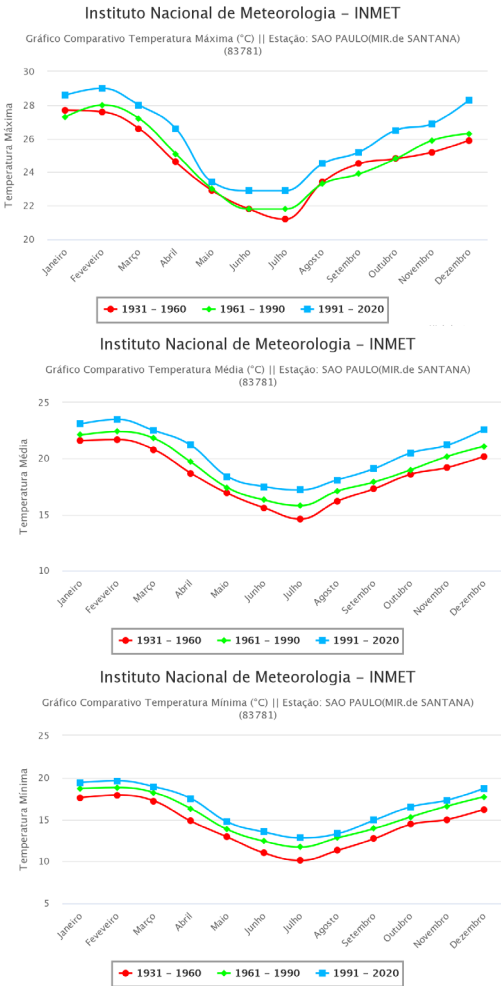
que visam melhor eficiência energética das edificações, a SIURB (Secretaria Municipal de Infra-estrutura Urbana e Obras) não apontou nenhuma ação realizada no relatório.

Vale destacar que o PlanClima SP, assim como o AR6, traz resultados alarmantes. Focado no município de São Paulo, o plano relata que nos últimos 100 anos a cidade teve o aumento de 2,3°C na sua temperatura média segundo dados do IAG/USP (Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas da Universidade de São Paulo).

sica e Ciências Atmosféricas da Universidade de São Paulo).

Os gráficos abaixo (figuras 5, 6 e 7) mostram a evolução das temperaturas máximas, mínimas e médias mensais no município a partir das normais agrupadas em períodos de 30 anos. Os dados foram coletados pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) e mostram o aumento gradativo da temperatura, sendo os últimos 30 anos, os mais quentes.

Figuras 5, 6 e 7: Evolução das temperaturas máximas, médias e mínimas da cidade de São Paulo.



Figuras 5, 6 e 7: Evolução das temperaturas máximas, médias e mínimas da cidade de São Paulo. Fonte: INMET. 2020

Outro fator de importância que deve ser considerado, sobretudo no meio urbano, é o fenômeno chamado de “onda de calor”, ondas de calor não são um conjunto de dias ensolarados mas sim um fenômeno agravado pelas mudanças climáticas.

Ondas de calor são diferentes de aquecimento global, mas estão intrinsecamente relacionadas. Esse fenômeno é definido quando há um período de no mínimo três dias consecutivos com temperaturas máximas acima do limiar de 90% da temperatura máxima diária registrada na mesma época.

Em São Paulo, os períodos de calor extremo não chegavam a 15 dias por ano durante as décadas de 1960 e 1970, mas saltaram para cerca de 40 dias, em 2010 e em 2014, esse número chegou a 50 dias.

Segundo pesquisadores da Universidade de São Paulo (USP) e Kent State University⁴, a Região Metropolitana de São Paulo (RMSP) está entre as regiões do Brasil que têm mostrado, nos últimos anos, aumento nas ondas de calor. A pesquisa também mostra que áreas urbanas são mais vulneráveis à ocorrência das ondas devido a outro fenômeno chamado “ilhas de calor”, esse fenômeno essencialmente urbano ocorre quando uma área possui temperaturas elevadas em relação às áreas próximas menos urbanizadas.

A tabela abaixo (Figura 8) elaborada a partir de dados do *Fifth Assessment Report* (AR5) mostra o aumento das ondas de calor em número de dias e intensidade para dois cenários: futuro próximo (2030-250) e futuro distante (2079 – 2099), considerando os dados climáticos dos cenários RCP4.5 e RCP8.5 (RCP: *Representative Concentration Paths*) do AR5.

Figura 8: Características das ondas de calor na Região Metropolitana de São Paulo

Table 1. Average annual characteristics of heat waves in the MRSP. (RCP: Representative Concentration Paths).

Case Historical	Period	Scenario	HW (days)			Duration (Days)			Intensity (°C)		
			90th	95th	98th	90th	95th	98th	90th	95th	98th
	1985–2005	Model	13 ± 12	4 ± 7	2 ± 3	6 ± 3	5 ± 2	4 ± 1	32.1 ± 1.4	32.5 ± 1.2	32.9 ± 1.2
Non-adaptation	2030–2050	RCP4.5	63 ± 32	48 ± 30	35 ± 28	7 ± 6	6 ± 6	6 ± 5	33.6 ± 1.8	34.2 ± 1.6	34.6 ± 1.5
		RCP8.5	93 ± 44	76 ± 43	60 ± 42	8 ± 9	7 ± 8	7 ± 6	34.4 ± 2.5	34.9 ± 2.3	35.5 ± 2.1
	2079–2099	RCP4.5	109 ± 42	92 ± 46	77 ± 49	10 ± 12	6 ± 6	6 ± 5	34.8 ± 2.5	35.3 ± 2.3	35.7 ± 2.2
		RCP8.5	174 ± 27	165 ± 28	156 ± 29	20 ± 25	10 ± 17	14 ± 19	37.1 ± 3.4	37.4 ± 3.2	37.7 ± 3.1
Adaptation	2030–2050	RCP4.5	13 ± 16	4 ± 7	1 ± 4	6 ± 4	5 ± 4	4 ± 3	35.4 ± 1.8	36.5 ± 1.3	36.7 ± 1.1
		RCP8.5	14 ± 17	5 ± 10	2 ± 4	6 ± 4	6 ± 3	4 ± 2	37.7 ± 2.0	38.9 ± 1.4	39.5 ± 1.3
	2079–2099	RCP4.5	14 ± 21	6 ± 14	2 ± 10	6 ± 5	5 ± 2	5 ± 2	38.4 ± 1.9	39.5 ± 1.8	40.1 ± 1.8
		RCP8.5	10 ± 10	5 ± 5	1 ± 3	5 ± 2	4 ± 2	4 ± 2	42.0 ± 42.1	43.0 ± 1.7	43.9 ± 1.6

Figura 8: Características das ondas de calor na Região Metropolitana de São Paulo. Fonte Heat Wave and Elderly Mortality: Historical Analysis and Future Projection for Metropolitan Region of São Paulo, Brazil (pág. 7)

4 - Heat Wave and Elderly Mortality: Historical Analysis and Future Projection for Metropolitan Region of São Paulo, Brazil, 2020.

O aumento da duração, intensidade e frequência das ondas de calor é decorrente, principalmente, do aumento da temperatura média global devido à emissão elevada de gases do efeito estufa, contudo, no caso de São Paulo esse efeito é agravado também extensa mancha urbana.

Essa expansão, tanto vertical quanto horizontal acarreta na redução das áreas verdes e consequentemente contribue para o acúmulo da poluição atmosférica. É importante ressaltar a relação entre o aumento de temperatura e o aumento nas emissões de GEE, uma vez que as elevadas temperaturas contribuem para um maior consumo de energia decorrente da de-

manda por refrigeração.

A dependência por medidas ativas que visam a melhora do conforto dos usuários só ressalta a importância de edifícios com melhores desempenho térmico e energético, uma vez que esses são capazes de contribuir na mitigação das emissões.

A produção energética é uma das principais fontes de emissão de gases estufa no mundo, principalmente devido à geração de energia a partir de matrizes fósseis. O gráfico abaixo (figura 9) mostra como as emissões de GEE decorrente da produção energia elétrica aumentaram, sobretudo na última década.

Figura 9: Emissões de GEE devido a produção de eletricidade

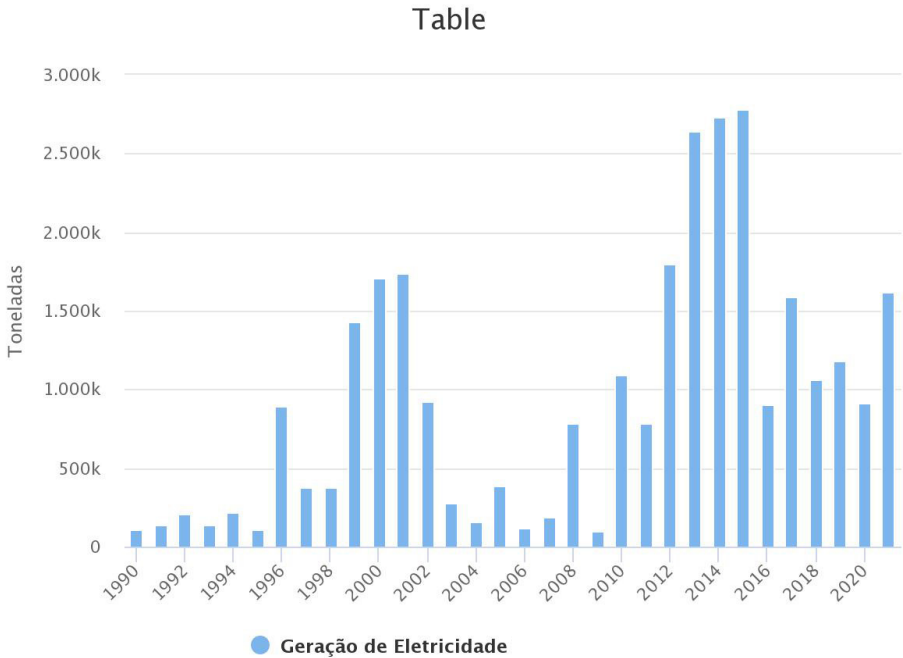


Figura 10: Emissões de GEE devido a produção de eletricidade no Estado de São Paulo. Fonte: SEEG

Embora esse dado seja para o Estado de São Paulo, em nível Federal a situação não é diferente, no gráfico abaixo (figura 10), o SEEG (Sistema de Estimativas de Emissões e Remoções de Gases de Efeito Estufa) mostra o crescimento

das emissões provenientes da produção e consumo de energia no Brasil. O gráfico mostra que o setor de energia teve um aumento de 689% nas emissões de CO2 nos últimos 50 anos, com um pico nas últimas décadas.

Figura 10: Evolução das emissões

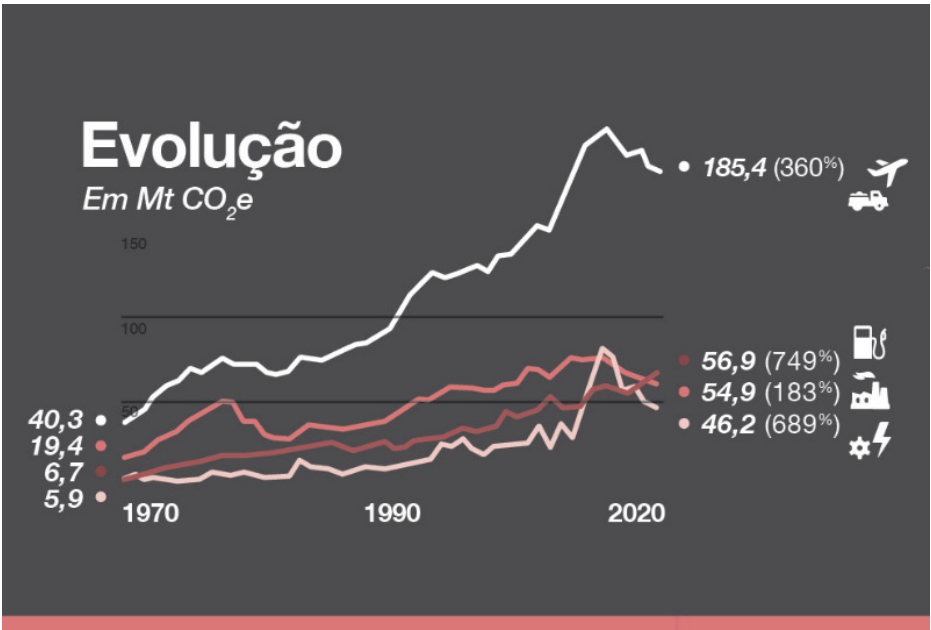


Figura 10: Evolução das emissões de GEE's devido a produção e consumo de energia no Brasil. Fonte: SEEG

Embora o Brasil possua uma forte base hidráulica para produção energética, o aumento no consumo pode gerar necessidade de complemento a partir de matrizes que dependem da queima de combustíveis fósseis, cenário alarmante, pois considerando o limiar de aquecimento de 1.5°C e os gases do efeito estufa que já foram lançados na atmosfera, o limite de aquecimento será atingido em cerca de 1 década segundo o AR6 do IPCC.

Na Califórnia, por exemplo, ondas de calor que elevam a temperatura para cerca de 47°C geram uma demanda elevada por resfriamento. Embora o estado tenha uma forte matriz solar, o uso excessivo de ar condicionado pode causar uma sobrecarga nos sistemas de energia. A situação preocupante levou a companhia responsável pelo fornecimento de energia elétrica a pedir que os usuários reduzissem o uso de ar condicionado para evitar apagões.⁵

5 - "Califórnia passa por onda de calor com previsão de temperatura de até 47,7°C; há temor de apagões por excesso de uso de ar-condicionado". Disponível em: <https://g1.globo.com/mundo/noticia/2022/09/06/california-passa-por-onda-de-calor-com-temperatura-de-ate-477oc.ghml>. Acessado em 20/10/2022

A dependência de ar condicionado para obter o conforto contribui para a crise energética e consequentemente para os problemas decorrentes do aquecimento global, uma vez que a produção de energia também contribui nas emissões de gases do efeito estufa. Dessa forma se torna cada vez mais evidente que as decisões devem ser tomadas de maneira integrada.

As mudanças nas cidades devem ser pensadas a partir da articulação entre diferentes setores. No campo das edificações, uma alternativa para reduzir o consumo e a dependência energética é investir na eficiência energética dos edifícios, contudo para que as medidas adaptativas funcionem, elas devem ocorrer em diversas escalas e integrar diversos setores.

Segundo Duarte (Duarte, 2015), é necessária uma transformação não só no processo de planejamento urbano mas também na regulação do mercado imobiliário levando em consideração critérios ambientais, de modo a diminuir os impactos negativos do aquecimento nas cidades, bem como a mitigar emissões de GEE.

03 | produção habitacional

MUDANÇAS NA MORFOLOGIA URBANA

Verticalização, expansão e legislação

O estoque construtivo da cidade de São Paulo tem passado por significativas mudanças nas últimas décadas. Segundo o relatório do Centro de Estudos da Metrópole (CEM), nos últimos 20 anos, a cidade tornou-se cada vez mais verticalizada, passando de uma predominância horizontal para uma liderança de imóveis verticais.

Figura 11: Número de unidades de imóveis residenciais verticais lançados em São Paulo (2000-2018)

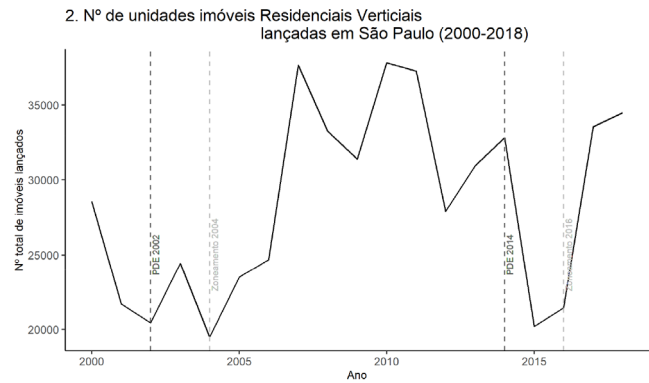


Figura 11 Número de imóveis residenciais verticais lançados em São Paulo (2000-2018). Fonte: CEM/Sehab, Trajetória do estoque residencial formal, Município de São Paulo, 2021 (p. 9)

De acordo com os levantamentos do CEM, em 2000 havia 1,23 milhões de imóveis horizontais (158 milhões de metros quadrados de área ocupada), no período de 20 anos, esse número sofreu um aumento de 13%, totalizando 1,38 milhões de imóveis (183,7 milhões de metros quadrados de área ocupada). Enquanto os imóveis verticais passaram de 736 mil unidades habitacionais (104,2 milhões de metros quadrados

Os gráficos abaixo (figuras 11 e 12) mostram a evolução da verticalização. Enquanto a curva de crescimento dos imóveis horizontais se mantém durante todo o período com poucas oscilações, a curva referente aos imóveis verticais cresceu exponencialmente.

Figura 12: Estoque residencial por tempo em São Paulo (2000-2020)

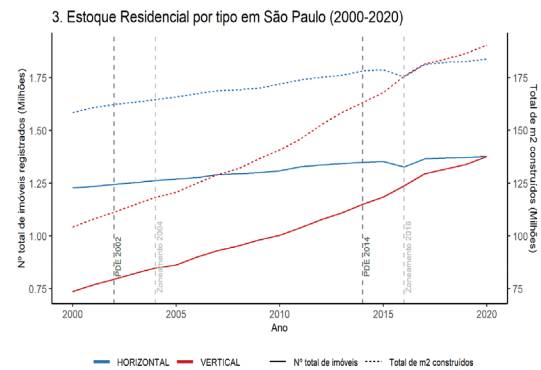


Figura 12: Estoque residencial por tipo. Fonte: CEM/Sehab, Trajetória do estoque residencial formal, Município de São Paulo, 2021 (p. 10)

de área ocupada) para 1,4 milhões de unidades (190,4 milhões de metros quadrados de área ocupada), o que representa um aumento de 90%.

No gráfico da figura 11 pode-se destacar a intensa produção entre os anos de 2007 e 2014, período no qual o setor da construção civil se beneficiou do programa Minha Casa Minha Vida (PMCMV), iniciativa do governo federal dentro do

Programa de Aceleração do Crescimento (PAC) implementado durante o governo Lula (2003-2011) e seu intuito era promover o desenvolvimento econômico através do investimento em infraestrutura. Dentro do PAC, o PMCMV foi lançado em 2009 com o objetivo de impulsionar a economia a partir de investimentos na construção civil, acarretando em um aumento na produção imobiliária. Assim, criou-se o cenário propício para a expansão das construções verticais durante os primeiros anos do programa.

Após um período de queda em 2015, a produção imobiliária demonstrou uma retomada com a aprovação do Plano Diretor Estratégico de 2014⁶ (PDE). No plano, novas ferramentas foram implementadas com o intuito de adensar a cidade e promover a produção de habitação.

Na tentativa de organizar o território, o Plano Diretor agrupou áreas com características similares de forma a unificar políticas e intervenções. Entre as divisões propostas no texto do PDE, destacam-se as Macrozonas e Macroáreas.

O mapa ao lado (figura 13) mostra a divisão da cidade em 2 macrozonas: Macrozona de Estruturação e Qualificação Urbana e Macrozona de Proteção e Recuperação Ambiental.

As macrozonas por sua vez são subdivididas em áreas menores: macroáreas, para fins de políticas de adensamento. Dentro da macrozona de Estruturação Urbana criaram-se 3 macroáreas (Figura 14, na página seguinte).

Figura 13: Macrozonas de São Paulo

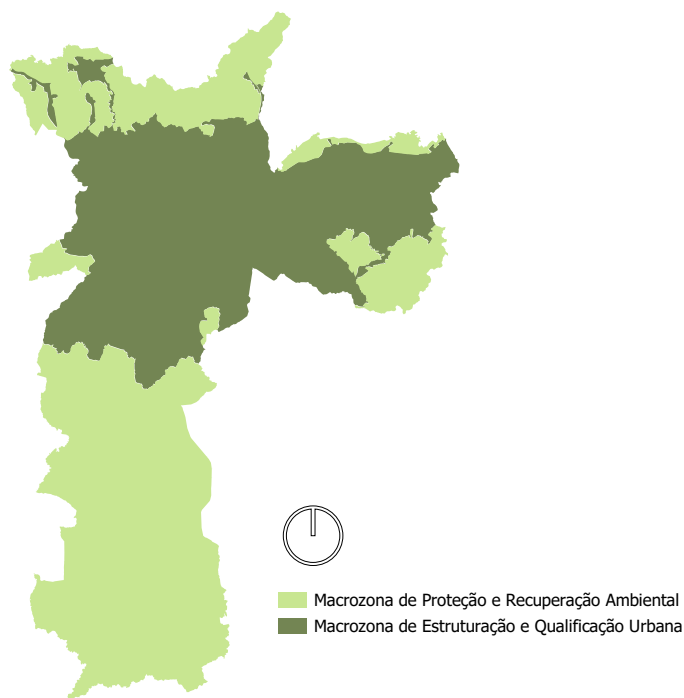


Figura 13: Macrozonas de São Paulo (PDE, 2014). Mapa elaborado pela autora

Dentro das 3 macroáreas estabelecidas, destaca-se a “Macroárea de Estruturação Metropolitana”. Essas regiões da cidade são reconhecidas pelo PDE como territórios que conectam centralidades e possuem também os sistemas de infraestruturas que permitem o deslocamento de pessoas e produtos, como ferrovias, avenidas estruturais, rodovias e também rios. Assim, o Plano Diretor propõe que sejam implementados Projetos de Intervenção Urbana (PIU) para promover as transformações urbanas necessárias e reorganizar as dinâmicas dessas áreas, além de incentivar o adensamento nos eixos do transporte público através de ferramentas urbanísticas

que visam estruturar e ordenar esse adensamento.

Figura 14: Macroáreas presentes na Macrozona de Estruturação e Qualificação Urbana

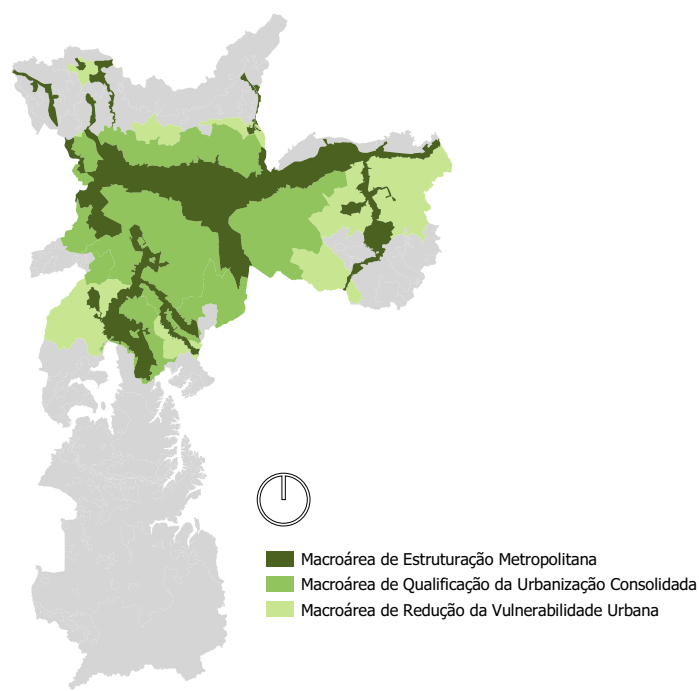


Figura 14: Macroáreas presentes na Macrozona de Estruturação e Qualificação Urbana. Mapa elaborado pela autora

Entre as diretrizes propostas no plano, o Art. 75 estabelece os Eixos de Estruturação Urbana. Esses eixos são definidos pelos elementos estruturais dos sistemas de transportes, como explicado no texto do PDE:

“Os eixos de estruturação da transformação urbana, definidos pelos elementos estruturais dos sistemas de transporte coletivo de média e alta capacidade, existentes e planejados, determinam áreas de influência potencialmente aptas ao adensamento construtivo e populacional e ao uso misto entre usos residenciais e não residenciais.”

Como diretriz, os usos definidos nos Eixos de Estruturação da Transformação Urbana prevalecem sobre o estabelecido pela Lei de Uso e Ocupação do Solo (LPUOS - Lei nº 13.885, de 2016), tornando o solo urbano mais atrativo para investimentos, sobretudo, do mercado imobiliário.

Entre os atrativos dessas áreas pode-se destacar: o uso misto com fachada ativa, alto coeficiente de aproveitamento e o mecanismo de “cota parte” que determina o número mínimo de unidades habitacionais de um empreendimento.

No quadro abaixo, (figura 15) pode-se observar a equação utilizada no PDE para determinar o cálculo de cota parte. Além da equação de cota parte, o quadro na próxima página (figura 16) mostra outros parâmetros que norteiam a regulamentação das edificações.

Figura 15: Cálculo de Cota Parte

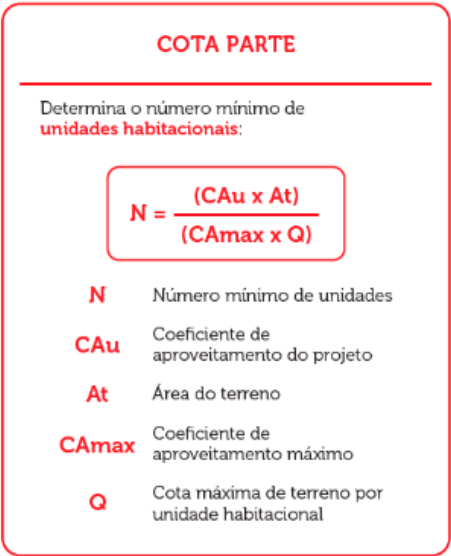


Figura 15: Cálculo de “Cota Parte”, Plano Diretor Estratégico, 2014 (p. 69)

Figura 16: Características de aproveitamento construtivo das áreas de influência dos Eixos de Estruturação da Transformação Urbana

Macrozonas	Áreas de influência dos Eixos de Transformação Urbana												Lotes com área superior a 5.000 m² Limite de fechamento com muros
	Coeficiente de aproveitamento			Gabarito de altura (m)	Cota parte máxima de terreno por unidade (m²) (c)	Cota de garagem máxima (m²)	Taxa de ocupação máxima	Taxa de permeabilidade mínima		Testada mínima (m) (d)	Área mínima do lote (m²) (d)	Recuos mínimos (m)	
	Mínimo	Básico	Máximo (a) (b)					Lotes com área menor ou igual a 5.000 m²	Lotes com área superior a 5.000 m²				
Macrozona de Estruturação e Qualificação Urbana	0,5	1	4	sem limite	20	32	0,7	0,15	0,2	20	1.000	Até a revisão da LPUOS, aplicam-se os artigos 184 e 186 da Lei 13.885/2004 de acordo com o disposto no inciso II do § 1º do artigo 368 desta lei	25% da testada
Fora da área de proteção aos mananciais	NA	1	2	28	40	32	0,5	0,25		20	1.000	Até a revisão da LPUOS, aplicam-se os artigos 184 e 186 da Lei 13.885/2004 de acordo com o disposto no inciso II do § 1º do artigo 368 desta lei	25% da testada
Área de proteção aos mananciais	Aplica-se a legislação estadual pertinente, especialmente as leis específicas das bacias Billings e Guarapiranga.												

NOTA:

a) O coeficiente de aproveitamento máximo poderá ser acrescido em 25% (vinte e cinco por cento) para EHMP e 50% (cinquenta por cento) para EHIS.

b) Os coeficientes de aproveitamento máximo poderão ser ultrapassados nas áreas de abrangência da Operação Urbana Centro e das Operações Urbanas Consorciadas e com a utilização das leis nºs 8.006/1974 (hotéis), 13.703/2003 (teatros), 14.242/2006 (hotéis), 15.526/2012 (hospitais e escolas) e nos empreendimentos que se beneficiarem de acréscimo da área computável obtido pela aplicação da Cota de Solidariedade.

c) A cota parte máxima de terreno por unidade determina o número mínimo de unidades habitacionais e não é determinante da área das unidades.

d) Os parâmetros mínimos definidos para os lotes deverão ser aplicados aos novos parcelamentos.

Figura 16: Características de aproveitamento construtivo das áreas de influência dos Eixos de Estruturação da Transformação Urbana, Plano Diretor Estratégico, 2014 (p. 186)

Nota-se que na Macrozona de Estruturação e Qualificação Urbana não há limite de gabarito, o que existe são parâmetros intrínsecos à forma da edificação como testada mínima e limite de fechamentos com muro, parâmetros que visam à fruição pública e à integração dos edifícios com a cidade não ao conforto ambiental no seu interior.

REGULAMENTAÇÃO DAS EDIFICAÇÕES

Normas e códigos

Vale ressaltar que a construção das edificações residenciais em São Paulo é regulamentada por legislações urbanísticas e edilícias bem como pelas normas técnicas.

Atualmente os principais reguladores são o Plano Diretor Estratégico (2014), a Lei de Parcelamento, Uso e Ocupação do Solo (2016), o Código de Obras e Edificações (2017) e as Normas Técnicas Brasileiras, dentre elas, a Norma de Desempenho NBR 15575 (2021).

Entre os reguladores, as normas técnicas não têm força de lei, mas têm caráter obrigatório devido ao Código de Defesa do Consumidor, que estabelece que qualquer produto colocado

no mercado deve estar em conformidade com norma técnica específica.

A norma que exerce importante papel regulamentador em edificações residenciais é a Norma de Desempenho (NBR 15575/2021). Ela tem como finalidade transformar demandas do usuário em requisitos quantitativos, estabelecendo desempenhos mínimos obrigatórios para componentes, elementos, sistemas e processos.

Já o Código de Obras e Edificações (COE) estabelece diretrizes de implantação complementares às disposições do PDE e da LPUOS para garantir condições de aeração e insolação, que não são contempladas nos textos das leis. Embora essas condições não sejam abordadas diretamente nas leis, elas podem ser proporcionadas pelos recuos obrigatórios previstos na LPUOS, espaço do logradouro, afastamento lateral e de fundo e área livre descoberta interna ao lote. São, então, estabelecidos no COE: o afastamentos e dimensões mínimas para cada situação. O esquema ao lado (figura 17) ilustra o afastamento mínimo entre blocos de uma mesma edificação, por exemplo.

Onde: $A = (H - 6) \div 10$

A = afastamento lateral e de fundo

H = altura da edificação em metros

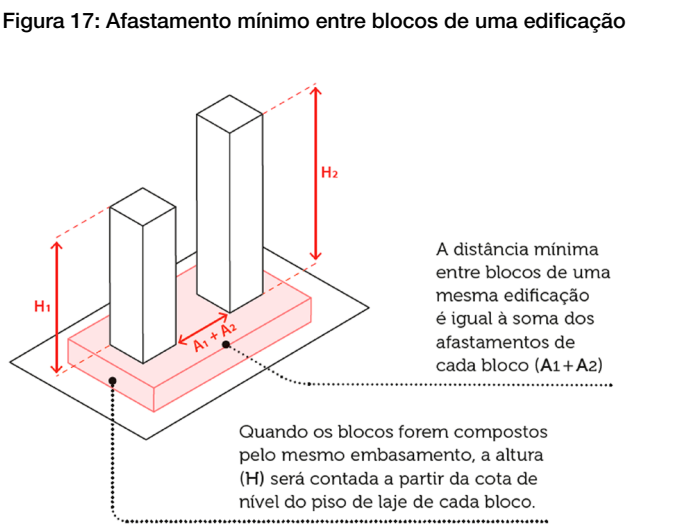


Figura 17: Afastamento mínimo entre blocos de uma edificação, Código de Obras Ilustrado, 2017 (p. 87)

Além dos parâmetros para a forma da edificação, o COE também estabelece dimensões mínimas para os ambientes. No quadro abaixo (figura 18) essas dimensões são apresentadas:

Figura 18: Dimensões mínimas dos compartimentos

Dimensionamento mínimo				
Uso da Edificação	Compartimentos	Pé direito	Área (m²)	Conter círculo (diâmetro/m)
Habitação	Repouso	2,50	5,00	2,00
	Estar	2,50	5,00	2,00
	Estudo	2,50	5,00	2,00

Figura 18: Dimensões mínimas dos compartimentos, Código de Obras de São Paulo, 2017

Embora as dimensões apresentadas tenham o intuito de proporcionar conforto aos usuários, o texto não faz referência às normas técnicas como a Norma de Desempenho para edifícios residenciais (NBR 15575), a NBR 10151 para acústica ou mesmo a NBR 15220 que dispõe sobre o desempenho térmico das edificações.

Como mencionado anteriormente, a Norma de Desempenho (NBR 15575) é um importante instrumento de regulação edilícia. O texto da norma é dividido em 6 partes e dispõe de requisitos que devem ser cumpridos pelos sistemas de uma edificação para garantir a sua durabilidade.

Esses parâmetros procuram traduzir as exigências dos usuários em requisitos (qualitativos) e critérios (quantitativos e premissas), além de definir métodos de avaliação.

Segundo o texto da norma, sua função é:

“1.6 [...] estabelece critérios relativos ao desempenho térmico, acústico, lumínico e de segurança ao fogo, que são atendidos individual e isoladamente pela própria natureza conflitante dos critérios de medições [...]”

No que se refere ao desempenho térmico das habitações, tema que receberá enfoque na análise projetual desenvolvida no próximo capítulo,

ele pode ser classificado em três níveis: mínimo, intermediário e Superior

O desempenho mínimo é obrigatório. A norma também dita os parâmetros que devem ser utilizados na avaliação das áreas:

a) Procedimento simplificado: avalia o desempenho térmico da unidade habitacional (UH) por meio de características geométricas dos Ambientes de Permanência Prolongada (APP) e de propriedades térmicas dos sistemas construtivos em relação aos valores de referência destes parâmetros.

b) Procedimento de simulação computacional: avalia o desempenho da UH por meio do desenvolvimento de modelos computacionais.

O esquema indicado abaixo (figura 19) mostra o procedimento de avaliação de desempenho térmico indicado na norma.

Figura 19: Procedimentos de avaliação do desempenho térmico das edificações

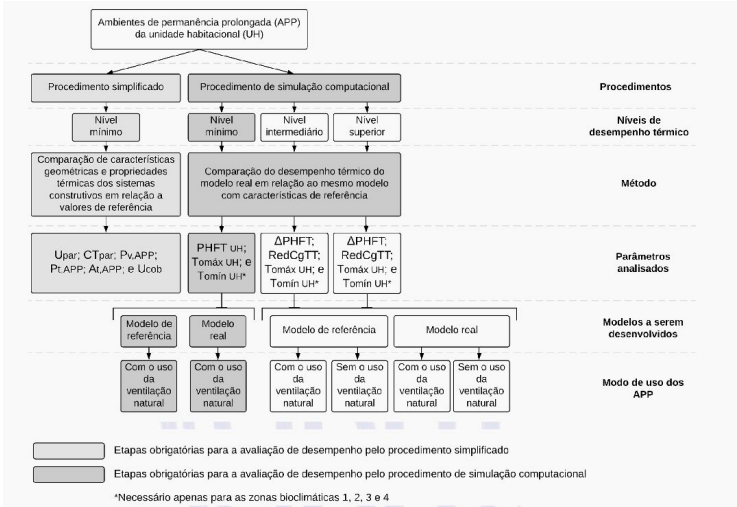


Figura 19: Procedimentos de avaliação do desempenho térmico das edificações, Norma de Desempenho (NBR 15575), 2021 (p. 42)

Nota-se que o procedimento de cálculo simplificado só é aceitado para o nível mínimo de desempenho, pois suas limitações não permitem a extração de dados tão precisos quanto o método de simulação computacional.

O método simplificado consiste na verificação da transmitância térmica (U), da capacidade térmica (CT) do sistema construtivo em questão e do percentual de abertura para ventilação (PV).

Além dos requisitos relativos ao desempenho, a NBR 15575 também regula as exigências de durabilidade das edificações. Para isso, estabelece dois parâmetros que são chamados de “Vida útil” (VU) e “vida útil de projeto” (VUP), definidos segundo a norma:

A vida útil (service life) é uma medida temporal da durabilidade de um edifício ou de suas partes (sistemas complexos, do próprio sistema e de suas partes: sistemas, elementos e componentes)

A vida útil de projeto (design life) é definida pelo incorporador e/ou proprietário e projetista, e expressa previamente.

O cálculo da vida útil de uma edificação leva em consideração diversos aspectos de ação antrópica como manutenção e mudanças no entorno da edificação, por exemplo. Para mensurar a durabilidade dos sistemas de uma edificação, a Norma de Desempenho impõe três parâmetros de durabilidade: mínima, intermediária e superior para os sistemas componentes da edificação como mostra a tabela abaixo (figura 20).

Essa durabilidade é medida em anos e varia de acordo com o sistema. Além da tabela da figura 20, a norma também nos dá um gráfico que combina a durabilidade com a frequência de manutenção (figura 21).

Figura 20: Vida útil de projeto

Sistema	VUP anos		
	Mínimo	Intermediário	Superior
Estrutura	≥ 50	≥ 63	≥ 75
Pisos internos	≥ 13	≥ 17	≥ 20
Vedação vertical externa	≥ 40	≥ 50	≥ 60
Vedação vertical interna	≥ 20	≥ 25	≥ 30
Cobertura	≥ 20	≥ 25	≥ 30
Hidrossanitário	≥ 20	≥ 25	≥ 30

^a Considerando periodicidade e processos de manutenção segundo a ABNT NBR 5674 e especificados no respectivo manual de uso, operação e manutenção entregue ao usuário elaborado em atendimento à ABNT NBR 14037.

Figura 20: Afastamento mínimo entre blocos de uma edificação, Norma de Desempenho (NBR 15575), 2021 (p. 93)

Figura 21: Desempenho ao longo do tempo

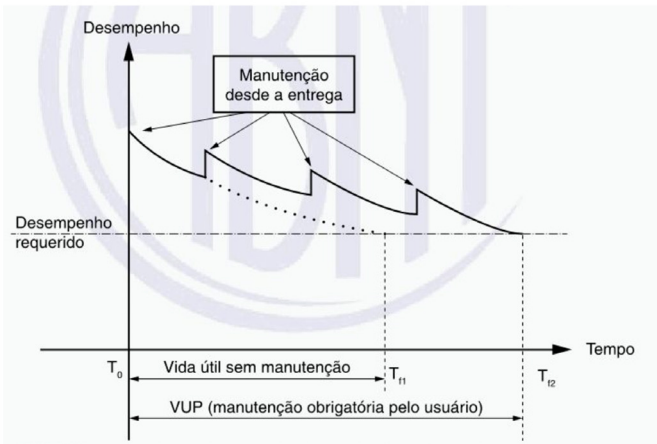


Figura 21: Desempenho ao longo do tempo, Norma de Desempenho (NBR 15575), 2021 (p.89)

Outra norma importante é a Norma de Desempenho Térmico das Edificações (NBR 15220). Dividida em 5 partes, dispõe de parâmetros de cálculo e conceitos pertinentes ao desempenho térmico como, por exemplo: métodos de cálculo de resistência térmica e da transmitância térmica de elementos e componentes das edificações.

Na parte 3 da norma está o zoneamento bioclimático brasileiro e um conjunto de recomendações e estratégias construtivas destinadas à produção de habitação. O mapa abaixo (figura 22) mostra o zoneamento bioclimático disposto na norma.

Figura 22: Zoneamento bioclimático brasileiro

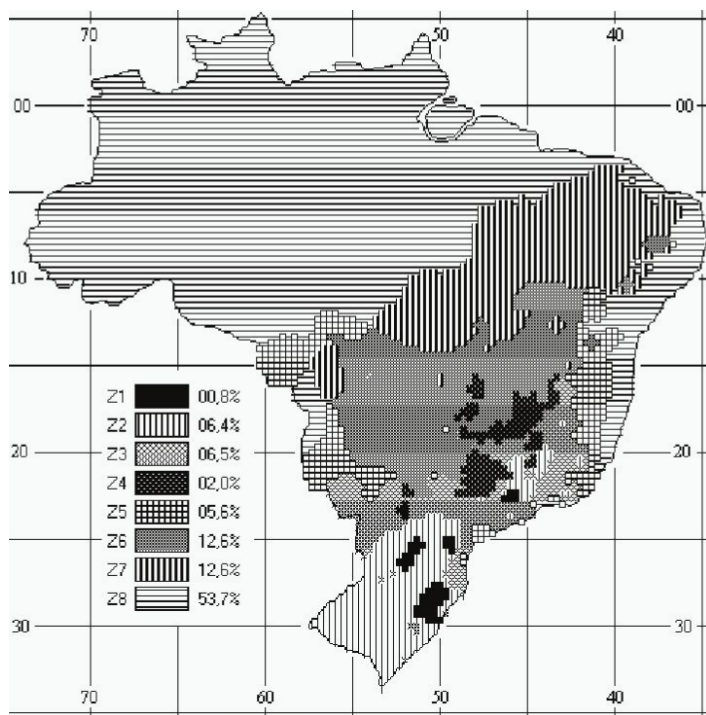


Figura 22: Zoneamento bioclimático, Norma de Desempenho Térmico das Edificações (NBR 15220), 2005 (p.8)

Para cada zona são estabelecidas diretrizes de projeto que visam o condicionamento térmico passivo dos ambientes, entre essas diretrizes estão:

- Tamanho das aberturas para ventilação
- Proteção das aberturas
- vedações externas (tipo de parede externa e de cobertura)
- estratégias e condicionamento passivo

A cidade de São Paulo, na qual está localizado o objeto de estudo desse trabalho, está na zona bioclimática 3. Essa zona compreende 62 municípios e tem como diretrizes de projeto estratégias que buscam remover carga térmica no verão mas também impedir o resfriamento dos ambientes no inverno.

A norma destaca que as aberturas para ventilação devem ser médias com sobreamento durante o verão e sol durante o inverno, as superfícies externas devem ser refletoras (paredes) e no verão deve-se adotar estratégias de ventilação cruzada enquanto no inverno recomenda-se o aquecimento por radiação solar. Além disso é recomendado que a envoltória possua inércia térmica, estratégia utilizada para atrasar as trocas entre meio interno e externo.

Contudo, deve-se ressaltar que apenas essas recomendações sem o devido cuidado com a escolha da implantação e posicionamento de aberturas nas fachadas, não há garantia de conforto térmico

04 | propostas projetuais

AS FORMAS DE MORAR

Os novos produtos imobiliários

Como apontado nos estudos do CEM, a produção imobiliária da cidade teve um grande aumento, o que é bom para ajudar a suprir a demanda por moradia, sobretudo nas áreas com maior oferta de infraestrutura. Contudo, esse crescimento é sempre atrelado a um viés econômico das incorporadoras e construtoras que realizam os empreendimentos.

Na busca para reduzir custos e maximizar lucros, o mercado da construção civil tende a comprometer a qualidade ambiental das edificações, essa prática tornou-se recorrente e pode ser observada mesmo em projetos que atendem a um público com maior poder aquisitivo. Os apartamentos com varandas fechadas e áreas integradas são produtos comuns oferecidos pelo mercado imobiliário, as “varandas gourmet”, por exemplo, funcionam como atrativo para o consumidor. Entretanto, esse tipo de envoltória envidraçada subverte o papel da varanda como área de transição entre meio interno e externo. A ausência de componentes opacos na envoltória acarreta em um maior ganho de calor, o que aumenta a diferença de temperatura entre os meios interno e externo, além disso, os fechamentos não operáveis, usualmente de vidro, comprometem a ventilação. Tais fatores somados geram uma maior dependência de ar condicionado para garantir o conforto dos usuários durante sua per-

manência no espaço.

Essas soluções são cada vez mais comuns na produção imobiliária atual, criando um contingente de fachadas envidraçadas. Porém, quando essas soluções são aplicadas em unidades de áreas maiores, embora nocivas dos pontos de vista do conforto e desempenho térmico, elas podem ter seus efeitos reduzidos devido às demais aberturas presentes em outras fachadas e à maior dimensão dos espaços. Entretanto apenas esses fatores não são garantia de um bom desempenho.

Seguindo a estética dos apartamentos maiores, atualmente, o que tem se tornado cada vez mais comum é a mimetização dessas fachadas em unidades menores, sobretudo as unidades do tipo *studio*. O crescimento na produção desse tipo de apartamento pode ser visto a partir de levantamentos realizados por Shaiane Viana (2021). Em sua pesquisa Viana destaca o crescimento dessa tipologia, sobretudo após a aprovação do Plano Diretor Estratégico em 2014. Segundo a autora, entre 2014 e 2019 foram lançados 6044 imóveis com áreas entre 20m² e 35m² ⁷.

Essa tendência de crescimento no segmento de apartamentos compactos já vem aconte-

7- DUARTE, Denise; VIANA, Shaiane; *O desempenho térmico de edifícios residenciais frente à mudança do clima*. XVI ENCAC, XVII ELACAC 2021, Palmas, 2021.

8 - GONÇALVES, J.C; LEME, C.C; MONTEIRO, L.M.; *Desempenho termo-luminoso de micro apartamentos na cidade de São Paulo*. XV ENCAC, XVI ELACAC 2019, João Pessoa, 2019.

9- *Incorporadoras separam torres e entradas em prédios mistos*. Disponível em: <https://www1.folha.uol.com.br/mercado/2021/10/incorporadoras-separam-torres-e-entradas-em-predios-mistos.shtml>. Acessado em 05/09/2022

cendo desde a década passada. Segundo pesquisas realizadas no Laboratório de Conforto Ambiental e Eficiência Energética (LABAUT) da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo (FAU USP), no período entre 2011 e 2015, a participação desse tipo de apartamentos nos lançamentos residenciais de até 45m² teve crescimento médio anual de 35%⁸

O aumento desse tipo de moradia entre os produtos imobiliários oferecidos, principalmente após 2014, mostra como os mecanismos presentes no Plano Diretor favoreceram a produção imobiliária.

Entre os mecanismo, destacam-se os Eixos de Estruturação Urbana, onde sem limite de gabarito e com alto coeficiente de aproveitamento, a cota parte é a principal ferramenta para determinar o número de unidades de uma edificação (ver figuras 15 e 16). Muitas vezes essas unidades menores estão em edifícios que contemplam também apartamentos maiores. Pois, devido ao cumprimento do número mínimo de unidades, a redução de área dos *studios* permite que no mesmo empreendimento sejam feitas unidades bem maiores.

Para aumentar o aproveitamento de área, os *studios* possuem aberturas em apenas 1 das faces, os banheiros têm ventilação mecânica e as varandas (quando acessíveis) são fechadas com vidro. Dessa forma a única forma de operação possível é utilizando equipamentos de ar condicionado.

Em São Paulo, ficaram comuns os empreendimentos que misturam *studios* de cerca de 20m² com unidades maiores. Assim, a presença

de unidades menores permite que o número determinado pela cota parte seja atingido mesmo com apartamentos que possuem área superior a 100m². Segundo Eduardo Della Manna, diretor do Secovi-SP para o jornal Folha de São Paulo:

“ [...] um terreno de mil metros quadrados, por exemplo, deve receber ao menos 50 unidades. Essas deverão ter, em média, 80 metros quadrados, explica Eduardo Della Manna, arquiteto e diretor do Secovi-SP na área de assuntos legislativos e urbanismo metropolitano. Mas, em bairros valorizados da cidade, há demanda por imóveis maiores do que isso. A saída é “puxar” a área para algumas unidades, enquanto se reduz a de outras.”⁹

Além disso, o PDE prevê que nesses empreendimentos até 20% das unidades sejam “não residenciais”, ou seja, *studios* que já são criados para locação de curta temporada. Essa diversificação de tipologias dentro de um mesmo empreendimento criou um novo tipo de segregação: o embasamento é comum para todas as unidades, porém apartamentos maiores e *studios* são colocados em torres distintas. No embasamento, além das entradas, as áreas de lazer também são segregadas para que os moradores não se cruzem.

“O cara do apartamento de 200 m² não vai querer morar com o cara que comprar apartamento de 25 m² e coloca no Airbnb”

Diz Orlando Pereira, diretor comercial da Cyrela para a Folha na mesma matéria.

Embora o *boom* de lançamentos esteja concentrado em imóveis com áreas entre 20m² e 35m², a maioria têm área menor que 30m². O mapa da próxima página (figura 23) mostra al-

guns exemplos de lançamentos recentes no eixo centro-sul da cidade que possuem esse padrão construtivo com área reduzida (até 35m²).

Vale ressaltar que entre os instrumentos de regulação das edificações, o dimensionamento mínimo de um espaço é dado pelo Código de

Obras (ver figura 18), assim, a área mínima para áreas de repouso e estar é de 5m², cozinhas e sanitários não possuem um parâmetro de dimensionamento mínimo. Dessa forma, apartamentos com área menor que 20m² conseguem ser aprovados facilmente repetindo formas e soluções engessadas.

Figura 22: Empreendimentos com até 35m² - Eixo centro-sul de São Paulo

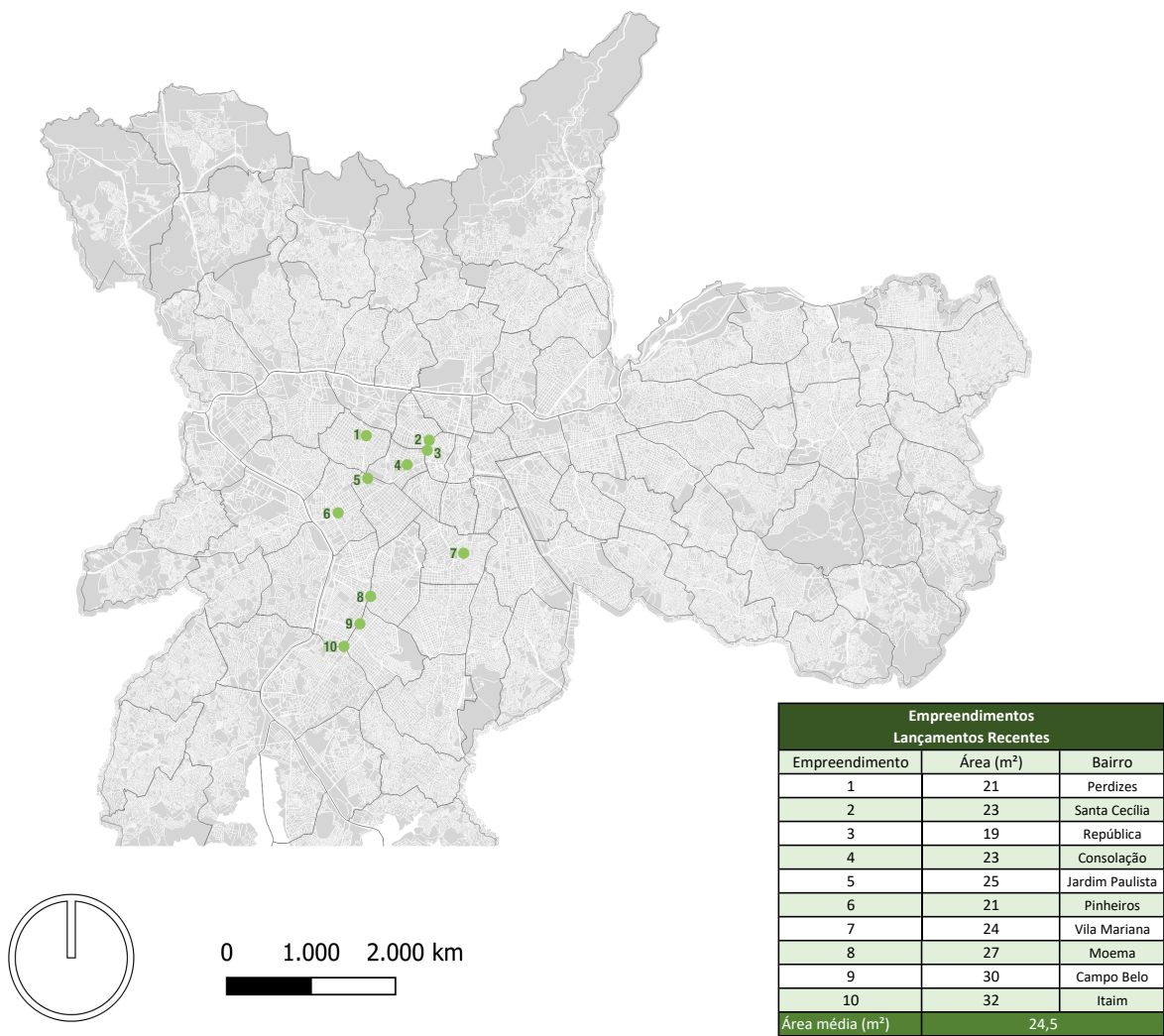


Figura 22: Empreendimentos com até 35m² - Eixo centro-sul de São Paulo. Mapa elaborado pela autora a partir de dados da pesquisa “Apartamentos Studio na Cidade de São Paulo - Caracterização para Estudos de Desempenho Térmico” (KANADA, Thais. 2022)

A partir das plantas ilustrativas das unidades (ver anexo A), nota-se que em muitas delas o local para a instalação de equipamentos de ar condicionado já está indicado, seja no terraço ou em uma laje técnica adjacente. Elas também mostram a repetição de um padrão construtivo e uma forma de dispor os espaços, caracterizada por plantas profundas e presença de aberturas em apenas uma das faces.

Como ressalta Erica Acamine (ACAMINE, 2020), as mudanças climáticas não são previstas pelas políticas públicas urbanísticas atuais, acarretando na produção de edifícios que não estão preparados para o aumento de temperatura gerado pelas mudanças climáticas, o que levará, por consequência, a uma demanda maior por sistemas ativos de refrigeração e um aumento da demanda energética da cidade no futuro.

Desde os anos 1980, cada década tem sido mais quente que a anterior, os gráficos do INMET (figuras 5,6 e 7) mostram esse aumento de temperatura desde os anos 1930. A última década (2010-2020) foi a mais quente já registrada, sendo que os seis anos mais quentes foram todos a partir de 2015. No contexto local, em outubro de 2020, São Paulo teve o 2º dia mais quente da história desde meados do século XX, além de um aumento de cerca de 3°C na média anual da temperatura do ar (DUARTE, 2020).

Considerando o cenário atual de mudanças climáticas e crise energética, a produção de habitações resilientes é um tema que deve ser abordado, principalmente quando olhamos para a produção recente de edifícios residenciais. Pois, eles provavelmente estarão em funcionamento por um longo período de tempo. Vale

lembrar que assim como ressaltado por Tsuda (2019), o fato de o ciclo de vida de um edifício girar em torno de 40 anos, podendo se estender por muito mais tempo, é motivo suficiente para se preocupar com o seu desempenho energético. Um edifício que não possui bom desempenho com as condições climáticas atuais só terá seu desempenho cada vez mais comprometido na medida em que a temperatura média das cidades seguir aumentando.

Segundo a Norma de Desempenho, alguns sistemas têm vida útil mínima de 50 anos. Por isso, considerar e estabelecer parâmetros mais rígidos que visam o conforto térmico deve ser tratado como interesse público e não só no meio acadêmico, pois as normas e os parâmetros existentes que regulamentam a produção habitacional não contemplam a resiliência dos edifícios frente às mudanças climáticas eminentes.

Como mencionado no AR6, questões de adaptação são a alternativa possível em um cenário no qual as mudanças ocorrem cada vez mais rápido. Contudo, essas questões têm camadas de complexidade que vão além do ambiente construído ou de cidades mais resilientes, uma vez que a adaptação climática está constantemente atrelada às questões sociais e econômicas.

Moradores com menor poder aquisitivo frequentemente habitam moradias de baixa eficiência térmica e energética e por isso serão os mais impactados em um cenário de maior dependência de equipamentos de ar condicionado para garantir o conforto, uma vez que a instalação e manutenção desses sistemas pode não ser acessível do ponto de vista financeiro. Do

ponto de vista ambiental, a maior dependência de sistemas de refrigeração acarretará na maior emissão de GEE além de contribuir para o aumento da temperatura média do planeta.

Esse padrão construtivo desvinculado das questões ambientais que são tão latentes marca um retrocesso em relação ao conforto e desempenho térmico das edificações. Todavia, ele tem se tornado cada vez mais frequente e segue avançando para novas áreas do município.

A arquiteta e pesquisadora Isadora Borges de Oliveira destaca em sua tese “O avanço da

produção imobiliária sobre a “periferia” da metrópole: o “segmento econômico” e as transformações na produção do espaço em Itaquera, São Paulo” como a produção imobiliária realizada por construtoras e incorporadoras nacionais migra em direção às áreas periféricas com esse mesmo padrão construtivo: prédios altos com apartamentos tipo *studio* sem vaga de garagem.

Essa migração é consequência do elevado preço da terra em regiões mais providas de infraestrutura, fazendo o mercado seguir para áreas mais desvalorizada em busca de melhores margens de lucro.

OBJETO DE ESTUDO

A partir das informações reunidas, o empreendimento 7 localizado na região da Vila Mariana foi escolhido como objeto de análise deste trabalho. Sua escolha se deu pela dimensão do empreendimento e a presença de questões sig-

nificativas de uso e ocupação do solo, além das questões de desempenho e conforto térmico. Abaixo (figura 24), a implantação do empreendimento.

Figura 24: Implantação

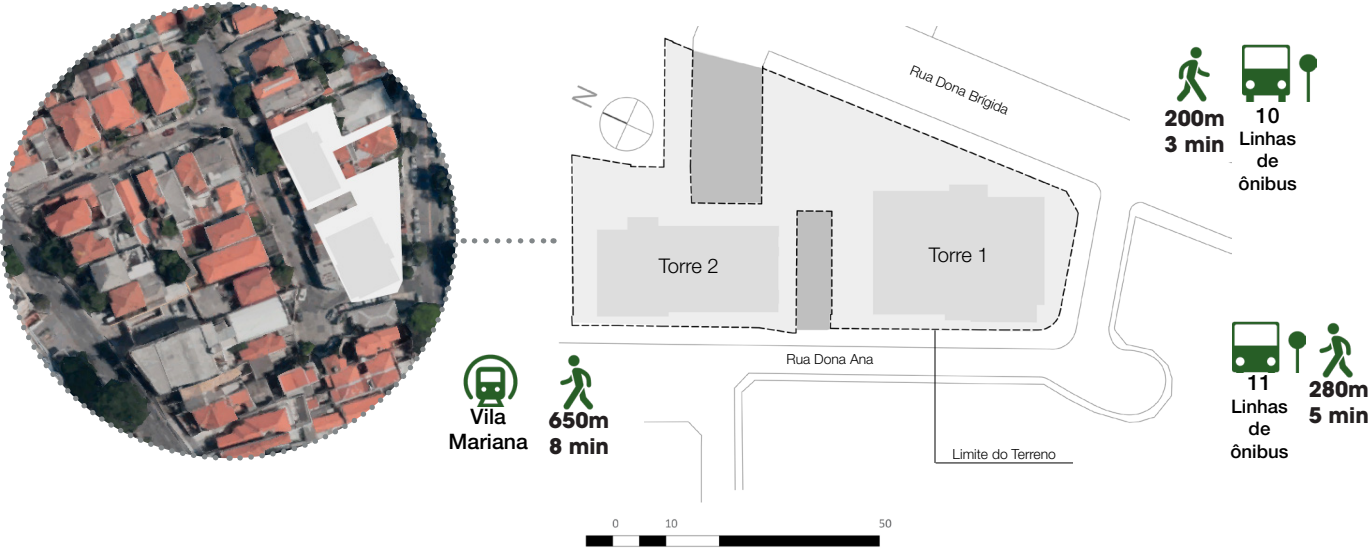


Figura 24: Implantação. Elaboração da autora

A elevação esquemática abaixo (figura 25) mostra a distribuição das áreas do empreendimento. A torre 1 é composta por apartamentos de 140m² e apartamentos do tipo duplex de 280m², enquanto a torre 2 é composta por stu-

dios de 24m² e unidades do tipo NR (não residencial) que também possuem 24m². Como mencionado anteriormente, o PDE prevê nos eixos de estruturação urbana a presença de unidades NR visando à locação de curta temporada.

Figura 25: Elevação

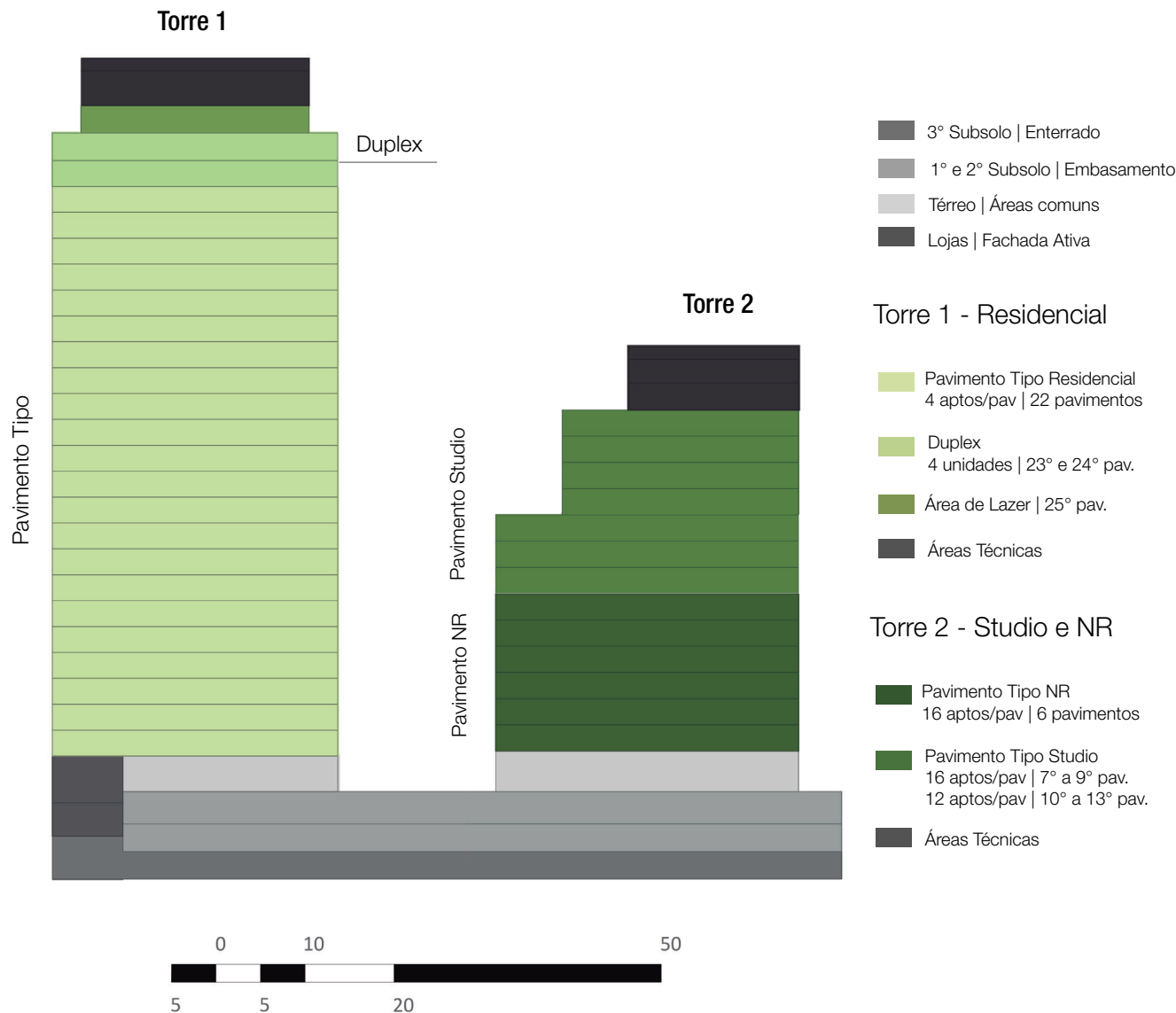


Figura 25: Elevação. Elaboração da autora

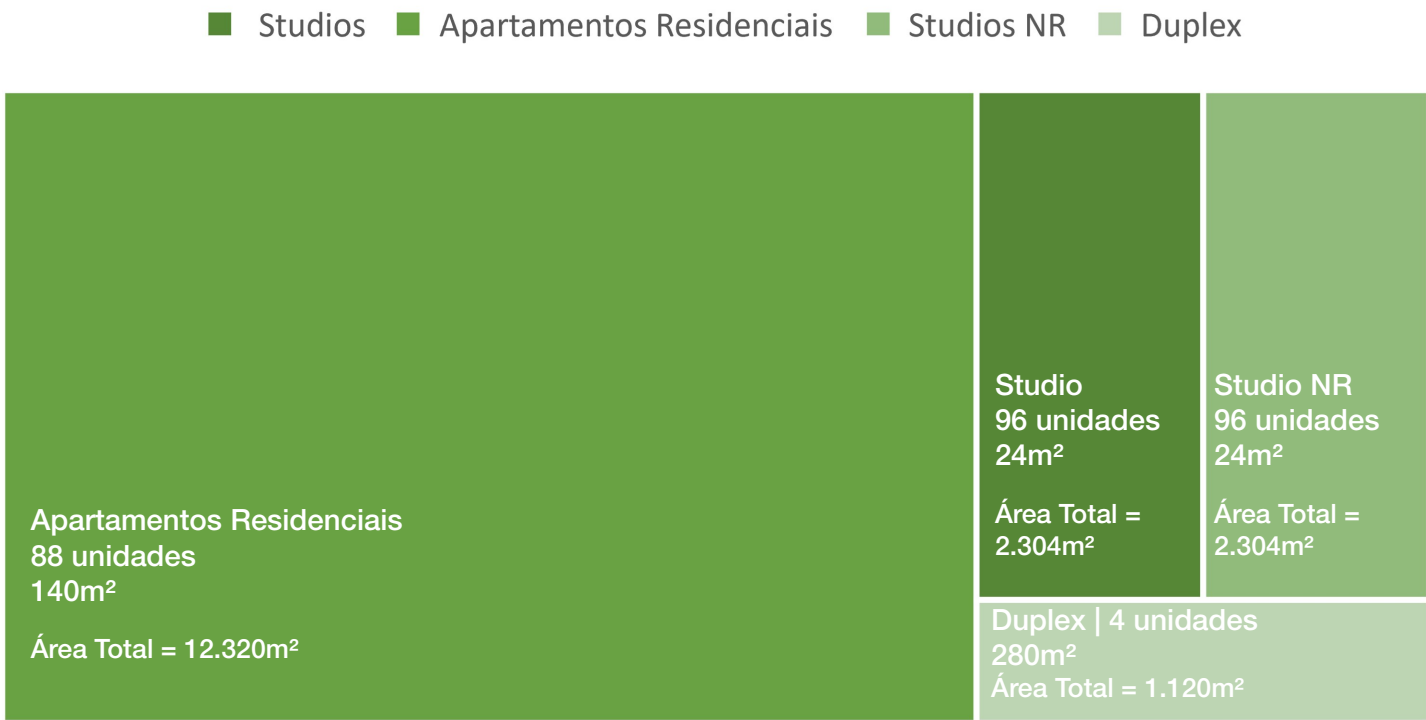
Para entender a relação discrepante entre as áreas dos apartamentos das torres 1 e 2. O gráfico de "área equivalente" (figura 26) mostra como a área dos 92 apartamentos da torre 1 corresponde a quase 75% da área ocupada com apartamentos. Se os 18.048m² fossem igualmente distribuídos entre os 284 apartamentos do

empreendimento, o tamanho médio da unidade seria de 63,5m²

Contudo, para que o número mínimo de unidades estipulado pela cota parte seja atingido é necessário que as unidades menores “compensem” as unidades maiores.

Figura 26: Gráfico de área equivalente

ÁREA EQUIVALENTE



Figuras 26: Gráfico de área equivalente. Elaboração da autora

O edifício também possui 3 andares de garagem que totalizam 188 vagas para moradores. As vagas são apenas para os apartamentos da torre 1 sendo 3 vagas para as unidades duplex e

2 vagas para os apartamentos de 140m². O gráfico da próxima página (figura 27) mostra a equivalência entre área de estacionamento e área de apartamentos *studio*.

Figura 27: Gráfico de área equivalente - Vagas x Studios



Figuras 27: Gráfico de área equivalente Vagas x Studios. Elaboração da autora

Essa equivalência nos faz pensar sobre o aproveitamento do espaço em uma região com alto valor da terra e boa infraestrutura de transporte e serviços. O empreendimento se encontra dentro do perímetro do Eixo de Estruturação da Transformação Urbana delimitado a partir da estação Vila Mariana da Linha 1 - Azul, além de possuir fácil acesso a diversas linhas de ônibus.

Segundo as diretrizes do PDE para os eixos, seu intuito é promover o adensamento alinhado ao transporte público de alta e média capacidade (ver art. 75, pág 28). Embora os *studios* não tenham vagas de garagem, assim como as unidades mínimas são definidas pela cota parte, o número mínimo de vagas é disposto na Lei de Uso e Ocupação do Solo (LPUOS) e é “transferido” entre as unidades habitacionais.

Segundo o Art. 62 da Lei:

Nos usos residenciais, 1 (uma) vaga por unidade habitacional, desde que observada a cota de garagem máxima igual a 32m² (trinta e dois metros quadrados) por vaga;

Nota-se que a quantidade de vagas distribuídas entre os apartamentos da Torre 1 é exatamente a soma dessas unidades com as unidades *studio* residenciais, como apontado na lei.

No caso desse empreendimento, os 3 pavimentos destinados à garagem não são enterrados devido à topografia do terreno. Apenas o 3º subsolo é parcialmente enterrado como mostra a elevação na página seguinte (figura 28)

Figura 28: Elevação - Fachada R. Dona Brígida

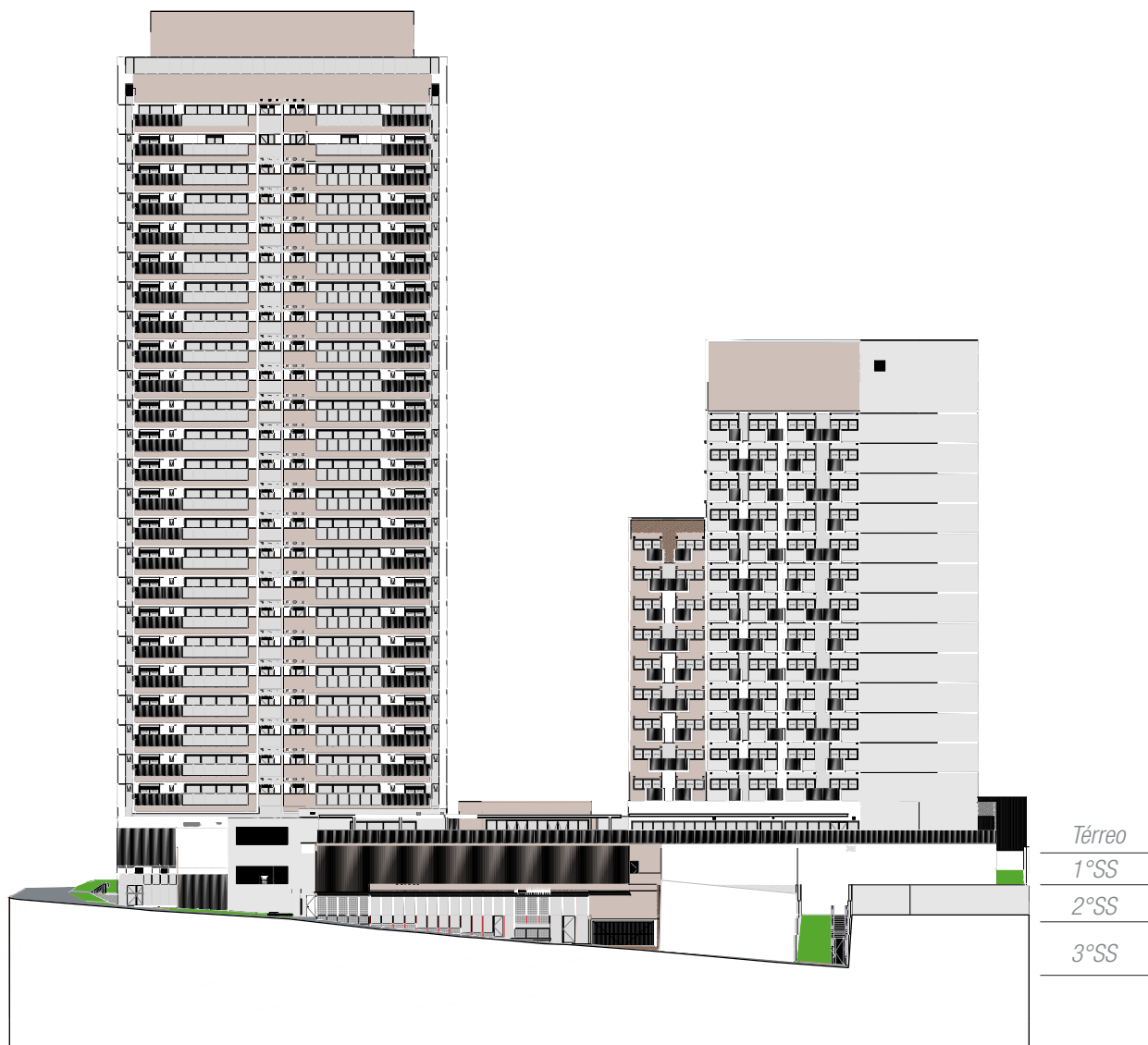


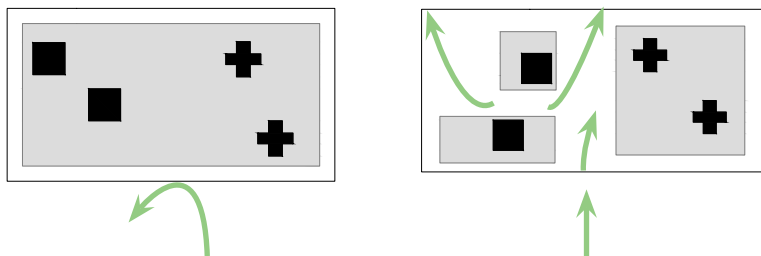
Figura 28: Elevação. Elaboração da autora

As torres compartilham um embasamento comum que cria uma barreira murada na quadra, quebrada apenas pelas 2 lojas presentes em uma das fachadas, além de criar barreiras esse tipo de implantação compromete a ventilação. Segundo Acamine (2020), a ventilação na escala urbana é um fator primordial para o conforto térmico em dias de altas temperaturas em ambientes externos e internos, pois é um dos principais responsáveis pela remoção da carga térmica dos edifícios. Dessa forma, a implantação dos edifícios residenciais que possuem diversas torres deveria ser pensada além dos parâmetros propostos pelo PDE e pelo COE.

O esquema abaixo (figuras 29 e 30) mostra um exemplo de modelo ideal para a implantação de edifícios com 2 ou mais torres. Ele foi desenvolvido segundo análise de NG (2010) para promover maior ventilação das edificações.

Embora o autor indique que um embasamento contínuo com as torres saindo a partir dele não seja ideal, pois o embasamento cria uma “parede” que não permite ventilação, esse é o exemplo mais recorrente na produção de mercado atual.

Figuras 29 e 30: Tipos de ventilação em edifícios com duas ou mais torres



Figuras 29 e 30: Tipos de ventilação em edifícios com duas ou mais torres. Elaboração da autora a partir de estudos disponíveis em: NG, Edward. Designing high-density cities: for social and environmental sustainability. London: Earthscan, 2010. p. 119-136.

Vale ressaltar que esse é um cenário que impacta os apartamentos dos andares inferiores, os apartamentos mais altos ficam mais expostos à ação dos ventos, embora isso não seja garantia de maior remoção das cargas térmicas, uma vez que o fechamento das varandas com vidro com o intuito de criar ambientes integrados inviabiliza

a ação da ventilação. E no caso dos studios sem varanda, o fechamento das janelas para a utilização de equipamentos de ar condicionado também compromete a ação da ventilação natural.

Na páginas seguintes estão expostas as plantas dos pavimentos tipo (figuras 31 a 35).

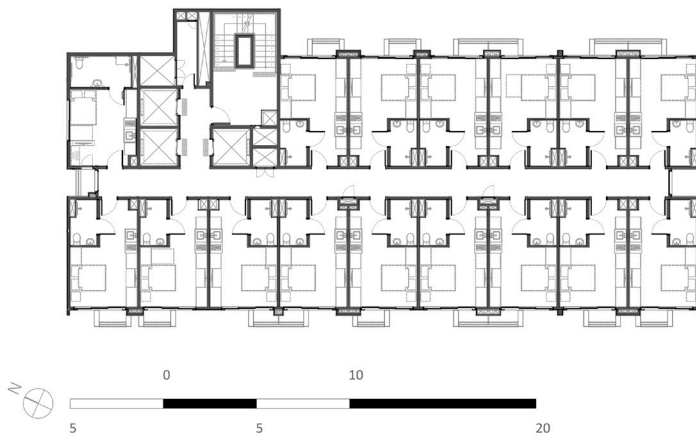


Figura 31: Planta Tipo Studio e NR | 1° ao 9° pav.

15 unidades de 24m²
1 unidade de 24m² pcd

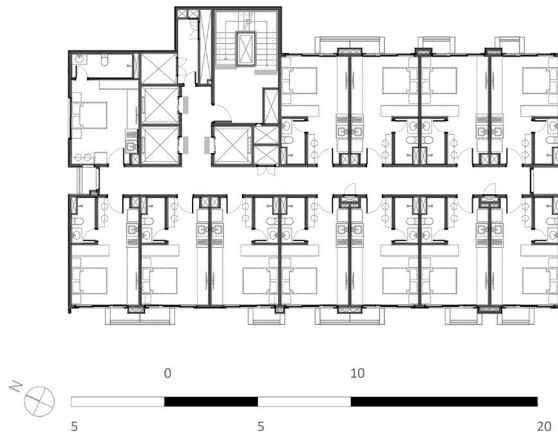


Figura 32: Planta Tipo Studio | 10° ao 13° pav.

11 unidades de 24m²
1 unidade de 24m² pcd



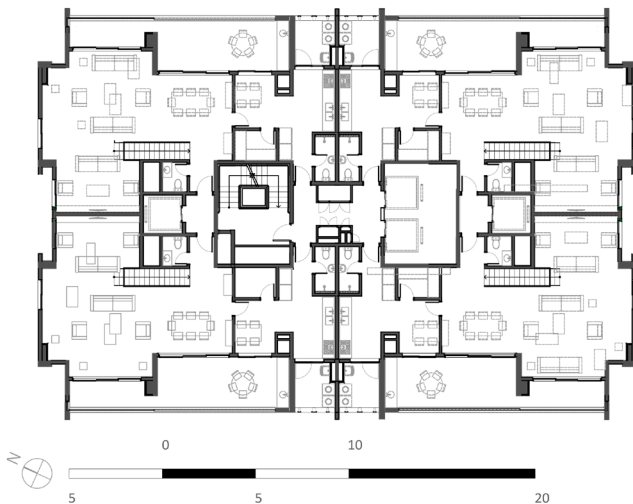
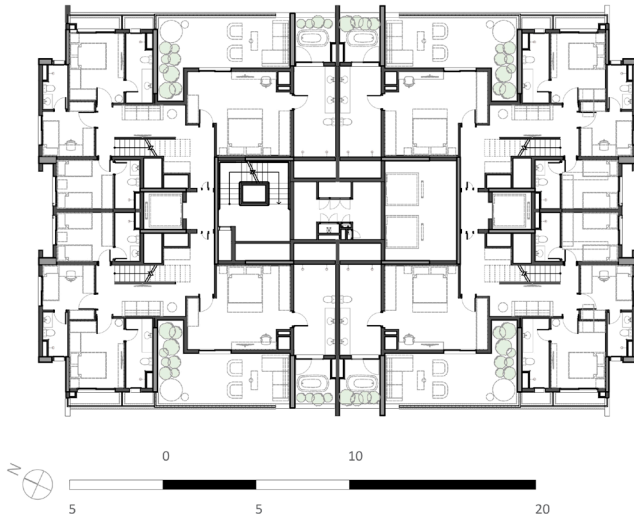
Figura 33: Planta Tipo Residencial | 1° ao 22° pav.

4 unidades de 140m²
2 vagas de garagem por unidade

Figuras 31 a 33 Plantas. Elaboração da autora

Figuras 34 e 35: Planta Tipo Duplex inferior e superior
23° e 24° pav.

4 unidades de 280m²
3 vagas de garagem por unidade



Figuras 34 e 35: Plantas. Elaboração da autora

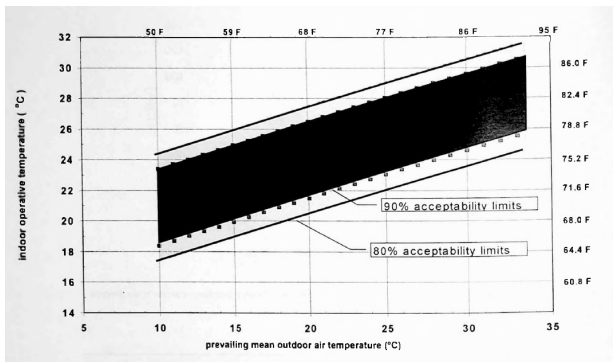
PROPOSTAS PROJETUAIS

Como melhorar o conforto e desempenho das unidades studio?

Segundo a norma ASHRAE 55 (2021), conforto térmico é a condição de satisfação do homem com o ambiente que o circunda. A partir de tal premissa, a norma dispõe de um modelo de conforto térmico adaptativo, que leva em consideração não só os fatores físicos mas também os usuários, com suas percepções e expectativas, além da sua capacidade de adaptação. Assim, as condições de conforto aceitáveis levam em consideração "a maioria dos ocupantes" do espaço (80% de aceitabilidade de conforto térmico).

Abaixo (figura 36) está o gráfico de conforto disposto na norma, que será adotado como parâmetro para medir o conforto térmico das unidades.

Figura 36: Modelo adaptativo da norma ASHRAE 55



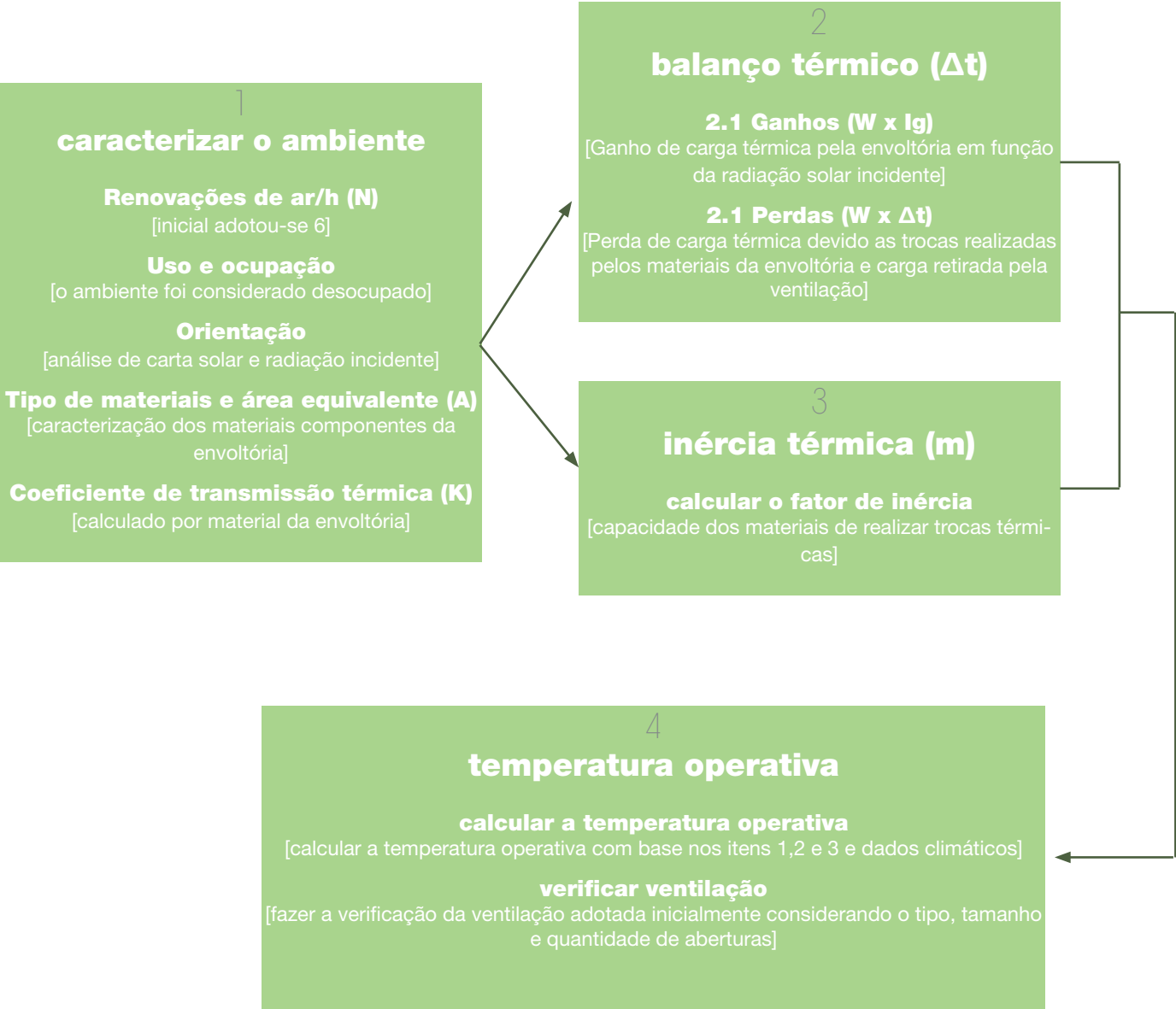
Figuras 36: Modelo adaptativo da norma norte-americana ASHRAE 55
Fonte: ANSI/ASHRAE, 2021. Standard 55, 2020:

Como síntese dos levantamentos e questionamentos feitos ao longo do trabalho serão apresentadas 3 intervenções projetuais que visam melhorar o desempenho e conforto térmico das unidades tipo *studio*. Embora o empreendimento possua 3 tipos de plantas: *studios* de 24m², apartamentos de 140m² e 280m², optou-se pela intervenção apenas nas unidades menores, uma vez que essa tipologia vem crescendo cada vez mais no mercado imobiliário paulistano.

Para avaliar o conforto térmico das unidades, utilizou-se o procedimento de cálculo manual CTBS (Frota, Schiffer), adotando os coeficientes relativos às propriedades dos materiais dispostos na Norma de Desempenho Térmico (15220) assim como utilizado em disciplinas de conforto durante a graduação. Como o método de cálculo adotado possui limitações, para a determinação da Temperatura Operativa (TO) das unidades analisadas, foram utilizadas ponderações embasadas em pesquisas anteriores de modo a aproximar os valores utilizados aos dados fornecidos com mais precisão por simulações computacionais ou medições *in loco*. (ver apêndice A)

O procedimento de cálculo com o passo a passo adotado está esquematizado na página seguinte. A descrição dos resultados quantitativos se encontra nas tabelas dispostas no apêndice.

PROCEDIMENTO DE CÁLCULO



AVALIAÇÃO DOS ESPAÇOS

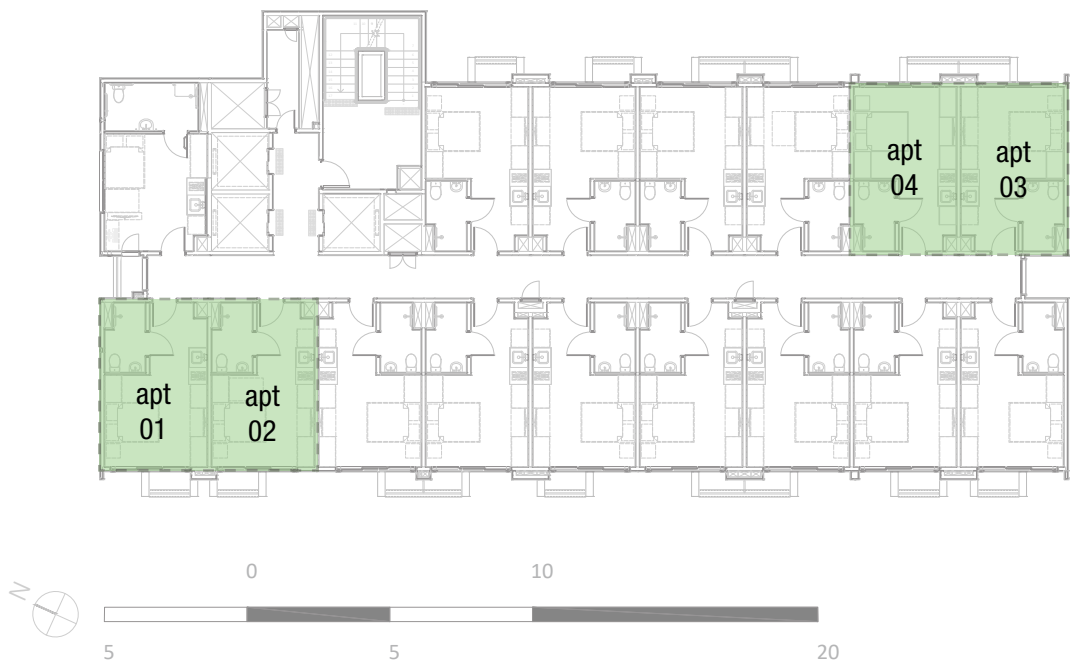
Situação inicial

Para desenvolvimento das propostas projetuais foram avaliadas 4 unidades *studio* que estão indicadas na planta tipo abaixo (figura 37).

As unidades da esquerda possuem orientação de fachada sudoeste/noroeste e as da direita, nordeste/sudeste. Assim, pode-se realizar calculos levando em consideração a radiação

solar incidente (I_g) ao longo do dia. Os valores de I_g utilizados estão dispostos nas tabelas P, Q e R do apêndice C e fornecem dados de intensidade de radiação solar direta e difusa referentes a 3 condições de céu, em função da latitude. Os resultados são produto de cálculos realizados a partir de medidas efetuadas pelo LNEC (Laboratório Nacional de Engenharia Civil, de Lisboa).

Figura 37: Planta de pavimento tipo



Figuras 37: Planta de pavimento tipo. Elaboração da autora

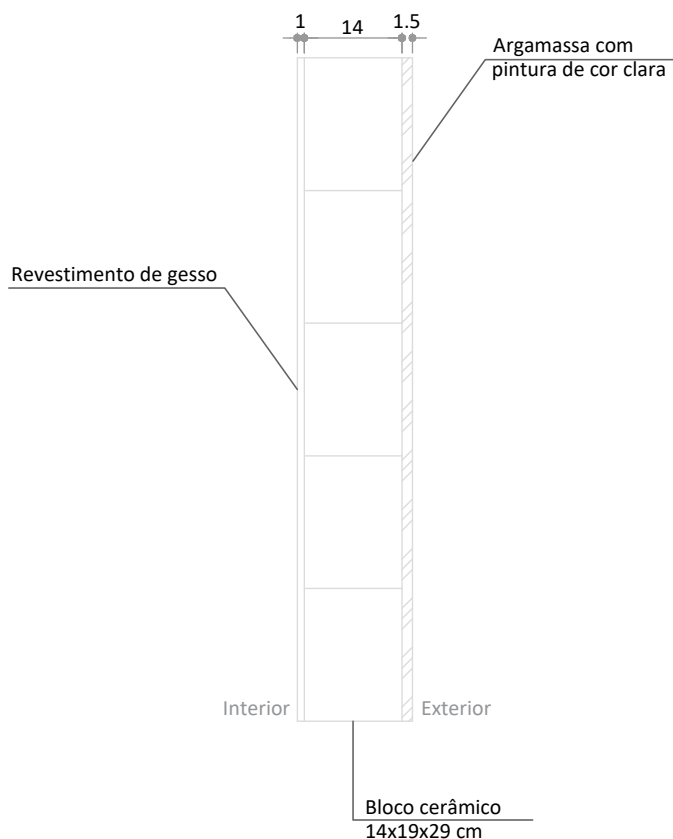
Para determinação dos coeficientes inerentes aos materiais componentes da envoltória, foi considerado como sistema construtivo: paredes em blocos cerâmicos de espessura 14 cm com revestimento externo em argamassa de cor clara e revestimento interno em gesso (figura 38).

As tabelas com os coeficientes dos materiais e cálculos de balanço térmico, inércia térmica e temperatura operativa estão nos itens 1.0, 1.1, 1.2 e 1.3 do apêndice A.

Para a realização do cálculo da temperatura operativa (TO), optou-se pelo horário de maior ganho térmico das fachadas com aberturas, 16h para as unidades com orientação SO/NO e 9h para as unidades com orientação NL/SL.

Os dados climáticos foram obtidos através do site do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) medidos a partir do Mirante de Santana (zona norte), referentes ao ano de 2021. As tabelas com valores de máxima, mínima e médias diárias estão no anexo B.

Figura 38: Características das paredes envoltórias



Figuras 38: Características das paredes envoltórias. Elaboração da autora

APARTAMENTOS 01 E 03

Avaliação ao longo do ano

Embora as propostas projetuais tenham se concentrado em valores referentes ao mês de dezembro, como ferramenta de análise de um contexto geral do conforto nas unidades, foi calculada a TO dos apartamentos 01 e 03 ao longo dos 12 meses do ano (figuras 39 e 40).

Os valores obtidos podem ser vistos colocados em comparação com os valores aceitáveis dispostos na norma ASHRAE 55 nos gráficos da próxima página. Para calcular a temperatura operativa aceitável, utilizou-se as 2 equações apresentadas no item 5.4.2.2 da norma (pág 20), que correspondem ao intervalo representado no gráfico da figura 36.

As equações são:

Upper 80% - Limite superior (°C)

$$T_o = 0,31 \times pma + 21,3$$

Lower 80% - Limite inferior (°C)

$$T_o = 0,31 \times pma + 14,3$$

Para o cálculo da PMA (*Prevailing Mean Outdoor Temperature*) foi utilizado o procedimento descrito no item 5.4.2.1.2:

"It shall be a simple arithmetic mean of all of the mean daily outdoor air temperatures"

Assim, para cada mês foi calculada a média das temperaturas médias diárias (ver apêndice B para dados climáticos).

A partir dos gráficos, podemos ver que em 10 meses do ano os *studios* apresentem desconforto devido à temperatura elevada. Embora nos meses de junho e julho a TO esteja dentro do limite de conforto aceito, o método de cálculo utilizado (CSTB) não prevê eventual desconforto por frio.

Outra ponderação que deve ser feita, é a ocorrência do evento climático La Niña nos meses de outubro, novembro e dezembro de 2021, acarretando uma baixa na temperatura em relação aos anos anteriores¹⁰. As tabelas S, T, U e V do anexo D, mostram uma comparação entre as temperaturas de dezembro 2018, 2019, 2020 e 2021. O ano de 2021 apresenta temperaturas em média entre 1,2°C e 2°C a menos que os anos anteriores.

10- <https://portal.inmet.gov.br/noticias/la-ni%C3%B1a-poder%C3%A1-persistir-at%C3%A9-a-primavera-de-2022#:~:text=O%20evento%20atual%20da%20La,%20D0%2C5%C2%B0C>. Acessado em 02/12/2022

Figura 39: Temperatura operativa (TO) - Apartamento 01

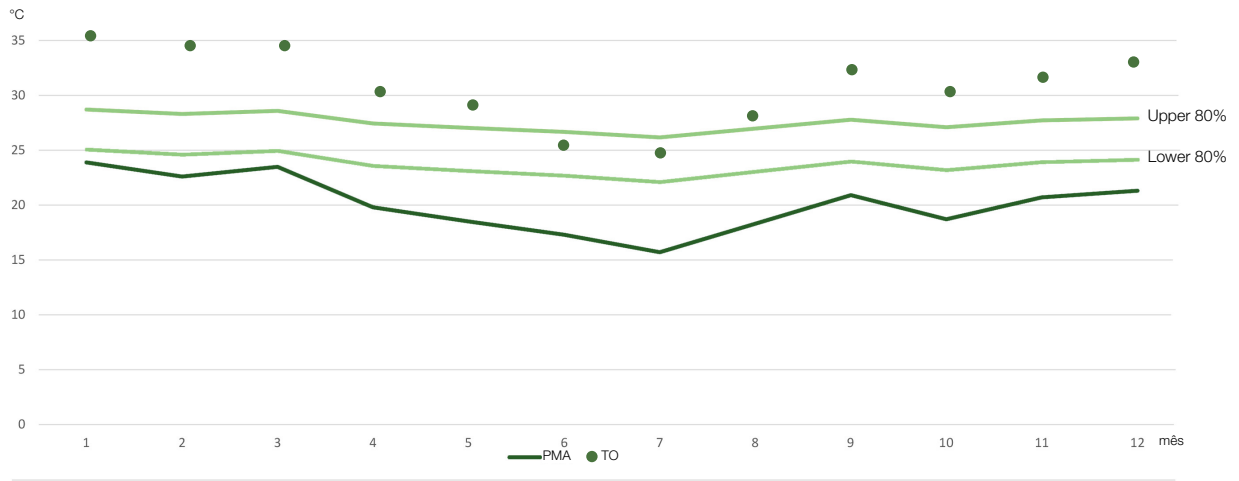


Figura 39: Temperatura operativa (TO) - Apartamento 01. Elaboração autora

Figura 40: Temperatura operativa (TO) - Apartamento 03

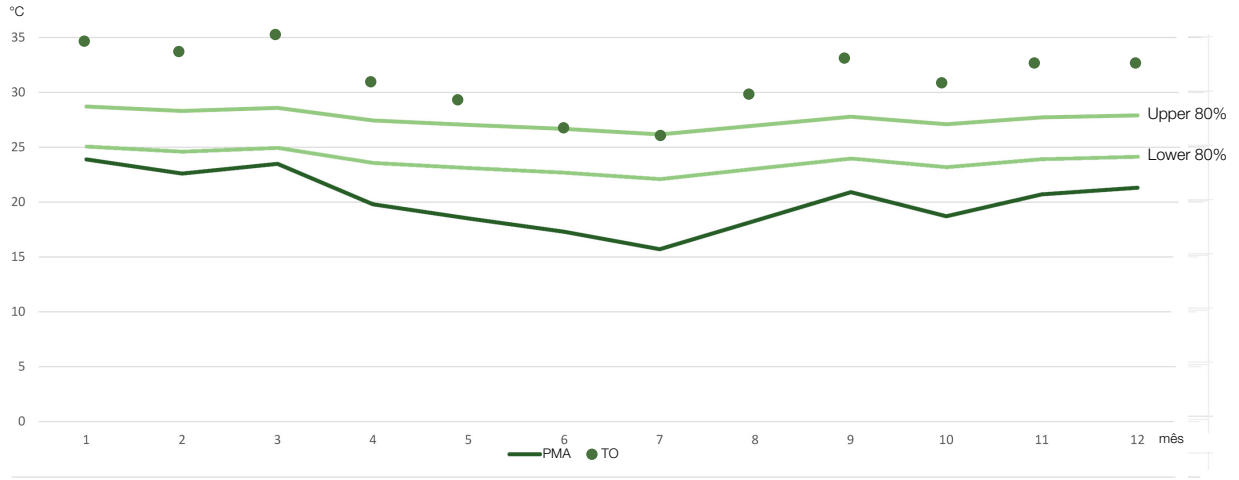
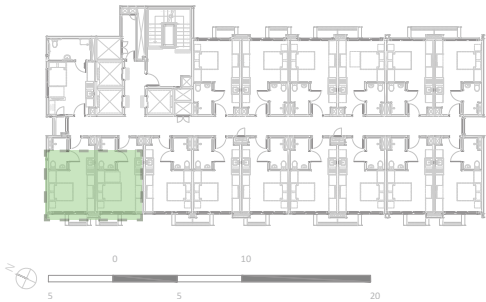
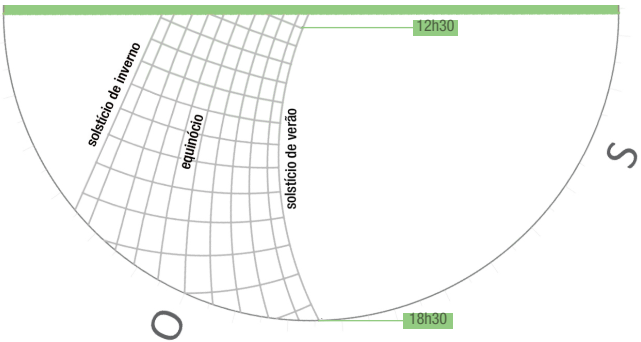
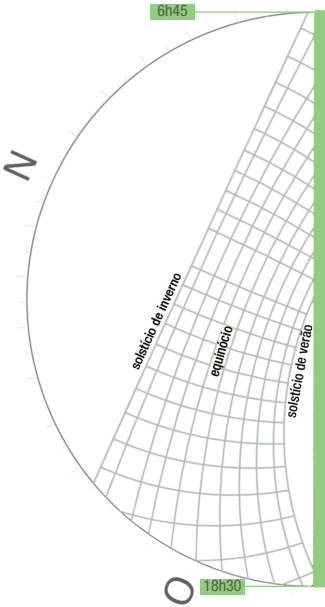


Figura 40: Temperatura operativa (TO) - Apartamento 03. Elaboração autora

APARTAMENTOS 01 e 02
SUDOESTE E NOROESTE

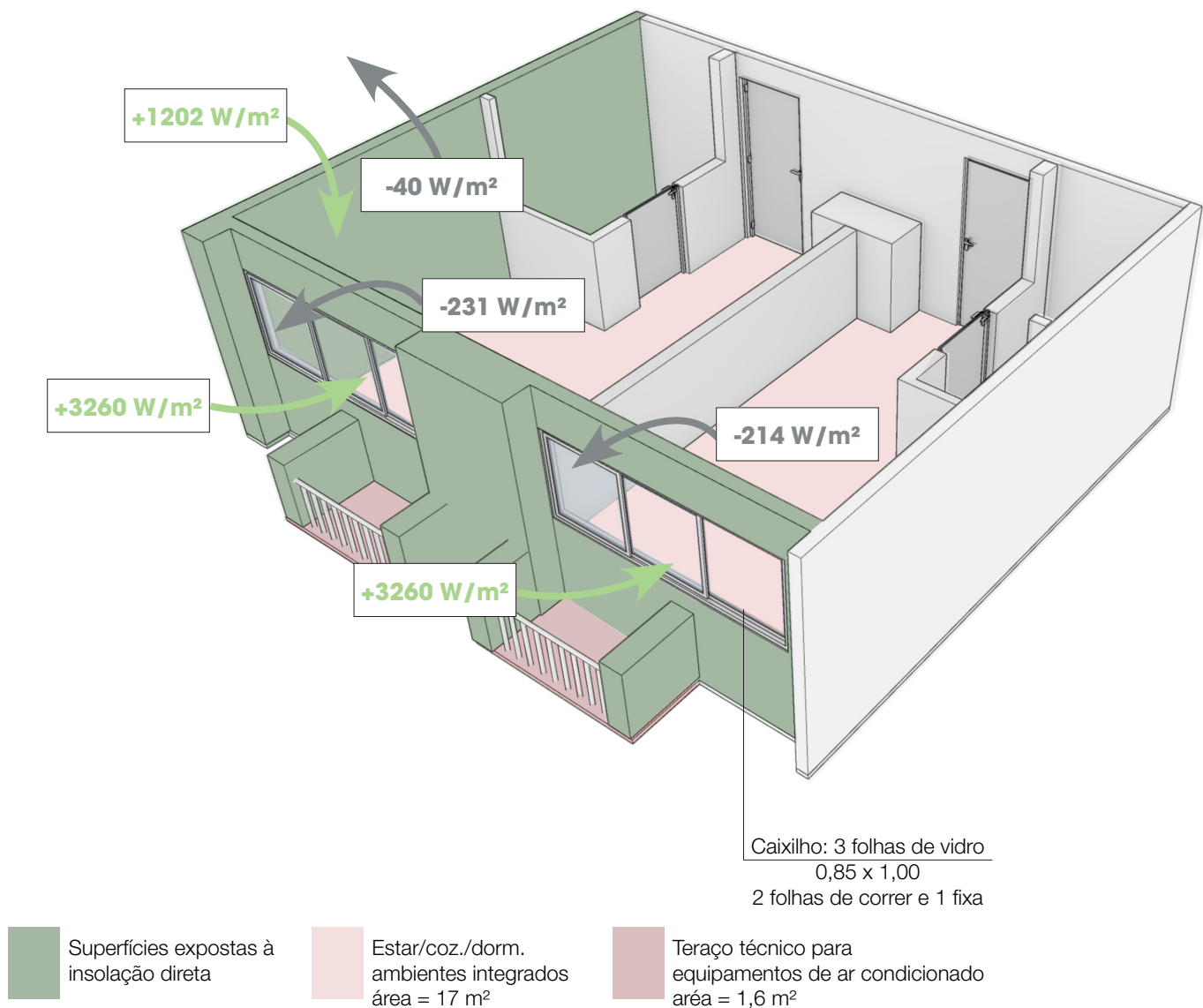
APARTAMENTO 01

APARTAMENTO 02



Planta de Localização

Figuras: 41 e 42 - Carta Solar (SO e NO); 43 - Planta; 44 - Planta de localização. Elaboração da autora



Horário de Maior Ganho Térmico: **16h**

Temperatura Operativa (TO) - Dezembro

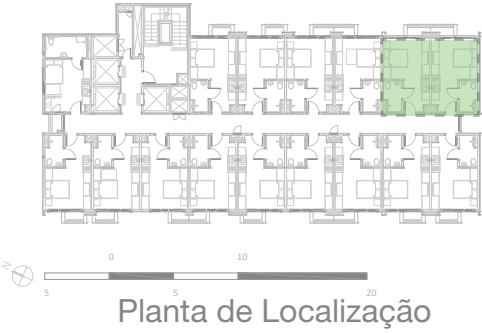
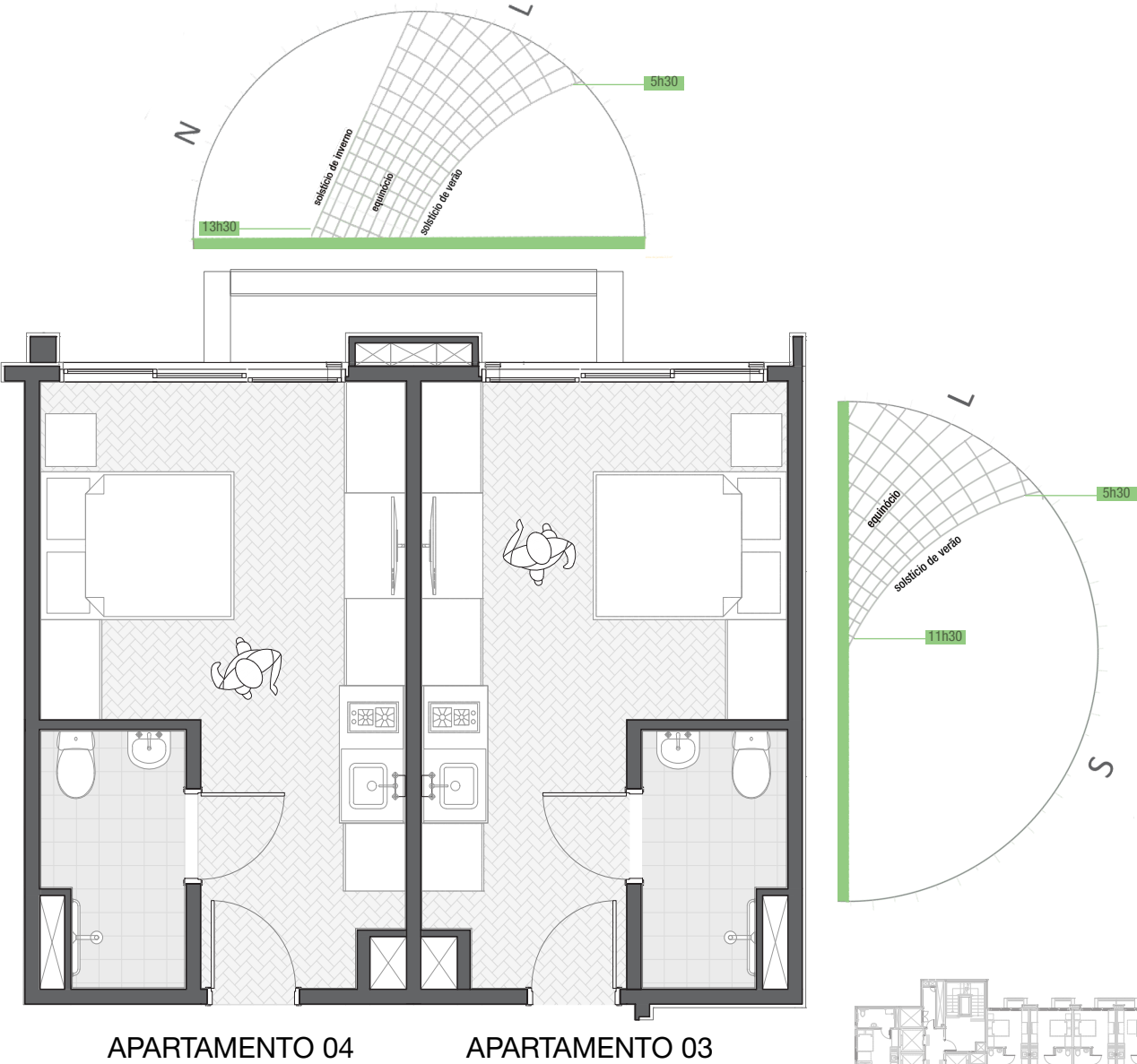
Apartamento 01: **33,3°C** | Apartamento 02: **32,8°C**

Temperatura de conforto: **20,9°C - 27,9°**

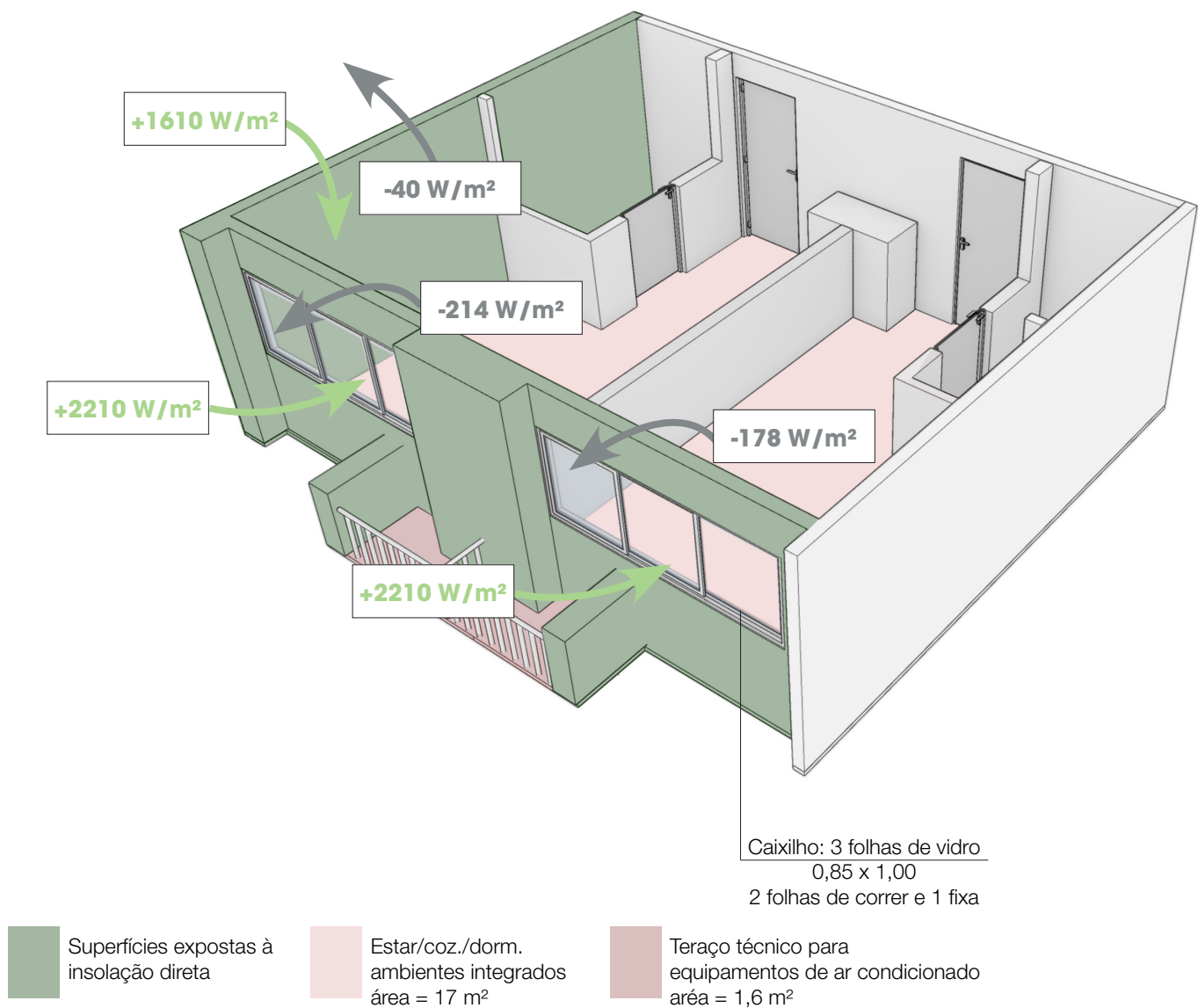
Cálculos - Itens 1.0, 1.1, 1.2 e 1.3 do apêndice A
TO apartamentos 01 e 02 - Tabelas 13 e 14

Figura: 45 -Perspectiva. Elaboração da autora

APARTAMENTOS 03 e 04
NORDESTE E SUDESTE



Figuras: 46 e 47 - Carta Solar (NL e SL); 48 - Planta; 49 - Planta de localização.
Elaboração da autora



Horário de Maior Ganho Térmico (Verão): **9h**

Temperatura Operativa (TO)

Apartamento 03: **32,8°C** | Apartamento 04: **31,7°C**

Temperatura de conforto: **20,9°C - 27,9°**

Cálculos - Itens 1.0, 1.1, 1.2 e 1.3 do apêndice A
TO apartamentos 03 e 04 - Tabelas 15 e 16

Figura: 50 -Perspectiva. Elaboração da autora

PROPOSTA 1

Aumentar a área dos apartamentos agrupando-os 2 a 2.

Para uni-los a parede divisória entre studios e um dos banheiros são retirados.

Área Inicial: 20m² (área privativa)
1,6m² (terraço técnico)

Área após intervenção: 42m² (área privativa)
3,6m² (terraço técnico)

Impactos:

Aumento no número de renovações de ar
maior número de aberturas na fachada.

Redução do fator de inércia
aumento significativo da área de piso

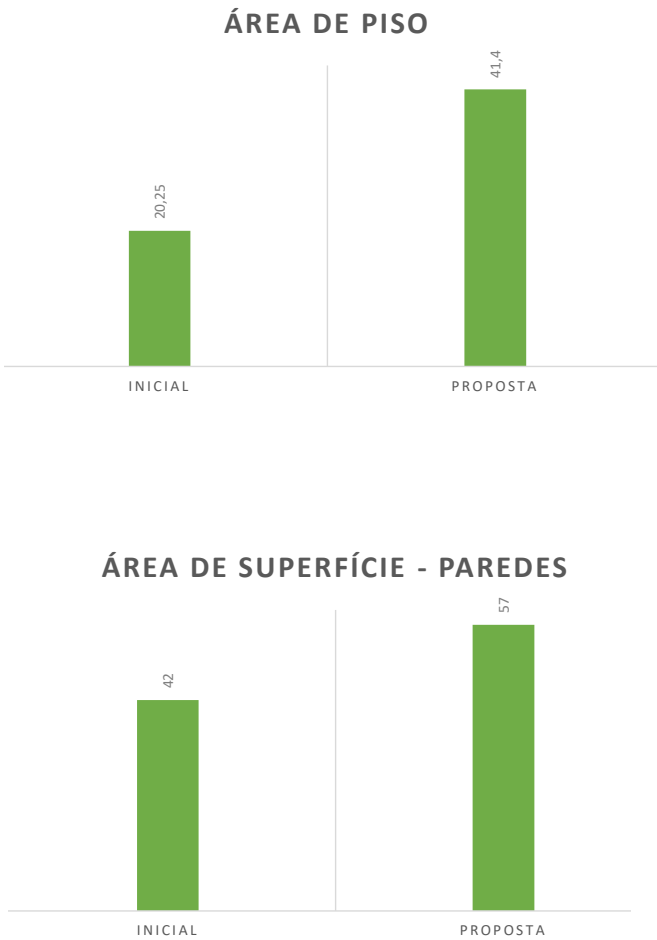
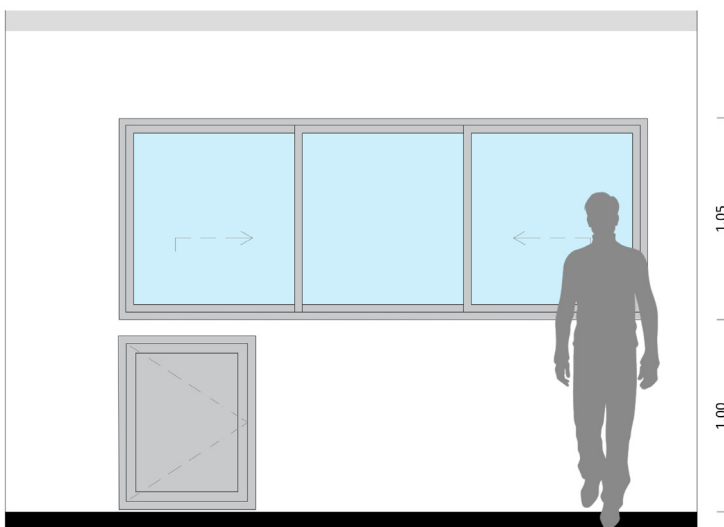


Figura: 51 - Gráfico comparativo de áreas. Elaboração da autora

Cálculos - Itens 2.0; 2.1; 2.2 e 2.3 do apêndice

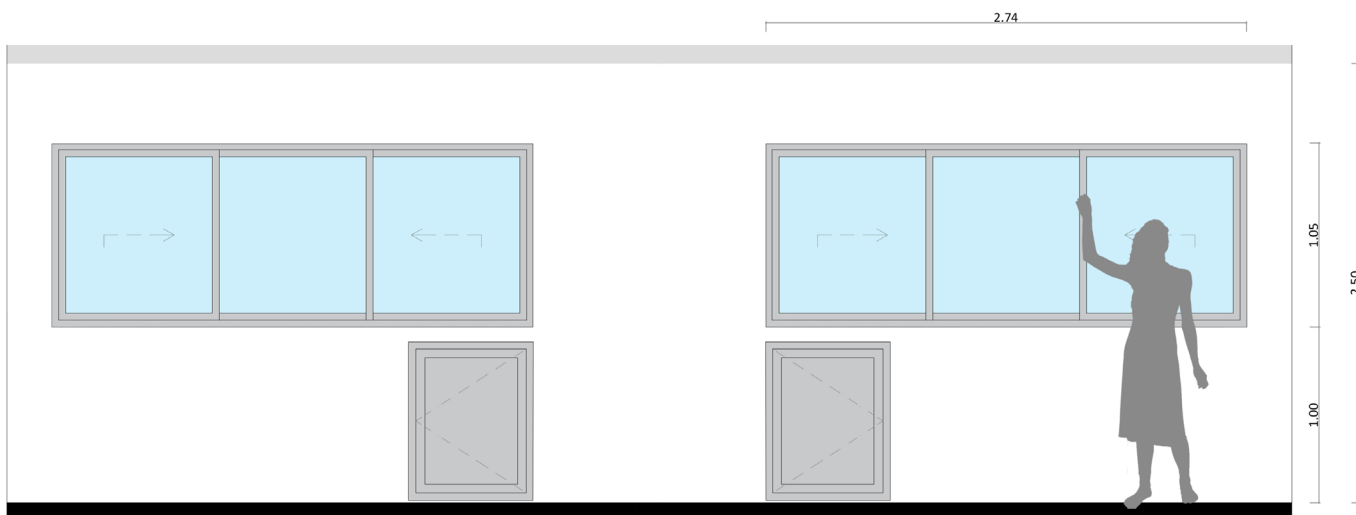


Situação Inicial:

1 Janela sem veneziana com 3 folhas
(0,85m x 1,00m) - 2 de correr e 1 fixa.

Área total de abertura: 1,7m²

Número de Renovações de ar/h = 10



Situação Proposta:

2 Janelas sem veneziana com 3 folhas
(0,85m x 1,00m) - 2 de correr e 1 fixa.

Área total de abertura: 3,4m²

Número de Renovações de ar/h = entre 15 e 17

Figuras: 52 e 53 - Elevação situação inicial e situação proposta. Elaboração da autora

Planta do pavimento tipo após modificação dos *studios*

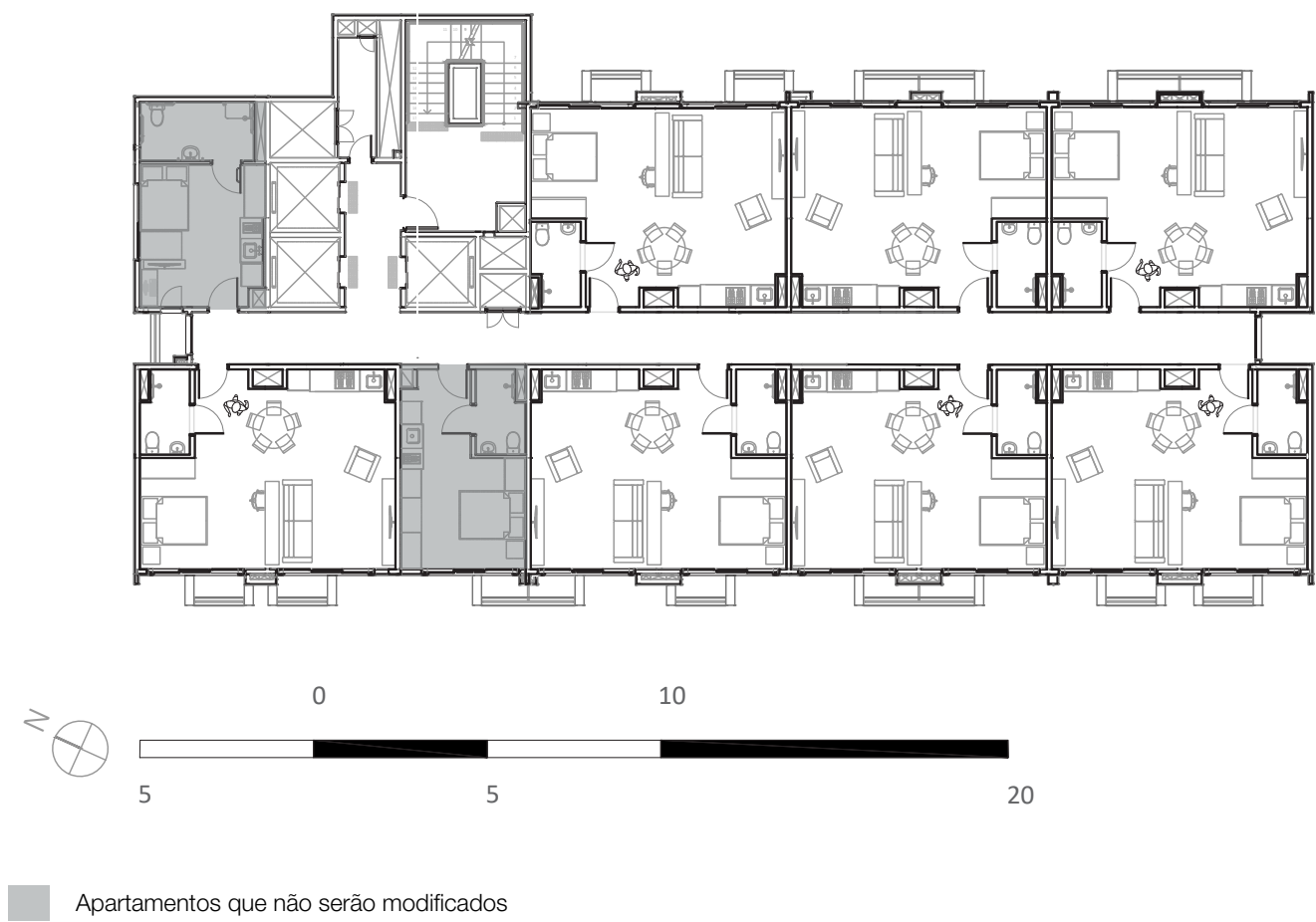
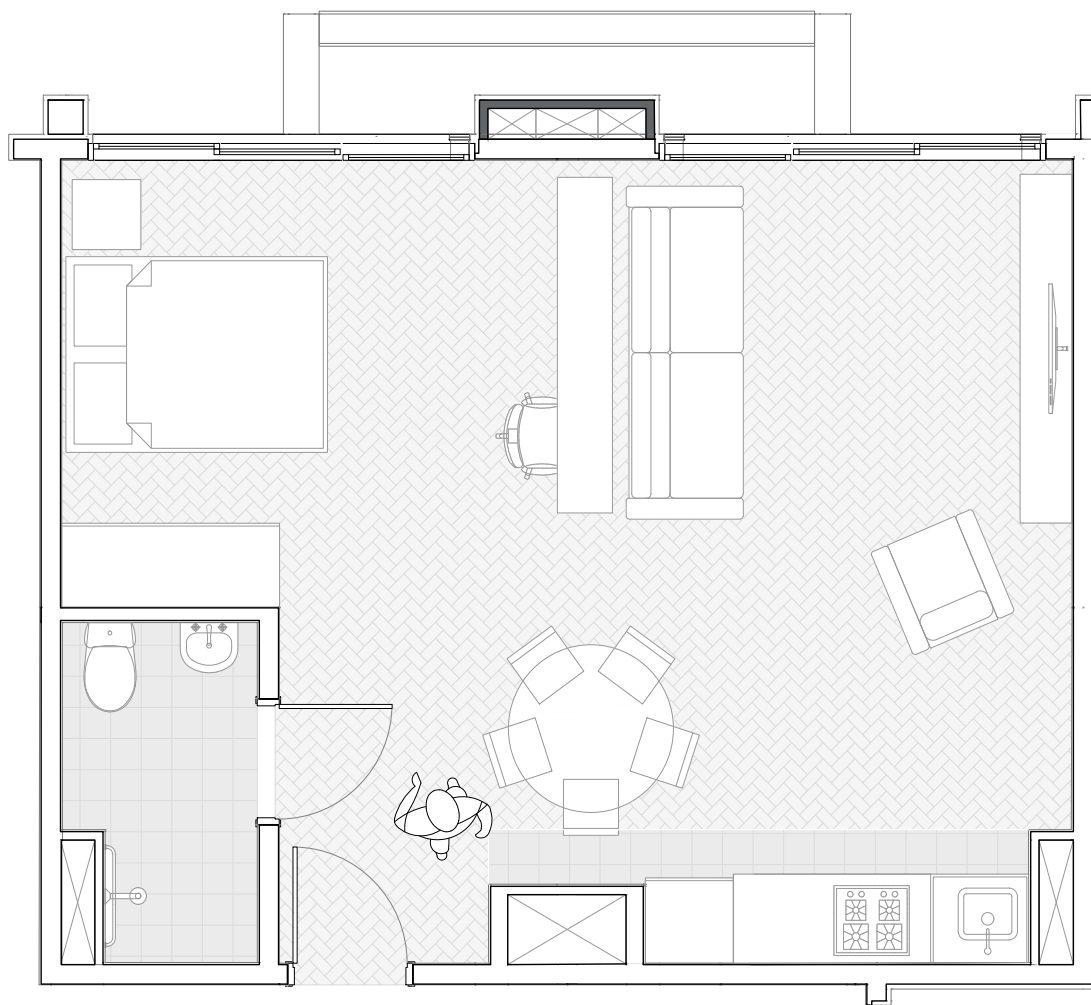


Figura: 54 - Planta do pavimento tipo. Elaboração da autora



Apartamento Tipo

Figura: 55 - Planta tipo. Elaboração da autora

AVALIAÇÃO DE RESULTADOS

FACHADAS SUDOESTE E NOROESTE - APARTAMENTO 05

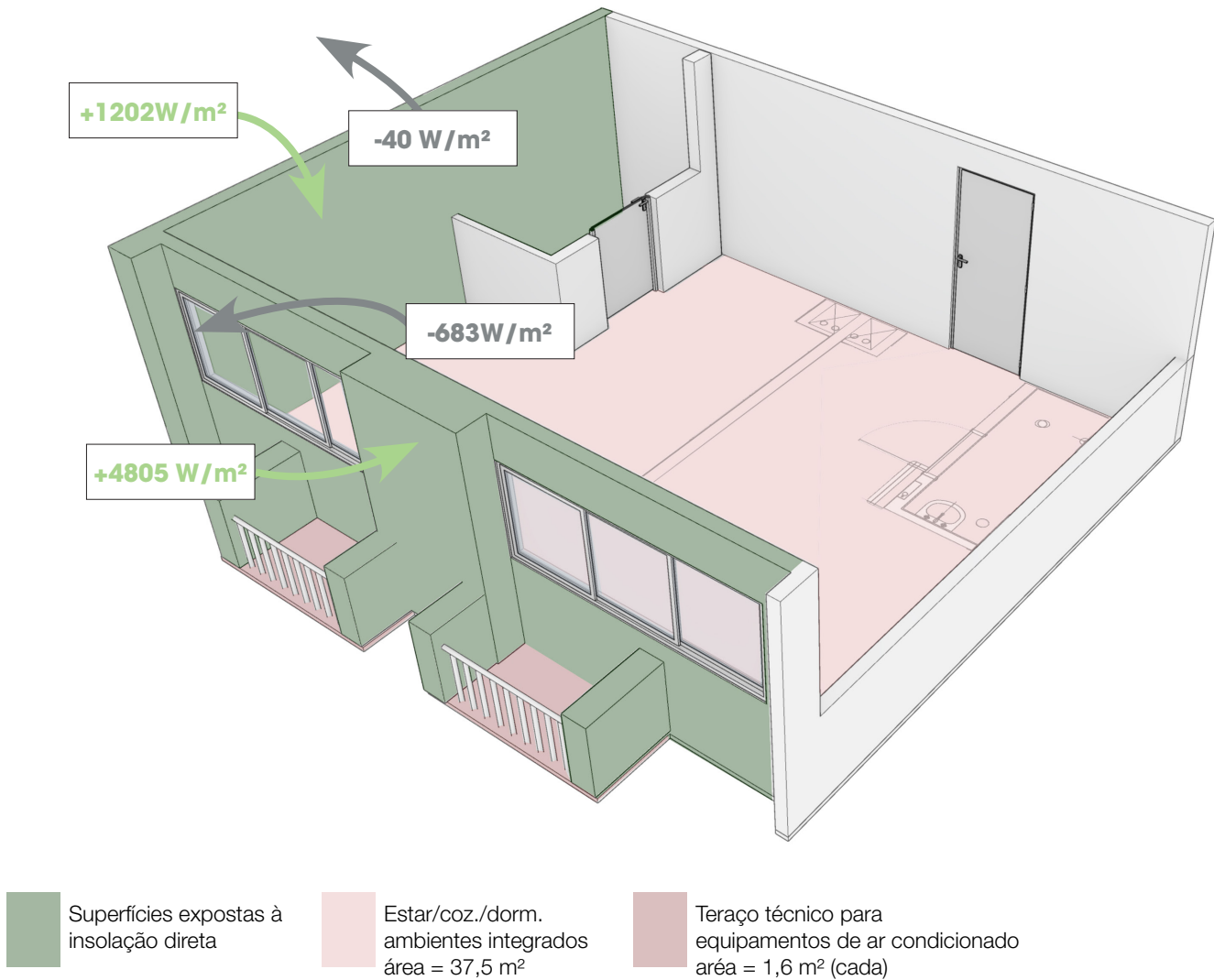
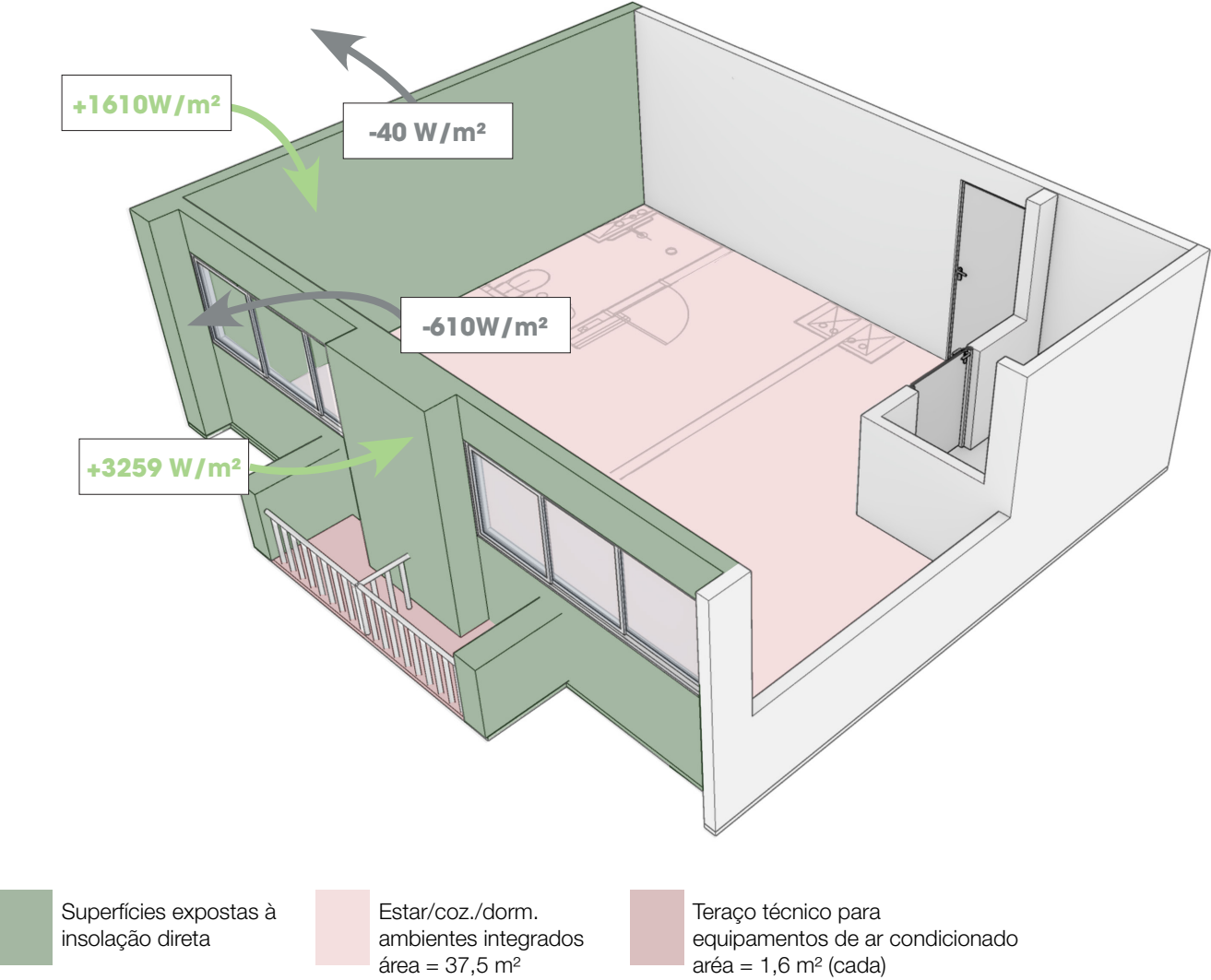


Figura: 56 - Perspectiva. Elaboração da autora

FACHADAS NORDESTE E SUDESTE - APARTAMENTO 06



Horário de Maior Ganho Térmico (Verão): **9h**

Temperatura Operativa (TO) : **32,7°C**

Temperatura de conforto: **20,9°C - 27,9°**

TO apartamentos 05 e 06 - Tabelas 23 e 24

Figura: 56 - Perspectiva. Elaboração da autora

RESULTADO EM RELAÇÃO AO APTO 03

TO INICIAL: **32,8°C**

TO PROPOSTA 1: **32,7°C**

ΔT : **- 0,1°C**

PROPOSTA 2

Criar varandas nas unidades criadas a partir da proposta anterior

As varandas serão criadas aproveitando os terraços técnicos existentes adjacentes aos studios

Área inicial: 42m² (área privativa)
3,6m² (terraço técnico)

Área após intervenção: 42m² (área privativa)
6,1m² (varanda)

Impactos:

Aumento no número de renovações de ar
substituição das janelas por portas de correr.

Sombreamento parcial

a projeção da varanda funciona como brise horizontal, sombreando em alguns momentos do dia

Cálculos - Itens 3.0; 3.1; 3.2 e 3.3 do apêndice

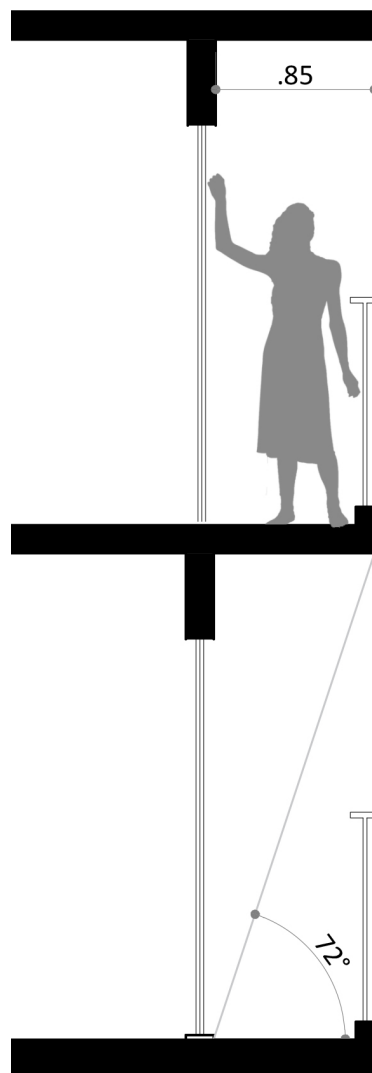


Figura: 57: Corte - Varanda . Elaboração da autora



Situação Proposta:

2 portas de correr:

3 folhas (0,80m x 2,10m) - 2 de correr e 1 fixa

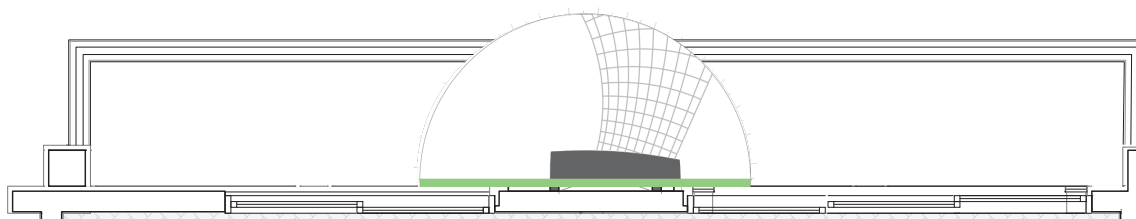
2 folhas (0,80m x 2,10m) - 1 de correr e 1 fixa.

Área total de abertura: 3,4m²

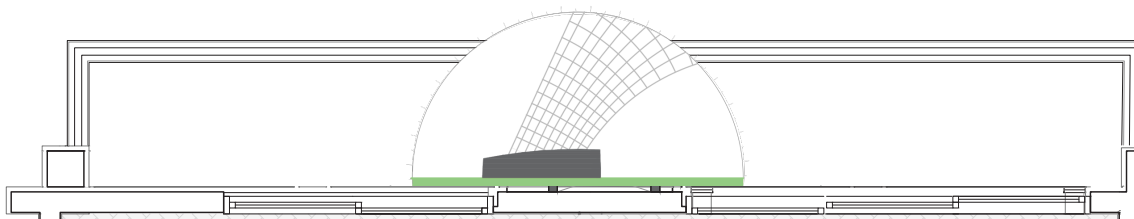
Número de Renovações de ar/h = entre 15 e 17

Sombreamento

Fachada Sudoeste | 12h30 - 14h30

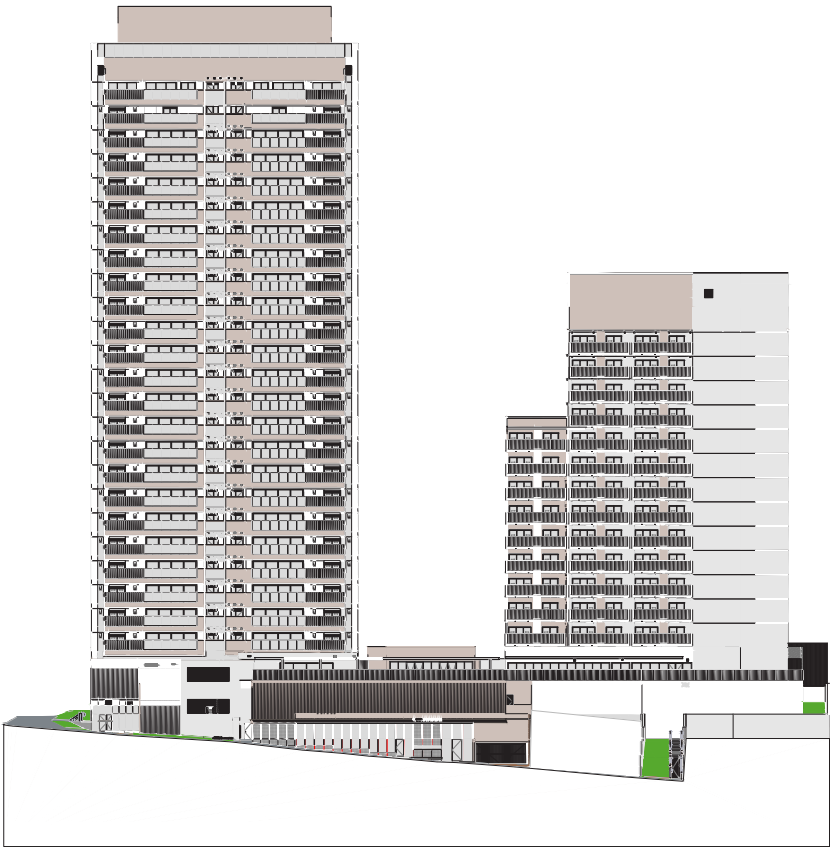


Fachada Nordeste | 11h00 - 13h30

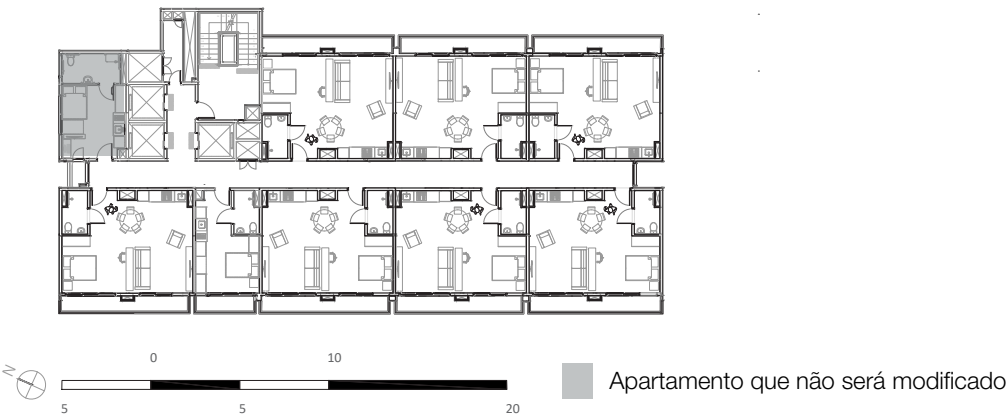


Figuras: 58 - Elevação : Corte - Varanda, 59 e 60 - sombreamento (sudoeste,noroeste). Elaboração da autora

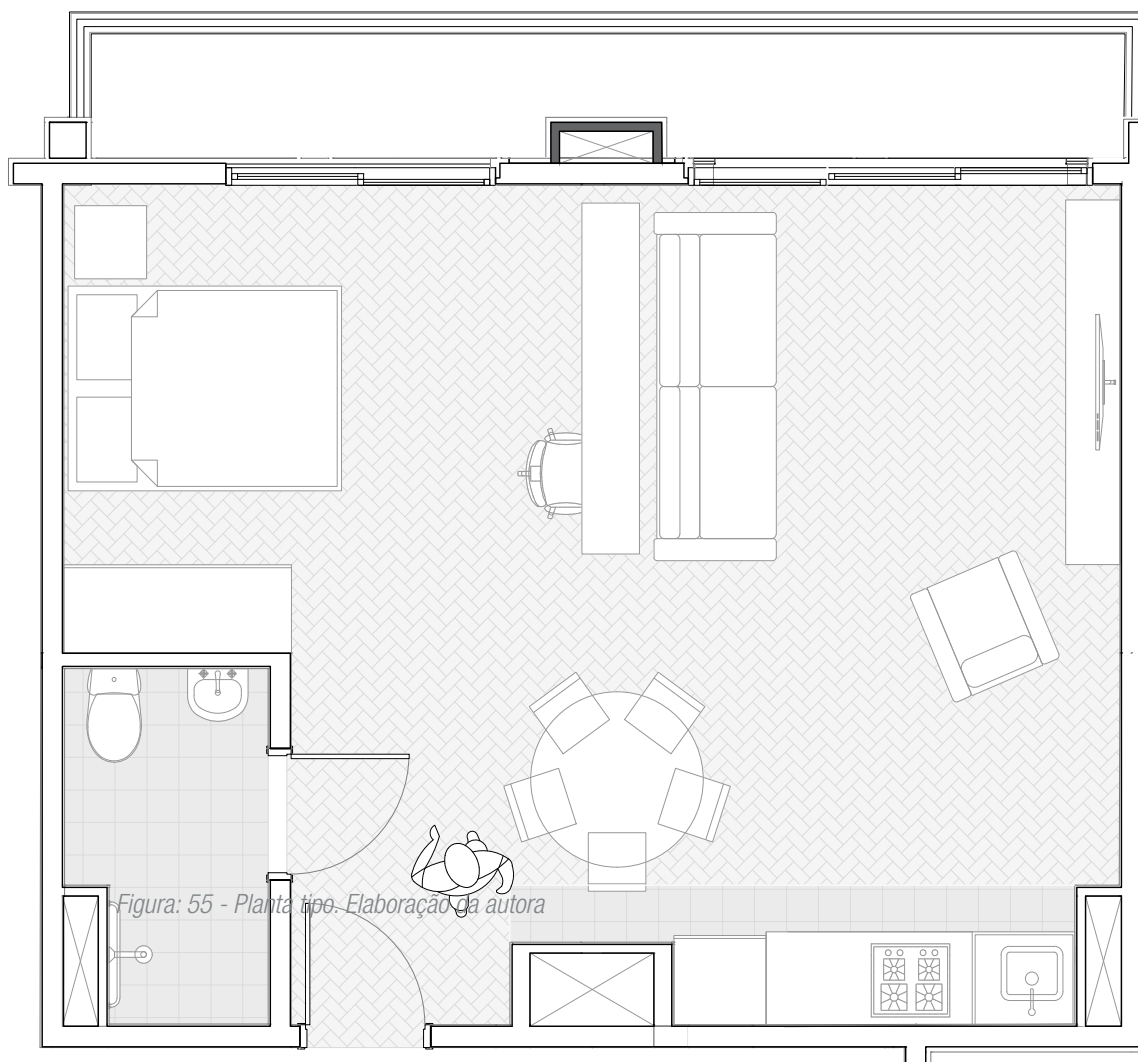
Elevação R. Dona Brígida após alteração de fachada



Planta do pavimento tipo após inclusão de terraços



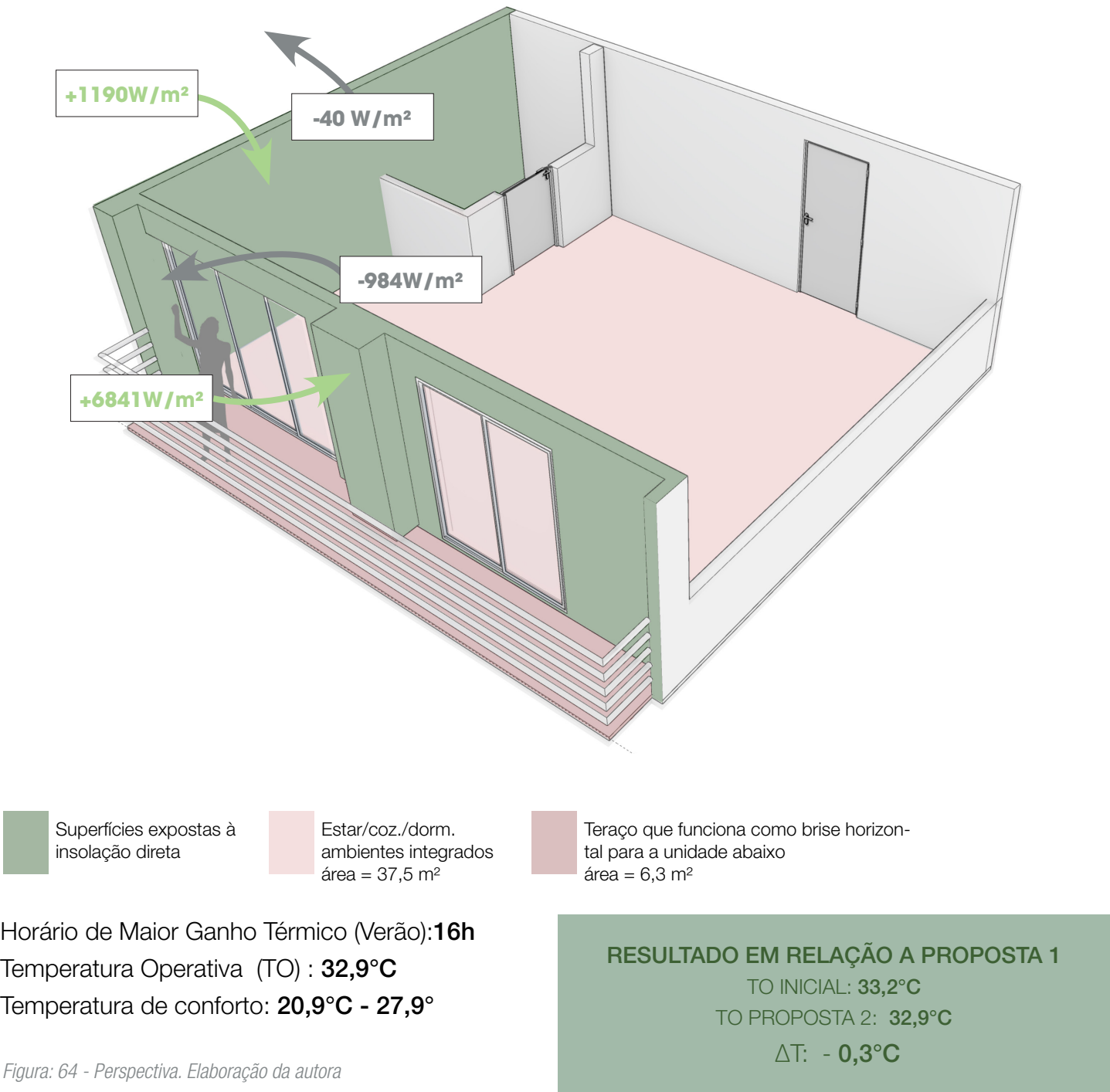
Figuras: 61 - Elevação, 62 - Planta do pavimento tipo. Elaboração da autora



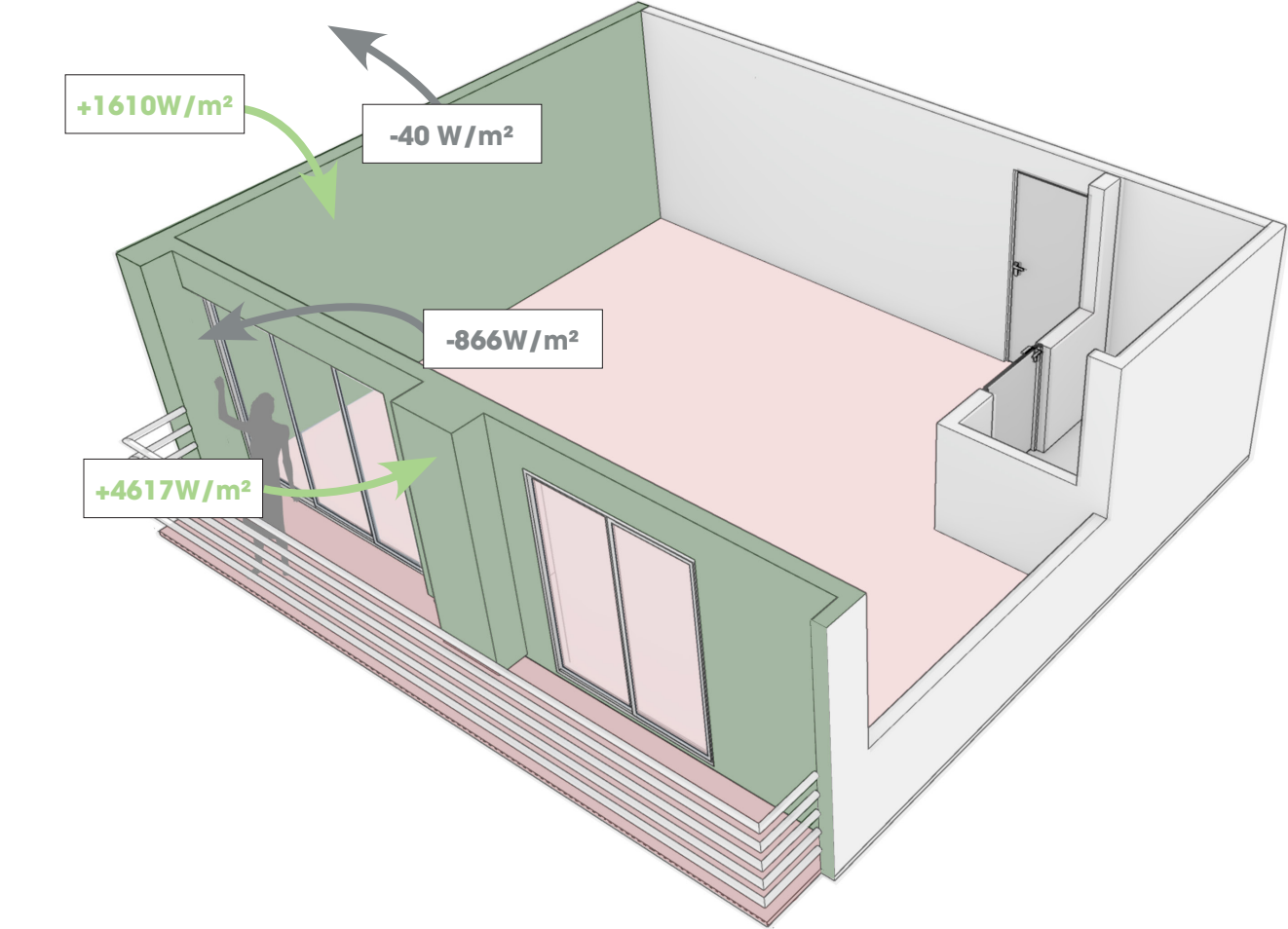
Apartamento Tipo

Figura: 63 - Planta tipo. Elaboração da autora

FACHADAS SUDOESTE E NOROESTE - APARTAMENTO 05



FACHADAS NORDESTE E SUDESTE - APARTAMENTO 06



Superfícies expostas à insolação direta

Estar/coz./dorm. ambientes integrados
área = 37,5 m²

Terraço que funciona como brise horizontal para a unidade abaixo
área = 6,3 m²

Horário de Maior Ganho Térmico (Verão): 9h

Temperatura Operativa (TO) : 32,3°C

Temperatura de conforto: 20,9°C - 27,9°

TO apartamentos 05 e 06 - Tabelas 31 e 32

Figura: 65- Perspectiva. Elaboração da autora

RESULTADO EM RELAÇÃO A PROPOSTA 1

TO INICIAL: 32,7°C

TO PROPOSTA 2: 32,3°C

ΔT: - 0,4°C

PROPOSTA 3

Instalação de brises na fachada para sombreamento das varandas criadas a partir da proposta anterior

Os brises horizontais e verticais combinados foram pensados para sombrear as varandas nos horários de maior incidência solar

Fachada Nordeste: 9h
Fachada Sudoeste: 16h

Impactos:

Sombreamento parcial

o sombreamento proporcionado pelos brises acarreta na redução dos ganhos pela envoltória e contribui consequentemente para redução da temperatura interna dos ambientes

Cálculos - Itens 4.0;4.1;4.2 e 4.3 do apêndice

Figura 65: Exemplo de brise composto (horizontal e vertical)

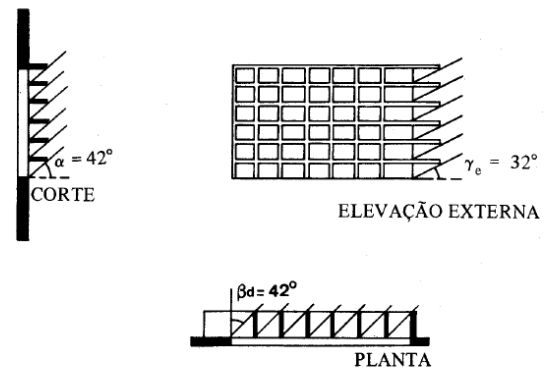


Figura 65: Exemplo de brise composto (horizontal e vertical). Fonte: FROTA, A. B.; SCHIFFER, S. R. Manual de conforto térmico. 5 ed. São Paulo: Studio Nobel, 2001.

Figuras 66 e 67: Exemplos de aplicação do produto

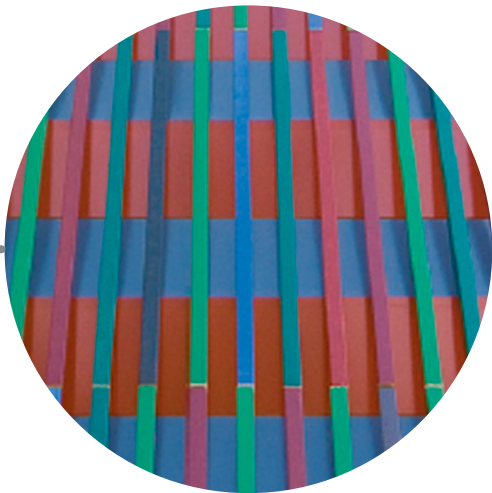
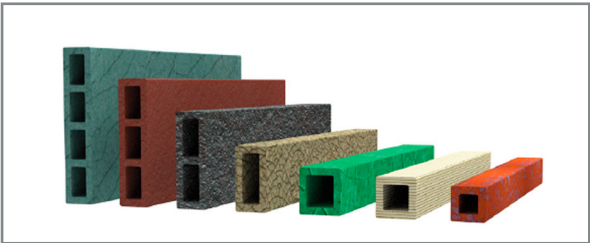
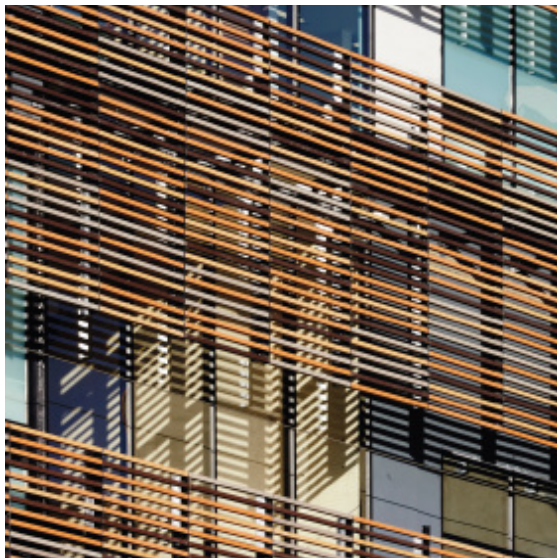


Figura 68: Exemplo de brise composto (horizontal e vertical)

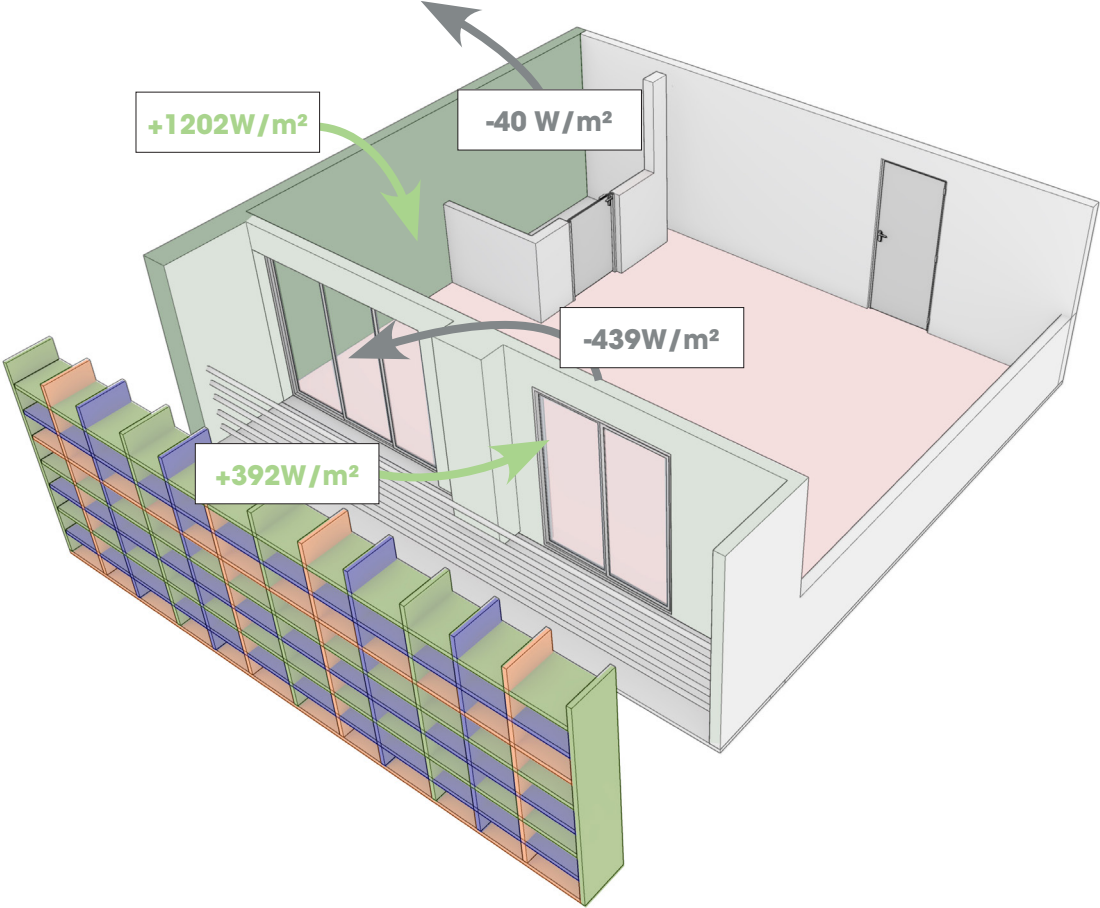


Estrutura modular com dimensão máxima de 2000 mm composta por "baguettes" de 50x50 mm

Figuras 68: Exemplos de aplicação do produto disponíveis no manual de instalação NBK Baguette - Hunter Douglas

Figuras 66 e 67: Exemplos de aplicação do produto disponíveis no manual de instalação NBK Baguette - Hunter Douglas

FACHADAS SUDOESTE E NOROESTE - APARTAMENTO 05



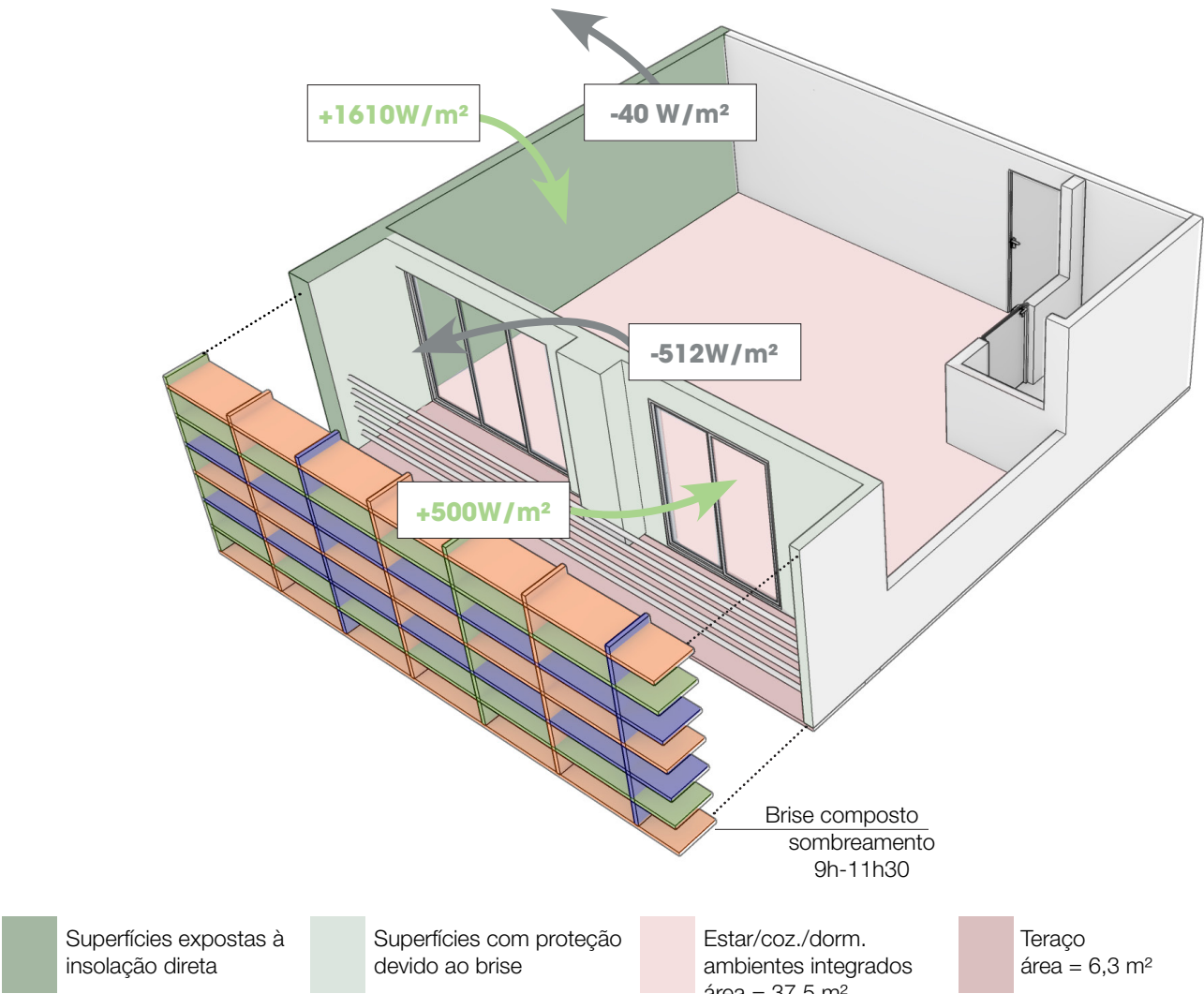
- Superfícies expostas à insolação direta
- Superfícies com proteção devido ao brise
- Estar/coz./dorm. ambientes integrados área = 37,5 m²
- Teraço área = 6,3 m²

Horário de Maior Ganho Térmico (Verão): **16h**
Temperatura Operativa (TO) : **30,2°C**
Temperatura de conforto: **20,9°C - 27,9°**

Figura: 69 - Perspectiva. Elaboração da autora

RESULTADO EM RELAÇÃO A PROPOSTA 2
TO INICIAL: **32,9°C**
TO PROPOSTA 3: **30,2°C**
 ΔT : **- 2,7°C**

FACHADAS NORDESTE E SUDESTE - APARTAMENTO 06



Horário de Maior Ganho Térmico (Verão): **9h**

Temperatura Operativa (TO) : **$30,5^{\circ}\text{C}$**

Temperatura de conforto: **$20,9^{\circ}\text{C}$ - $27,9^{\circ}$**

TO apartamentos 05 e 06 - Tabelas 39 e 40

Figura: 70 - Perspectiva. Elaboração da autora

RESULTADO EM RELAÇÃO A PROPOSTA 2

TO INICIAL: **$32,3^{\circ}\text{C}$**

TO PROPOSTA 1: **$30,5^{\circ}\text{C}$**

ΔT : **$-1,8^{\circ}\text{C}$**

FACHADAS SUDOESTE

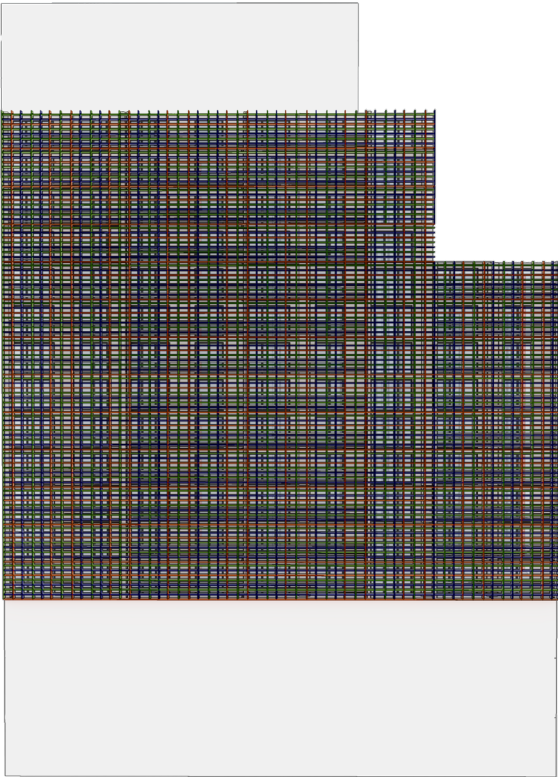


Figura 71: Estudo de fachada após a instalação dos brises

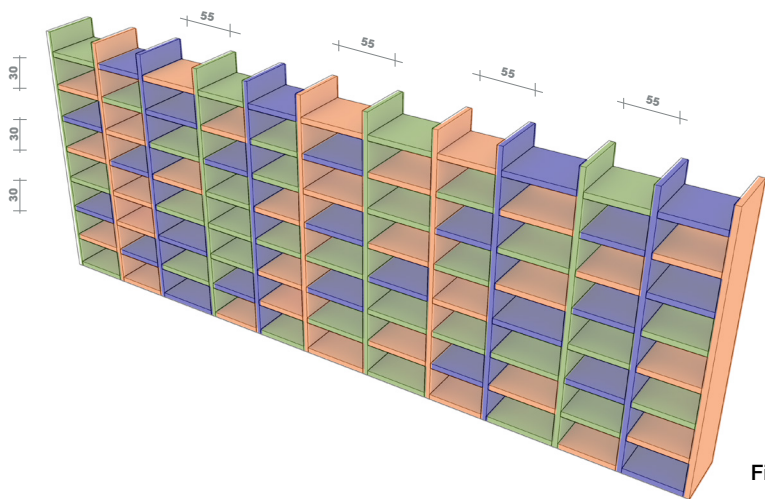


Figura 72: Dimensionamento de brises

FACHADAS NORDESTE

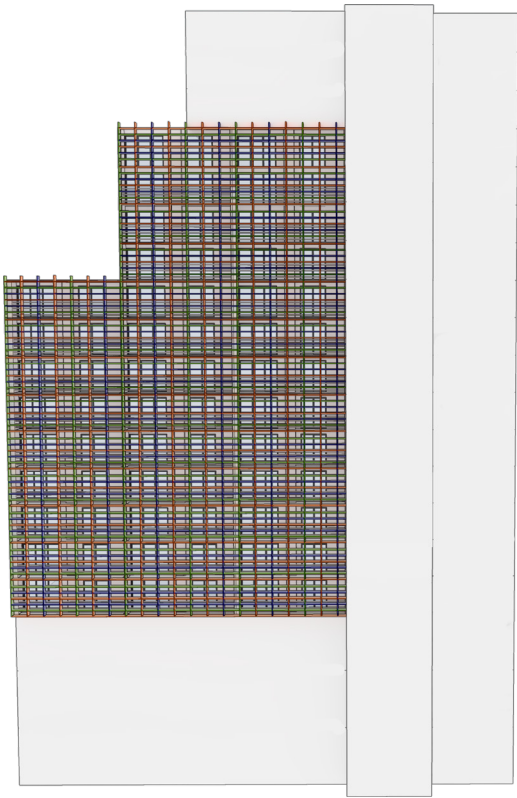


Figura 73: Estudo de fachada após a instação dos brises

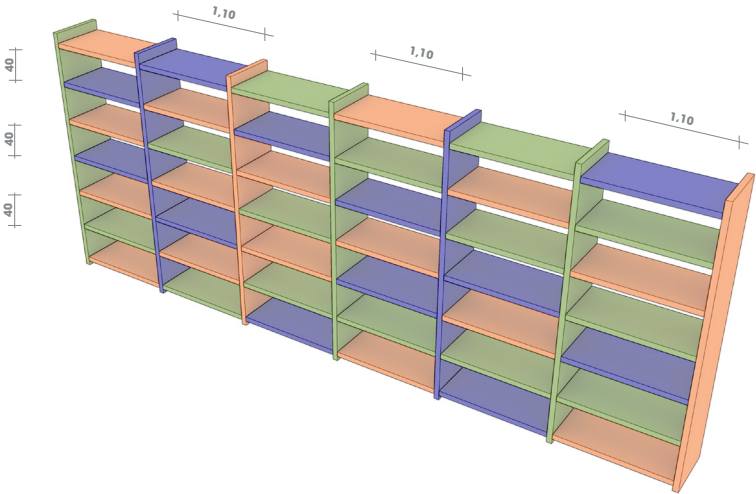
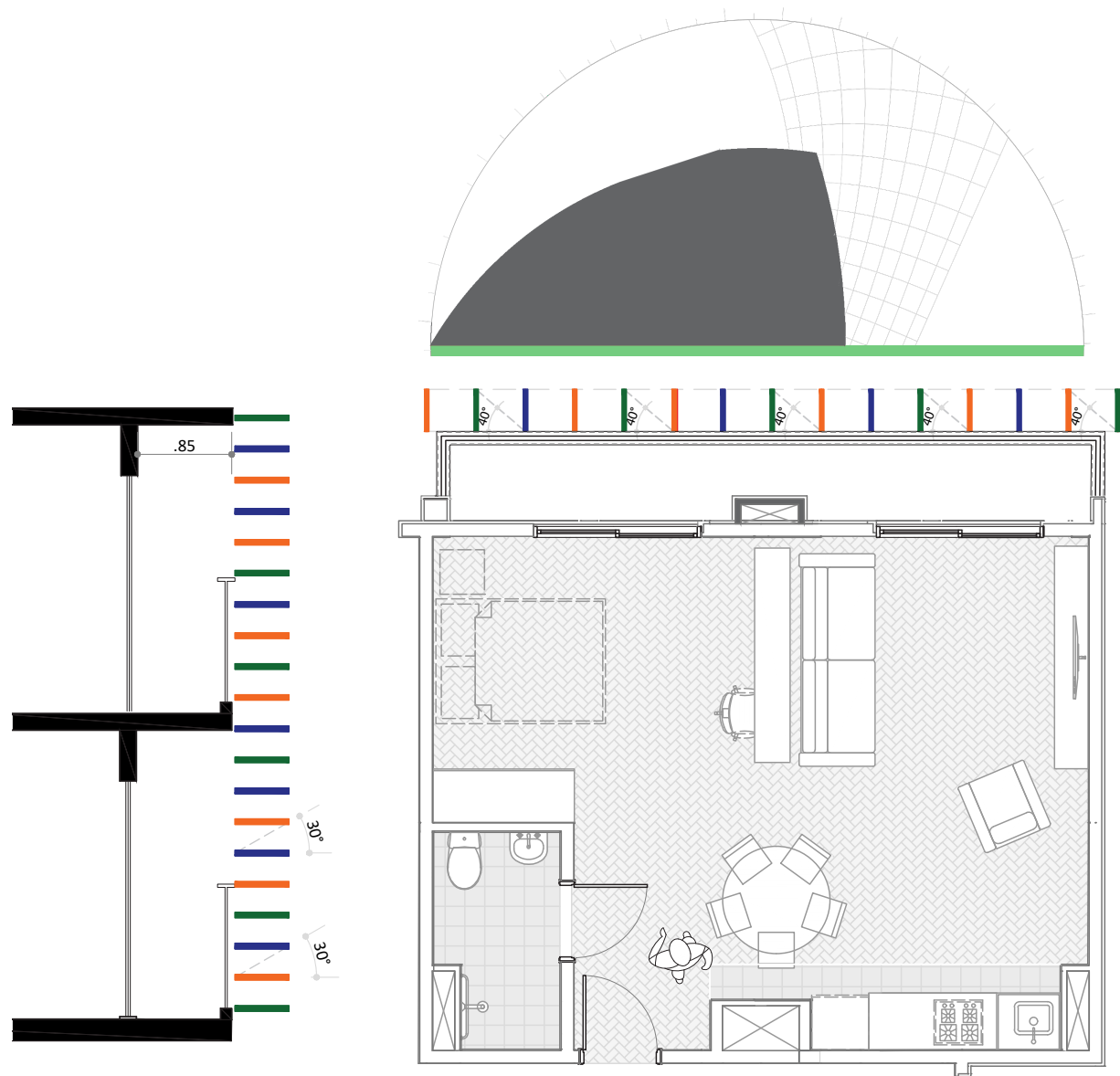


Figura 74: Dimensionamento de brises

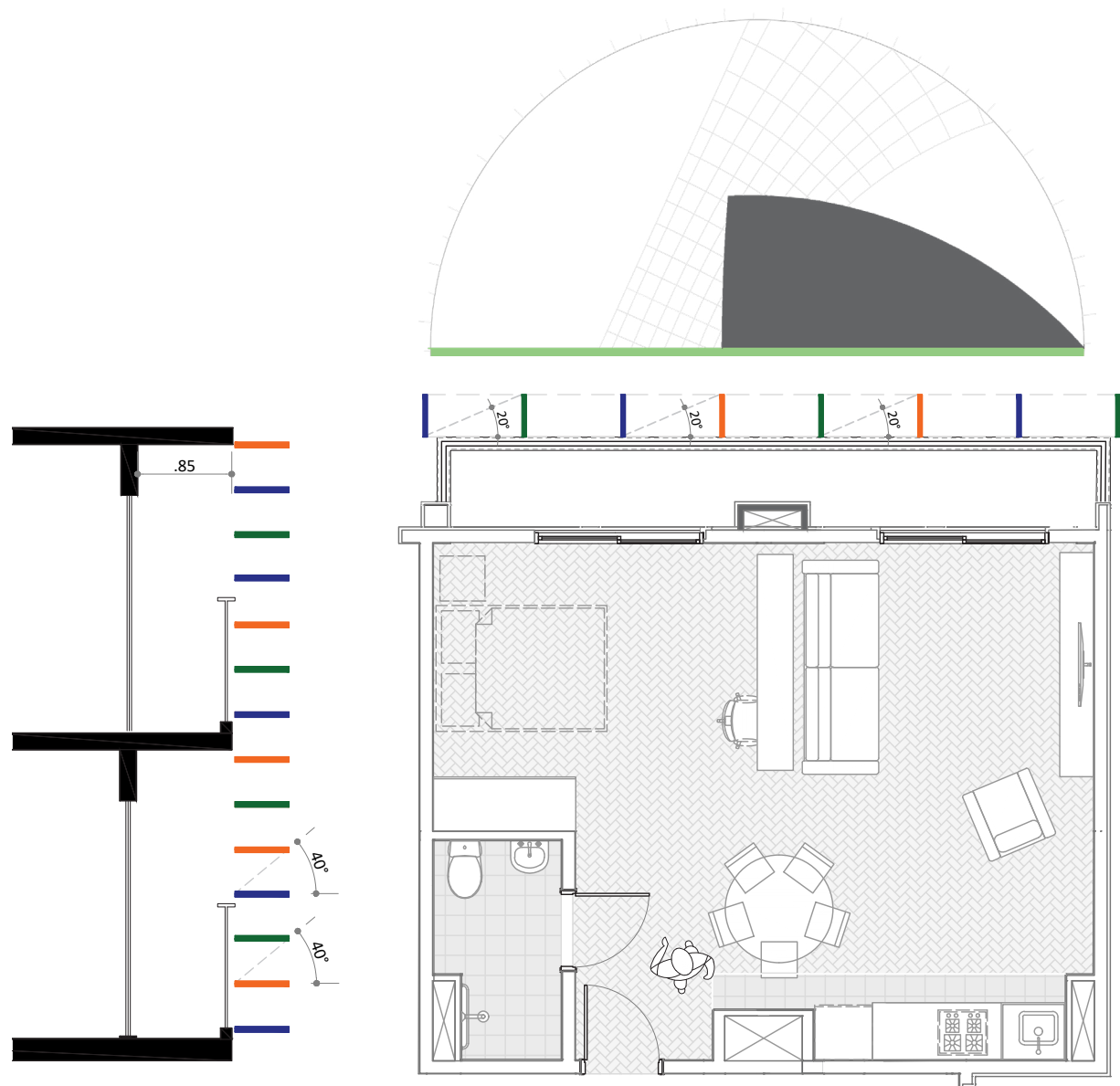
Figuras 73 - Elevação, 74 - Perspectiva. Elaboração da autora

FACHADAS SUDOESTE E NOROESTE - APARTAMENTO 05



Figuras: 75 - Carta solar, 76 - Corte esquemático, 77 - Planta. Elaboração da autora

FACHADAS NORDESTE E SUDESTE - APARTAMENTO 06



Figuras: 78- Carta solar, 79 - Corte esquemático, 80 - Planta. Elaboração da autora

05 | considerações finais

As análises realizadas e resultados obtidos neste trabalho mostram o impacto que mudanças de projeto podem causar na eficiência e conforto térmico de um edifício, parâmetros que muitas vezes são desconsiderados pois não são exigidos pelas normas. A leitura de leis, normas e códigos vigentes mostra que o desempenho exigido ainda está distante de garantir o conforto aos usuários, assim fica à critério das construtoras e incorporadoras considerar qualquer coisa além do mínimo.

A primazia do lucro sobre a qualidade, construir rápido e com o menor custo, produz uma cidade do agora que não tem margem para se adaptar.

Os dados climáticos e alertas de possíveis crises energéticas devido ao consumo excessivo de energia elétrica mostram a importância de se considerar métodos passivos de climatização nos projetos habitacionais, além de enriquecer o projeto com soluções pensadas ao invés de soluções replicadas que já não apresentam um bom desempenho nas condições climáticas atuais, desconsiderando que a vida útil de uma edificação é longa o suficiente para que ela esteja submetida à cenários climáticos diversos.

Enquanto a legislação, que tem importante papel na definição da morfologia urbana, não incorporar medidas mais efetivas, continuaremos produzindo cidades imediatistas pensadas para o agora e que não tem capacidade de incorporar mudanças.

06 | bibliografia

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACAMINE, Erica. Qualidade ambiental em edifícios residenciais em São Paulo: Legislações, normas técnicas e a construção da cidade. 2020 (TFG) - Universidade de São Paulo, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, São Paulo, 2020.

ALVES, Carolina Abrahão. A produção recente de edifícios residenciais em São Paulo: desempenho e conforto térmico no contexto urbano e climático em transição. 2019. (Tese de Doutorado) - Universidade de São Paulo, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, São Paulo, 2019.

ALVES, Carolina Abrahão. Resiliência das edificações às mudanças climáticas na Região Metropolitana de São Paulo. 2014. (Dissertação de mestrado) - Universidade de São Paulo, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, São Paulo, 2014.

ASHRAE (American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers). ASHRAE 55-2020. Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy. Atlanta: ASHRAE, 2021.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 15220-2. Desempenho Térmico de Edificações - Parte 2: Métodos de cálculo da transmitância térmica, da capacidade térmica, do atraso térmico e do fator de calor solar de elementos e componentes de edificações. 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 15220-3. Desempenho Térmico de Edificações - Parte 3: Zoneamento Bioclimático Brasileiro e Diretrizes Construtivas para Habitações Unifamiliares de Interesse Social. 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 15575. Edificações Habitacionais - Desempenho - Parte 1: Requisitos Gerais. 2021.

DINIZ, Fernanda; GONÇALVES, Fábio; SHERIDAN, Scott. (2020). Heat Wave and Elderly Mortality: Historical Analysis and Future Projection for Metropolitan Region of São Paulo, Brazil. Atmosphere. 11. 933. 10.3390/atmos11090933.

Drury, P.; WATSON, S.; LOMAS, K. J. (2021). Summertime overheating in UK homes: is there a safe haven? Buildings and Cities, 2(1), pp. 970–990. DOI: <https://doi.org/10.5334/bc.152>

DUARTE, D.H.S. O Impacto da vegetação no microclima em cidades adensadas e seu papel na adaptação aos fenômenos de aquecimento urbano. Tese (Livre Docência). Departamento de Tecnologia da Arquitetura - Faculdade de Arquitetura e Urbanismo (FAU) – Universidade de São Paulo (USP), 2015.

DUARTE, D. H. S. O meio ambiente urbano frente às várias crises do nosso tempo, Pós, Rev. Programa Pós-Grad. Arquit. Urban. FAUUSP. São Paulo, v. 27, n. 51, e181845, 2020. Disponível em: <<https://www.revistas.usp.br/posfau/issue/view/11821>>. Acessado em novembro/2022

FORD, B.; MUMOVIC, D.; RAWAL, R. (2022). Alternatives to airconditioning: policies, design, technologies, behaviours. Buildings and Cities, 3(1), pp. 433–447. DOI: <https://doi.org/10.5334/bc.256>

FROTA, A. B.; SCHIFFER, S. R. Manual de conforto térmico. 5 ed. Sao Paulo: Studio Nobel, 2001.

FROTA, A. B.; SCHIFFER, S. R. Manual de conforto térmico. 8 ed. Sao Paulo: Studio Nobel, 2003.

FROTA, A. B. Geometria da Insolação. São Paulo: Geros, 2004.

GONÇALVES, J.C, LEME, C.C; MONTEIRO, L.M.; Desempenho termo-luminoso de micro apartamentos na cidade de São Paulo. Artigo XV ENCAC, XVI ELACAC 2019, João Pessoa, 2019.

Intergovernmental Pannel on Climate Change IPCC. Fifth Assessment Report AR5, 2014.

Intergovernmental Pannel on Climate Change IPCC. Sixth Assessment Report AR6, 2022.

KANADA, Thais. Apartamentos studio na cidade de São Paulo - Caracterização para estudos de desempenho térmico. Pesquisa (Iniciação Científica). Departamento de Tecnologia da Arquitetura - Faculdade de Arquitetura e Urbanismo (FAU) – Universidade de São Paulo (USP), 2022.

NG, Edward. Design for Urban Ventilation. In: NG, Edward. Designing high-density cities: for social and environmental sustainability. London: Earthscan, 2010. p. 119-136.

OLGYAY, V. Design with Climate: Bioclimatic Approach to Architectural Regionalism. Princeton University Press, Princeton, 1963.

PETERNS, T.; MASOUDINEJAD, S. (2022). Balconies as adaptable spaces in apartment housing. Buildings and Cities, 3(1), pp. 265–278. DOI: <https://doi.org/10.5334/bc.191>

SÃO PAULO (Município). Lei nº 16.050/2014 – Plano Diretor Estratégico. Disponível em: <<https://gestaourbana.prefeitura.sp.gov.br/marco-regulatorio/plano-diretor/texto-da-lei-ilustrado/>>. Acesso em: novembro/2022.

SÃO PAULO (Município). Lei nº 16.402/2016 – Lei de Parcelamento, o Uso e Ocupação do Solo. Disponível em: < <https://gestaourbana.prefeitura.sp.gov.br/marco-regulatorio/zoneamento/arquivos/>>. Acesso em: novembro/2022.

SÃO PAULO (Município). Lei nº 16.642/2017 e Decreto nº 57.776/2017 – Código de Obras e Edificações. Disponível em: <<https://gestaourbana.prefeitura.sp.gov.br/marco-regulatorio/codigo-de-obras-e-edificacoes/entenda-o-codigo/>>. Acesso: novembro/2022.

SÃO PAULO (Município). Decreto nº 60.289, DE 03/06/2021 – Plano de Ação Climática do Município de São Paulo (2020-2050) . Disponível em: <https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/meio_ambiente/comite_do_clima/index.php?p=284394>. Acesso: novembro/2022.

TATEOKA, Suzana. Adaptação às mudanças climáticas: desafios para a requalificação de edifícios existentes. 2016 (TFG) - Universidade de São Paulo, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo

TSUDA, Fernanda Panontin. Conforto, adequação climática e o papel dos códigos de edificações: os desafios de São Paulo frente ao estado da arte no Brasil e no mundo. 2019. Dissertação (Mestrado em Tecnologia da Arquitetura) - Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2019.

TSUDA, Fernanda Panontin; DUARTE, Denise Helena Silva. Reabilitação de edifícios residenciais. Estudos de adequação ambiental. Arquitectos, São Paulo, ano 19, n. 218.01, Vitruvius, jul. 2018
<<http://www.vitruvius.com.br/revistas/read/arquitectos/19.218/7024>>. acessado em novembro/2022

VIANA, Shaiane; DUARTE, D.H.S. O desempenho térmico de edifícios residenciais frente à mudança do clima. Artigo XVI ENCAC, XVII ELACAC 2021, Palmas, 2021.

VILLA, S. B.; VASCONCELLOS, P. B.; DE BORTOLI, K. C. R.; DE ARAUJO, L. B. (2022). Lack of adaptability in Brazilian social housing: impacts on residents. Buildings and Cities, 3(1), pp. 376–397. DOI: <https://doi.org/10.5334/bc.180>

LINKS

1 - "5 Big Findings from the IPCC's 2021 Climate Report".

Disponível em: <https://www.wri.org/insights/ipcc-climate-report>. Acessado em 05/08/2022

2 - "6 Big Findings from the IPCC 2022 Report on Climate Impacts, Adaptation and Vulnerability"

Disponível em: <https://www.wri.org/insights/ipcc-report-2022-climate-impacts-adaptation-vulnerability>.

Acessado em 07/11/2022

3 - "Califórnia passa por onda de calor com previsão de temperatura de até 47,7°C; há temor de apagões por excesso de uso de ar-condicionado". Disponível em: <https://g1.globo.com/mundo/noticia/2022/09/06/california-passa-por-onda-de-calor-com-temperatura-de-ate-477oc.ghtml>.

Acessado em 20/10/2022

4 - "Há 30 anos, Eco-92 colocou mudança climática na pauta global".

Disponível em: <https://www.dw.com/pt-br/h%C3%A1-30-anos-eco-92-colocava-a-mudan%C3%A7a-clim%C3%A1tica-na-pauta-global/a-62020927>. Acessado em 05/08/2022

5 - "Incorporadoras separam torres e entradas em prédios mistos". Disponível em: <https://www1.folha.uol.com.br/mercado/2021/10/incorporadoras-separam-torres-e-entradas-em-predios-mistos.shtml>. Acessado em 05/09/2022

07 | apêndices

APÊNDICE A

Cálculos

Abaixo estão as tabelas elaboradas a partir do procedimento de cálculo adotado para determinar a temperatura operativa (TO) das unidades.

1.0 - CARACTERIZAÇÃO DO AMBIENTE

Tabela 1 - Materias e características térmicas

Material	Condutibilidade térmica λ (W/m.K)	Densidade d (Kg/m³)	c (J/k°C)	Str	Espessura e (m)
Argamassa	1,15	2000	1000	-	0,015
Bloco cerâmico	0,9	1600	920	-	0,14
Gesso projetado	0,5	1200	879	-	0,01
Gesso (placa)	0,35	750	837	-	0,05
Madeira	0,15	500	1424		0,03
Vidro	0,8	2200	-	0,86	0,01

Figura 84 - Características Paredes das Envoltórias

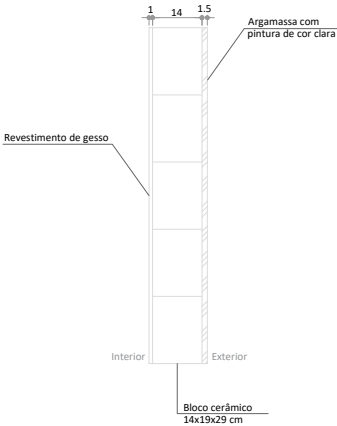


Tabela 2 - Coeficientes de cálculo

Resistências térmicas superficiais	
1/he	0,05
1/hi	0,12
1/hi + 1/he	0,17
Coeficiente global de transmissão térmica K (W/m²°C)	
$\frac{1}{K} = \frac{1}{he} + \frac{1}{hi} + \frac{e}{\lambda}$	
Envoltória	2,79
Caixilhos	5,48

Os coefientes de condutância (he e hi) e as resistências térmicas superficiais (1/he e 1/hi) foram obtidos a partir de bibliografia (Frota e Schiffer, 2008)

Os coeficientes de transmissão térmica (K) das paredes da envoltória e caixilhos foram obtidos a partir dos materiais expostos na tabela 1

Tabela 3 - Ganhor de calor pela envoltória - Valores em função da radiação solar incidente (Ig)

Ganho de calor pela envoltória - Q (W)							
Elementos Opacos	Elemento	Área (m²)	1/he	α	K	Ig	Área x 1/he x α x K
	Parede SE	14,4	0,05	0,2	2,79	Ig	Q = 2,93IgW
	Parede NE	6,18	0,05	0,2	2,79	Ig	Q = 2,85IgW
	Parede NW	14,4	0,05	0,2	2,79	Ig	Q = 2,93IgW
	Parede SW	6,18	0,05	0,2	2,79	Ig	Q = 2,85IgW
Elementos Translúcidos	Elemento	Área (m²)	Str	Ig	Área x Str x Ig		
	Caixilho NE	2,85	0,86	Ig	Q = 2,45IgW		
	Caixilho SW	2,85	0,86	Ig	Q = 2,45IgW		

α = coefiente de absorção da radiação solar
Valor adotado para pintura de cor clara nas faces externas

Tabela 4 - Radiação solar incidente (Ig) - Solstício de Verão

ig (W/m²) - São Paulo / 22 de Dezembro													
	06h	07h	08h	09h	10h	11h	12h	13h	14h	15h	16h	17h	18h
S	114	208	195	151	106	74	63	74	106	151	195	208	114
SE	255	560	615	549	410	244	63	68	63	58	50	40	20
E	276	608	704	659	511	311	63	68	63	58	50	40	20
NE	121	323	410	417	349	235	65	68	63	58	50	40	20
N	20	40	50	58	63	68	66	68	63	58	50	40	20
NW	20	40	50	58	63	68	65	235	349	417	410	323	121
W	20	40	50	58	63	68	63	311	511	659	704	608	276
SW	20	40	50	58	63	68	63	244	410	549	615	560	255
H	81	317	575	811	990	1108	1138	1108	990	811	575	317	81

Tabela 5 - Radiação solar incidente (Ig) - Solstício de Inverno

ig (W/m²) - São Paulo / 21 de Junho													
	06h	07h	08h	09h	10h	11h	12h	13h	14h	15h	16h	17h	18h
S	-	8	30	45	50	53	55	53	50	45	30	8	-
SE	-	36	112	56	50	53	55	53	50	45	30	8	-
E	-	90	395	501	424	261	55	53	50	45	30	8	-
NE	-	96	478	679	708	643	515	349	180	45	30	8	-
N	-	51	289	485	607	679	705	679	607	485	289	51	-
NW	-	8	30	45	180	349	515	643	708	679	478	96	-
W	-	8	30	45	50	53	55	261	424	501	395	90	-
SW	-	8	30	45	50	53	55	53	50	56	112	36	-
H	-	21	182	395	573	675	716	675	573	395	182	21	-

Fonte: (FROTA, SCHIFFER,2003)

Tabela 6 - Ganhos pela envoltória - Verão

Fachada	Tabela de ganhos pela envoltória (W/m²) - Verão												
	Hora do dia												
	06h	07h	08h	09h	10h	11h	12h	13h	14h	15h	16h	17h	18h
SE - Parede	747,8	1642,3	1803,6	1610,0	1202,4	715,6	184,8	199,4	184,8	170,1	146,6	117,3	58,7
NE - Parede + Caixilho	641,5	1712,3	2173,6	2210,7	1850,2	1245,8	344,6	360,5	334,0	307,48004	265,1	212,1	106,0
NW - Parede	58,7	117,3	146,6	170,1	184,8	199,4	190,6	689,2	1023,5	1222,9	1202,4	947,2	354,8
SW - Parede + Caixilho	106,0	212,1	265,1	307,5	334,0	360,5	334,0	1293,5	2173,6	2910,5	3260,3	2968,8	1351,9

HORAS DE MAIOR GANHO

Tabela 7 - Ganhos pela envoltória - Inverno

Fachada	Tabela de ganhos pela envoltória (W/m²) - Inverno												
	Hora do dia												
	06h	07h	08h	09h	10h	11h	12h	13h	14h	15h	16h	17h	18h
SE - Parede	-	105,6	328,5	164,2	146,6	155,4	161,3	155,4	146,6	132,0	88,0	23,5	-
NE - Parede + Caixilho	-	508,9	2534,1	3599,6	3753,4	3408,8	2730,2	1850,2	954,2	238,6	159,0	42,4	-
NW - Parede	-	23,5	88,0	132,0	527,9	1023,5	1510,3	1885,7	2076,3	1991,3	1401,8	281,5	-
SW - Parede + Caixilho	-	42,4	159,0	238,6	265,1	281,0	291,6	281,0	265,1	296,9	593,8	190,8	-

HORAS DE MENOR GANHO

Os ganhos pela envoltória nas tabelas 6 e 7 são calculados a partir da fórmula $Ganho = Q \times I_g$.
Onde:
- os valores de Q são os obitidos na tabela 3 para as paredes e caixilhos das fachadas SE, NE, NW e SW
- os valores de I_g (por hora do dia) estão identificados nas tabelas 4 e 5

1.1 - CÁLCULO DO BALANÇO TÉRMICO

Para cada apartamento escolhido, calculou-se o balanço térmico a partir dos ganhos de calor pela envoltória (o apartamento foi considerado vazio e desocupado) e das perdas por remoção de carga térmica devido a ventilação e da perda de calor pelos materiais da envoltória.

Para identificação no calcúlos, adotou-se
 $Q1 = \Sigma \text{Ganhos pela envoltória}$
 $Q2 = \Sigma \text{Perdas}$

A partir da equação:

$Q1 = Q2 \times \Delta t$

Temos que Δt (balanço térmico):

$$\Delta t = \frac{Q1}{Q2}$$

As perdas de calor são dadas em função de Δt , onde:

$Q_{vent} (W/m^2) = 0,35 \times N \times V \times \Delta t$

$Q_{parede} / Q_{caixilho} (W/m^2) = \text{Área da Superfície} \times K$

N = número de renovações de ar por hora
V = volume do ambiente
K = coeficiente de transmissão térmica

Tabela 8 - Balanço térmico - Solstício de verão - Apartamento 01

Análise apartamento 01						
Fachadas NW e SW	Ganhos (W/m²)				Perdas (W/m²) . Δt	
	14h	15h	16h	17h	Qvento	199,7
	3197,1	4133,4	4462,7	3916,0	Parede NW	40,16
	Balanço Térmico °C				Parede SW	17,22
	11,7	15,2	16,4	14,4	Perda Caixilho	15,62

$Q1 = (Q_{NW} + Q_{SW}) \times I_g$

$Q2 = \sum Perdas$

Tabela 9 - Balanço térmico - Solstício de verão - Apartamento 02

Análise apartamento 02						
Fachada SW	Ganhos (W/m²)				Perdas (W/m²) . Δt	
	14h	15h	16h	17h	Qvento	181,6
	2173,6	2910,5	3260,3	2968,8	Parede SW	17,22
	Balanço Térmico °C				Perda Caixilho	15,62
	10,1	13,6	15,2	13,8		

$Q1 = Q_{SW} \times I_g$

$Q2 = \sum Perdas$

Tabela 10 - Balanço térmico - Solstício de verão - Apartamento 03

Análise apartamento 03						
Fachadas SE e NE	Ganhos (W/m²)				Perdas (W/m²) . Δt	
	07h	08h	09h	10h	Qvento	181,6
	3354,6	3977,1	3820,7	3052,6	Parede SE	40,16
	Balanço Térmico °C				Parede NE	17,22
	13,2	15,6	15,0	12,0	Caixilho	15,62

Q1 = (QNE + QSe) x Ig

Q2 = ΣPerdas

Tabela 11 - Balanço térmico - Solstício de verão - Apartamento 04

Análise apartamento 04						
Fachadas NE	Ganhos (W/m²)				Perdas (W/m²) . Δt	
	07h	08h	09h	10h	Qvento	145,3
	1712,3	2173,6	2210,7	1850,2	Parede NE	17,22
	Balanço Térmico °C				Caixilho	15,62
	9,6	12,2	12,4	10,4		

Q1 = QNE x Ig

Q2 = ΣPerdas

1.2 - CÁLCULO DA INÉRCIA TÉRMICA

Tabela A - Coeficiente de resistência térmica

Tabela A			
Peso (e/2 x d)	Resistência Térmica do Revestimento (e/λ)		
	< 0,15	0,15 e 0,50	> 0,50
Mais de 200 kg/m²	1	2/3	0
Entre 200 e 100 kg/m²	2/3	1/3	0
Entre 100 e 50 kg/m²	1/3	0	0
Menos de 50kg/m²	0	0	0

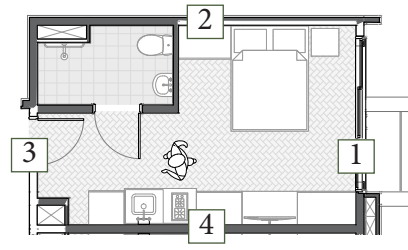
Tabela B - Fator de inércia

Tabela B		
Superfície equivalente pesada/ área de piso	Inércia	Fator de Inércia (m)
Inferior a 0,50	muito fraca	0,4
Entre 0,50 e 1,5	fraca	0,6
Superior a 1,5 e sem cumprir a condição definida para inércia forte	média	0,8
Superior a 1,5 e se a metade das paredes pesar mais de 300 kg/m²	forte	1,0

Tabelas A e B - Fonte: FROTA; SCHIFFER (2009)

Tabela 12 - Cálculo do fator de inércia

Superfície	Peso kg/m² (e/2 x d)	Resistência Térmica do Revestimento (e/λ)	Coef. Tabela A	Área	Área x Coef
Parede 1	112	0,16	0,33	6,18	2,06
Parede 2	112	0,16	0,33	14,4	4,8
Parede 3	112	0,16	0,33	7,03	2,34
Parede 4	112	0,16	0,33	14,4	4,8
Teto	19	0,14	0	20,75	0
piso	7,5	0,2	0	20,75	0
Superfície equivalente pesada =					14,00
Superfície equivalente pesada / área do piso =					0,67
Fator de inércia					0,6



Devido à geometria idêntica dos apartamentos calculados, os cálculos da tabela 12 representam os apartamentos 01,02,03 e 04

1.3 - CÁLCULO DA TEMPERATURA OPERATIVA

Segundo a norma ASHRAE 55-2020 (Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy) a Temperatura Operativa (to) do ambiente é dada pela seguinte equação:

to = A x tar + (1-A) x tr

onde:

tar = temperatura média do ar *

tr = temperatura radiante média (será adotado tr = timáx)

A = coeficiente escolhido de acordo com a tabela c

Tabela C - Coeficiente A

Velocidade do Ar	< 0,2 m/s	0,2 até 0,6 m/s	0,6 até 1,0 m/s
A	0,5	0,6	0,7

A Velocidade média do ar adotada para fins de cálculo e escolha do coeficiente A segue o proposto por Victor Olgyay (1963), considerando um dia em que a ação do vento não é percebida. Os valores estão dispostos na tabela d localizada na página seguinte.

* será adotado tar = tr+ 1,2 °C, ponderação realizada após cálculos desenvolvidos no programa Energy Plus para uma unidade de 25m² na pesquisa de iniciação científica " Apartamentos studio na cidade de São Paulo - Caracterização para estudos de desempenho térmico" da aluna Thais Kanada, apresentada na Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo

Tabela D - Velocidade do ar para interiores

Escala de velocidade do ar adequada aos interiores (Olgyay, 1963)	
Velocidade	Ação sobre o usuário
1- 0,25 m/s	Não se sente
2 - 0,25 m/s a 0,5 m/s	Agradável
3 - 0,5 m/s a 1 m/s	Agradável mas já se sentem seus efeitos
4 - 1m/s a 1,5 m/s	Incômodo
5 - Mais de 1,5 m/s	Muito incômodo

Nos cálculos a seguir será considerada velocidade até 0,25m/s. Dessa forma A = 0,5

Cálculo da temperatura interna máxima (timáx)

ti_máx = te_med + (1-m). E + (1-m). Δt ((°C)

onde:

te_med = temperatura externa média

te_med = (te_máx + te_min) / 2

m = fator de inércia calculado no item 1.2

E = Elongação

E = A/2

Δt = Balanço térmico calculado no item 1.1

Para as análises foram adotados:
o horário de maior ganho térmico nas fachadas que possuem aberturas (verão)

*os períodos de maior e menor ganho térmico das fachadas estão marcados nas tabelas 6 e 7

te_máx = temperatura externa máxima

te_máx = (média das máximas + máxima absoluta) / 2

te_min = temperatura externa mínima

te_min = (média das mínimas + mínima absoluta) / 2

A = Amplitude

te_máx - te_min

Tabela 13 - Cálculo da temperatura operativa máxima (verão)
Apartamento 01

Temperatura externa máxima	30,5 °C
Temperatura externa mínima	16 °C
Temperatura externa média	23,25 °C
Amplitude	14,5 °C
Elongação	7,25 °C
Timáx	32,7 °C
Tar	33,9 °C
Tomáx	33,3 °C
Dados do clima - Inmet (Dezembro)	
Tmáx mensal	28,3 °C
Tméd mensal	22,6 °C
Média das médias	21,3 °C
Tmáx absoluta	33,7 °C
Média das máximas	27,7 °C
Tmin absoluta	14 °C
Média das mínimas	18 °C

Ajuste de Ventilação	
Área de entrada (Ae)	0,85 m²
Área de saída (As)	0,85 m²
H	0,4 m
$\Phi_{ch} = 0,14 \cdot A[H \cdot (1-m) \cdot \Delta t]^2$	0,16
$\Phi_{ch} =$	560,8
N	10,8

N adotado = 11

Tabela 14 - Cálculo da temperatura operativa máxima (verão)
Apartamento 02

Temperatura externa máxima	30,5 °C
Temperatura externa mínima	16 °C
Temperatura externa média	23,25 °C
Amplitude	14,5 °C
Elongação	7,25 °C
Timáx	32,2 °C
Tar	33,4 °C
Tomáx	32,8 °C
Dados do clima - Inmet (Dezembro)	
Tmáx mensal	28,3 °C
Tméd mensal	22,6 °C
Média das médias	21,3 °C
Tmáx absoluta	33,7 °C
Média das máximas	27,7 °C
Tmin absoluta	14 °C
Média das mínimas	18 °C

Ajuste de Ventilação	
Área de entrada (Ae)	0,85 m²
Área de saída (As)	0,85 m²
H	0,4 m
$\Phi_{ch} = 0,14 \cdot A[H \cdot (1-m) \cdot \Delta t]^2$	0,14
$\Phi_{ch} =$	521,2
N	10,0

N adotado = 10

Tabela 15 - Cálculo da temperatura operativa máxima (verão)
Apartamento 03

Temperatura externa máxima	30,5 °C
Temperatura externa mínima	16 °C
Temperatura externa média	23,25 °C
Amplitude	14,5 °C
Elongação	7,25 °C
Timáx	32,2 °C
Tar	33,4 °C
Tomáx	32,8 °C
Dados do clima - Inmet (Dezembro)	
Tmáx mensal	28,3 °C
Tméd mensal	22,6 °C
Média das médias	21,3 °C
Tmáx absoluta	33,7 °C
Média das máximas	27,7 °C
Tmin absoluta	14 °C
Média das mínimas	18 °C

Ajuste de Ventilação	
Área de entrada (Ae)	0,85 m²
Área de saída (As)	0,85 m²
H	0,4 m
$\Phi_{ch} = 0,14 \cdot A[H \cdot (1-m) \cdot \Delta t]^2$	0,14
$\Phi_{ch} =$	514,4
N	9,9

N adotado = 10

Tabela 16 - Cálculo da temperatura operativa máxima (verão)
Apartamento 04

Temperatura máxima	30,5 °C
Temperatura mínima	16 °C
Temperatura média	23,25 °C
Amplitude	14,5 °C
Elongação	7,25 °C
Timax	31,1 °C
Tar	32,3 °C
Tomáx	31,7 °C
Dados do clima - Inmet (Dezembro)	
Tmáx mensal INMET (Dezembro)	28,3 °C
Tméd mensal INMET (Dezembro)	22,6 °C
Tmáx absoluta (Dezembro)	33,7 °C
Média das máximas mensais	27,7 °C
Tmin absoluta (Dezembro)	14 °C
Média das mínimas mensais	18 °C

Ajuste de Ventilação	
Área de entrada (Ae)	0,85 m²
Área de saída (As)	0,85 m²
H	0,4 m
$\Phi_{ch} = 0,14 \cdot A[H \cdot (1-m) \cdot \Delta t]^2$	0,12
$\Phi_{ch} =$	425,4
N	8,2

N adotado = 8

2.0 - CARACTERIZAÇÃO DO AMBIENTE

Tabela 17 - Ganhor de calor pela envoltória - Valores em função da radiação solar incidente (Ig)

Ganho de calor pela envoltória - Q (W)							
Elementos Opacos	Elemento	Área (m²)	1/he	α	K	Ig	Área x 1/he x α x K
	Parede SE	14,4	0,05	0,2	2,79	Ig	Q = 2,93IgW
	Parede NE	12,35	0,05	0,2	2,79	Ig	Q = 2,91IgW
	Parede NW	14,4	0,05	0,2	2,79	Ig	Q = 2,93IgW
	Parede SW	12,35	0,05	0,2	2,79	Ig	Q = 2,91IgW
Elementos Translúcidos	Elemento	Área (m²)	Str	Ig	Área x Str x Ig		
	Caixilho NE	5,7	0,86	Ig	Q = 4,90IgW		
	Caixilho SW	5,7	0,86	Ig	Q = 4,90IgW		

As demais características termofísicas dos materiais seguem iguais às indicadas nas tabelas 1 e 2

Tabela 18 - Ganhos pela envoltória - Verão

Tabela de ganhos pela envoltória (W/m²) - Verão													
Fachada	Hora do dia												
	06h	07h	08h	09h	10h	11h	12h	13h	14h	15h	16h	17h	18h
SE - Parede	747,8	1642,3	1803,6	1610,0	1202,4	715,6	184,8	199,4	184,8	170,1	146,6	117,3	58,7
NE - Parede + Caixilho	945,5	2524,0	3203,8	3258,5	2727,1	1836,3	507,9	531,4	492,3	453,2	390,7	312,6	156,3
NW - Parede	58,7	117,3	146,6	170,1	184,8	199,4	190,6	689,2	1023,5	1222,9	1202,4	947,2	354,8
SW - Parede + Caixilho	156,3	312,6	390,7	453,2	492,3	531,4	492,3	1906,6	3203,8	4290,0	4805,7	4375,9	1992,6

HORAS DE MAIOR GANHO

Tabela 19 - Ganhos pela envoltória - Inverno

Tabela de ganhos pela envoltória (W/m²) - Inverno													
Fachada	Hora do dia												
	06h	07h	08h	09h	10h	11h	12h	13h	14h	15h	16h	17h	18h
SE - Parede	-	105,6	328,5	164,2	146,6	155,4	161,3	155,4	146,6	132,0	88,0	23,5	-
NE - Parede + Caixilho	-	750,2	3735,2	5305,8	5532,4	5024,5	4024,3	2727,1	1406,5	351,6	234,4	62,5	-
NW - Parede	-	23,5	88,0	132,0	527,9	1023,5	1510,3	1885,7	2076,3	1991,3	1401,8	281,5	-
SW - Parede + Caixilho	-	62,5	234,4	351,6	390,7	414,1	429,8	414,1	390,7	437,6	875,2	281,3	-

HORAS DE MENOR GANHO

Os ganhos pela envoltória nas tabelas 18 e 9 são calculados a partir da fórmula $Ganho = Q \times I_g$.
Onde:
- os valores de Q são os obitidos na tabela 17 para as paredes e caixilhos das fachadas SE, NE, NW e SW
- os valores de Ig (por hora do dia) estão identificados nas tabelas 4 e 5

2.1 - CÁLCULO DO BALANÇO TÉRMICO

Tabela 20 - Balanço térmico - Solstício de verão - Apartamento 05

Análise apartamento 05 (01 + 02)						
Fachadas NW e SW	Ganhos (W/m²)				Perdas (W/m²) . Δt	
	14h	15h	16h	17h	Qvento	617,3
	4227,3	5512,9	6008,1	5323,2	Parede NW	40,16
	Balanço Térmico °C				Parede SW	34,44
	5,8	7,6	8,3	7,4	Perda Caixilho	31,23

Tabela 21 - Balanço térmico - Solstício de verão - Apartamento 06

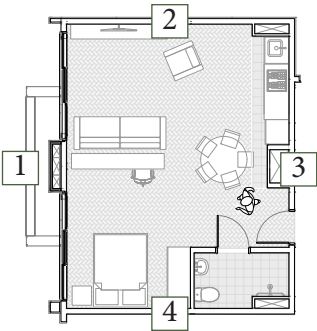
Análise apartamentos 06 (03 + 04)						
Fachadas SE e NE	Ganhos (W/m²)				Perdas (W/m²) . Δt	
	07h	08h	09h	10h	Qvento	544,7
	4166,2	5007,4	4868,5	3929,5	Parede SE	40,16
	Balanço Térmico °C				Parede NE	34,44
	6,4	7,7	7,5	6,0	Caixilho	31,23

O cálculo do balanço térmico segue os parâmetros apresentados no item 1.1

2.2 - CÁLCULO DA INÉRCIA TÉRMICA

Tabela 22 - Cálculo do fator de inércia

Superfície	Peso kg/m² (e/2 x d)	Resistência Térmica do Revestimento (e/λ)	Coef. Tabela A	Área	Área x Coef
Parede 1	112	0,16	0,33	12,4	4,12
Parede 2	112	0,16	0,33	14,4	4,8
Parede 3	112	0,16	0,33	16,0	5,34
Parede 4	112	0,16	0,33	14,4	4,8
Teto	19	0,14	0	41,5	0
piso	7,5	0,2	0	41,5	0
Superfície equivalente pesada =					19,06
Superfície equivalente pesada / área do piso =					0,46
Fator de inércia					0,4



Devido à geometria idêntica dos apartamentos calculados, os cálculos da tabela 22 representam os apartamentos 05 e 06
Os coeficientes adotados seguem as tabelas A e B expostas no item 1.2

2.3 - CÁLCULO DA TEMPERATURA OPERATIVA

Tabela 23 - Cálculo da temperatura operativa máxima (verão)
Apartamento 05

Temperatura máxima		30,5 °C
Temperatura mínima		16 °C
Temperatura média		23,25 °C
Amplitude		14,5 °C
Elongação		7,25 °C
T _{imax}		32,6 °C
T _{ar}		33,8 °C
Tomáx		33,2 °C
Dados do clima - Inmet (Dezembro)		
T _{máx} mensal		28,3 °C
T _{méd} mensal		22,6 °C
Média das médias		21,3 °C
T _{máx} absoluta		33,7 °C
Média das máximas		27,7 °C
T _{min} absoluta		14 °C
Média das mínimas		18 °C

Ajuste de Ventilação	
Área de entrada (A _e)	1,7 m²
Área de saída (A _s)	1,7 m²
H	0,4 m
$\Phi_{ch} = 0,14 \cdot A [H \cdot (1-m) \cdot \Delta t]^2$	0,24
$\Phi_{ch} =$	854,2
N	16,5

N adotado = 17

Tabela 24 - Cálculo da temperatura operativa máxima (verão)
Apartamento 06

Temperatura máxima		30,5 °C
Temperatura mínima		16 °C
Temperatura média		23,25 °C
Amplitude		14,5 °C
Elongação		7,25 °C
T _{imax}		32,1 °C
T _{ar}		33,3 °C
Tomáx		32,7 °C
Dados do clima - Inmet (Dezembro)		
T _{máx} mensal		28,3 °C
T _{méd} mensal		22,6 °C
Média das médias		21,3 °C
T _{máx} absoluta		33,7 °C
Média das máximas		27,7 °C
T _{min} absoluta		14 °C
Média das mínimas		18 °C

Ajuste de Ventilação	
Área de entrada (A _e)	1,7 m²
Área de saída (A _s)	1,7 m²
H	0,4 m
$\Phi_{ch} = 0,14 \cdot A [H \cdot (1-m) \cdot \Delta t]^2$	0,21
$\Phi_{ch} =$	769,5
N	14,8

N adotado = 15

Os parâmetros de cálculo, fórmulas e coeficientes utilizados seguem os expostos no item 1.3

3.0 - CARACTERIZAÇÃO DO AMBIENTE

Tabela 25- Ganhor de calor pela envoltória - Valores em função da radiação solar incidente (Ig)

Ganho de calor pela envoltória - Q (W)							
Elementos Opacos	Elemento	Área (m²)	1/he	α	K	Ig	Área x 1/he x α x K
	Parede SE	14,4	0,05	0,2	2,79	Ig	Q = 2,93IgW
	Parede NE	8,37	0,05	0,2	2,79	Ig	Q = 2,87IgW
	Parede NW	14,4	0,05	0,2	2,79	Ig	Q = 2,93IgW
	Parede SW	8,37	0,05	0,2	2,79	Ig	Q = 2,87IgW
Elementos Translúcidos	Elemento	Área (m²)	Str	Ig	Área x Str x Ig		
	Caixilho NE	9,68	0,86	Ig	Q = 8,32IgW		
	Caixilho SW	9,68	0,86	Ig	Q = 8,32IgW		

As demais características termofísicas dos materiais seguem iguais às indicadas nas tabelas 1 e 2

Tabela 26 - Radiação solar incidente (Ig) - Solstício de Verão - Valores ajustados

		Ig (W/m²) - São Paulo / 22 de Dezembro															
SE	Ig total	255	560	615	549	410	244	63	68	63	58	50	40	20			
	DIRETA	235	520	565	491	347	176	0	0	0	0	0	0	0			
	DIFUSA	20	40	50	58	63	68	63	68	63	58	50	40	20			
	Ig	255	560	615	549	410	244	63	68	63	58	50	40	20			
	Ig ajustado	121	323	410	417	349	235	65	68	63	58	50	40	20			
NE	Ig total	121	323	410	417	349	235	65	68	63	58	50	40	20			
	DIRETA	101	283	360	359	286	167	2	0	0	0	0	0	0			
	DIFUSA	18	37	46	53	58	63	58	63	58	53	46	37	18			
	Ig	119	320	406	412	344	63	58	63	58	53	46	37	18			
	Ig ajustado	20	40	50	58	63	68	65	235	349	417	410	323	121			
NW	Ig total	20	40	50	58	63	68	65	235	349	417	410	323	121			
	DIRETA	0	0	0	0	0	0	2	167	286	359	360	283	101			
	DIFUSA	20	40	50	58	63	68	63	68	63	58	50	40	20			
	Ig	20	40	50	58	63	68	65	235	349	417	410	323	121			
	Ig ajustado	20	40	50	58	63	68	63	244	410	549	615	560	255			
SW	Ig total	20	40	50	58	63	68	63	244	410	549	615	560	255			
	DIRETA	0	0	0	0	0	0	0	176	347	491	565	520	235			
	DIFUSA	18	37	46	53	58	63	58	63	58	53	46	37	18			
	Ig	18	37	46	53	58	63	58	239	405	544	611	557	253			
	Ig ajustado	18	37	46	53	58	63	58	239	405	544	611	557	253			

HORAS COM SOMBREAMENTO PELA VARANDA

Tabela 27 - Ganhos pela envoltória - Verão

Tabela de ganhos pela envoltória (W/m²) - Verão													
Fachada	Hora do dia												
	06h	07h	08h	09h	10h	11h	12h	13h	14h	15h	16h	17h	18h
SE - Parede	747,8	1642,3	1803,6	1610,0	1202,4	715,6	184,8	199,4	184,8	170,1	146,6	117,3	58,7
NE - Parede + Caixilho	1336,9	3580,8	4546,0	4617,2	3851,4	700,5	649,0	700,5	649,0	597,5	515,1	412,1	206,0
NW - Parede	58,7	117,3	146,6	170,1	184,8	199,4	190,6	689,2	1023,5	1222,9	1202,4	947,2	354,8
SW - Parede + Caixilho	206,0	412,1	515,1	597,5	649,0	700,5	649,0	2671,2	4534,4	6095,3	6841,4	6234,6	2837,4

HORAS DE MAIOR GANHO

Os ganhos pela envoltória na tabela 27 são calculados a partir da fórmula $Ganho = Q \times Ig$.
Onde:
- os valores de Q são os obitidos na tabela 25 para as paredes e caixilhos das fachadas SE, NE, NW e SW
- os valores de Ig (por hora do dia) estão identificados na tabela 26

3.1 - CÁLCULO DO BALANÇO TÉRMICO

Tabela 28 - Balanço térmico - Solstício de verão - Apartamento 05

Análise apartamento 05						
Fachadas NW e SW	Ganhos (W/m²)				Perdas (W/m²) . Δt	
	14h	15h	16h	17h	Qvento	907,8
	1657,7	7304,6	8032,1	7172,4	Parede NW	40,16
	Balanço Térmico °C				Parede SW	23,34
	1,6	7,1	7,8	7,0	Perda Caixilho	53,04

Tabela 29 - Balanço térmico - Solstício de verão - Apartamento 06

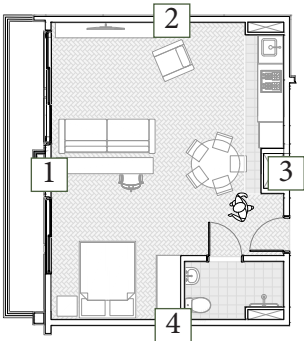
Análise apartamento 06						
Fachadas SE e NE	Ganhos (W/m²)				Perdas (W/m²) . Δt	
	07h	08h	09h	10h	Qvento	798,9
	5225,4	6337,8	6213,6	5039,4	Parede SE	40,16
	Balanço Térmico °C				Parede NE	23,34
	5,7	6,9	6,8	5,5	Caixilho	53,04

O cálculo do balanço térmico segue os parâmetros apresentados no item 1.1

3.2 - CÁLCULO DA INÉRCIA TÉRMICA

Tabela 30 - Cálculo do fator de inércia

Superfície	Peso kg/m² x d)	(e/2	Resistência Térmica do Revestimento (e/λ)	Coef. Tabela A	Área	Área x Coef
Parede 1	112		0,16	0,33	8,4	2,79
Parede 2	112		0,16	0,33	14,4	4,8
Parede 3	112		0,16	0,33	16,0	5,34
Parede 4	112		0,16	0,33	14,4	4,8
Teto	19		0,14	0	41,5	0
piso	7,5		0,2	0	41,5	0
Superfície equivalente pesada =						17,73
Superfície equivalente pesada / área do piso =						0,43
Fator de inércia						0,4



Devido à geometria idêntica dos apartamentos calculados, os cálculos da tabela 30 representam os apartamentos 05 e 06
Os coeficientes adotados seguem as tabelas A e B expostas no item 1.2

3.3 - CÁLCULO DA TEMPERATURA OPERATIVA

Tabela 31 - Cálculo da temperatura operativa máxima (verão)
Apartamento 05

Temperatura máxima		30,5 °C
Temperatura mínima		16 °C
Temperatura média		23,25 °C
Amplitude		14,5 °C
Elongação		7,25 °C
T _{imax}		32,3 °C
T _{ar}		33,5 °C
T _{omax}		32,9 °C
Dados do clima - Inmet (Dezembro)		
T _{máx} mensal		28,3 °C
T _{méd} mensal		22,6 °C
Média das médias		21,3 °C
T _{máx} absoluta		33,7 °C
Média das máximas		27,7 °C
T _{min} absoluta		14 °C
Média das mínimas		18 °C

Ajuste de Ventilação	
Área de entrada (Ae)	2,675 m²
Área de saída (As)	2,675 m²
H	0,4 m²
$\Phi_{ch} = 0,14.A[H.(1-m).\Delta t]^{1/2}$	0,35
$\Phi_{ch} =$	1268,6
N	24,5

N adotado = 25

Tabela 32 - Cálculo da temperatura operativa máxima (verão)
Apartamento 06

Temperatura máxima		30,5 °C
Temperatura mínima		16 °C
Temperatura média		23,25 °C
Amplitude		14,5 °C
Elongação		7,25 °C
T _{imax}		31,7 °C
T _{ar}		32,9 °C
T _{omax}		32,3 °C
Dados do clima - Inmet (Dezembro)		
T _{máx} mensal		28,3 °C
T _{méd} mensal		22,6 °C
Média das médias		21,3 °C
T _{máx} absoluta		33,7 °C
Média das máximas		27,7 °C
T _{min} absoluta		14 °C
Média das mínimas		18 °C

Ajuste de Ventilação	
Área de entrada (Ae)	2,675 m²
Área de saída (As)	2,675 m²
H	0,4 m²
$\Phi_{ch} = 0,14.A[H.(1-m).\Delta t]^{1/2}$	0,31
$\Phi_{ch} =$	1098,2
N	21,2

N adotado =22

Os parâmetros de cálculo, fórmulas e coeficientes utilizados seguem os expostos no item 1.3

4.0 - CARACTERIZAÇÃO DO AMBIENTE

Tabela 33- Ganhor de calor pela envoltória - Valores em função da radiação solar incidente (Ig)

Ganho de calor pela envoltória - Q (W)							
Elementos Opacos	Elemento	Área (m²)	1/he	α	K	Ig	Área x 1/he x α x K
	Parede SE	14,4	0,05	0,2	2,79	Ig	Q = 2,93IgW
	Parede NE	8,37	0,05	0,2	2,79	Ig	Q = 2,87IgW
	Parede NW	14,4	0,05	0,2	2,79	Ig	Q = 2,93IgW
	Parede SW	8,37	0,05	0,2	2,79	Ig	Q = 2,87IgW
Elementos Translúcidos	Elemento	Área (m²)	Str		Ig	Área x Str x Ig	
	Caixilho NE	9,68	0,86		Ig	Q = 8,32IgW	
	Caixilho SW	9,68	0,86		Ig	Q = 8,32IgW	

As demais características termofísicas dos materiais seguem iguais às indicadas nas tabelas 1 e 2

Tabela 34 - Radiação solar incidente (Ig) - Solstício de Verão - Valores ajustados

		Ig (W/m²) - São Paulo / 22 de Dezembro															
SE		06h	07h	08h	09h	10h	11h	12h	13h	14h	15h	16h	17h	18h			
	Ig total	255	560	615	549	410	244	63	68	63	58	50	40	20			
	DIRETA	235	520	565	491	347	176	0	0	0	0	0	0	0			
	DIFUSA	20	40	50	58	63	68	63	68	63	58	50	40	20			
	Ig	255	560	615	549	410	244	63	68	63	58	50	40	20			
NE		06h	07h	08h	09h	10h	11h	12h	13h	14h	15h	16h	17h	18h			
	Ig total	121	323	410	417	349	235	65	68	63	58	50	40	20			
	DIRETA	101	283	360	359	286	167	2	0	0	0	0	0	0			
	DIFUSA	15	31	39	45	49	52	49	52	49	45	39	31	15			
	Ig ajustado	116	314	399	45	49	52	49	52	49	45	39	31	15			
NW		06h	07h	08h	09h	10h	11h	12h	13h	14h	15h	16h	17h	18h			
	Ig total	20	40	50	58	63	68	65	235	349	417	410	323	121			
	DIRETA	0	0	0	0	0	0	2	167	286	359	360	283	101			
	DIFUSA	20	40	50	58	63	68	63	68	63	58	50	40	20			
	Ig	20	40	50	58	63	68	65	235	349	417	410	323	121			
SW		06h	07h	08h	09h	10h	11h	12h	13h	14h	15h	16h	17h	18h			
	Ig total	20	40	50	58	63	68	63	244	410	549	615	560	255			
	DIRETA	0	0	0	0	0	0	0	176	347	491	565	520	235			
	DIFUSA	14	28	35	41	44	48	44	48	44	41	35	28	14			
	Ig ajustado	14	28	35	41	44	48	44	48	44	41	35	28	14			

HORAS COM SOMBREAMENTO PELA VARANDA

Tabela 35 - Ganhos pela envoltória - Verão

Tabela de ganhos pela envoltória (W/m²) - Verão													
Fachada	Hora do dia												
	06h	07h	08h	09h	10h	11h	12h	13h	14h	15h	16h	17h	18h
SE - Parede	747,8	1642,3	1803,6	1610,0	1202,4	715,6	184,8	199,4	184,8	170,1	146,6	117,3	58,7
NE - Parede + Caixilho	1303,3	3513,7	4462,1	500,1	543,2	586,3	543,2	586,3	543,2	500,1	431,1	344,9	172,4
NW - Parede	58,7	117,3	146,6	170,1	184,8	199,4	190,6	689,2	1023,5	1222,9	1202,4	947,2	354,8
SW - Parede + Caixilho	156,8	313,5	391,9	454,6	493,8	533,0	493,8	533,0	493,8	454,6	391,9	6136,0	2788,1

HORAS DE MAIOR GANHO | Os valores indicados para 9h, 10h, 14h,15h e 16h estão com os valores ajustados a partir da tabela 34

Os ganhos pela envoltória na tabela 35 são calculados a partir da fórmula $Ganho = Q \times Ig$.
Onde:
- os valores de Q são os obitidos na tabela 33 para as paredes e caixilhos das fachadas SE, NE, NW e SW
- os valores de Ig (por hora do dia) estão identificados na tabela 34

4.1 - CÁLCULO DO BALANÇO TÉRMICO

Tabela 36 - Balanço térmico - Solstício de verão - Apartamento 05

Análise apartamento 05						
Fachadas NW e SW	Ganhos (W/m²)				Perdas (W/m²) . Δt	
	14h	15h	16h	17h	Qvento	363,1
	1517,3	1677,5	1594,3	7083,3	Parede NW	40,16
	Balanço Térmico °C				Parede SW	23,34
	3,2	3,5	3,3	14,8	Perda Caixilho	53,04

Tabela 37 - Balanço térmico - Solstício de verão - Apartamento 06

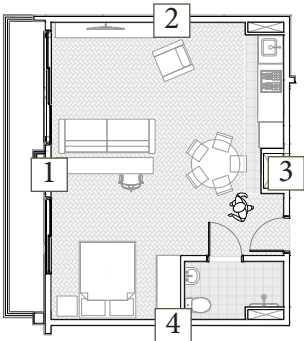
Análise apartamento 06						
Fachadas SE e NE	Ganhos (W/m²)				Perdas (W/m²) . Δt	
	07h	08h	09h	10h	Qvento	435,8
	5155,9	6265,6	2110,1	1745,6	Parede SE	40,16
	Balanço Térmico °C				Parede NE	23,34
	9,3	11,3	3,8	3,2	Caixilho	53,04

O cálculo do balanço térmico segue os parâmetros apresentados no item 1.1

4.2 - CÁLCULO DA INÉRCIA TÉRMICA

Tabela 38 - Cálculo do fator de inércia

Superfície	Peso kg/m² x d)	(e/2	Resistência Térmica do Revestimento (e/λ)	Coef. Tabela A	Área	Área x Coef
Parede 1	112		0,16	0,33	8,4	2,79
Parede 2	112		0,16	0,33	14,4	4,8
Parede 3	112		0,16	0,33	16,0	5,34
Parede 4	112		0,16	0,33	14,4	4,8
Teto	19		0,14	0	41,5	0
piso	7,5		0,2	0	41,5	0
Superfície equivalente pesada =						17,73
Superfície equivalente pesada / área do piso =						0,43
Fator de inércia						0,4



Devido à geometria idêntica dos apartamentos calculados, os cálculos da tabela 38 representam os apartamentos 05 e 06
Os coeficientes adotados seguem as tabelas A e B expostas no item 1.2

4.3 - CÁLCULO DA TEMPERATURA OPERATIVA

Tabela 39 - Cálculo da temperatura operativa máxima (verão)
Apartamento 05

Temperatura máxima	30,5 °C
Temperatura mínima	16 °C
Temperatura média	23,25 °C
Amplitude	14,5 °C
Elongação	7,25 °C
T _{imax}	29,6 °C
T _{ar}	30,8 °C
T_{omax}	30,2 °C
Dados do clima - Inmet (Dezembro)	
T _{máx} mensal	28,3 °C
T _{méd} mensal	22,6 °C
Média das médias	21,3 °C
T _{máx} absoluta	33,7 °C
Média das máximas	27,7 °C
T _{min} absoluta	14 °C
Média das mínimas	18 °C

Ajuste de Ventilação	
Área de entrada (A _e)	2,675 m²
Área de saída (A _s)	2,675 m²
H	0,4 m²
$\Phi_{ch} = 0,14 \cdot A \cdot [H \cdot (1-m) \cdot \Delta t]^{1/2}$	0,15
$\Phi_{ch} =$	537,7
N	10,4

N adotado = 10

Tabela 40 - Cálculo da temperatura operativa máxima (verão)
Apartamento 06

Temperatura máxima	30,5 °C
Temperatura mínima	16 °C
Temperatura média	23,25 °C
Amplitude	14,5 °C
Elongação	7,25 °C
T _{imax}	29,9 °C
T _{ar}	31,1 °C
T_{omax}	30,5 °C
Dados do clima - Inmet (Dezembro)	
T _{máx} mensal	28,3 °C
T _{méd} mensal	22,6 °C
Média das médias	21,3 °C
T _{máx} absoluta	33,7 °C
Média das máximas	27,7 °C
T _{min} absoluta	14 °C
Média das mínimas	18 °C

Ajuste de Ventilação	
Área de entrada (A _e)	2,675 m²
Área de saída (A _s)	2,675 m²
H	0,4 m²
$\Phi_{ch} = 0,14 \cdot A \cdot [H \cdot (1-m) \cdot \Delta t]^{1/2}$	0,17
$\Phi_{ch} =$	618,1
N	11,9

N adotado = 12

Os parâmetros de cálculo, fórmulas e coeficientes utilizados seguem os expostos no item 1.3

APÊNDICE B

Cálculo de temperatura operativa (TO)

Abaixo estão as tabelas elaboradas a partir do procedimento de cálculo adotado para determinar a temperatura operativa (TO) das unidades.

1.0 - CÁLCULO DA TEMPERATURA OPERATIVA

Tabela 41 - Cálculo da temperatura operativa máxima
Janeiro - Apartamento 01

Temperatura externa máxima		32,2 °C
Temperatura externa mínima		19,2 °C
Temperatura externa média		25,7 °C
Amplitude		12,9 °C
Elongação		6,47 °C
Timáx		34,8 °C
Tar		36,0 °C
Tomáx		35,4 °C
Dados do Clima - Janeiro		
Média das médias		23,9 °C
Tmáx absoluta		34,1 °C
Média das máximas		30,2 °C
Tmin absoluta		17,8 °C
Média das mínimas		20,6 °C

Tabela 42 - Cálculo da temperatura operativa máxima
Fevereiro - Apartamento 01

Temperatura externa máxima		31,2 °C
Temperatura externa mínima		18,1 °C
Temperatura externa média		24,6 °C
Amplitude		13,2 °C
Elongação		6,58 °C
Timáx		33,8 °C
Tar		35,0 °C
Tomáx		34,4 °C
Dados do Clima - Fevereiro		
Média das médias		22,6 °C
Tmáx absoluta		33,7 °C
Média das máximas		28,8 °C
Tmin absoluta		17,0 °C
Média das mínimas		19,1 °C

Os parâmetros de cálculo, fórmulas e coeficientes utilizados seguem os expostos nos itens 1.0, 1.1, 1.2 e 1.3 do apêndice A, alterando-se apenas os dados climáticos do mês de referência e os valores de radiação solar incidente de acordo com as 3 condições de céu das tabelas P, Q e R do anexo C.

Para os meses de dezembro, janeiro e fevereiro foi utilizada a tabela P
Para os meses de março, abril, maio, setembro, outubro e novembro foi utilizada a tabela Q
Para os meses de junho, julho e agosto foi utilizada a tabela R

Tabela 43 - Cálculo da temperatura operativa máxima
Março - Apartamento 01

Temperatura externa máxima	32,0 °C
Temperatura externa mínima	18,3 °C
Temperatura externa média	25,2 °C
Amplitude	13,7 °C
Elongação	6,84 °C
Timáx	33,9 °C
Tar	35,1 °C
Tomáx	34,5 °C
Dados do Clima - Março	
Média das médias	23,5 °C
Tmáx absoluta	34,0 °C
Média das máximas	30,1 °C
Tmin absoluta	17,0 °C
Média das mínimas	19,7 °C

Tabela 44 - Cálculo da temperatura operativa máxima
Abril - Apartamento 01

Temperatura externa máxima	27,6 °C
Temperatura externa mínima	15,4 °C
Temperatura externa média	21,5 °C
Amplitude	12,2 °C
Elongação	6,10 °C
Timáx	29,8 °C
Tar	31,0 °C
Tomáx	30,4 °C
Dados do Clima - Abril	
Média das médias	19,8 °C
Tmáx absoluta	29,7 °C
Média das máximas	25,4 °C
Tmin absoluta	14,1 °C
Média das mínimas	16,6 °C

Tabela 45 - Cálculo da temperatura operativa máxima
Maio - Apartamento 01

Temperatura externa máxima	26,7 °C
Temperatura externa mínima	12,7 °C
Temperatura externa média	19,7 °C
Amplitude	14,0 °C
Elongação	6,99 °C
Timáx	28,5 °C
Tar	29,7 °C
Tomáx	29,1 °C
Dados do Clima - Maio	
Média das médias	18,5 °C
Tmáx absoluta	29,0 °C
Média das máximas	24,4 °C
Tmin absoluta	10,8 °C
Média das mínimas	14,7 °C

Tabela 46 - Cálculo da temperatura operativa máxima
Junho - Apartamento 01

Temperatura externa máxima	25,2 °C
Temperatura externa mínima	10,2 °C
Temperatura externa média	17,7 °C
Amplitude	14,9 °C
Elongação	7,45 °C
Timáx	25,0 °C
Tar	26,2 °C
Tomáx	25,6 °C
Dados do Clima - Junho	
Média das médias	17,3 °C
Tmáx absoluta	27,8 °C
Média das máximas	22,5 °C
Tmin absoluta	6,3 °C
Média das mínimas	14,2 °C

Tabela 47 - Cálculo da temperatura operativa máxima
Julho - Apartamento 01

Temperatura externa máxima	25,2 °C
Temperatura externa mínima	7,7 °C
Temperatura externa média	16,5 °C
Amplitude	17,5 °C
Elongação	8,76 °C
Timáx	24,3 °C
Tar	25,5 °C
Tomáx	24,9 °C
Dados do Clima - Julho	
Média das médias	15,7 °C
Tmáx absoluta	27,8 °C
Média das máximas	22,6 °C
Tmin absoluta	4,3 °C
Média das mínimas	11,1 °C

Tabela 48 - Cálculo da temperatura operativa máxima
Agosto - Apartamento 01

Temperatura externa máxima	28,4 °C
Temperatura externa mínima	12,6 °C
Temperatura externa média	20,5 °C
Amplitude	15,9 °C
Elongação	7,93 °C
Timáx	28,0 °C
Tar	29,2 °C
Tomáx	28,6 °C
Dados do Clima - Agosto	
Média das médias	18,3 °C
Tmáx absoluta	32,4 °C
Média das máximas	24,5 °C
Tmin absoluta	10,9 °C
Média das mínimas	14,3 °C

Tabela 49 - Cálculo da temperatura operativa máxima
Setembro - Apartamento 01

Temperatura externa máxima	31,1 °C
Temperatura externa mínima	14,4 °C
Temperatura externa média	22,8 °C
Amplitude	16,8 °C
Elongação	8,38 °C
Timáx	32,0 °C
Tar	33,2 °C
Tomáx	32,6 °C
Dados do Clima - Setembro	
Média das médias	20,9 °C
Tmáx absoluta	33,8 °C
Média das máximas	28,5 °C
Tmin absoluta	12,0 °C
Média das mínimas	16,7 °C

Tabela 50 - Cálculo da temperatura operativa máxima
Outubro - Apartamento 01

Temperatura externa máxima	28,0 °C
Temperatura externa mínima	14,1 °C
Temperatura externa média	21,0 °C
Amplitude	14,0 °C
Elongação	6,99 °C
Timáx	29,8 °C
Tar	31,0 °C
Tomáx	30,4 °C
Dados do Clima -Outubro	
Média das médias	18,7 °C
Tmáx absoluta	32,1 °C
Média das máximas	24,0 °C
Tmin absoluta	12,0 °C
Média das mínimas	16,1 °C

Tabela 51 - Cálculo da temperatura operativa máxima
Novembro - Apartamento 01

Temperatura externa máxima	30,2 °C
Temperatura externa mínima	14,6 °C
Temperatura externa média	22,4 °C
Amplitude	15,6 °C
Elongação	7,81 °C
Timáx	31,4 °C
Tar	32,6 °C
Tomáx	32,0 °C
Dados do Clima - Novembro	
Média das médias	20,7 °C
Tmáx absoluta	33,4 °C
Média das máximas	27,0 °C
Tmin absoluta	12,1 °C
Média das mínimas	17,0 °C

Tabela 52 - Cálculo da temperatura operativa máxima
Janeiro - Apartamento 03

Temperatura externa máxima	32,2 °C
Temperatura externa mínima	19,2 °C
Temperatura externa média	25,7 °C
Amplitude	12,9 °C
Elongação	6,47 °C
Timáx	34,3 °C
Tar	35,5 °C
Tomáx	34,9 °C
Dados do Clima - Janeiro	
Média das médias	23,9 °C
Tmáx absoluta	34,1 °C
Média das máximas	30,2 °C
Tmin absoluta	17,8 °C
Média das mínimas	20,6 °C

Tabela 53- Cálculo da temperatura operativa máxima
Fevereiro - Apartamento 03

Temperatura externa máxima	31,2 °C
Temperatura externa mínima	18,1 °C
Temperatura externa média	24,6 °C
Amplitude	13,2 °C
Elongação	6,58 °C
Timáx	33,3 °C
Tar	34,5 °C
Tomáx	33,9 °C
Dados do Clima - Fevereiro	
Média das médias	22,6 °C
Tmáx absoluta	33,7 °C
Média das máximas	28,8 °C
Tmin absoluta	17,0 °C
Média das mínimas	19,1 °C

Tabela 54 - Cálculo da temperatura operativa máxima
Março - Apartamento 03

Temperatura externa máxima	32,0 °C
Temperatura externa mínima	18,3 °C
Temperatura externa média	25,2 °C
Amplitude	13,7 °C
Elongação	6,84 °C
Timáx	34,4 °C
Tar	35,6 °C
Tomáx	35,0 °C
Dados do Clima - Março	
Média das médias	23,5 °C
Tmáx absoluta	34,0 °C
Média das máximas	30,1 °C
Tmin absoluta	17,0 °C
Média das mínimas	19,7 °C

Tabela 55 - Cálculo da temperatura operativa máxima
Abril - Apartamento 03

Temperatura externa máxima	27,6 °C
Temperatura externa mínima	15,4 °C
Temperatura externa média	21,5 °C
Amplitude	12,2 °C
Elongação	6,10 °C
Timáx	30,4 °C
Tar	31,6 °C
Tomáx	31,0 °C
Dados do Clima - Abril	
Média das médias	19,8 °C
Tmáx absoluta	29,7 °C
Média das máximas	25,4 °C
Tmin absoluta	14,1 °C
Média das mínimas	16,6 °C

Tabela 56 - Cálculo da temperatura operativa máxima
Maio - Apartamento 03

Temperatura externa máxima	26,7 °C
Temperatura externa mínima	12,7 °C
Temperatura externa média	19,7 °C
Amplitude	14,0 °C
Elongação	6,99 °C
Timáx	29,0 °C
Tar	30,2 °C
Tomáx	29,6 °C
Dados do Clima - Maio	
Média das médias	18,5 °C
Tmáx absoluta	29,0 °C
Média das máximas	24,4 °C
Tmin absoluta	10,8 °C
Média das mínimas	14,7 °C

Tabela 57 - Cálculo da temperatura operativa máxima
Junho - Apartamento 03

Temperatura externa máxima	25,2 °C
Temperatura externa mínima	10,2 °C
Temperatura externa média	17,7 °C
Amplitude	14,9 °C
Elongação	7,45 °C
Timáx	26,3 °C
Tar	27,5 °C
Tomáx	26,9 °C
Dados do Clima - Junho	
Média das médias	17,3 °C
Tmáx absoluta	27,8 °C
Média das máximas	22,5 °C
Tmin absoluta	6,3 °C
Média das mínimas	14,2 °C

Tabela 58 - Cálculo da temperatura operativa máxima
Julho - Apartamento 03

Temperatura externa máxima	25,2 °C
Temperatura externa mínima	7,7 °C
Temperatura externa média	16,5 °C
Amplitude	17,5 °C
Elongação	8,76 °C
Timáx	25,6 °C
Tar	26,8 °C
Tomáx	26,2 °C
Dados do Clima - Julho	
Média das médias	15,7 °C
Tmáx absoluta	27,8 °C
Média das máximas	22,6 °C
Tmin absoluta	4,3 °C
Média das mínimas	11,1 °C

Tabela 59 - Cálculo da temperatura operativa máxima
Agosto - Apartamento 03

Temperatura externa máxima	28,4 °C
Temperatura externa mínima	12,6 °C
Temperatura externa média	20,5 °C
Amplitude	15,9 °C
Elongação	7,93 °C
Timáx	29,3 °C
Tar	30,5 °C
Tomáx	29,9 °C
Dados do Clima - Agosto	
Média das médias	18,3 °C
Tmáx absoluta	32,4 °C
Média das máximas	24,5 °C
Tmin absoluta	10,9 °C
Média das mínimas	14,3 °C

Tabela 60 - Cálculo da temperatura operativa máxima
Setembro - Apartamento 03

Temperatura externa máxima	31,1 °C
Temperatura externa mínima	14,4 °C
Temperatura externa média	22,8 °C
Amplitude	16,8 °C
Elongação	8,38 °C
Timáx	32,6 °C
Tar	33,8 °C
Tomáx	33,2 °C
Dados do Clima - Setembro	
Média das médias	20,9 °C
Tmáx absoluta	33,8 °C
Média das máximas	28,5 °C
Tmin absoluta	12,0 °C
Média das mínimas	16,7 °C

Tabela 61 - Cálculo da temperatura operativa máxima
Outubro - Apartamento 03

Temperatura externa máxima	28,0 °C
Temperatura externa mínima	14,1 °C
Temperatura externa média	21,0 °C
Amplitude	14,0 °C
Elongação	6,99 °C
Timáx	30,3 °C
Tar	31,5 °C
Tomáx	30,9 °C
Dados do Clima -Outubro	
Média das médias	18,7 °C
Tmáx absoluta	32,1 °C
Média das máximas	24,0 °C
Tmin absoluta	12,0 °C
Média das mínimas	16,1 °C

Tabela 62 - Cálculo da temperatura operativa máxima
Novembro - Apartamento 03

Temperatura externa máxima	30,2 °C
Temperatura externa mínima	14,6 °C
Temperatura externa média	22,4 °C
Amplitude	15,6 °C
Elongação	7,81 °C
Timáx	32,0 °C
Tar	33,2 °C
Tomáx	32,6 °C
Dados do Clima - Novembro	
Média das médias	20,7 °C
Tmáx absoluta	33,4 °C
Média das máximas	27,0 °C
Tmin absoluta	12,1 °C
Média das mínimas	17,0 °C

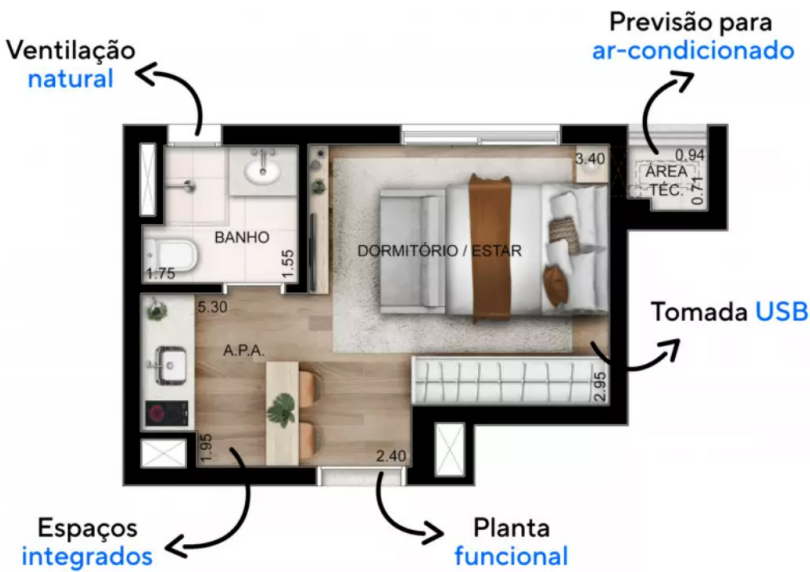
08 | anexos

ANEXO A

Material de venda

Abaixo estão colocadas as plantas ilustrativas disponibilizadas pelas incorporadoras e construtoras em seus respectivos sites.

Empreendimento 1 | Perdizes | 21m²



Empreendimento 2 | Santa Cecília | 23m²



Empreendimento 3 | República | 19m²



Empreendimento 4 | Consolação | 23m²



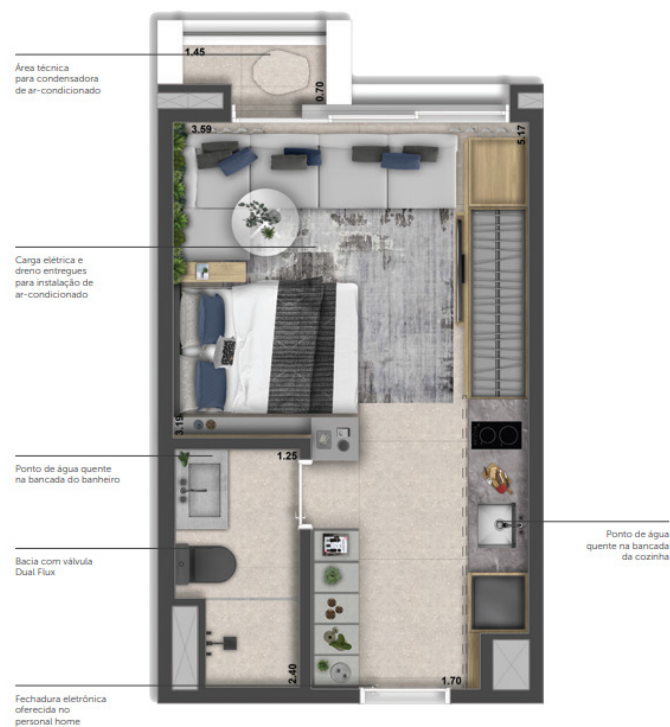
Empreendimento 5 | Jardim Paulista | 25m²



Empreendimento 6 | Pinheiros | 21m²



Empreendimento 7 | Vila Mariana | 24m²



Empreendimento 8 | Moema | 27m²



Empreendimento 9 | Campo Belo | 30m²



Empreendimento 10 | Itaim | 32m²



IMAGENS:

1 - <https://apto.vc/br/sp/sao-paulo/perdizes/lira-perdizes>

2 - <https://arquiplan.com.br/empreendimento/beside-santa-cecilia>

3-<https://apto.vc/br/sp/sao-paulo/santa-cecilia/zoom-santa-cecilia>

4-<https://www.youinc.com.br/imovel/apartamentos-venda-higienopolis-sao-paulo-sp-sergi-pe-boutique-apartments-by-youinc>

5 - https://apto.vc/br/sp/sao-paulo/pinheiros/sky-pinheiros?utm_source=secovi&utm_medium=geosecovi&utm_campaign=partners&utm_content=sky-pinheiros

6 - https://apto.vc/br/sp/sao-paulo/pinheiros/ventura?utm_source=secovi&utm_medium=-geosecovi&utm_campaign=partners&utm_content=ventura

7 - <https://www.hausmitreservavlmariana.com.br/>

8 - <https://canopus.com.br/todaymoema>

9 - <https://apto.vc/br/sp/sao-paulo/campo-belo/neohouse-campo-belo>

10 - <https://apto.vc/br/sp/sao-paulo/brooklin/air-brooklin>

Acessado em novembro/2022

ANEXO B

Dados climáticos

As tabelas abaixo apresentam os valores da temperatura máxima, mínima e média diária para os 12 meses do ano de 2021.

Tabela E: Temperatura - Janeiro 2021. Fonte: INMET

Temperatura (Jan. 2021 - INMET)			
Dia	Máxima (°C)	Mínima (°C)	Média (°C)
1	27,2	20,0	21,4
2	25,2	18,2	21,2
3	26,8	17,8	21,1
4	29,7	18,6	22,4
5	30,6	18,9	24,2
6	31,2	22,8	26,1
7	31,3	22,2	25,1
8	28,8	20,8	23,3
9	28,0	21,6	23,0
10	30,0	21,4	23,3
11	31,0	21,6	24,2
12	30,6	21,3	23,8
13	29,6	20,6	24,2
14	29,5	21,0	22,9
15	27,6	20,1	21,1
16	28,7	18,4	23,0
17	30,0	22,1	25,0
18	32,1	21,9	25,3
19	30,3	22,0	23,7
20	31,2	20,3	23,8
21	30,4	20,3	23,4
22	30,8	20,5	23,4
23	31,5	20,6	23,3
24	29,5	19,9	23,0
25	31,3	19,6	24,1
26	30,5	19,3	23,9
27	31,7	20,7	26,2
28	31,9	19,4	25,5
29	32,6	22,2	26,7
30	34,1	22,1	27,5
31	32,5	23,3	27,3
média	30,2	20,6	23,9

Tabela D: Temperatura - Fevereiro 2021. Fonte: INMET

Temperatura (Fev. 2021 - INMET)			
Dia	Máxima (°C)	Mínima (°C)	Média (°C)
1	30,5	21,2	24,4
2	32,3	21,1	24,2
3	33,7	19,2	24,8
4	31,5	21,7	26,2
5	28,3	19,4	23,1
6	28,0	19,2	21,7
7	26,4	17,8	20,9
8	26,6	17,0	20,5
9	27,3	17,5	20,9
10	28,0	18,3	21,6
11	26,6	18,6	20,4
12	27,0	17,8	21,1
13	23,0	19,2	20,7
14	28,7	18,2	22,6
15	29,0	20,7	24,3
16	29,9	17,8	23,5
17	29,7	19,8	22,2
18	30,5	18,1	22,9
19	29,9	19,4	23,2
20	29,4	19,4	23,3
21	30,0	19,6	23,2
22	29,3	19,8	23,4
23	32,2	18,5	24,7
24	31,4	20,8	23,5
25	27,2	18,0	21,3
26	24,8	19,3	20,4
27	26,0	19,2	20,9
28	28,0	18,9	21,6
média	28,8	19,1	22,6

Tabela F: Temperatura - Março 2021. Fonte: INMET

Temperatura (Mar. 2021 - INMET)			
Dia	Máxima (°C)	Mínima (°C)	Média (°C)
1	30,8	18,3	23,2
2	31,4	19,7	23,9
3	30,8	21,7	24,9
4	29,8	21,1	23,8
5	24,9	20,4	22,2
6	24,2	19,3	21,0
7	26,6	19,2	21,0
8	28,4	18,9	22,0
9	29,7	18,3	22,5
10	28,9	17,0	21,7
11	29,1	19,1	22,4
12	30,9	18,5	23,9
13	30,5	20,2	23,8
14	31,1	19,5	23,7
15	30,7	18,9	23,4
16	32,4	19,0	23,7
17	31,1	19,3	24,6
18	27,3	19,9	22,7
19	28,5	19,7	22,3
20	30,9	20,1	23,5
21	31,8	19,4	24,6
22	31,1	20,5	24,9
23	31,8	19,2	24,6
24	31,2	21,2	25,0
25	30,8	20,3	24,3
26	33,0	21,3	25,0
27	34,0	20,4	25,8
28	32,0	20,9	25,2
29	32,0	20,7	25,4
30	30,1	19,5	23,1
31	25,8	18,4	20,6
média	30,1	19,7	23,5

Tabela G: Temperatura -Abril 2021. Fonte: INMET

Temperatura (Abr. 2021 - INMET)			
Dia	Máxima (°C)	Mínima (°C)	Média (°C)
1	26,7	16,0	19,6
2	26,1	16,7	19,9
3	27,1	16,6	20,5
4	26,3	17,1	20,6
5	26,7	17,5	20,8
6	23,3	17,7	19,3
7	25,2	17,6	20,2
8	26,5	17,1	20,5
9	28,7	16,6	21,1
10	28,5	16,7	22,2
11	28,5	16,8	22,6
12	29,7	19,1	23,2
13	22,8	17,4	19,4
14	24,5	16,0	18,8
15	25,7	17,1	19,7
16	25,9	16,4	19,9
17	25,2	17,4	20,7
18	25,7	16,7	19,6
19	23,5	16,5	18,4
20	23,0	15,8	18,4
21	24,0	15,9	18,3
22	19,0	15,9	17,0
23	24,9	14,4	17,9
24	27,0	16,9	20,2
25	28,1	15,9	21,0
26	26,1	18,2	20,8
27	22,9	18,3	19,7
28	25,0	16,6	19,1
29	23,2	14,1	17,2
30	22,7	14,1	17,6
média	25,4	16,6	19,8

Tabela H: Temperatura - Maio 2021. Fonte: INMET

Temperatura (Mai. 2021 - INMET)			
Dia	Máxima (°C)	Mínima (°C)	Média (°C)
1	24,2	13,9	17,8
2	25,6	15,3	19,0
3	26,7	13,9	18,7
4	27,5	14,7	20,3
5	28,4	16,0	21,0
6	28,0	15,9	21,4
7	23,4	15,5	17,1
8	21,3	14,3	16,8
9	23,9	15,1	17,8
10	24,1	15,2	18,5
11	26,0	14,3	19,2
12	21,7	15,6	17,4
13	19,2	13,2	15,4
14	21,6	13,8	16,7
15	21,8	14,7	17,4
16	23,5	15,7	18,2
17	24,1	13,7	18,2
18	22,2	15,1	17,8
19	24,8	13,4	18,2
20	25,9	12,8	18,7
21	27,4	13,5	19,6
22	22,3	16,1	17,7
23	21,6	15,5	19,1
24	21,0	12,6	16,5
25	24,8	11,1	16,7
26	25,5	10,8	16,9
27	26,6	14,1	19,3
28	28,5	15,0	21,3
29	29,0	19,9	23,9
30	23,4	17,8	19,2
31	23,7	16,3	18,1
média	24,4	14,7	18,5

Tabela I: Temperatura - Junho 2021. Fonte: INMET

Temperatura (Jun. 2021 - INMET)			
Dia	Máxima (°C)	Mínima (°C)	Média (°C)
1	23,8	14,4	17,9
2	26,6	13,8	19,2
3	27,8	15,4	20,2
4	26,6	17,0	20,4
5	27,0	15,5	20,6
6	27,3	15,6	20,5
7	22,6	17,7	18,9
8	20,5	16,0	17,7
9	21,9	17,0	18,4
10	20,9	17,4	18,5
11	19,4	16,7	17,3
12	21,9	12,6	16,1
13	19,8	12,5	14,7
14	21,9	12,9	15,7
15	23,4	12,7	16,7
16	20,7	13,7	15,9
17	19,8	13,3	15,1
18	20,7	12,1	15,2
19	21,0	14,2	16,1
20	21,9	15,2	17,9
21	20,2	13,3	15,7
22	19,3	14,0	15,8
23	19,4	13,1	15,4
24	23,9	12,8	17,3
25	26,9	13,9	18,9
26	27,4	14,7	20,1
27	26,6	15,8	20,7
28	24,0	14,2	18,1
29	16,4	11,9	13,2
30	15,5	6,3	9,9
média	22,5	14,2	17,3

Tabela J: Temperatura - Julho 2021. Fonte: INMET

Temperatura (Jul. 2021 - INMET)			
Dia	Máxima (°C)	Mínima (°C)	Média (°C)
1	18,7	6,8	11,6
2	24,0	9,5	15,3
3	24,4	10,8	16,0
4	20,7	13,5	15,5
5	22,3	13,2	15,9
6	20,6	13,3	15,5
7	21,3	11,1	15,0
8	23,3	12,3	16,3
9	22,6	12,8	16,0
10	24,8	11,3	16,5
11	25,2	11,7	17,5
12	25,6	12,0	17,9
13	26,0	12,3	18,4
14	25,3	12,9	18,8
15	26,8	14,5	20,7
16	23,3	15,5	18,3
17	23,7	14,3	18,0
18	23,7	14,9	18,4
19	19,7	8,4	13,4
20	18,6	6,3	11,7
21	21,8	8,6	13,6
22	22,7	8,3	13,8
23	24,2	11,1	16,1
24	26,3	10,6	17,3
25	26,9	11,5	18,7
26	27,0	12,5	19,8
27	27,8	15,8	21,5
28	17,8	11,8	12,4
29	14,3	5,3	8,8
30	13,9	4,3	8,0
31	18,3	6,5	10,6
média	22,6	11,1	15,7

Tabela K: Temperatura - Agosto 2021. Fonte: INMET

Temperatura (Ago. 2021 - INMET)			
Dia	Máxima (°C)	Mínima (°C)	Média (°C)
1	19,8	9,3	13,1
2	21,8	10,9	14,5
3	17,9	11,5	13,7
4	19,7	11,0	13,7
5	19,9	11,8	14,9
6	23,2	13,0	16,4
7	22,8	13,6	16,7
8	25,4	13,6	17,9
9	27,1	13,0	19,3
10	27,7	13,3	20,3
11	22,6	13,3	16,5
12	16,0	12,8	13,8
13	15,7	13,1	14,4
14	19,7	13,6	15,4
15	27,1	13,9	17,9
16	21,1	14,9	16,8
17	30,6	12,8	20,0
18	31,3	16,1	22,9
19	31,6	15,9	23,0
20	30,1	16,6	23,1
21	29,2	16,6	22,8
22	29,0	16,1	22,6
23	30,6	16,2	22,8
24	32,4	18,1	24,0
25	31,9	18,2	24,4
26	31,9	19,7	24,0
27	20,6	15,6	17,0
28	16,9	14,0	15,4
29	19,4	14,1	16,5
30	22,2	15,3	17,4
31	23,6	14,7	17,6
média	24,5	14,3	18,3

Tabela L: Temperatura - Setembro 2021. Fonte: INMET

Temperatura (Set 2021 - INMET)			
Dia	Máxima (°C)	Mínima (°C)	Média (°C)
1	25,6	13,8	18,3
2	28,2	14,1	19,8
3	29,5	15,8	22,0
4	30,7	16,0	21,1
5	30,5	15,5	21,1
6	26,6	17,2	20,8
7	27,2	17,0	20,2
8	33,7	17,2	24,1
9	29,6	19,6	22,4
10	24,5	18,8	20,8
11	27,8	18,3	21,6
12	31,9	17,8	22,6
13	33,8	18,0	25,1
14	33,0	22,1	26,1
15	23,4	21,5	21,0
16	19,5	16,6	17,3
17	24,9	15,3	17,6
18	32,2	16,3	21,4
19	32,4	18,7	23,4
20	35,6	18,3	25,3
21	35,0	21,1	23,4
22	18,4	12,4	14,5
23	21,8	12,1	15,2
24	30,6	12,0	17,1
25	20,8	14,2	16,8
26	30,3	15,2	20,5
27	30,4	17,2	22,6
28	32,0	16,5	23,7
29	28,5	17,7	21,5
30	25,7	15,9	19,3
média	28,5	16,7	20,9

Tabela M: Temperatura - Outubro 2021. Fonte: INMET

Temperatura (Out 2021 - INMET)			
Dia	Máxima (°C)	Mínima (°C)	Média (°C)
1	23,7	16,8	18,5
2	25,2	17,0	20,5
3	28,8	19,1	20,9
4	26,3	17,6	20,0
5	18,5	15,8	16,9
6	32,1	16,2	20,4
7	21,9	17,8	18,1
8	24,9	14,5	17,7
9	17,7	15,1	16,3
10	18,2	15,0	16,3
11	20,5	15,6	17,2
12	25,4	15,0	18,4
13	27,9	16,6	20,0
14	29,7	17,0	21,6
15	29,8	18,0	22,8
16	27,5	18,1	20,8
17	19,2	16,6	17,4
18	17,0	15,4	16,1
19	16,7	15,1	15,2
20	17,6	12,0	13,8
21	22,1	12,2	15,8
22	27,1	13,6	18,7
23	31,7	14,6	22,0
24	26,2	17,0	19,2
25	20,4	14,4	17,2
26	26,9	16,5	19,0
27	24,9	17,4	19,7
28	24,4	18,9	20,2
29	24,4	15,8	19,2
30	26,3	17,6	20,2
31	20,0	17,6	18,7
média	24,0	16,1	18,7

Tabela N: Temperatura - Novembro 2021. Fonte: INMET

Temperatura (Nov 2021 - INMET)			
Dia	Máxima (°C)	Mínima (°C)	Média (°C)
1	24,9	16,5	19,3
2	23,9	17,0	19,8
3	25,9	17,4	20,1
4	30,1	17,0	21,5
5	28,6	16,7	21,1
6	29,7	15,5	21,1
7	28,1	16,5	20,4
8	28,2	16,3	19,9
9	22,2	17,9	19,1
10	25,2	16,9	19,4
11	18,5	16,5	16,8
12	20,4	15,0	16,3
13	23,1	12,1	16,2
14	27,1	14,6	18,6
15	28,5	14,2	20,2
16	31,3	15,5	22,0
17	32,6	17,6	24,6
18	25,7	21,3	22,3
19	21,8	19,0	19,5
20	22,0	16,9	18,1
21	21,9	13,9	17,2
22	30,4	14,6	20,5
23	33,4	15,5	23,9
24	26,5	18,8	21,1
25	32,8	18,0	23,3
26	24,3	20,6	22,1
27	29,7	20,0	23,2
28	30,2	18,8	23,3
29	32,2	19,2	25,8
30	29,5	20,8	23,2
média	27,0	17,0	20,7

Tabela O: Temperatura - Dezembro 2021. Fonte: INMET

Temperatura (Dez. 2021 - INMET)			
Dia	Máxima (°C)	Mínima (°C)	Média (°C)
1	29,4	18,9	22,3
2	28,2	18,0	20,9
3	24,6	17,7	19,8
4	27,1	16,9	20,7
5	30,6	18,3	22,0
6	27,2	19,0	21,3
7	19,8	17,2	17,5
8	21,4	14,9	17,4
9	24,0	15,2	18,4
10	27,7	14,0	19,8
11	32,8	15,0	23,3
12	33,7	19,7	24,8
13	30,0	19,9	23,1
14	28,1	20,6	23,1
15	26,5	20,8	22,4
16	30,0	20,5	23,8
17	27,0	20,8	22,2
18	25,8	19,1	21,3
19	23,5	17,1	18,9
20	29,0	16,3	20,9
21	32,2	17,8	23,5
22	31,1	20,5	24,7
23	24,1	16,8	19,7
24	22,6	16,0	18,6
25	27,6	15,3	19,9
26	31,8	16,3	23,2
27	26,9	20,0	22,4
28	27,7	18,7	21,5
29	28,9	18,4	22,0
30	23,5	19,1	20,8
31	24,2	18,4	19,7
média	27,3	18,0	21,3

ANEXO C

Radiação solar incidente

As tabelas abaixo apresentam os valores da radiação solar incidente para a latitude da cidade de São Paulo, os valores foram calculados para 3 condições de céu pelo LNEC (Laboratório Nacional de Engenharia Civil, de Lisboa) e estão disponíveis no livro "Manual do Conforto Térmico" (Frota, Schiffer).

Tabela P - Radiação solar incidente (Ig) - Solstício de Verão

ig (W/m²) - São Paulo / 22 de Dezembro													
	06h	07h	08h	09h	10h	11h	12h	13h	14h	15h	16h	17h	18h
S	114	208	195	151	106	74	63	74	106	151	195	208	114
SE	255	560	615	549	410	244	63	68	63	58	50	40	20
E	276	608	704	659	511	311	63	68	63	58	50	40	20
NE	121	323	410	417	349	235	65	68	63	58	50	40	20
N	20	40	50	58	63	68	66	68	63	58	50	40	20
NW	20	40	50	58	63	68	65	235	349	417	410	323	121
W	20	40	50	58	63	68	63	311	511	659	704	608	276
SW	20	40	50	58	63	68	63	244	410	549	615	560	255
H	81	317	575	811	990	1108	1138	1108	990	811	575	317	81

Tabela Q - Radiação solar incidente (Ig) - Equinócios

ig (W/m²) - São Paulo / 22 março /22 setembro													
	06h	07h	08h	09h	10h	11h	12h	13h	14h	15h	16h	17h	18h
S	0	28	45	53	60	63	63	63	60	53	45	28	0
SE	16	288	386	313	163	63	63	63	60	53	45	28	0
E	23	441	673	667	531	316	63	63	60	53	45	28	0
NE	16	351	591	661	624	513	341	155	60	53	45	28	0
N	0	73	190	290	386	446	453	446	386	290	190	73	0
NW	0	28	45	53	60	155	341	513	624	661	591	351	16
W	0	28	45	53	60	63	63	316	531	667	673	441	23
SW	0	28	45	53	60	63	63	63	163	313	386	288	16
H	0	155	418	667	751	983	1029	983	751	667	418	155	0

Fonte: (FROTA, SCHIFFER,2003)

Tabela R - Radiação solar incidente (Ig) - Solstício de Inverno

ig (W/m²) - São Paulo / 21 de Junho													
	06h	07h	08h	09h	10h	11h	12h	13h	14h	15h	16h	17h	18h
S	-	8	30	45	50	53	55	53	50	45	30	8	-
SE	-	36	112	56	50	53	55	53	50	45	30	8	-
E	-	90	395	501	424	261	55	53	50	45	30	8	-
NE	-	96	478	679	708	643	515	349	180	45	30	8	-
N	-	51	289	485	607	679	705	679	607	485	289	51	-
NW	-	8	30	45	180	349	515	643	708	679	478	96	-
W	-	8	30	45	50	53	55	261	424	501	395	90	-
SW	-	8	30	45	50	53	55	53	50	56	112	36	-
H	-	21	182	395	573	675	716	675	573	395	182	21	-

ANEXO D

Dados Climáticos

Abaixo estão os dados climáticos referentes ao mês de dezembro dos anos 2018, 2019, 2020 e 2021 obtidos através do site do INMET.

Tabela S - Temperatudo máxima, mínima e média
Dezembro de 2021

Temperatura máxima e mínima (Dez. 2021 - INMET)			
Dia	Máxima (°C)	Mínima (°C)	Média (°C)
1	29,4	18,9	22,3
2	28,2	18,0	20,9
3	24,6	17,7	19,8
4	27,1	16,9	20,7
5	30,6	18,3	22,0
6	27,2	19,0	21,3
7	19,8	17,2	17,5
8	21,4	14,9	17,4
9	24,0	15,2	18,4
10	27,7	14,0	19,8
11	32,8	15,0	23,3
12	33,7	19,7	24,8
13	30,0	19,9	23,1
14	28,1	20,6	23,1
15	26,5	20,8	22,4
16	30,0	20,5	23,8
17	27,0	20,8	22,2
18	25,8	19,1	21,3
19	23,5	17,1	18,9
20	29,0	16,3	20,9
21	32,2	17,8	23,5
22	31,1	20,5	24,7
23	24,1	16,8	19,7
24	22,6	16,0	18,6
25	27,6	15,3	19,9
26	31,8	16,3	23,2
27	26,9	20,0	22,4
28	27,7	18,7	21,5
29	28,9	18,4	22,0
30	23,5	19,1	20,8
31	24,2	18,4	19,7
média	27,3	18,0	21,3

Tabela T - Temperatudo máxima, mínima e média
Dezembro de 2020

Temperatura máxima e mínima (Dez. 2020 - INMET)			
Dia	Máxima (°C)	Mínima (°C)	Média (°C)
1	29,4	19,3	22,6
2	29,8	19,6	22,9
3	30,5	20,6	24,3
4	31,4	20,9	24,4
5	25,1	20,4	21,7
6	25,5	18,3	20,5
7	26,0	18,5	21,1
8	28,1	19,1	21,7
9	29,4	17,1	22,0
10	27,9	19,0	22,2
11	26,5	19,0	22,1
12	28,0	19,5	23,1
13	29,3	20,3	23,6
14	29,7	18,9	24,2
15	30,9	20,0	24,3
16	31,6	19,3	23,4
17	30,6	18,9	23,4
18	31,4	20,5	23,4
19	32,6	19,6	25,8
20	32,5	18,8	23,9
21	31,8	19,9	24,2
22	22,6	21,0	21,2
23	24,8	17,9	20,1
24	24,6	18,1	20,0
25	25,0	16,4	19,5
26	26,6	16,2	20,0
27	25,3	18,4	20,7
28	26,6	18,5	22,2
29	29,7	19,0	22,8
30	30,8	19,1	24,1
31	28,2	22,5	23,3
média	28,5	19,2	22,5

Tabela U - Temperatudo máxima, mínima e média
Dezembro de 2019

Temperatura máxima e mínima (Dez. 2019 - INMET)			
Dia	Máxima (°C)	Mínima (°C)	Média (°C)
1	30,0	21,0	23,7
2	22,0	16,8	18,5
3	21,5	15,1	18,0
4	29,5	17,4	21,8
5	29,6	20,6	23,4
6	23,1	17,9	20,2
7	28,4	16,6	21,0
8	29,3	15,0	21,0
9	29,2	17,9	21,3
10	26,4	19,5	21,3
11	26,7	18,6	21,0
12	27,2	17,8	22,3
13	30,2	21,3	23,0
14	29,7	20,2	22,3
15	31,7	18,3	24,7
16	32,5	22,0	26,5
17	31,0	21,1	24,3
18	22,2	19,3	20,7
19	23,9	18,8	20,8
20	28,3	19,2	23,1
21	28,9	21,2	24,3
22	28,1	20,8	23,4
23	27,7	20,0	21,7
24	27,9	17,7	21,9
25	31,6	19,1	23,6
26	30,9	18,7	23,3
27	28,7	19,4	22,8
28	30,9	20,7	24,1
29	30,9	20,1	24,0
30	31,8	19,0	23,5
31	32,3	19,5	24,3
média	28,5	19,1	22,4

Tabela V - Temperatudo máxima, mínima e média
Dezembro de 2018

Temperatura máxima e mínima (Dez. 2018 - INMET)			
Dia	Máxima (°C)	Mínima (°C)	Média (°C)
1	26,7	18,6	21,7
2	26,9	18,8	21,4
3	22,8	16,4	18,8
4	29,8	15,9	22,2
5	30,0	20,3	24,2
6	29,9	17,9	21,4
7	25,0	17,6	19,5
8	20,1	13,7	16,4
9	26,9	12,8	18,8
10	30,2	15,7	22,4
11	31,9	19,2	24,9
12	33,7	20,2	25,8
13	32,1	20,8	24,3
14	33,5	19,4	25,9
15	33,5	22,3	26,7
16	32,7	22,2	25,7
17	33,9	22,0	27,2
18	34,0	20,7	25,8
19	31,1	21,0	24,2
20	33,1	21,7	26,9
21	32,4	22,1	26,7
22	33,3	21,7	25,8
23	30,1	20,9	23,2
24	28,9	20,9	21,9
25	24,4	19,2	20,9
26	27,4	17,9	21,7
27	28,9	18,9	22,4
28	29,6	18,8	22,7
29	30,7	18,7	23,4
30	32,7	19,2	24,3
31	31,2	18,9	24,0
média	29,9	19,2	23,3

