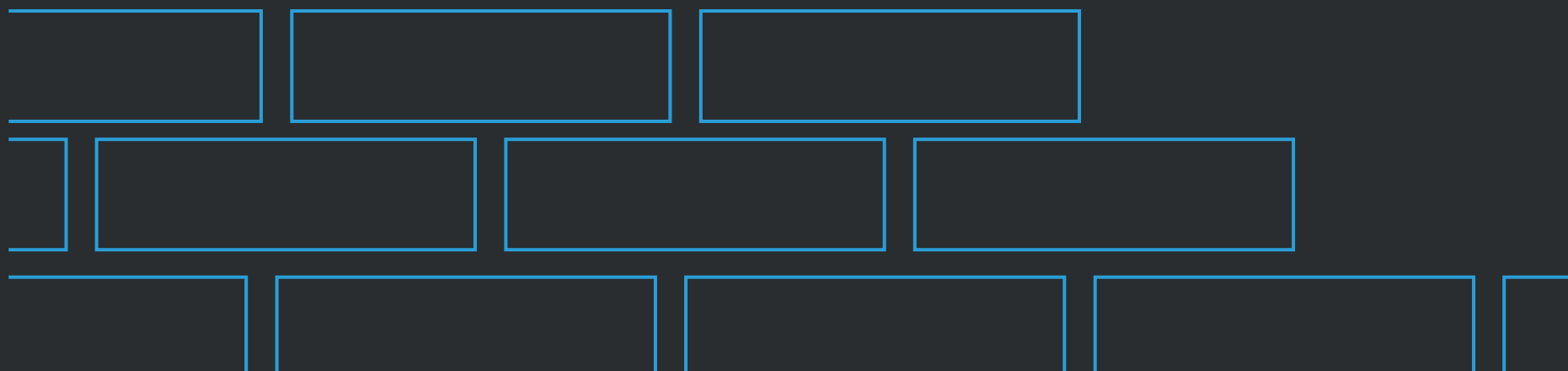


MATERIAIS EFICIENTEMENTE ENERGÉTICOS PARA HABITAÇÃO DE INTERESSE SOCIAL



KARINE ELLEN LINS
FAU UFRJ - Trabalho Final de Graduação
Orientador Thiago Melo Grabois
2020

Materiais eficientemente energéticos para habitação de interesse social

por

KARINE ELLEN LINS

Caderno final de TFG 2, apresentado à Universidade Federal do Rio de Janeiro, como parte das exigências para a obtenção do título de Arquiteta e Urbanista. avaliado por

Orientador

Thiago Melo Grabois

Arquiteto, prof.º Adjunto Faculdade de Arquitetura e Urbanismo/UFRJ

Membro Interno

Alice Horizonte Brasileiro

Arquiteta, prof.ª Titular da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo/UFRJ

Membro Externo

Teresa Cristina Hersen Monteiro

Arquiteta, prof.ª Universidade Estácio de Sá - Brasília/UNESA e da Universidade de Brasília/UnB

Rio de Janeiro, 27 de julho de 2021.

AGRADECIMENTOS

"Todas as coisas foram feitas por Ele, e sem Ele nada do que foi feito se fez." (conf. João 1:3)

Agradeço, sobretudo a Deus, por me permitir expressar sua natureza criativa e colocar em mim nada menos do que o suficiente para que eu realize cada projeto. Por não desistir de me ensinar que não vivo pelo que sinto ou pelo o que vejo, mas por aquilo que é essencial e invisível aos olhos, mesmo durante esse tempo tão incerto de pandemia.

Me fez ver além das notícias e colocou em minha caminhada pessoas que me guiaram durante o final desse ciclo, como o professor, arquiteto e orientador Thiago Grabois.

Agradeço pela sua facilidade em organizar as ideias, que constantemente surgiam, por me ajudar a podar e retirar o que precisava. Muito obrigada por seu comprometimento para que o melhor pudesse ser alcançado.

Meu agradecimento às professoras Alice Brasileiro e Teresa Hersen pela disponibilidade, acompanhamento e contribuição para este trabalho, por cada comentário e incentivo.

Obrigada a cada amigo e professor(a) que a FAU me apresentou e que contribuiu para meu crescimento pessoal e profissional.

Agradeço à Luciana Garrido por suas orações e suas palavras que sempre foram como flechas certeiras ao meu coração.

Às "Anas" que também estavam passando por essa etapa final da graduação, por me emprestarem seus ouvidos, por cada sugestão e apoio.

Aos amigos de São Paulo e do Rio de Janeiro, que mesmo com a distância estiveram presentes. Muito obrigada!

À Clara, Djuanne, Hanna e Isabela pelo apoio, cuidado e amizade durante todos esses anos longe das nossas famílias.

À minha família, Alini, Lucas, Ivanize e José, pelo apoio desde o início da graduação. Obrigada por sempre acreditarem em mim, e por vezes, mais do que eu mesma acreditei. Obrigada por suportarem a saudade durante esses anos e por sonharem junto comigo. Amo vocês!

RESUMO

Um dos obstáculos para usufruir do direito à moradia está no custo de sua execução. Para essa fase é necessária a aquisição de materiais, sua escolha e a escolha do processo utilizado para manuseá-los. Dessa forma, a falta de conhecimento técnico dos materiais e de alternativas construtivas impossibilita definir quais os mais adequados, podendo afetar a qualidade de vida dos moradores durante o uso dessa habitação e até mesmo ocasionar mudanças posteriores mais custosas.

Dessa forma, notou-se a necessidade de propor um painel de vedação que combine diferentes materiais de modo a facilitar a construção por meio da melhoria e rapidez no processo construtivo. Considerando também um menor custo da sua materialidade sem que a qualidade e o conforto sejam prejudicados.

O local de implementação dessa vedação será o edifício abandonado localizado na rua do Carmo, 93, na área central da capital de São Paulo, e tem a finalidade de servir de subsídio para fazê-lo cumprir com sua função social.

Palavras-chave: materiais, habitação social, técnica construtiva, eficiência, área central, São Paulo.

ABSTRACT

One of the obstacles to enjoying the right to housing is the cost of its execution. For this phase, it is necessary to acquire materials, choose them and choose the process used to handle them. Thus, the lack of technical knowledge of materials and construction alternatives makes it impossible to define which ones are most appropriate, which may affect the quality of life of residents during the use of this housing and even cause more costly later changes.

Thus, there was a need to propose a fence panel that combines different materials in order to facilitate construction by improving and speeding up the construction process. Also considering a lower cost of its materiality without compromising quality and comfort.

The place of implementation of this fence will be the abandoned building located on Rua do Carmo, 93, in the central area of the capital of São Paulo, and has the purpose of serving as a subsidy to make it fulfill its social function.

Keywords: materials, social housing, constructive technique, efficiency, central area, São Paulo.

SUMÁRIO

Agradecimentos _____	2
Resumo _____	3
Abstract _____	3
Sumário _____	4
Lista de Tabelas _____	5
Lista de Gráficos _____	5
Lista de Figuras _____	5
1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS	
1.1 Justificativa do tema _____	8
1.2 Objeto e campo de atuação, objetivo geral e objetivos específicos _____	9
1.3 Justificativa da escolha do local _____	12
1.4 Histórico _____	14
1.5 Programa Municipal de Habitação e Público-alvo _____	17
1.6 Metodologia _____	20
2 O EDIFÍCIO	
2.1 Mapas _____	21
2.2 Entorno _____	24
2.3 Skyline _____	27
2.4 Condicionantes locais _____	29
2.5 Análise solar _____	31
2.6 Análise dos ventos _____	35
3 MATERIAIS	
3.1 Análise dos materiais _____	36
3.2 Vantagens e desvantagens _____	44
3.3 Combinação dos materiais _____	46
4 DEFINIÇÃO DE ESTRATÉGIAS E PROJETO	
4.1 Estratégias de atuação _____	49
4.2 Estratégias bioclimáticas _____	49
4.3 Iluminação natural _____	52
5 PROJETO	
5.1 Projeto da edificação _____	54
5.2 Organograma _____	56
5.3 Programa de necessidades _____	57
5.4 Tipo de Unidade Habitacional _____	58
5.5 Organograma _____	59
5.6 Organograma _____	69
5.7 Fachada Nordeste _____	74
5.8 Fachada Noroeste _____	78
5.9 Fachada Sudeste _____	84
5.10 Fachada Sudoeste _____	88
5.11 Comparação da vedação existente com a proposta _____	92
Bibliografia _____	95

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1:** Grupos de atendimento conforme renda familiar. pág 18
- Tabela 2:** Custos unitários adotados para o Plano Municipal de Habitação. pág 19
- Tabela 3:** Absortância para radiação solar e emissividade para radiação a temperaturas comuns. pág 36
- Tabela 3:** Absortância para radiação solar. pág 36
- Tabela 4:** Densidade dos materiais. pág 37
- Tabela 5:** Energia consumida na produção e resistência. pág 37
- Tabela 6:** Vantagens e desvantagens dos materiais. pág 44
- Tabela 7:** Primeira combinação de materiais. pág 46
- Tabela 8:** Segunda combinação de materiais. pág 46
- Tabela 9:** Terceira combinação de materiais. pág 46
- Tabela 10:** Quarta combinação de materiais. pág 46
- Tabela 11:** Quinta combinação de materiais. pág 47
- Tabela 12:** Sexta combinação de materiais. pág 47
- Tabela 13:** Sétima combinação de materiais. pág 47
- Tabela 14:** Oitava combinação de materiais. pág 47
- Tabela 15:** Nona combinação de materiais. pág 48
- Tabela 16:** Décima combinação de materiais. pág 48
- Tabela 17:** Décima primeira combinação de materiais. pág 48
- Tabela 18:** Transmitância e capacidade térmica em função da zona bioclimática. pág 49
- Tabela 19:** Percentual de necessidade de ventilação natural em algumas cidades brasileiras. pág 51
- Tabela 20:** Programa de necessidades. pág 57
- Tabela 21:** Vedação existente. pág 92
- Tabela 22:** Custo da composição total da vedação existente. pág 93
- Tabela 23:** Tabela 22: Custo do material da vedação existente pág 93

LISTA DE GRÁFICOS

- Gráfico 1:** Custos relativos à vida útil do edifício. pág 8
- Gráfico 2:** Percentual dos proprietários de imóveis ociosos. pág 16
- Gráfico 3:** Gráfico de temperatura. pág 29
- Gráfico 4:** Gráfico de radiação média mensal. pág 29
- Gráfico 5:** Gráfico de chuva. pág 29
- Gráfico 6:** Gráfico Rosa dos Ventos. pág 35
- Gráfico 7:** Condutividade térmica. pág 36
- Gráfico 8:** Condições de conforto. pág 49

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1:** Imagem do edifício em desuso. pág 9
- Figura 2:** Imagem do interior do edifício em desuso. pág 9
- Figura 3:** Anúncio do jornal Folha de São Paulo para venda das vagas de garagem, em 1964 pág 10
- Figura 4:** Pictogramas dos parâmetros desejáveis. pág 10
- Figura 5:** Prioridades da Região do Complexo Metropolitano de São Paulo. pág 12
- Figura 6:** Mapa da Capital de São Paulo. pág 13
- Figura 7:** Praça da Sé 1920. pág 14
- Figura 8:** Praça da Sé 1958. pág 14
- Figura 9:** Casarão, 1910. pág 15
- Figura 10:** Rua do Carmo, 2021. pág 15
- Figura 11:** Mapa de vias e gabarito do entorno. pág 21
- Figura 12:** Mapa figura-fundo. pág 22
- Figura 13:** Mapa de uso e ocupação do solo. pág 23
- Figura 14:** Mapa 3D do entorno. pág 24
- Figura 15:** Catedral da Sé. pág 24
- Figura 16:** Corpo de Bombeiros. pág 24
- Figura 17:** Acesso ao Metrô. pág 24
- Figura 18:** Praça Clóvis Bevilacqua. pág 24

Figura 19: Rua do Carmo. pág 24

Figura 20: Mapa 3D do entorno. pág 25

Figura 21: Rua do Carmo pág 25

Figura 22: Rua Alcides Bezerra. pág 25

Figura 23: Rua Alcides Bezerra. pág 25

Figura 24: Rua Joaquim dos Santos. pág 25

Figura 25: Rua Silveira Martins. pág 25

Figura 26: Esquina rua do Carmo com a Tabatinguera. pág 25

Figura 27: Skyline noroeste. pág 27

Figura 28: Skyline nordeste. pág 27

Figura 29: Skyline sudoeste. pág 28

Figura 30: Skyline sudeste. pág 28

Figura 31: Carta solar durante o verão e outono. pág 30

Figura 32: Carta solar durante o inverno e primavera. pág 30

Figura 33: Análise solar dia 1 de junho às 10:41. pág 31

Figura 34: Análise solar dia 1 de junho às 13:41. pág 31

Figura 35: Análise solar dia 1 de junho às 16:41. pág 31

Figura 36: Análise solar dia 1 de junho às 10:41. pág 32

Figura 37: Análise solar dia 1 de junho às 13:41. pág 32

Figura 38: Análise solar dia 1 de junho às 16:41. pág 32

Figura 39: Análise solar dia 1 de dezembro às 10:41. pág 33

Figura 40: Análise solar dia 1 de dezembro às 13:41. pág 33

Figura 41: Análise solar dia 1 de dezembro às 16:41. pág 33

Figura 42: Análise solar dia 1 de dezembro às 10:41. pág 34

Figura 43: Análise solar dia 1 de dezembro às 13:41. pág 34

Figura 44: Análise solar dia 1 de dezembro às 16:41. pág 34

Figura 45: Mapa de localização com indicação dos ventos dominantes. pág 35

Figura 46: Desenho indicativo dos ventos dominantes e relação com entorno. pág 35

Figura 47: Comparação tijolo cerâmico. pág 41

Figura 48: Painel estrutural TC verde do tipo parede. pág 42

Figura 49: Modelo do painel. pág 46

Figura 50: Fachada ventilada. pág 50

Figura 51: Estudo do fluxo de ar em ambientes em função da presença de divisórias e repartições internas. pág 51

Figura 52: Área útil de ventilação para diversos tipos de janela. pág 52

Figura 53: Aumentando a penetração de luz no interior com prateleiras de luz. pág 52

Figura 54: Estudo de distribuição de iluminação natural em função da abertura. pág 52

Figura 55: Corte transversal da fachada nordeste. pág 53

Figura 56: Modulação interna. pág 53

Figura 57: Diagrama. pág 55

Figura 58: Organograma. pág 56

Figura 59: Vedação interna. pág 58

Figura 60: Tipos de unidades habitacionais. pág 58

Figura 61: Planta do Subsolo. pág 59

Figura 62: Planta do Térreo. pág 60

Figura 63: Planta do Primeiro Pavimento. pág 61

Figura 64: Planta do pavimento tipo do Segundo ao Terceiro Pavimento pág 62

Figura 65: Planta do pavimento tipo do Quarto ao Oitavo Pavimento. pág 63

Figura 66: Planta do Nono Pavimento. pág 64

Figura 67: Planta do pavimento tipo do Décimo ao Décimo Terceiro Pavimento. pág 65

Figura 68: Planta do Décimo Quarto Pavimento. pág 66

Figura 69: Planta do Décimo Quinto ao Vigésimo Primeiro Pavimento. pág 67

Figura 70: Planta do Vigésimo Segundo Pavimento. pág 68

Figura 71: Corte AA. pág 69

Figura 72: Corte BB. pág 70

Figura 73: Corte CC. pág 71

Figura 74: Corte DD. pág 71

Figura 75: Corte EE. pág 71

Figura 76: Imagem referência. pág 73

- Figura 77:** Desenho treliça. pág 73
- Figura 78:** Fachada Nordeste. pág 73
- Figura 79:** Subdivisão em módulo da vedação. pág 74
- Figura 80:** Subdivisão e composição dos elementos. pág 74
- Figura 81:** Composição em madeira. pág 74
- Figura 82:** Vista das placas da Vedação. pág 74
- Figura 83:** Vista externa da vedação. pág 74
- Figura 84:** Vista interna da vedação. pág 74
- Figura 85:** Vedação em planta. pág 74
- Figura 86:** Subdivisão e composição dos elementos. pág 75
- Figura 87:** Vista das placas da Vedação. pág 75
- Figura 88:** Subdivisão em módulo da vedação. pág 75
- Figura 89:** Composição em madeira. pág 75
- Figura 90:** Vista interna da vedação. pág 75
- Figura 91:** Vista externa da vedação pág 75
- Figura 92:** Corte da vedação. pág 75
- Figura 93:** Detalhe da fixação. pág 75
- Figura 94:** Vedação em planta. pág 76
- Figura 95:** Fachada Noroeste. pág 77
- Figura 96:** Subdivisão em módulo da vedação. pág 78
- Figura 97:** Composição em madeira. pág 78
- Figura 98:** Vista das placas da Vedação. pág 79
- Figura 99:** Vista externa. pág 80
- Figura 100:** Vedação em planta. pág 80
- Figura 101:** Vista interna. pág 80
- Figura 102:** Vista externa. pág 81
- Figura 103:** Vedação em planta. pág 81
- Figura 104:** Vista interna. pág 82
- Figura 105:** Vedação em planta. pág 82
- Figura 106:** Vista externa. pág 82
- Figura 107:** Fachada Sudeste. pág 83
- Figura 108:** Modulação. pág 84
- Figura 109:** Composição em madeira. pág 84
- Figura 110:** Placas. pág 85
- Figura 111:** Vista interna. pág 85
- Figura 112:** Vedação em planta. pág 85
- Figura 113:** Vista externa. pág 86
- Figura 114:** Vista externa. pág 87
- Figura 115:** Vedação em planta. pág 87
- Figura 116:** Vista interna. pág 87
- Figura 117:** Fachada Sudoeste. pág 88
- Figura 118:** Modulação. pág 89
- Figura 119:** Composição em madeira. pág 89
- Figura 120:** Placas. pág 89
- Figura 121:** Vista externa. pág 89
- Figura 122:** Vista interna. pág 89
- Figura 123:** Vedação em planta. pág 89
- Figura 124:** Modulação. pág 90
- Figura 125:** Composição em madeira. pág 90
- Figura 126:** Vista interna. pág 90
- Figura 127:** Vedação em planta. pág 90
- Figura 128:** Detalhe. pág 90
- Figura 129:** Composição em madeira. pág 91
- Figura 130:** Subdivisão e composição dos elementos. pág 91
- Figura 131:** vista externa. pág 91
- Figura 132:** vista interna. pág 91
- Figura 133:** corte da vedação. pág 91
- Figura 134:** Vedação em planta. pág 91
- Figura 135:** Chapa de Pinus. pág 94
- Figura 136:** Parafuso de Ancoragem /Chumbador. pág 94
- Figura 137:** Parafuso 3/16x35. pág 94
- Figura 138:** Cantoneira 18. pág 94
- Figura 139:** Vedação em planta. pág 94
- Figura 140:** Pregos CC Gmax 19x21. pág 94

CONSIDERAÇÕES INICIAIS

JUSTIFICATIVA DO TEMA

O tema surgiu ao considerar a relação entre a grande demanda por habitação no Brasil, expressa pelo déficit habitacional, e dois aspectos relacionados à arquitetura e ao urbanismo: a materialidade e a ociosidade de edifícios na área central da cidade de São Paulo, devido ao fato de tanto a materialidade, quanto o uso desses prédios, influenciarem diretamente na aquisição ou aluguel da moradia.

Abaixo estão listados alguns fatores relacionados à materialidade e que apresentam-se como impeditivo à moradia.

- Custo do material;
- Custo com a mão de obra e/ou falta de profissionais mais qualificados;
- Perda de material durante a execução;
- Perda de tempo na obra em processos que poderiam ser modulares, encaixáveis e mais leves sem sobrecarregar os trabalhadores;
- Baixa eficiência do material para responder questões locais de conforto e percepção tardia de problemas dessa natureza;
- Falta de flexibilidade para mudanças após a construção;

Em geral são utilizados materiais e técnicas convencionais e essa realidade traz a hipótese de que poderia haver alternativas mais baratas e eficientes, que oferecessem maior economia na execução e na aquisição de materiais, mais quali-

dade de vida durante o tempo de uso dessa edificação e rapidez na execução.

A imagem abaixo revela que as fases de uso e operação e de construção são as que têm maior impacto financeiro enquanto os custos com projeto e com a concepção são parcelas menores.

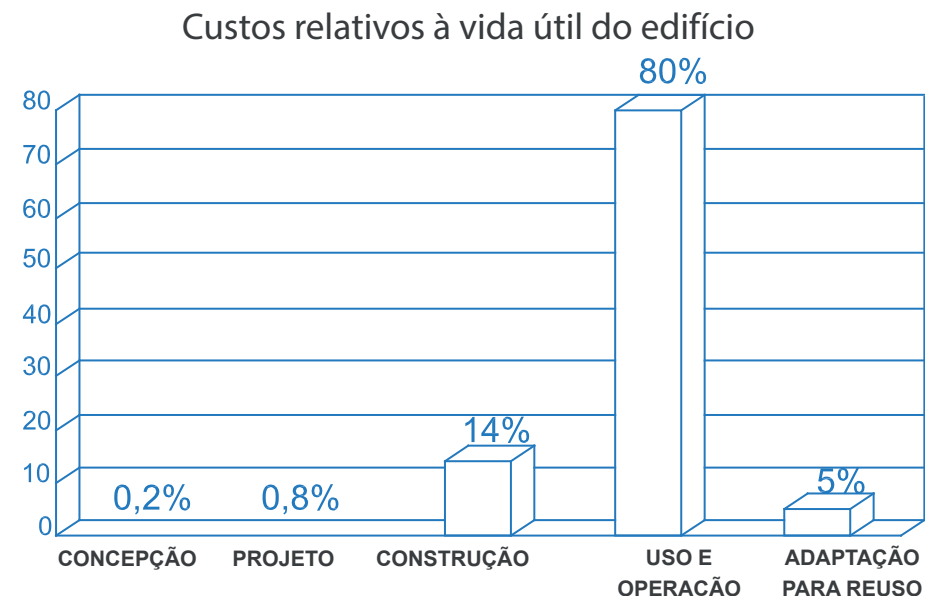


Gráfico 1: Custos relativos à vida útil do edifício. Fonte: Ceotto, 2008

Assim, uma estratégia está nas escolhas e decisões antes da etapa de construção. Ao utilizar materiais de menor custo e maior eficiência, por exemplo, haveria uma economia nos processos subsequentes (construção, uso e operações e adaptação para reuso).

OBJETO, CAMPO DE ATUAÇÃO, OBJETIVO GERAL E OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Este trabalho tem a finalidade de projetar um modelo de painel de vedação pré-fabricado para habitação popular num edifício abandonado de 24 andares, localizado na Rua do Carmo, número 93, na Sé. Seu terreno é de aproximadamente 14 metros de largura por 35 metros de profundidade, totalizando uma área de 490m². A edificação possui um sistema de vedação que está inacabado, constituído por blocos cerâmicos, e sua estrutura está completamente exposta à intempéries.



Figura 1: Imagem do edifício em desuso. Fonte: Veja SP.

envolvido em um processo jurídico em que a gestão municipal pede sua demolição em decorrência de questões estruturais, sanitárias e de segurança, enquanto o proprietário pretende finalizar a obra.

Por estar inacabado apresenta armaduras e barras de ferro expostas, aço exposto e corroído. Assim como crosta negra (acúmulo de sujeira proveniente de reações químico-físicas) e colonização biológica, evidenciada pela presença de vegetação na estrutura devido à umidade, como mostra a figura 2.



Figura 2: Imagem do interior do edifício em desuso. Fonte: Veja São Paulo

Após o incêndio e colapso do Edifício Wilton Paes de Almeida também abandonado, no Largo do Paissandu em 2018, o edifício objeto de estudo foi interditado e atualmente está

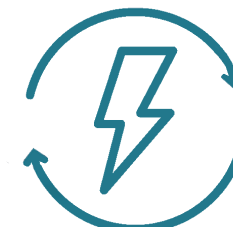
A adoção de medidas emergenciais, como a recomposição dos elementos degradados, a começar pelo aço exposto e corroído é uma possibilidade sugerida pelo professor de engenharia civil Joni Matos Incheглу, da Universidade de Mogi das Cruzes. Assim, a recuperação da estrutura mostra-se uma possibilidade de aproveitamento e ganho de produtividade para finalização da obra.

A edificação foi projetada por volta de 1964 para ser um edifício garagem, porém até hoje está em desuso e se enquadra na lista de imóveis em que o IPTU progressivo atua, por meio de uma taxação maior, como forma de pressionar o dono do imóvel (que o comprou em 2009) a fazê-lo cumprir com sua função social.

Contudo, a burocracia e o pagamento dessa taxa extra, desde 2014, têm inviabilizado a construção e por isso a envoltória proposta seria uma alternativa para agilizar esse processo por meio da economia no custo do material e menores perdas na execução, visando promover, a médio e longo prazo, eficiência energética e conforto ambiental adequados aos usuários.



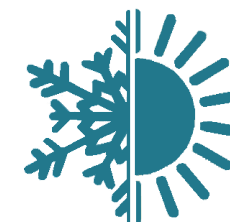
rapidez na execução



eficiência energética



menor custo do material e com perdas



conforto durante o uso

Figura 4: Pictogramas de parâmetros desejáveis.
Fonte: Elaboração autoral, 2020.



Figura 3: Anúncio do jornal Folha de São Paulo para venda das vagas de garagem, em 1964. Fonte: Veja SP

A escolha pela vedação ou envoltória como o componente arquitetônico de análise justifica-se por ela fazer a intermediação do espaço interno com o externo na edificação, atuando diretamente na ganha ou perda de calor e consequentemente no conforto durante o uso.

Além disso, intervenções na envoltória podem significar uma economia no consumo de energia de até 50% em edificações novas e de 30% em edificações existentes, segundo o Ministério de Minas e Energias.

Os objetivos específicos deste trabalho consistem na:

- Obtenção de dados relativos à influência das condicionantes locais na materialidade.
- Comparação de combinações possíveis entre os materiais.
- Criação da maquete eletrônica da edificação no lugar de estudo com a proposta de vedação.
- Estimativa dos custos da obra comparando a materialidade usual com a vedação proposta.
- Comparação do sistema existente com o sistema de vedação proposto.

JUSTIFICATIVA DA ESCOLHA DO LOCAL

Conforme a figura abaixo, entre as prioridades de intervenção apresentadas no Plano Estadual de Habitação (PEH) de São Paulo 2011-2023 estão listados: “problemas fundiários

complexos/ difícil solução habitacional e urbana”, “urbanização de assentamentos precários” e “reassentamento habitacional: riscos, favelas, ações estratégicas do governo”.

Prioridades da Região do Complexo Metropolitano - São Paulo

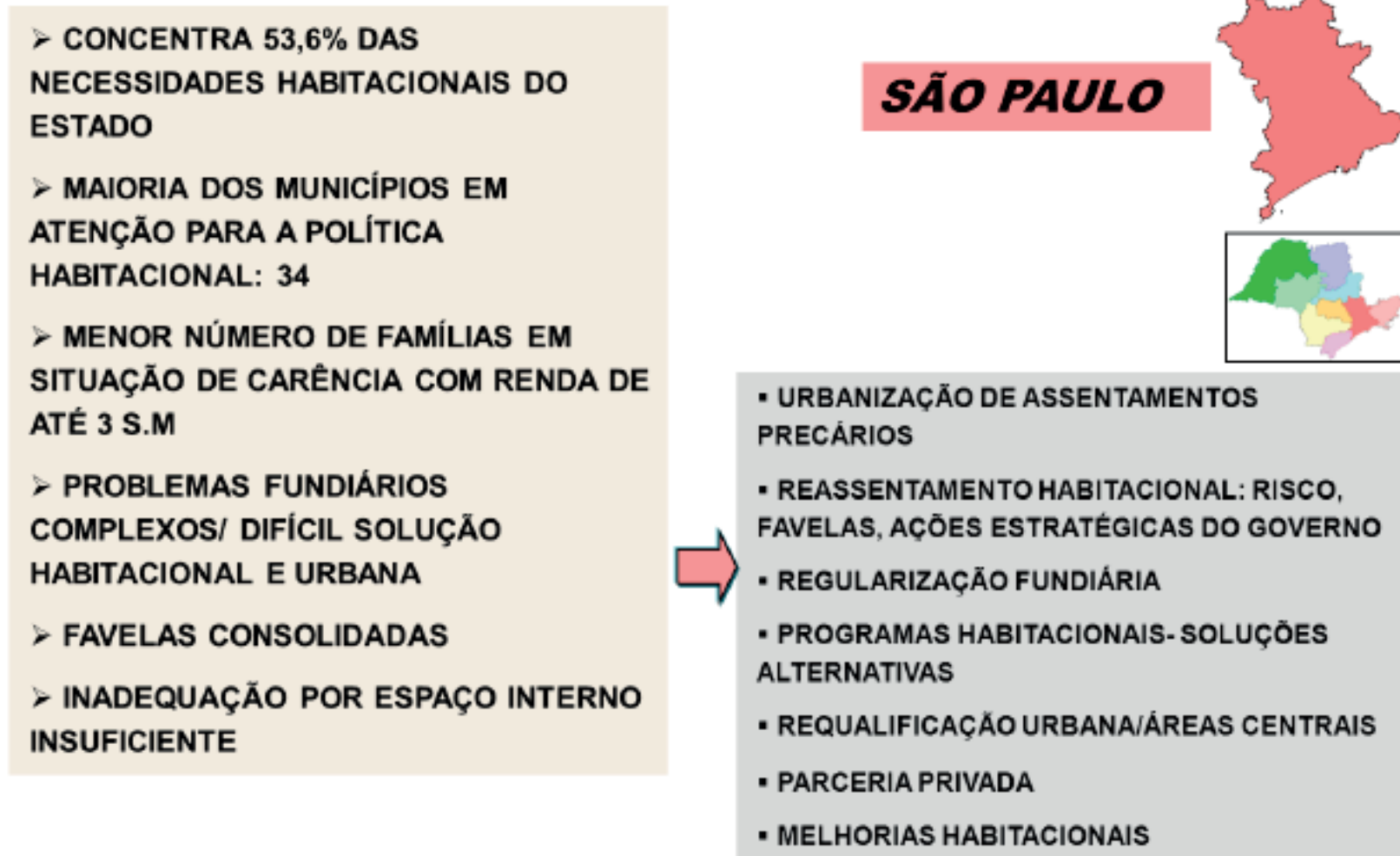


Figura 5: Prioridades da Região do Complexo Metropolitano de São Paulo.
Fonte: Plano Estadual de Habitação de São Paulo PEH 2011-2023, página 312.

Essas prioridades de atuação são indicativos de um padrão a respeito da construção de habitação popular no Estado: a precariedade dessas edificações é evidenciada pela zona de risco de sua implantação. Haja vista sua localização em áreas periféricas da cidade, onde o solo é mais barato.

Contrariando essa lógica, o local proposto para a implementação do projeto de habitação está localizado no número 93 da rua do Carmo, na Sé, área central da cidade de São Paulo, próximo à Secretaria da Fazenda do Estado de São Paulo e à Praça da Sé.

Essa área está próxima a locais de maior demanda de trabalho, mobilidade, transporte, cultura e lazer. E possibilita, assim, o aproveitamento das infraestruturas existentes da cidade e exclui a necessidade de um custo maior de expansão pelo Estado.

Além disso a revitalização de um espaço em desuso, pela falta de atividade humana e por não estar cumprindo sua função social, pode diminuir a insegurança no local.



Figura 6: Mapa da capital de São Paulo.
Fonte: Elaboração autoral, 2020.

HISTÓRICO

São Paulo se desenvolveu sobretudo pela cafeicultura no interior do Estado. Era o ponto de partida para o Rio de Janeiro e para Santos por volta de 1770, tornando-se o centro financeiro e econômico no final do século XIX.

Nos anos 30, com um milhão de habitantes, a cidade assume um perfil de metrópole industrial e inicia um processo de verticalização da área central e de construção de bairros industriais e operários. Edifícios em altura tornavam-se cada vez mais comuns na paisagem, à exemplo dos edifícios localizados na Praça da Sé (figura 8 e 9) e do Edifício Martinelli, de 1934, maior arranha-céu de São Paulo na época, com 26 andares e 105 metros de altura.



Figura 7: Praça da Sé 1920. Fonte: <http://www.saopauloinfoco.com.br/memoria-edificios-sp/>. Acesso em 13/10/2020.



Figura 8: Praça da Sé 1958. Fonte: <https://biblioteca.ibge.gov.br/index.php/biblioteca-catalogo?view=detalhes&id=419786>. Acesso em 15/10/2020.

Já na década de 40 houve migrações internas, de outros estados brasileiros, principalmente do Nordeste do país. As migrações sobressaíram às imigrações, totalizando quase meio milhão de pessoas. Nesse período o "Plano de Avenidas" do prefeito Prestes Maia foi implementado com grandes investimentos no sistema viário. As reformas dos anos seguintes priorizaram os automóveis e a indústria automobilística, instalada em 1956.

A partir da década de 60 houve um abandono do Centro de São Paulo pelas elites econômicas, que se mudaram para outros bairros da Capital em razão da lógica do mercado imobiliário da época, caracterizando o centro como "deca-

dente”, “degradado” e “obsoleto”. As intervenções do poder público no sistema viário, na restauração de edifícios tombados pelo Patrimônio Histórico e calçadas na região na década de 70 não foram suficientes para impedir o seu esvaziamento.

A figura 10, de 1910, e a figura 11 mostram o casarão, também localizado na Rua do Carmo, no número 198, atualmente sem uso, fruto desse esvaziamento.



Figura 9: Casarão, 1910. Fonte: <https://saopauloantiga.com.br/rua-do-carmo-198/>. Acesso em 16/10/2020.



Figura 10: Rua do Carmo. Fonte: Google Street View, 2020.

Em 1970 os arranha-céus do núcleo histórico, também chamado de “Centro Velho”, a leste do vale do Anhangabaú, concentravam as sedes de bancos e instituições financeiras. Já o “Centro Novo”, em direção à praça da República, era composto por atividades comerciais e de serviços.

Entre 1975 e 1979 a praça da Sé passou por um processo de reurbanização devido ao Metrô que estava sendo implementado. A estação da Sé hoje interliga os eixos norte-sul e leste-oeste da cidade por meio do sistema metroviário e a região caracteriza-se como o marco zero da cidade de São Paulo.

Entre 2013 e 2017 , após a criação do Departamento de Controle da Função Social da Propriedade, cerca de dois mil imóveis ociosos no centro de São Paulo foram notificados.

Desde 2014 o instrumento urbanístico do “Parcelamento, Edificação, Utilização Compulsórios” foi regulamentado e apresentado no Plano Diretor Estratégico da cidade e tem por objetivo o cumprimento da função social da propriedade.

Em 2015 o instrumento urbanístico do “IPTU Progressivo no Tempo” foi regulamentado, ele duplica o valor do IPTU do imóvel como forma de pressionar os proprietários a dar uso ao imóvel.

Em 2018, no “Centro Velho” foram notificados, pelo Portal Geosampa da Prefeitura de São Paulo, 94 imóveis vazios localizados na Rua São Bento, Praça da Sé, na Santa Efigênia, na Av. Rio Branco, na Av. São João e na Av. Alcântara Machado. Totalizando aproximadamente 148.428 m² de área construída verticalizada sem uso.

O percentual dos proprietários individuais desses imóveis é de 54%, enquanto que as empresas representam 46% e em sua maioria caracterizam-se como imobiliárias.



Gráfico 2. Fonte: elaboração autoral, 2020.

HABITAÇÃO SOCIAL EM SÃO PAULO E PÚBLICO-ALVO

O Plano Municipal de Habitação de São Paulo é proposto em três linhas programáticas:

1. Serviço de Moradia Social: com o objetivo de promover moradia de caráter provisório e emergencial. Nessa modalidade há opção de acolhimento institucional intensivo, moradia transitória em imóveis alugados, em imóveis públicos ou direito à bolsa aluguel.

Atende famílias de baixa renda removidas para a realização de obras públicas, famílias em situação de vulnerabilidade e risco social, em situação de rua, idosos de baixa renda, mulheres vítimas de violência doméstica, imigrantes e refugiados de baixa renda, pessoas com deficiências de baixa renda, famílias removidas em caráter preventivo, por risco ambiental, e a famílias vítimas de desastres ambientais.

Em 2007 foi criado o Programa Parceria Social, que hoje é conhecido como “Auxílio aluguel” com o objetivo de complementar a renda para que as famílias possam arcar com o aluguel. Dados de abril de 2016 revelam que cerca de 30 mil famílias foram atendidas, resultando num total de cerca de R\$140 milhões por ano.

2. Provisão de Moradia para aquisição: atua nas frentes de promoção pública de moradia, promoção pública de moradia em assentamentos precários, promoção de moradia por autogestão, promoção privada de moradia e aquisição de moradia pronta. Da frente “promoção de moradia”

deriva-se o Programa Locação Social, o qual fornece unidades habitacionais para aluguel em imóveis públicos com valores total ou parcialmente subsidiados, e mesmo que sem subsídio, acessíveis à população de baixa renda para que haja a sua permanência em áreas em processo de valorização ou já valorizada. Evitando que, posteriormente, recursos públicos investidos nas unidades destinem-se ao mercado imobiliário privado. Essa é uma alternativa transitória, que não torna necessária a compra do imóvel. Essa locação pode ser uma Locação Social de Promoção Pública ou Locação Social por Autogestão.¹

3. Programa Locação Social de Mercado: com o objetivo de regular o mercado de aluguéis por meio de cobranças acessíveis para famílias de baixa renda. Essa linha programática oferece incentivos tributários e urbanísticos aos proprietários dos imóveis que concordem em destinar unidades habitacionais para aluguel nos valores determinados pela prefeitura de acordo com a região.

De acordo com as linhas programáticas existentes este projeto considerará a adoção do Programa Locação Social de Mercado, de modo que possibilite a proposição de unidades habitacionais para população de baixa renda no edifício em estudo.

¹ A autogestão contempla a participação dos moradores nas etapas de escolha do terreno ou imóvel, no desenvolvimento do projeto, construção, gestão, financiamento e manutenção.

Grupo	Renda Familiar	Tipo de Unidade Habitacional	Característica	Fonte de recursos
G1	até R\$880 1 salário mínimo	HIS 1	recurso a fundo perdido	Federais: FNHIS, FAR, FDS, FGTS Estaduais: FPHIS Municipais: Tesouro, FMH, FMSAI, Fundurb
G2	de R\$880 a R\$ 2.640 1 a 3 salários mínimos	HIS 1	financiamento com subsídio parcial (complemento e/ equilíbrio)	Federais: FNHIS, FAR, FDS, FGTS Estaduais: FPHIS Municipais: Tesouro, FMH, FMSAI, Fundurb
G3	de R\$ 2.640 a R\$5.280 3 a 6 salários mínimos	HIS 2	financiamento com subsídio parcial (complemento e/ equilíbrio)	Federais: FNHIS, FGTS Estaduais: FPHIS Municipais: Tesouro, FMH, FMSAI, Fundurb
G4	de R\$5.280 a R\$8.880 6 a 10 salários mínimos	HMP	SFH: unidades até R\$750 mil	Federais: FGTS / SBPE
G5	acima de R\$8.880 acima de 10 salários mínimos	—	SFH/Mercado: unidades acima de R\$ 750 mil	Federais: SBPE faixa livre / SFI financiamento direto com construtoras e recursos próprios das famílias (aquisição sem financiamento)

Tabela 1: Grupos de atendimento conforme renda familiar. Fonte: PMH pág 47.

NOTA:

1- Siglas utilizadas:

- a) HIS – Habitação de Interesse Social;
- b) HMP – Habitação de Mercado Popular;
- c) SFH – Sistema Financeiro de Habitação;
- d) FNHIS – Fundo Nacional de Habitação de Interesse Social;
- e) FAR – Fundo de Arrendamento Residencial;
- f) FDS – Fundo de Desenvolvimento Social;

- g) FGTS – Fundo de Garantia do Tempo de Serviço;
- h) FPHIS – Fundo Paulista de Habitação de Interesse Social;
- i) FMH – Fundo Municipal de Habitação;
- j) FMSAI – Fundo Municipal de Saneamento Ambiental e Infraestrutura;
- k) Fundurb - Fundo Municipal de Desenvolvimento Urbano;
- l) SBPE – Sistema Brasileiro de Poupança e Empréstimo;
- m) SFI – Sistema de Financiamento Imobiliário.

Programa	Modalidade	Valor unitário (total ou anual)	Fonte ou Referência Valor Unitário
SERVIÇO DE MORADIA SOCIAL	Acolhimento Institucional Intensivo	R\$ 4.800	Valor anual por família atendida no Auxílio Aluguel, conforme Portaria nº 131/2015/Sehab
	Abrigo Transitório em Imóveis Alugados		
	Bolsa aluguel		
PROVISÃO DE MORADIA PARA AQUISIÇÃO	Abrigo Transitório em Imóveis Públicos	R\$ 116.000	Valor Máximo Faixa 1 (PMCMV 2) - R\$ 96.000/UH acrescido de R\$ 20.000/UH referentes aos custos de manutenção predial por 16 anos.
	Promoção Pública de Moradia	R\$ 96.000	Valor Máximo Faixa 1 (PMCMV 2) - R\$ 96.000/UH
	Promoção Privada de Moradia		
	Promoção de Moradia por Autogestão		
	Promoção Pública de Moradia em Assentamentos Precários	R\$ 76.000	Custo da unidade habitacional sem necessidade de aquisição de terreno
Aquisição de Moradia Pronta	R\$ 72.000	Valor médio adotado considerando R\$ 96.000/UH para aquisição em áreas particulares e R\$ 48.000/UH para indenização por benfeitoria em áreas públicas	
LOCAÇÃO SOCIAL	Locação Social de Promoção Pública	R\$ 116.000	Valor Máximo Faixa 1 (PMCMV 2) - R\$ 96.000/UH acrescido de R\$ 20.000/UH referentes aos custos de manutenção predial por 16 anos.
	Locação Social por Autogestão		
URBANIZAÇÃO DE ASSENTAMENTOS PRECÁRIOS	Urbanização Complexa	R\$ 22.800	Valor Máximo Faixa 1 (PMCMV 2), PAC UAP (30% do valor da UH)
	Pequenas Intervenções de Urbanização	R\$ 9.120	40% do valor adotado para Urbanização Complexa
REGULARIZAÇÃO FUNDIÁRIA DE INTERESSE SOCIAL	Regularização Fundiária de Interesse Social	R\$ 300	Valor praticado pela Coordenadoria de Regularização Fundiária da Sehab
MELHORIAS HABITACIONAIS EM ASSENTAMENTOS PRECÁRIOS	Melhorias Habitacionais Integradas	R\$ 22.800	Valor Máximo Faixa 1 (PMCMV 2), PAC UAP (30% do valor da UH)
	Melhorias de Conjuntos Habitacionais Irregulares		
INTERVENÇÃO EM CORTIÇOS	Intervenção em Cortiços Isolados	R\$ 22.800	Valor Máximo Faixa 1 (PMCMV 2), PAC UAP (30% do valor da UH)
	Intervenção Integrada em Cortiços		
ASSISTÊNCIA TÉCNICA, JURÍDICA E SOCIAL	Assistência Técnica à Comunidade	R\$ 2.280	10% dos Valores de Referência para Melhorias Habitacionais
	Escritório Local de Assistência Técnica ao Município		
AUXÍLIO ALUGUEL	Auxílio Aluguel	R\$ 4.800	Valor anual por família atendida no Auxílio Aluguel, conforme Portaria nº 131/2015/Sehab

NOTA:

1- Siglas utilizadas:

a) UH – Unidades Habitacionais;

b) PMCMV 2 – Programa Minha Casa Minha Vida, Fase 2;

c) PAC UAP – Programa de Aceleração do Crescimento – Urbanização de Assentamentos Precários.

Tabela 2: Custos unitários adotados para o Plano Municipal de Habitação. Fonte: PMH pág 48.

METODOLOGIA

ETAPA 1/2

A primeira etapa propõe-se à problematização e justificativa da escolha do tema e do local, definição do objetivo geral e dos objetivos específicos,

definição da metodologia e elaboração do cronograma.

ETAPA 2

A segunda etapa consiste no levantamento das condicionantes locais como a orientação, clima, transferências térmicas, ventos, insolação, trajetória solar e zona bioclimática, as quais influenciam no comportamento da materialidade. Também serão analisados diferentes materiais de construção: madeira, aço, concreto, bloco de concreto, tijolo cerâmico, bloco de terra comprimida, vidro, poliuretano, poliestireno expandido.

Eles serão comparados entre si por meio da avaliação de suas propriedades características de modo que atendam os seguintes parâmetros: custo, conforto térmico, conforto acústico, flexibilidade de uso, perda de material na execução, limpeza na obra, peso e tempo de construção. Para essa análise também serão utilizados simuladores online, como por exemplo do site do "Projetee" e será adotado 1m² como medida padrão para comparação.

ETAPA 3

Na terceira etapa os materiais serão combinados e a partir do melhor resultado obtido serão analisados os parâmetros de iluminação e ventilação natural, considerando a geometria da vedação. Posteriormente, será feito o projeto da edificação,

com apresentação das plantas dos pavimentos e demais desenhos necessários à compreensão.

ETAPA 4

Nessa etapa será realizado o projeto do painel de vedação e sua aplicação ao edifício existente. Por fim será comparada a vedação existente com a proposta.

O EDIFÍCIO VIAS E GABARITO DO ENTORNO

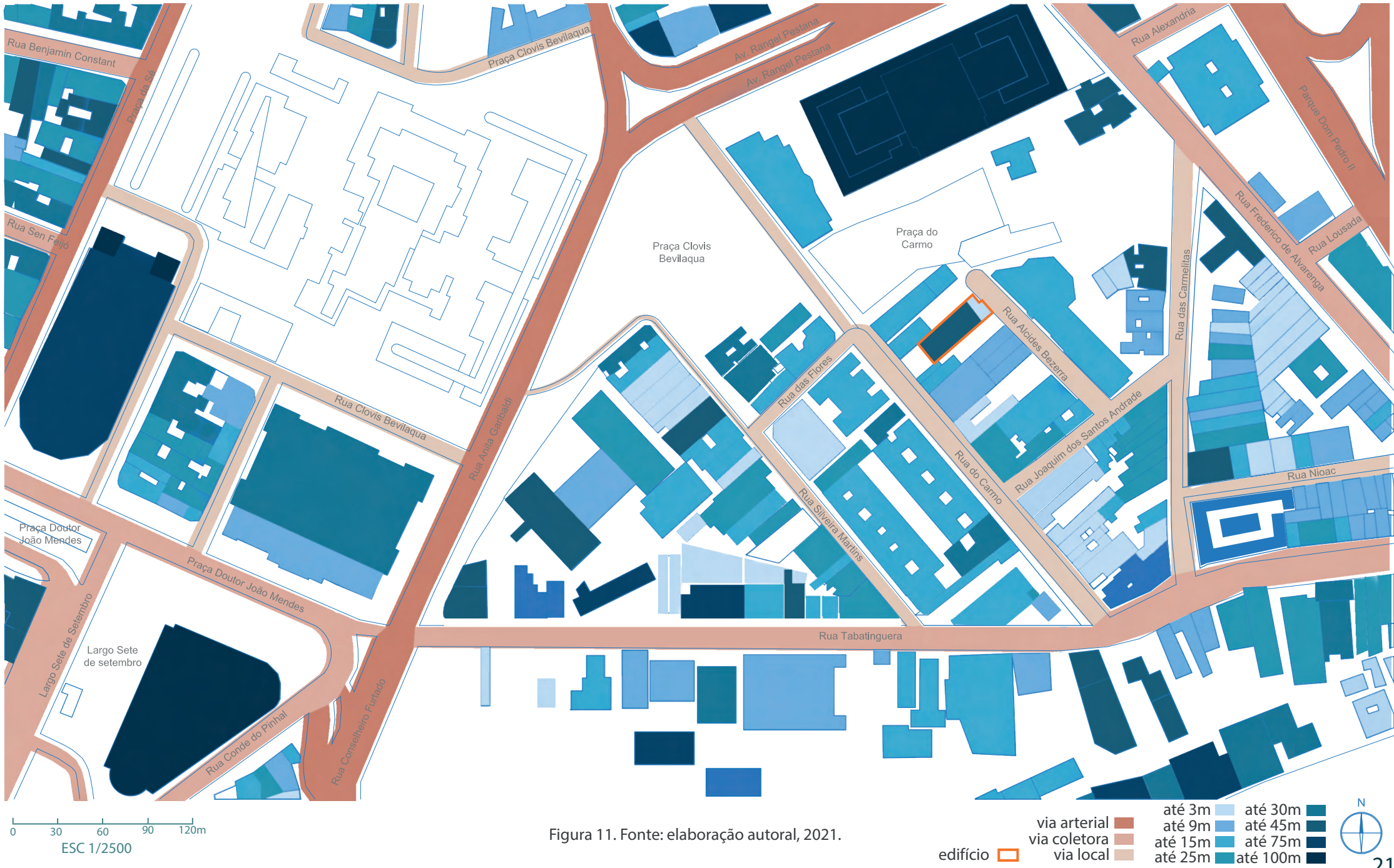


Figura 11. Fonte: elaboração autoral, 2021.

MAPA FIGURA FUNDO



Figura 12. Fonte: elaboração autoral, 2020.

MAPA DE USO E OCUPAÇÃO DO SOLO



0 30 60 90 120m
ESC 1/2500

Figura 13. Fonte: elaboração autoral, 2020.



ENTORNO

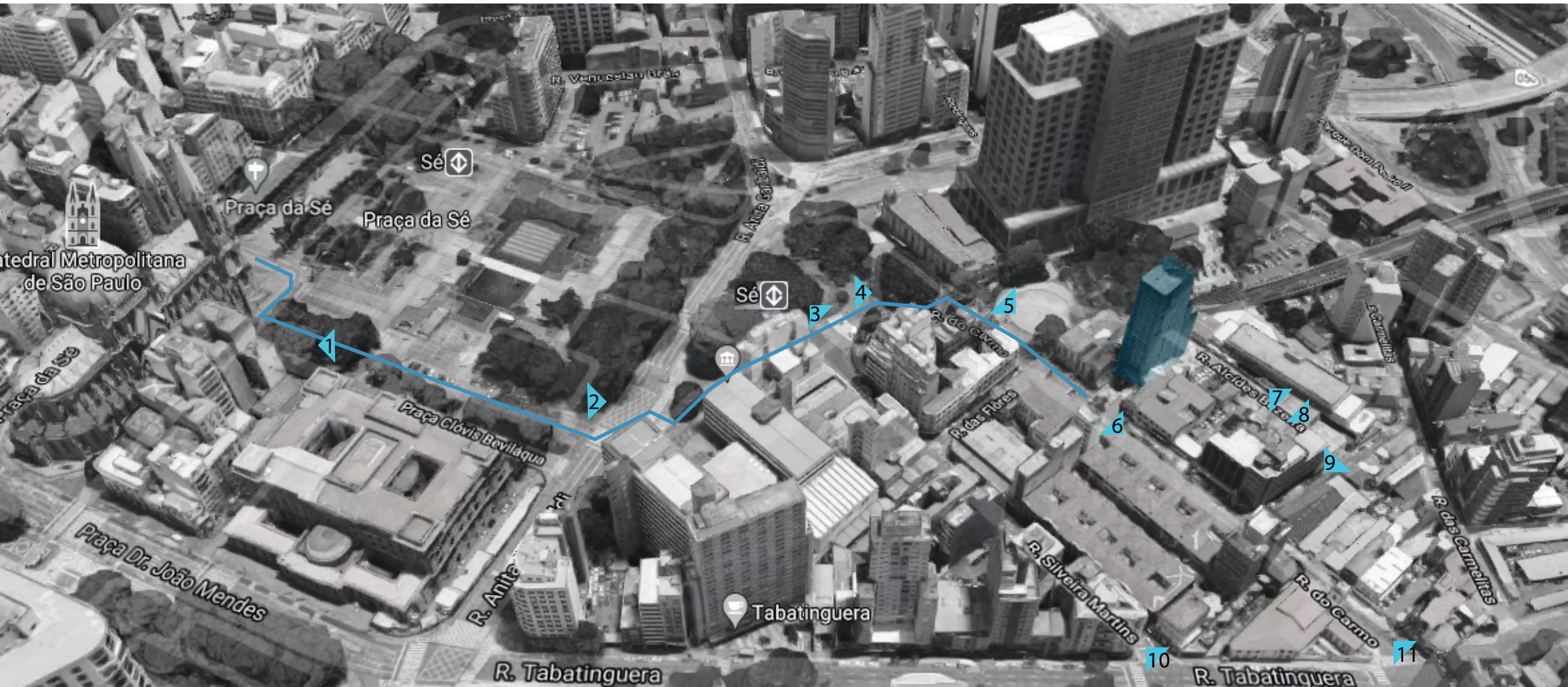


Figura 14: Mapa 3D do entorno. Fonte: edição autoral a partir de imagens do Google Maps, 2021.
Figuras 15, 16, 17, 18 e 19. Fonte: elaboração autoral, 2021.



1 Catedral da Sé



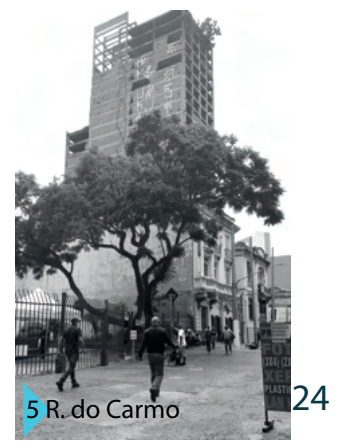
2 Corpo de Bombeiros



3 Acesso ao Metrô



4 Praça Clóvis Bevilacqua



5 R. do Carmo

ENTORNO

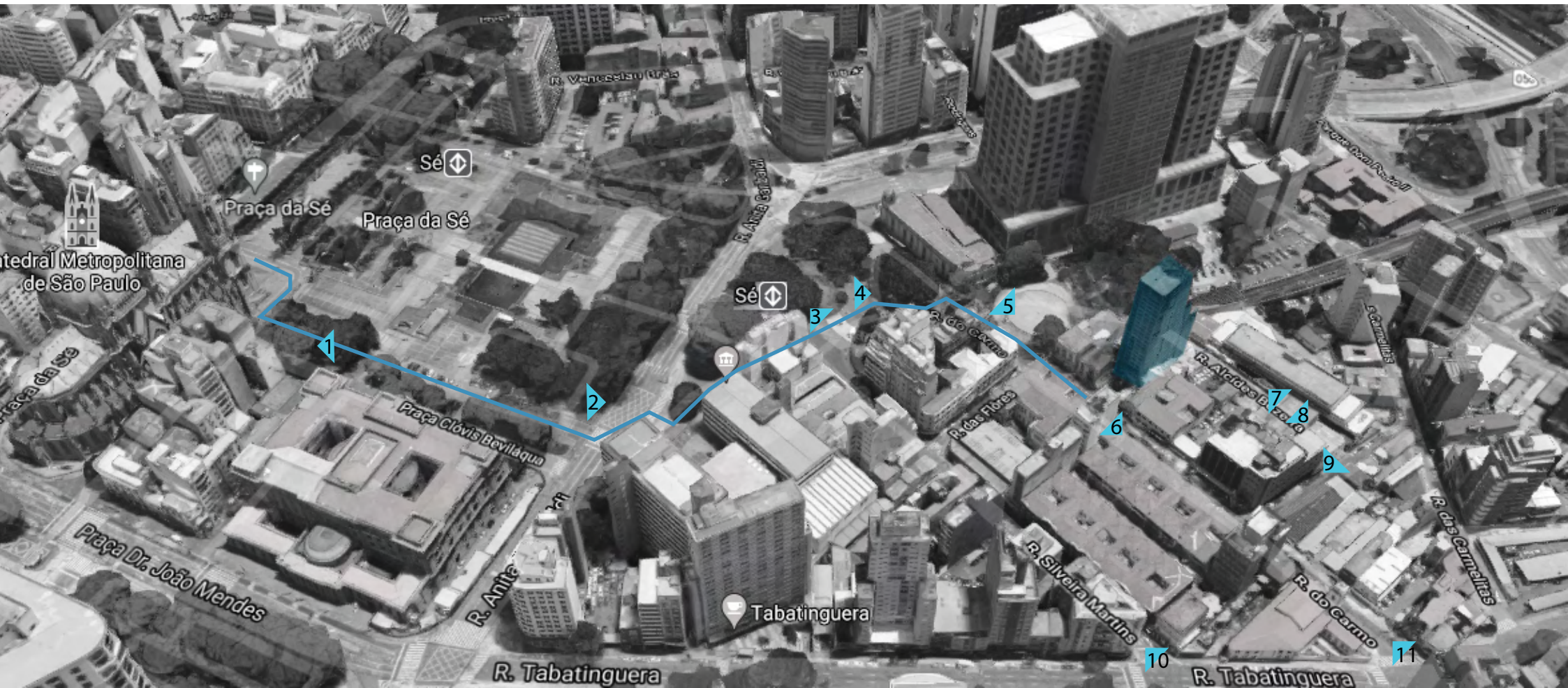


Figura 20: Mapa 3D do entorno. Fonte: edição autoral a partir de imagens do Google Maps, 2021.
Figuras 21, 22, 23, 24, 25 e 26. Fonte: elaboração autoral, 2021.



6 R. do Carmo



7 R. Alcides Bezerra



8 R. Alcides Bezerra



9 R. Joaquim Santos



10 R. Silveira Martins



11 Esquina R. do Carmo e R. Tabatinguera

CONCLUSÃO DOS MAPAS

O entorno é constituído por edifícios históricos, como a Catedral da Sé e a Igreja do Carmo, assim como por edifícios públicos, como Palácio da Justiça e o Fórum. Também é provido de escolas e edifícios institucionais como Comando do Corpo de Bombeiros

Destacam-se também lojas destinadas à fabricação de essências e frascos e há no local grande disponibilidade de comércio e edifícios mistos, em que o térreo é comercial e os demais pavimentos são destinados à habitação.

Por meio do mapa de figura percebe-se que apesar de ser uma área adensada também apresenta espaços livres públicos não edificados, como a praça da Sé e a Praça Clóvis Bevilacqua.

O mapa do gabarito de entorno mostra que os edifícios mais altos geralmente são os que mais ocupam o térreo e que na Rua do Carmo o edifício em estudo se destaca em relação aos demais por causa de seu gabarito.

As vias próximas à ele caracterizam-se pela sua variedade (arteriais, pelas quais os ônibus circulam, coletoras, transi-

cionando do fluxo de maior intensidade para as vias de tráfego menos intenso, denominadas vias locais, as quais predominam nos arredores do edifício.

A Sé, área central da cidade, caracteriza-se pela grande disponibilidade de transporte que a conecta a outras áreas da cidade por meio dos ônibus e metrô.

SKYLINE

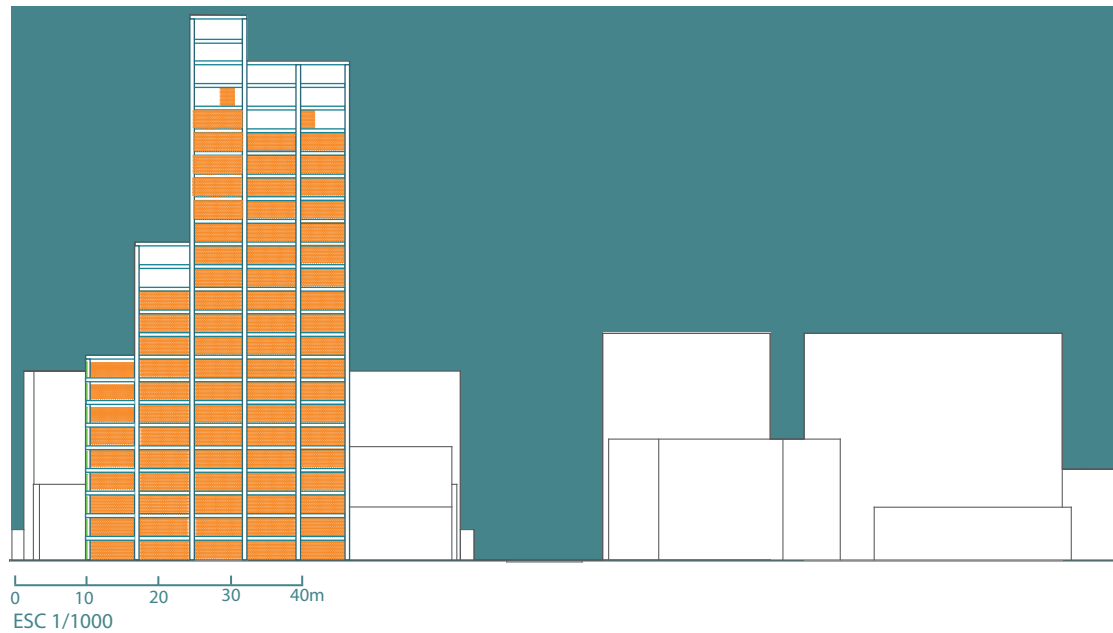


Figura 27: Skyline noroeste.
Fonte: elaboração autoral, 2020.

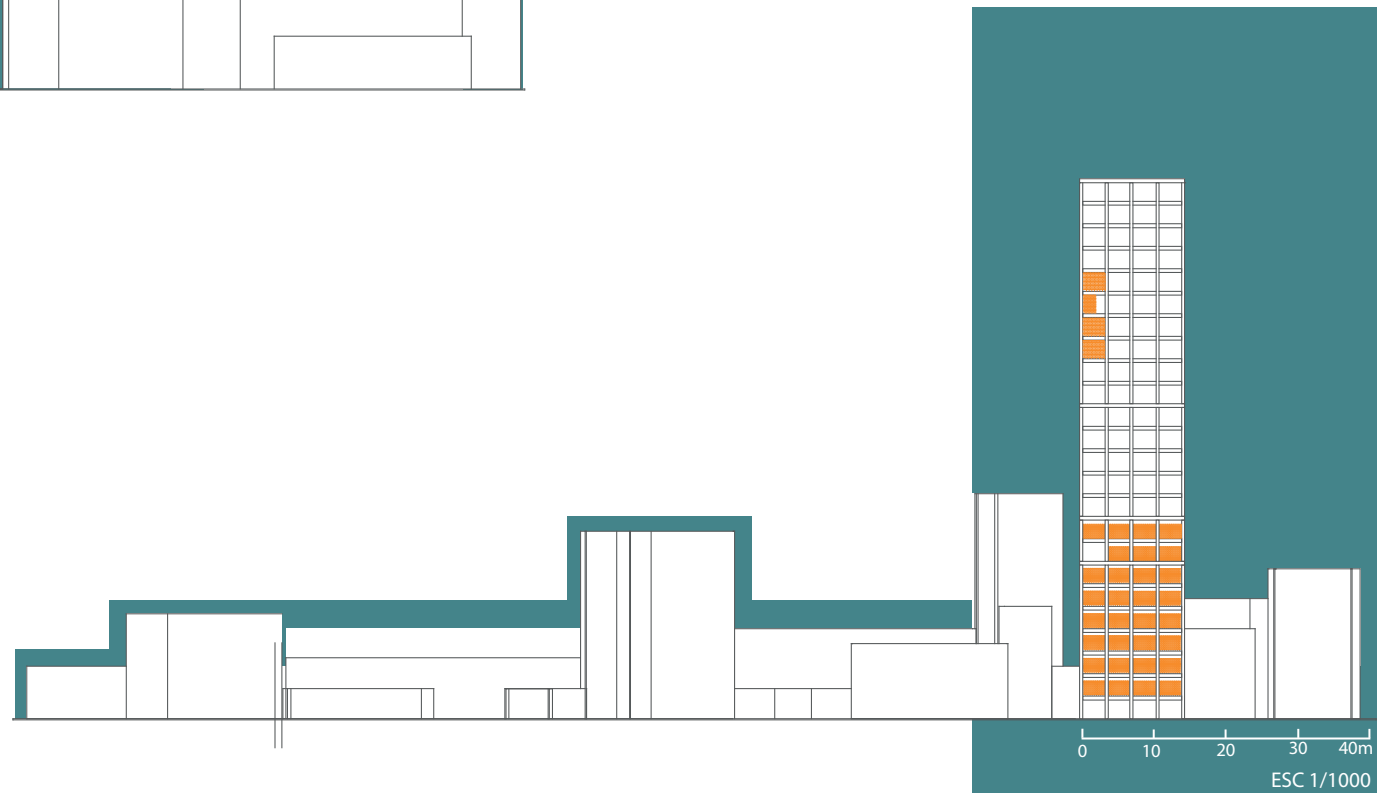
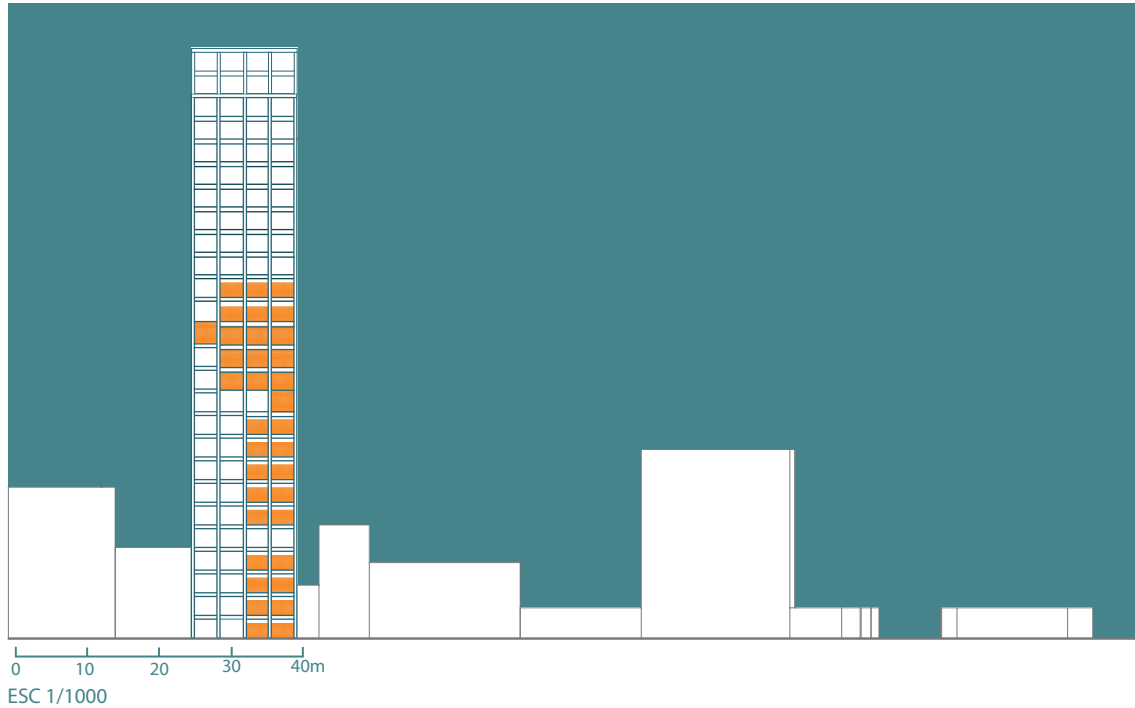


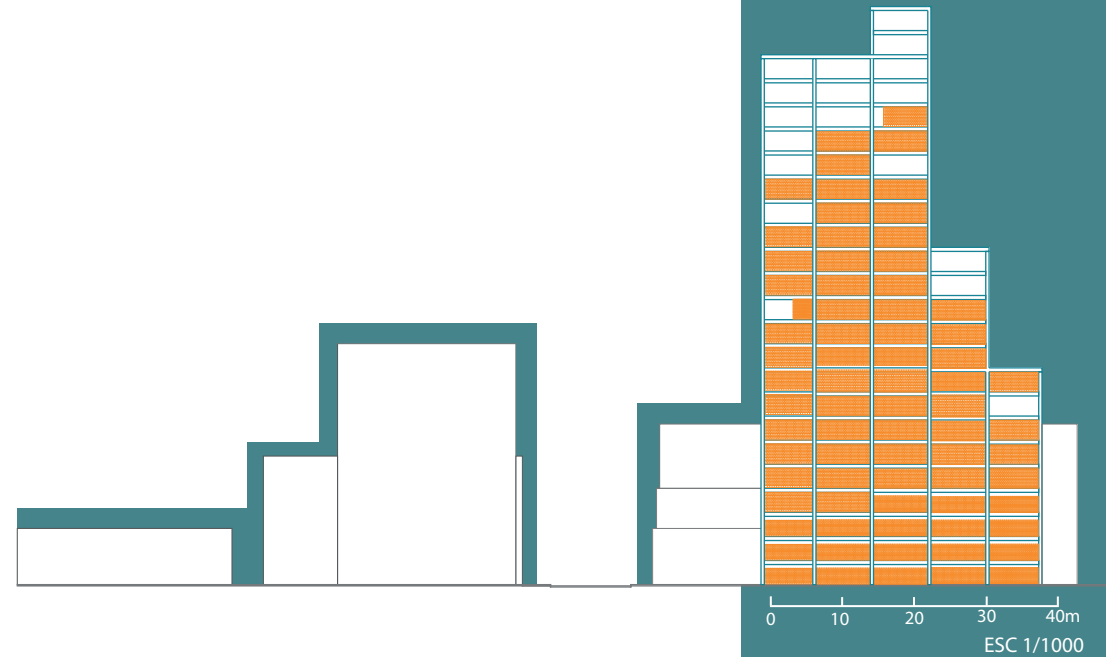
Figura 28: Skyline nordeste.
Fonte: elaboração autoral, 2020.

SKYLINE



ESC 1/1000

Figura 29: Skyline sudoeste.
Fonte: elaboração autoral, 2020.



ESC 1/1000

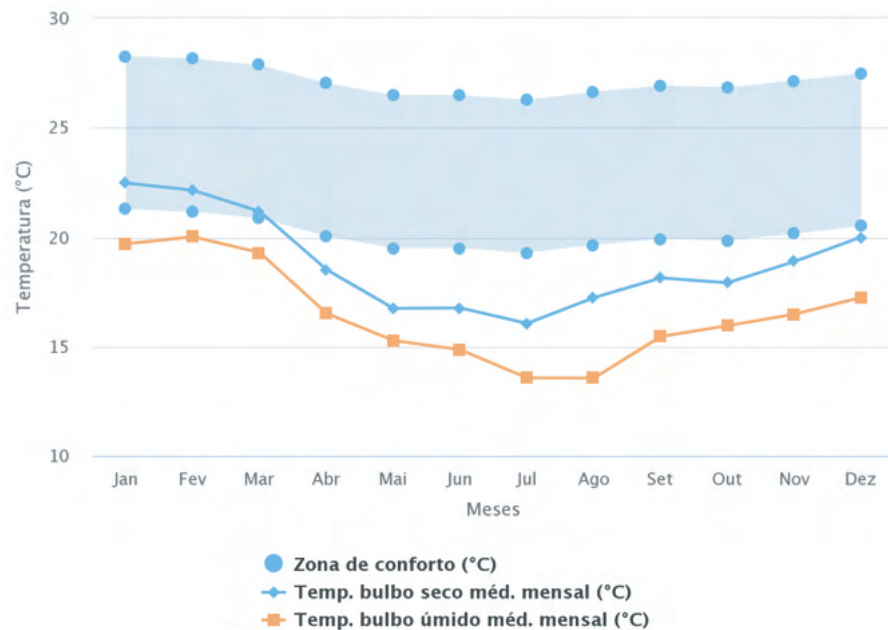
Figura 30: Skyline sudeste.
Fonte: elaboração autoral, 2020.

CONDICIONANTES LOCAIS

A cidade de São Paulo está localizada na zona bioclimática 3 e de acordo com as diretrizes construtivas para essa zona a NBR 15.220 recomenda que para o verão haja ventilação cruzada, sombreamento das aberturas e que as vedações externas tenham paredes leves e refletoras com transmitância menor ou igual a $3,6 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$. Durante o inverno recomenda-se o aquecimento solar da edificação e vedações internas pesadas (inércia térmica).

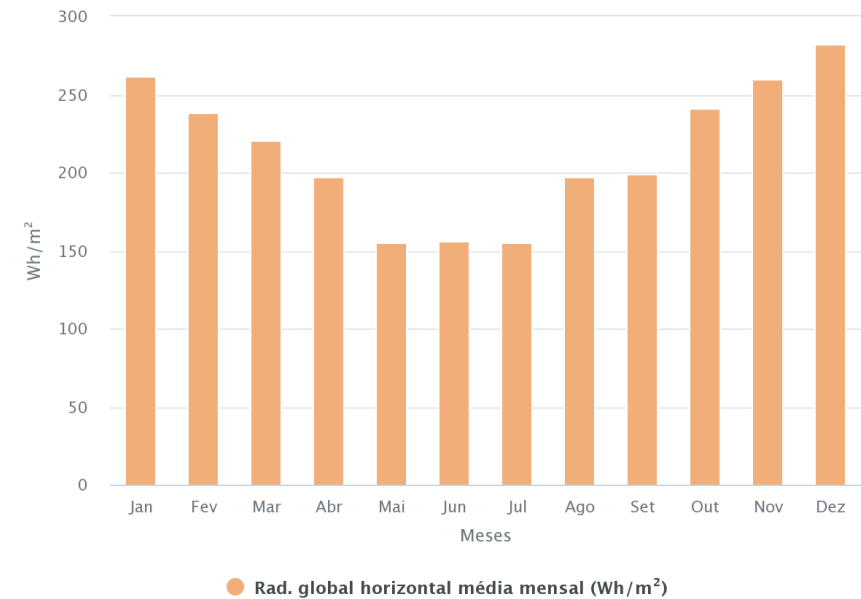
Por meio do gráfico abaixo percebe-se que a recomendação de aquecimento natural da edificação é uma medida importante para o conforto e pode ser atendida por meio de definições já na etapa de projeto.

Gráfico das temperaturas



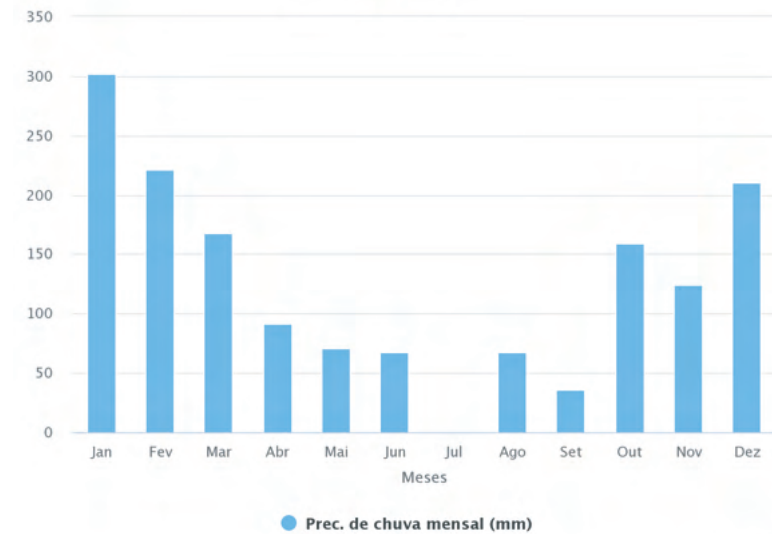
Highcharts.com

Gráfico de radiação média mensal



Highcharts.com

Gráfico de Chuva



Highcharts.com

Gráficos 3, 4 e 5. Fonte: <http://projeteee.mma.gov.br/dados-climaticos/>
Acesso em 05/10/2020.

CONDICIONANTES LOCAIS

De acordo com as cartas solares o período de maior incidência solar durante o verão e o outono é aproximadamente entre às 10:00 e 16:30. E durante a primavera e o inverno é entre 12:00 e 16:00.

A edificação está à 40 graus de inclinação em relação ao norte e por isso as fachadas em qua há maior incidência solar são as fachadas nordeste e noroeste.

Latitude : -23.61
São_Paulo

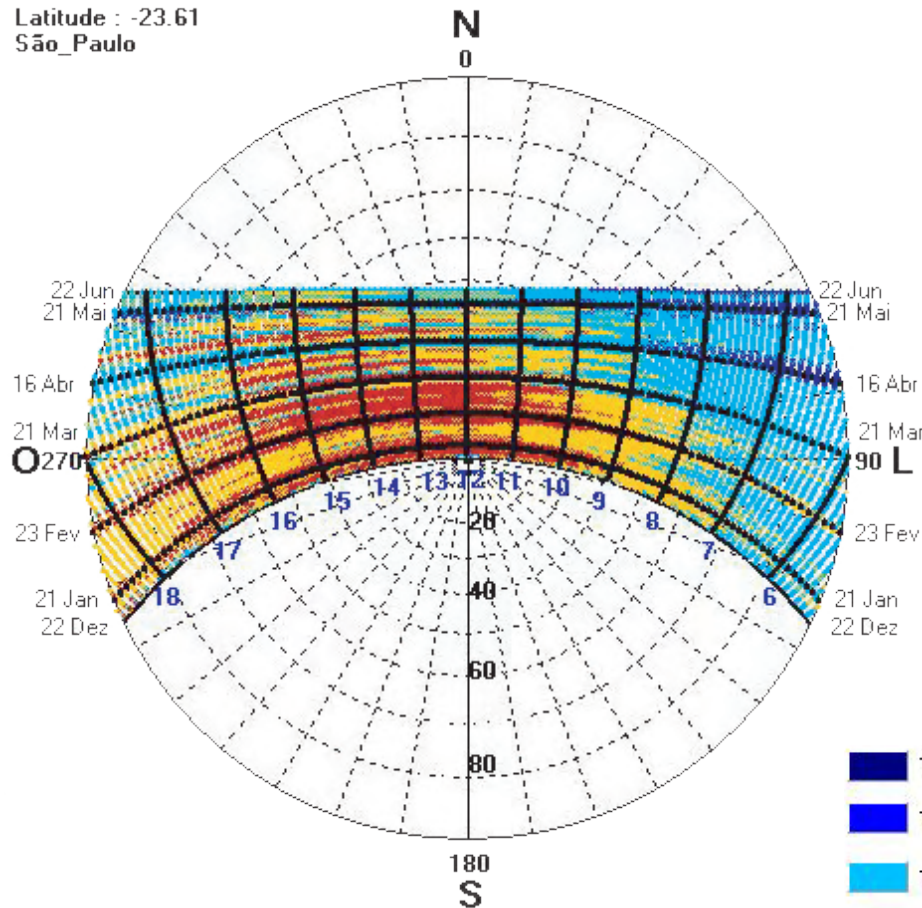


Figura 31: Carta solar durante o verão e o outono.

Fonte: Programa SOL-AR.

Latitude : -23.61
São_Paulo

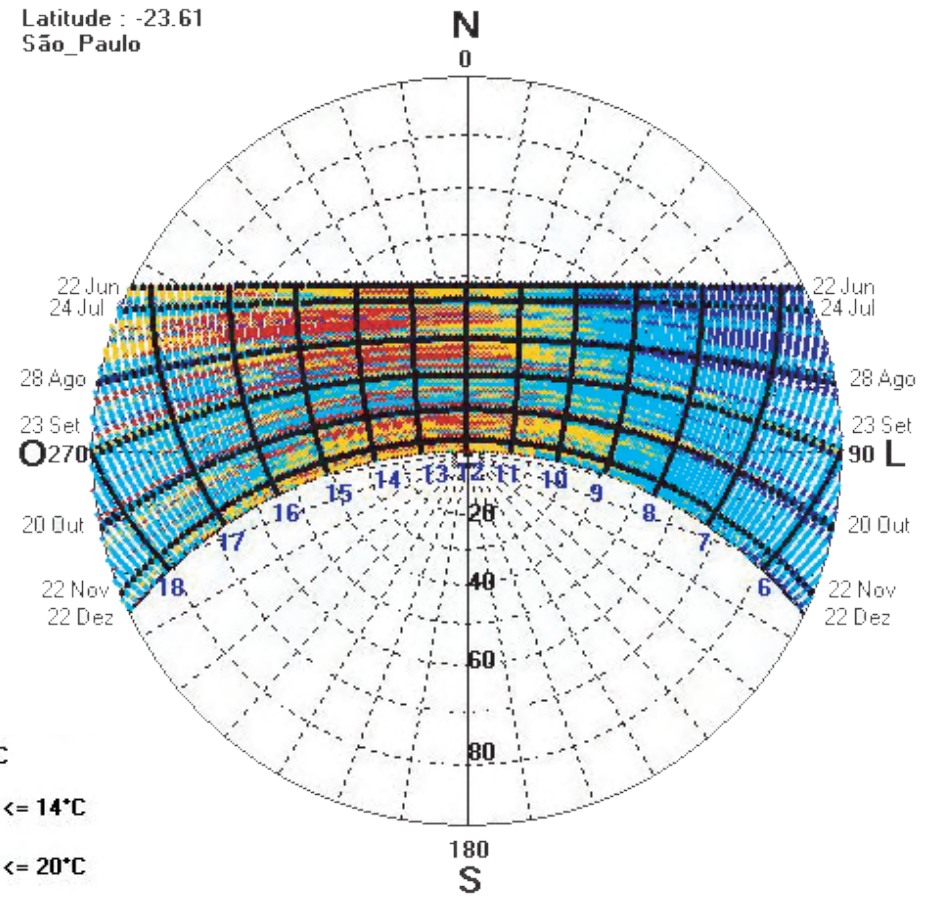


Figura 32: Carta solar durante o inverno e a primavera.

Fonte: Programa SOL-AR.

ANÁLISE SOLAR - INVERNO

FACHADAS SUDOESTE E SUDESTE



Figura 33: Análise solar dia 1 de junho às 10:41.
Fonte: elaboração autoral, 2020.



Figura 34: Análise solar dia 1 de junho às 13:41.
Fonte: elaboração autoral, 2020.

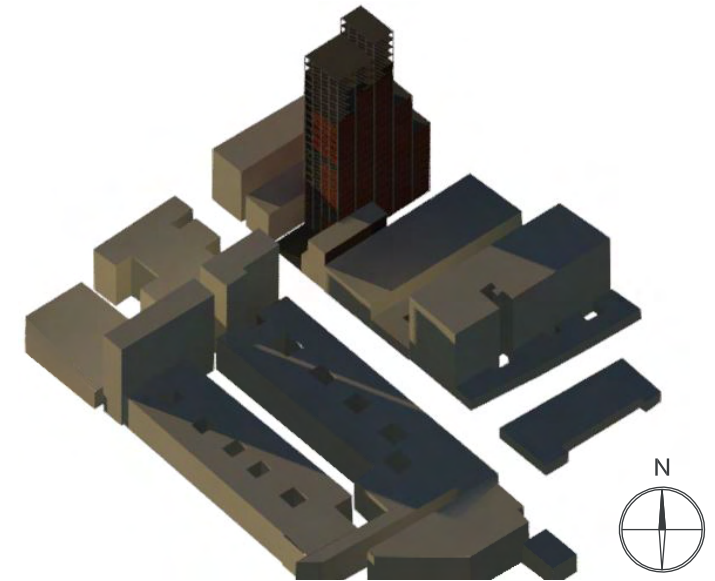


Figura 35: Análise solar dia 1 de junho às 16:41.
Fonte: elaboração autoral, 2020.

De acordo com o estudo percebe-se que as fachadas sudeste e sudoeste são as que possuem menor incidência solar. Sendo que a sudeste não possui nenhuma incidência.

E durante a manhã o edifício sombreia a edificação à sua frente.

Durante a tarde a fachada sudoeste começa a receber maior incidência solar.

No final da tarde é o período em que a fachada sudoeste mais recebe sol, sendo que a sudeste continua sem incidência direta.

ANÁLISE SOLAR - INVERNO

FACHADAS NORDESTE E NOROESTE

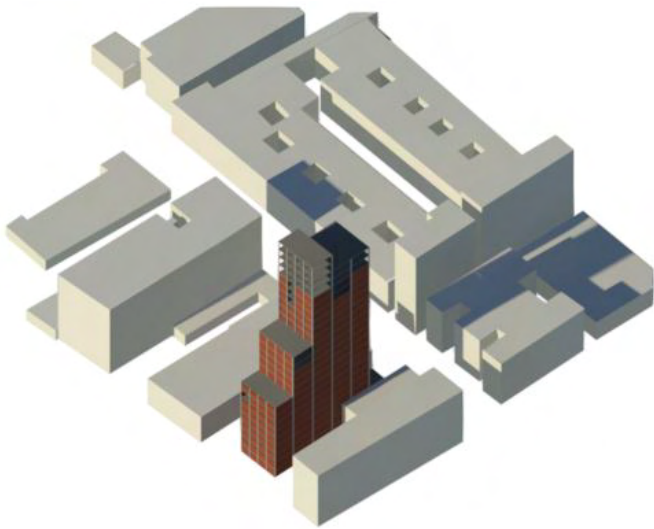


Figura 36: Análise solar dia 1 de junho às 10:41.
Fonte: elaboração autoral, 2020.

As fachadas nordeste e noroeste são as que possuem maior incidência solar. Sendo que a nordeste recebe Sol de manhã e a noroeste não.

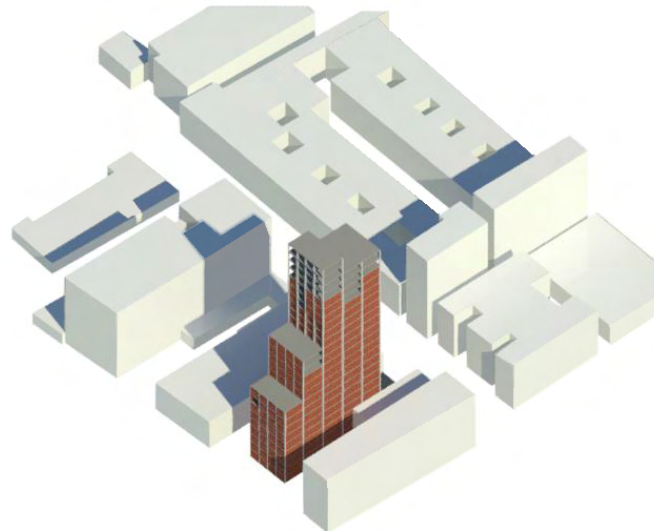


Figura 37: Análise solar dia 1 de junho às 13:41.
Fonte: elaboração autoral, 2020.

Já no período da tarde há incidência sobre as duas fachadas e o edifício projeta sombra nos edifícios vizinhos, à sudeste.

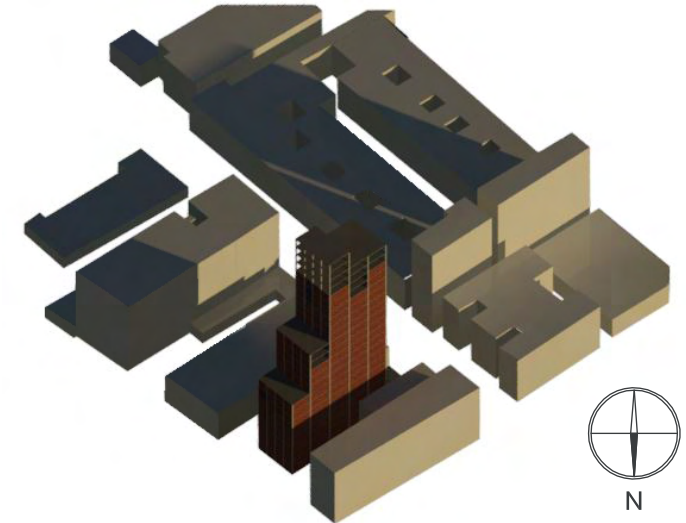


Figura 38: Análise solar dia 1 de junho às 16:41.
Fonte: elaboração autoral, 2020.

No final da tarde não há incidência solar sobre a fachada nordeste, diferentemente da fachada noroeste.

ANÁLISE SOLAR - VERÃO

FACHADAS SUDOESTE E SUDESTE



Figura 39: Análise solar dia 21 de dezembro às 10:41.
Fonte: elaboração autoral, 2020.

Diferentemente do inverno, no verão as fachadas sudeste e sudoeste têm maior incidência solar. Sendo que a sudoeste não possui nenhuma incidência de manhã.

Durante a manhã, além de projetar sombra na edificação à sua frente, o edifício também projeta sombra à noroeste.



Figura 40: Análise solar dia 21 de dezembro às 13:41.
Fonte: elaboração autoral, 2020.

Durante o começo até o final da tarde a fachada sudoeste recebe a maior incidência solar, enquanto a sudeste não.

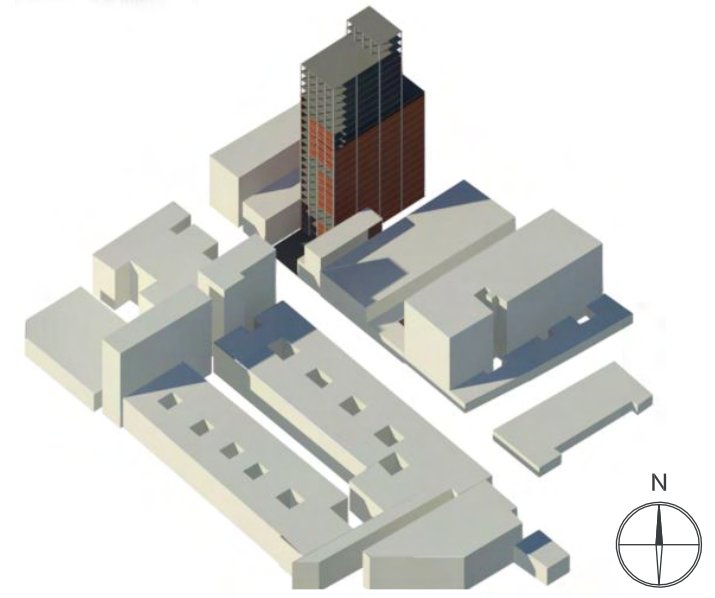


Figura 41: Análise solar dia 21 de dezembro às 16:41.
Fonte: elaboração autoral, 2020.

No fim da tarde a fachada sudeste fica completamente sombreada, enquanto a sudoeste fica exposta ao Sol.

ANÁLISE SOLAR - VERÃO

FACHADAS NORDESTE E NOROESTE

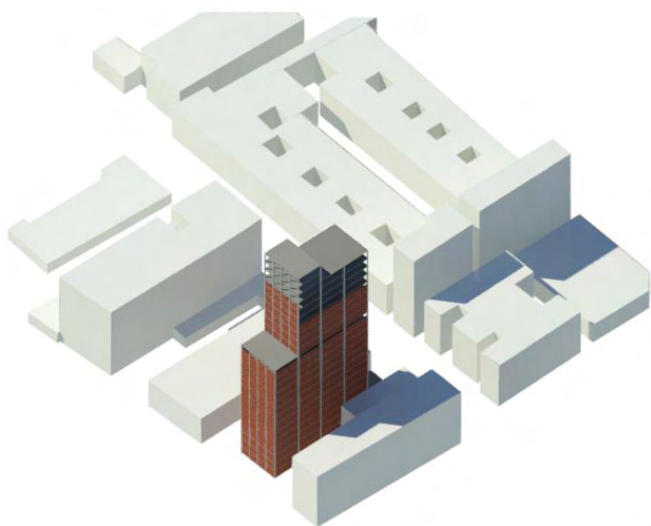


Figura 42: Análise solar dia 21 de dezembro às 10:41.
Fonte: elaboração autoral, 2020.

Tanto no inverno quanto no verão a fachada nordeste recebe o sol da manhã diretamente enquanto a noroeste fica sombreada.

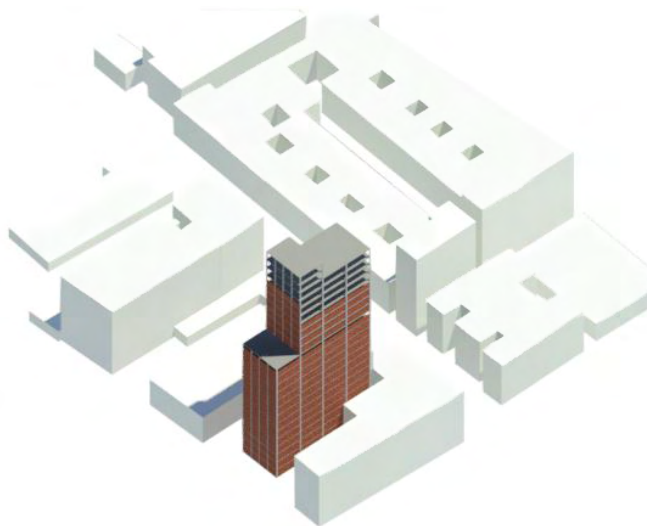


Figura 43: Análise solar dia 21 de dezembro 13:41.
Fonte: elaboração autoral, 2020.

No início da tarde essa relação é invertida, a nordeste fica sombreada, enquanto o Sol incide na fachada noroeste.

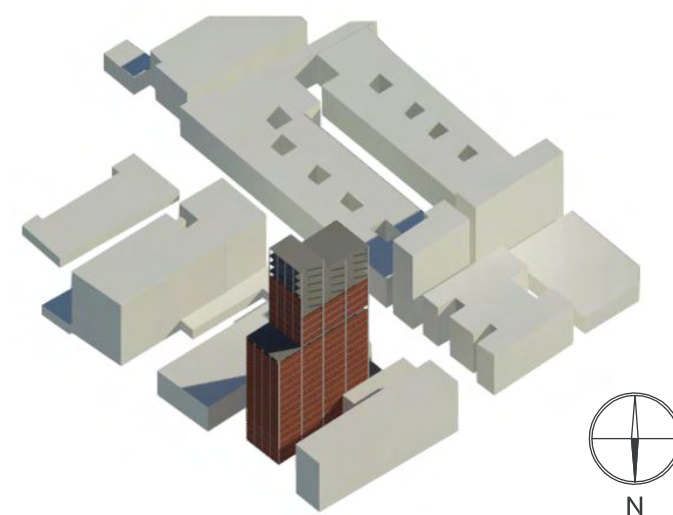


Figura 44: Análise solar dia 21 de dezembro às 16:41.
Fonte: elaboração autoral, 2020.

O comportamento da incidência solar ocorre de modo semelhante, tanto no início quanto no final da tarde.

ANÁLISE DOS VENTOS

Gráfico Rosa dos Ventos (Dia)

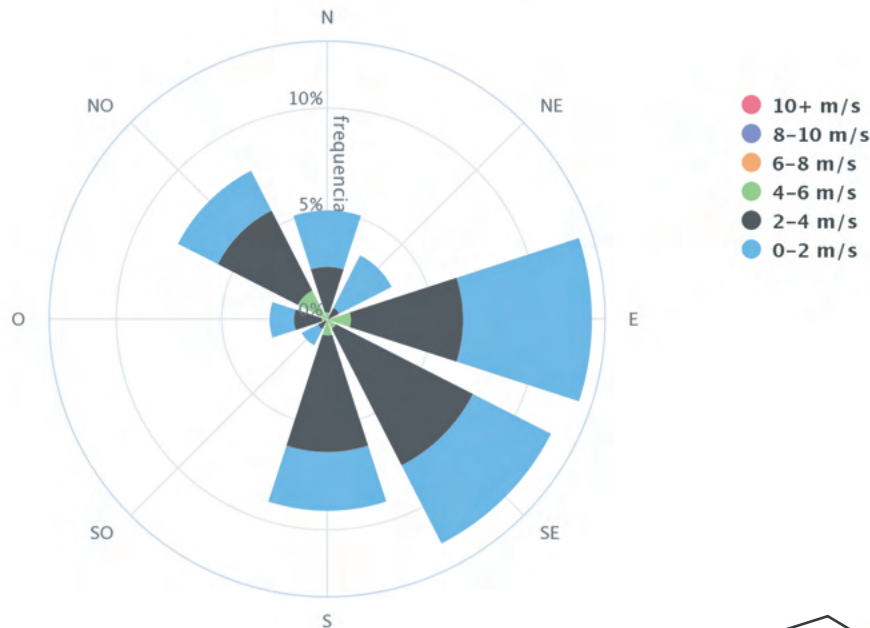
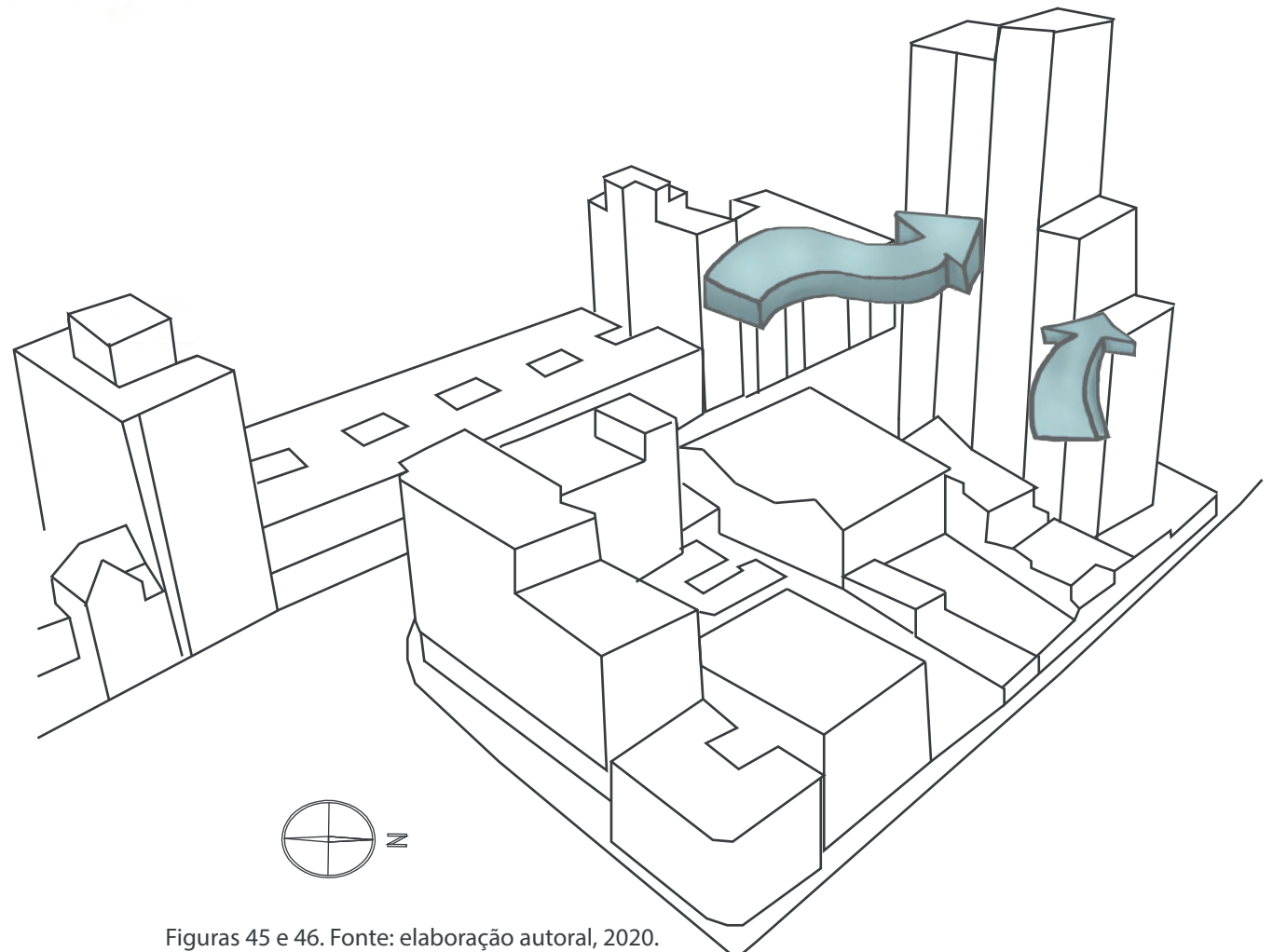
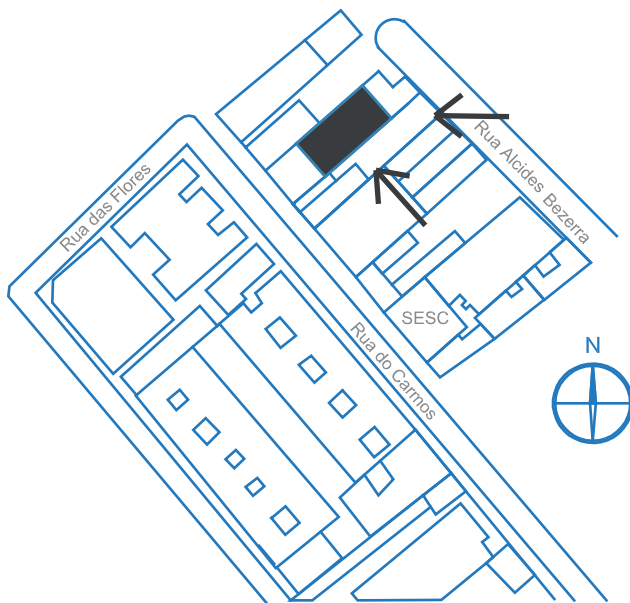


Gráfico 6. Fonte: <http://projeteee.mma.gov.br/dados-climaticos/> Acesso em 19/10/2020.

De acordo com o gráfico, os ventos dominantes e com maiores velocidade vêm do leste, e incidem nas fachadas sudeste e nordeste. A segunda maior intensidade de vento vem do sudeste e atua perpendicularmente à ela.

Além disso o gabarito dos edifícios do entorno não prejudica a ventilação sobre ele.



Figuras 45 e 46. Fonte: elaboração autoral, 2020.

ANÁLISE DOS MATERIAIS

Os materiais a serem analisados são: aço, vidro, bloco de concreto, concreto, bloco de terra comprimida, madeira, tijolo cerâmico, poliestireno expandido e poliuretano.

Serão considerados os seguintes parâmetros: custo, flexibilidade de uso, perda de material na execução, limpeza na obra, peso, condutividade térmica e tempo de construção.

Tipo de superfície		α	ϵ
Chapa de alumínio (nova e brilhante)		0,05	0,05
Chapa de alumínio (oxidada)		0,15	0,12
Chapa de aço galvanizada (nova e brilhante)		0,25	0,25
Caiçação nova		0,12 / 0,15	0,90
Concreto aparente		0,65 / 0,80	0,85 / 0,95
Telha de barro		0,75 / 0,80	0,85 / 0,95
Tijolo aparente		0,65 / 0,80	0,85 / 0,95
Reboco claro		0,30 / 0,50	0,85 / 0,95
Revestimento asfáltico		0,85 / 0,98	0,90 / 0,98
Vidro incolor		0,06 / 0,25	0,84
Vidro colorido		0,40 / 0,80	0,84
Vidro metalizado		0,35 / 0,80	0,15 / 0,84
Pintura:	Branca	0,20	0,90
	Amarela	0,30	0,90
	Verde clara	0,40	0,90
	"Alumínio"	0,40	0,50
	Verde escura	0,70	0,90
	Vermelha	0,74	0,90
	Preta	0,97	0,90

Tabela 3: Absortância para radiação solar e emissividade para radiação a temperaturas comuns. Fonte: NBR 15.220.

De acordo com a tabela, dos materiais em análise, o concreto aparente e o tijolo aparente são os materiais que apresentam valores iguais entre si e os maiores de absortância e

emissividade. Sendo que o menor valor de absortância é o do vidro incolor (0,06/0,25), seguido da chapa de aço galvanizado (0,25). Entretanto o vidro incolor está entre os materiais que mais emitem (0,84), por ser transparente sua condutividade também é maior. Assim, a previsão de sombreamento nas aberturas envidraçadas é uma alternativa para a melhoria do conforto gerado pela vedação proposta. Já na análise de condutividade térmica o tijolo se diferencia do concreto ao conduzir menos calor, enquanto o aço tem o maior valor, conduzindo cerca de 1.733 vezes mais calor que o poliuretano, por exemplo, e 346 vezes mais do que a madeira.

Condutividade Térmica - capacidade de condução calor

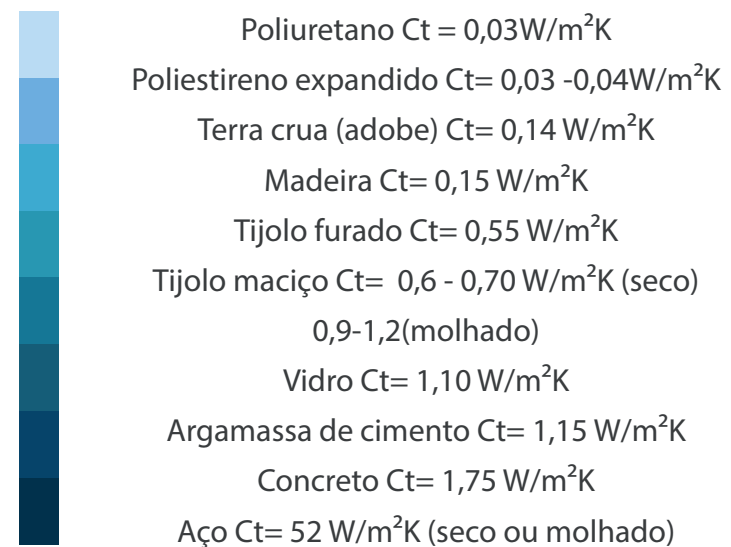


Gráfico 7: Condutividade térmica. Fonte: elaboração autoral a partir do site http://www.protolab.com.br/Artigos_Tecnicos.htm

A **eficiência no canteiro de obras** influencia na eficiência da obra como um todo. E entre os fatores que contribuem para o seu alcance está no **peso dos materiais** empregados, pois se o material tiver um peso elevado haverá maior cansaço para os trabalhadores gerando **menor produtividade** e maior tempo de obra. A tabela a seguir mostra um comparativo da densidade desses materiais.

Densidade dos materiais

Material	Densidade (g/cm ³)
Poliestireno expandido	0,015-0,035
Espuma de poliuretano	0,025-0,0040
Madeiras providas de carvalho, freijó, pinho, cedro e pinus	0,6-0,75
Madeira Dicotiledônea	0,9
Concreto	2,4
Vidro	2,5
Aço	7,8

Tabela 4: Densidade dos materiais. Fonte: elaboração autoral a partir dos dados da norma da ABNT 02:135.07.002 (2004)

Essa eficiência e produtividade no processo construtivo também relaciona-se diretamente ao **consumo de energia** na produção do material, o que influencia no seu **custo** e geralmente gera **perdas ao longo do processo**. De acordo com a tabela a seguir a madeira apresenta o menor consumo de energia na sua etapa de produção e o aço o maior.

Material	Energia consumida na produção (MJ/m ³)	Resistência (MPa)
Concreto	1.920	20
Aço	234.000	250
Madeira Conífera	600	50
Madeira Dicotiledônea	630	75

Tabela 5: Energia consumida na produção e resistência. Fonte: Adaptação da tabela de CARDOSO, 2015.

“Para a produção de 1 kg de madeira são usados 0,1kWh de energia. Para fabricar 1 kg de Aço são gastos 10kWh de energia. Na fabricação de 1 kg de Cimento são necessários 10kWh de energia.”

Fonte: site www.ugreen.com.br

AÇO

O sistema construtivo em que se utiliza o aço, mais especificamente o aço galvanizado, é o steel frame. É um sistema que atribui agilidade ao processo construtivo e proporciona uma obra limpa pela montagem dos perfis, que resultam numa precisão milimétrica na obra.

O conforto térmico e acústico da edificação é alcançado por sua combinação com materiais isolantes. Assim como o sistema wood frame, o steel frame é composto internamente por painel OSB e revestimento com placa cimentícia. O desperdício de materiais e a quantidade de resíduos também é muito reduzida.

Desvantagens: Existe uma limitação no número de pavimentos, e a mão de obra deve ser altamente especializada, por isso é mais difícil de ser encontrada e mais cara.

Apesar disso nesse processo construtivo os trabalhadores produzem mais em um tempo menor e sem desgaste físico, o que não significa menor ganho pelo trabalho, ao contrário, o profissional consegue ter um bom rendimento, pois o número de pessoas é reduzido.

O custo do steel frame mostra-se como uma desvantagem, pois o preço do aço varia muito de acordo com a economia. A partir de contato com empresa "WordPress" de Campinas, em outubro de 2020, foi informado que o preço do metro quadrado do material sairia por R\$1.000,00 e por R\$2.200,00 o metro quadrado acabado.

De acordo com a empresa "Gaúcho Engenharia Frame" o montante para o steel frame custa R\$40,00, sendo que o

preço do material custa R\$1.000,00/m² e o preço do m² acabado R\$2.200,00 para construções de alto padrão.

Segundo o banco de dados do Sinduscons Estaduais o valor do quilo do aço CA -50 d=10 mm em agosto de 2020 estava de R\$4,40 em São Paulo e a média do Brasil por R\$4,47.

VIDRO

Proporciona maior aproveitamento da luminosidade natural e por isso gera economia de energia elétrica.

Pode ser utilizado como divisória interna de espaços trazendo a sensação de amplitude. Poderem ser fixo, articulável, retrátil e possuir texturas e cores diferentes.

É um material impermeável, sem precisão de tratamento contra intempéries ou pragas. Sustentável, pois pode ser reciclado e transformado em outro vidro, sem perda de material.

Desvantagens: Não possui bom desempenho térmico, pois aquece o ambiente. As fachadas de vidro necessitam de manutenção frequente para garantir seu aspecto de limpeza e translucidez; Sua manipulação precisa ser cuidadosa pelo risco de quebra do material. O material é frágil e possui um peso relativamente alto.

Vidro Incolor plano

Transmitância Térmica: 80%

Absortância 6%

Refletância 84%

Espessura: 4mm

Fonte: http://repositorio.unicamp.br/bitstream/REPOSIP/257744/1/Castro_AdrianaPetitodeAlmeidaSilva_D.pdf

BLOCO DE CONCRETO

Comparado ao tijolo cerâmico utiliza menor quantidade de argamassa por metro quadrado por sua superfície ser mais plana.

Entre as desvantagens desse material destaca-se que os blocos pesam mais do que os tijolos cerâmicos e os blocos de terra comprimida. Esse peso gera maior cansaço aos trabalhadores durante a obra, prejudicando a produtividade. Não caracteriza-se como uma obra limpa por necessitar de argamassa para assentamento, fator que faz com que a obra demore mais.

Apesar de promover conforto acústico não é indicado para o conforto térmico, necessitando de outros materiais que diminuam essa transferência térmica.

Por ser um bloco estrutural as paredes não podem ser modificadas ou removidas posteriormente. Além disso, é necessária mão de obra especializada, os vãos livres são limitados por conta da estrutura e existem algumas limitações estéticas.

Dimensões consideradas: 14 x 19 x 39 cm.

O valor da unidade varia entre R\$1,59 e R\$2,99.

Quantidade por m² = aproximadamente 15 blocos.

Equivale a R\$23,85 - R\$44,85

Transmitância Térmica: 3W/m²K

Capacidade Térmica: 240 kJ/m²K

Atraso térmico: 5,4 horas

Resistência Térmica: 0,33 m²K/W

Espessura: 14cm

Fonte: <http://projeteee.mma.gov.br/componentes-construtivos/>

CONCRETO

Possui alta resistência à grandes temperaturas, apresenta pouco desperdício de materiais(exceto a madeira das fôrmas), promove alta produtividade e possui alta resistência à compressão.

Quando pré moldado possibilita realizar grandes obras em menos tempo. Além disso, possibilita a construção de muitos pavimentos e de grandes vãos.

O concreto é o material mais utilizado na construção civil e é composto por uma mistura de água, cimento e agregados. De acordo com dados de agosto de 2020 do Sindicato Nacional da Indústria de Cimento o preço do saco de 50Kg de cimento Portland 32 em São Paulo estava por R\$23,19 e a média no Brasil por R\$24,78.

Desvantagens: Não tem bom isolamento térmico e acústico. Construções pequenas tornam-se caras e inviáveis por causa do uso das fôrmas. Não é possível fazer mudanças e alterações na vedação após a concretagem.

Necessidade de uma empresa com mão de obra e equipamentos especializados.

Transmitância Térmica: 4,40W/m²K

Capacidade Térmica: 240 kJ/m²K

Atraso térmico: 2,4 horas

Resistência Térmica: 0,23 m²K/W

Espessura: 10cm

Fonte: <http://projeteee.mma.gov.br/componentes-construtivos/>

BLOCO DE TERRA COMPRIMIDA

O bloco de terra comprimida (BTC) é também conhecidos como bloco de solo cimento, por ter ser composto de cimento, em menor quantidade e de terra em sua maioria (solo). Sua fabricação deriva dessa mistura e adensamento em molde por meio de compactação ou prensagem, e posteriormente ocorre o desmolde.

Os blocos não são queimados durante fabricação, e por isso agriem menos ao meio ambiente. Podem ser empregados para alvenarias estruturais e autoportantes aparentes. Possui boa resistênci à compressão simples e por depender de um molde pode ter diferentes tamanhos.

Vantagens: Apresenta alta resistência à compressão e à umidade. Não é poluente e por dispensar a queima do barro durante a fabricação apresenta um baixo consumo energético. Possibilidade de uso do solo do local, reduzindo custos e emissão de carbono com transporte do material. Suas propriedades físicas possibilitam conforto acústico e térmico.

Proporciona um acabamento mais nivelado e menor emprego de argamassa. Utiliza mão de obra não especializada. Pode dispensar outros revestimentos quando protegido da chuva. Possui furos que facilitam as instalações de conduites e canos, diminuindo a quantidade de material desperdiçado por quebras e perdas.

Desvantagens: Poucos fabricantes. Apesar de não necessitar de mão de obra especializada o conhecimento da técnica é necessário para que a resistência à compressão do material esteja correto. A colocação de tijolo por tijolo resulta em maior tempo de obra.

Dimensão do bloco: 25 x 12,5 x 6cm.

Valor aproximado da unidade de R\$1,43 a R\$2,59

Quantidade gasta no m² = aproximadamente 67 blocos.

Total de: R\$95,81 a R\$173,53.

TIJOLO CERÂMICO

Possui grande disponibilidade de material e de mão de obra e pouca exigência de sua qualificação. Por não ter função estrutural o tijolo cerâmico pode ser quebrado para eventuais obras. É eficiente em relação ao conforto térmico e acústico e não é um material pesado, mesmo assim suporta vãos médios e grandes.

Dentre as desvantagens do material está o desperdício por meio da quebra do tijolo para a instalação de tubulações, dutos e conduítes, resultando também no desperdício monetário.

A técnica utilizada no processo não privilegia uma obra limpa ou rápida pois o tempo de canteiro é maior pelo preparo da argamassa e assentamento dos tijolos no local.

O valor da unidade está entre R\$1,69 e R\$2,40. Ao considerar um tijolo de 14x19x29 cm a quantidade empregada é de aproximadamente 18 tijolos por m², resultando em um valor entre R\$28,80 e R\$43,20 (apenas o material).

Transmitância Térmica: 2,1W/m²K

Capacidade Térmica: 48,8 kJ/m²K

Atraso térmico: 5,5 horas

Resistência Térmica: 0,304 m²K/W

Espessura: 9cm

Fonte: <http://projeteee.mma.gov.br/componentes-construtivos/>

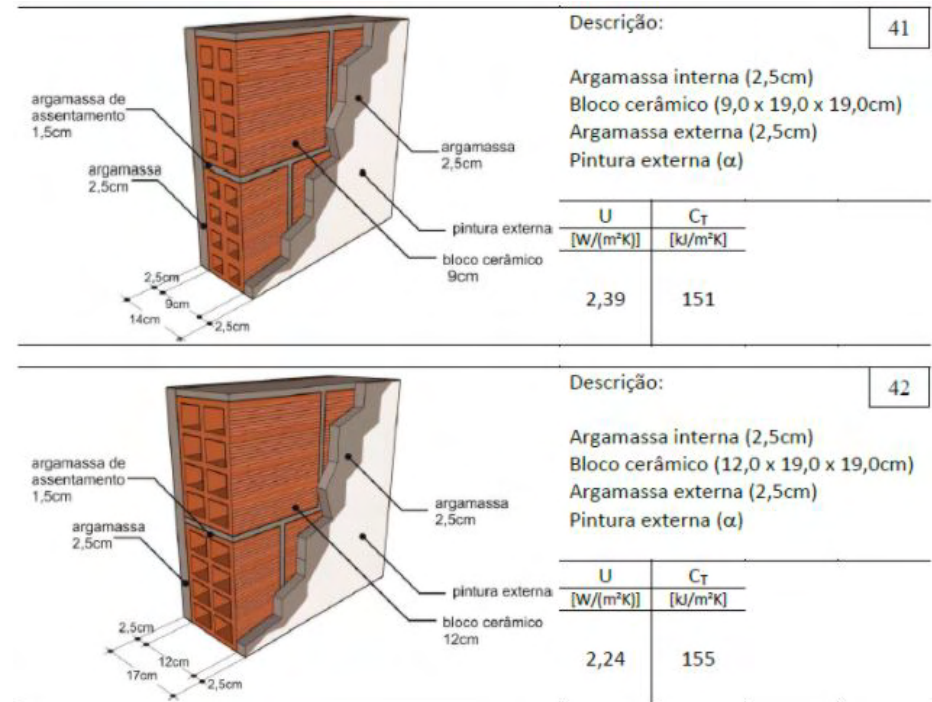


Figura 47: Comparação tijolo cerâmico. Fonte: Catálogo de propriedades térmicas dos materiais de paredes, coberturas e vidros. Anexo da portaria do INMETRO nº50 2013

Ao analisar diferentes espessuras do tijolo cerâmico, percebe-se que a transmitância diminui, de 2,39 para 2,24 W/m²K e a capacidade térmica aumenta de 151 para 155 kJ/m²K.

MADEIRA

Atualmente, em grande parte da construção civil brasileira a madeira é utilizada para servir de fôrmas de concreto, mas também é utilizada no método construtivo pré fabricado “wood frame”. Nele utiliza-se a madeira de reflorestamento, geralmente Pinus e Eucalipto, por serem mais baratas e crescerem mais rápido comparadas à outras espécies.

Por ser um material que pode atrair cupins precisa ser autoclavada para se tornar própria para construção, resistente à pragas e ao empodrecimento, adquirindo 30 anos de garantia. O seu tratamento também possibilita uma precisão milimétrica na montagem (obra).

O sistema é composto por montantes, travessas e barrotes. Durante a obra as peças são parafusadas rapidamente com auxílio de parafusadeiras, levando até 1/3 do tempo que seria realizado o steel frame, o que confere agilidade à obra. No canteiro não há necessidade do uso de água, caracterizando-a por uma obra limpa em que os resíduos são reduzidos sem desperdício de material.

A absorção da madeira é de até 40% menos de calor que a alvenaria gerando conforto termico e acústico. A técnica utiliza a madeira como estrutura e faz uso de outros materiais para o conforto da edificação, como mostra a figura a seguir. As peças são compostas por caibros de 2x4 polegadas e a distância máxima entre eles é de 60 centímetros.

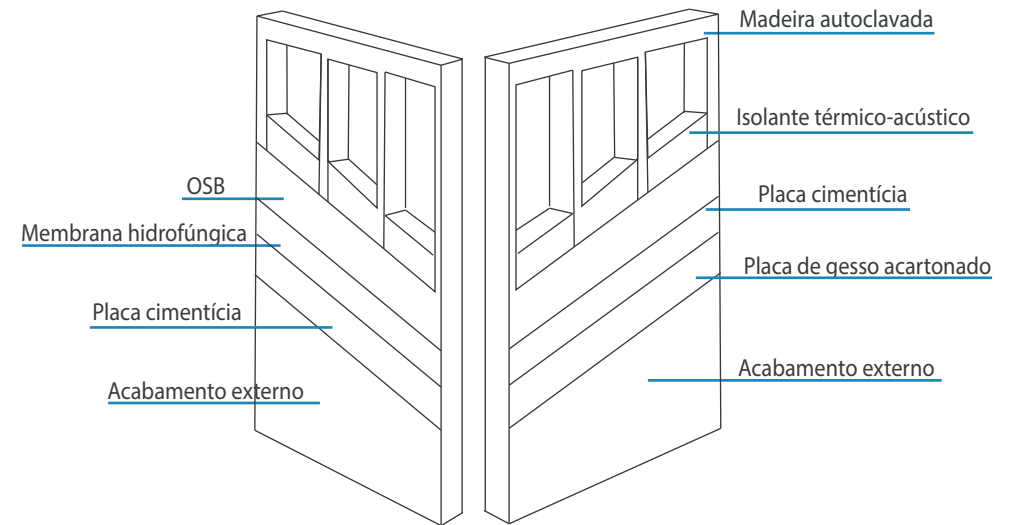


Figura 48: Pannel estrutural TC verde do tipo parede. Fonte: Tecverde Engenharia S/A

Segundo a construtora “Gaúcho Engenharia Frame” cada caibro equivale a R\$24,00, sendo que o m² da obra acabada, incluindo a mão de obra, é cerca de R\$1.500,00.

A chapa cimentícia, um dos componentes do sistema, custa atualmente R\$70,00, contudo uma alternativa usada pela construtora é a substituição pela chapa de EPS, com alta densidade de 40kg/m³, 20mm de espessura sem propagação de fogo por R\$13,00.

Desvantagens: estruturalmente tem um número limite de pavimentos por ser feita em peças, a mão de obra deve ser especializada e é necessário tratamento específico da madeira. As chapas OSB (122x244cm) são mais rugosas e para um acabamento liso é necessária mais correção.

POLIESTIRENO EXPANDIDO(EPS)

É um material isolante térmico e acústico composto por milhões de células de ar e por isso possui **baixa massa específica**, porém se molhado ou exposto ao sol perde sua capacidade isolante.

Seu **custo é baixo** comparado à outros isolantes térmicos, **não é inflamável** podendo retardar chamas, e **não sofre ação de insetos, mofo ou pragas**.

Segundo a Abrapex (Associação Brasileira de Poliestireno Expandido) o consumo de 40% no Brasil é proveniente da construção civil. O valor do m² varia dependendo da espessura da placa (R\$5,00 /1mx 0,5mx 0,01m).

Transmitância Térmica: 1,1W/m²K

Capacidade Térmica: 1,5 kJ/m²K

Atraso térmico: 2,4horas

Resistência Térmica: 0,92m²K/W

Espessura: 3cm

Fonte:<http://projeteee.mma.gov.br/componentes-construtivos/>

POLIURETANO

É um material de fácil trabalhabilidade, leve e é utilizado para isolamento térmico na construção.

O valor do m² da espuma de poliuretano com 1cm de espessura varia entre R\$20,00 e R\$45,00.

Transmitância Térmica: 0,9 W/m²K

Capacidade Térmica: 1,8 kJ/m²K

Atraso térmico: 3,4horas

Resistência Térmica: 1,17m²K/W

Espessura: 3cm

Fonte:<http://projeteee.mma.gov.br/componentes-construtivos/>

VANTAGENS E DESVANTAGENS DOS MATERIAIS

	custo	mão de obra	peso	condutiv. térmica	perda de material	tempo de construção	limpeza na obra	flexibilidade de uso
madeira	Mediano R\$ 24,00/ montante*	Especializada	0,6-0,7 g/cm ³	0,15 W/mK	Otimização de material, sem percas	Cerca de 1/3 do tempo do steel frame e precisão	Obra limpa	Peças encaixáveis, mas sem possibilidade de mudança
aço	Elevado R\$40/ montante**	Especializada	7,8 g/cm ³	52 W/mK	Otimização de material, sem percas	Agilidade no processo construtivo e precisão	Obra limpa	Impossibilita modificações posteriores
BTC 12,5x6x25cm	R\$95,68/m ² (material)***	Não especializada com conhecimento técnico	0,3-1,0 g/cm ³	0,14 - 0,55 W/mK	Quando quebrado pode ser refeito	Colocação de bloco por bloco	Obra relativamente limpa	Furos que auxiliam tubulações, mas impossibilidade de modificações
bloco de concreto 14x19x29cm	R\$28,80 - R\$43,20 (material)	Não especializada	1,8-2,0 g/cm ³	0,6 W/mK	Menor gasto com perdas, não pode ser quebrado	Colocação de bloco por bloco, exige argamassa	Gera resíduos, materiais no canteiro e processos	Impossibilita modificações posteriores
tijolo cerâmico 9x19x29cm	R\$17,55/m ² (material)	Não especializada	1,1-1,4 g/cm ³	0,55 W/mK	Facilidade de perda para inst. de tubulações	Colocação de bloco por bloco, exige argamassa e reboco	Gera resíduos, mater. no canteiro e processos	Impossibilita modificações posteriores
concreto	R\$34,00/m ² (laje)***	Empresa especializada	2,4 g/cm ³	1,75 W/mK	Uso de fôrmas que são descartáveis	Agilidade na execução, mas exige tempo de cura	Uso de fôrmas que são descartáveis	Impossibilita modificações posteriores
vidro	R\$110- -R\$190/m ²	Não especializada	2,5 g/cm ³	1,10 W/mK	Sem perdas, pode ser reciclado	Depende do tamanho da peça	Obra limpa	Pode ser usado para divisórias, de fácil mudança de local

*R\$1.500/ m² de obra acabada com mão de obra, telhado e acabamento.

**R\$1000,00/ m² (material) e R\$2000,00/ m² de obra acabada com mão de obra, telhado e acabamento(alto padrão).

***R\$50/saco de Cimento Portland 32 de 50 kg - Sindicato Nacional da Indústria 08/2020.

Tabela 6: Vantagens e desvantagens dos materiais. Fonte: elaboração autoral, 2020.

CONCLUSÃO DAS ANÁLISES

Após a análise dos materiais e dadas as condições do objeto de estudo e seu atual sistema estrutural, conclui-se que o bloco de terra comprimida é um material que gera conforto térmico e acústico, contudo a rapidez no processo construtivo não é um fator contemplado por ele.

De modo semelhante, o emprego do atual sistema de vedação do edifício (bloco cerâmico) apesar de mostrar-se um bom componente para o conforto termo-acústico não confere rapidez por demandar maior mão de obra e maior número de processos para seu acabamento.

Além disso, durante a instalação de dutos ou conduítes há desperdício de material, não promovendo uma obra limpa e exigindo processos a mais com diferentes materiais para o assentamento dos tijolos, como a água, brita e o cimento.

Uma construção eficiente equivale a um consumo menor de energia durante a execução, e isso engloba reduzir ou eliminar o desperdício, de modo que haja também menor custo por perdas.

Em relação ao concreto há um ganho na produtividade quando moldado in loco, porém, necessita de fôrmas de

madeira que após certo tempo de uso é descartada e assim como o bloco de concreto, não proporciona um bom conforto térmico.

O bloco de concreto, por possuir densidade mais elevada, cansa com facilidade os trabalhadores diminuindo a produtividade. E assim como o tijolo cerâmico, o bloco não possibilita uma obra limpa e com isso seu processo construtivo exige mais tempo empregado no canteiro de obras.

Por meio da análise da madeira e do aço constata-se que a madeira é um material mais sustentável, com menor mudança de preço e que gera conforto.

Os materiais isolantes analisados, poliuretano e poliestireno expandido, mostraram-se eficientes e de custo razoável.

COMBINAÇÃO DOS MATERIAIS

Combinação 1			Resultado	
Material	Espessura (cm)	Resistência Térmica	Resistência Térmica Total	1,43
Argamassa	2,5	0,025	Atraso Térmico (horas)	7,4
Bloco cerâmico 14 x 19 x 29	14	0,304	Capacidade Térmica (kg/m²K)	150,3
Camada de ar fluxo horizontal	3	0,16	Transmitância Térmica(W/m²K)	0,7
Poliestireno expandido (EPS)	3	0,75	Espessura total(cm)	25
Argamassa	2,5	0,025		

Tabela 7: Primeira combinação de materiais. Fonte: elaboração autoral a partir de dados do Projeteer, 2021.

Combinação muito espessa ocasionando perda de espaço

Combinação 2			Resultado	
Material	Espessura (cm)	Resistência Térmica	Resistência Térmica Total	1,68
Argamassa	2,5	0,025	Atraso Térmico (horas)	8,1
Bloco cerâmico 14 x 19 x 29	14	0,304	Capacidade Térmica (kg/m²K)	150,5
Camada de ar fluxo horizontal	3	0,16	Transmitância Térmica(W/m²K)	0,6
Poliuretano	3	0,9997	Espessura total(cm)	25
Argamassa	2,5	0,025		

Tabela 8: Segunda combinação de materiais. Fonte: elaboração autoral a partir de dados do Projeteer, 2021.

Combinação muito espessa ocasionando perda de espaço

Combinação 3 - sem isolante			Resultado	
Material	Espessura (cm)	Resistência Térmica	Resistência Térmica Total	0,68
Argamassa	2,5	0,025	Atraso Térmico (horas)	4,7
Bloco cerâmico 14 x 19 x 29	14	0,304	Capacidade Térmica (kg/m²K)	148,8
Camada de ar fluxo horizontal	3	0,16	Transmitância Térmica(W/m²K)	1,5
Argamassa	2,5	0,025	Espessura total(cm)	22

Tabela 9: Terceira combinação de materiais. Fonte: elaboração autoral a partir de dados do Projeteer, 2021.

Combinação muito espessa ocasionando perda de espaço

Combinação 4			Resultado	
Material	Espessura (cm)	Resistência Térmica	Resistência Térmica Total	1,41
Madeira	2	0,1666	Atraso Térmico (horas)	3,13
Camada de ar fluxo horizontal	3	0,16	Capacidade Térmica (kg/m²K)	25,43
Poliestireno expandido (EPS)	3	0,75	Transmitância Térmica(W/m²K)	0,7
Madeira	3	0,1666	Espessura total(cm)	10

Tabela 10: Quarta combinação de materiais. Fonte: elaboração autoral a partir de dados da NBR 15220-2, 2021.

Legenda
maiores valores
seguinte maiores valores
menores valores

COMBINAÇÃO DOS MATERIAIS

Combinação 5			Resultado	
Material	Espessura (cm)	Resistência Térmica	Resistência Térmica Total	
Madeira	2	0,1666	Atraso Térmico (horas)	1,86
Camada de ar fluxo horizontal	3	0,16	Capacidade Térmica (kg/m²K)	3,26
Poliuretano	3	0,9997	Transmitância Térmica(W/m²K)	25,1
Madeira	2	0,1666	Espessura total(cm)	0,53
				10

Tabela 11: Quinta combinação de materiais. Fonte: elaboração autoral a partir da NBR 15220-2, 2021.

arranjo escolhido

Combinação 6			Resultado	
Material	Espessura (cm)	Resistência Térmica	Resistência Térmica Total	
Madeira	2	0,1666	Atraso Térmico (horas)	1,50
Poliuretano	3	0,9997	Capacidade Térmica (kg/m²K)	3,13
Madeira	2	0,1666	Transmitância Térmica(W/m²K)	25,05
			Espessura total(cm)	0,66
				7

Tabela 12: Sexta combinação de materiais. Fonte: elaboração autoral a partir da NBR 15220-2, 2021.

Combinação 7			Resultado	
Material	Espessura (cm)	Resistência Térmica	Resistência Térmica Total	
Madeira	2	0,02/0,12*= 0,1666	Atraso Térmico (horas)	1,25
Poliestireno expandido (EPS)	3	0,03/0,04*= 0,75	Capacidade Térmica (kg/m²K)	3,24
Madeira	2	0,02/0,12*= 0,1666	Transmitância Térmica(W/m²K)	25,39
			Espessura total(cm)	0,79
				7

Tabela 13: Sétima combinação de materiais. Fonte: elaboração autoral a partir da NBR 15220-2, 2021.

Inércia térmica= maior atraso térmico = baixa transmitância
*condutividade térmica do material

Combinação 8 - sem isolante			Resultado	
Material	Espessura (cm)	Resistência Térmica	Resistência Térmica Total	
Madeira	2	0,1666	Atraso Térmico (horas)	0,66
Câmara de ar fluxo horizontal	3	0,16	Capacidade Térmica (kg/m²K)	2,61
Madeira	2	0,1666	Transmitância Térmica(W/m²K)	24,15
			Espessura total(cm)	1,5
				7

Tabela 14: Oitava combinação de materiais. Fonte: elaboração autoral a partir da NBR 15220-2, 2021.

Combinação de menor espessura ocasionando perda de espaço e maior transferência de calor.

Observação: O projeto prevê que as madeiras precisam ser envernizadas com verniz marítimo de acabamento fosco para que possuam proteção à chuva e ao sol.

Legenda
maiores valores
seguinte maiores valores
menores valores

COMBINAÇÃO DOS MATERIAIS

Combinação 9			Resultado	
Material	Espessura (cm)	Resistência Térmica	Resistência Térmica Total	1,49
Concreto Maciço	5	0,0285	Atraso Térmico (horas)	3,1
Câmara de ar fluxo horizontal	3	0,16	Capacidade Térmica (kg/m²K)	137,8
Poliuretano	3	0,9997	Transmitância Térmica(W/m²K)	0,7
Madeira	2	0,1666	Espessura total(cm)	13

Tabela 15: Nona combinação de materiais. Fonte: elaboração autoral a partir de dados do Projeteer, 2021.

Combinação 10			Resultado	
Material	Espessura (cm)	Resistência Térmica	Resistência Térmica Total	1,24
Concreto Maciço	5	0,0285	Atraso Térmico (horas)	2,8
Câmara de ar fluxo horizontal	3	0,16	Capacidade Térmica (kg/m²K)	137,6
Poliestireno expandido (EPS)	3	0,75	Transmitância Térmica(W/m²K)	0,8
Madeira	2	0,1666	Espessura total(cm)	13

Tabela 16: Décima combinação de materiais. Fonte: elaboração autoral a partir de dados do Projeteer, 2021.

Combinação 11			Resultado	
Material	Espessura (cm)	Resistência Térmica	Resistência Térmica Total	1,14
Concreto Maciço	5	0,0285	Atraso Térmico (horas)	2,7
Câmara de ar fluxo horizontal	3	0,16	Capacidade Térmica (kg/m²K)	137,1
Poliestireno expandido (EPS)	3	0,75	Transmitância Térmica(W/m²K)	0,9
Gesso interno	2	0,0290	Espessura total(cm)	13

Tabela 17: Décima primeira combinação de materiais. Fonte: elaboração autoral a partir de dados do Projeteer, 2021.

Legenda
maiores valores
seguinte maiores valores
menores valores

DEFINIÇÕES DE ESTRATÉGIAS E PROJETO

ESTRATÉGIAS DE ATUAÇÃO

O projeto da vedação seguirá as diretrizes construtivas delimitados pela NBR 15220 e pelo site do ProjetEEE (Projetando Edificações Energeticamente Eficientes) para a cidade de São Paulo, localizada na zona bioclimática 3. Os quais indicam a adoção das seguintes estratégias bioclimáticas: inércia térmica para aquecimento, aquecimento solar passivo e ventilação natural da edificação.

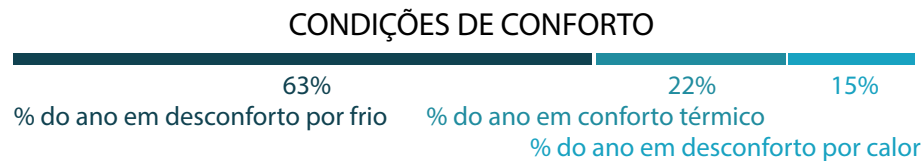


Gráfico 8: Condições de conforto. Fonte: <http://projeteee.mma.gov.br>

Na cidade de São Paulo o conforto térmico é obtido em 22% do ano, sendo que o desconforto maior, de 63%, ocorre por frio e 15% decorrente do calor.

Transmitância e Capacidade Térmica em função da zona bioclimática

Zona Bioclimática	Transmitância Térmica (U)	Capacidade Térmica (CT)
3	$U < 2,3$ se $\alpha \leq 0,6$ e $U < 1,5$ se $\alpha > 0,6$	$CT \geq 130$

Tabela 18. Fonte: elaboração autoral com base na NBR 15220.

ESTRATÉGIAS BIOCLIMÁTICAS

INÉRCIA TÉRMICA PARA AQUECIMENTO

A alta inércia térmica auxilia na diminuição das diferenças de temperatura no interior da edificação. Ao utilizar um material que tenha alta capacidade de armazenamento de calor, esse calor pode ser absorvido durante o dia e transmitido para o ambiente interno aquecendo-o no período da noite. Contudo, durante o verão, esses elementos externos precisam ser sombreados para que o ambiente interno não superaqueça.

A inércia térmica da edificação depende das características da envoltória, e constitui-se essencialmente de materiais densos, de alta capacidade térmica e admitância térmica baixa.¹

Essa estratégia é efetiva se a ventilação natural for restringida durante o dia, pois com a ventilação a temperatura interna varia de acordo com o ambiente externo, sem a ação do atraso térmico².

Como materiais de elevada capacidade térmica pode-se destacar o concreto e a alvenaria cerâmica, por exemplo. Já o vidro e o aço possuem baixa capacidade térmica e por isso conduzem calor mais rápido.

¹ Um material de alta admitância térmica absorve e libera o calor rapidamente.

² Atraso térmico é o tempo transcorrido entre uma variação térmica em um meio e sua manifestação na superfície oposta de um componente construtivo submetido a um regime periódico de transmissão de calor. (Definições do site Projeteee).

AQUECIMENTO SOLAR PASSIVO

Utiliza a radiação solar para aquecer a edificação, direta ou indiretamente.

O aquecimento solar direto consiste na radiação solar de inverno por meio das aberturas ou superfícies envidraçadas, gerando um efeito estufa, em que a radiação que passa pelo vidro é absorvida e refletida para o interior.

Já o aquecimento solar indireto é utilizado junto com a estratégia de inércia térmica, com o uso de materiais de capacidade térmica elevada.

No hemisfério sul recomenda-se direcionar as paredes de maior capacidade térmica para a orientação norte, que recebe a insolação de inverno.

De acordo com as análises de incidência solar feitas, as fachadas que mais recebem insolação no inverno são as **fachadas nordeste e noroeste**, assim, elas serão constituídas de **materiais que proporcionem esse aquecimento, por meio da alta inércia térmica**. Durante o verão elas também estão mais expostas à radiação solar e para que o ambiente interno não fique superaquecido será feito **o uso de vegetação para promover sombreamento**.

A vegetação escolhida é a trepadeira Falsa-Vinha (*Parthenocissus tricuspidata*), que chega até 20m e será plantada nas jardeneiras das aberturas, possibilitando sua rega e plantio. A escolha da trepadeira Falsa-Vinha deve-se ao sombreamento que proporciona, sua necessidade de sol pleno, a qual obterá durante o verão, e durante o inverno perde suas

folhas, permitindo o aquecimento solar passivo da edificação. Ela será instalada em cabos de aço.

VENTILAÇÃO NATURAL

A ventilação natural promove a renovação do ar, melhora a sua qualidade, resfria o ambiente e diminui o risco de alergias e problemas respiratórios.

A ventilação natural passiva ocorre por meio das diferenças de pressão causadas por temperaturas diferentes ou pela ação dos ventos e se categoriza em dois tipos: ventilação por efeito chaminé, em que o ar quente e menos denso sobe, enquanto o ar frio e mais denso desce.

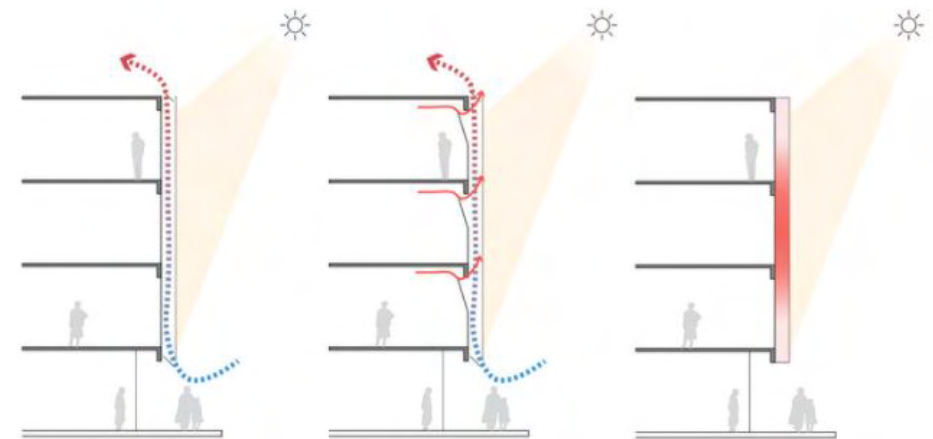


Figura 50: Fachada ventilada. Fonte: <https://www.archdaily.com.br/br/922852/como-funcionam-as-fachadas-ventiladas>

E a ventilação cruzada, em que atuam os efeitos de pressão negativa e positiva gerados pelo vento sobre o posicionamento diferente das aberturas.

Para a obtenção de uma ventilação natural eficaz é necessá-

rio posicionar as aberturas em zonas de pressão oposta, conforme mostra a figura.

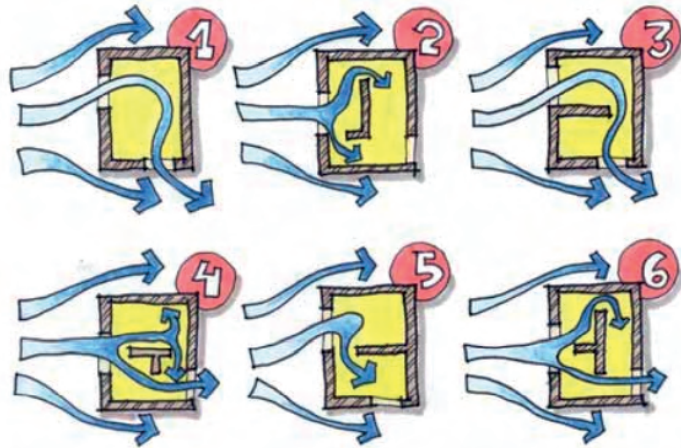


Figura 51: Estudo do fluxo de ar em ambientes em função da presença de divisórias e repartições internas. Fonte: Livro Eficiência Energética na arquitetura, pág 185.

Esses dois tipos de ventilação serão estratégias usadas no projeto. A ventilação por efeito chaminé será utilizada nas fachadas do edifício, auxiliando na troca de ar. A vedação terá uma abertura alta que possibilite a saída do ar quente e menos denso, promovendo a renovação do ar. É importante ressaltar que essa renovação do ar é sujeita ao uso, pois o morador pode escolher manter fechada a abertura superior em períodos mais frios ou abrir em épocas de calor. Promovendo, assim, flexibilidade no uso e conforto ao usuário.

Na **fachada sudeste** será priorizada a estratégia de ventilação natural por meio do pátio interno, sendo que a predominância de ventos provém dela. O edifício também terá prismas que promovam a ventilação natural cruzada e a iluminação natural com fechamentos verticais vazados.

De acordo com a tabela a seguir São Paulo tem necessidade de ventilação natural durante 14,3% das horas do ano, sendo que 45,2% dessas horas são necessárias durante o verão. Assim, percebe-se a importância da escolha do tipo de janela e do projeto que favoreçam a ventilação natural.

cidade	necessidade de ventilação natural (% das horas do ANO)	necessidade de ventilação natural (% das horas de VERÃO)
Belém	88,8	93,1
Brasília	17,3	36,3
Curitiba	6,84	19,9
Florianópolis	36,4	77,1
Fortaleza	85,8	92,3
São Luís	86,7	86,5
Maceió	76,4	84,9
Natal	84,2	88,7
Porto Alegre	23,3	59,0
Recife	67,8	76,2
Rio de Janeiro	60,9	78,0
Salvador	57,9	80,6
São Paulo	14,3	45,2
Vitória	60,9	87,4

- = cidades com grande necessidade de ventilação no ANO TODO
- = cidades com grande necessidade de ventilação no VERÃO

Tabela 19: Percentual de necessidade de ventilação natural em algumas cidades brasileiras. Fonte: Livro Eficiência Energética na arquitetura, pág 173

ILUMINAÇÃO NATURAL

Ao considerar a ventilação no projeto da vedação, identifica-se que diferentes tipos de esquadria e de sistemas facilitam ou dificultam a passagem do ar, independente do tamanho do vão. Uma esquadria de giro aproveita aproximadamente 100% da área de ventilação decorrente do vão, já esquadrias deslizantes/ de correr, seja verticalmente ou horizontalmente, ventitam aproximadamente 50% da área total do vão. Além disso o sistema com corrediças geralmente necessita de manutenção a longo prazo, trazendo um gasto a mais após a construção. Por esses motivos optou-se por projetar aberturas de giro com inclinação de 90°.

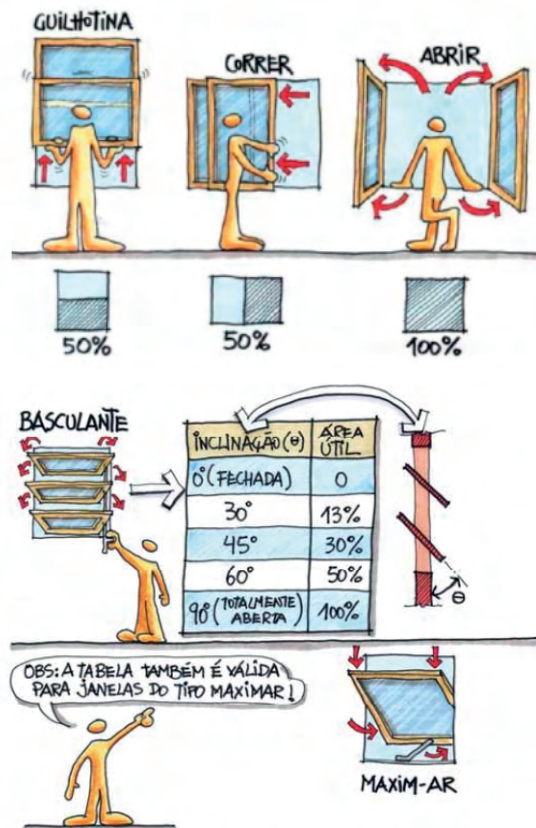


Figura 52: Área útil de ventilação para diversos tipos de janela. Fonte: Livro Eficiência Energética na arquitetura, pág 177.

O alcance de luz nos fundos do ambiente está diretamente relacionado à altura da abertura. Para estender o alcance da luz solar serão utilizadas prateleiras de luz, conforme abaixo, e janelas altas horizontais (as quais distribuem uniformemente a luz).

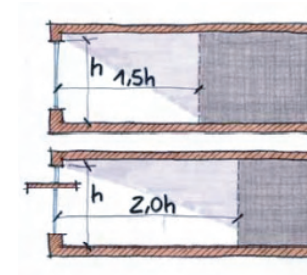


Figura 53: Aumentando a penetração de luz no interior com prateleiras de luz. Fonte: Eficiência Energética na Arquitetura pág 156.

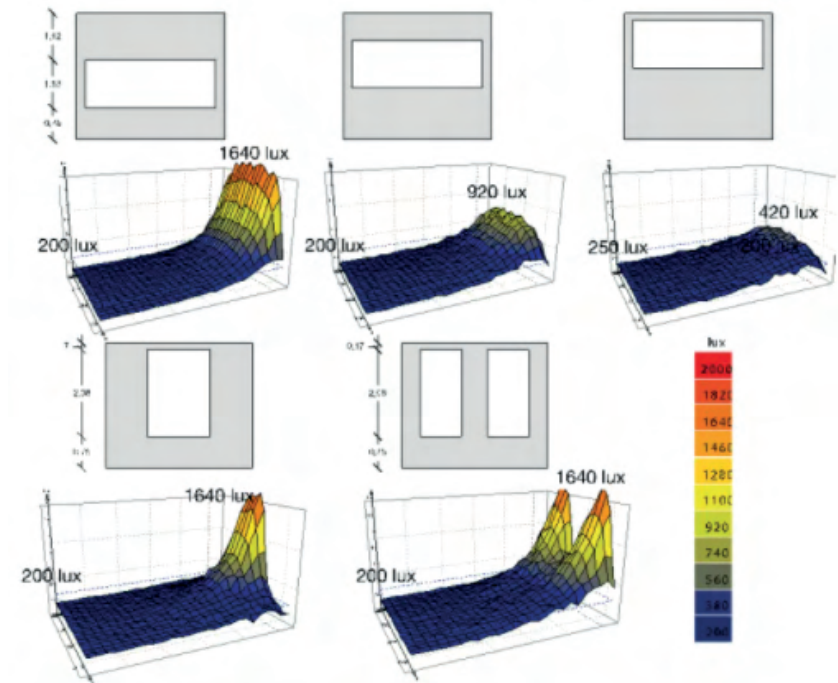


Figura 54: Estudo de distribuição de iluminação natural em função da abertura. Fonte: Manual de Diseño Pasivo y Eficiencia Energética en Edificios Públicos Proyecto Innova Chile, pág 120.

O estudo de distribuição de iluminação revela que a intensidade luminosa varia em função da geometria da abertura e de seu posicionamento na fachada. E a uniformidade da luz no ambiente é alcançada por meio de aberturas mais horizontais.

Em relação a área do vão será adotado o valor recomendado de 20% da área do piso do ambiente, de modo que no verão não ocasione um calor excessivo.

Assim, temos o seguinte corte que revela o compilado de algumas dessas estratégias de atuação aplicadas à vedação e ao edifício.

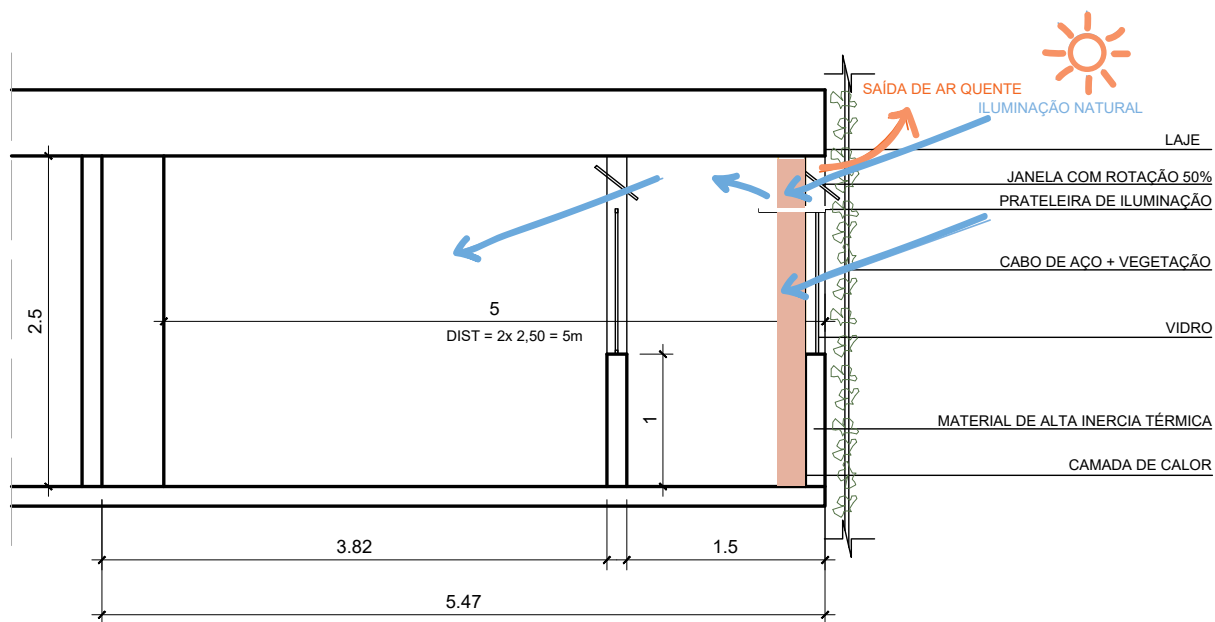


Figura 55: Corte transversal da fachada nordeste. Fonte: elaboração autoral, 2021.

MÓDULO

O projeto estrutura-se no módulo com o objetivo de facilitar a organização e produtividade da vedação, tornando mais rápida sua execução e sem desperdício de material.

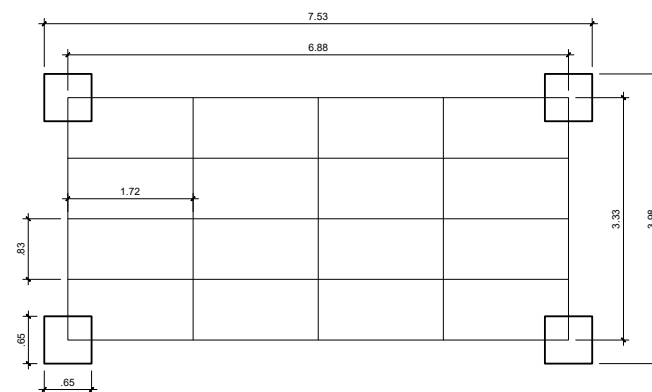


Figura 56: Modulação interna. Fonte: elaboração autoral, 2021.

PROJETO DA EDIFICAÇÃO

Com o objetivo de revitalizar o edifício e impedir que volte a estar em desuso o projeto propõe térreo e fachadas ativas, priorizando atividades comerciais com lojas e local de alimentação, abertos ao público, nos quais os próprios moradores poderão trabalhar.

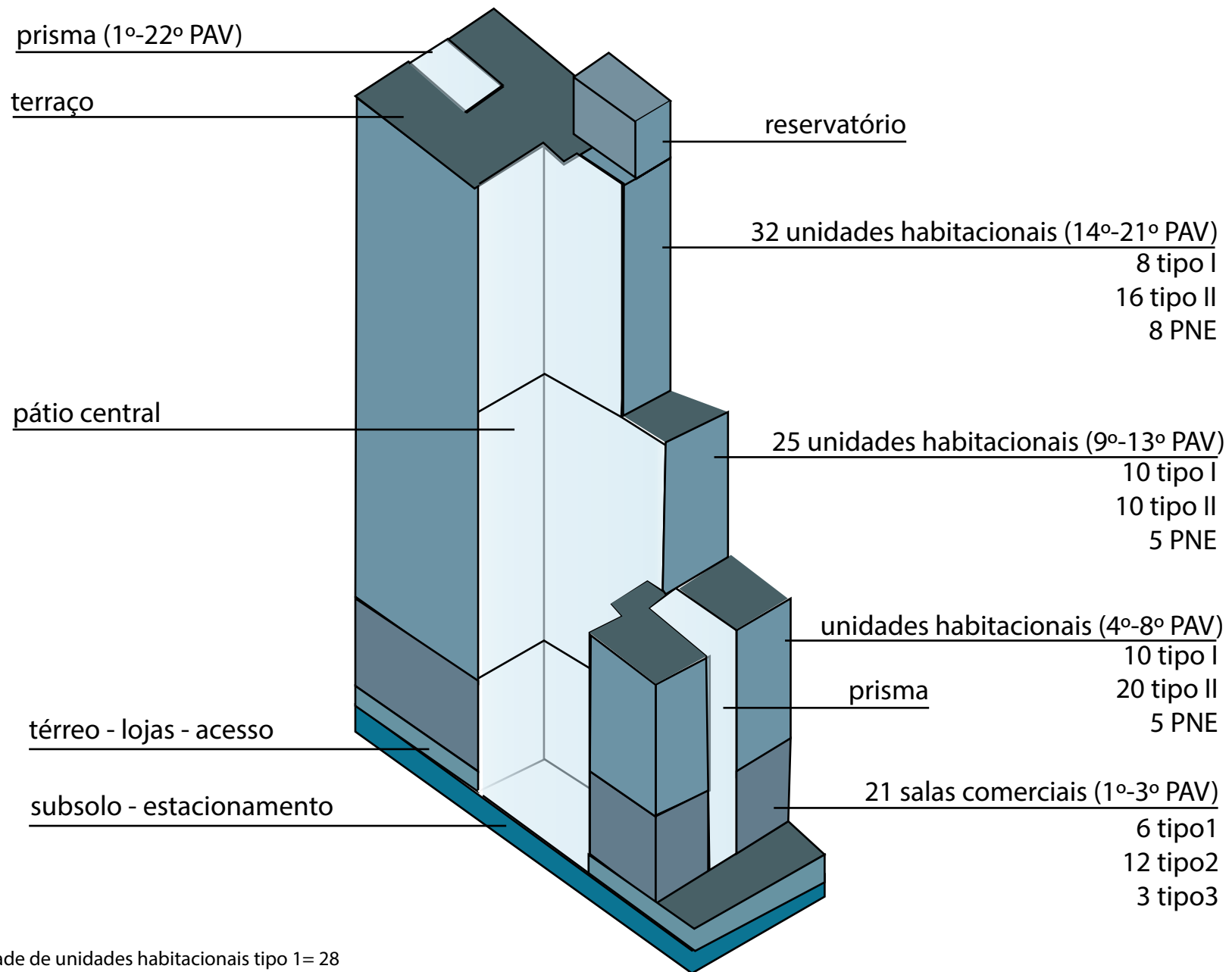
Além disso as salas comerciais, do primeiro ao terceiro pavimento conferem um rendimento financeiro maior para o proprietário do edifício.

O projeto não destina muitos pavimentos para garagem, apenas o subsolo existente e parte do térreo. Se fossem implementados três ou quatro pavimentos a mais para esse uso a relação dos moradores com a rua se perderia, gerando um ambiente mais inseguro, sem os “olhos da rua”. Além disso, construtivamente seria necessário rampas que ocupariam praticamente todo o pavimento. Nessa decisão também foi considerado o Projeto de Lei de Revisão do Plano Diretor Estratégico (PL 688/13) que exclui a necessidade de um número mínimo de vaga, haja vista a grande oferta de transporte público na região da Sé.

"Nos Eixos de Estruturação da Transformação Urbana, áreas bem servidas de infraestruturas de transporte público, não será mais obrigatório atender à um número mínimos de vagas de garagem por empreendimento. Ainda assim não será toda a área destinada a esta finalidade considerada não computável. Conforme a proposta, passarão a ser computáveis (portanto passíveis de cobrança de outorga onerosa, as vagas de garagem que excedam os seguintes limites: uma vaga por unidade residencial e uma vaga para cada 100m² de área construída computável dos empreendimentos não residenciais."

"Os parâmetros de edificação propostos buscam, com isso, atrair parte da população (residente e circulante) que utiliza preferencialmente os modos de locomoção públicos e coletivos e não motorizado, bem como aqueles que preferem se deslocar a pé. De tal forma aproveita-se a proximidade entre as moradias e os diversos pontos de interesse, diminuindo a necessidade do uso do automóvel para deslocamentos cotidianos."

Fonte: <https://gestaourbana.prefeitura.sp.gov.br/vagas-de-garagem/>. Acesso em 28/04/2021.



Obs: Quantidade de unidades habitacionais tipo 1= 28
 Quantidade de unidades habitacionais tipo 2= 46
 Quantidade de unidades habitacionais PNE= 18
 Total= 92 unidades
 Quantidade de salas comerciais= 21

Figura 57: Diagrama. Fonte: elaboração autoral, 2021

ORGANOGRAMA

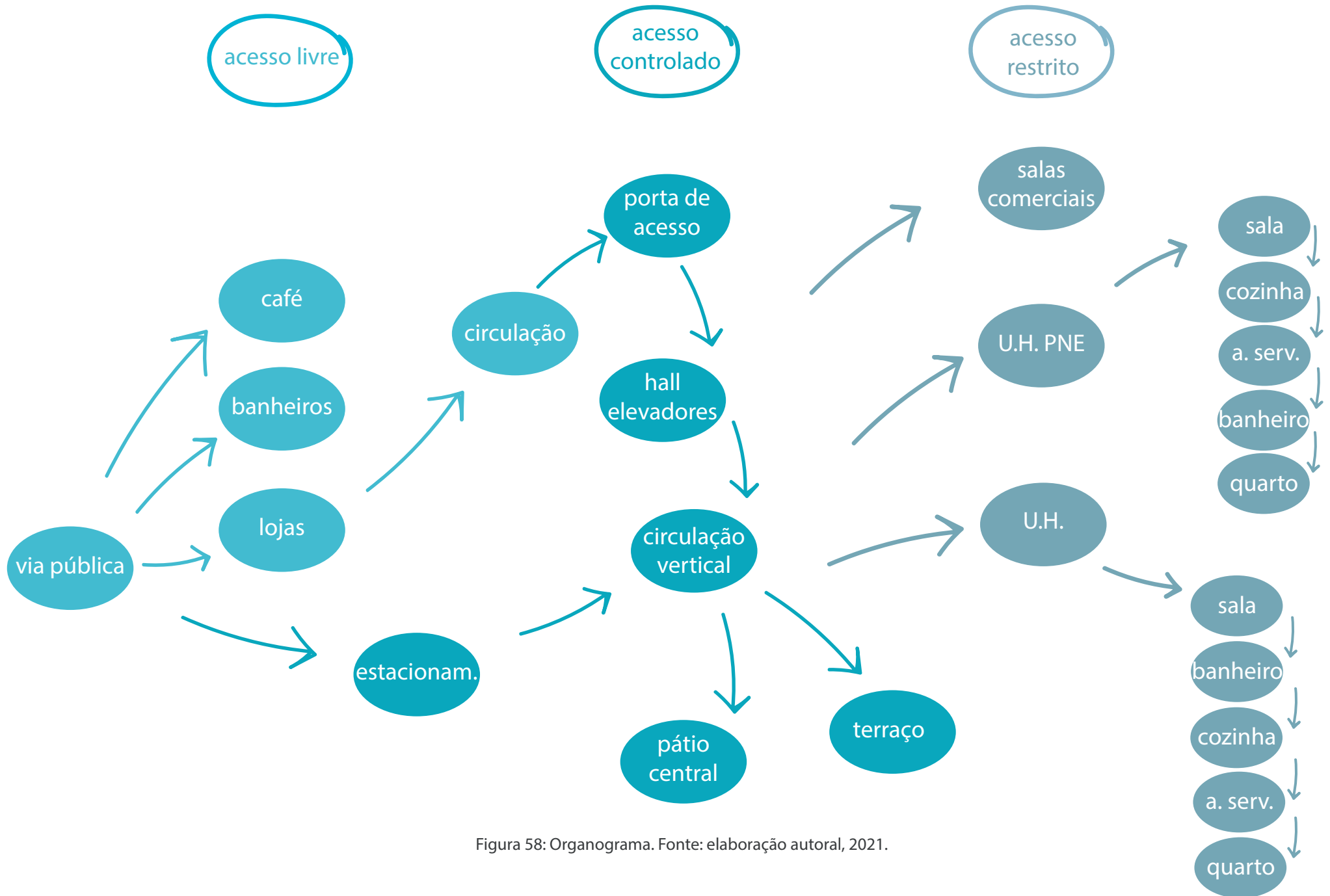


Figura 58: Organograma. Fonte: elaboração autoral, 2021.

PROGRAMA DE NECESSIDADES

SETOR	AMBIENTE	ATIVIDADE	QUANTIDADE	ÁREA PARCIAL(m ²)	ÁREA TOTAL(m ²)	POPULAÇÃO FIXA	POPULAÇÃO VARIÁVEL
unidade habitacional 1	sala	descanso, assistir TV	1	6,88	21,93	0	2
	cozinha + a.s.	cozinhar/ lavar roupa	1	4,58		0	1
	banheiro	higiene pessoal	1	3,24		0	1
	quarto	dormir/ trocar de roupa	1	7,22		2	2
unidade habitacional 2	sala	descanso, assistir TV	1	5,40	39,02	0	2
	cozinha + a.s.	cozinhar/ lavar roupa	1	10,84+4,43		0	1
	banheiro	higiene pessoal	1	8,06		0	1
	quarto	dormir/ trocar de roupa	1	10,29		2	2
unidade PNE	sala + hall	descanso, assistir TV	1	8,32+3,13	39,47	0	2
	cozinha + a.s.	cozinhar/ lavar roupa	1	8,16		0	1
	banheiro	higiene pessoal	1	8,06		0	1
	quarto	dormir/ trocar de roupa	1	11,80		2	2
espaços livres	terraço 1	descanso/ lazer	1	63,68	443,15	0	20
	terraço 2		1	74,98		0	25
	terraço 3		1	36		0	10
	terraço 4		1	185,27		0	20
	pátio central		1	83,22		0	26
estacionamento	vagas para bicicleta	estacionar controle da entrada	5	6,88	26,75	0	5
	vagas para moto		4	4,58		0	8
	vagas para carro		17	8,06		0	85
	guarita			7,22			
térreo ativo	lojas	compras	3	25,35	26,75	3	10
	sanitários	higiene pessoal	3	16,39		3	9
	café	descanso/lazer	1	24,16		3	28
sistemas prediais	DTL	depósito temporário de lixo	23	3,29	60,45	0	0
	reservatórios	abastecimento de água	2	24,23		0	0
	C.M.B. REC	casa de máquinas - recalque	1	11,10		0	0
	C.M.B. A.S.	casa de máquinas - água servida	1	11,70		0	0
	C.M.B. A.P.	casa de máquinas - águas pluviais	1	10,13		0	0
salas comerciais	sala comercial tipo 1	trabalho e higiene pessoal	6	20,5	62,61	4	7
	banheiro tipo1		1	3,24		1	1
	sala comercial tipo 2		12	31,39		6	10
	banheiro tipo 2		3	3,38		1	1
	sala comercial tipo 3			33,5		8	12
banheiro tipo 3		8,06	1	1			

Tabela 20: Programa de necessidades. Fonte: elaboração autoral, 2021.

TIPOS DE UNIDADES HABITACIONAIS

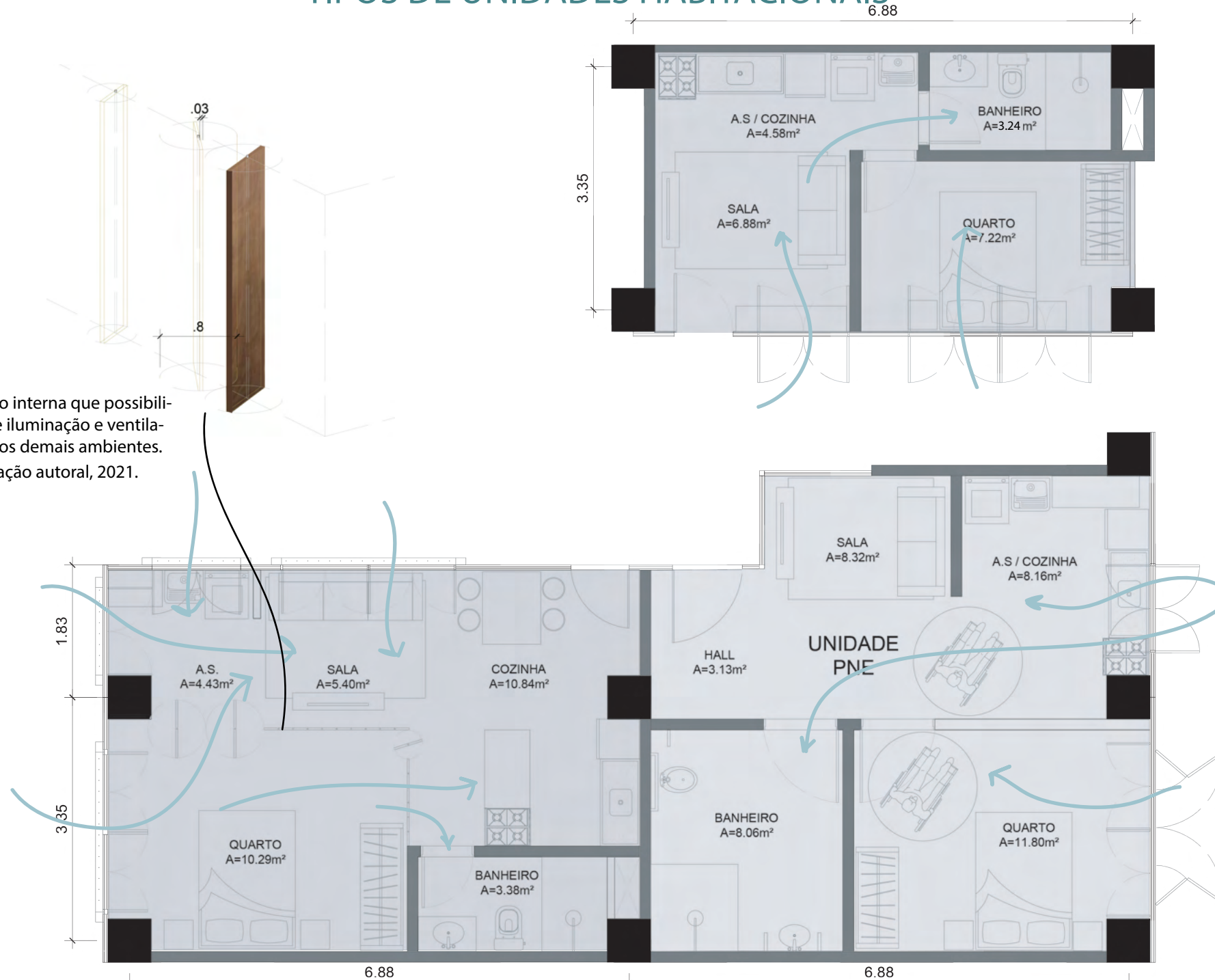


Figura 59: Vedação interna que possibilita a passagem de iluminação e ventilação natural para os demais ambientes.

Fonte: elaboração autoral, 2021.

Figura 60: Tipos de unidades habitacionais. Fonte: elaboração autoral, 2021.

0 0,6 1,2 1,8 2,4m

SUBSOLO

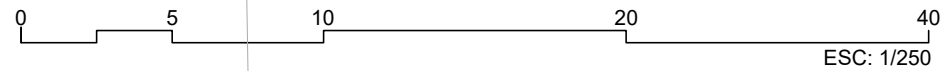
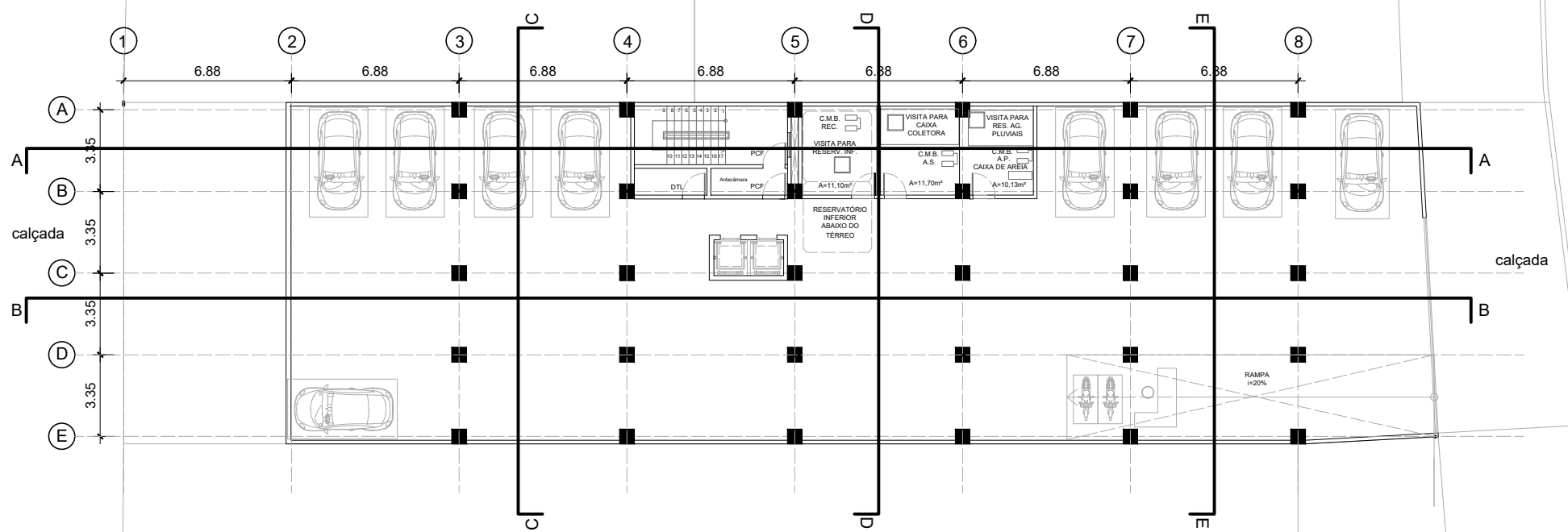


Figura 61: Planta do Subsolo. Fonte: elaboração autoral, 2021.

TÉRREO

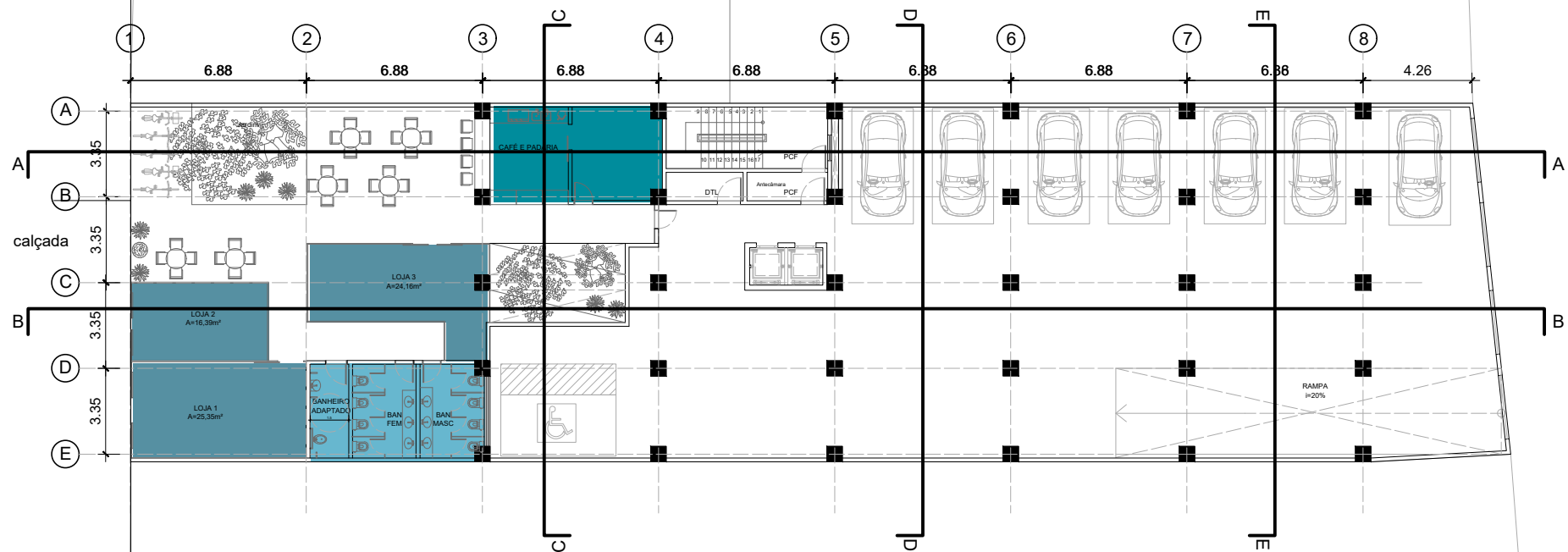


Figura 62: Planta do Térreo. Fonte: elaboração autoral, 2021.

ESC: 1/250

1º PAVIMENTO

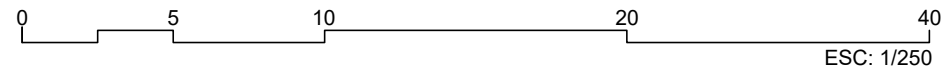
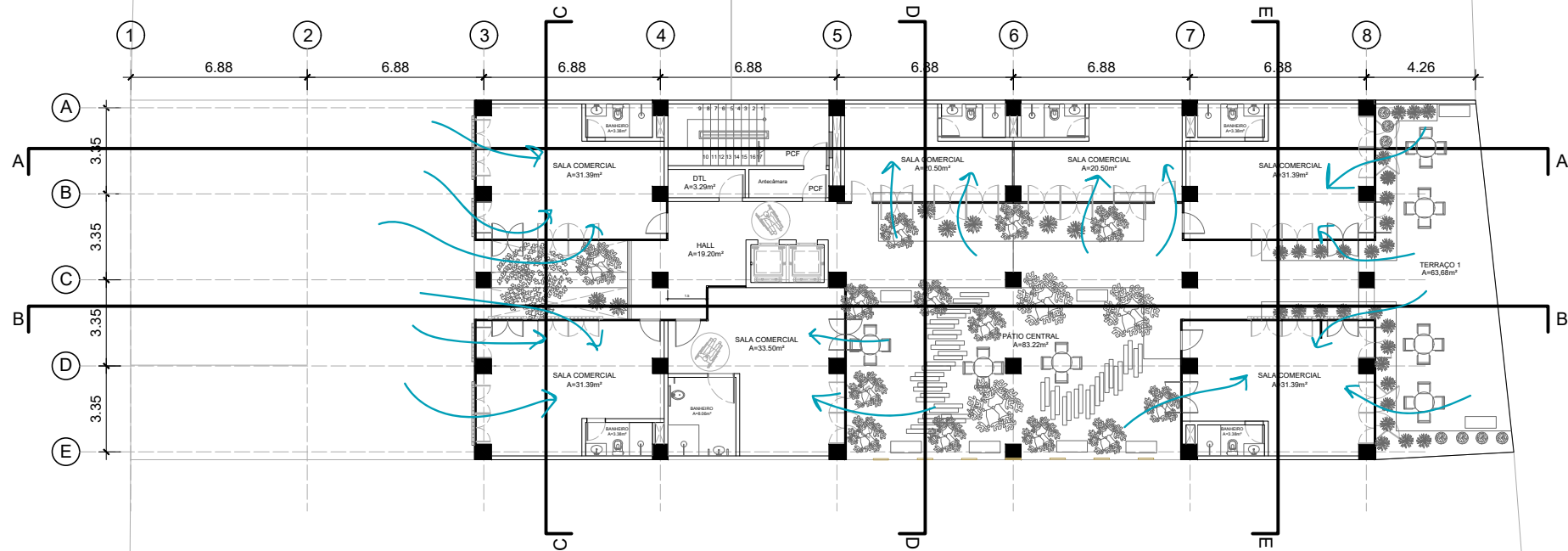


Figura 63: Planta do Primeiro Pavimento. Fonte: elaboração autoral, 2021.

2° - 3° PAVIMENTO

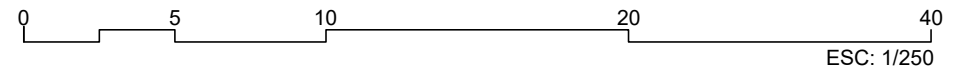
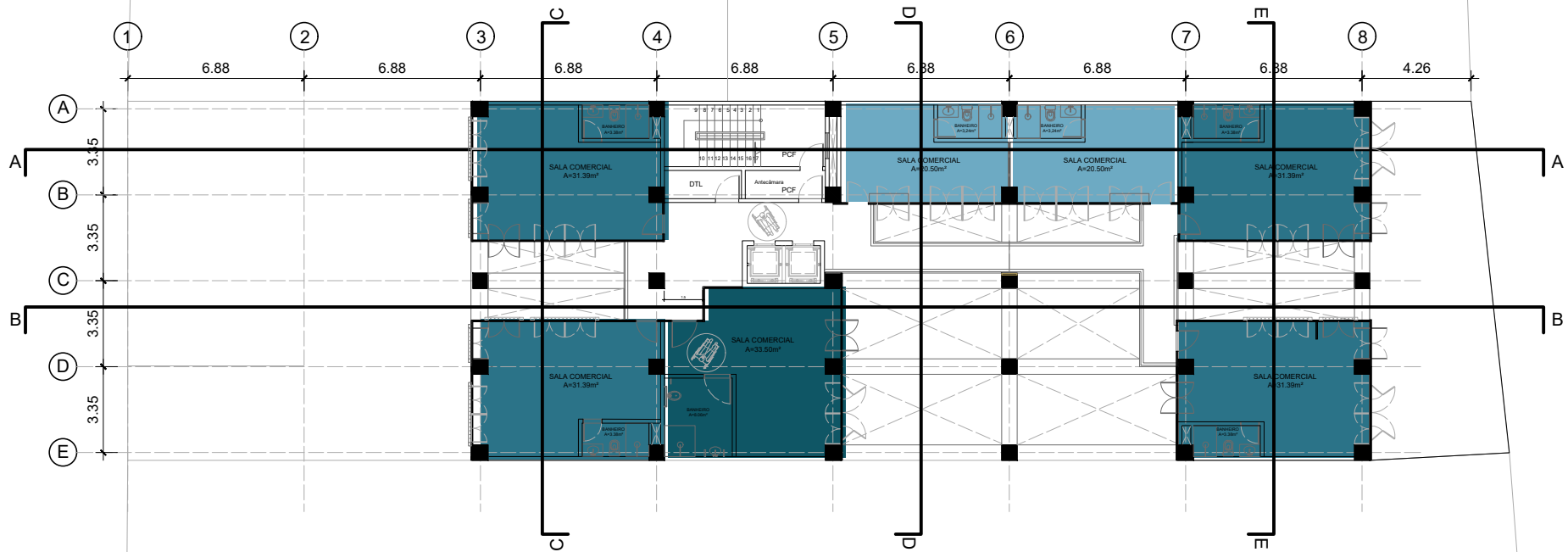
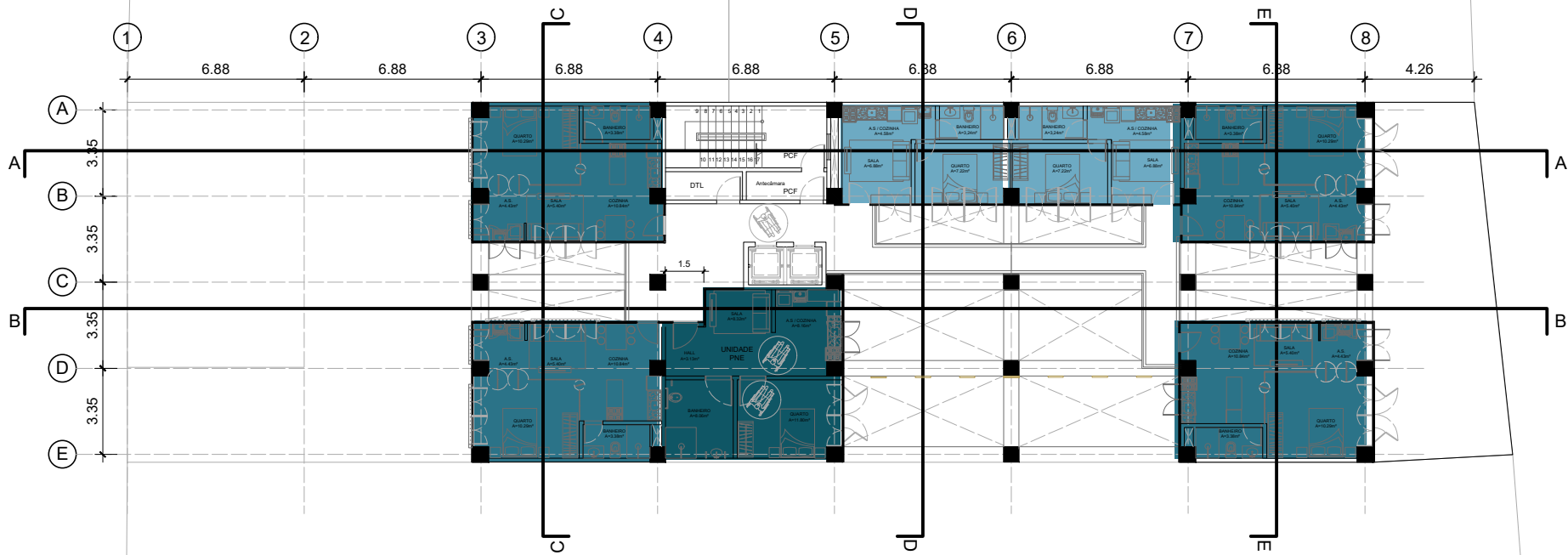


Figura 64: Planta do pavimento tipo do Segundo ao Terceiro Pavimento. Fonte: elaboração autoral, 2021.

4º - 8º PAVIMENTO



ESC: 1/250

Figura 65: Planta do pavimento tipo do Quarto ao Oitavo Pavimento. Fonte: elaboração autoral, 2021.

9º PAVIMENTO

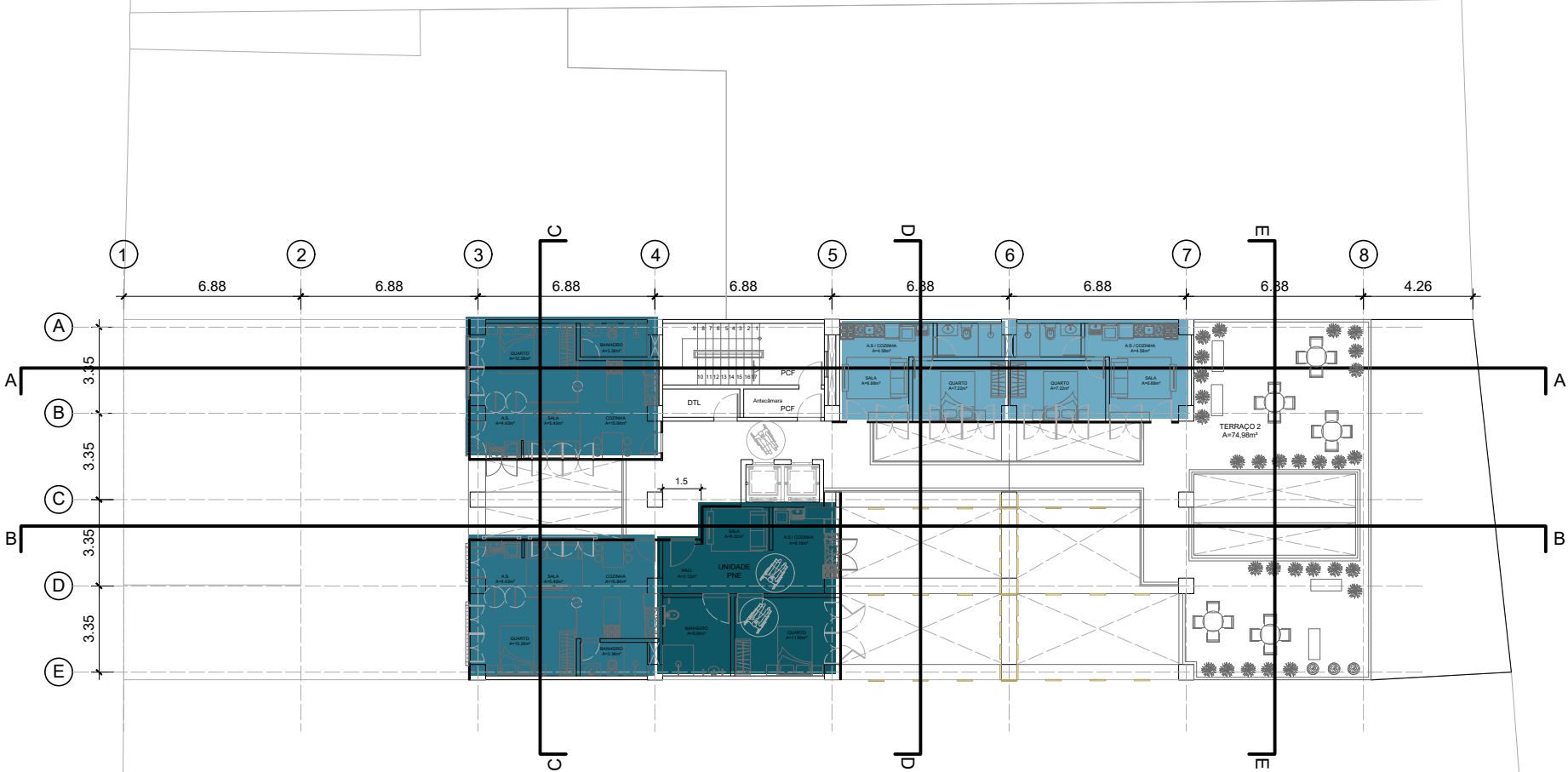


Figura 66: Planta do Nono Pavimento. Fonte: elaboração autoral, 2021.

ESC: 1/250

10° -13° PAVIMENTO

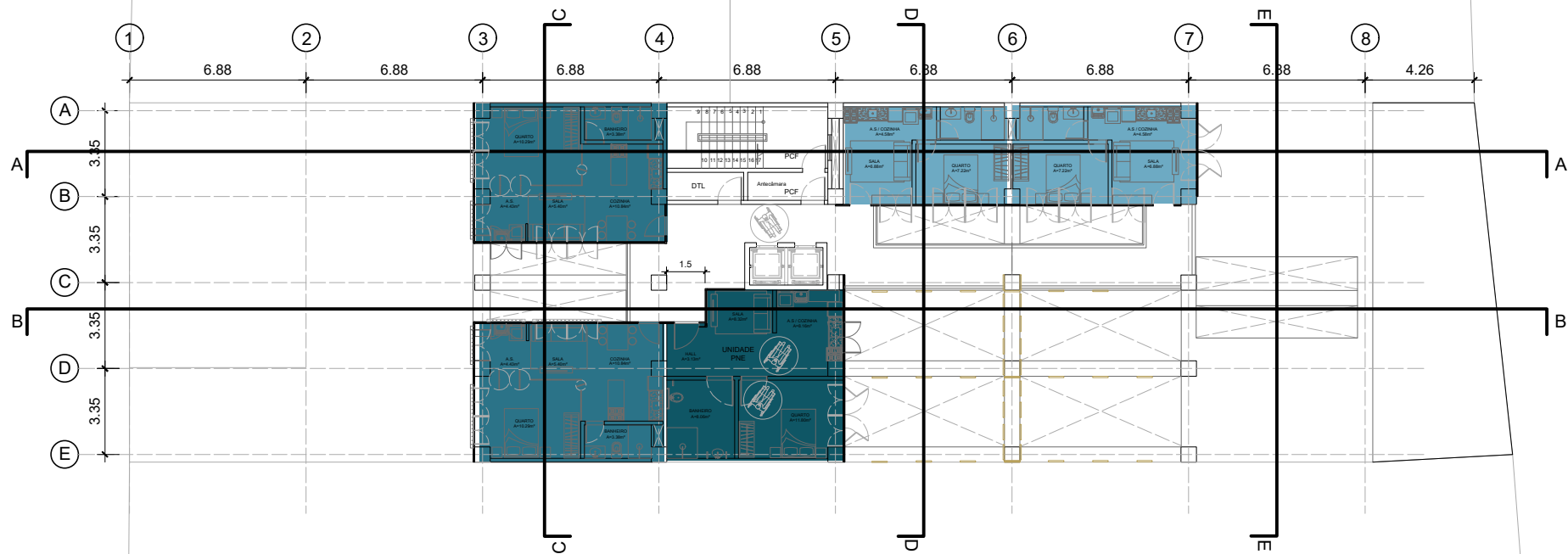


Figura 67: Planta do pavimento tipo do Décimo ao Décimo Terceiro Pavimento. Fonte: elaboração autoral, 2021.

ESC: 1/250

14º PAVIMENTO

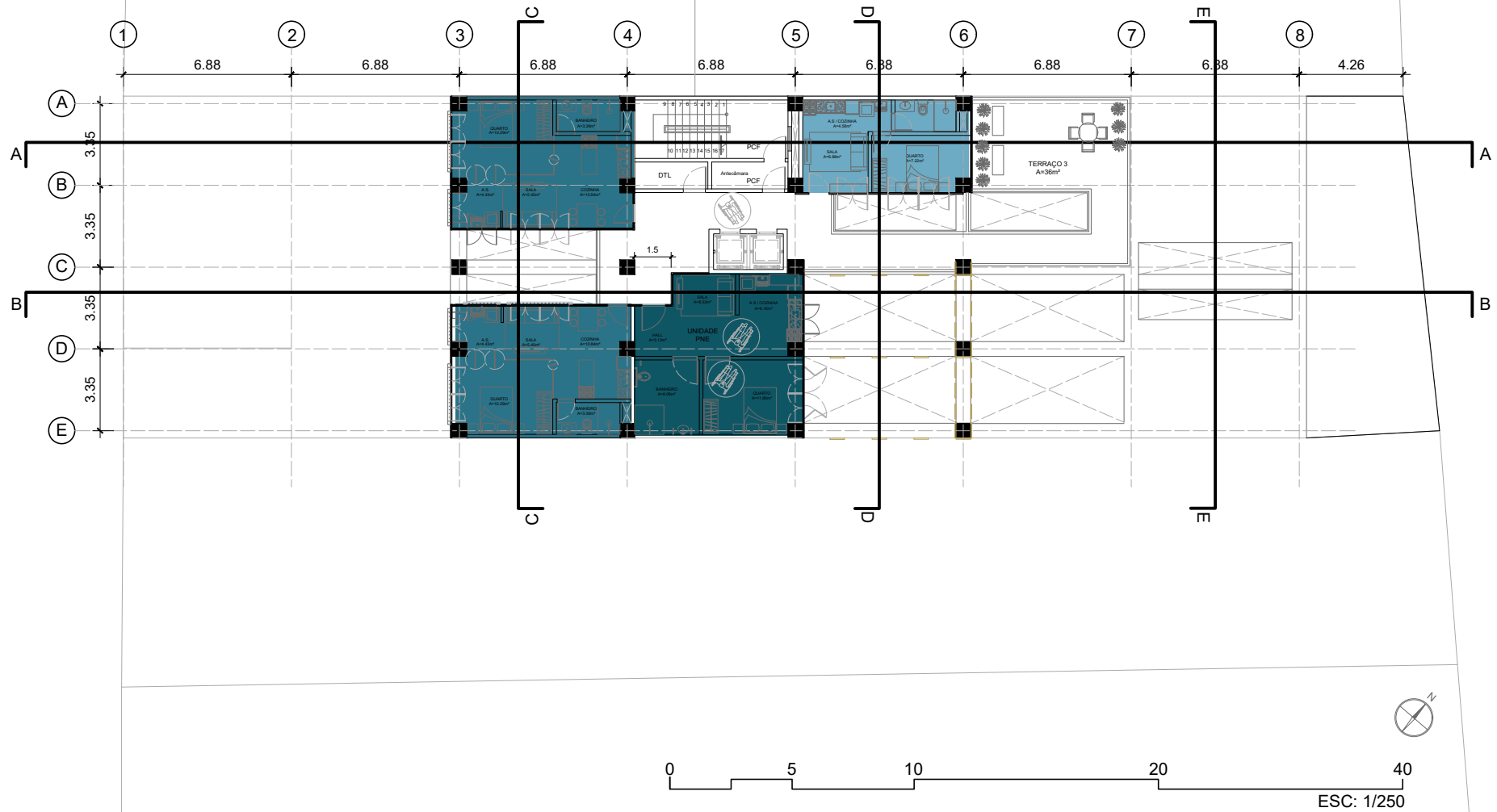
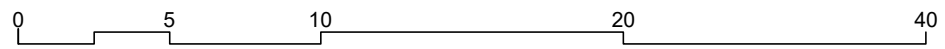
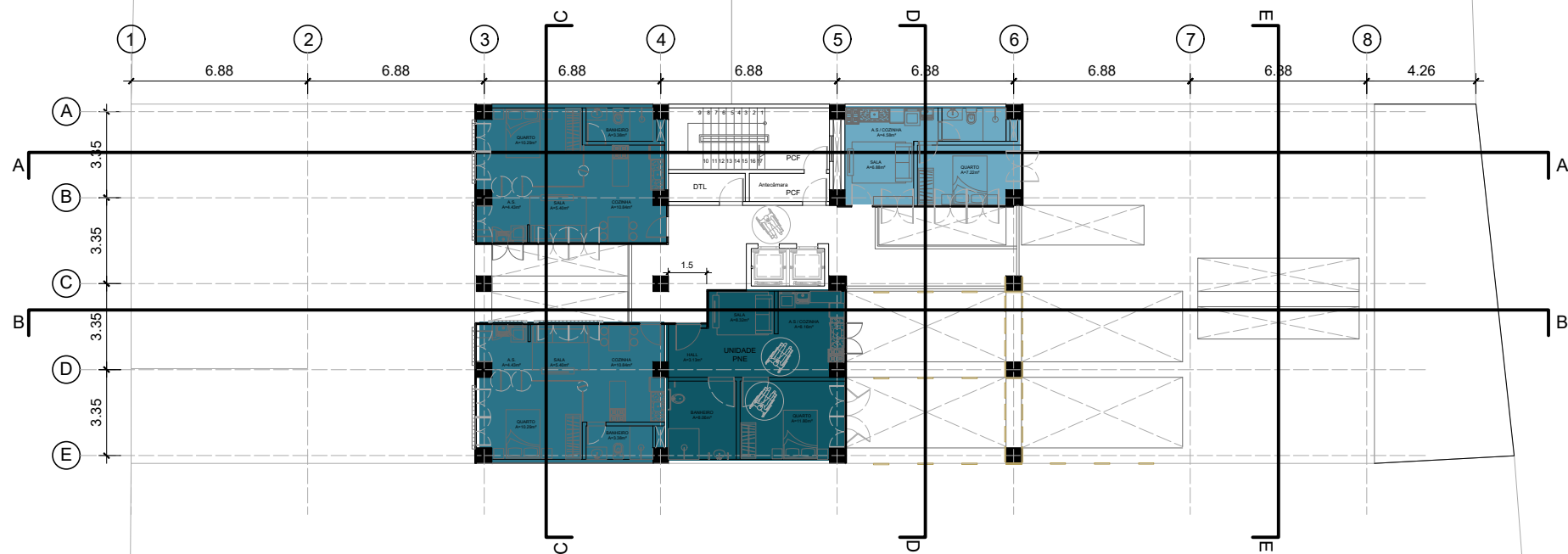


Figura 68: Planta do Décimo Quarto Pavimento.. Fonte: elaboração autoral, 2021.

ESC: 1/250

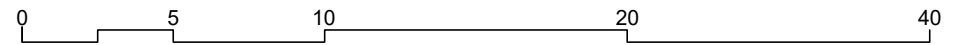
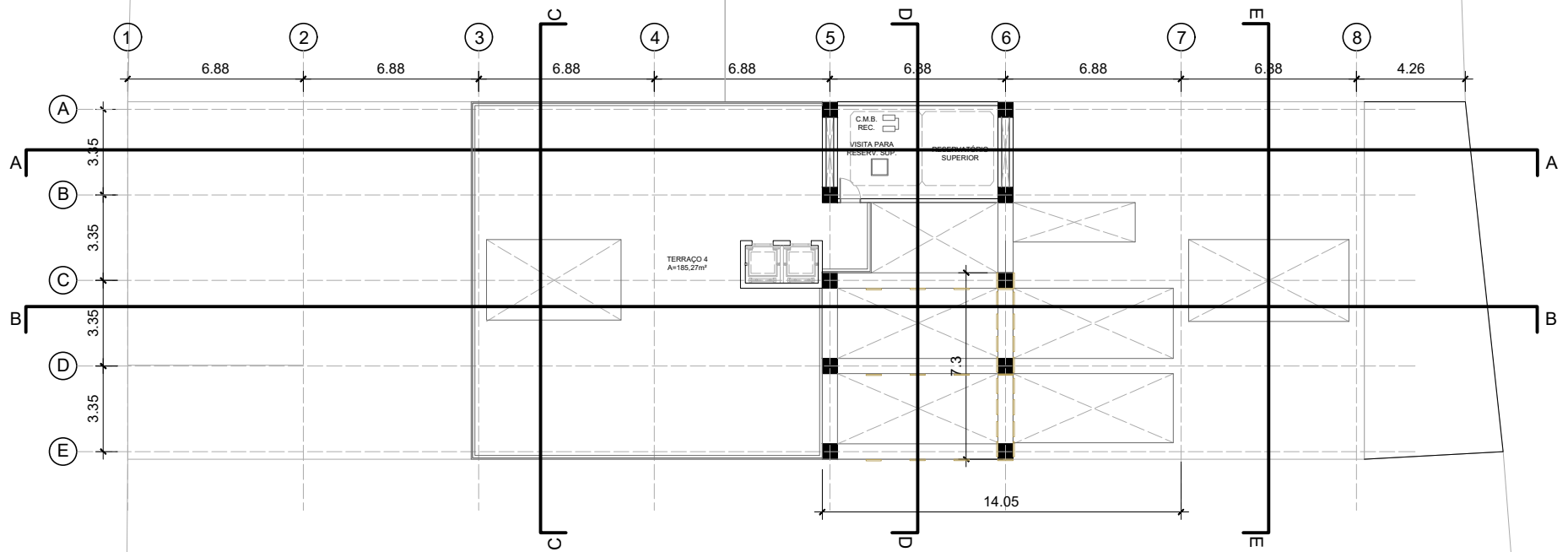
15º-21º PAVIMENTO



ESC: 1/250

Figura 69: Planta do Décimo Quinto ao Vigésimo Primeiro Pavimento. Fonte: elaboração autoral, 2021.

22º PAVIMENTO



ESC: 1/250

Figura 70: Planta do Vigésimo Segundo Pavimento. Fonte: elaboração autoral, 2021.



Figura 71: Corte AA. Fonte: elaboração autoral, 2021.

CORTE AA

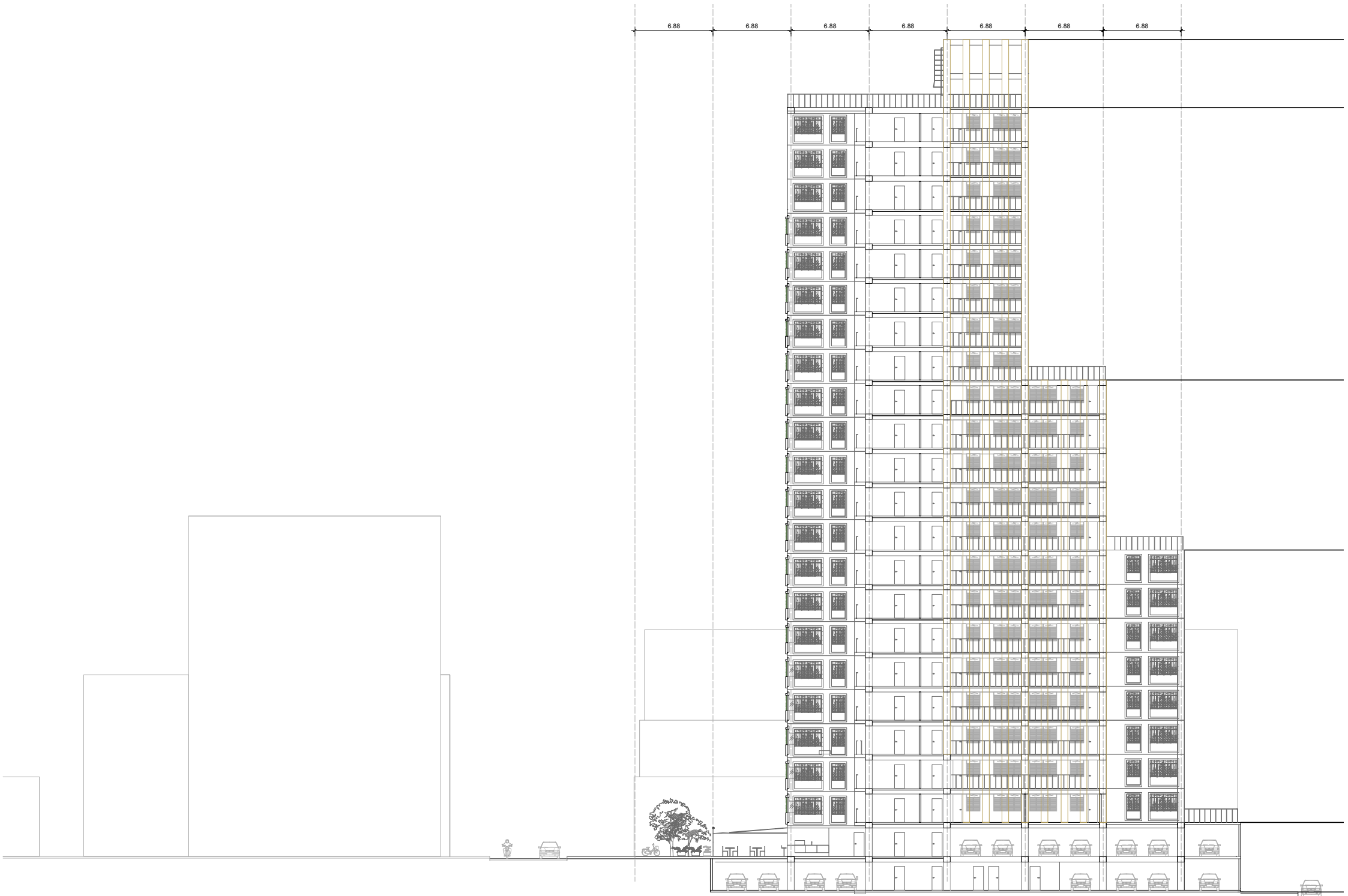


Figura 72: Corte BB. Fonte: elaboração autoral, 2021.

0 5 10 20 40
CORTE BB
ESC: 1/500

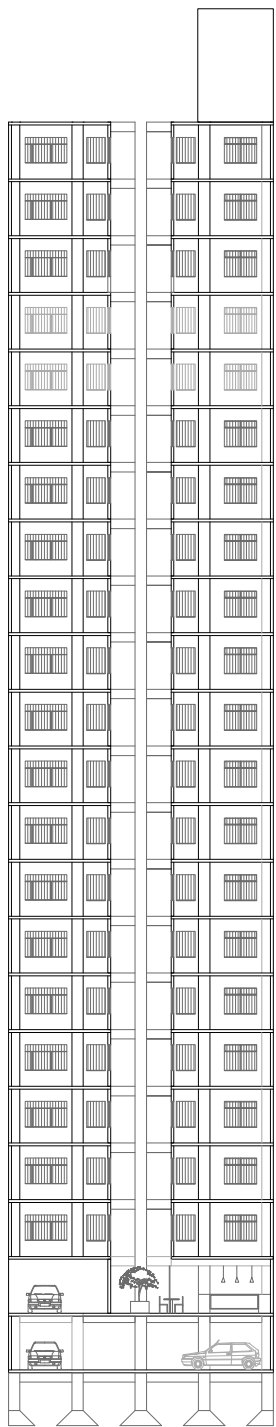


Figura 73: Corte CC.



Figura 74: Corte DD.

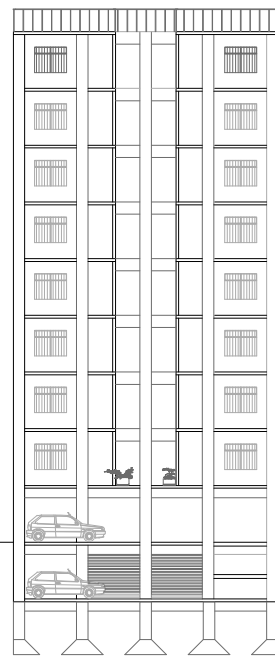
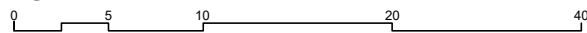


Figura 75: Corte EE.



Fachada Noroeste

- Sem sol durante a manhã
- Tarde ensolarada

- Ventilação natural e cruzada (100% do vão para ventilação e iluminação e janelas de giro e pivotante)
- Vegetação caduca durante o inverno com tirantes para fixação

- Sem sol durante a manhã
- Tarde ensolarada

- Aquecimento por inércia térmica com materiais mais espessos (aproveitamento da radiação para ganho progressivo do calor para o interior da edificação durante o dia)
- Prateleira de iluminação (que prolongue a extensão da luz no ambiente)

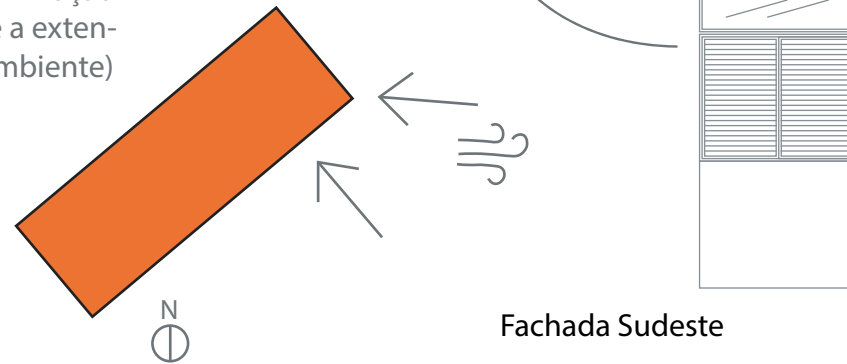
Fachada Nordeste

- Sol direto durante a manhã
- Começo da tarde parcialmente ensolarada
- Sem sol no fim da tarde

- Vidros sombreados por venezianas
- Ventilação natural e cruzada (100% do vão para ventilação e iluminação e janelas de giro e pivotante)

- Sol direto durante a manhã
- Sol direto no começo da tarde
- Sem sol no fim da tarde

- Aquecimento por inércia térmica, material com maior atraso térmico e menor transmitância (aproveitamento da radiação para ganho progressivo do calor para o interior da edificação durante o dia)
- Prateleira de iluminação (que prolongue a extensão da luz no ambiente)



Fachada Sudoeste

- Sem Sol durante a manhã
- Tarde ensolarada

- Ventilação natural e cruzada (100% do vão para ventilação e iluminação e janelas de giro e pivotante)
- Vegetação caduca durante o inverno com tirantes para fixação

- Sol apenas no final da tarde

- Vedação envidraçada para aquecimento passivo.
- Prateleira de iluminação (que prolongue a extensão da luz no ambiente)

Fachada Sudeste

- Apenas manhã ensolarada
- Sem sol durante a tarde

- Aproveitamento da ventilação natural e favorecimento da ventilação cruzada (pátio e afastamento lateral)
- Vidros sombreados por venezianas para proporcionar mais privacidade às unidades próximas ao corredor, controle da ventilação e da iluminação.

- Apenas manhã ensolarada
- Sem sol durante a tarde

- Vedação envidraçada a fim de gerar uma camada de calor durante o inverno.
- Prateleira de iluminação (que prolongue a extensão da luz no ambiente)

Obs.: A fachada sudeste recebe diretamente e com maior velocidade os ventos e por isso nela está posicionado o pátio interno e o afastamento lateral.

Legenda
● verão
● inverno
● proposta



Figura 76: Imagem referência.
Fonte: archdaily

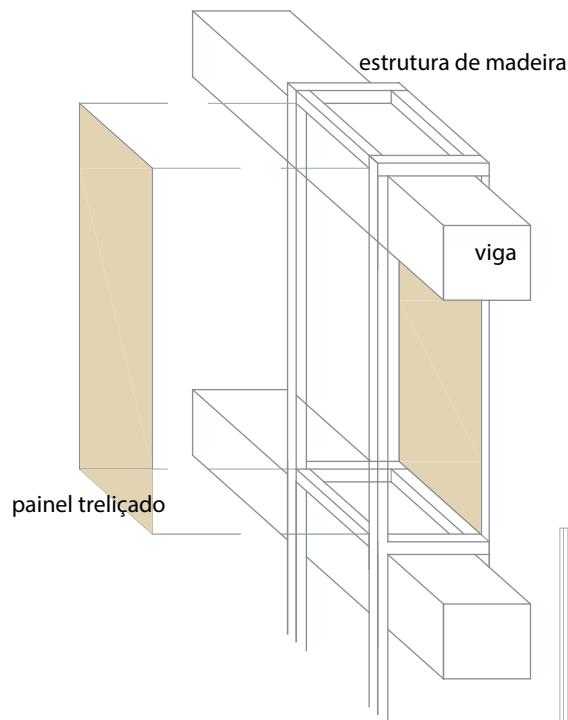


Figura 77: Desenho painel treçado.
Fonte: elaboração autoral, 2021.

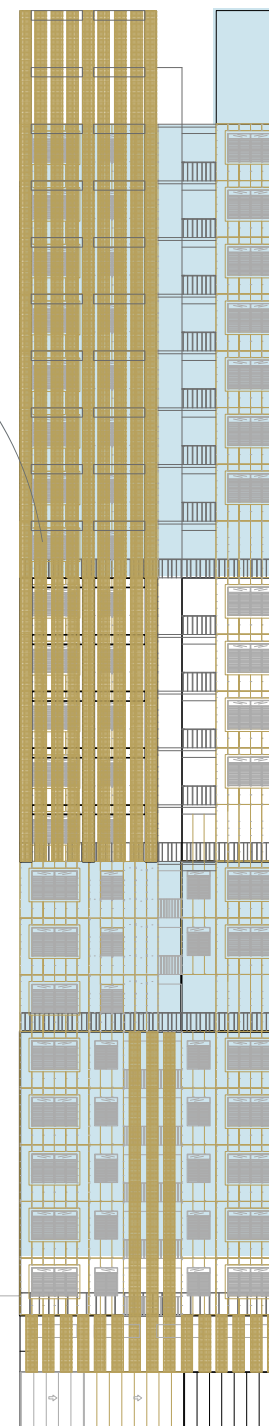
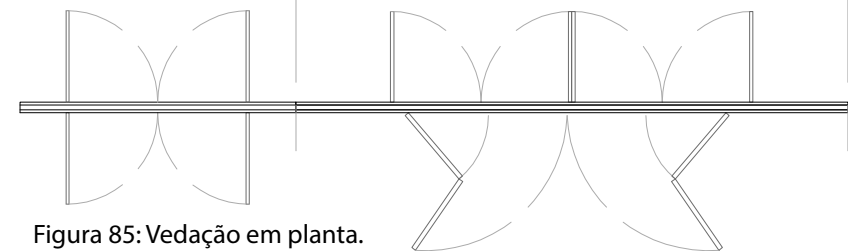
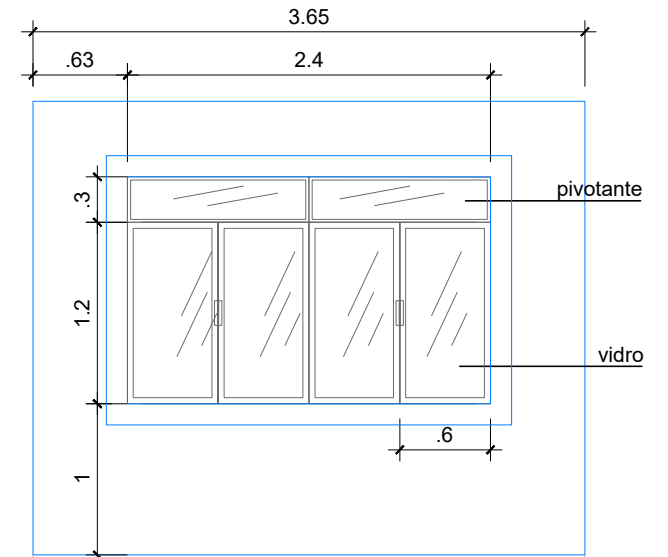
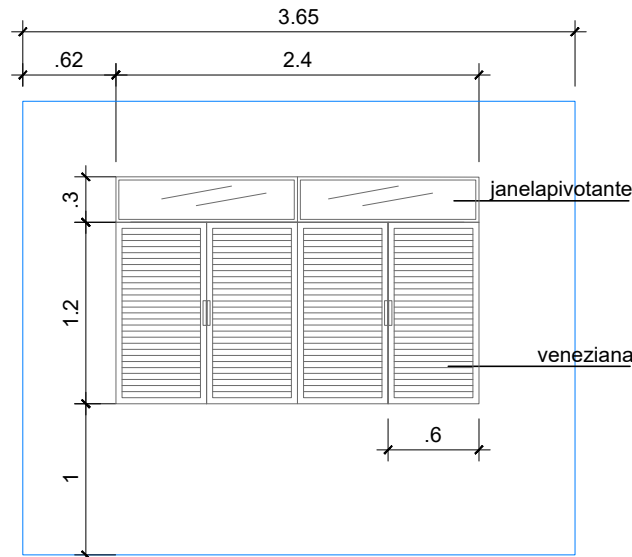
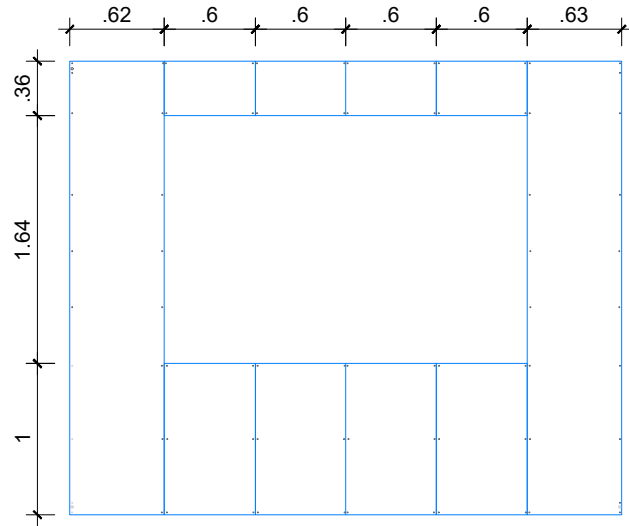
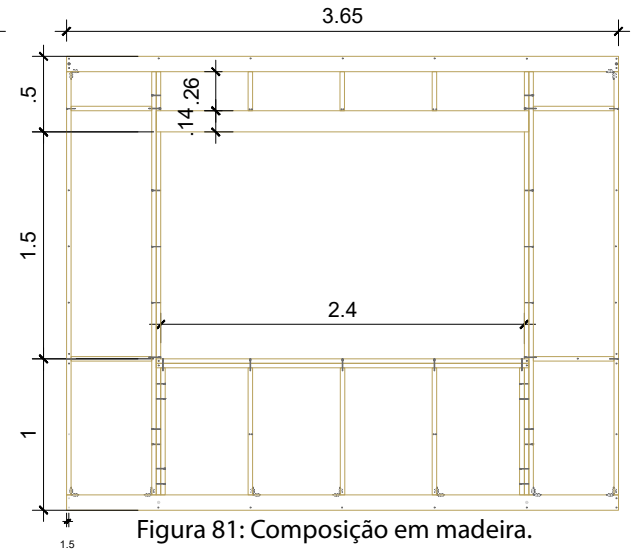
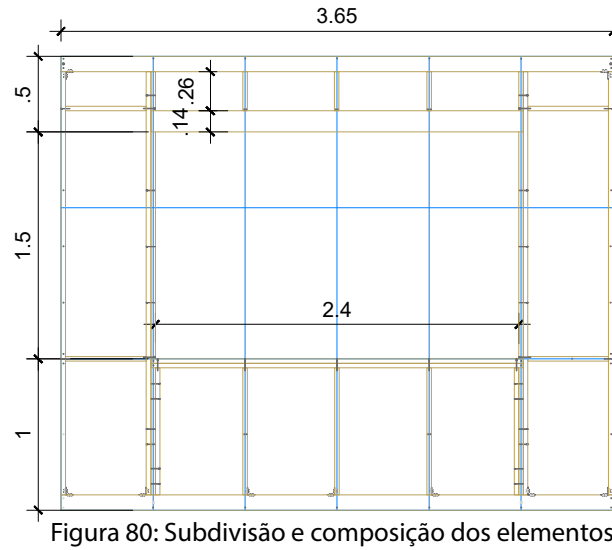
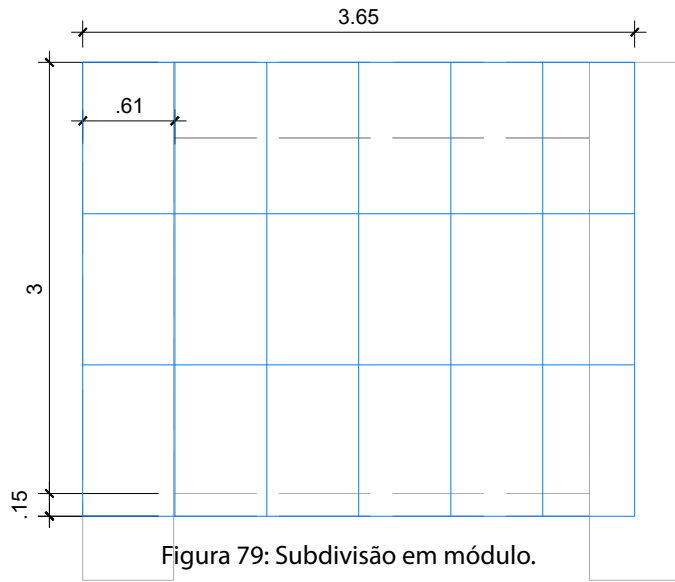


Figura 78: Fachada Nordeste.
Fonte: elaboração autoral, 2021.

novos painéis

0 5 10 20 40
ESC: 1/400

FACHADA NORDESTE



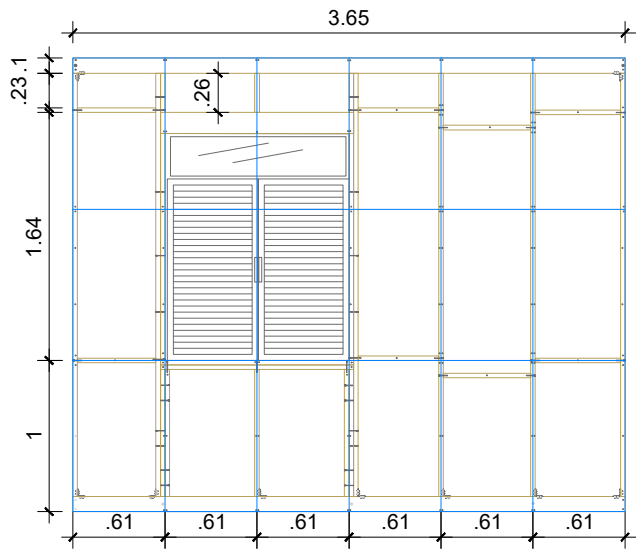


Figura 86: Subdivisão e composição dos elementos

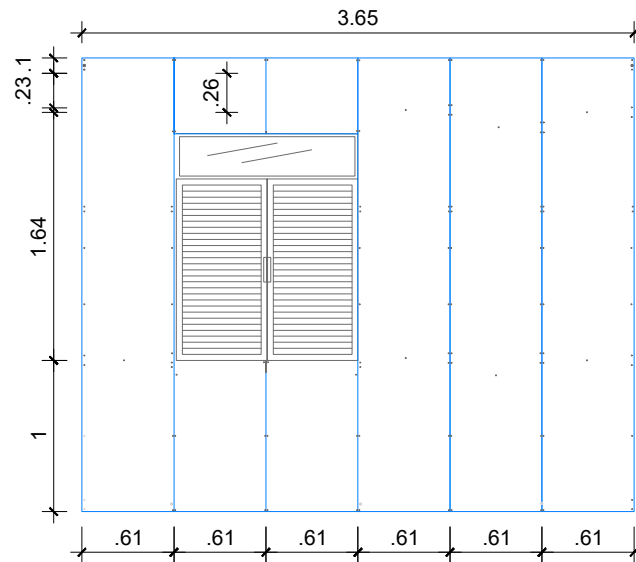


Figura 87: Vista das placas da Vedação.

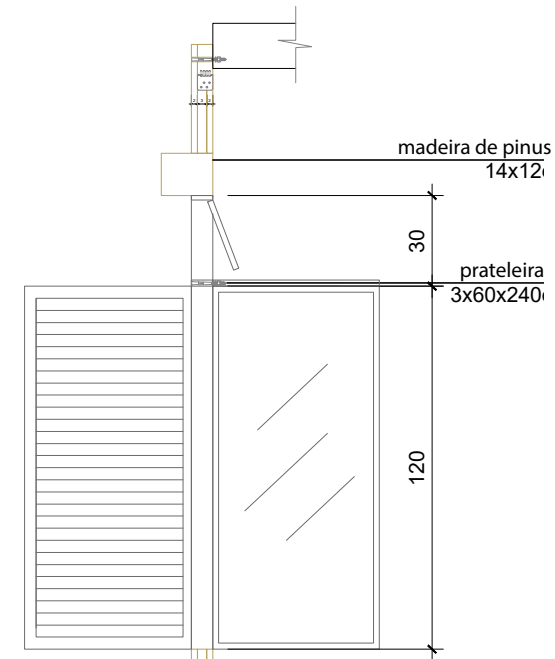


Figura 92: Corte da vedação.

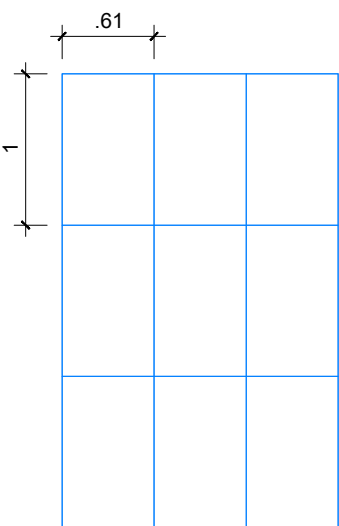


Figura 88: Subdivisão em módulo da vedação.

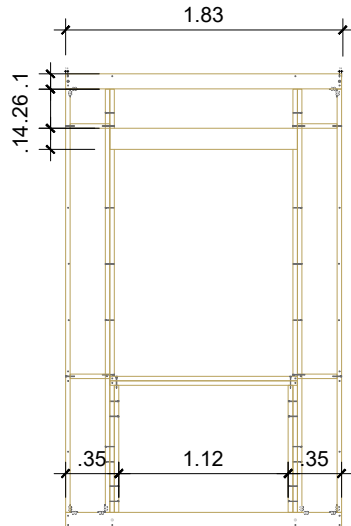


Figura 89: Composição em madeira.

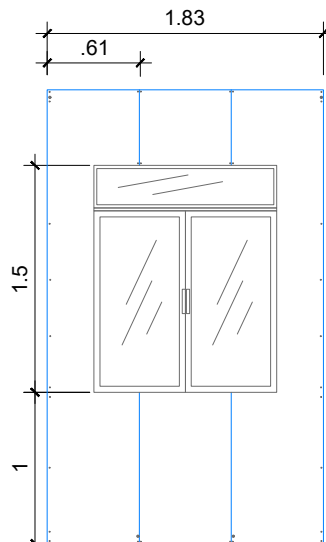


Figura 90: Vista interna da vedação

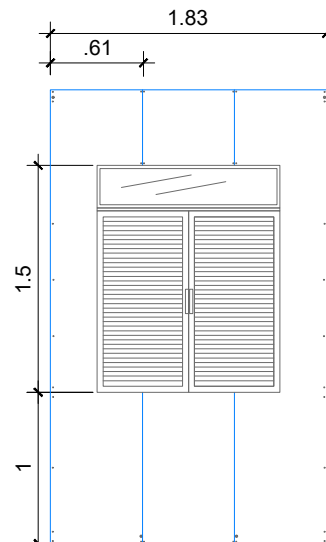
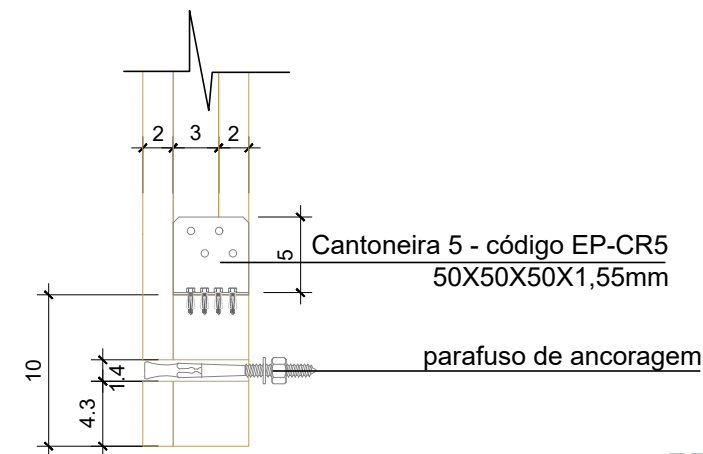
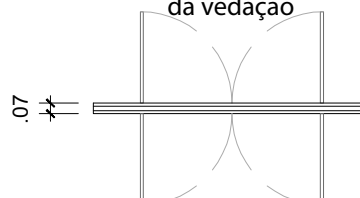


Figura 90: Vista interna da vedação



0 1 3 5
ESCALA 1/50

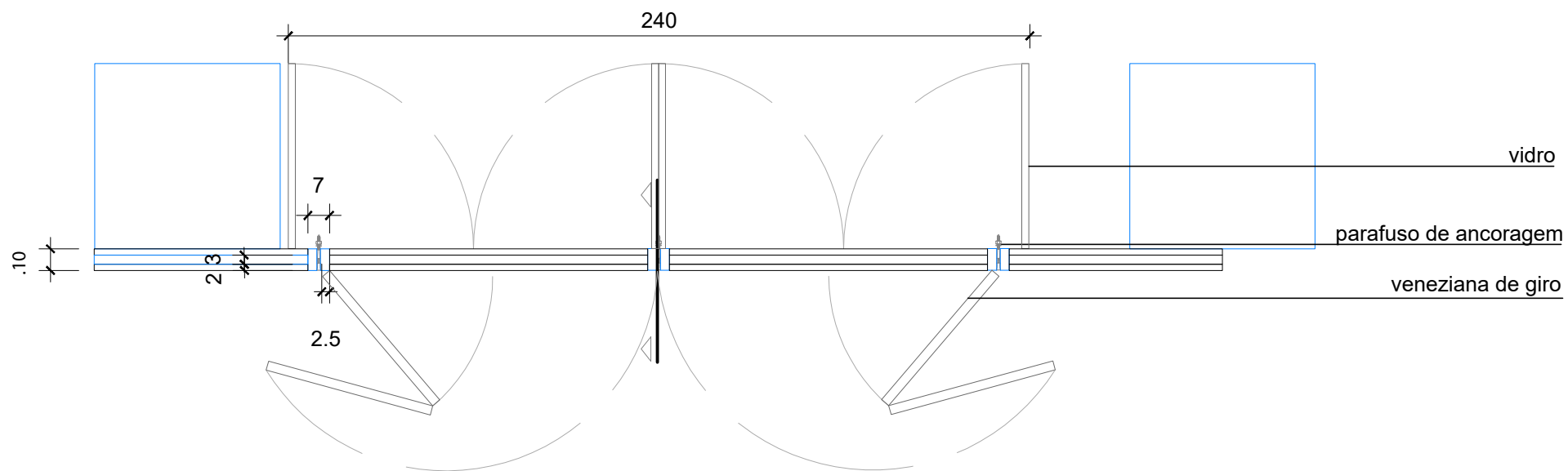


Figura 94: Vedação em planta. Fonte: elaboração autoral, 2021.

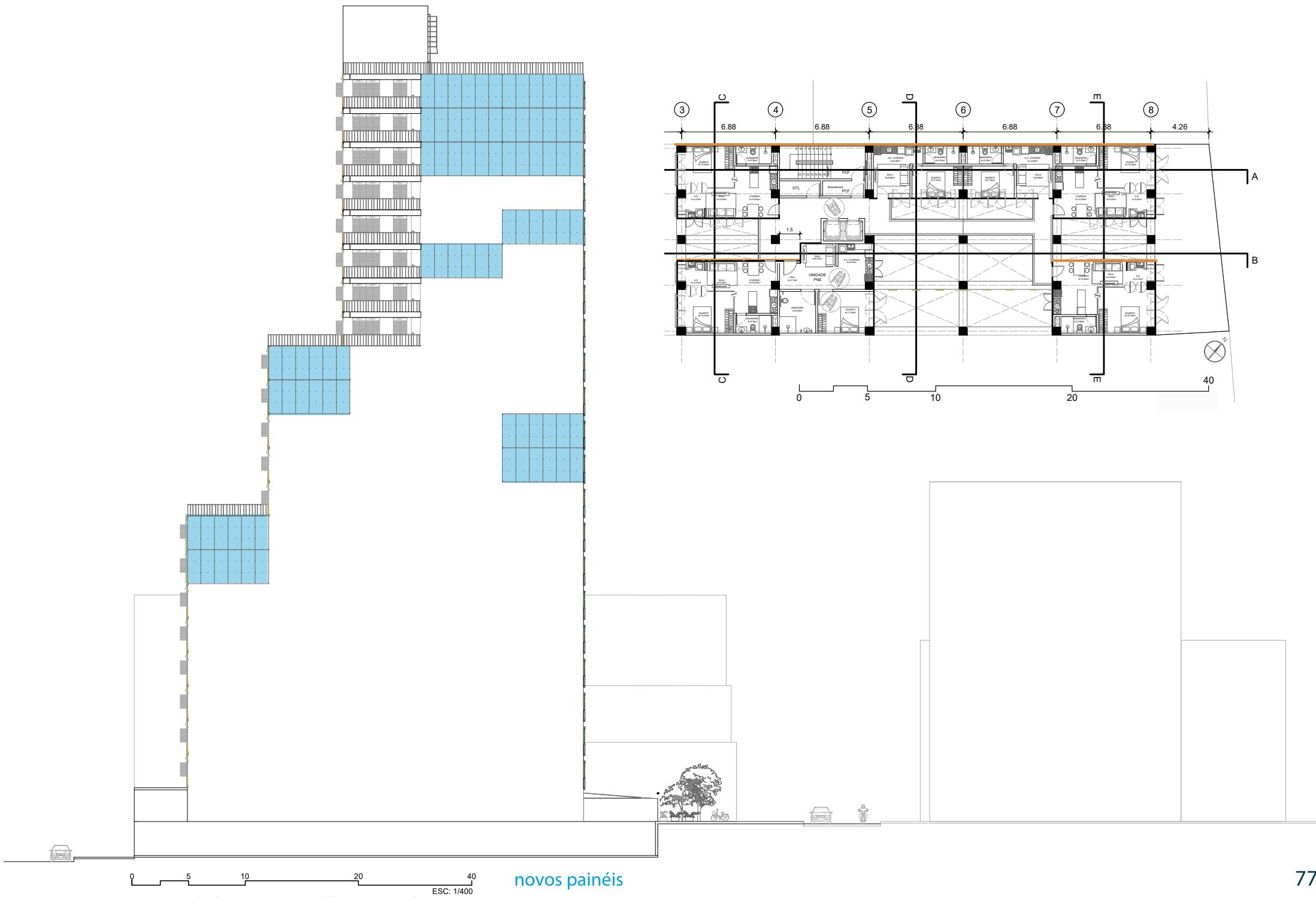
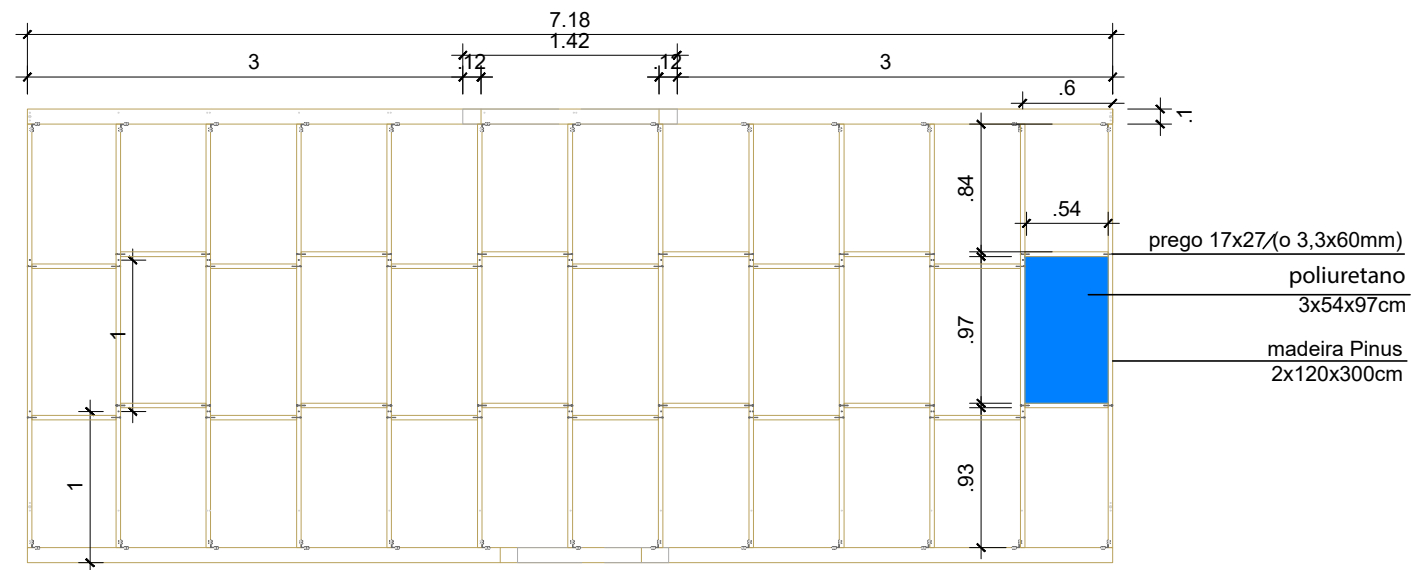
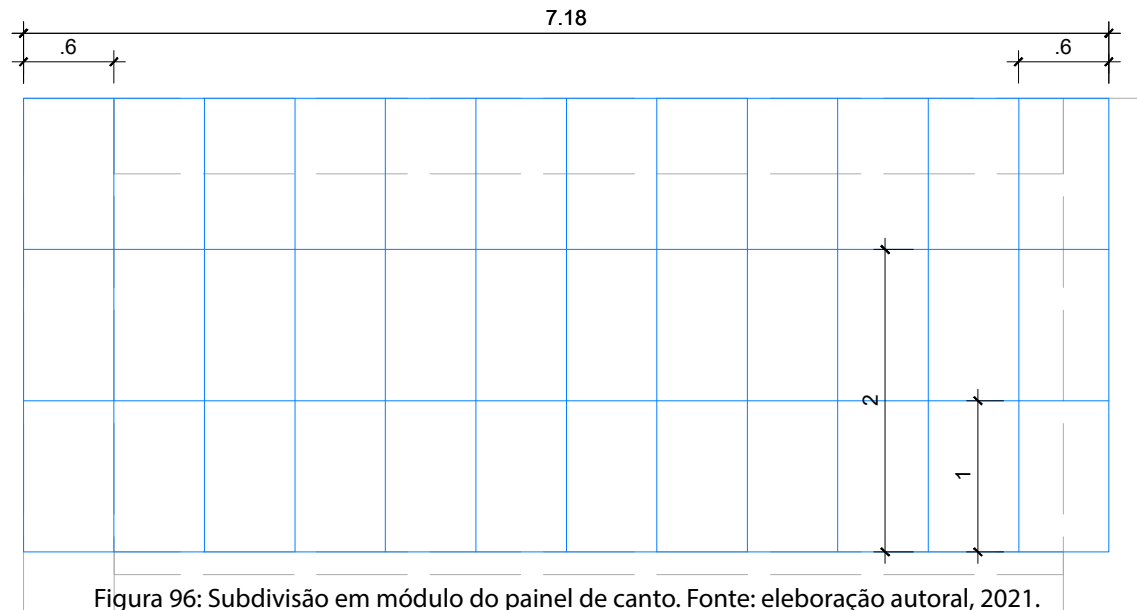


Figura 95: Fachada Noroeste. Fonte: elaboração autoral, 2021.

FACHADA NOROESTE



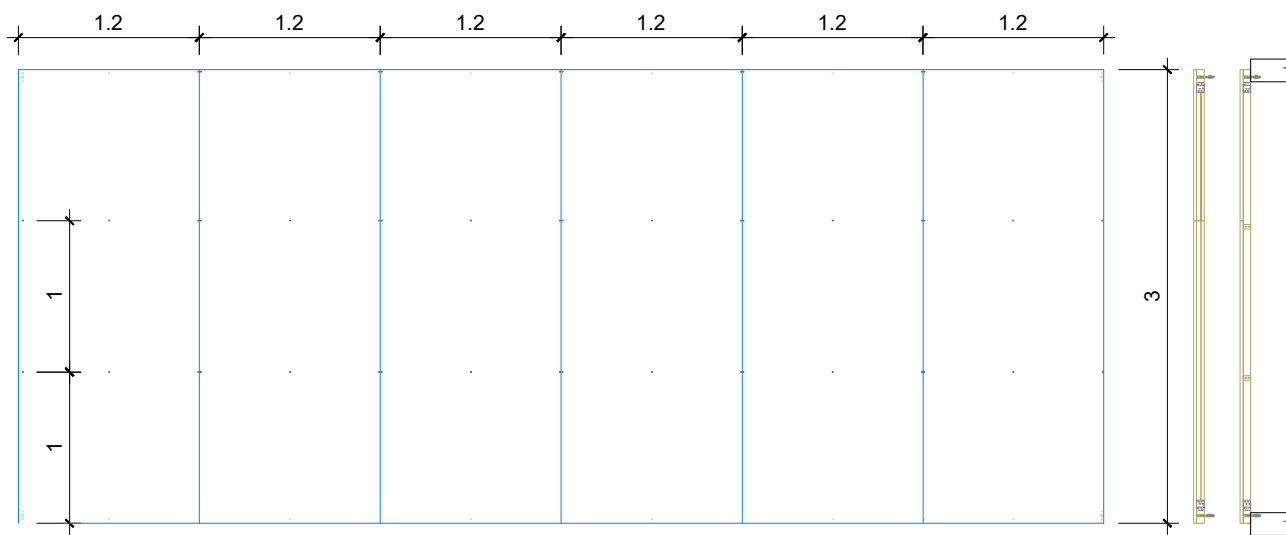


Figura 98: Vista das placas da Vedação. Fonte: elaboração autoral, 2021.

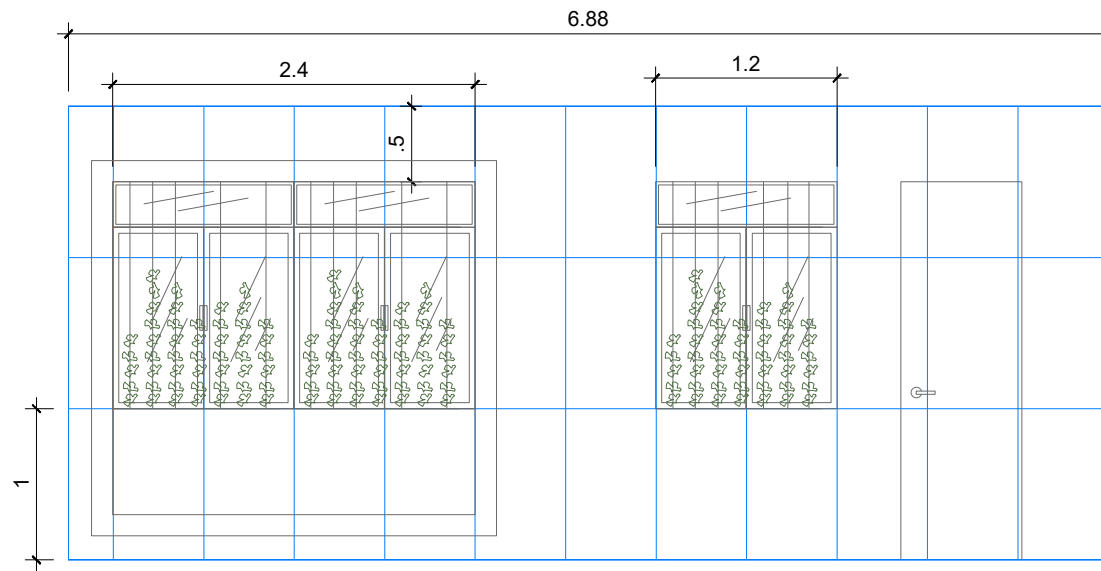


Figura 99: Vista externa. Fonte: elaboração autoral, 2021.

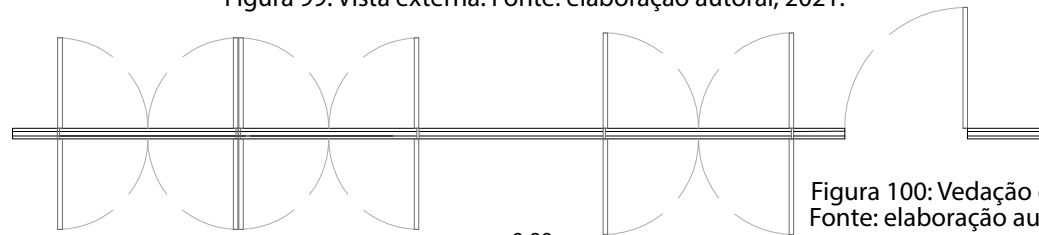


Figura 100: Vedação em planta. Fonte: elaboração autoral, 2021.

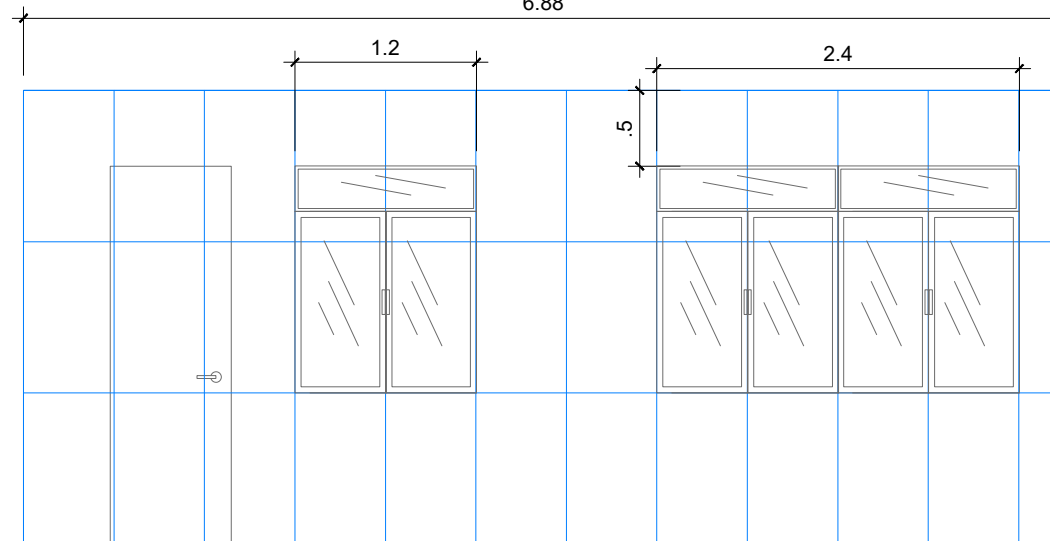


Figura 101: Vista interna. Fonte: elaboração autoral, 2021.



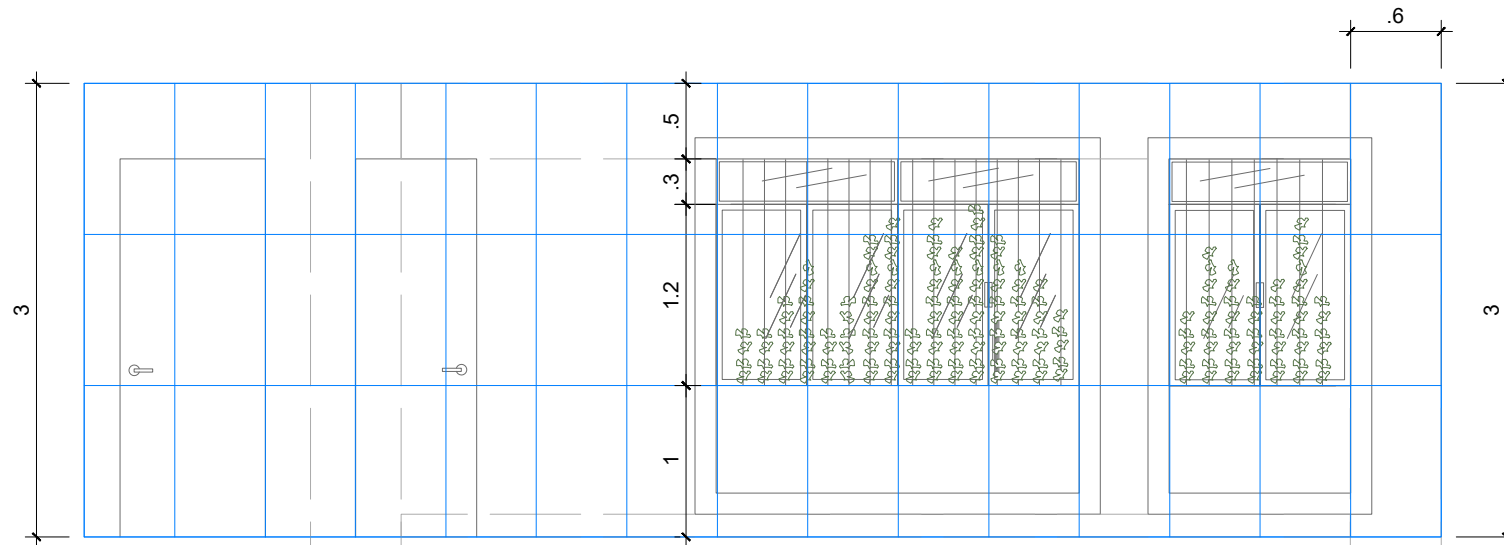


Figura 102: Vista externa. Fonte: elaboração autoral, 2021.

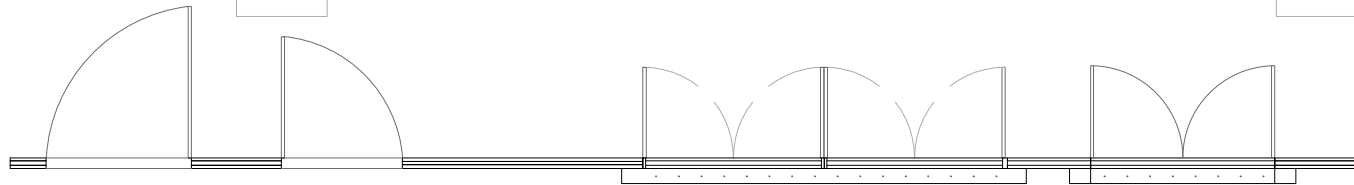


Figura 103: Vedação em planta. Fonte: elaboração autoral, 2021.

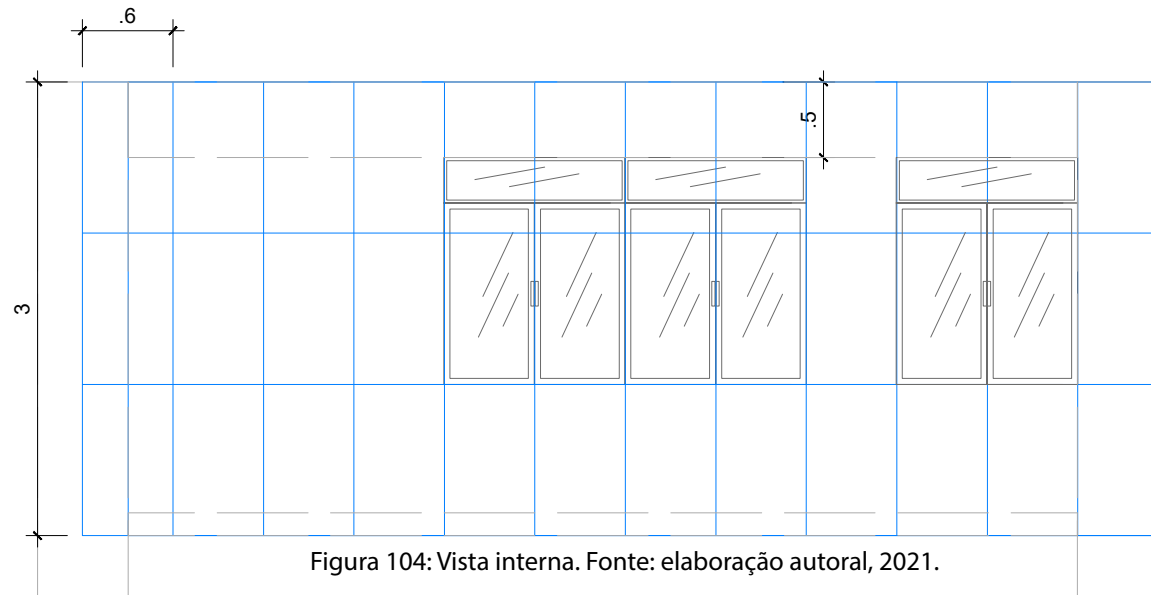


Figura 104: Vista interna. Fonte: elaboração autoral, 2021.

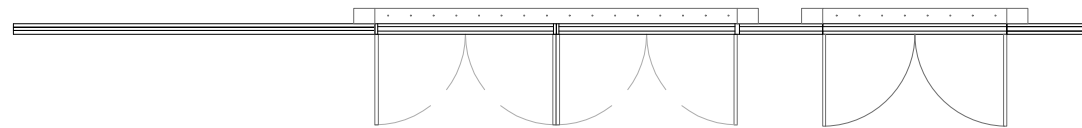
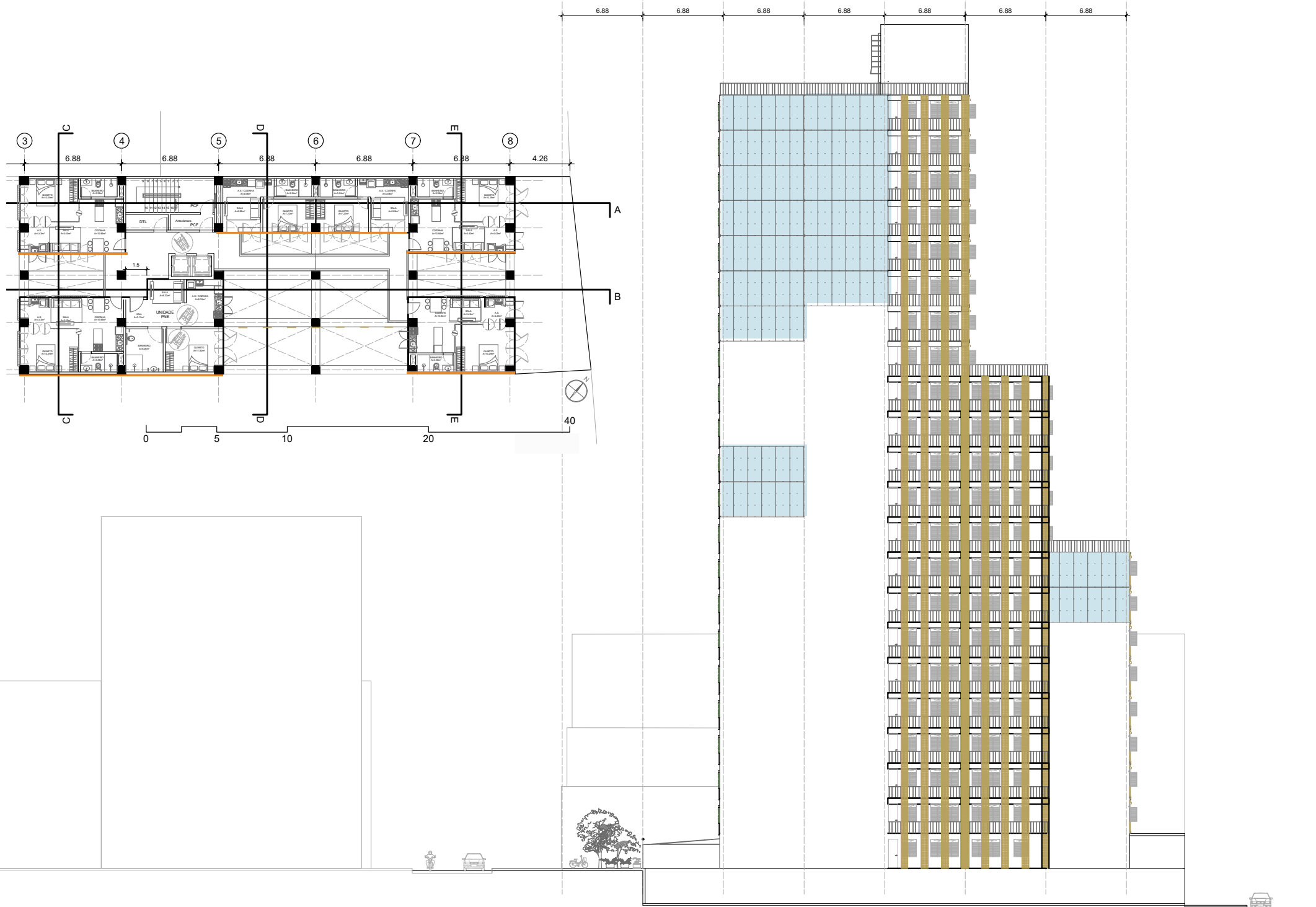


Figura 105: Vedação em planta. Fonte: elaboração autoral, 2021.



Figura 106: Vista externa. Fonte: elaboração autoral, 2021.



novos painéis

Figura 107: Fachada Sudeste. Fonte: elaboração autoral, 2021.

FACHADA SUDESTE

painel de canto opaco

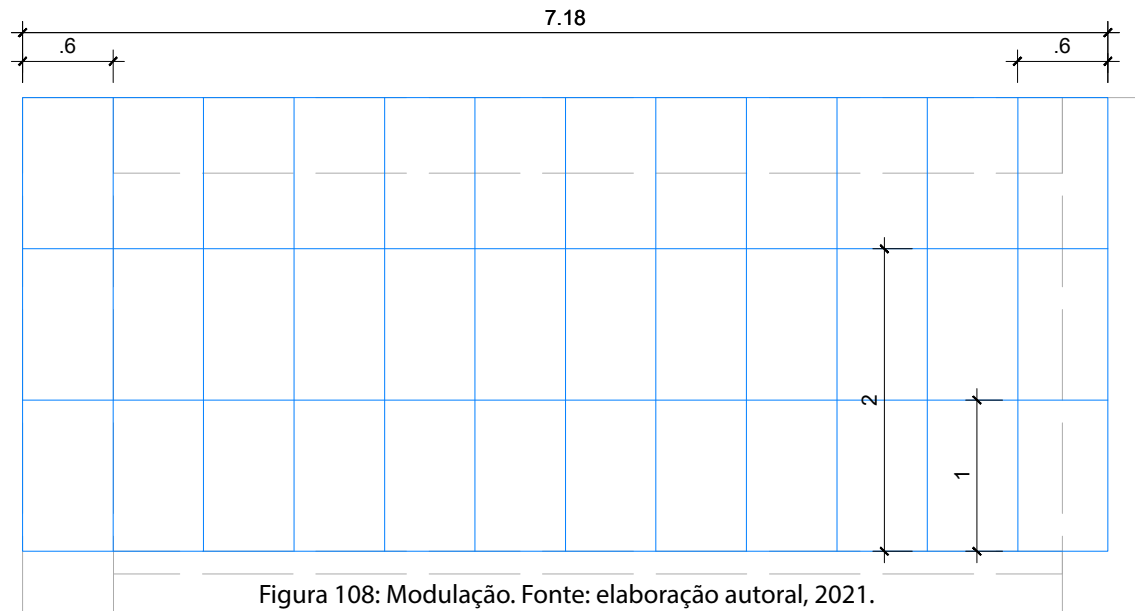


Figura 108: Modulação. Fonte: elaboração autoral, 2021.

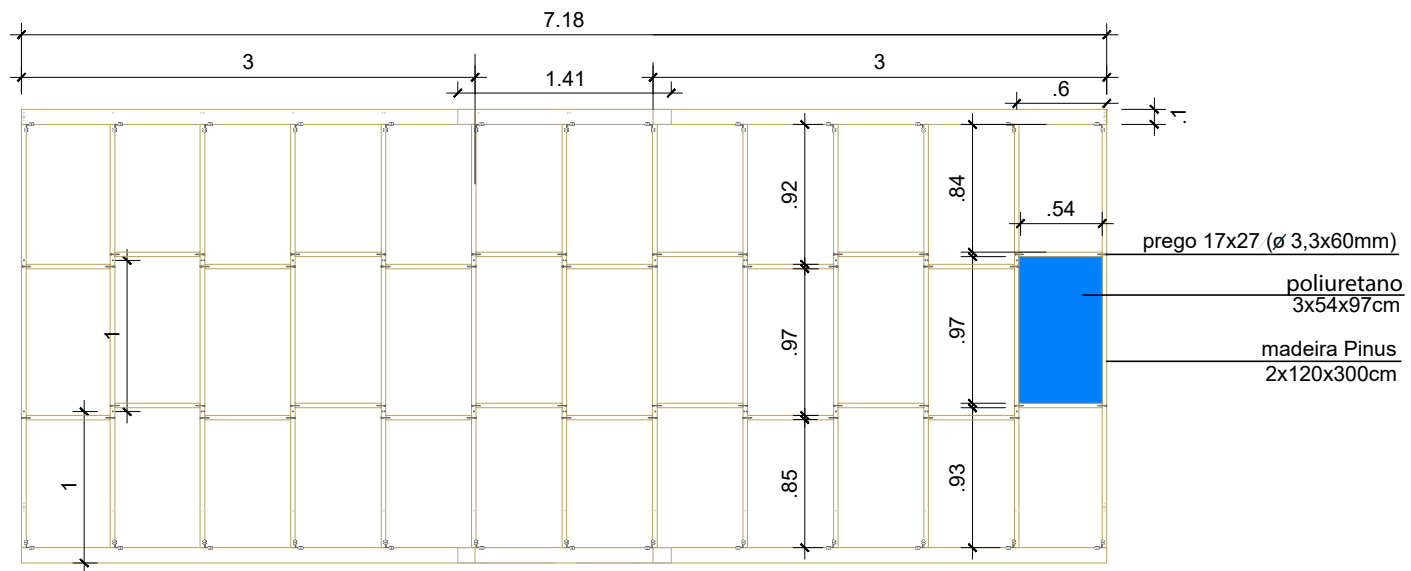


Figura 109: Composição em madeira. Fonte: elaboração autoral, 2021.

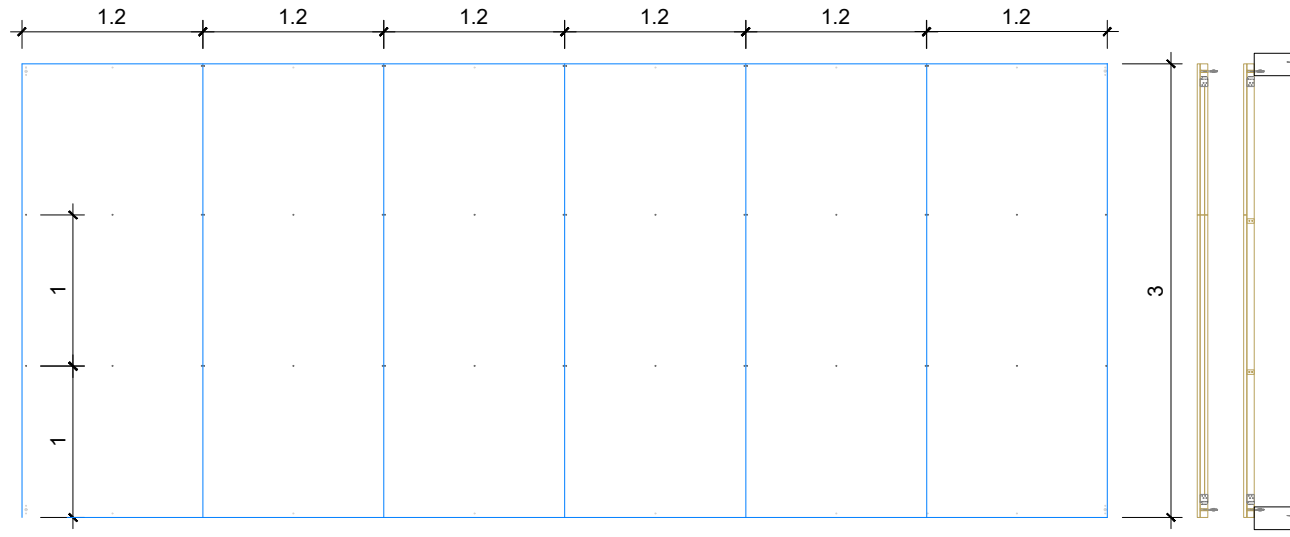


Figura 110: Placas. Fonte: elaboração autoral, 2021.

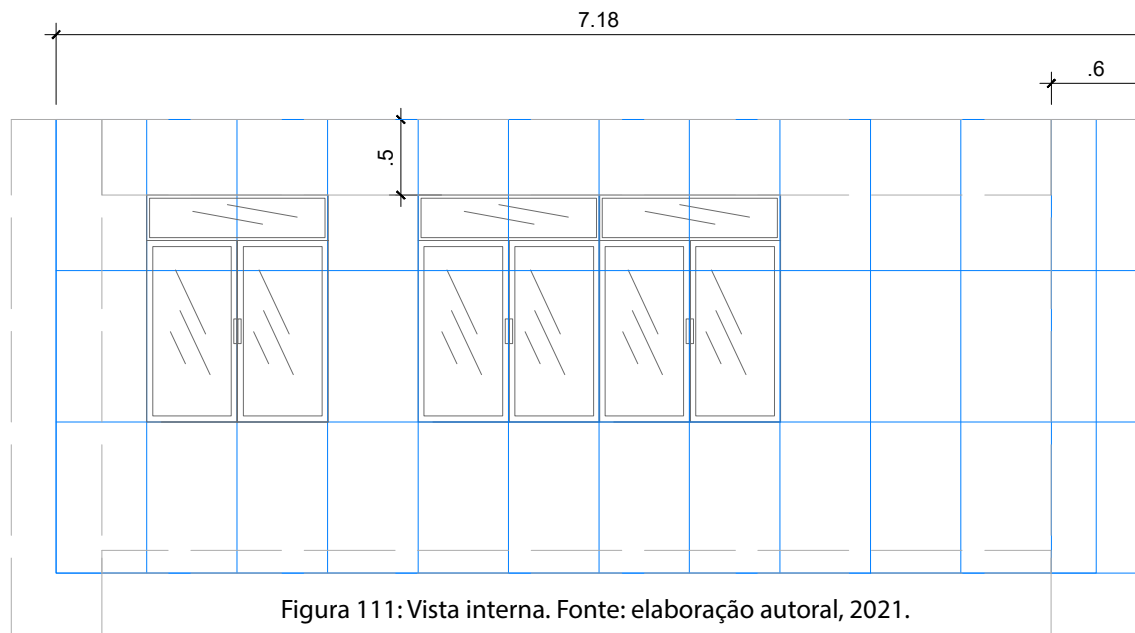


Figura 111: Vista interna. Fonte: elaboração autoral, 2021.

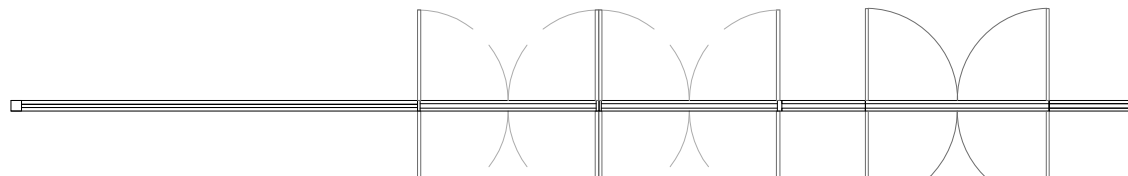


Figura 112: Vedação em planta. Fonte: elaboração autoral, 2021.

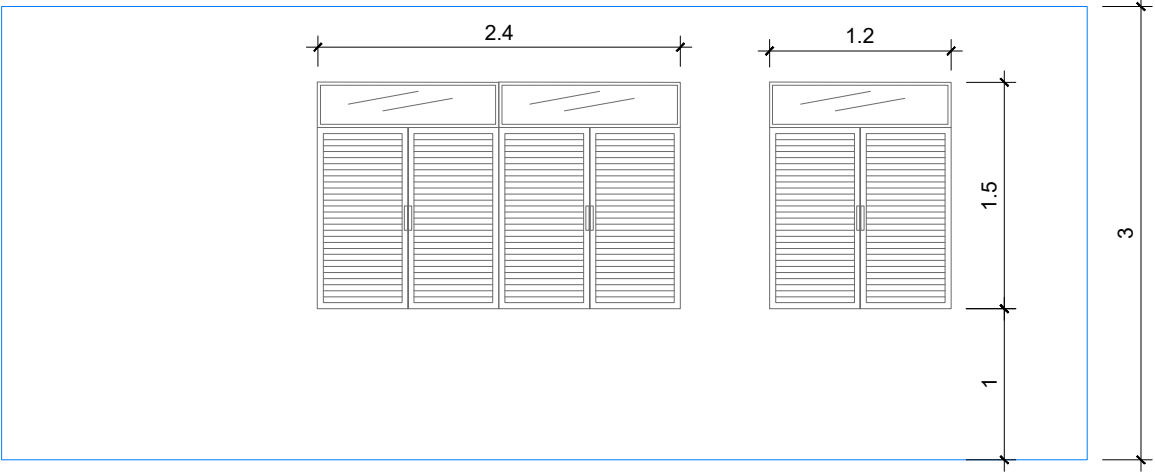
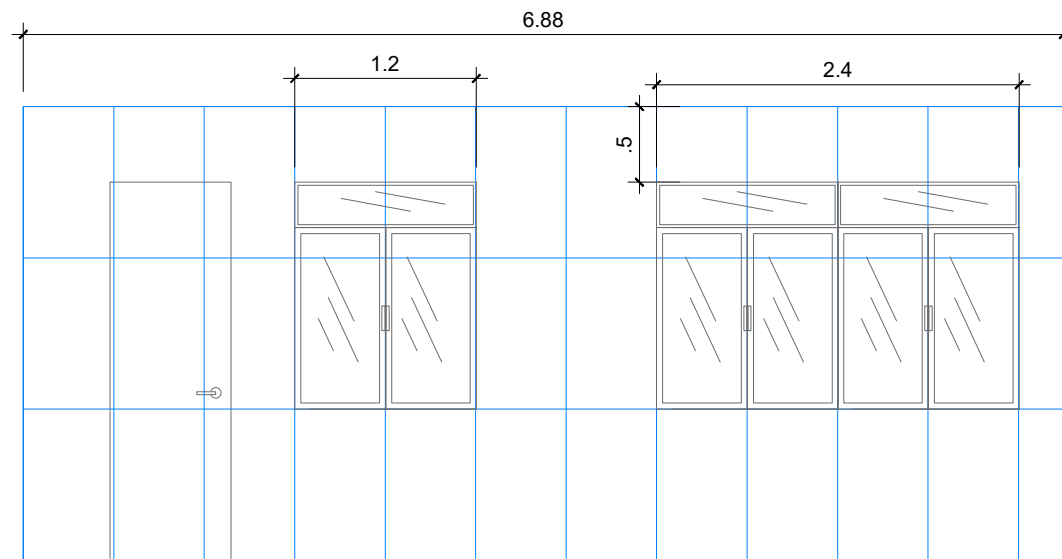
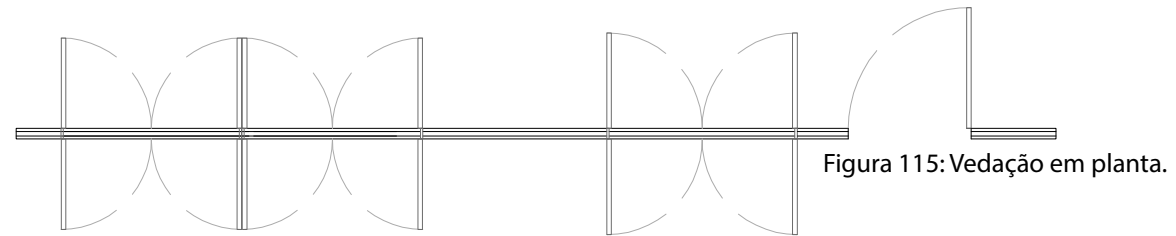
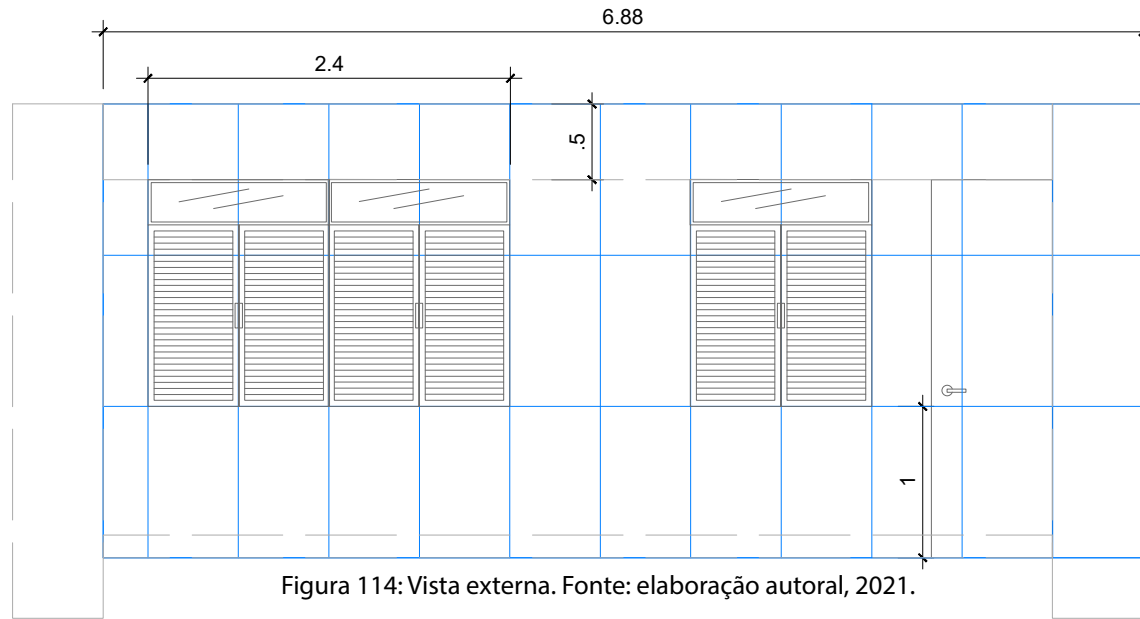
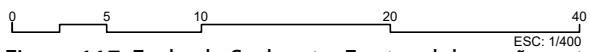
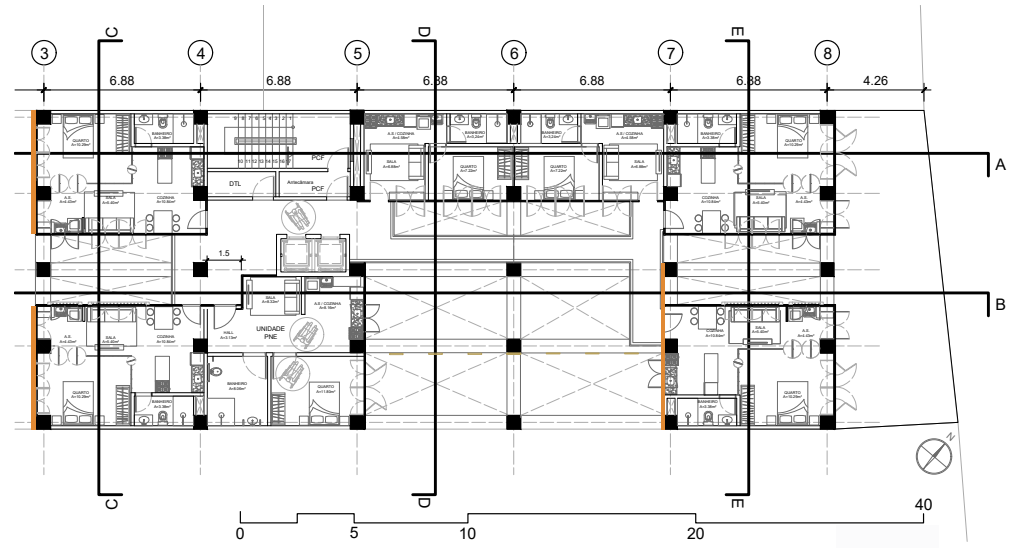


Figura 113: Vista externa. Fonte: elaboração autoral, 2021.

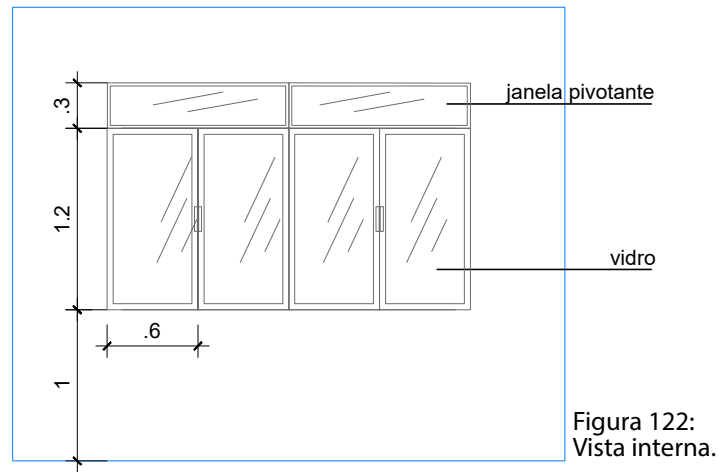
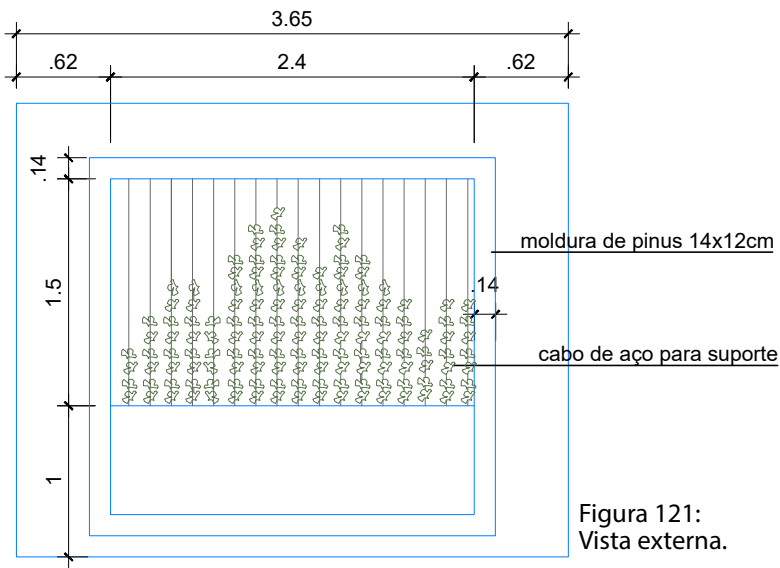
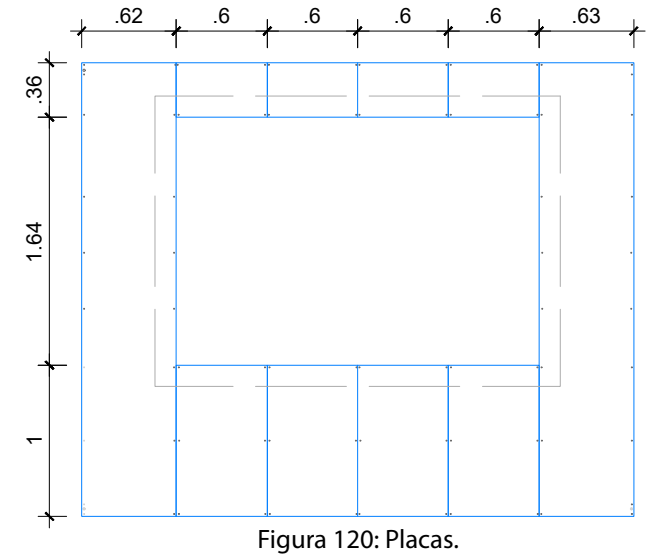
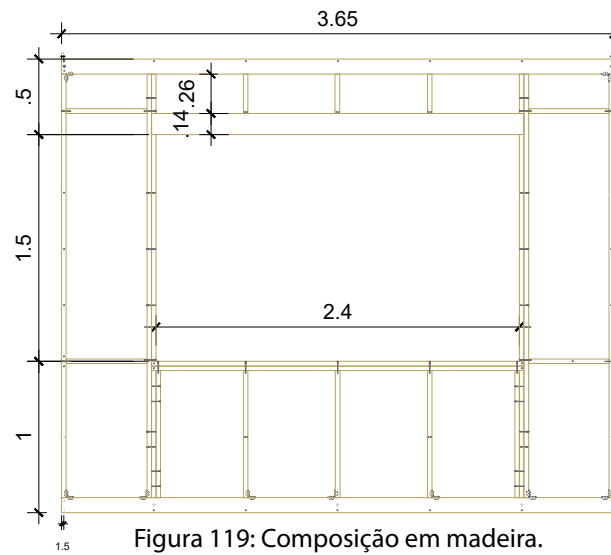
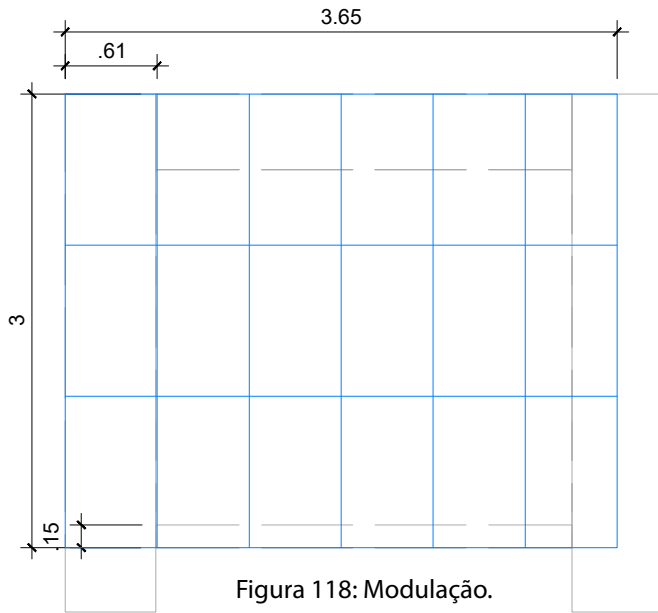




novos painéis

Figura 117: Fachada Sudoeste. Fonte: elaboração autoral, 2021.

FACHADA SUDOESTE



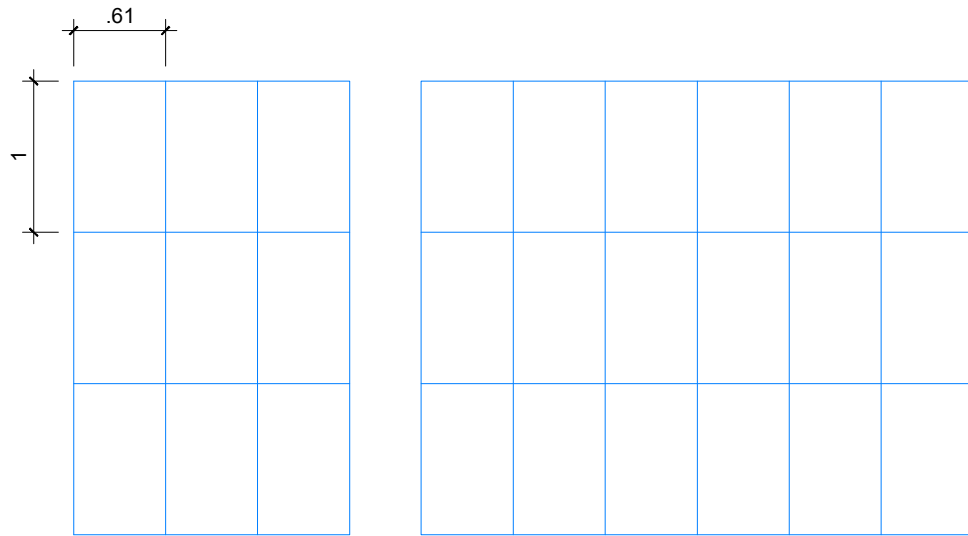


Figura 124: Modulação. Fonte: elaboração autoral, 2021.

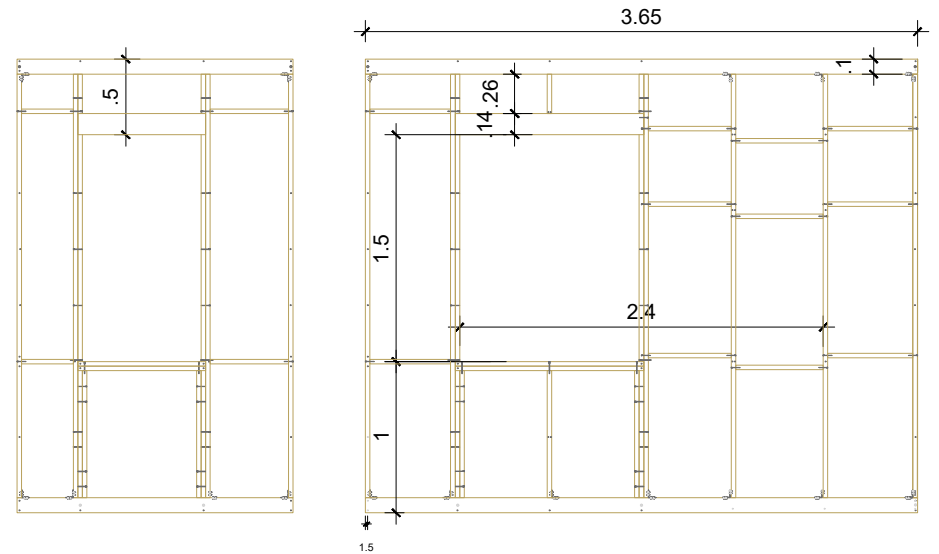


Figura 125: Composição em madeira. Fonte: elaboração autoral, 2021.

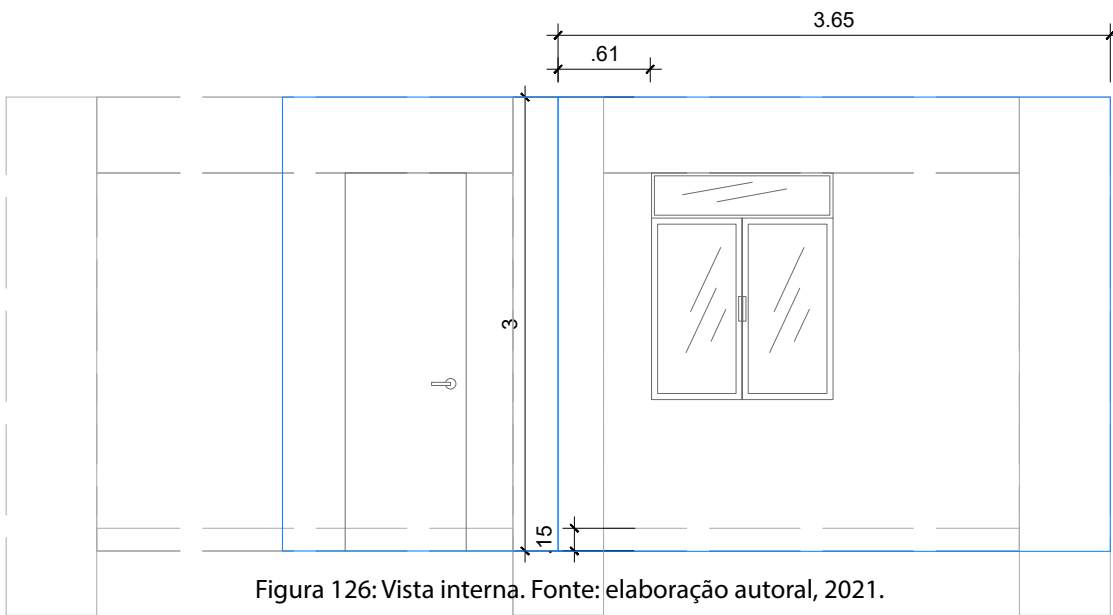


Figura 126: Vista interna. Fonte: elaboração autoral, 2021.

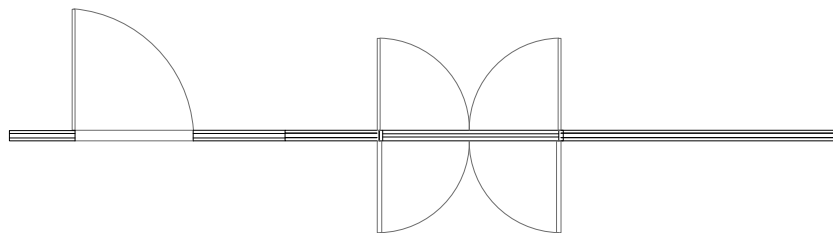


Figura 127: Vedação em planta. Fonte: elaboração autoral, 2021.

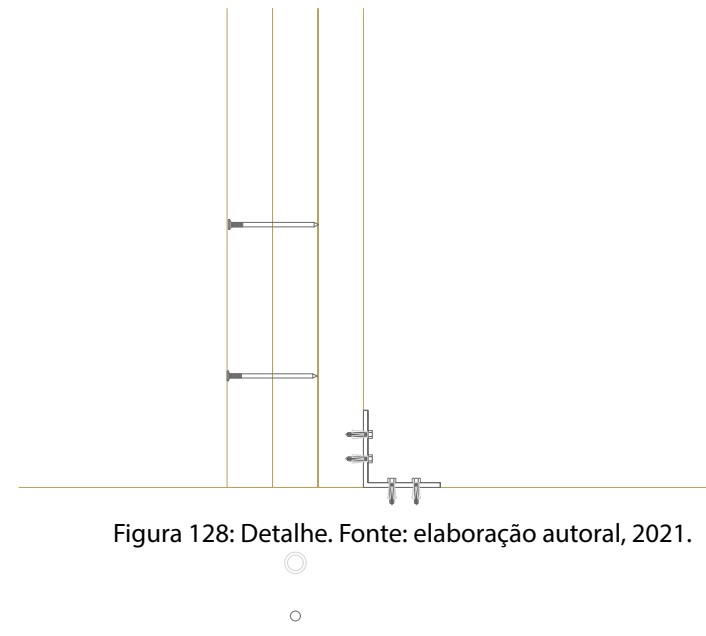


Figura 128: Detalhe. Fonte: elaboração autoral, 2021.

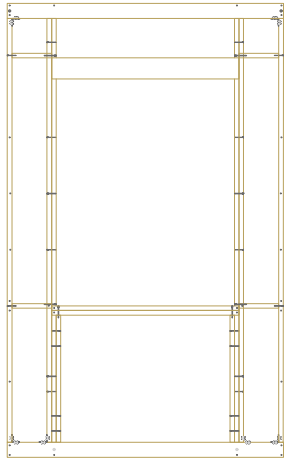


Figura 129: Composição em madeira. Fonte: elaboração autoral, 2021.

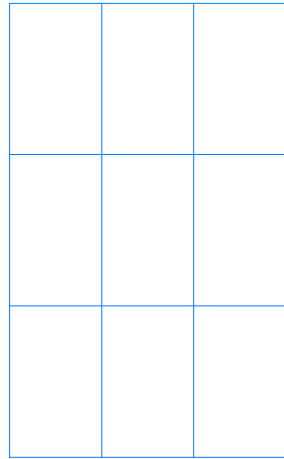


Figura 130: Subdivisão e composição dos elementos. Fonte: elaboração autoral, 2021.

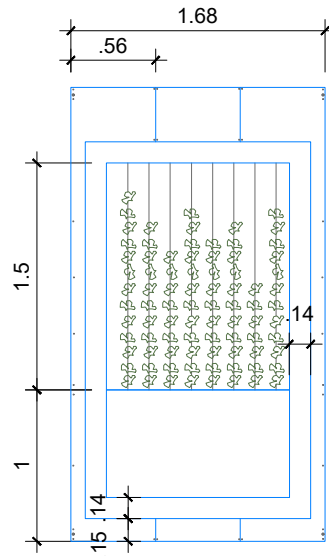


Figura 131: Vista externa. Fonte: elaboração autoral, 2021.

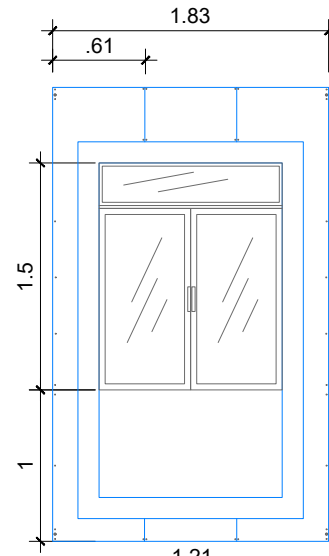


Figura 131: Vista interna.

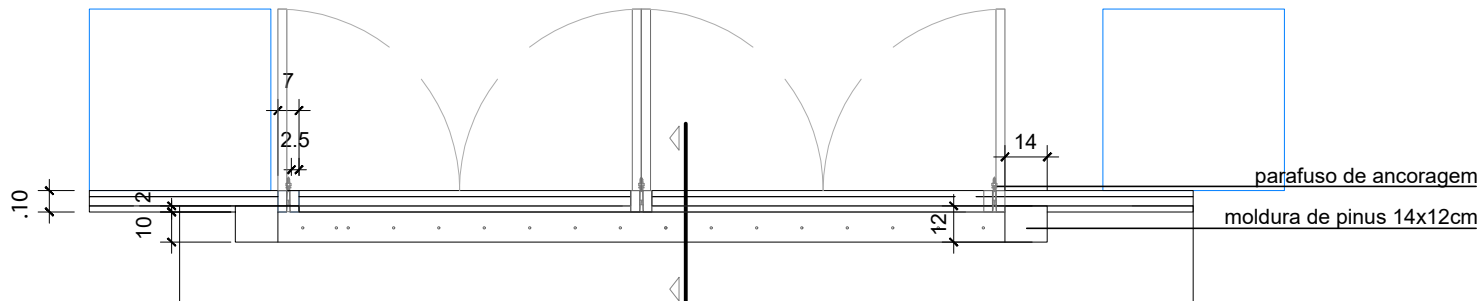
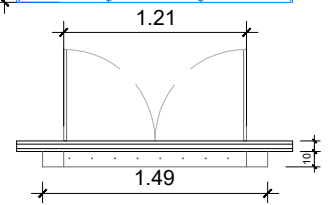


Figura 134: Vedação em planta. Fonte: elaboração autoral, 2021.

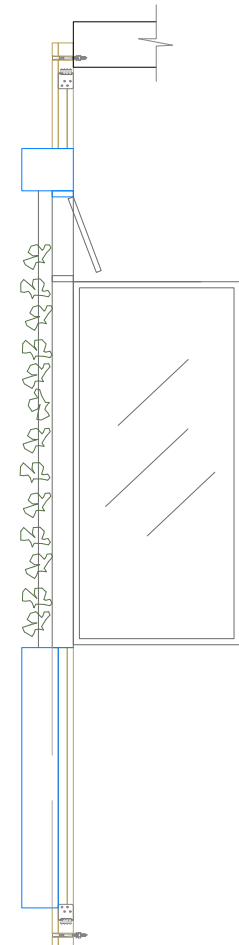


Figura 133: Corte da vedação. Fonte: elaboração autoral, 2021.

COMPARAÇÃO DA VEDAÇÃO EXISTENTE COM A PROPOSTA

Vedação Existente (14x9x24)			Resultado	
Material	Espessura (cm)	Resistência Térmica	Resistência Térmica Total	0,48
Argamassa	2,5	0,025	Atraso Térmico (horas)	3,8
Bloco cerâmico	14	0,304	Capacidade Térmica (kg/m²K)	162,3
Argamassa	2,5	0,025	Transmitância Térmica(W/m²K)	2,1
			Espessura total(cm)	19

Tabela 21: Vedação existente. Fonte: elaboração autoral a partir de dados do Projeteer, 2021.

A vedação existente possui maior capacidade de absorver calor, e o transmite para o interior da edificação em tempo semelhante, contudo maior, comparado à vedação proposta. Sua espessura é consideravelmente maior, ocasionando perdas de espaço no interior da edificação. Já a vedação proposta possui maior resistência térmica e, por isso, menor transmitância.

Combinação 5			Resultado	
Material	Espessura (cm)	Resistência Térmica	Resistência Térmica Total	1,86
Madeira	2	0,1666	Atraso Térmico (horas)	3,26
Camada de ar fluxo horizontal	3	0,16	Capacidade Térmica (kg/m²K)	25,1
Poliuretano	3	0,9997	Transmitância Térmica(W/m²K)	0,53
Madeira	2	0,1666	Espessura total(cm)	10

Tabela 11: Quinta combinação de materiais. Fonte: elaboração autoral a partir da NBR 15220-2, 2021.

Inércia térmica= maior atraso térmico = baixa transmitância

Legenda
maiores valores
seguinte maiores valores
menores valores

CUSTO DO M² DA VEDAÇÃO EXISTENTE

CÓDIGO	DESCRIÇÃO	UNIDADE	ORIGEM DE PREÇO	CUSTO TOTAL
VÍNCULO.....: CAIXA REFERENCIAL				
87509	ALVENARIA DE VEDAÇÃO DE BLOCOS CERÂMICOS FURADOS NA HORIZONTAL DE 14X9 X19CM (ESPESSURA 14CM, BLOCO DEITADO) DE PAREDES COM ÁREA LÍQUIDA MAIOR OU IGUAL A 6M ² SEM VÃOS E ARGAMASSA DE ASSENTAMENTO COM PREPARO EM BETONEIRA. AF_06/2014	M2	CR	127,62

Tabela 22: Custo da composição da vedação existente . Fonte: planilha sintética não desonerada SINAPI, dados de maio de 2021.

VÍNCULO : CAIXA REFERENCIAL						
C	87369 ARGAMASSA TRAÇO 1:2:8 (EM VOLUME DE CIMENTO, CAL E AREIA MÉDIA ÚMIDA) PARA EMBOÇO/MASSA ÚNICA/ASSENTAMENTO DE ALVENARIA DE VEDAÇÃO, PREPARO MANUAL. AF_08/2019	M3	C	0,0106000	498,82	5,28
C	88309 PEDREIRO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	C	1,5060000	24,48	36,86
C	88316 SERVENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	C	0,7530000	20,68	15,57
	MATERIAL	:	41,86	49,9522102 %		
	MAO DE OBRA	:	41,96	50,0477898 %		
	TOTAL COMPOSIÇÃO	:	83,82	100,0000000 %	- ORIGEM DE PREÇO: CR	
87509	ALVENARIA DE VEDAÇÃO DE BLOCOS CERÂMICOS FURADOS NA HORIZONTAL DE 14X9X19CM (ESPESSURA 14CM, BLOCO DEITADO) DE PAREDES COM ÁREA LÍQUIDA MAIOR OU IGUAL A 6M ² SEM VÃOS E ARGAMASSA DE ASSENTAMENTO COM PREPARO EM BETONEIRA. AF_06/2014	M2				
I	7267 BLOCO CERAMICO VAZADO PARA ALVENARIA DE VEDACAO, 6 FUROS, DE 9 X 14 X 19 CM (L X A X C)	UN	CR	55,8500000	0,64	35,74
I	34547 TELA DE ACO SOLDADA GALVANIZADA/ZINCADA PARA ALVENARIA, FIO D = *1,20 A 1 M, 70* MM, MALHA 15 X 15 MM, (C X L) *50 X 12* CM	M	CR	0,8050000	5,51	4,43
I	37395 PINO DE ACO COM FURO, HASTE = 27 MM (ACAO DIRETA)	CENTO	CR	0,0193000	38,46	0,74
C	87292 ARGAMASSA TRAÇO 1:2:8 (EM VOLUME DE CIMENTO, CAL E AREIA MÉDIA ÚMIDA) PARA EMBOÇO/MASSA ÚNICA/ASSENTAMENTO DE ALVENARIA DE VEDAÇÃO, PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA 400 L. AF_08/2019	M3	CR	0,0135000	380,62	5,13
C	88309 PEDREIRO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	C	2,3430000	24,48	57,35
C	88316 SERVENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	C	1,1720000	20,68	24,23
	EQUIPAMENTO	:	0,01	0,0078431 %		
	MATERIAL	:	64,03	50,1647060 %		
	MAO DE OBRA	:	63,57	49,8196078 %		
	OUTROS	:	0,01	0,0078431 %		
	TOTAL COMPOSIÇÃO	:	127,62	100,0000000 %	- ORIGEM DE PREÇO: CR	

Tabela 23: Custo do material da vedação existente . Fonte: planilha de composição analítica não desonerada SINAPI, dados de maio de 2021.

CUSTO DO M² DA VEDAÇÃO PROPOSTA



Figura 135: Chapa de Pinus R\$138,73/m².
Fonte: Mercado Livre.



Figura 136: Parafuso de Ancoragem /Chumbador parabol PBA 5X16 x 25cm com porca R\$1,82/peça. Fonte: Mercado Livre.



Figura 137: Parafuso 3/16x35 R\$0,19.
Fonte: Mega Lojista e Garra Conectores



Figura 138: Chapa de Poliuretano de 1m x 1m x 50mm por R\$116,86 R\$116,86 / 5= R\$ 23,37 x 3mm = R\$ 70,11/ m².
Fonte: Terrac Forros e Isolamentos.

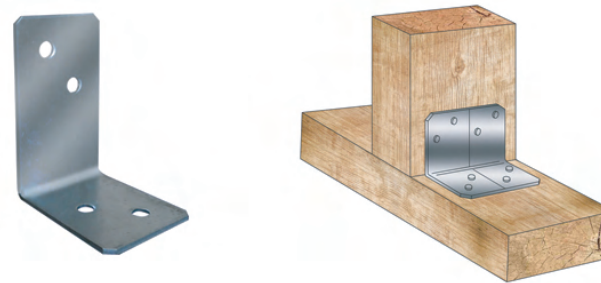


Figura 139: Cantoneira 18 R\$5,52. Fonte: Americanas e Garra Conectores



Figura 140: Prego CC Gmax 19x21 à R\$0,13 unidade. Fonte: Mercado Livre

BIBLIOGRAFIA

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE INCORPORADORAS IMOBILIÁRIAS (ABRAINCO). **Déficit habitacional é recorde no País.** <<https://www.abrainco.org.br/noticias/2019/01/07/deficit-habitacional-e-recorde-no-pais/>>. Acesso em 16/09/2020.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15220. **Desempenho Térmico de Edificações.** Rio de Janeiro, 2005.

ARRUDA, Maria Armanda. **Empreendedores culturais imigrantes em São Paulo de 1950.** Disponível em: <https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-20702005000100006>. Acesso em: 09/10/2020.

BIBLIOTECA VIRTUAL. **História de São Paulo.** Disponível em <<http://www.bibliotecavirtual.sp.gov.br/temas/sao-paulo/sao-paulo-historia-de-sao-paulo.php>> Acesso em 16/10/2020.

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil.** Brasília, DF: Senado Federal: Centro Gráfico, 1988. Disponível em: <http://Cwww.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm>. Acesso em 06/08/2020.

BRASIL. Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (INMETRO). **Regulamento Técnico da Qualidade do Nível de Eficiência Energética de Edificações Residenciais.** Brasília, 2012. Acesso em 29/04/2021. Disponível em: <<http://www.pbeedifica.com.br/sites/default/files/projetos/etiquetagem/residencial/downloads/RTQR.pdf>>.

BRASIL. Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (INMETRO). **Requisitos de Avaliação da Conformidade para a Eficiência Energética de Edificações Residenciais, Anexo Geral V (Catálogo de propriedades térmicas de paredes, coberturas e vidros).** Brasília, 2013. Disponível em: <http://www.inmetro.gov.br/consumidor/produutosPBE/regulamentos/AnexoV.pdf> e também na plataforma da disciplina.

CARDOSO, Larriê Andrey. **Estudo do método construtivo wood framing para construção de habitação de interesse social.** Trabalho de conclusão de Engenharia Civil. Universidade Federal de Santa Maria, Rio Grande do Sul, 2015.

CEOTTO, Luiz Henrique. **Encontro Internacional de Sustentabilidade na Construção, 2008**. Disponível em: <<http://livrozilla.com/doc/1052074/luiz-henrique-ceotto>>. Acesso em 03/09/2020.

Condições de conforto. Disponível em: <<http://projeteee.mma.gov.br/estrategias-bioclimaticas/>>. Acesso em 10/10/2020.

CHILE. **Manual de Diseño Pasivo y Eficiencia Energética en Edificios Públicos** Proyecto Innova Chile Código: 09CN14-5706 "Evaluación de Estrategias de Diseño Constructivo y de Estándares de Calidad Ambiental y Uso Eficiente de Energía en Edificaciones Públicas, Mediante Monitorización de Edificios Construidos" Disponível em: <https://www.iconstruccion.cl/documentos_sitio/57438_manualdisenopasivoyeficienciaenergeticaenedificiospublicos.pdf> Acesso em 27/04/2021.

FRANCO. Luiza C. **Concretos e argamassas sustentáveis aplicados à habitação de interesse social**. Dissertação de mestrado. Pós-graduação em Engenharia Civil da Universidade de Ouro Preto. Ouro Preto, 29 de setembro de 2015 .

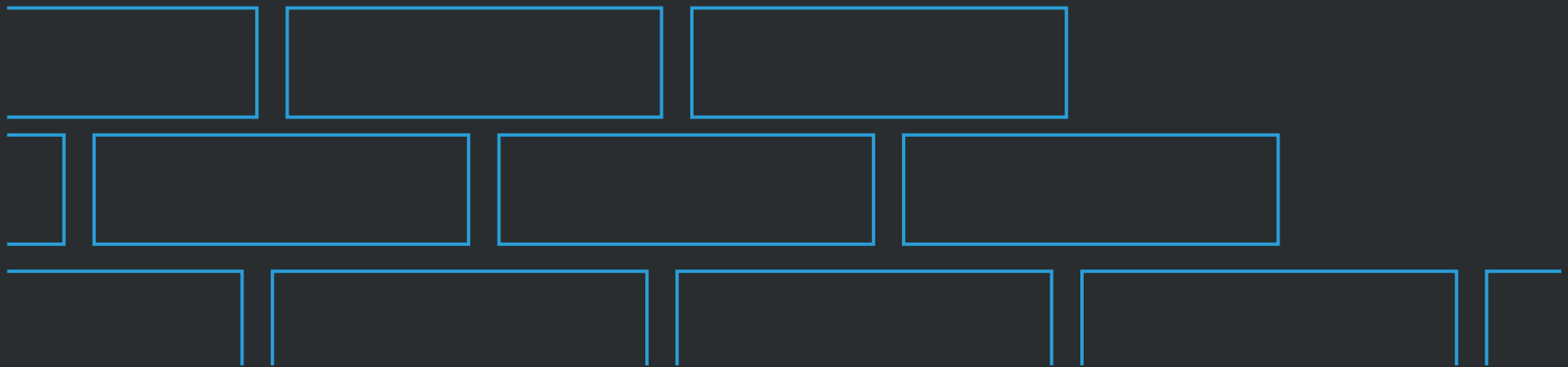
PREFEITURA DE SÃO PAULO. **Censo de 1950**. Disponível em: <http://smul.prefeitura.sp.gov.br/historico_demografico/1950.php> Acesso em 16/10/2020.

PREFEITURA DE SÃO PAULO. **Código de obras e edificações do Município de São Paulo COE ilustrado**. LEI ART. 69 - ART. 72 DECRETO ART. 58 - ART. 59. Art. 69. São Paulo, 2017.

Plano Estadual de Habitação de São Paulo PEH - 2011-2023, página 312. Disponível em: <www.habitacao.sp.gov.br>. Acesso em 3 de set de 2020.

QUINTELLA, Sérgio. **Os transtornos causados pelas dezenas de prédios que nunca ficaram prontos**, 2020. Disponível em: <<https://vejasp.abril.com.br/cidades/esqueletos-predio-abandonados/>>. Acesso 05/09/2020.

MATERIAIS EFICIENTEMENTE ENERGÉTICOS PARA HABITAÇÃO DE INTERESSE SOCIAL



KARINE ELLEN LINS
FAU UFRJ - Trabalho Final de Graduação
Orientador Thiago Melo Grabois
2020



Imagem do edifício em desuso. Fonte: Veja SP.



rapidez na execução



eficiência energética



menor custo do material
e com perdas



conforto durante
o uso

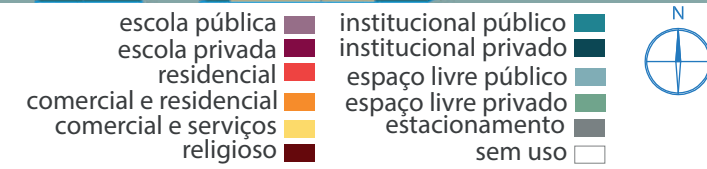
Figura 4: Pictogramas de parâmetros desejáveis.
Fonte: Elaboração autoral, 2020.

MAPA DE USO E OCUPAÇÃO DO SOLO



0 30 60 90 120m
ESC 1/2500

Elaboração autoral, 2020.



VANTAGENS E DESVANTAGENS DOS MATERIAIS

	custo	mão de obra	peso	condutiv. térmica	perda de material	tempo de construção	limpeza na obra	flexibilidade de uso
madeira	Mediano R\$ 24,00/ montante*	Especializada	0,6-0,7 g/cm ³	0,15 W/mK	Otimização de material, sem percas	Cerca de 1/3 do tempo do steel frame e precisão	Obra limpa	Peças encaixáveis, mas sem possibilidade de mudança
aço	Elevado R\$40/ montante**	Especializada	7,8 g/cm ³	52 W/mK	Otimização de material, sem percas	Agilidade no processo construtivo e precisão	Obra limpa	Impossibilita modificações posteriores
BTC 12,5x6x25cm	R\$95,68/m ² (material)***	Não especializada com conhecimento técnico	0,3-1,0 g/cm ³	0,14 - 0,55 W/mK	Quando quebrado pode ser refeito	Colocação de bloco por bloco	Obra relativamente limpa	Furos que auxiliam tubulações, mas impossibilidade de modificações
bloco de concreto 14x19x29cm	R\$28,80 - R\$43,20 (material)	Não especializada	1,8-2,0 g/cm ³	0,6 W/mK	Menor gasto com perdas, não pode ser quebrado	Colocação de bloco por bloco, exige argamassa	Gera resíduos, materiais no canteiro e processos	Impossibilita modificações posteriores
tijolo cerâmico 9x19x29cm	R\$17,55/m ² (material)	Não especializada	1,1-1,4 g/cm ³	0,55 W/mK	Facilidade de perda para inst. de tubulações	Colocação de bloco por bloco, exige argamassa e reboco	Gera resíduos, mater. no canteiro e processos	Impossibilita modificações posteriores
concreto	R\$34,00/m ² (laje)***	Empresa especializada	2,4 g/cm ³	1,75 W/mK	Uso de fôrmas que são descartáveis	Agilidade na execução, mas exige tempo de cura	Uso de fôrmas que são descartáveis	Impossibilita modificações posteriores
vidro	R\$110- -R\$190/m ²	Não especializada	2,5 g/cm ³	1,10 W/mK	Sem perdas, pode ser reciclado	Depende do tamanho da peça	Obra limpa	Pode ser usado para divisórias, de fácil mudança de local

*R\$1.500/ m² de obra acabada com mão de obra, telhado e acabamento.

**R\$1000,00/ m² (material) e R\$2000,00/ m² de obra acabada com mão de obra, telhado e acabamento(alto padrão).

***R\$50/saco de Cimento Portland 32 de 50 kg - Sindicato Nacional da Indústria 08/2020.

COMBINAÇÃO DOS MATERIAIS

Combinação 1			Resultado	
Material	Espessura (cm)	Resistência Térmica	Resistência Térmica Total	
Argamassa	2,5	0,025	Atraso Térmico (horas)	7,4
Bloco cerâmico 14 x 19 x 29	14	0,304	Capacidade Térmica (kg/m²K)	150,3
Camada de ar fluxo horizontal	3	0,16	Transmitância Térmica(W/m²K)	0,7
Poliestireno expandido (EPS)	3	0,75	Espessura total(cm)	25
Argamassa	2,5	0,025		

Tabela 7: Primeira combinação de materiais. Fonte: elaboração autoral a partir de dados do Projeteee, 2021.

Combinação muito espessa ocasionando perda de espaço

Combinação 2			Resultado	
Material	Espessura (cm)	Resistência Térmica	Resistência Térmica Total	
Argamassa	2,5	0,025	Atraso Térmico (horas)	8,1
Bloco cerâmico 14 x 19 x 29	14	0,304	Capacidade Térmica (kg/m²K)	150,5
Camada de ar fluxo horizontal	3	0,16	Transmitância Térmica(W/m²K)	0,6
Poliuretano	3	0,9997	Espessura total(cm)	25
Argamassa	2,5	0,025		

Tabela 8: Segunda combinação de materiais. Fonte: elaboração autoral a partir de dados do Projeteee, 2021.

Combinação muito espessa ocasionando perda de espaço

Combinação 3 - sem isolante			Resultado	
Material	Espessura (cm)	Resistência Térmica	Resistência Térmica Total	
Argamassa	2,5	0,025	Atraso Térmico (horas)	4,7
Bloco cerâmico 14 x 19 x 29	14	0,304	Capacidade Térmica (kg/m²K)	148,8
Camada de ar fluxo horizontal	3	0,16	Transmitância Térmica(W/m²K)	1,5
Argamassa	2,5	0,025	Espessura total(cm)	22

Tabela 9: Terceira combinação de materiais. Fonte: elaboração autoral a partir de dados do Projeteee, 2021.

Combinação muito espessa ocasionando perda de espaço

Combinação 4			Resultado	
Material	Espessura (cm)	Resistência Térmica	Resistência Térmica Total	
Madeira	2	0,1666	Atraso Térmico (horas)	3,13
Camada de ar fluxo horizontal	3	0,16	Capacidade Térmica (kg/m²K)	25,43
Poliestireno expandido (EPS)	3	0,75	Transmitância Térmica(W/m²K)	0,7
Madeira	3	0,1666	Espessura total(cm)	10

Tabela 10: Quarta combinação de materiais. Fonte: elaboração autoral a partir de dados do Projeteee, 2021.

Legenda
maiores valores
seguinte maiores valores
menores valores

COMBINAÇÃO DOS MATERIAIS

Combinação 9			Resultado	
Material	Espessura (cm)	Resistência Térmica	Resistência Térmica Total	
Concreto Maciço	5	0,0285	Atraso Térmico (horas)	1,49
Câmara de ar fluxo horizontal	3	0,16	Capacidade Térmica (kg/m ² K)	3,1
Poliuretano	3	0,9997	Transmitância Térmica(W/m ² K)	137,8
Madeira	2	0,1666	Espessura total(cm)	0,7

Tabela 15: Nona combinação de materiais. Fonte: elaboração autoral a partir de dados do Projeteee, 2021.

Combinação 10			Resultado	
Material	Espessura (cm)	Resistência Térmica	Resistência Térmica Total	
Concreto Maciço	5	0,0285	Atraso Térmico (horas)	1,24
Câmara de ar fluxo horizontal	3	0,16	Capacidade Térmica (kg/m ² K)	2,8
Poliestireno expandido (EPS)	3	0,75	Transmitância Térmica(W/m ² K)	137,6
Madeira	2	0,1666	Espessura total(cm)	0,8

Tabela 16: Décima combinação de materiais. Fonte: elaboração autoral a partir de dados do Projeteee, 2021.

Combinação 11			Resultado	
Material	Espessura (cm)	Resistência Térmica	Resistência Térmica Total	
Concreto Maciço	5	0,0285	Atraso Térmico (horas)	1,14
Câmara de ar fluxo horizontal	3	0,16	Capacidade Térmica (kg/m ² K)	2,7
Poliestireno expandido (EPS)	3	0,75	Transmitância Térmica(W/m ² K)	137,1
Gesso interno	2	0,0290	Espessura total(cm)	0,9

Tabela 17: Décima primeira combinação de materiais. Fonte: elaboração autoral a partir de dados do Projeteee, 2021.

COMBINAÇÃO DOS MATERIAIS

Combinação 5			Resultado	
Material	Espessura (cm)	Resistência Térmica	Resistência Térmica Total	
Madeira	2	0,1666	Atraso Térmico (horas)	3,26
Camada de ar fluxo horizontal	3	0,16	Capacidade Térmica (kg/m²K)	25,1
Poliuretano	3	0,9997	Transmitância Térmica(W/m²K)	0,53
Madeira	2	0,1666	Espessura total(cm)	10

Tabela 11: Quinta combinação de materiais. Fonte: elaboração autoral a partir da NBR 15220-2, 2021.

arranjo escolhido

Combinação 6			Resultado	
Material	Espessura (cm)	Resistência Térmica	Resistência Térmica Total	
Madeira	2	0,1666	Atraso Térmico (horas)	3,13
Poliuretano	3	0,9997	Capacidade Térmica (kg/m²K)	25,05
Madeira	2	0,1666	Transmitância Térmica(W/m²K)	0,66
			Espessura total(cm)	7

Tabela 12: Sexta combinação de materiais. Fonte: elaboração autoral a partir da NBR 15220-2, 2021.

Combinação 7			Resultado	
Material	Espessura (cm)	Resistência Térmica	Resistência Térmica Total	
Madeira	2	0,02/0,12* = 0,1666	Atraso Térmico (horas)	3,24
Poliestireno expandido (EPS)	3	0,03/0,04* = 0,75	Capacidade Térmica (kg/m²K)	25,39
Madeira	2	0,02/0,12* = 0,1666	Transmitância Térmica(W/m²K)	0,79
			Espessura total(cm)	7

Tabela 13: Sétima combinação de materiais. Fonte: elaboração autoral a partir da NBR 15220-2, 2021.

Inércia térmica = maior atraso térmico = baixa transmitância

*condutividade térmica do material

Combinação 8 - sem isolante			Resultado	
Material	Espessura (cm)	Resistência Térmica	Resistência Térmica Total	
Madeira	2	0,1666	Atraso Térmico (horas)	2,61
Câmara de ar fluxo horizontal	3	0,16	Capacidade Térmica (kg/m²K)	24,15
Madeira	2	0,1666	Transmitância Térmica(W/m²K)	1,5
			Espessura total(cm)	7

Tabela 14: Oitava combinação de materiais. Fonte: elaboração autoral a partir da NBR 15220-2, 2021.

Combinação de menor espessura ocasionando perda de espaço e maior transferência de calor.

Legenda
maiores valores
seguinte maiores valores
menores valores

ANÁLISE DOS VENTOS

Gráfico Rosa dos Ventos (Dia)

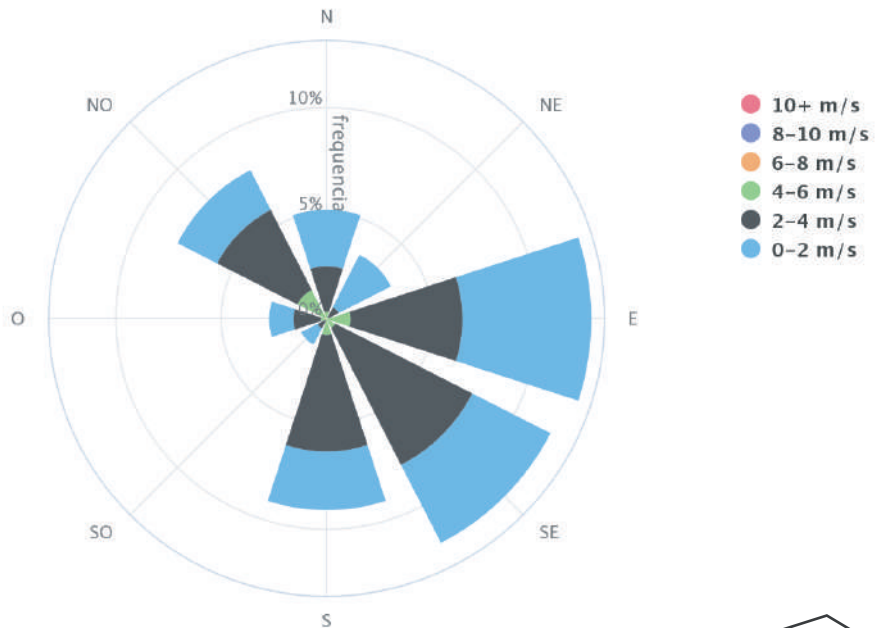
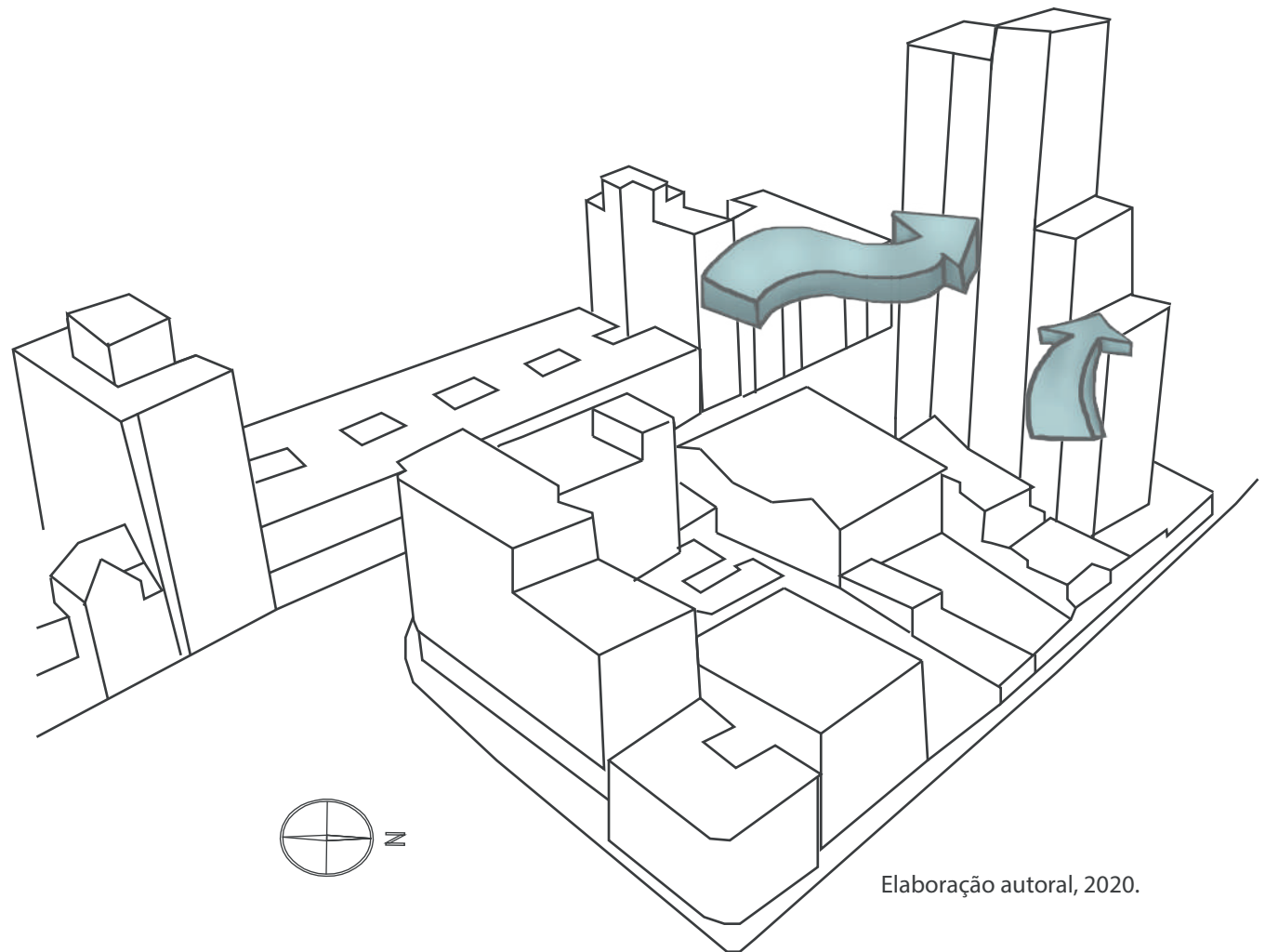
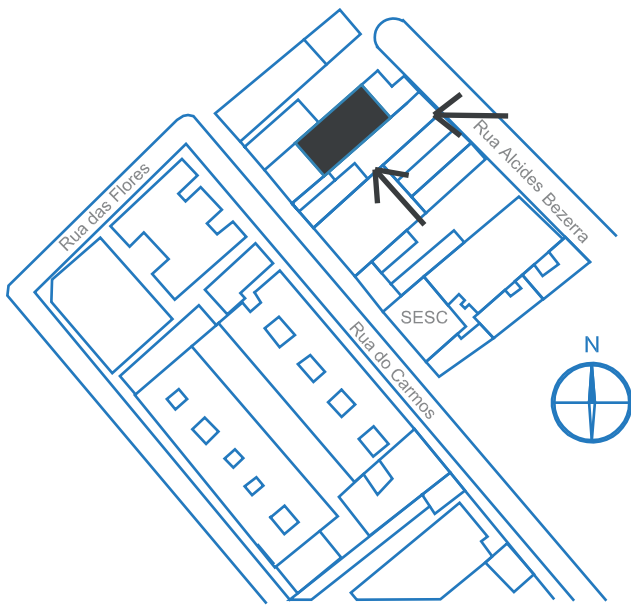
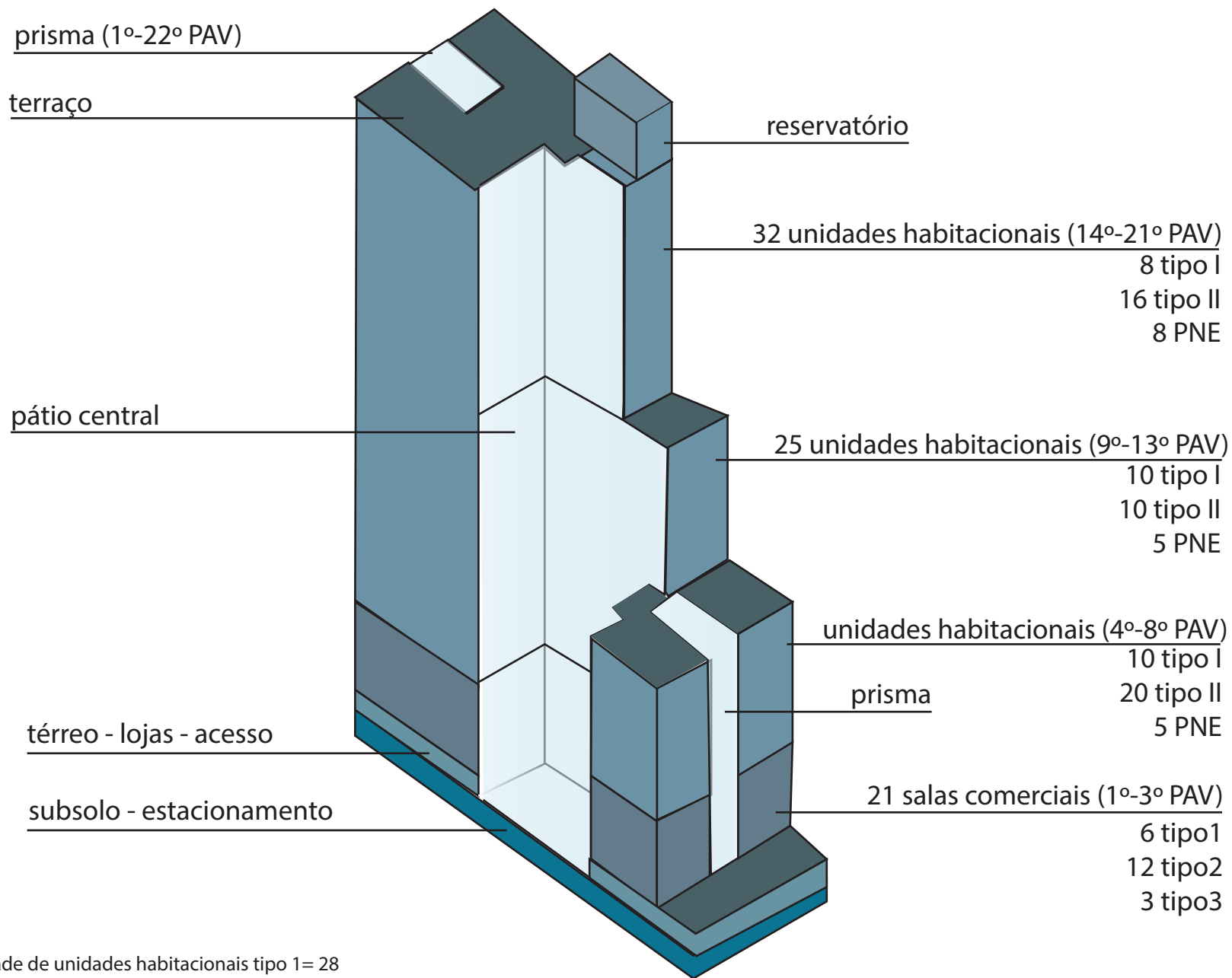


Gráfico 7 - Fonte: <http://projeteee.mma.gov.br/dados-climaticos/> Acesso em 19/10/2020.



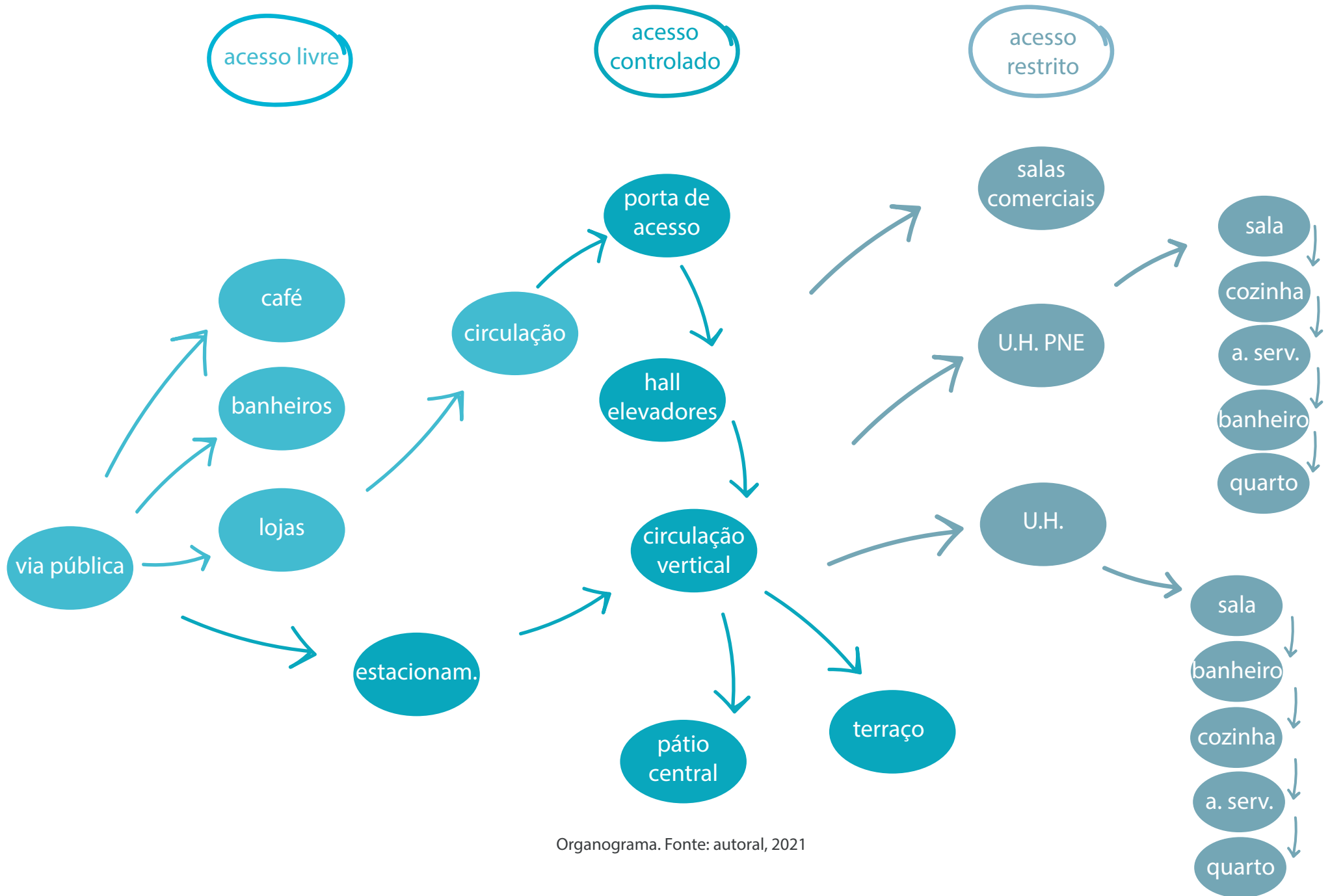
Elaboração autoral, 2020.



Obs: Quantidade de unidades habitacionais tipo 1= 28
 Quantidade de unidades habitacionais tipo 2= 46
 Quantidade de unidades habitacionais PNE= 18
 Total= 92 unidades
 Quantidade de salas comerciais= 21

Diagrama. Fonte: autoral, 2021

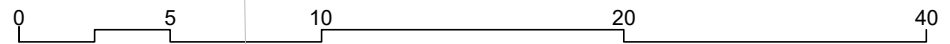
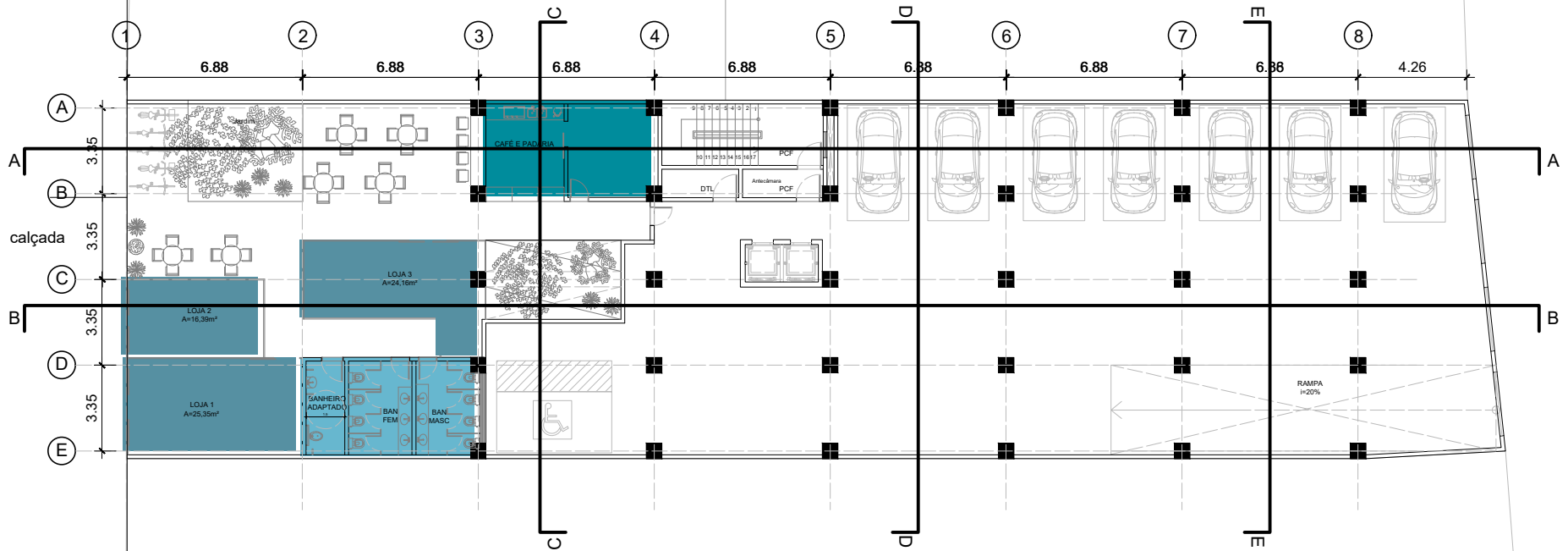
ORGANOGRAMA



PROGRAMA DE NECESSIDADES

SETOR	AMBIENTE	ATIVIDADE	QUANTIDADE	ÁREA PARCIAL(m ²)	ÁREA TOTAL(m ²)	POPULAÇÃO FIXA	POPULAÇÃO VARIÁVEL
unidade habitacional 1	sala	descanso, assistir TV	1	6,88	21,93	0	2
	cozinha + a.s.	cozinhar/ lavar roupa	1	4,58		0	1
	banheiro	higiene pessoal	1	3,24		0	1
	quarto	dormir/ trocar de roupa	1	7,22		2	2
unidade habitacional 2	sala	descanso, assistir TV	1	5,40	39,02	0	2
	cozinha + a.s.	cozinhar/ lavar roupa	1	10,84+4,43		0	1
	banheiro	higiene pessoal	1	8,06		0	1
	quarto	dormir/ trocar de roupa	1	10,29		2	2
unidade PNE	sala + hall	descanso, assistir TV	1	8,32+3,13	39,47	0	2
	cozinha + a.s.	cozinhar/ lavar roupa	1	8,16		0	1
	banheiro	higiene pessoal	1	8,06		0	1
	quarto	dormir/ trocar de roupa	1	11,80		2	2
espaços livres	terraço 1	descanso/ lazer	1	63,68	443,15	0	20
	terraço 2		1	74,98		0	25
	terraço 3		1	36		0	10
	terraço 4		1	185,27		0	20
	pátio central		1	83,22		0	26
estacionamento	vagas para bicicleta	estacionar controle da entrada	5	6,88	26,75	0	5
	vagas para moto		4	4,58		0	8
	vagas para carro		17	8,06		0	85
	guarita			7,22			
térreo ativo	lojas	compras	3	25,35	26,75	3	10
	sanitários	higiene pessoal	3	16,39		3	9
	café	descanso/lazer	1	24,16		3	28
sistemas prediais	DTL	depósito temporário de lixo	23	3,29	60,45	0	0
	reservatórios	abastecimento de água	2	24,23		0	0
	C.M.B. REC	casa de máquinas - recalque	1	11,10		0	0
	C.M.B. A.S.	casa de máquinas - água servida	1	11,70		0	0
	C.M.B. A.P.	casa de máquinas - águas pluviais	1	10,13		0	0
salas comerciais	sala comercial tipo 1	trabalho e higiene pessoal	6	20,5	62,61	4	7
	banheiro tipo 1		1	3,24		1	1
	sala comercial tipo 2		12	31,39		6	10
	banheiro tipo 2		3	3,38		1	1
	sala comercial tipo 3			33,5		8	12
	banheiro tipo 3			8,06		1	1

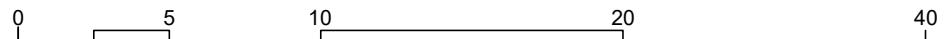
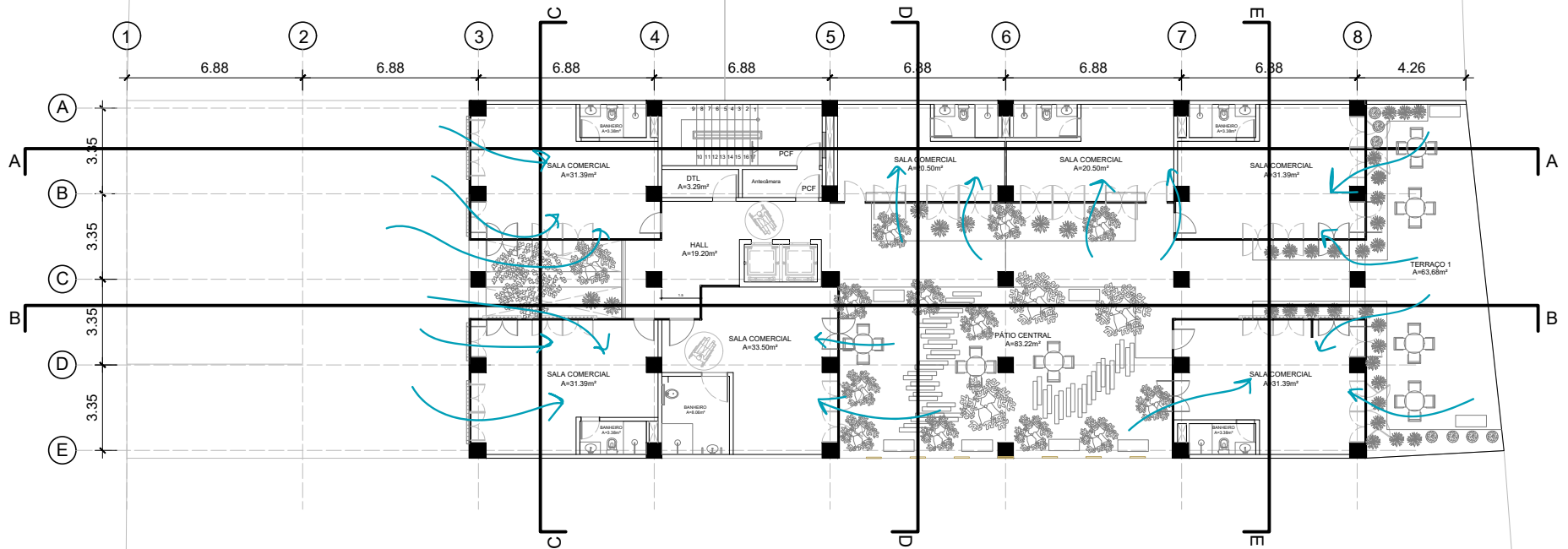
TÉRREO



ESC: 1/250



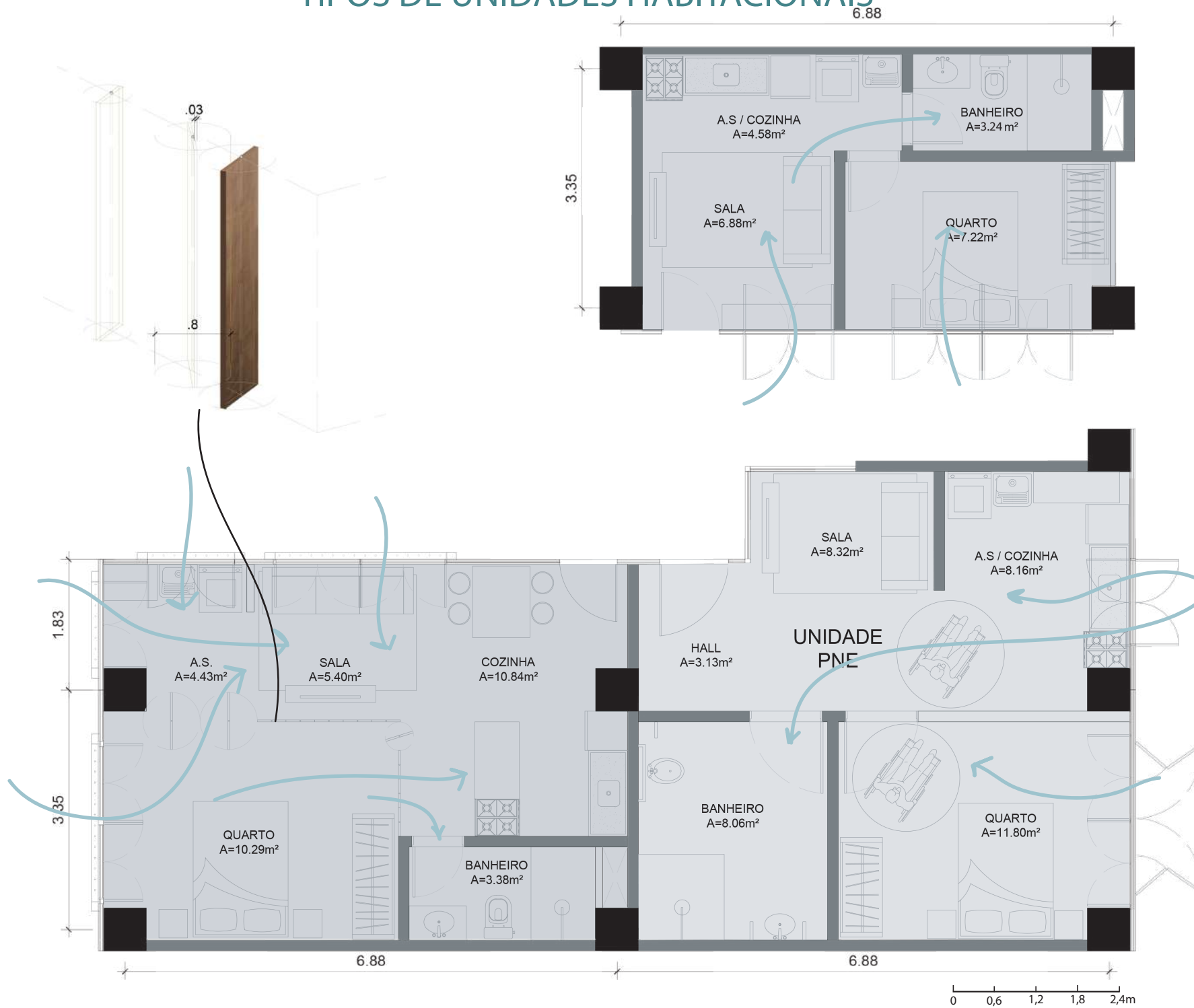
1º PAVIMENTO



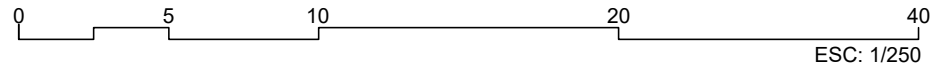
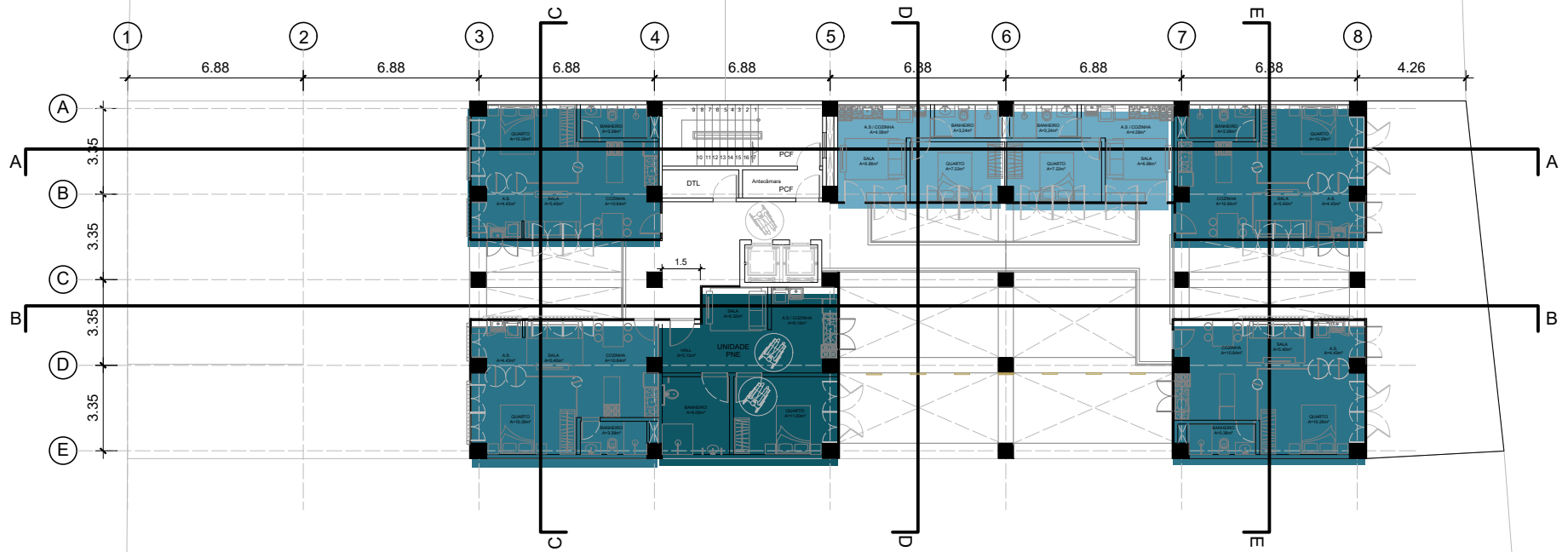
ESC: 1/250



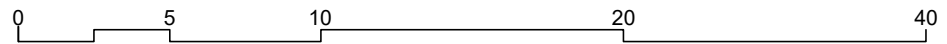
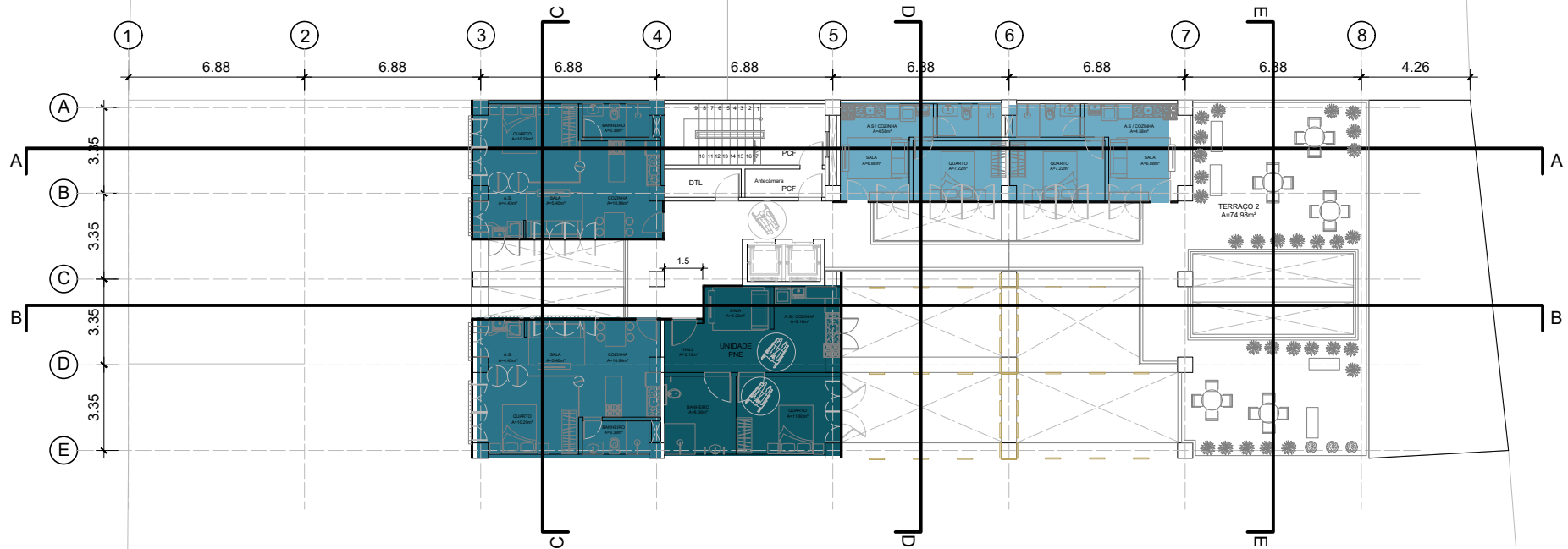
TIPOS DE UNIDADES HABITACIONAIS



4º - 8º PAVIMENTO

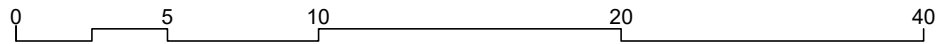
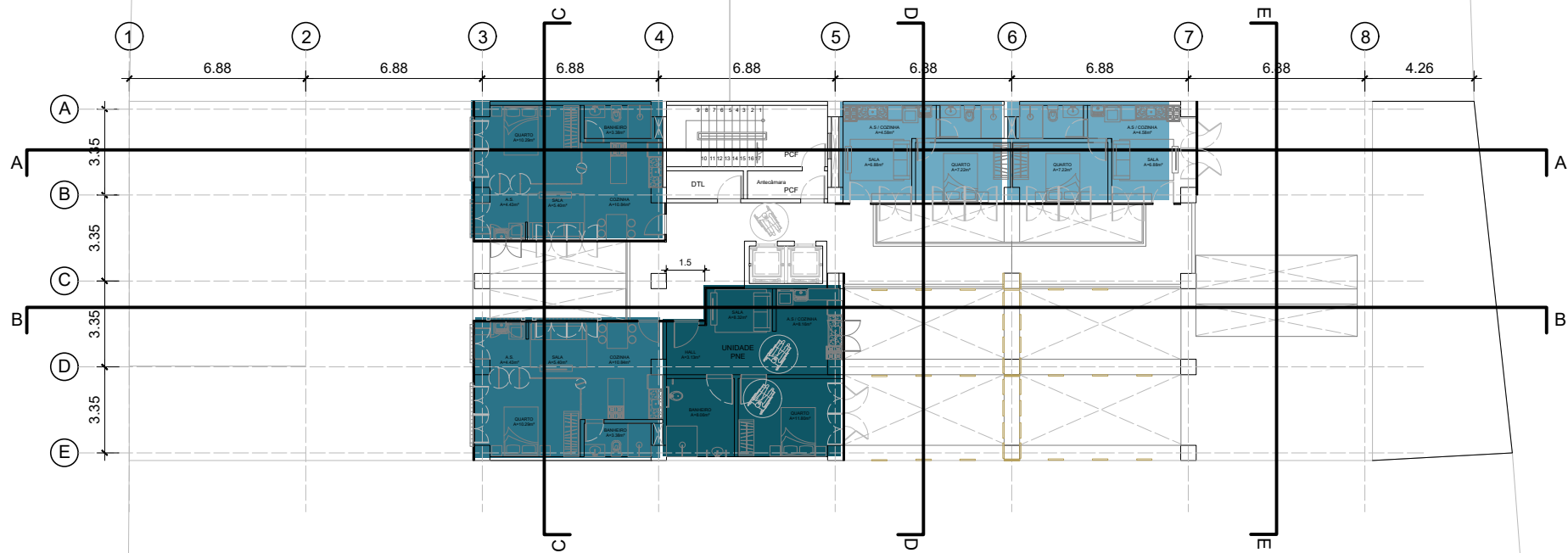


9º PAVIMENTO



ESC: 1/250

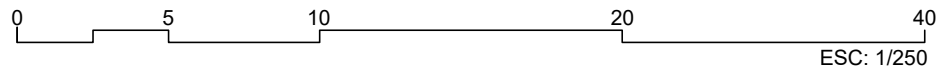
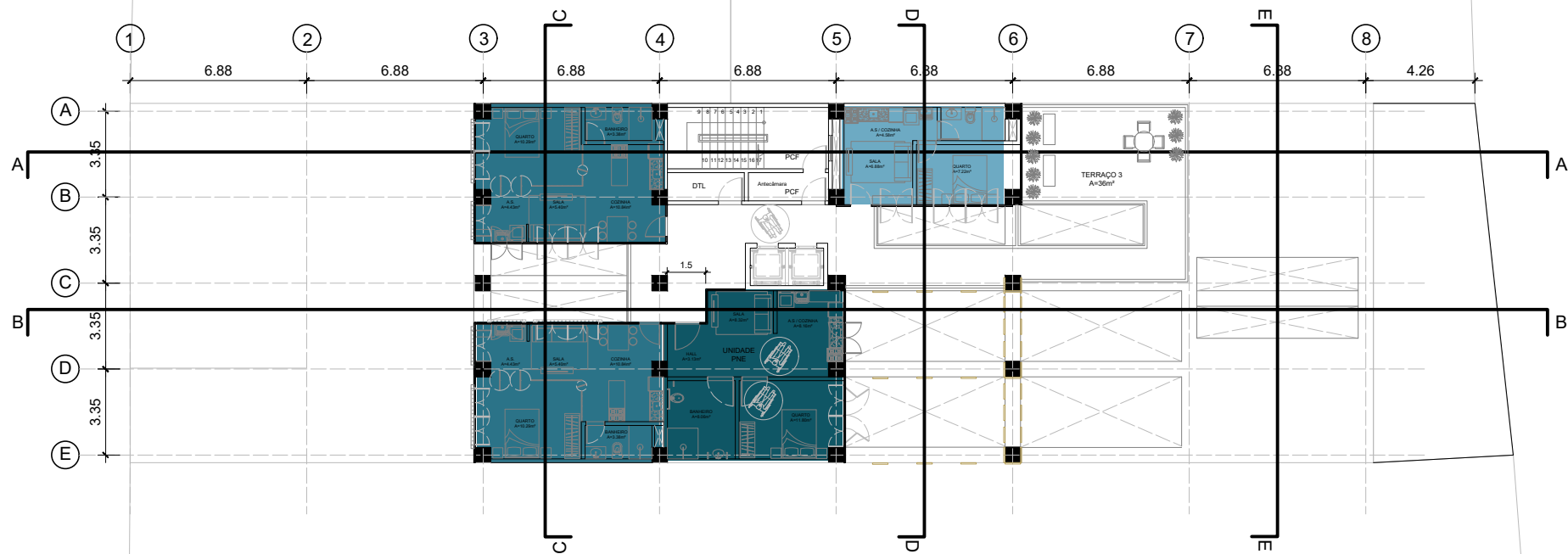
10° -13° PAVIMENTO



ESC: 1/250



14º PAVIMENTO



ESC: 1/250



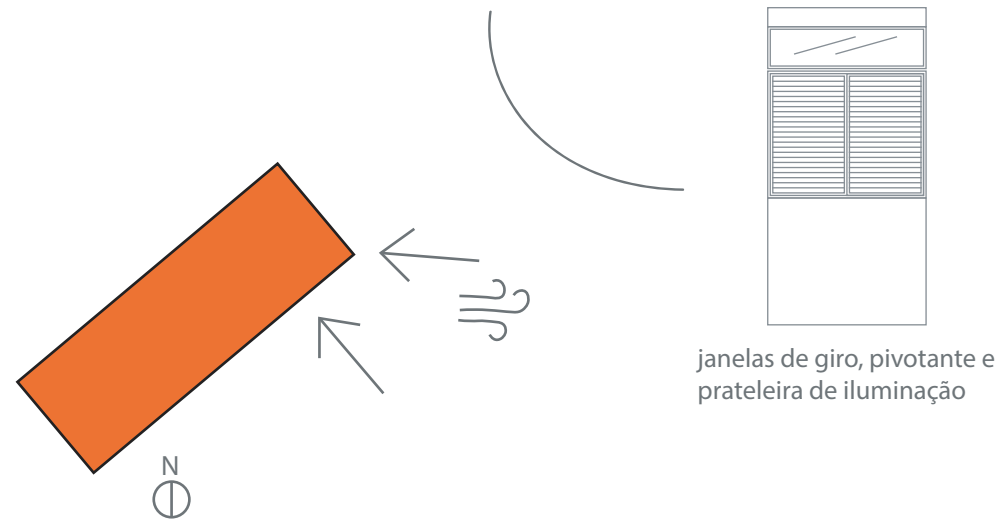
Fachada Noroeste

- Tarde ensolarada
- Ventilação natural e cruzada
- Vegetação
- Tarde ensolarada
- Aquecimento por inércia térmica
- Prateleira de iluminação

Fachada Nordeste

- Sol direto - manhã
- Começo da tarde parcialmente ensolarada
- Vidros sombreados por venezianadas
- Ventilação natural e cruzada

- Sol direto durante a manhã
- Sol direto no começo da tarde
- Aquecimento por inércia térmica
- Prateleira de iluminação



janelas de giro, pivotante e prateleira de iluminação

Fachada Sudoeste

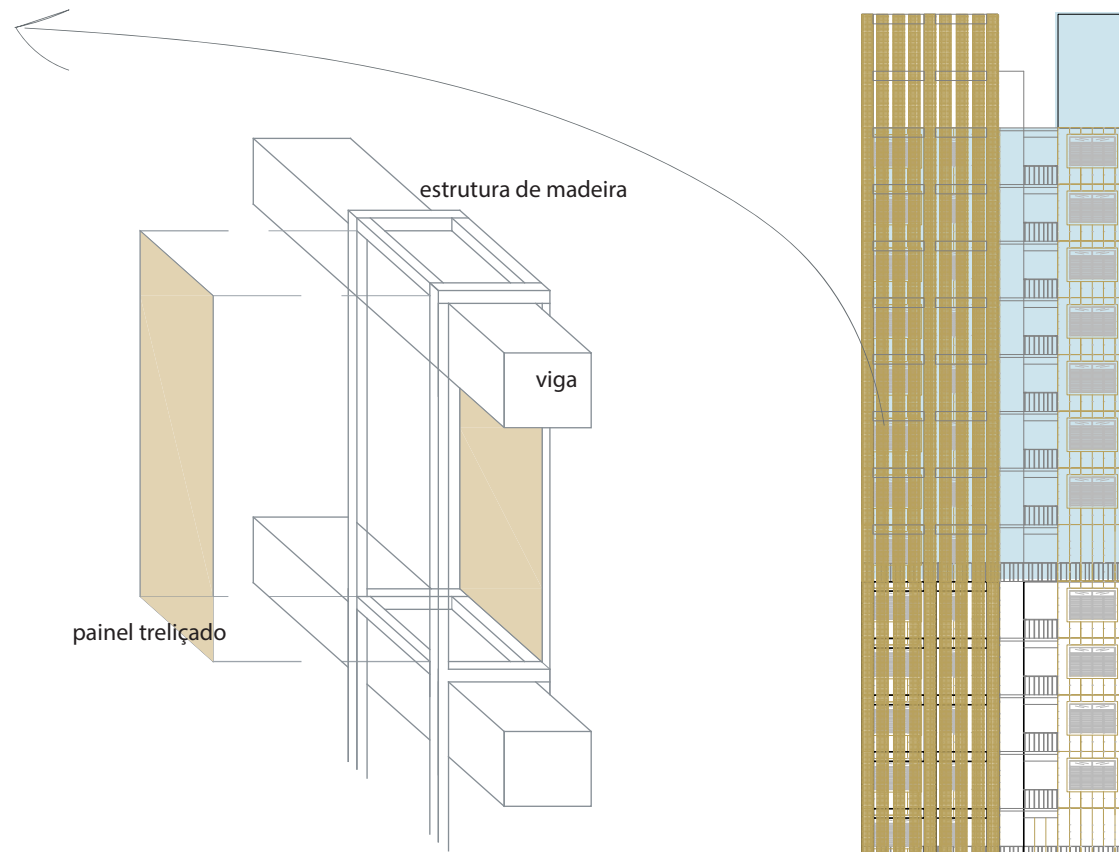
- Tarde ensolarada
- Ventilação natural e cruzada
- Vegetação
- Sol apenas no final da tarde
- Vedação envidraçada para aquecimento passivo.
- Prateleira de iluminação

Fachada Sudeste

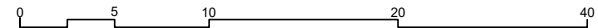
- Apenas manhã ensolarada
- Apenas manhã ensolarada
- ventilação natural e favorecimento da ventilação cruzada (pátio e afastamento lateral)
- Vedação envidraçada - camada de calo no inverno.
- Vidros sombreados por venezianadas - privacidade
- Prateleira de iluminação



Imagem referencia
Fonte: archdaily

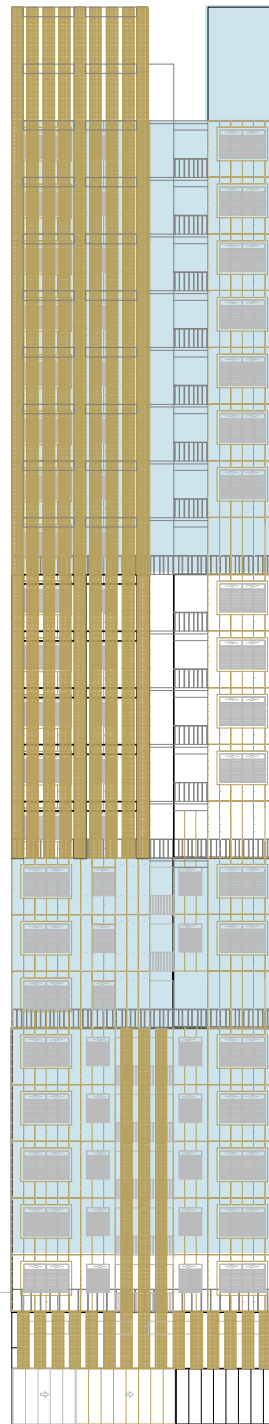
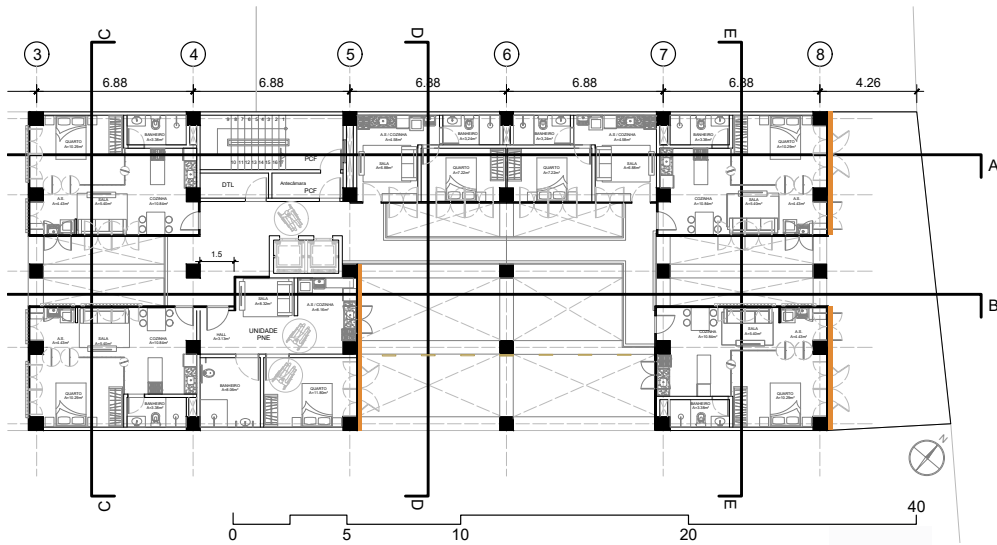


novos painéis

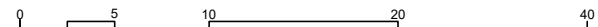


ESC: 1/400

FACHADA NORDESTE

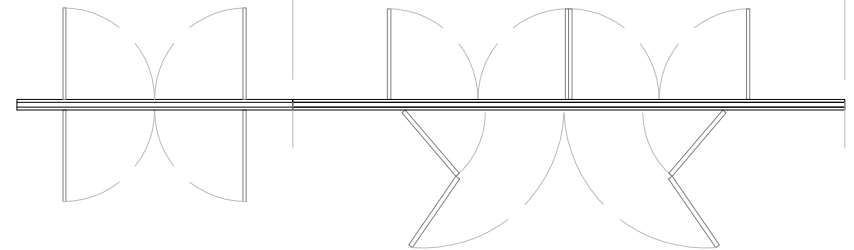
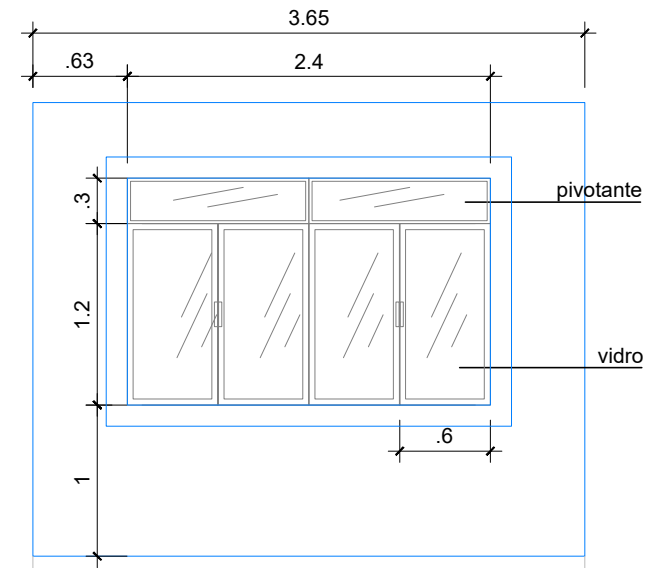
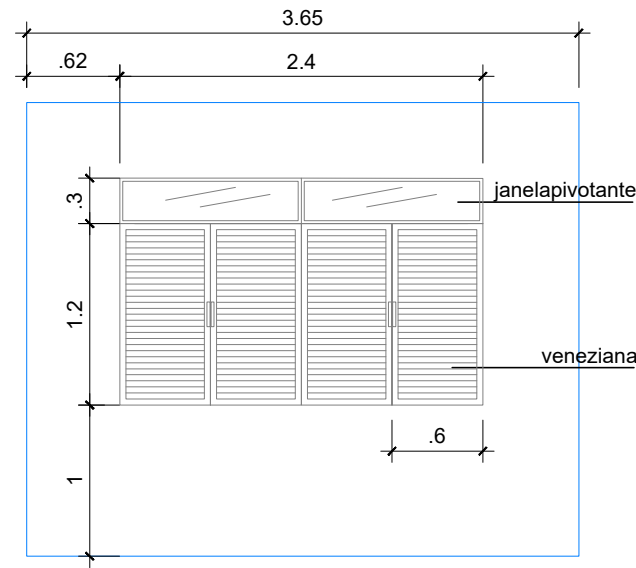
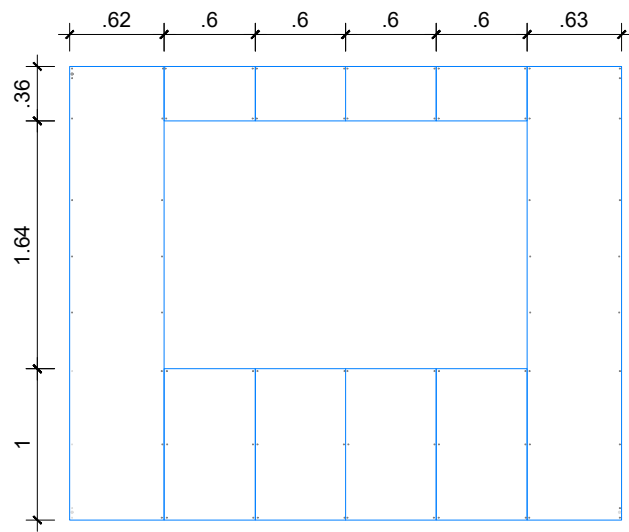
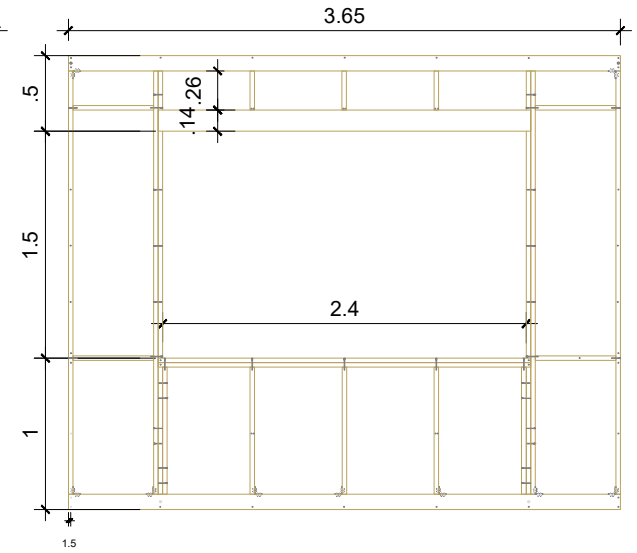
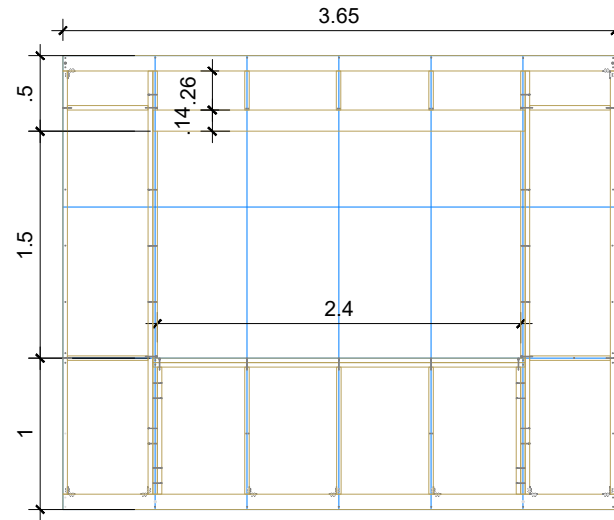
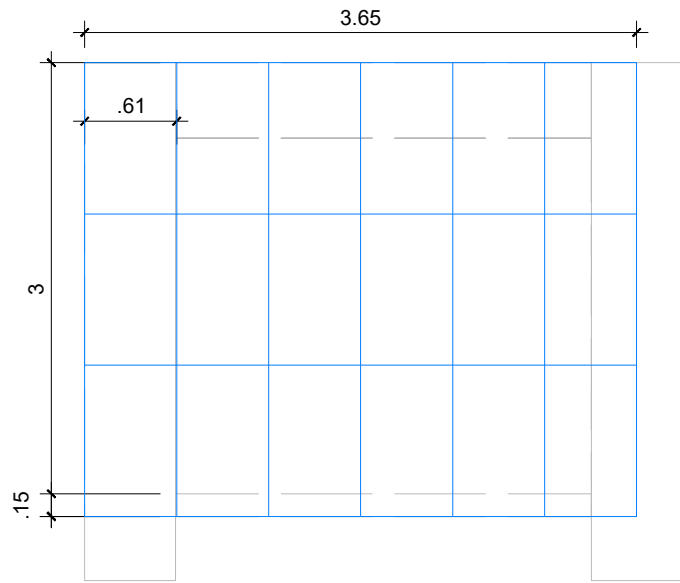


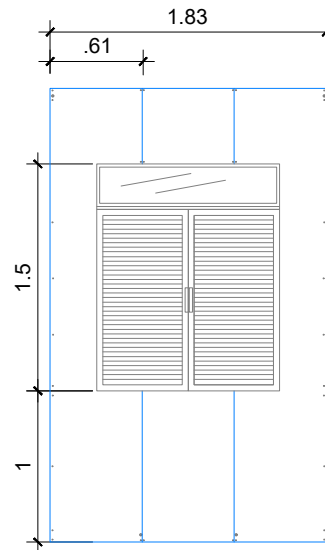
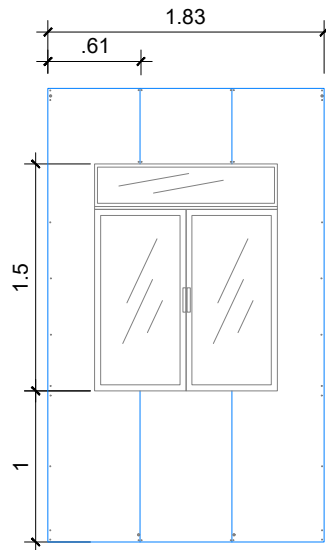
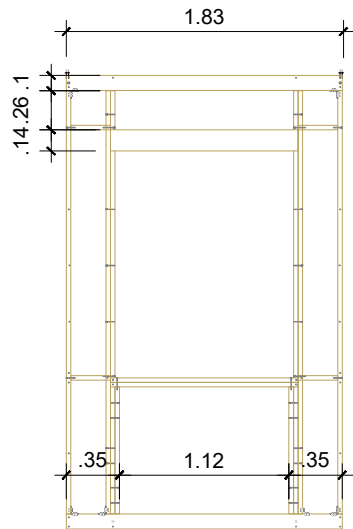
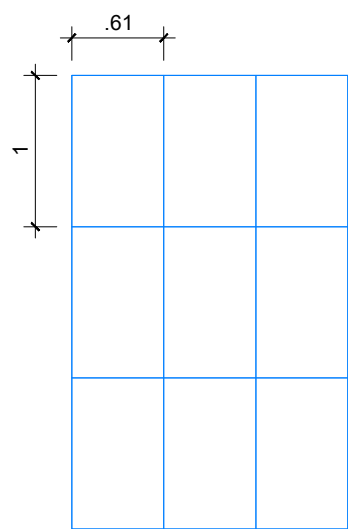
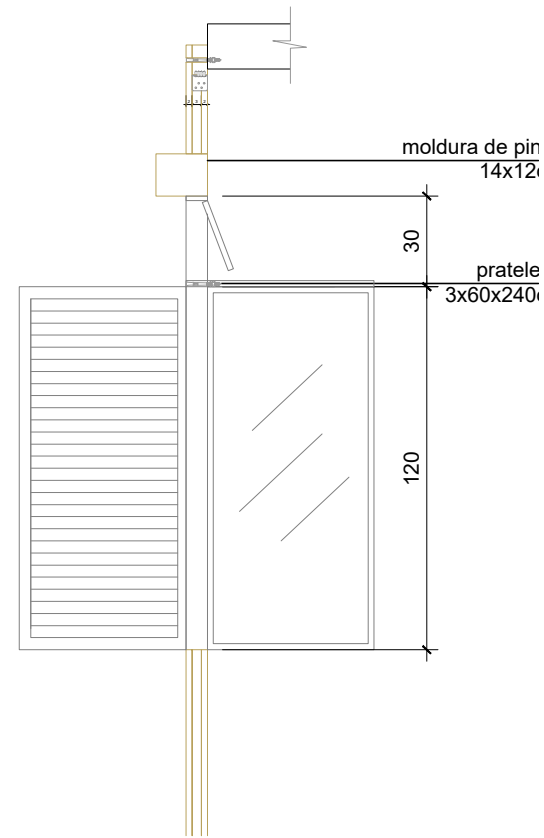
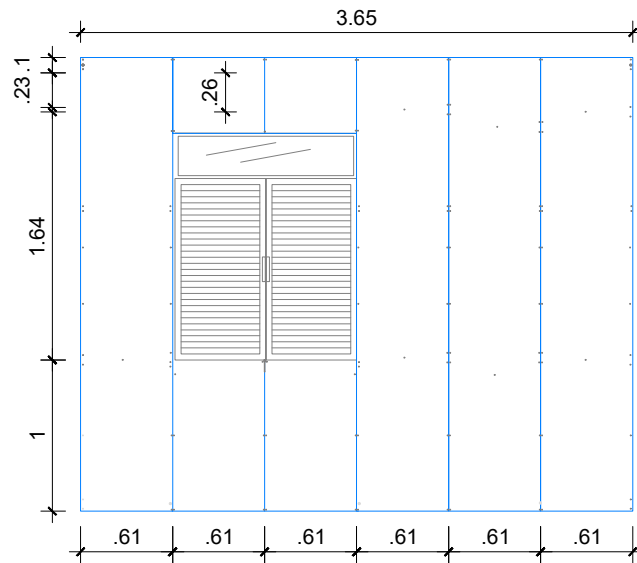
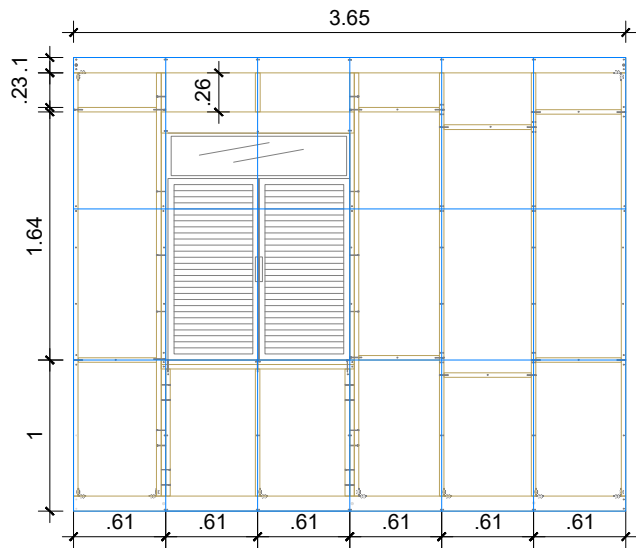
novos painéis



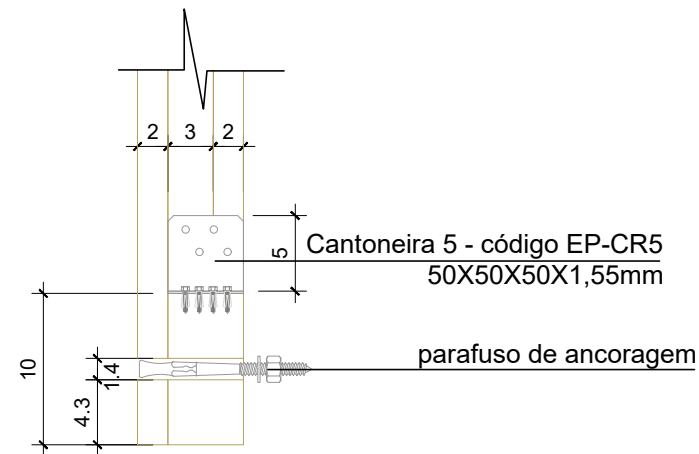
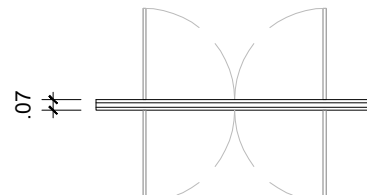
ESC. 1/400
FACHADA NORDESTE

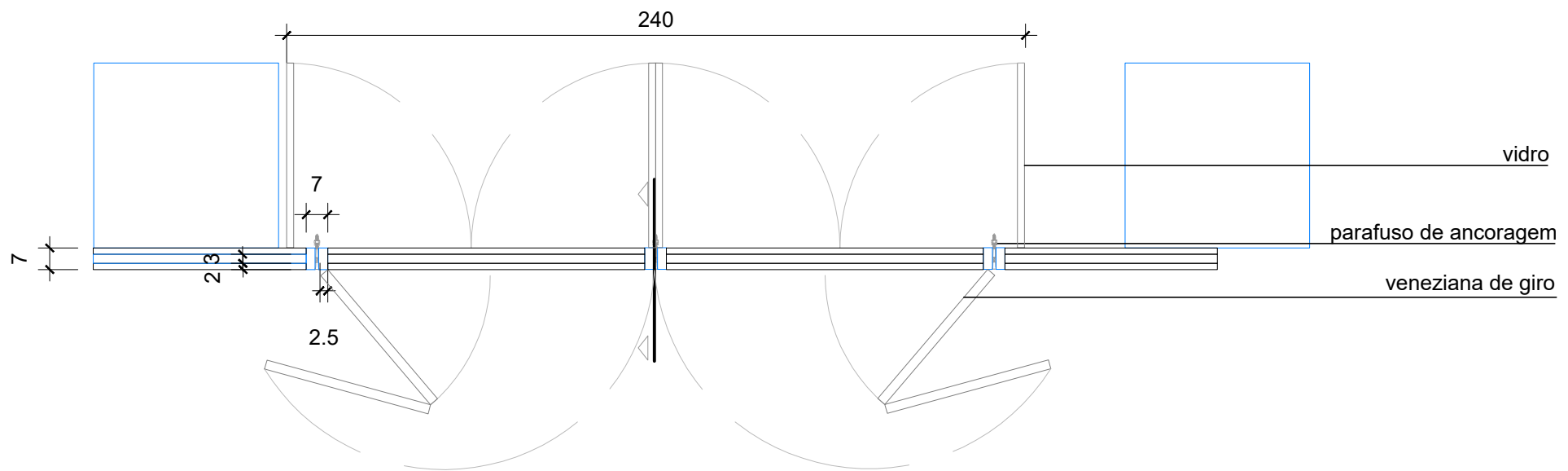
FACHADA NORDESTE

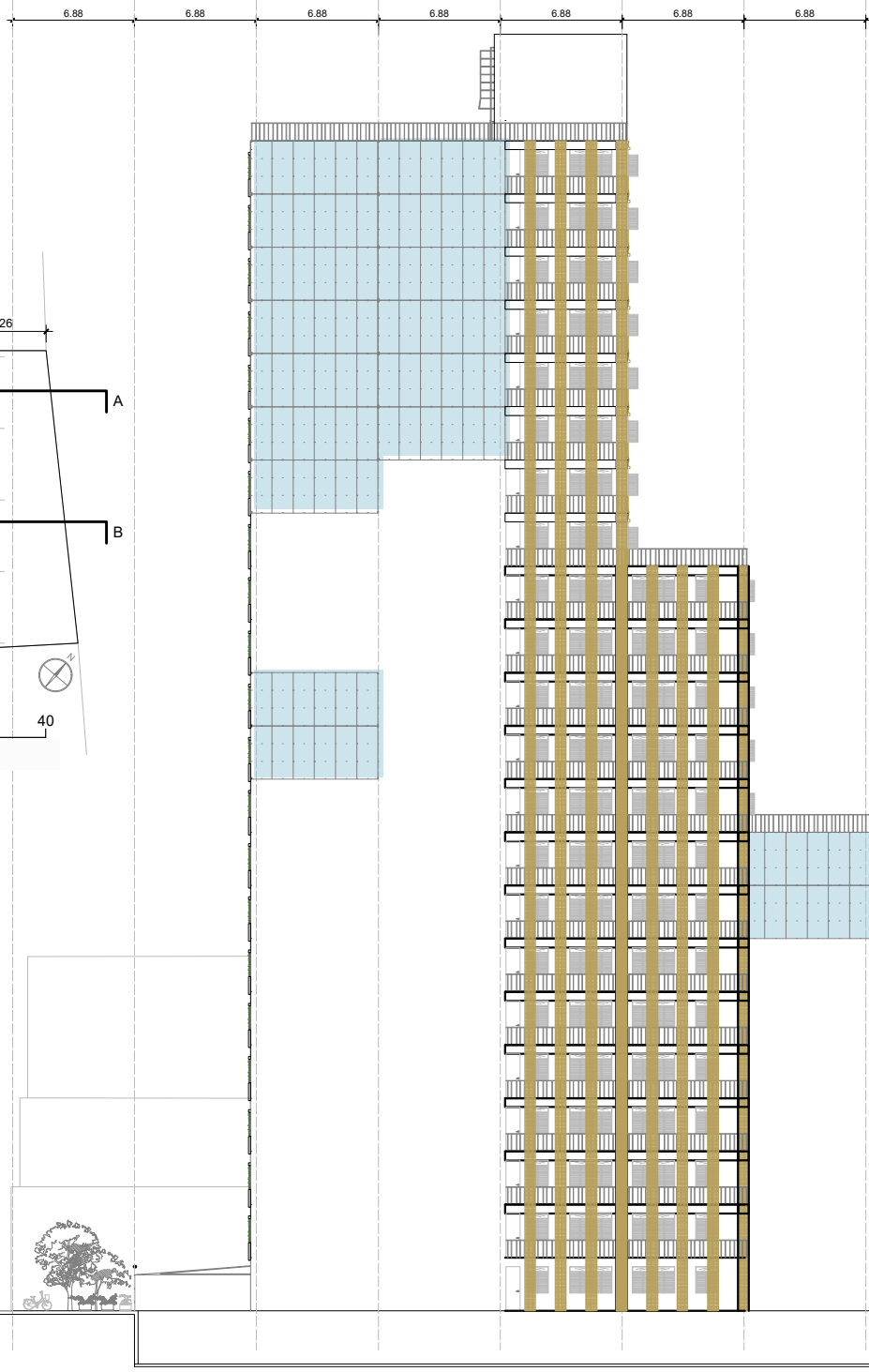
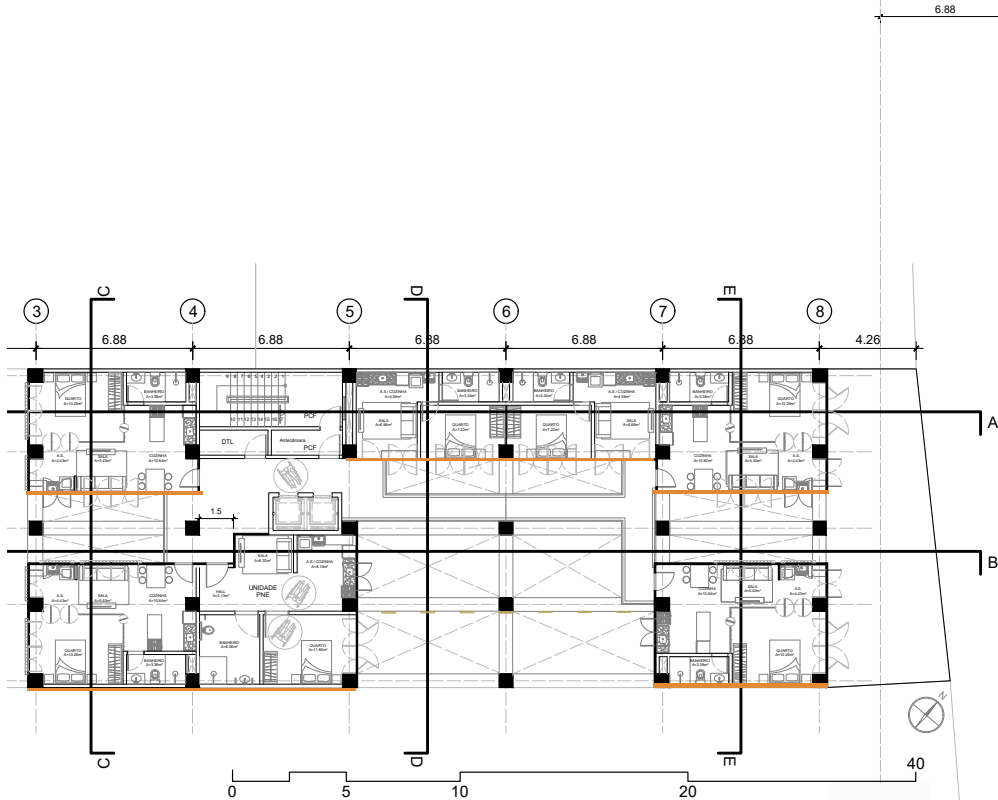




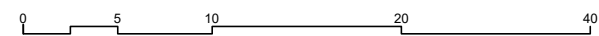
ESCALA 1/50







novos painéis

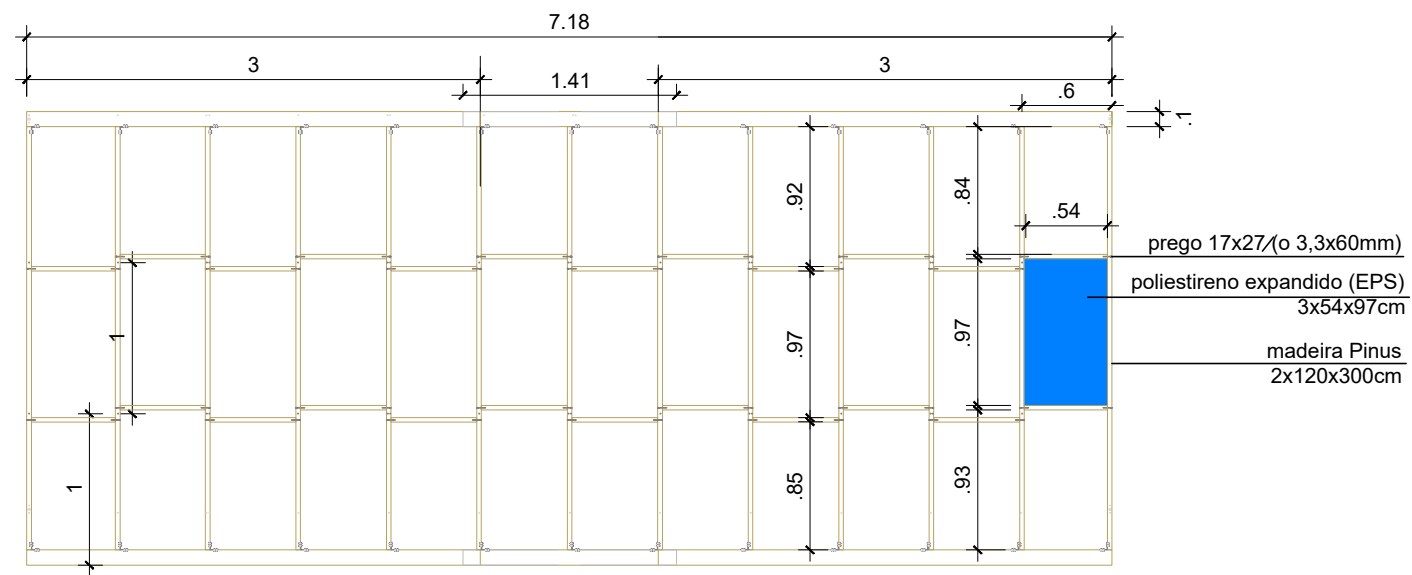
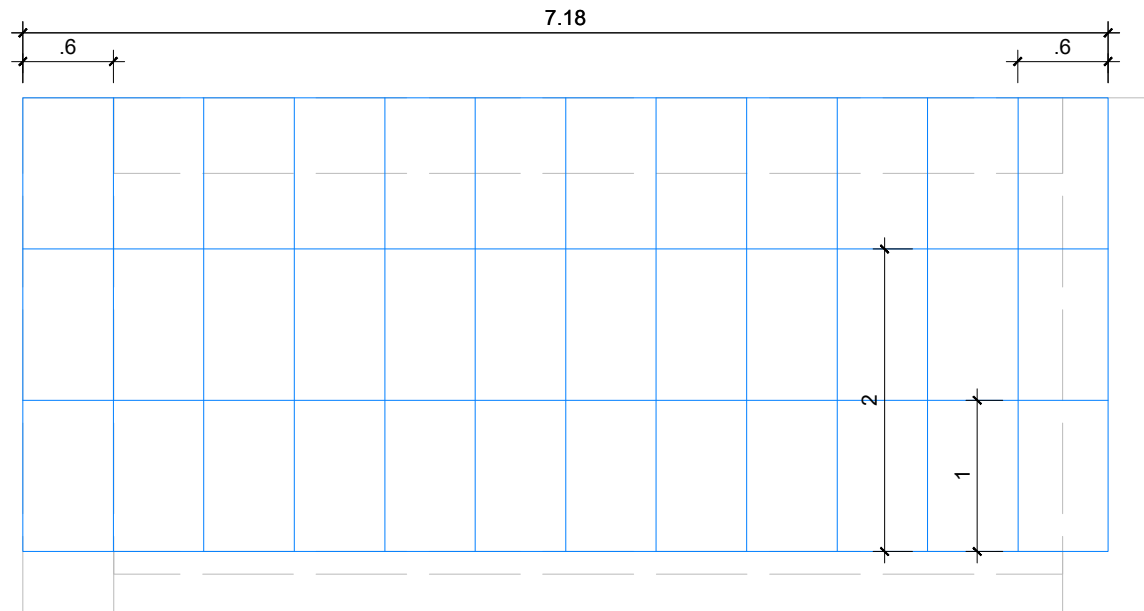


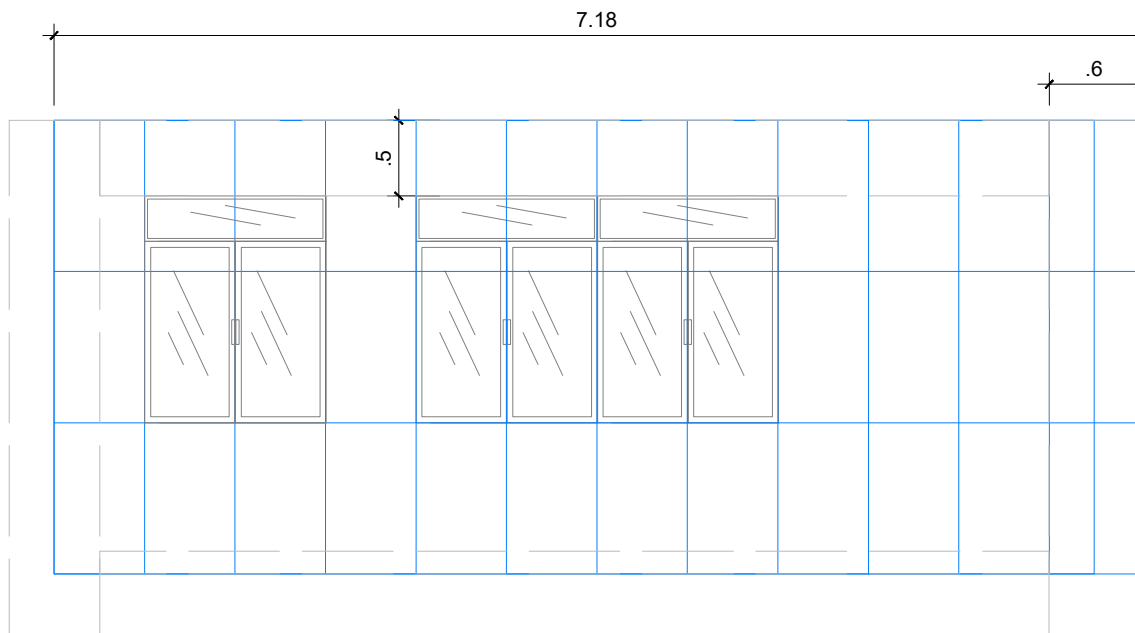
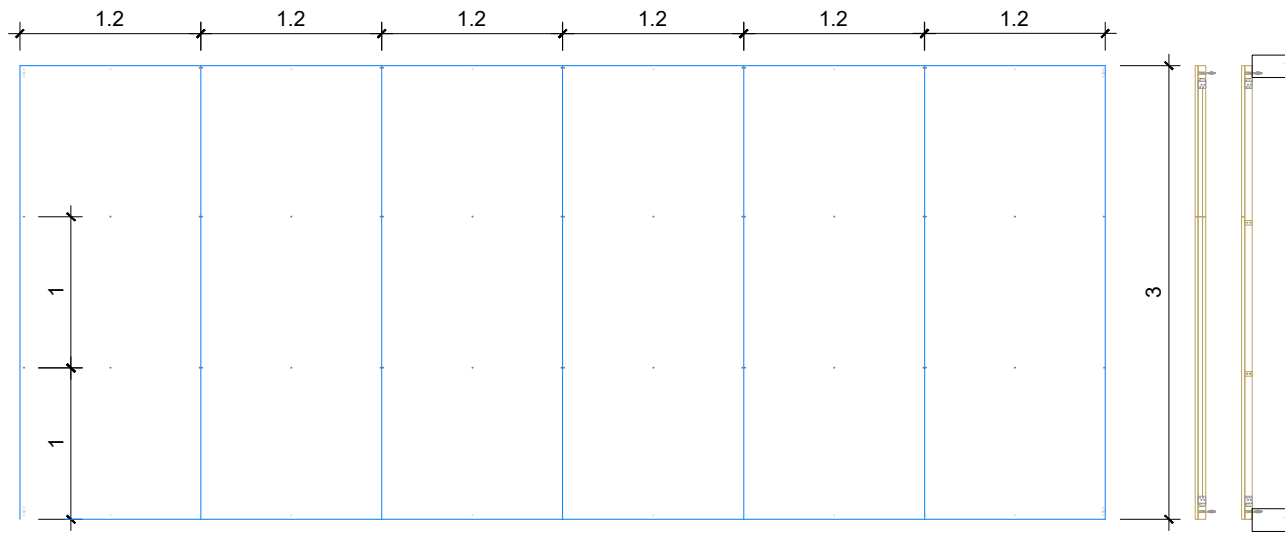
ESC: 1/400

FACHADA SUDESTE

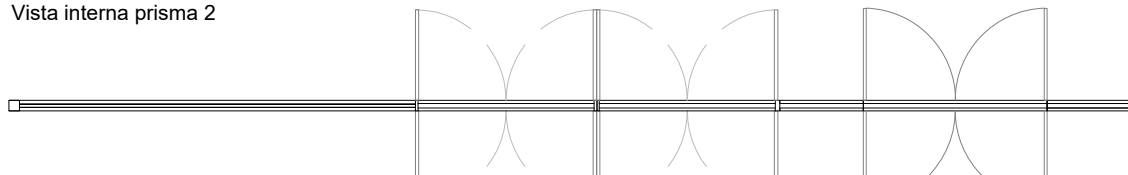
FACHADA SUDESTE

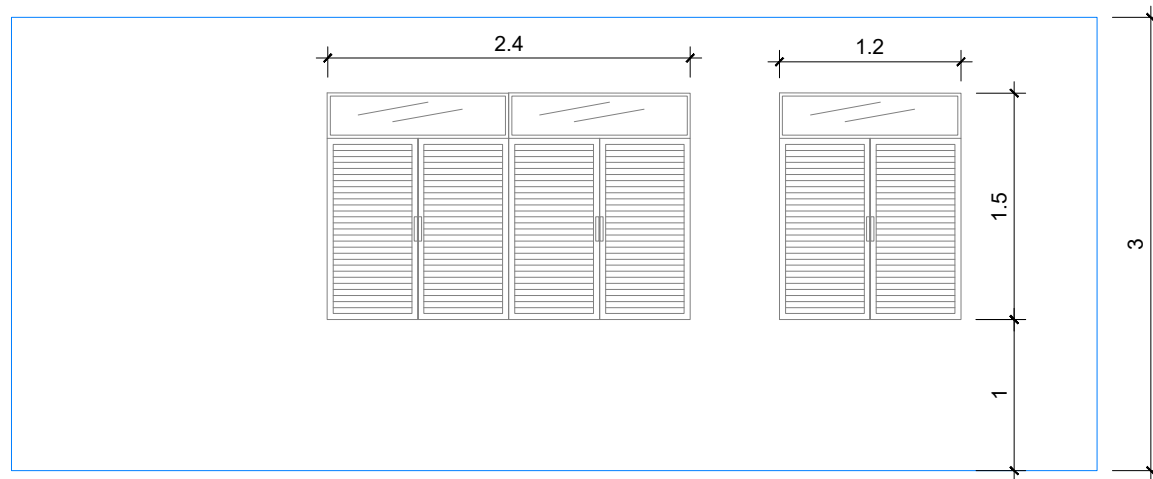
painel de canto opaco



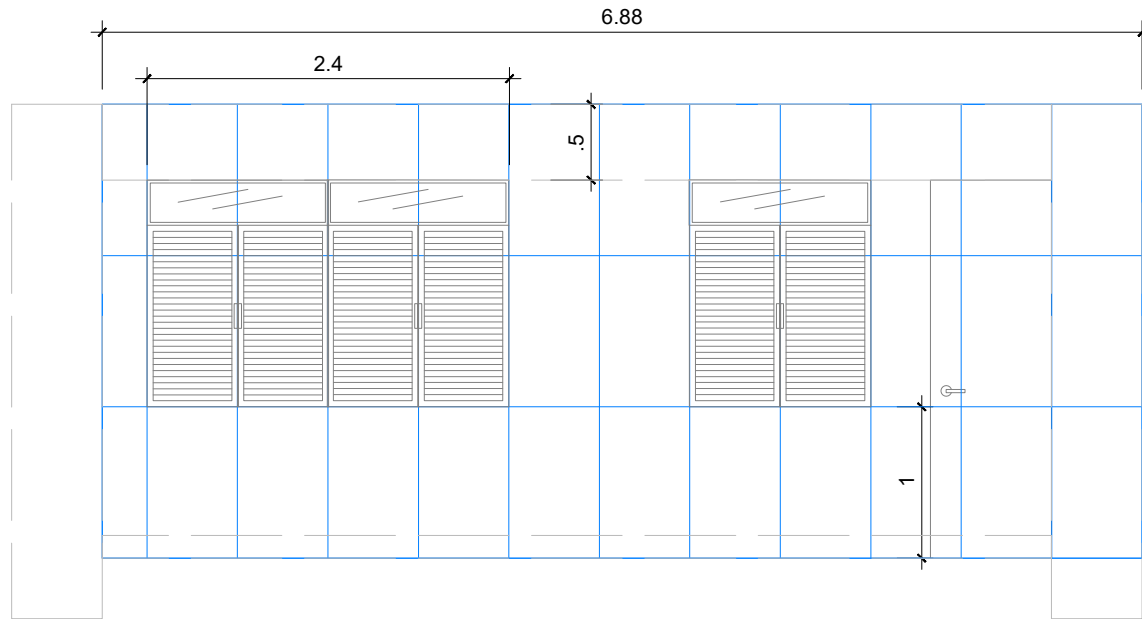


Vista interna prisma 2

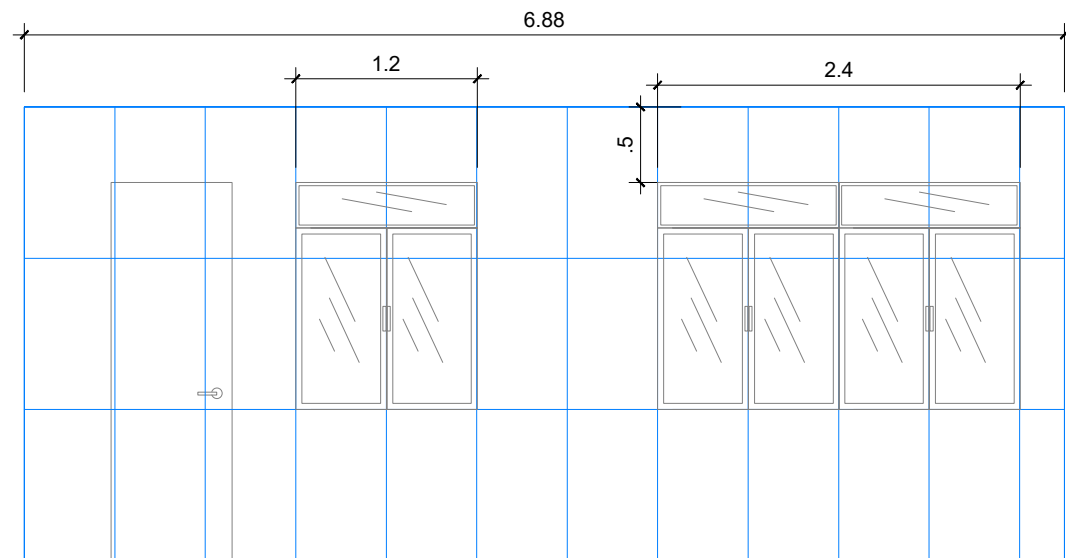
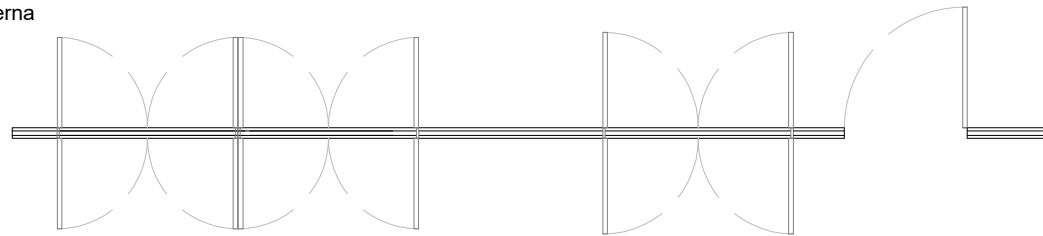




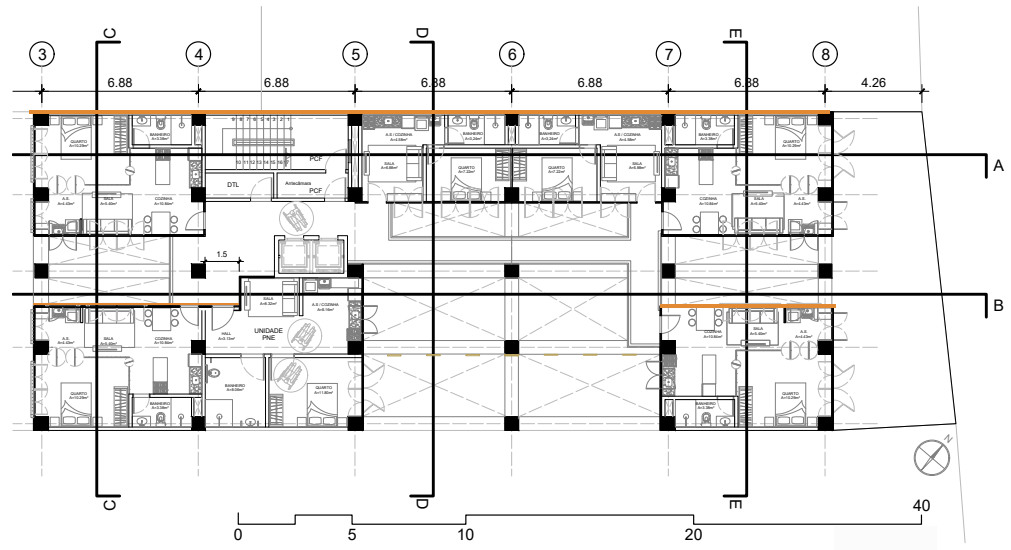
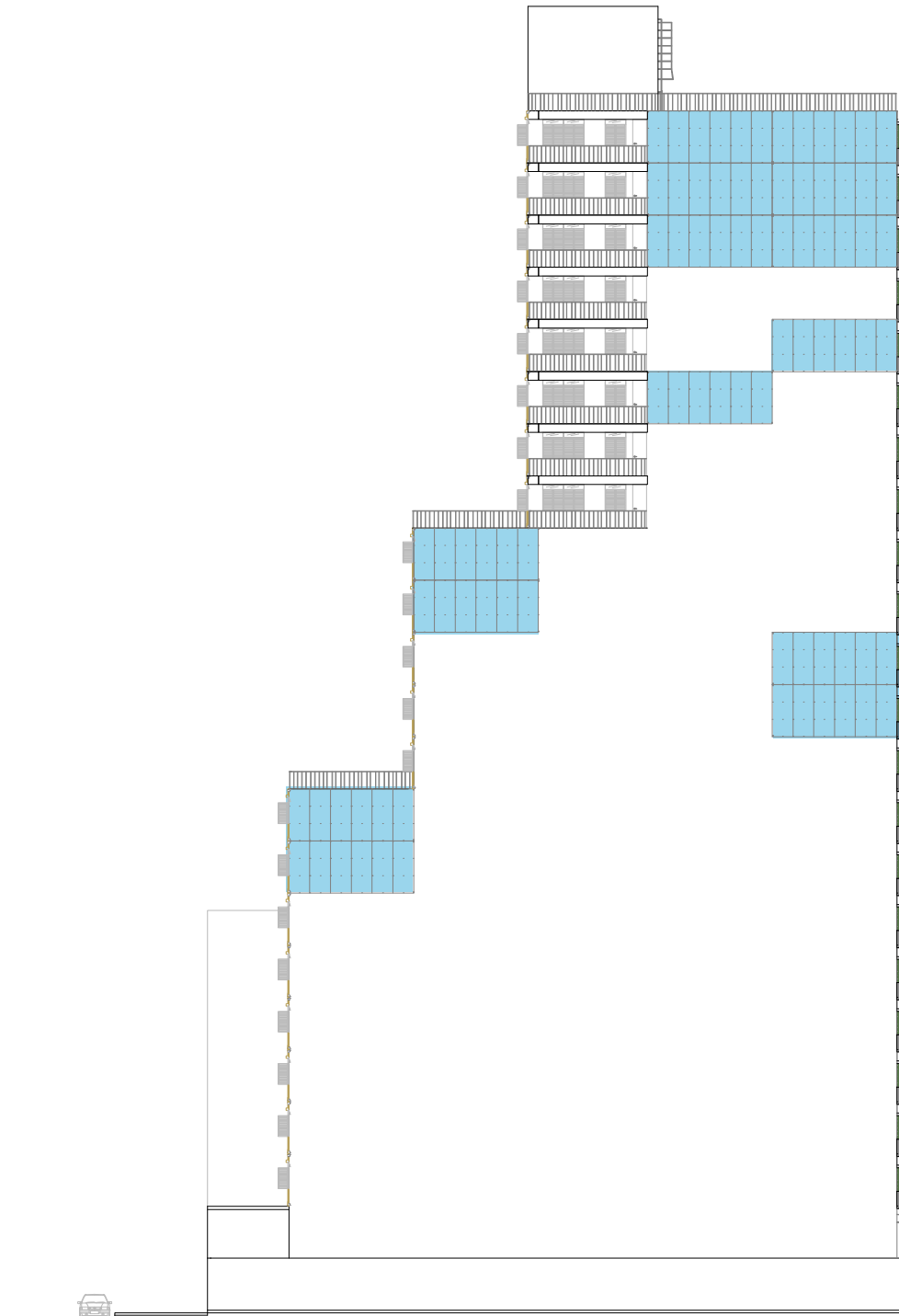
Vista interna externa 2



Vista esterna

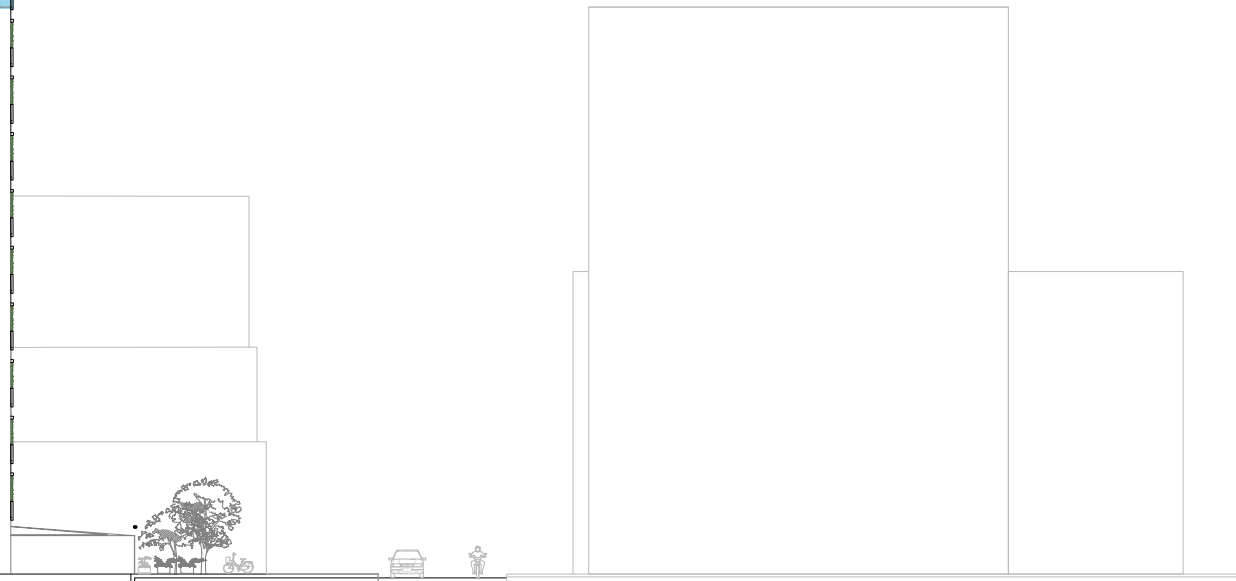


Vista interna



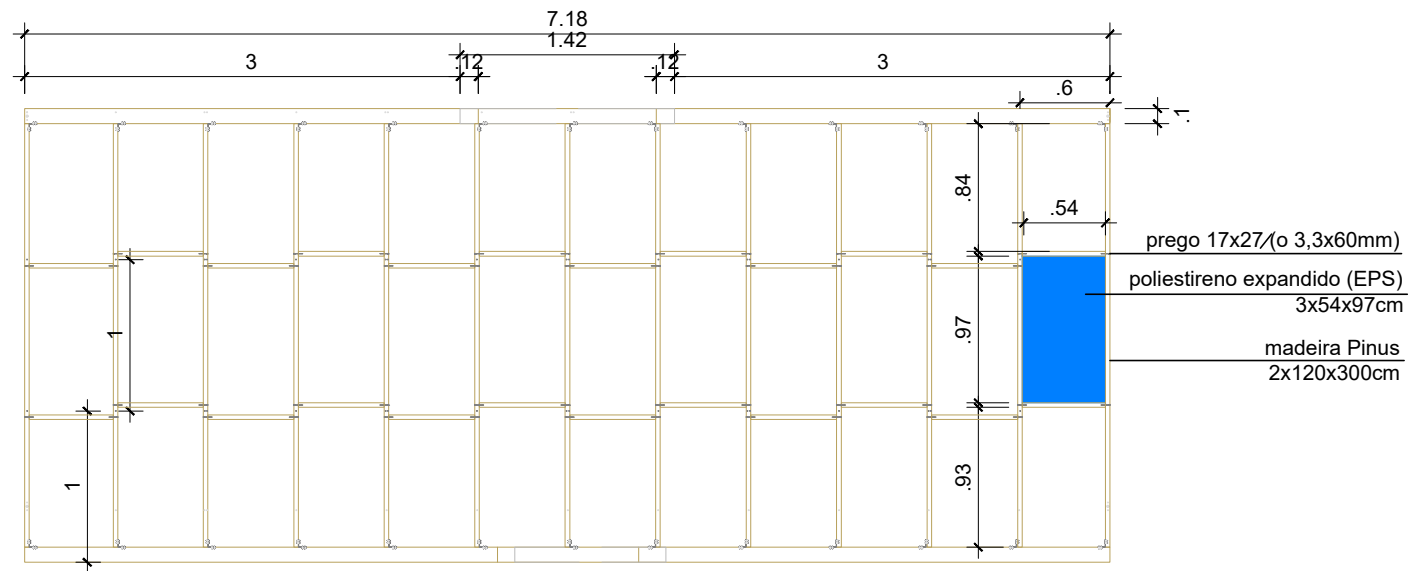
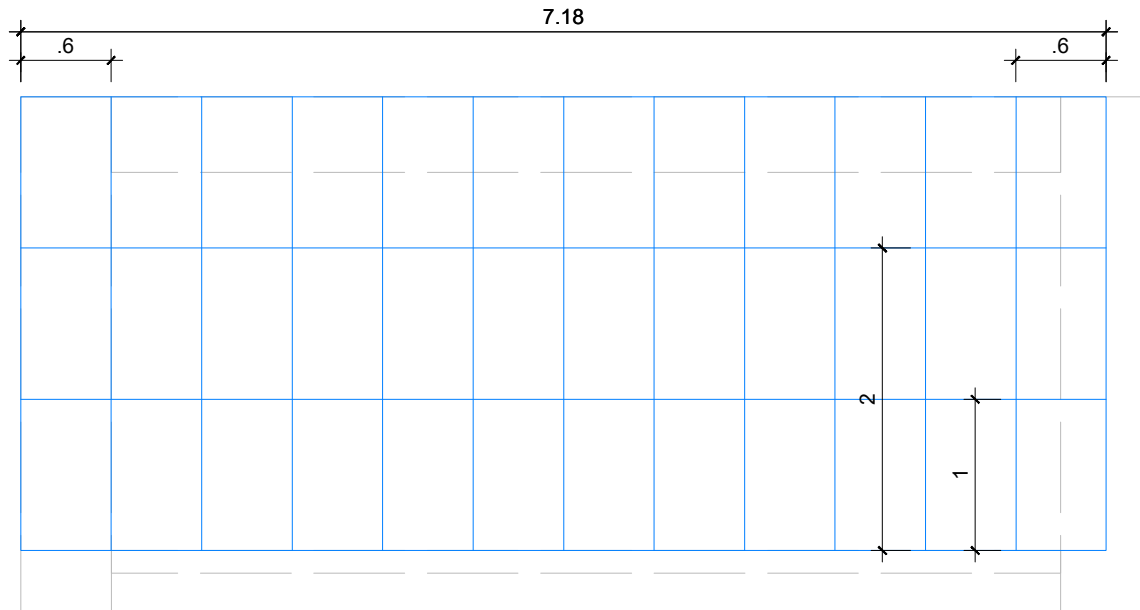
0 5 10 20 40
FACHADA NOROESTE ESC: 1/400

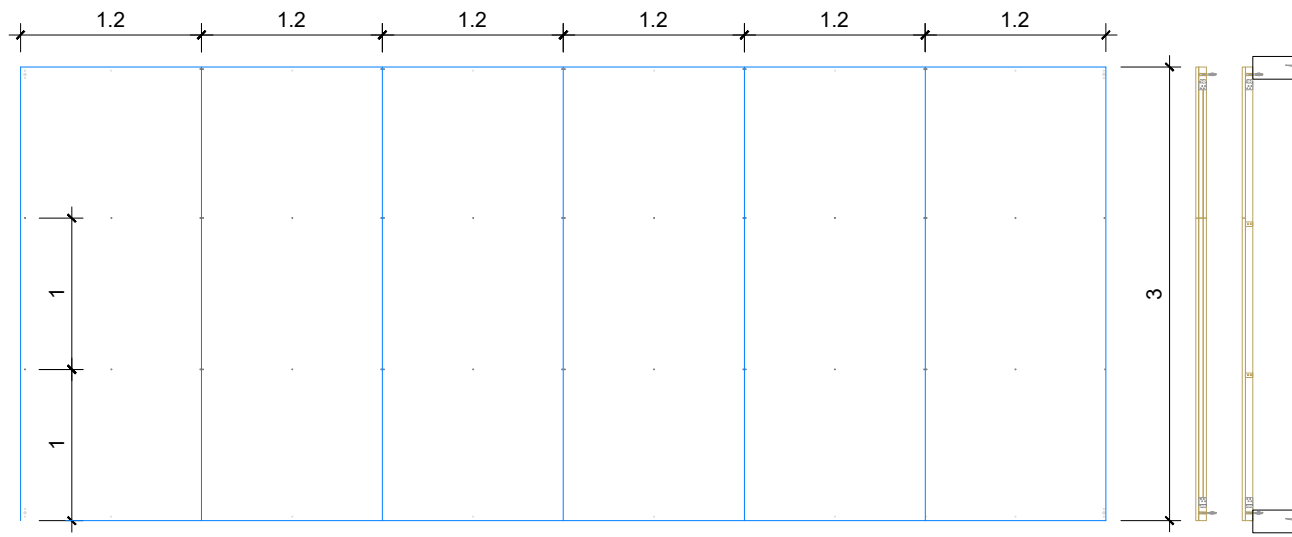
novos painéis

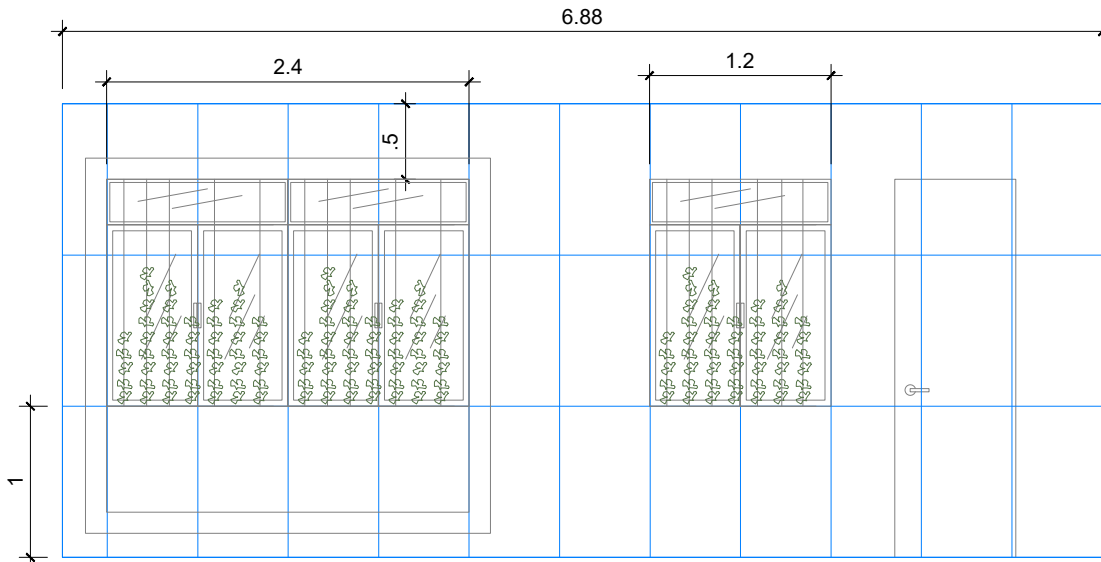


FACHADA NOROESTE

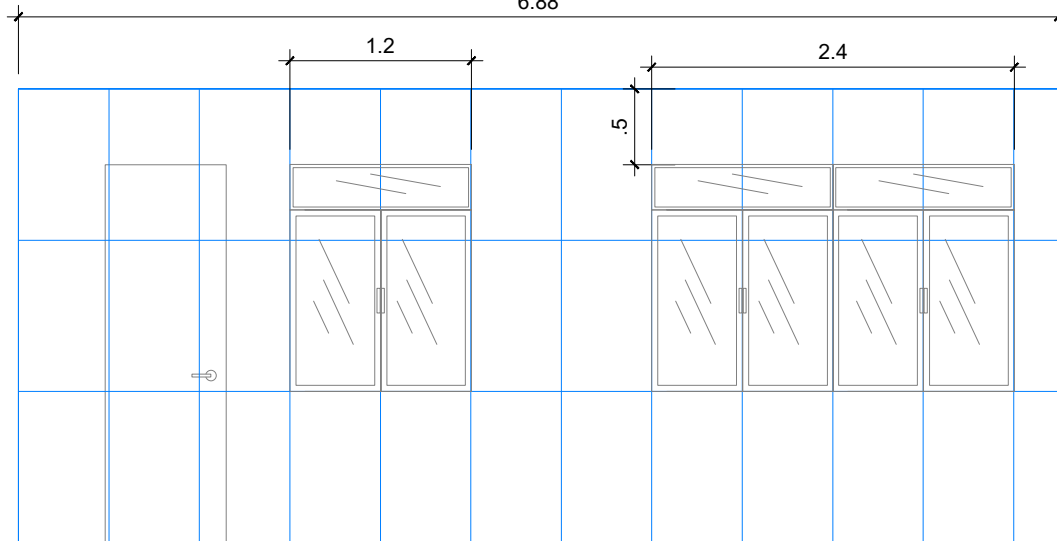
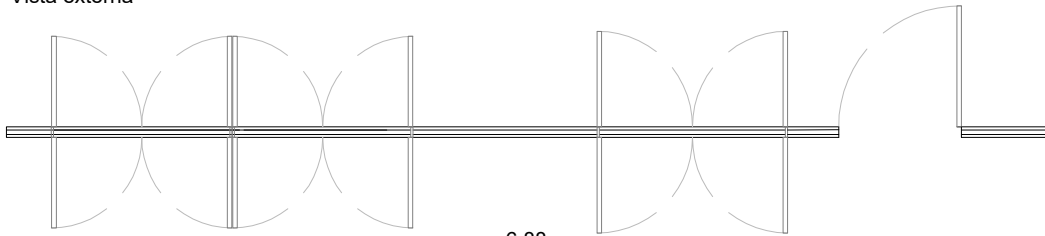
painel de canto opaco





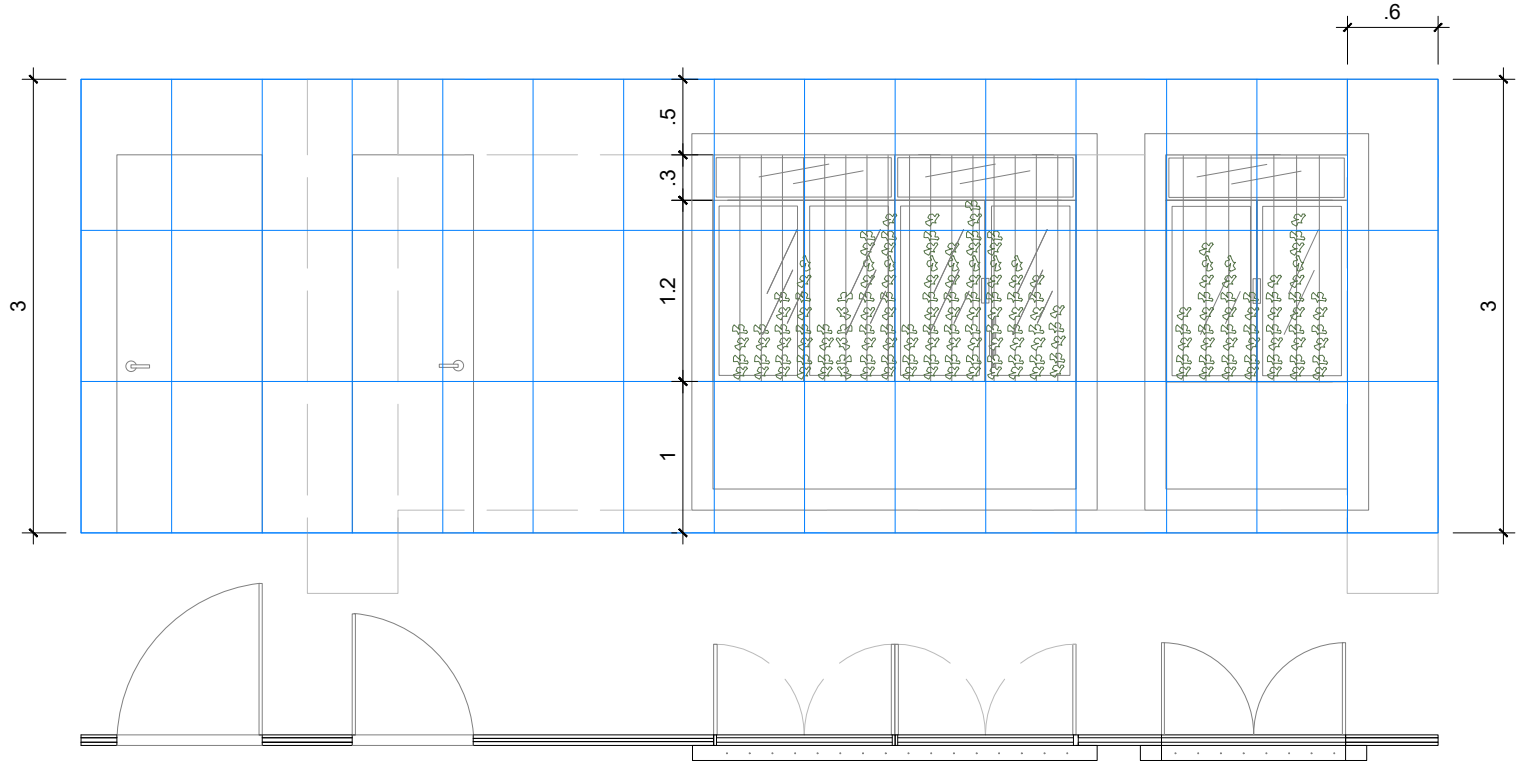


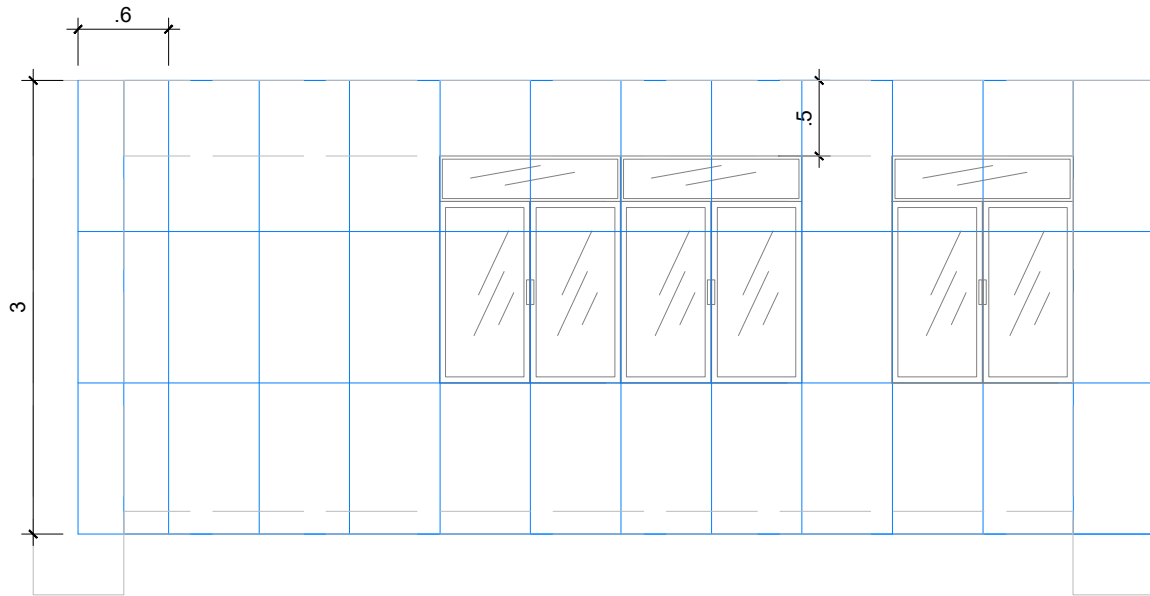
Vista externa



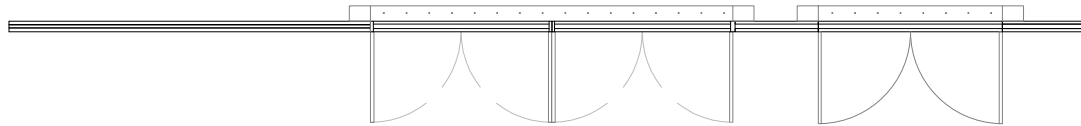
Vista interna



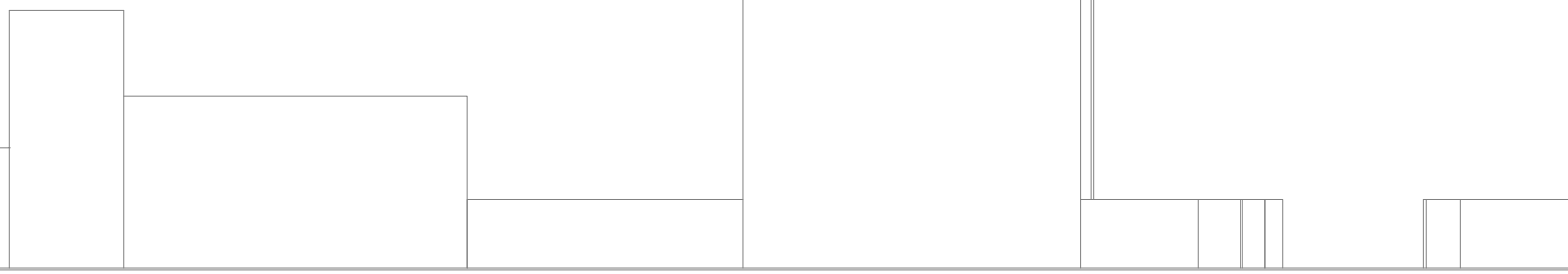
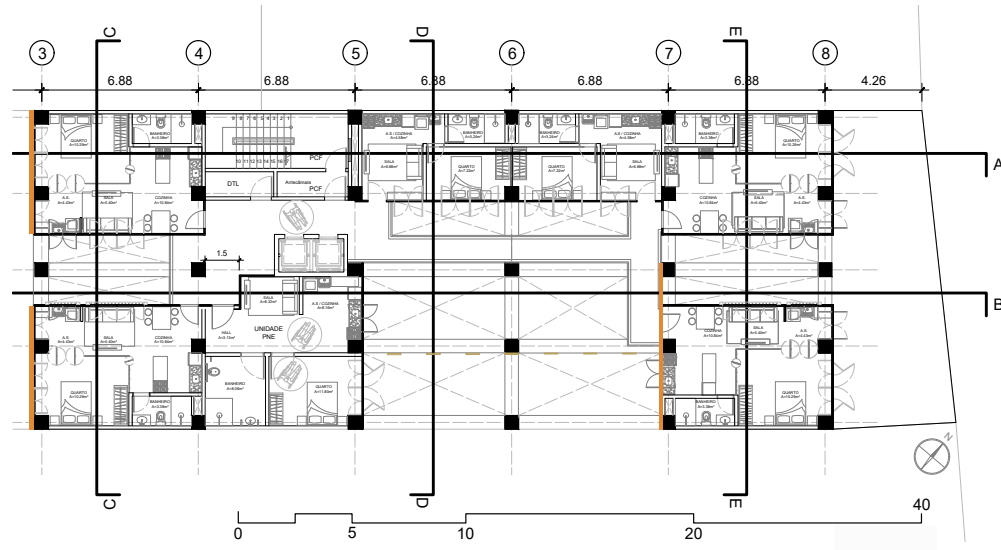
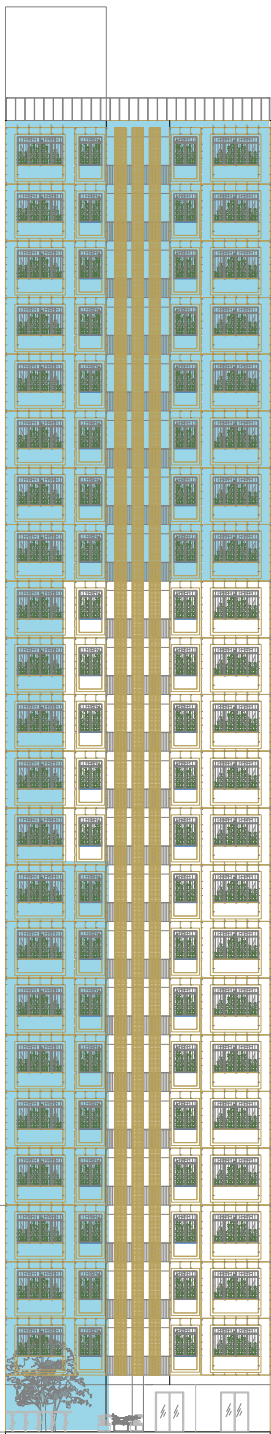




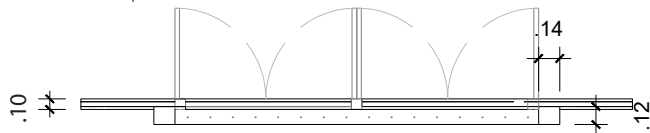
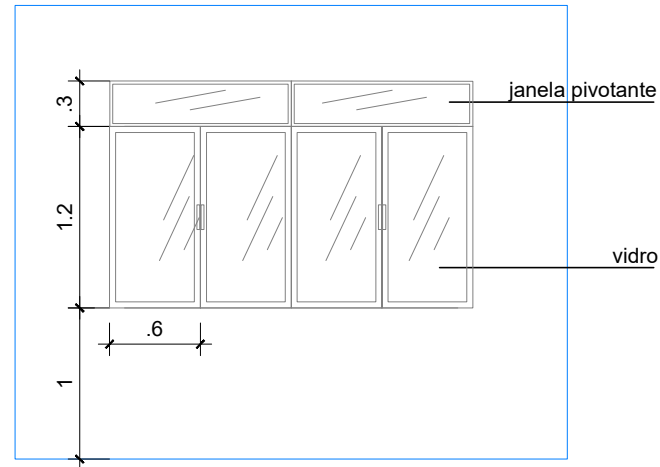
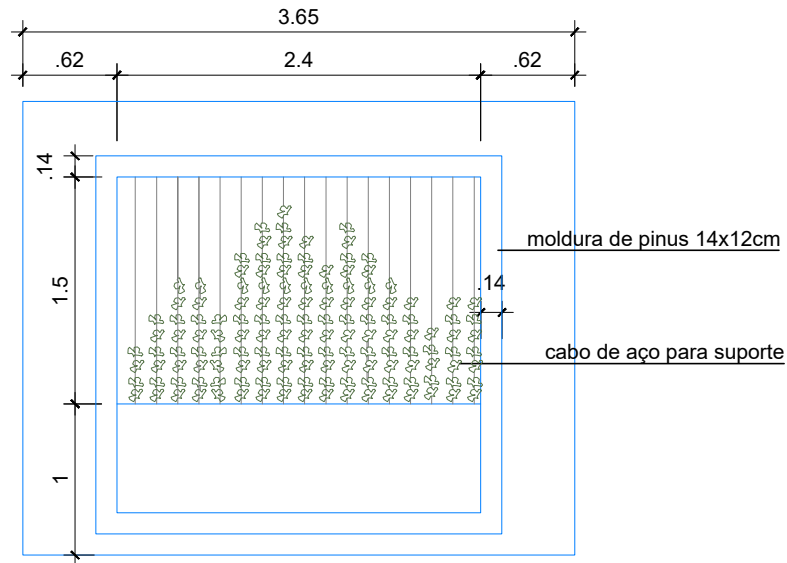
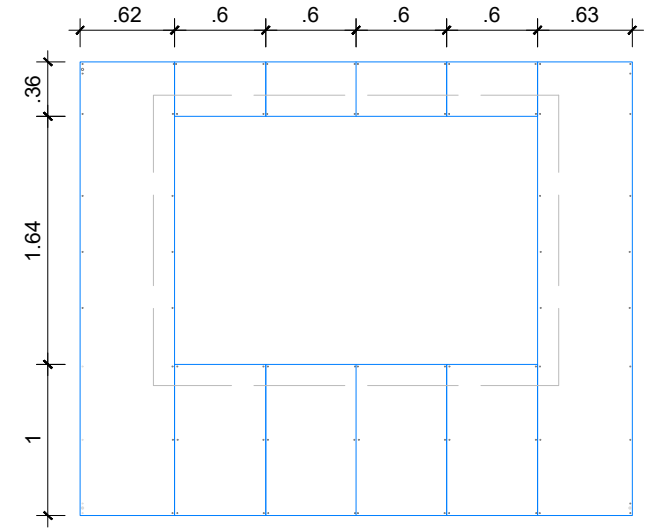
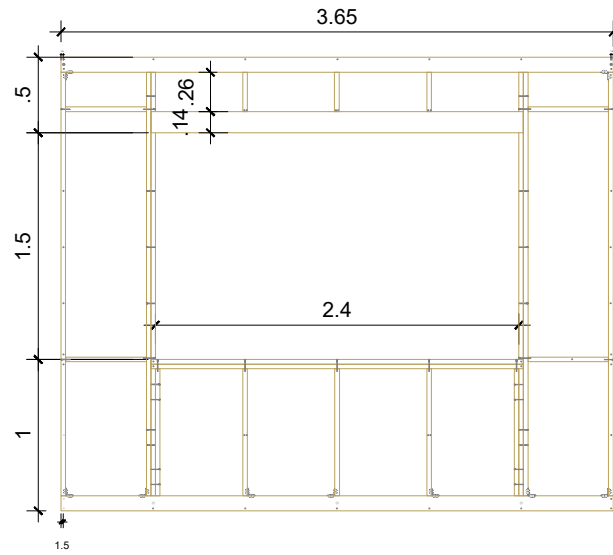
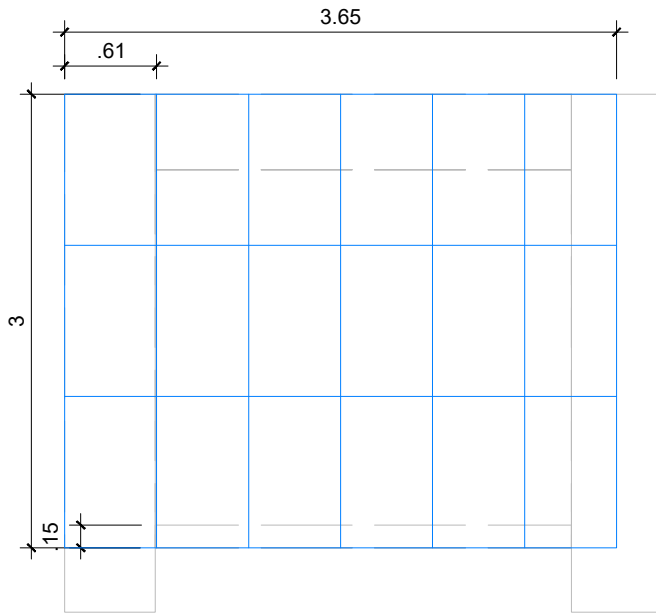
Vista interna prisma 2

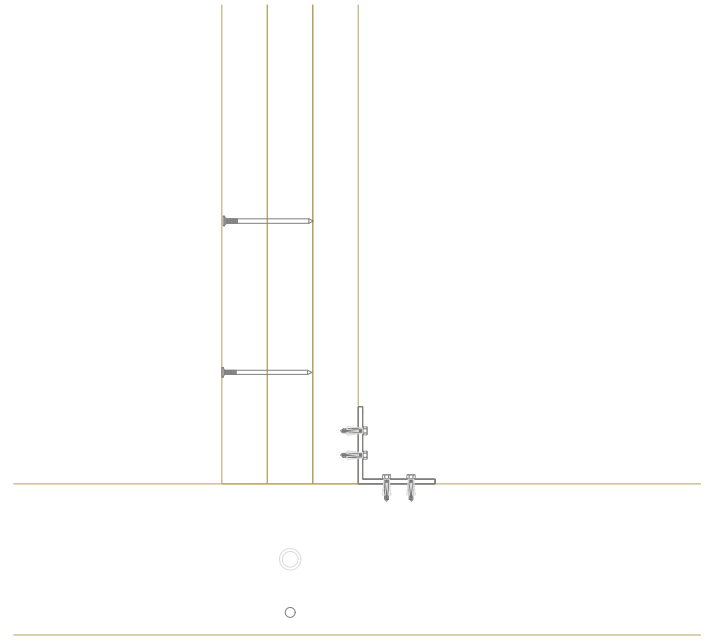
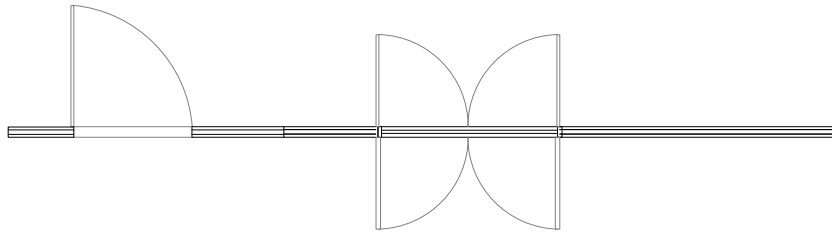
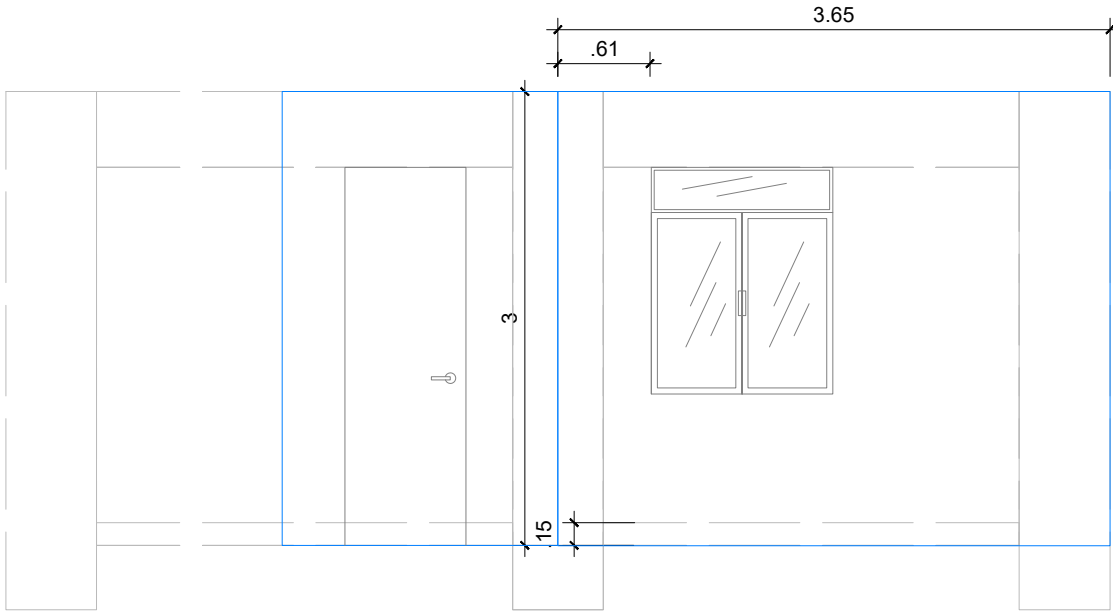
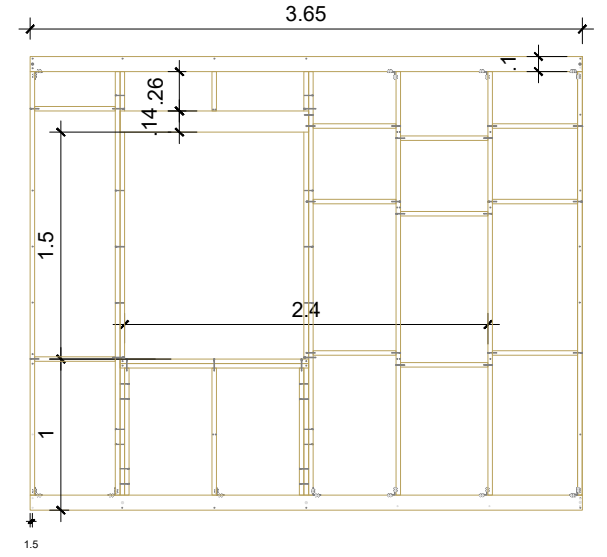
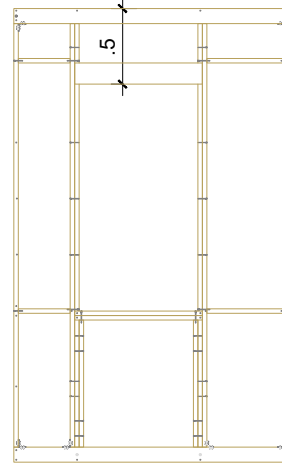
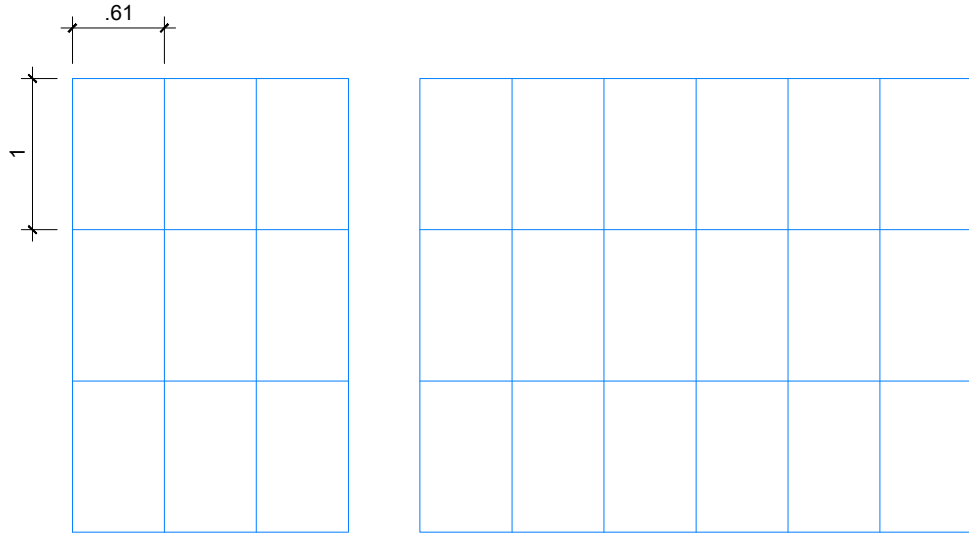


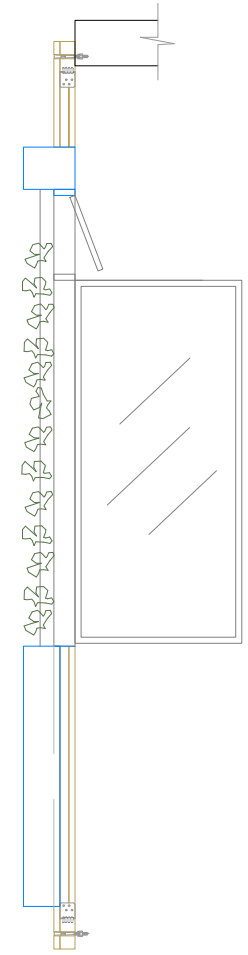
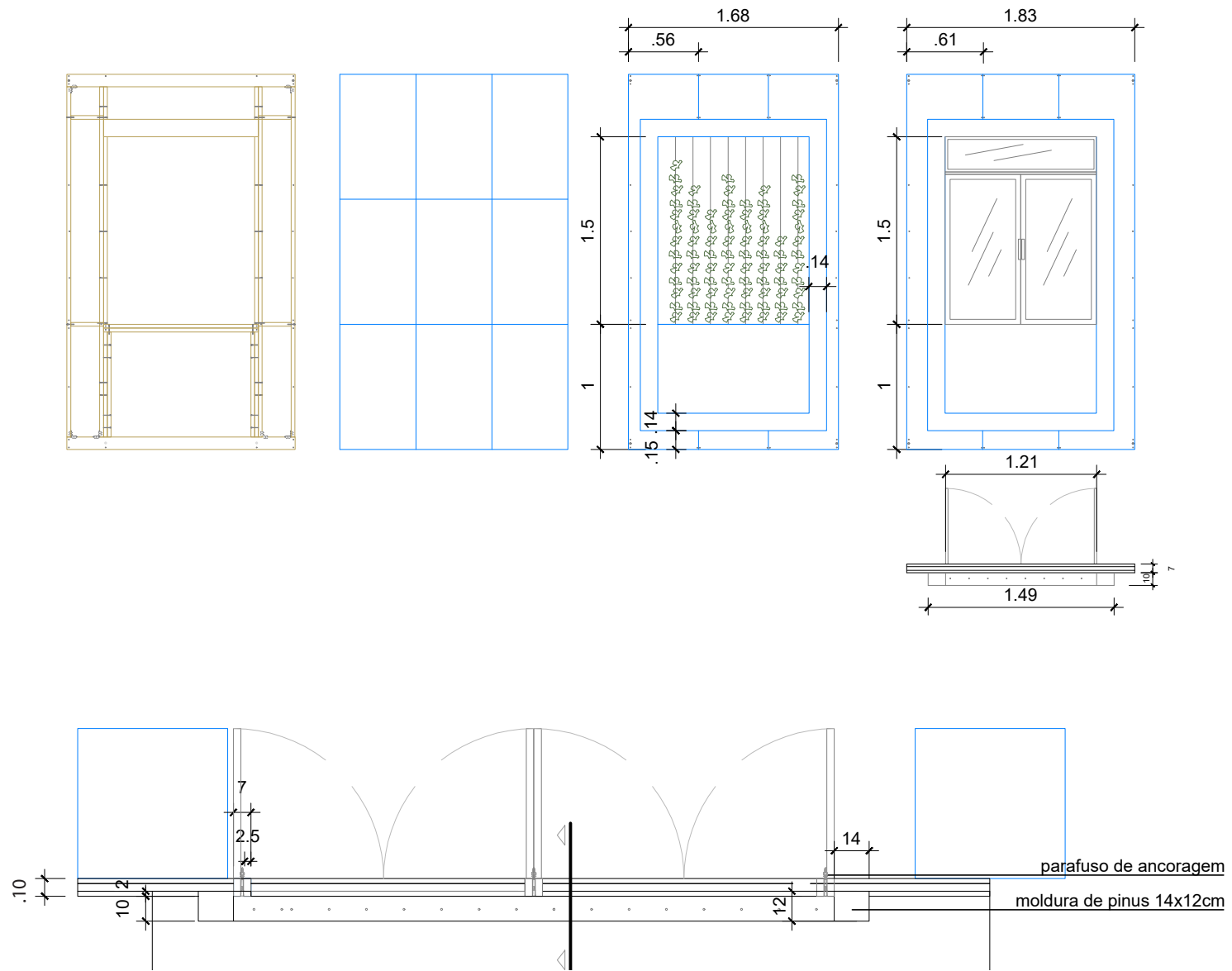
Vista interna esterna 2



FACHADA SUDOESTE







COMPARAÇÃO DA VEDAÇÃO EXISTENTE COM A PROPOSTA

Vedação Existente (14x9x24)			Resultado	
Material	Espessura (cm)	Resistência Térmica	Resistência Térmica Total	0,48
Argamassa	2,5	0,025	Atraso Térmico (horas)	3,8
Bloco cerâmico	14	0,304	Capacidade Térmica (kg/m²K)	162,3
Argamassa	2,5	0,025	Transmitância Térmica(W/m²K)	2,1
			Espessura total(cm)	19

Tabela : Vedação existente. Fonte: elaboração autoral a partir de dados do Projeteer, 2021.

A vedação existente possui maior capacidade de absorver calor, e o transmite para o interior da edificação em tempo semelhante, contudo maior, comparado à vedação proposta. Sua espessura é consideravelmente maior, ocasionando perdas de espaço no interior da edificação. Já a vedação proposta possui maior resistência térmica e, por isso, menor transmitância.

Combinação 5			Resultado	
Material	Espessura (cm)	Resistência Térmica	Resistência Térmica Total	1,86
Madeira	2	0,1666	Atraso Térmico (horas)	3,26
Camada de ar fluxo horizontal	3	0,16	Capacidade Térmica (kg/m²K)	25,1
Poliuretano	3	0,9997	Transmitância Térmica(W/m²K)	0,53
Madeira	2	0,1666	Espessura total(cm)	10

Tabela 11: Quinta combinação de materiais. Fonte: elaboração autoral a partir da NBR 15220-2, 2021.

Inércia térmica= maior atraso térmico = baixa transmitância

CUSTO DO M² DA VEDAÇÃO EXISTENTE

CÓDIGO	DESCRIÇÃO	UNIDADE	ORIGEM DE PREÇO	CUSTO TOTAL
VÍNCULO.....: CAIXA REFERENCIAL				
87509	ALVENARIA DE VEDAÇÃO DE BLOCOS CERÂMICOS FURADOS NA HORIZONTAL DE 14X9 X19CM (ESPESSURA 14CM, BLOCO DEITADO) DE PAREDES COM ÁREA LÍQUIDA MAIOR OU IGUAL A 6M ² SEM VÃOS E ARGAMASSA DE ASSENTAMENTO COM PREPARO EM BETONEIRA. AF_06/2014	M2	CR	127,62

Vedação existente . Fonte: planilha sintética não desonerada SINAPI, dados de maio de 2021.

VÍNCULO : CAIXA REFERENCIAL						
C	87369 ARGAMASSA TRAÇO 1:2:8 (EM VOLUME DE CIMENTO, CAL E AREIA MÉDIA ÚMIDA) PARA EMBOÇO/MASSA ÚNICA/ASSENTAMENTO DE ALVENARIA DE VEDAÇÃO, PREPARO MANUAL. AF_08/2019	M3	C	0,0106000	498,82	5,28
C	88309 PEDREIRO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	C	1,5060000	24,48	36,86
C	88316 SERVENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	C	0,7530000	20,68	15,57
	MATERIAL	:	41,86	49,9522102	%	
	MAO DE OBRA	:	41,96	50,0477898	%	
	TOTAL COMPOSIÇÃO	:	83,82	100,0000000	%	- ORIGEM DE PREÇO: CR
87509	ALVENARIA DE VEDAÇÃO DE BLOCOS CERÂMICOS FURADOS NA HORIZONTAL DE 14X9X19CM (ESPESSURA 14CM, BLOCO DEITADO) DE PAREDES COM ÁREA LÍQUIDA MAIOR OU IGUAL A 6M ² SEM VÃOS E ARGAMASSA DE ASSENTAMENTO COM PREPARO EM BETONEIRA. AF_06/2014	M2				
I	7267 BLOCO CERAMICO VAZADO PARA ALVENARIA DE VEDACAO, 6 FUROS, DE 9 X 14 X 19 CM (L X A X C)	C UN	CR	55,8500000	0,64	35,74
I	34547 TELA DE ACO SOLDADA GALVANIZADA/ZINCADA PARA ALVENARIA, FIO D = *1,20 A 1 M, 70* MM, MALHA 15 X 15 MM, (C X L) *50 X 12* CM	M	CR	0,8050000	5,51	4,43
I	37395 PINO DE ACO COM FURO, HASTE = 27 MM (AÇAO DIRETA)	CENTO	CR	0,0193000	38,46	0,74
C	87292 ARGAMASSA TRAÇO 1:2:8 (EM VOLUME DE CIMENTO, CAL E AREIA MÉDIA ÚMIDA) PARA EMBOÇO/MASSA ÚNICA/ASSENTAMENTO DE ALVENARIA DE VEDAÇÃO, PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA 400 L. AF_08/2019	M3	CR	0,0135000	380,62	5,13
C	88309 PEDREIRO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	C	2,3430000	24,48	57,35
C	88316 SERVENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	C	1,1720000	20,68	24,23
	EQUIPAMENTO	:	0,01	0,0078431	%	
	MATERIAL	:	64,03	50,1647060	%	
	MAO DE OBRA	:	63,57	49,8196078	%	
	OUTROS	:	0,01	0,0078431	%	
	TOTAL COMPOSIÇÃO	:	127,62	100,0000000	%	- ORIGEM DE PREÇO: CR

Vedação existente . Fonte: planilha de composição analítica não desonerada SINAPI, dados de maio de 2021.

CUSTO DO M² DA VEDAÇÃO PROPOSTA



Chapa de Pinus R\$138,73/m². Fonte: Mercado Livre.



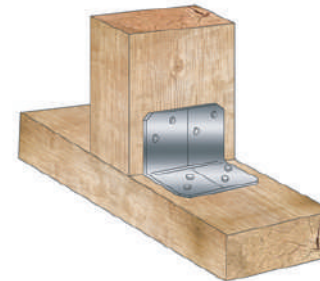
Parafuso de Ancoragem /Chumbador parabolt PBA 5X16 x 25cm com porca R\$1,82/peça. Fonte: Mercado Livre.



Parafuso 3/16x35 R\$0,19. Fonte: Mega Lojista e Garra Conectores



Chapa de Poliuretano de 1m x 1m x 50mm por R\$116,86
 $R\$116,86 / 5 = R\$ 23,37 \times 3mm = R\$ 70,11/ m^2$.
Fonte: Terrac Forros e Isolamentos.



Cantoneira 18 R\$5,52. Fonte: Americanas e Garra Conectores



Prego CC Gmax 19x21 à R\$0,13 unidade.
Fonte: Mercado Livre