

O Barco de Teseu

Um Sistema Construtivo para uma Edificação com Vida Útil Estendida

UNIVERSIDADE FEEVALE | GRADUAÇÃO EM ARQUITETURA E URBANISMO

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO |

GRADUANDO: ANDERSON FREITAS DA SILVA | ORIENTADORA: PROFESSORA JULIANA TASSINARI CRUZ

PROFESSORES: ALEXANDRA STAUDT FOLLMANN BALDAUF E EDUARDO REUTER SCHNECK

1. Tema		Projetos Referenciais Formais	27	Painéis Fotovoltaicos	42
O Barco de Teseu	03	Edifício Floresta Urbana	27	5. Projeto	
Mapa Mental	04	Edifício Haut	30	Conceito do Projeto	42
Arquitetura mais Sustentável	05	Restaurante Bossa	33	Sistema Construtivo	42
Eficiência Energética	05	3. O Lugar		A Edificação	43
Material de Baixo Impacto	06	Apresentação do Município	34	Programa de Necessidades	44
Energia Incorporada	06	Área de Intervenção	35	Fluxograma	44
Ciclo de Vida	07	Morfologia Urbana	36	Materiais e Técnicas Construtivas	45
Coordenação Modular	08	Levantamento Fotográfico	37	Hipóteses de Ocupação	45
Flexibilidade na Construção	10	Análises Bioclimáticas		Hipótese de Ocupação 01	46
Inovação no Sistema	11	Incidência Solar	39	Hipótese de Ocupação 02	48
CLT	11	Chuvas	40	Hipótese de Ocupação 03	52
BIM	13	Temperatura	40	Hipótese de Ocupação 04	54
Automação Residencial	13	Ventos Predominantes	40	6. Conclusão	56
2. Projetos Referenciais	15	4. Legislação e Sistemas		Referências Bibliográficas	57
Projetos Referenciais Análogos	16	Plano Diretor	41		
Bullitt Center	16	Proteção Contra Incêndio	41		
Sistema Pixel Facade	25	Acessibilidade	41		
Institut du Monde Arabe	26	Reservatórios	42		

I . TEMA

A proposta deste estudo é o desenvolvimento de um sistema nomeado “O Barco de Teseu”, que tem como premissa proporcionar o desenvolvimento de projetos arquitetônicos flexíveis, sustentáveis, economicamente viáveis, e com vida útil ampliada através da possibilidade de substituição isolada e independente de cada um de seus componentes. Para validação do sistema propõe-se neste trabalho, o desenvolvimento de um projeto arquitetônico de uma edificação residencial multifamiliar na cidade de São Francisco de Paula - RS.

I . I . O BARCO DE TESEU

A inspiração para o sistema construtivo tema desse trabalho tem origem na mitologia da antiguidade grega. Apenas para contextualizar, Teseu foi um herói ateniense conhecido principalmente pela façanha de derrotar o minotauro de Creta (LOPES, 2018).

Em uma de suas aventuras, durante uma longa viagem, reparos no barco foram fazendo-se necessários, e gradualmente, foram sendo substituídas as tábuas, o timão, as velas e assim por diante. Peça a peça o barco foi integralmente substituído, ao ponto que, ao retornar para Atenas, todas as suas partes originais não estavam mais presentes (IDEM, 2018).

Em cima dessa história, muitas reflexões foram feitas. O filósofo grego Plutarco, propôs o seguinte questionamento, que ficou conhecido como “O paradoxo de Teseu”: Seria o barco que

retornou a Atenas o mesmo que partiu? (IDEM, 2018).

Outros pensadores durante a história procuraram solucionar o enigma. O filósofo pré-socrático Heráclito de Éfeso, comparando o barco a um rio, concluiu que sim, o barco seria o mesmo, pois ainda que as águas do rio permanentemente se renovem, o rio não o deixa de ser (IDEM, 2018).

Gottfried Leibniz, concluiu o contrário. Para ele, “X é o mesmo que Y se, e apenas se, X e Y têm as mesmas propriedades e relações e tudo que for verdade para X também é para Y” (IDEM, 2018).

Já Thomas Hobbes aprofundou ainda mais o problema, levantando a seguinte

questão: Se um novo barco for construído com as peças que foram jogadas fora, qual deles é o barco de Teseu? (IDEM, 2018).

O paradoxo mantém-se atual pela sua profundidade e pela sua evidente relação metafórica conosco, seres humanos, sendo que nossas células se renovam quase que por completo periodicamente (SADAVA et al., 2009).

A resposta pode depender do que consideramos essencialmente o ato de ser. Seríamos um mero amontoado organizado de células com consciência ou outra coisa além? Talvez o conjunto de finalidades ainda desconhecidas às quais nossa existência se propõe? Ou simplesmente uma onda que quando quebra na praia volta a ser mar?



FIGURA 01: BARCO DE TESEU. FONTE: REVISTA SUPER INTERESSANTE (2018).



ADAPTÁVEL A
QUALQUER USO

PERMITE FLEXIBILIDADE
FORMAL E PROJETUAL

PERMITE ADIÇÕES

FLEXIBILIDADE DE USOS

SISTEMA BARCO DE TESEU

COORDENAÇÃO
MODULAR

ARQUITETURA
SUSTENTÁVEL

EFICIÊNCIA
ENERGÉTICA

ECONOMICAMENTE
ATRAENTE

PERMITE
FACHADAS
VENTILADAS

CICLO DE VIDA
AMPLIADO

PEÇAS SOB ENCOMENDA
CONFORME PROJETO

PERMITE
BRISES
AUTOMATIZADOS

PEÇAS
SUBSTITUÍVEIS

PRÉ-FABRICADO

EM MADEIRA

FÁCIL DEGRADAÇÃO
APÓS VIDA ÚTIL

VIDA ÚTIL
AUMENTADA

OBRA MAIS
LIMPA

GERA POUCO
RESÍDUO

MAPA MENTAL

1.2. ARQUITETURA MAIS SUSTENTÁVEL

Da reflexão motivada pelos filósofos de diferentes épocas surgiu um novo questionamento. Trazendo o assunto para o campo da Arquitetura: E se todas as partes de uma edificação fossem substituídas, ela ainda seria a mesma?

Mas em filosofia muitas vezes é assim, uma pergunta leva a mais perguntas talvez com mais frequência do que a uma resposta, e assim surgiu mais uma:

Em tempos de escassez de recursos e déficit de moradias dignas, porque não produzimos edificações que se renovam, com um recurso igualmente renovável, durável e de baixo impacto ambiental?

Neste sentido, podemos começar uma reflexão analisando os materiais utilizados largamente nos sistemas construtivos convencionais que frequentemente não são amigáveis ao meio ambiente. Estima-se que o cimento contribua com 5% das emissões globais de dióxido de carbono, metade no processo de produção e metade no processo de pega (ROAF, 2014).

Em resumo, como veremos melhor a seguir, materiais locais, com baixa transmitância térmica, provenientes de fontes renováveis, pouco ou nada processados, duráveis, que não necessitem de tratamentos tóxicos para aumento da durabilidade e que sejam apropriados ao uso destinado a eles são sempre excelentes opções (DINIZ et al., 2008);(ROAF, 2014).

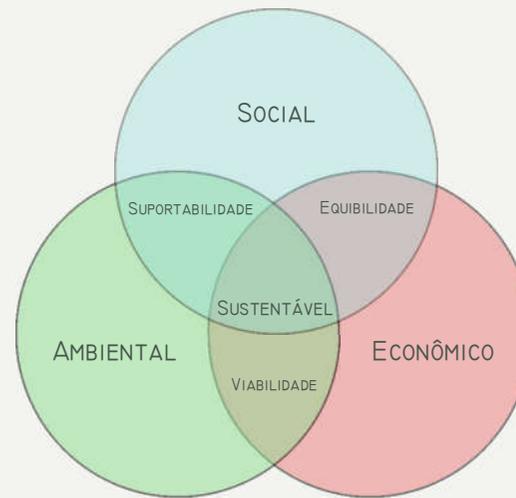


FIGURA 02: SUSTENTABILIDADE. FONTE: DINIZ (2008) ADAPTADO PELO AUTOR.

Como demonstra a figura 02, a sustentabilidade pode ser entendida como quando a interação entre os aspectos ambiental, social e econômico geram equibilidade, viabilidade e suportabilidade.

1.2.1. EFICIÊNCIA ENERGÉTICA

A busca por um edifício energeticamente eficiente consiste no desenvolvimento de soluções que o permitam consumir significativamente menos energia do que um modelo convencional que ofereça as mesmas condições de conforto térmico (LAMBERTS; DUTRA; PEREIRA, 201-).

Um ponto crucial para uma edificação energeticamente eficiente é a sua capacidade de se conectar e desconectar termicamente conforme o clima local

transitar entre extremos de temperatura. Isso pode ser feito através de estratégias de posicionamento em relação a relevos, vegetação, incidência solar, ventos predominantes e pela forma construtiva do seu envelope através de um cuidadoso detalhamento dos fechamentos que favoreçam essa capacidade (DINIZ et al., 2008);(ROAF, 2014).

O aproveitamento das condições locais a favor do conforto na edificação é um dos princípios fundamentais da arquitetura vernacular (LAMBERTS; DUTRA; PEREIRA, 201-).

Os materiais que compõe o envelope de uma edificação apresentam diferentes comportamentos quanto à incidência de luz solar. Um ponto base para pensar uma estratégia de eficiência é pensar a utilização dos materiais opacos e transparentes separadamente (LAMBERTS; DUTRA; PEREIRA, 201-).

Em relação aos fechamentos opacos, materiais porosos são excelentes isolantes térmicos porque o ar tem baixa condutividade térmica e está contido nos poros desses materiais. A cor da superfície também é importante para tal, cores claras tendem a refletir a irradiação solar enquanto as quentes absorvem (IDEM, 201-).

Em regiões de grande amplitude térmica diária, a inércia térmica do material do fechamento pode ser usada para irradiar nos horários frios o calor recebido nos horários mais quentes (IDEM, 201-).

Mas é nos fechamentos transparentes onde ocorre com mais intensidade a troca térmica de uma edificação, pois além das trocas por condução e convecção, que também estão presentes nos fechamentos opacos, ocorre troca por radiação, onde uma parcela dos raios solares não reflete e passa direto para dentro do ambiente, sendo difícil o controle desse fluxo (IDEM, 201-).

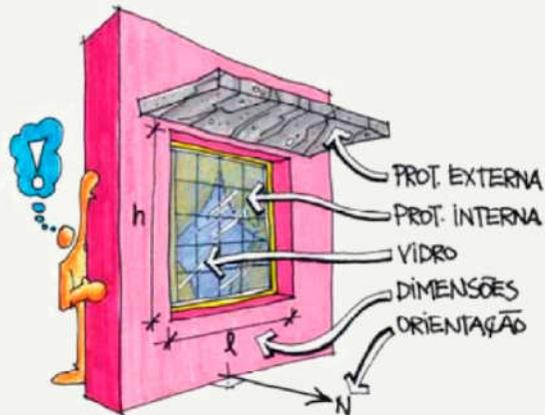


FIGURA 03: VARIÁVEIS DE ABERTURA. FONTE: LAMBERTS, DUTRA, PEREIRA, 2008

A figura 03 ilustra as principais variáveis das fenestrações que influenciam na troca de calor entre a edificação e o meio externo (KOENIGSBERGER et al, apud LAMBERTS; DUTRA; PEREIRA, 201-).

O envelopamento da edificação deve buscar em seu detalhamento evitar pontes térmicas. Pontes térmicas são componentes dos envelopes feitos de materiais de alta condutividade térmica (como metal e alvenaria, por exemplo) que promovem trocas indesejadas entre as temperaturas do ambiente externo e

interno da edificação (ROAF, 2014).

A condutividade térmica é a capacidade de um material de conduzir calor (LAMBERTS; DUTRA; PEREIRA, 201-).

A Tabela 01 apresenta a condutividade térmica de alguns materiais construtivos. Percebe-se nela que esta é inversamente proporcional à densidade do mesmo (IDEM, 201-).

MATERIAL	DENSIDADE	λ (W/MK)
Concreto	2.200 a 2.400 kg/m ³	1,750
Tijolo de barro	1.000 a 1.300 kg/m ³	0,700
Madeira	450 a 600 kg/m ³	0,150
Isopor	25 a 40 kg/m ³	0,035

TABELA 01: CONDUTIVIDADE TÉRMICA. FONTE: LAMBERTS, DUTRA, PEREIRA, 2008 ADAPTADO PELO AUTOR.

1.2.2. MATERIAL DE BAIXO IMPACTO

O impacto ambiental de uma edificação deve considerar além do impacto do uso diário, o impacto da fabricação, transporte e futuro descarte dos materiais empregados. Todo e qualquer material gera um impacto ambiental, mas esse impacto pode ser maior ou menor dependendo do material (ROAF, 2014).

Não existem regras absolutas para a avaliação desse impacto, mas, por exemplo, a energia empregada e a emissão de CO₂ na fabricação, impactos resultantes da

extração, transporte, capacidade de decomposição e nível de toxicidade residual após o descarte e a flexibilidade para mudança de uso durante o tempo são sempre relevantes (Idem, 2014).

Uma forma muito eficiente de determinar o impacto ambiental de um material é o uso do conceito de “energia incorporada” que estima a quantidade de energia utilizada durante todo o processo de produção (Idem, 2014).

A substituição dos materiais convencionais por madeira ajuda a reduzir consideravelmente as emissões de carbono na atmosfera (ALVES, 2018).

1.2.3. ENERGIA INCORPORADA

Energia incorporada é a soma de toda a energia utilizada durante o processo de produção de qualquer coisa até a chegada ao usuário final (DINIZ et al., 2008). Na prática, auxilia na avaliação do impacto ambiental das construções e consequentemente na tomada de decisões sobre os materiais (GRAF; TAVARES, 2010).

A importância desse conceito se dá pelo fato de que o uso de energia não renovável é a principal causa da degradação do meio ambiente (ROAF, 2014), além disso, cerca de 30 a 40% da energia mundial é utilizada em edificações (SPOSTO; PAULSEN, 2014). No Brasil, esse percentual é calculado em 44% além dos 75% dos recursos naturais que também são consumidos nesse setor (PFEIFER, apud SPOSTO; PAULSEN, 2014).

Seu cálculo não pode calcular apenas a energia empregada dentro da fábrica, mas sim considerar desde o processo de extração das matérias brutas, processamento, fabricação, instalação e transporte de toda essa cadeia. (ROAF, 2014).

Quanto mais processos um produto requer para sua fabricação, mais energia utiliza e resíduos ele gera. Quanto mais próximo do seu estado natural, da região onde vai ser utilizado, melhor (IDEM, 2014).

Assim, o custo ambiental de uma edificação termicamente ineficiente vai muito além do alto consumo de energia com climatização, já que aquecedores, por exemplo, são aparelhos altamente complexos e o consumo de energia durante todo o processo de fabricação e montagem de cada componente não pode ser ignorado (IDEM, 2014).

Claro que apesar de sabidamente materiais como plásticos e metais terem uma energia incorporada muito alta e serem desaconselháveis, existem casos em que prevalecendo a boa estratégia, seu uso em pequenas quantidades pode ser favorável ao possibilitar um aumento na vida útil da madeira, por exemplo, ou permitir que uma viga cubra um vão maior (IDEM, 2014).

É lógico que não podemos deixar de considerar a dimensão tempo, caso contrário o cálculo da energia incorporada estaria subestimado. E aí entra um tópico muito importante que é a análise do ciclo de vida, em

que para obtermos um valor mais fidedigno podemos, de maneira simplificada, dividir a energia incorporada inicial, ou seja, a considerada até o momento da obra pronta, e dividi-la pelo tempo de vida útil, somando as manutenções necessárias (IDEM, 2014).

1.2.4. CICLO DE VIDA

Quanto maior a possibilidade de extensão do ciclo de vida de uma edificação por meio de soluções de baixa energia incorporada, menor o impacto ambiental. A facilidade de manutenção, sua flexibilidade e desmontabilidade também são pontos cruciais para somar tempo ao ciclo de vida (DINIZ et al., 2008).

A figura 04 demonstra o ciclo de vida das edificações:



FIGURA 04: CICLO DE VIDA DAS EDIFICAÇÕES. FONTE: DINIZ et al., 2008 ADAPTADO PELO AUTOR.

Toda a escolha dos materiais deve ser justificada de modo a viabilizar a obra e a operação do edifício considerando o ciclo de vida (DINIZ et al., 2008).

Quando se trata de edificações sustentáveis, o uso da madeira é quase automaticamente associado, mas vale lembrar que é preciso criteriosamente observar alguns aspectos que garantam a sua longevidade, especialmente no quesito apodrecimento e para as partes que ficam expostas às intempéries. Sabemos que existem tratamentos para tal, mas esses são altamente tóxicos que devem ser evitados porque acabarão por contaminar o meio ambiente no momento de seu descarte (ROAF, 2014).

As opções mais assertivas nesse caso são, a opção por tipos madeira de melhor qualidade e mais durável, bem como o correto detalhamento que favoreça o rápido escoamento e abundante ventilação para o caso de contato com água (ROAF, 2014).

Conforme os conceitos apresentados até aqui, identifica-se que a energia incorporada de uma edificação dividida em uma linha de tempo tende a diminuir à medida que essa linha é estendida. Daí a importância de estratégias que ampliem o seu ciclo de vida, pois reduzem significativamente o gasto de energia por unidade de tempo de uma edificação.

1.3. COORDENAÇÃO MODULAR

1.3.1. CONCEITO

Antes de começar a discorrer tecnicamente sobre o tema, faz-se necessário mencionar que, apesar do termo módulo automaticamente nos remeter a engessamento e rigidez, a coordenação modular de maneira nenhuma atua como limitadora criativa do projeto, conforme se pretende destacar neste capítulo da pesquisa.

Visto que uma das vantagens desse sistema é justamente o fato de que a maioria dos detalhes construtivos já está previamente resolvida dentro da própria composição do módulo, sobra mais tempo para a busca de soluções mais assertivas relacionadas a aspectos mais abrangentes do projeto (BALDAUF, 2004).

Para Glenn Murcutt, arquiteto australiano, vencedor do prêmio Pritzker em 2002 e referência quando se trata de projetos coordenados modularmente, “A arquitetura deve ser uma resposta, não uma imposição” (KEHL; ROCHA; CRUZ, 2007).

O papel da coordenação modular é possibilitar uma concepção projetual baseada no módulo, que é uma unidade de medida ordenadora convencionada na medida de 10cm (IDEM, 2007).

Em termos práticos, o sistema foca na construção de edificações por meio da combinação de módulos produzidos em escala industrial, e sua plena efetivação depende da universalização de uma linguagem comum a todos os intervenientes da cadeia produtiva, como a padronização de suas dimensões e simplificação dos sistemas de montagem, como pode ser observado esquematicamente na figura 05 (BALDAUF, 2004).



FIGURA 05: PADRONIZAÇÃO DOS COMPONENTES. FONTE: BALDAUF (2004) ADAPTADO PELO AUTOR.

O módulo deve ter o mínimo possível de variedade de peças e essas devem atender às demandas de projeto, serem fáceis de fabricar e estocar, além de facilitar a interação entre os módulos do sistema e possibilitar ajustes (EUROPEAN PRODUCTIVITY AGENCY, apud BALDAUF, 2004).

1.3.2. COMPOSIÇÃO

A estratégia de uma composição modular parte da alocação de pontos dentro de um plano de coordenadas X, Y e Z, que pode ser mono, bi ou tridimensional. A intersecção sequenciada dessas coordenadas em um plano XY ou XYZ compõe a modulação (KEHL; ROCHA; CRUZ, 2007). A distância entre dois planos sequenciais desse sistema chamamos de módulo, conforme ilustrado na figura 06. A figura 07 apresenta três dimensões diferentes para momentos diferentes de um mesmo projeto modular (ABNT, apud BALDAUF, 2004).

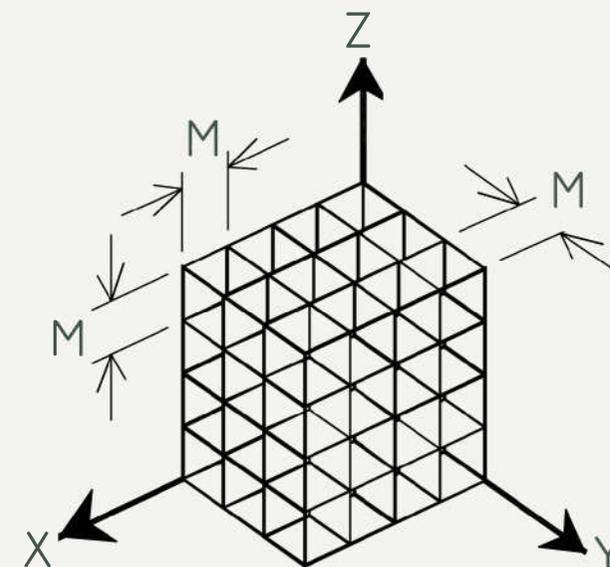


FIGURA 06: RETICULADO MODULAR ESPACIAL DE REFERÊNCIA. FONTE: BALDAUF, 2004.

1.3.3. CONCLUSÃO

De maneira simplificada, o propósito de um sistema modular é industrializar os processos relacionados à construção civil e com isso trazer a esta os benefícios da produção em larga escala. A figura 08 organiza visualmente os principais objetivos da construção modular e as consequentes vantagens (KEHL; ROCHA; CRUZ, 2007); (BALDAUF, 2004).

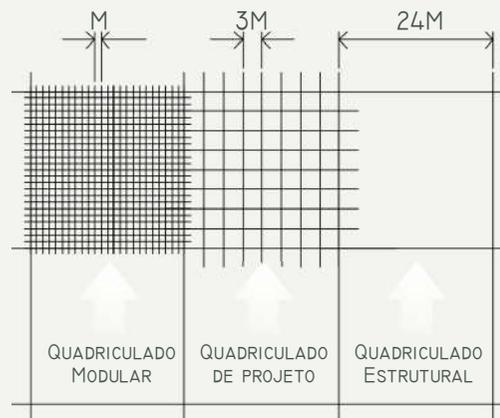


FIGURA 07: QUADRICULADOS MODULARES M, 3M E 24M. FONTE: BALDAUF, 2004.

RACIONALIZAÇÃO DA CONSTRUÇÃO CIVIL

AUMENTO DA PRODUTIVIDADE

PROMOVE A CONSTRUTIVIDADE

MONTAGEM TIPIFICADA

FACILITA A MANUTENÇÃO

SIMPLIFICAÇÃO DO PROJETO

DETALHES CONSTRUTIVOS MAIS COMUNS JÁ ESTÃO SOLUCIONADOS

LINGUAGEM TÉCNICA E GRÁFICA COMUM A TODAS AS PARTES DO PROCESSO

MAIS TEMPO PARA FOCAR EM ASPECTOS ARQUITETÔNICOS QUE QUALIFICARÃO O PROJETO

CONTROLE DOS CUSTOS DE PRODUÇÃO

APLICAÇÃO MAIS EFICIENTE DOS RECURSOS

REDUÇÃO DO DESPERDÍCIO

PROMOVE A SUSTENTABILIDADE

FIGURA 08: OBJETIVOS DA CONSTRUÇÃO MODULAR E SUAS CONSEQUENTES VANTAGENS. FONTE: BALDAUF (2004) ADAPTADO PELO AUTOR.

I.4. FLEXIBILIDADE NA CONSTRUÇÃO

É uma característica clara de nossa época a velocidade da mudança em tudo que nos rodeia e o impacto que essas mudanças causam no nosso dia a dia em um curto espaço de tempo (AZEVEDO, apud STRAPASSON, 2011), mas a forma rígida na qual desenvolvemos nossos projetos e os construímos é claramente incapaz de acompanhar tal ritmo de mudança, dificultando ou impossibilitando eventuais atualizações que se façam necessárias (LARCHER, apud STRAPASSON, 2011).

Mudança no número de filhos, transição da vida doméstica para a vida social, redistribuição das tarefas domésticas entre a família e uma transição da configuração de uma habitação como sendo uma necessidade social para a habitação como um local de bem-estar e lazer (GAUSA, apud OLIVEIRA; VALE, 2019).

A flexibilidade da edificação permite sua atualização para um formato que atenda as demandas da época, estendendo sua vida útil e tornando essa mais sustentável (LAMOUNIER, apud OLIVEIRA; VALE, 2019) bem como para uma eficiência ambiental aumentada com um investimento mínimo de recursos e conseqüentemente um gasto energético reduzido (WBDG, apud STRAPASSON, 2011). Não só no momento da entrega do imóvel, mas garantindo que futuros usuários possam adaptá-lo às suas necessidades sem impactar no imóvel (PIRES, 2018).

De maneira bem sintética, é a disponibilidade de adaptação à dinâmica de habitar (ABREU; HEITOR, apud OLIVEIRA; VALE, 2019). Mas não é um conceito simples, diversos autores de áreas diferentes exploram o tema e certas definições são sempre mencionadas, como adaptabilidade, participação, polivalência, multifuncionalidade, elasticidade, mobilidade, evolução, entre outros (JORGE, apud OLIVEIRA; VALE, 2019).

Revisando esses autores, está claro que uma parte considerável do esforço para ampliação da vida útil de uma edificação e conseqüente redução da sua energia embutida, reside na versatilidade da mesma, como demonstra a figura 09. Assim podemos, resumidamente, dizer que uma edificação flexível é aquela que nos dá liberdade de atualizar seu uso conforme a demanda, e também a tecnologia nela empregada, conforme novas possibilidades vão sendo pesquisadas (ROSSI, apud STRAPASSON, 2011).

Para tal, devemos prever em projeto alguns princípios que viabilizarão essas alterações conforme figura 10 (RUSSEL; MOFFATT, apud STRAPASSON, 2011).

Independência: Intervenções não devem interromper as operações do sistema além da unidade que a está sofrendo, como por exemplo vedações internas que podem ser removidas ou alteradas independentemente do sistema estrutural; (RUSSEL; MOFFATT, apud COSTA; LOGSDON; FABRICIO, 2018). Relacionado a esse princípio, temos o conceito de Open Building, desenvolvido por John Habraken como uma forma de abrir à personalização as edificações (ABREU; HEITOR, apud COSTA; LOGSDON; FABRICIO, 2018).

Upgradability (Capacidade de atualização): Refere-se tanto às exigências de desempenho dos elementos construtivos, quanto à tecnologia que é empregada nos sistemas diversos do edifício, reduzindo o custo de operação; (RUSSEL; MOFFATT, apud STRAPASSON, 2011).

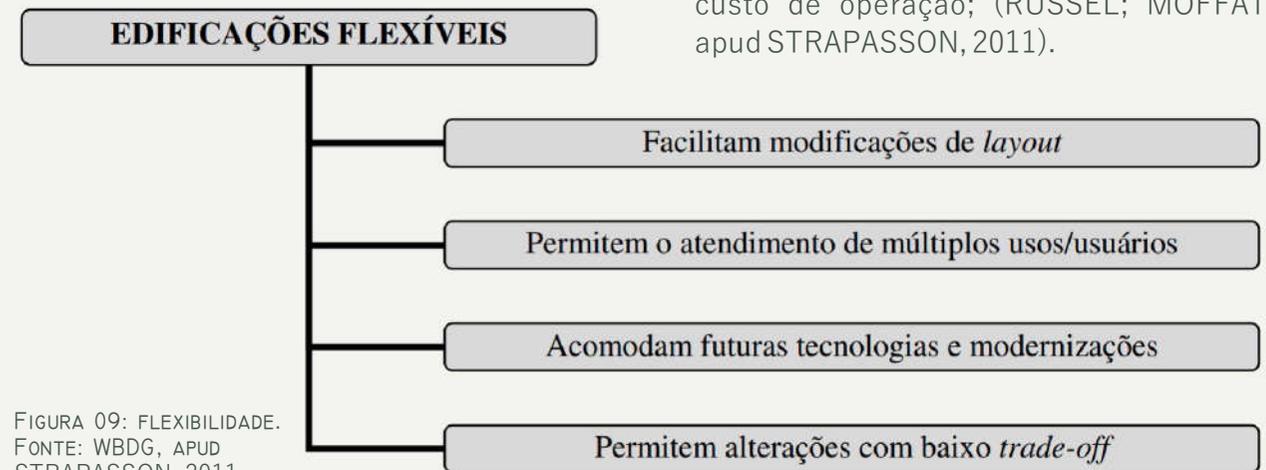


FIGURA 09: FLEXIBILIDADE.
FONTE: WBDG, APUD STRAPASSON, 2011

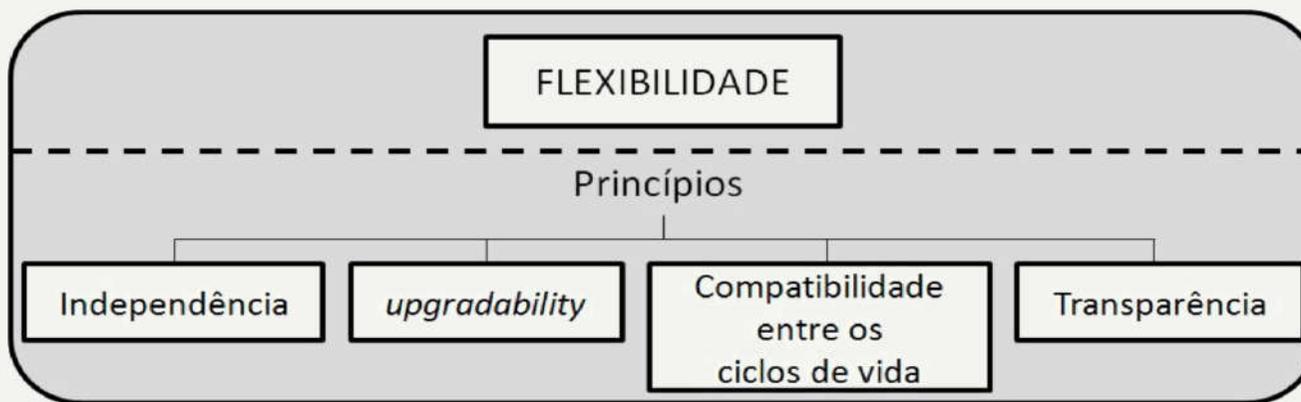


FIGURA 10: PRINCÍPIOS DA FLEXIBILIDADE. FONTE: RUSSEL; MOFFATT, APUD STRAPASSON, 2011.

Compatibilidade: entre os ciclos de vida: Elementos distintos que integram uma mesma edificação apresentam ciclos de vida (útil) diferentes. Esses elementos devem dispor da possibilidade de desconexão entre si, de modo que, por exemplo, um de vida útil mais longa não impeça a substituição de outro de vida útil mais curta, por engaste ou qualquer conexão indissolúvel; (RUSSEL; MOFFATT, apud STRAPASSON, 2011).

Transparência: Esse princípio significa a exposição das informações referentes a todos os componentes e todos os sistemas da edificação, para que futuramente possa facilitar a tomada de decisões durante uma intervenção. (RUSSEL; MOFFATT, STRAPASSON, 2011).

Vimos o quanto a flexibilidade nas construções contribui para que estas sejam mais ambientalmente amigáveis, e que os rígidos sistemas construtivos mais disseminados atualmente não favorecem esse tipo de construção. Felizmente, a tecnologia avançou e nos ofereceu novas possibilidades, que podem auxiliar nessa transição.

1.5. INOVAÇÃO NO SISTEMA

Neste tópico trataremos de três inovações da construção civil altamente capazes de potencializar os benefícios dos resultados propostos nesse tema.

Essas ocorrem em três momentos distintos do ciclo de vida da edificação. O primeiro ainda no momento pré-obra, durante o processo produtivo da matéria prima, o segundo durante o planejamento do projeto, planejamento da execução e da execução em si e o terceiro durante a utilização da edificação, sua vida útil propriamente dita.

1.5.1. CLT

CLT é a sigla em inglês para Cross Laminated Timber (Madeira Laminada Cruzada), uma composição formada pelo cruzamento de lâminas de madeira intercalando perpendicularmente o sentido das fibras. (CREPEL; GAGNON, apud ALVES, 2018).

Essa disposição confere à madeira condições de competir com vantagens com materiais convencionais da construção civil como concreto armado e aço (DOUGLAS. B, KARACABEY, apud ALVES, 2018) e portanto compor edificações em grandes alturas. (ALVES, 2018).

Sem deixar de considerar os benefícios da industrialização, como rendimento, controle de qualidade, economia com produção em escala, conexões feitas ainda na fábrica, possibilidade da utilização de CNC, entre outros (ALVES, 2018).



FIGURA 11: FOTO DE PAINEL DE CLT COM 5 CAMADAS. FONTE: DOVETAIL, APUD ALVES, 2018.

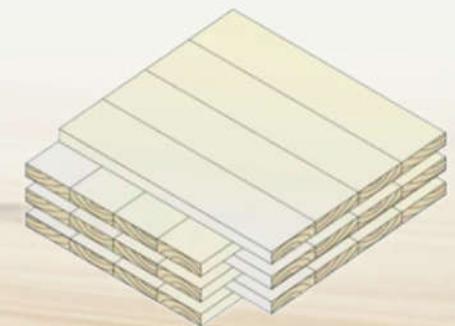


FIGURA 12: ESQUEMA GRÁFICO DE CLT E CRUZAMENTO DE LÂMINAS EM ÂNGULOS RETOS. FONTE: DOVETAIL, APUD ALVES, 2018.

MADEIRA LAMINADA COLADA - CARACTERÍSTICAS

- DURABILIDADE -

Sem necessidade de revestimento para ambientes internos;

Aceita assentamento de cerâmicas e porcelanatos para áreas molhadas;

Aceita stain, aço, alumínio, viroc, cortiça, Stucco, entre outros (CROSSLAM, 201-).

- COMPORTAMENTO ESTRUTURAL -

Estabilidade e resistência a esforços laterais (MALLO; ESPINOZA, apud ALVES, 2018);

Elementos de vedação com função estrutural (IDEM, 2018) e grande resistência ao cisalhamento permitem a construção de vários pavimentos (CROSSLAM, 201-).

- COMPORTAMENTO ACÚSTICO -

A massa da parede contribui para um bom desempenho acústico tanto para ruídos aéreos quanto de impacto;

A precisão dos encaixes impede o vazamento de ruídos de um ambiente para outro (CROSSLAM, 201-).

- COMPORTAMENTO TÉRMICO -

A madeira é naturalmente um excelente isolante térmico (CROSSLAM, 201-);

A precisão nos cortes evita pontes térmicas (IDEM, 201-);

Para França e Bogo (2019), seu desempenho térmico superior reduz a utilização de energia elétrica para climatização;

Crosslam (201-) afirma que a energia necessária para tal chega a 1/3 da energia necessária para manter a temperatura interna de um ambiente em relação à alvenaria tradicional;

A massa térmica da madeira maciça que compõe o CLT armazena o calor durante o dia e libera durante a noite (BURNETT; STRAUBE, apud ALVES, 2018).

- RESISTÊNCIA À CHAMAS -

Apesar de se tratar de um combustível, uma estrutura de CLT pode resistir a até 120 minutos de chama intensa sem comprometimento estrutural, pois a chama cria uma camada de carbono na superfície que impede a entrada de oxigênio (CROSSLAM, 201-).

- EM PROJETOS MODULARES -

Um dos problemas do projeto modular são as margens de erro. A produção industrial do CLT oferece a vantagem da precisão dos cortes em CNC associados às ferramentas BIM que auxiliam na compatibilização do projeto (CROSSLAM, 201-).



1.5.2. BIM

Para a finalidade deste trabalho e dentro do que o BIM pode contribuir para tal, podemos dizer resumidamente que ele fornece dados importantes nas tomadas de decisões em diversas fases do ciclo de vida da edificação.

Na fase de concepção, destaque para compatibilização/interoperabilidade entre projetos complementares, onde os diversos intervenientes envolvidos podem atuar de maneira integrada (MONTEIRO; MARTINS, 2011) e também fornecendo modelos que permitirão simulações de uso e avaliação de desempenho, antecipando soluções otimizadas e ampliando a eficiência dos sistemas (BIOTTO; FORMOSO; ISATTO, 2013). Durante a execução, nos cronogramas e detalhamento de custos. Durante a vida útil, auxilia na extensão desta por meio de modelos de frequência e manutenção (MONTEIRO; MARTINS, 2011).

Essa automatização dos fluxos de trabalho, reduz prazos, ruídos de comunicação, retrabalhos e desperdícios de material. Dinamiza a gestão da informação, profissionaliza e gera credibilidade a todo o setor (MONTEIRO; MARTINS, 2011).

A figura 13 demonstra graficamente a diferença de concentração de volume de trabalho utilizando ferramentas BIM e softwares CAD focados no desenho. Também a diferença de custo de mudanças de projeto em diferentes momentos do ciclo de vida.

1.5.3. AUTOMAÇÃO RESIDENCIAL

Como vimos no tópico 1.2.1. Eficiência Energética, a capacidade de ser energeticamente eficiente de uma edificação está diretamente relacionada a capacidade de conexão e desconexão com o clima local e assim transitar entre seus extremos (ROAF, 2014).

Nossa época nos favorece com uma imensa gama de dispositivos computacionais com uma capacidade de processamento em crescimento exponencial.

É inconcebível que um projeto com as aspirações aqui propostas não faça uso dessas ferramentas para maximizar os benefícios aos quais se propõe.

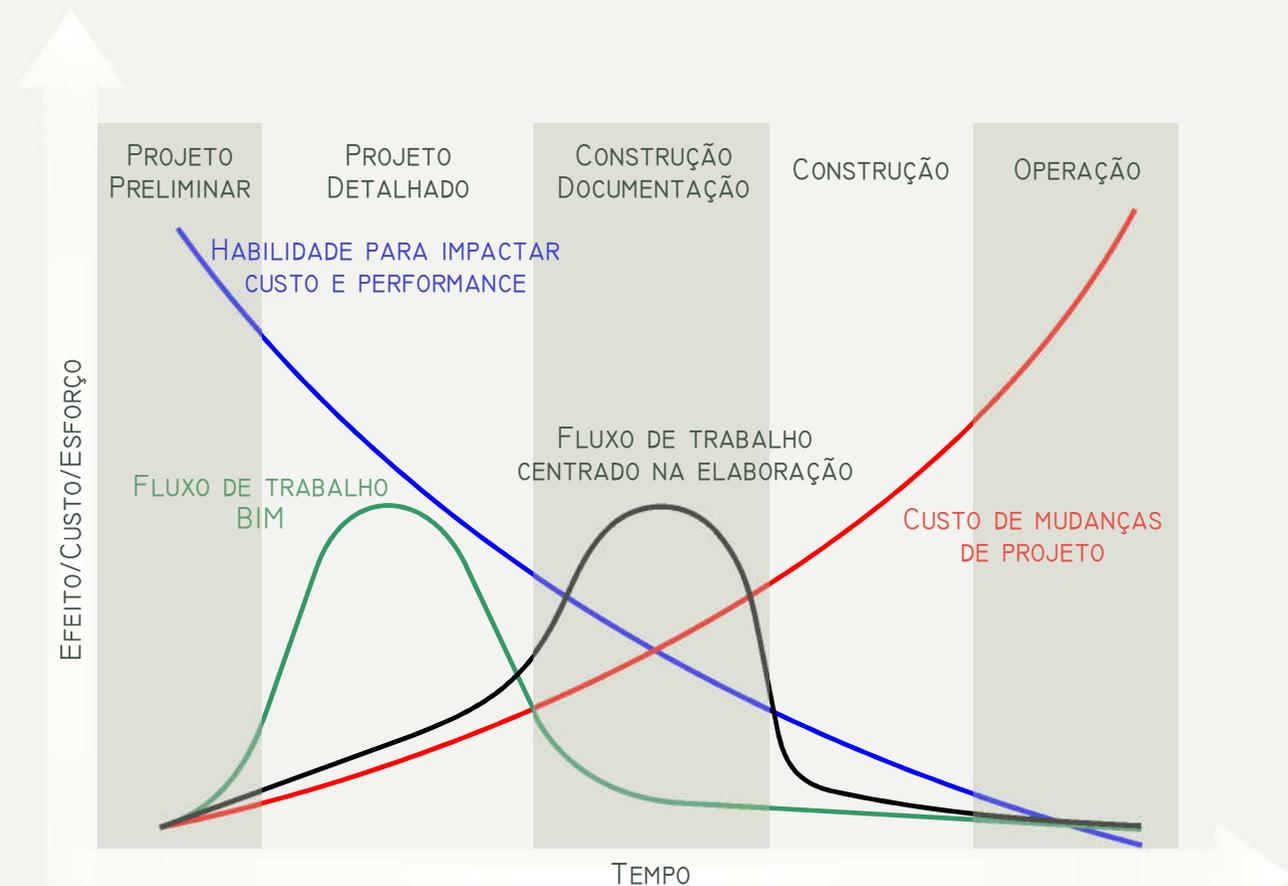


FIGURA 13: CURVA DE MACLEAMY. FONTE: CAMPESTRINI ET AL., 2015 ADAPTADO PELO AUTOR

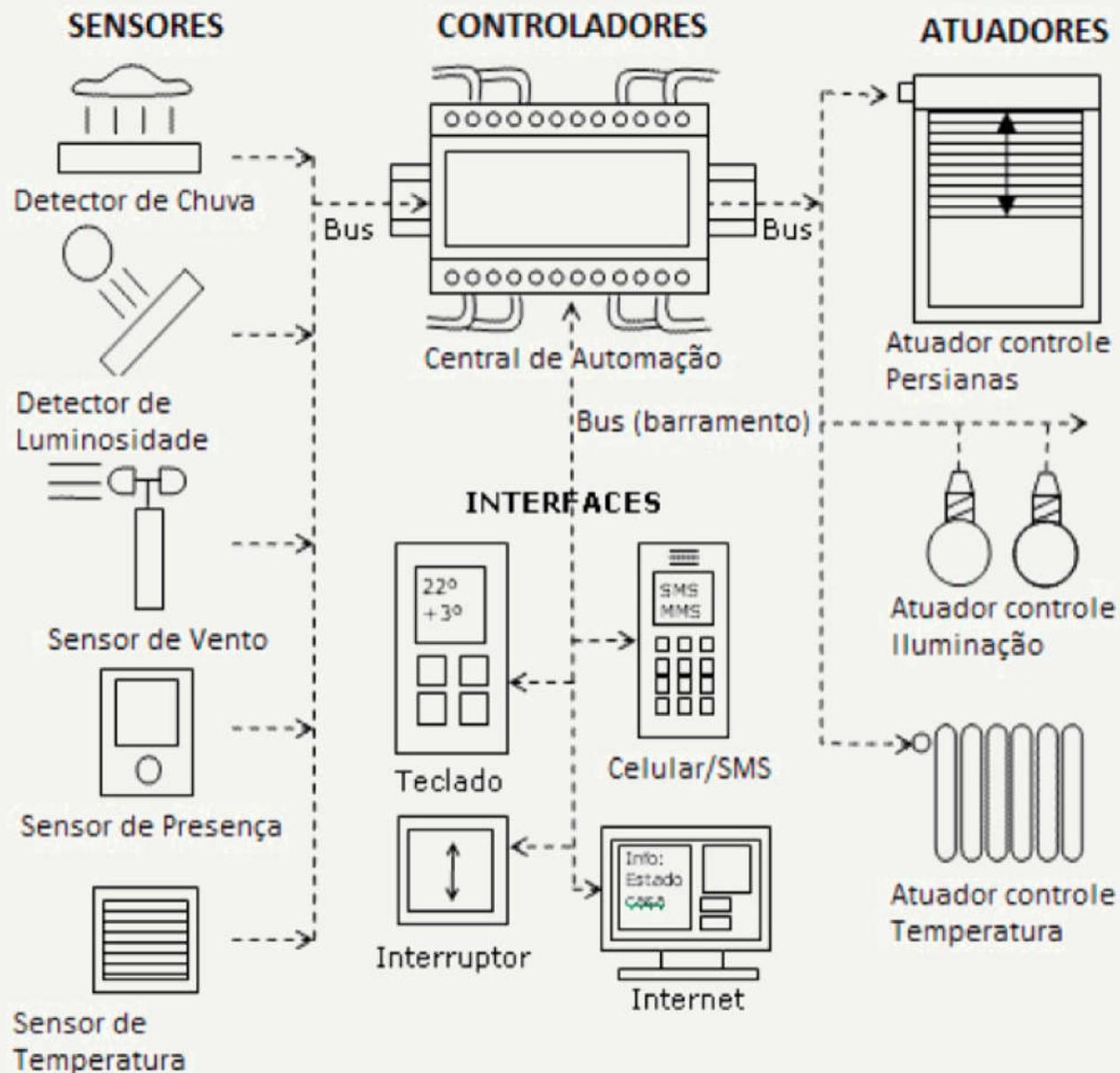


FIGURA 14: EXEMPLO DA COMUNICAÇÃO DOS ELEMENTOS BÁSICOS NA AUTOMAÇÃO RESIDENCIAL
 FONTE: CASADOMO, APUD ACCARDI; DODONOV, 2012

Mesmo soluções de baixo custo podem ser desenvolvidas por meio do desenvolvimento de APPs para android, ainda que sem grande familiaridade com linguagem de programação (BEGHINI, 2013).

Pode-se dizer que sistemas de automação residencial funcionam por meio de um conjunto de elementos que captam informações, as processam considerando diretrizes pré-programadas e respondem através da atuação de dispositivos que irão efetivamente desempenhar as funções às quais concluiu que serão efetivas para o alcance do objetivo desejado. Podemos de maneira simplificada listar esses elementos em: Controladores, sensores, atuadores, barramentos e interfaces (ACCARDI; DODONOV, 2012).

A figura 14 ilustra esquematicamente a interação e locação dos elementos de automação residencial dentro do sistema.

Poderíamos usar como exemplo, a redução da intensidade da iluminação artificial (dimerização) para apenas complementar a iluminação natural, fornecendo combinadas a quantidade de lúmens necessários ao conforto visual sem que para isso esteja em sua potência máxima (WORTMEYER; FREITAS; CARDOSO, 2005). Ou a combinação do sistema HVAC (Aquecimento, ventilação e Ar-condicionado) com sensores de temperatura para sempre

manter a temperatura desejada (ACCARDI; DODONOV, 2012). Inclusive aproveitando condições climáticas agradáveis externas à edificação, criando ventilações cruzadas abrindo janelas de acordo com a direção e temperatura do vento e desligando o climatizador (WORTMEYER; FREITAS; CARDOSO, 2005), consolidando a capacidade de conexão e desconexão da edificação com o ambiente externo trazido por Roaf (2014) e mencionados no início desse tópico.

Além disso, esses sistemas inteligentes também podem monitorar o consumo de energia, água e gás e criar gráficos comparativos de consumo por aparelho, auxiliando na gestão eficiente do consumo (BOLZANI, apud (ACCARDI; DODONOV, 2012)).

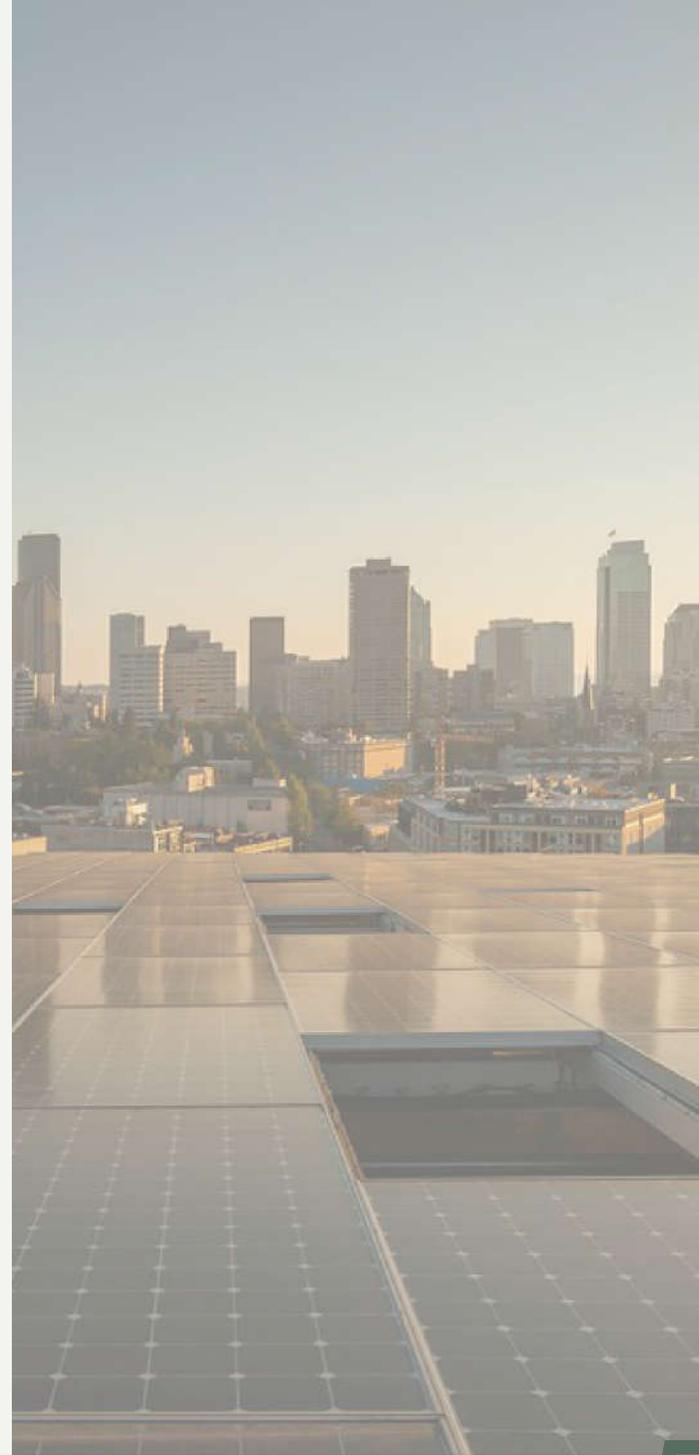
Todas essas possibilidades de interação entre os componentes do sistema de automação residencial podem ser combinadas estrategicamente criando inteligência e mecanismos para a edificação gerir-se autonomamente aumentando o conforto e a eficiência da edificação que passa a atuar como um organismo vivo que responde aos estímulos do meio (BULLITT FOUNDATION, 2020).

2. PROJETOS REFERENCIAIS

Neste tópico faremos a análise de seis projetos tomados como referência para o desenvolvimento do projeto arquitetônico de um Edifício Multifamiliar a partir do sistema construtivo Barco de Teseu . Esse tópico será dividido em dois subtópicos: Projetos Referenciais Análogos e Projetos Referenciais Formais.

Os primeiros são análogos em relação aos sistemas construtivos e sistemas complementares relacionados à sustentabilidade e aos objetivos buscados pelas estratégias projetuais destes, independente do uso que tem, já que o projeto tema deste trabalho também traz o mesmo enfoque. E também sem considerar estética, forma ou materialidade.

Já nos três projetos referenciais formais, faremos a análise estética, formal e material da edificação sem necessariamente considerar estratégias projetuais.



2.1. PROJETOS REFERENCIAIS ANÁLOGOS

2.1.1. BULLITT CENTER

O texto do vídeo de apresentação do Bullitt Center o define elegantemente:

“Como uma floresta de Abeto-Douglas (árvore conífera nativa da América do Norte), o Bullitt Center obtém sua energia do sol, sua água da chuva, não contém substâncias químicas perigosas, faz a compostagem de seus resíduos, usa madeira para sua estrutura, e é lindo. Como um modelo de design regenerativo, o Bullitt Center foi desenvolvido para demonstrar o que é possível e que o ambiente construído pode reconectar-se com os, há muito violados, ciclos ecológicos” (BULLITT FOUNDATION, 2020).

O Bullitt Center é considerado o edifício mais sustentável do mundo. Em seus 4.830m²

distribuídos em 6 pavimentos, seu consumo de água, energia e geração de resíduos é zero. Foi o primeiro projeto comercial a ganhar a certificação Living Building Challenge que possui rigorosas exigências sob um prisma renovado do que deve ser uma edificação sustentável.

Para além desses impressionantes

feitos, não podemos deixar de mencioná-lo como um marco da construção verde também por demonstrar que, com um design cuidadoso, uma edificação amigável ao planeta pode ser econômica e comercialmente viável, servindo de exemplo e inspiração para que iniciativas semelhantes deixem de ser exceções e passem a ser regra (PEÑA, 2014).

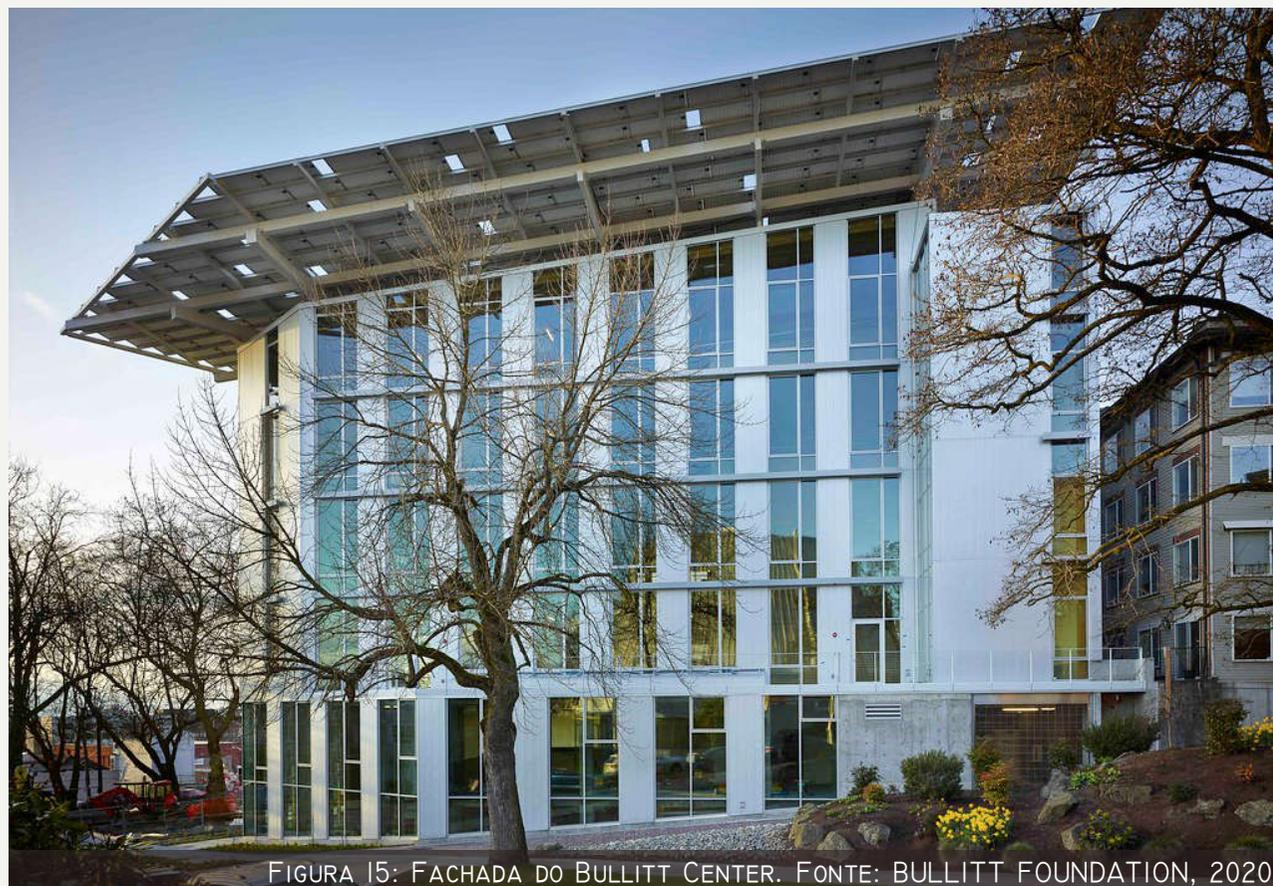


FIGURA 15: FACHADA DO BULLITT CENTER. FONTE: BULLITT FOUNDATION, 2020

2.1.1.1. NEUROLOGIA

Um sistema central ajusta autonomamente os parâmetros de todos os sistemas de interação com o meio ambiente para manter o conforto dos usuários de acordo com as informações captadas por sensores. A figura 16 ilustra esse processo. Por

exemplo, quando está frio, o sistema fecha todas as janelas e aciona o aquecimento geotérmico e abre as venezianas no ângulo exato para incidência solar adequada naquele dia e horário. E da mesma forma para todos os outros sistemas (BULLITT FOUNDATION, 2020).

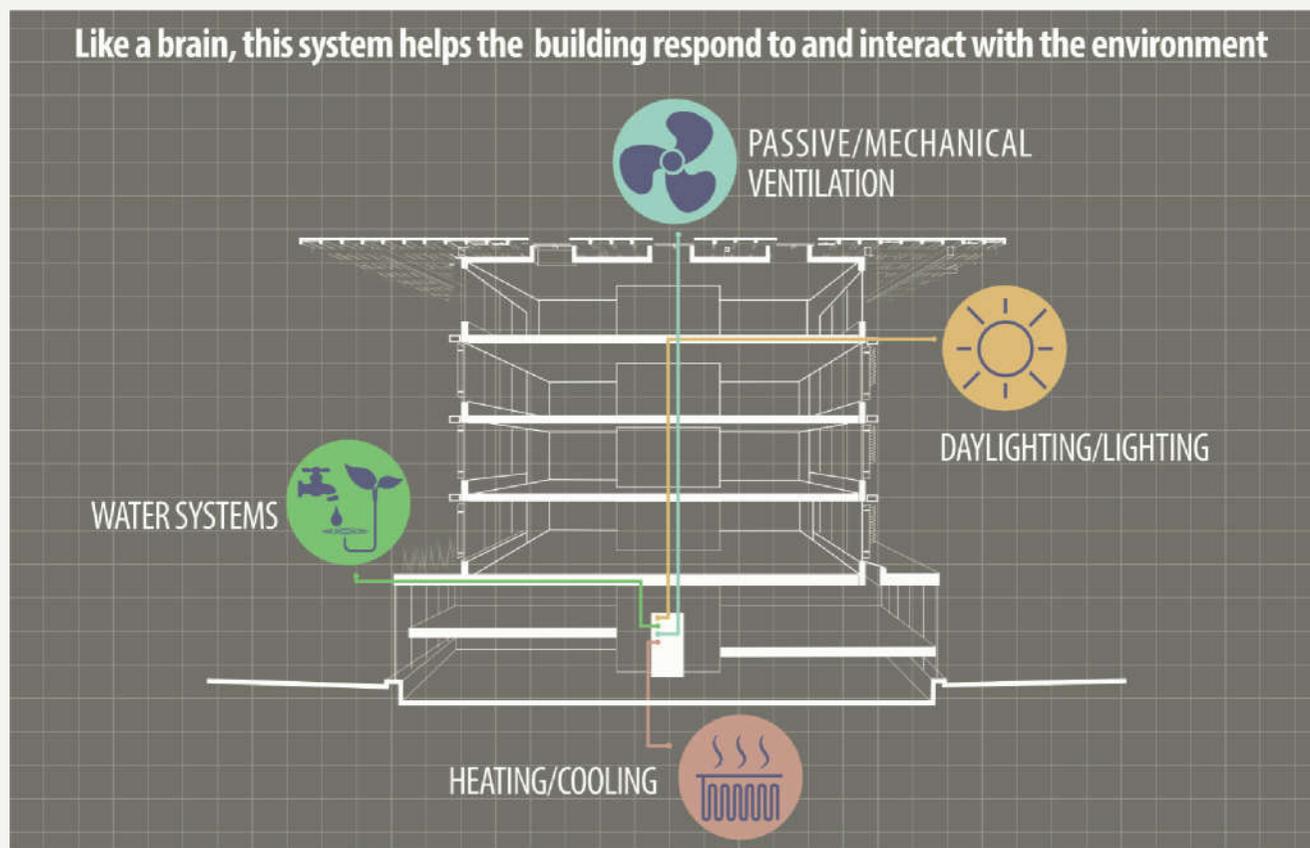


FIGURA 16: NEUROLOGIA DO BULLITT CENTER. FONTE: BULLITT FOUNDATION, 2020



2.1.1.2. COMPOSTAGEM DE DEJETOS

Diferente dos sanitários convencionais, estes não tem água (figura 17), apenas um tubo quase totalmente vertical que encaminha os dejetos para um sistema de compostagem no porão, demonstrado na figura 18, com o auxílio de

espuma lubrificante e água (4% do que é usado em sanitários comuns) com sabão biodegradável.

O produto desse processo é retirado por empresas especializadas e utilizado como fertilizante (BULLITT FOUNDATION, 2020).

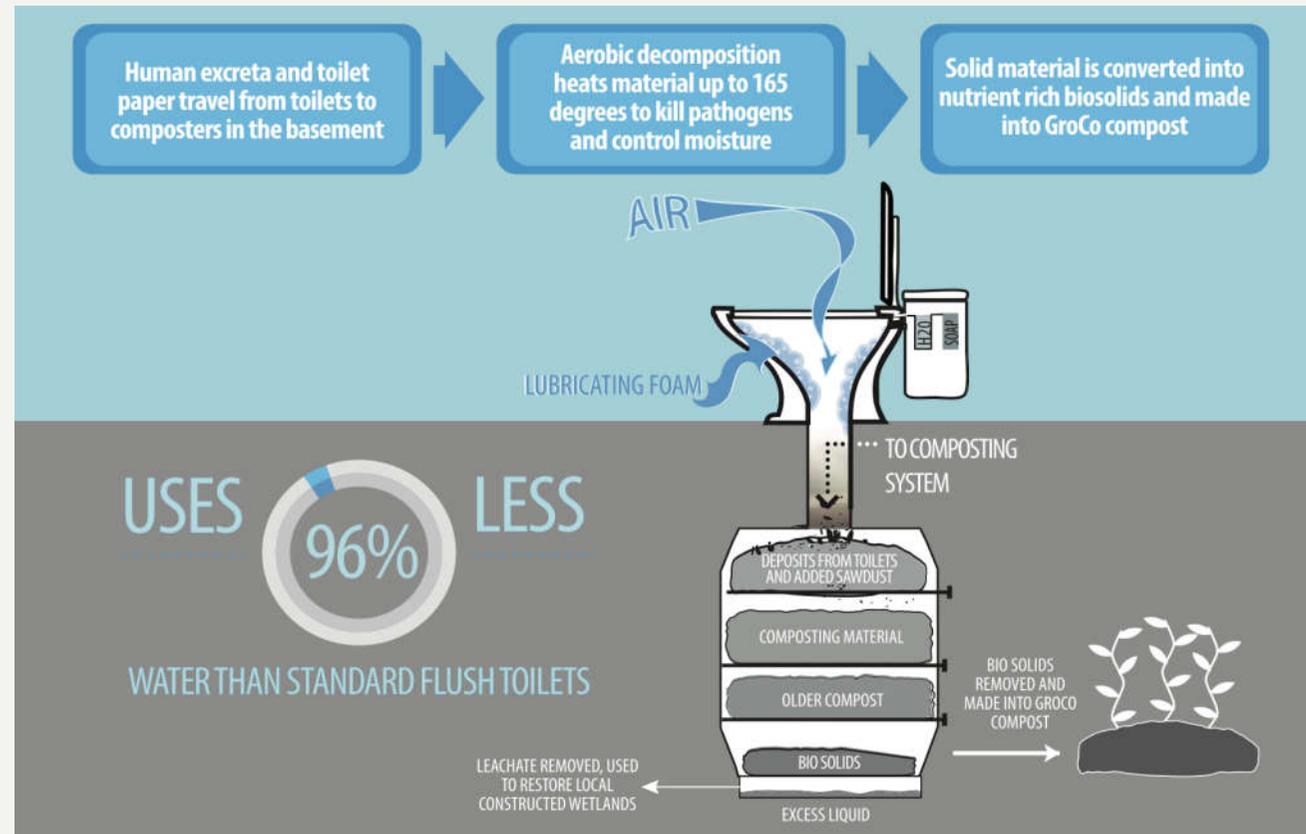


FIGURA 17: SANITÁRIOS COMPOSTEIROS. FONTE: BULLITT FOUNDATION, 2020



FIGURA 18: COMPOSTEIRAS. FONTE: BULLITT FOUNDATION, 2020

2.1.1.3. COLETA DE ÁGUA DA CHUVA

O objetivo do sistema é reestabelecer a relação natural original do local de antes da intervenção humana há centenas de anos.

A água da chuva é armazenada em uma cisterna (figura 19), passa por um processo de ultra-filtragem onde mesmo vírus são removidos, depois um processo de luz ultra violeta e filtragem em carvão ativado, a água está adequada ao consumo (IDEM, 2020).



FIGURA 19: CISTERNA. FONTE: BULLITT FOUNDATION, 2020

2.1.1.4. ÁGUAS CINZAS

Assim como a floresta original, o sistema de tratamento das águas cinzas do edifício retém, metaboliza e então lentamente libera a água por infiltração ou evapotranspiração.

A água e o sabão biodegradável utilizados são depositados em um reservatório e então bombeadas para um telhado verde de Cavalinhas (Equisetum) que suga os nutrientes que poderiam ser danosos ao ecossistema enquanto que organismos que habitam suas raízes consomem a matéria orgânica (figura 20). Após esse processo repetir-se diversas vezes a água retorna à atmosfera por meio da evapotranspiração das plantas e volta devidamente purificada a uma vala de infiltração que a devolve ao lençol freático (figura 21).

Assim, cerca de 61% da água retorna ao ecossistema, índice muito semelhante ao que acontecia antes da ação humana (IDEM, 2020).



FIGURA 20: TELHADO VERDE.
FONTE: BULLITT FOUNDATION, 2020

2.1.1.5. PAINÉIS FOTOVOLTAICOS

O esforço para uso racional de energia elétrica atua na geração e na economia.

Um edifício convencional do mesmo porte do Bullitt Center utiliza quase 6 vezes mais energia elétrica. A redução do uso através de todos os sistemas e estratégias adotados possibilita que o sistema de placas fotovoltaicas do próprio prédio seja capaz de produzir o suficiente para que se

atinga o nível zero de consumo de energia da rede.

Não fossem os outros sistemas, os atuais 1.300m² de placas solares teriam que ser ampliados para pelo menos 7.618m². O que certamente inviabilizaria o consumo zero.

Atualmente o Bullitt Center produz mais energia do que consome e vende o excedente para a concessionária elétrica local. (IDEM, 2020).

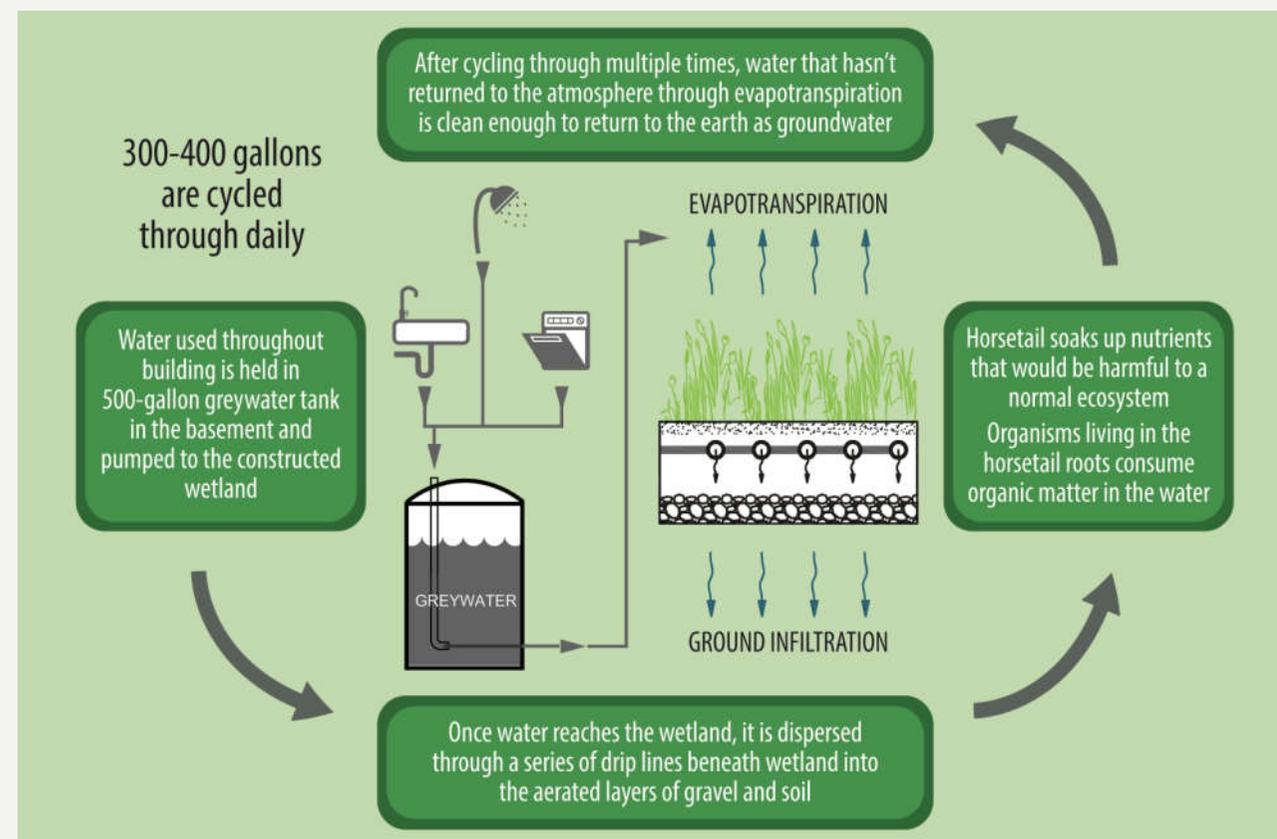


FIGURA 21: CICLO DAS ÁGUAS CINZAS. FONTE: BULLITT FOUNDATION, 2020

2.1.1.4. ELEVADOR GERADOR

Um dos muitos sistemas que contribuem na economia de energia é o modelo do elevador que converte a energia cinética de sua frenagem em energia elétrica (figura 22), tornando-o cerca de 60% mais eficiente que elevadores que não dispõem desse sistema (IDEM, 2020).



FIGURA 22: REGENERADOR DE ENERGIA.
FONTE: BULLITT FOUNDATION, 2020



FIGURA 23: TUBULAÇÃO SOB O PISO.
FONTE: BULLITT FOUNDATION, 2020

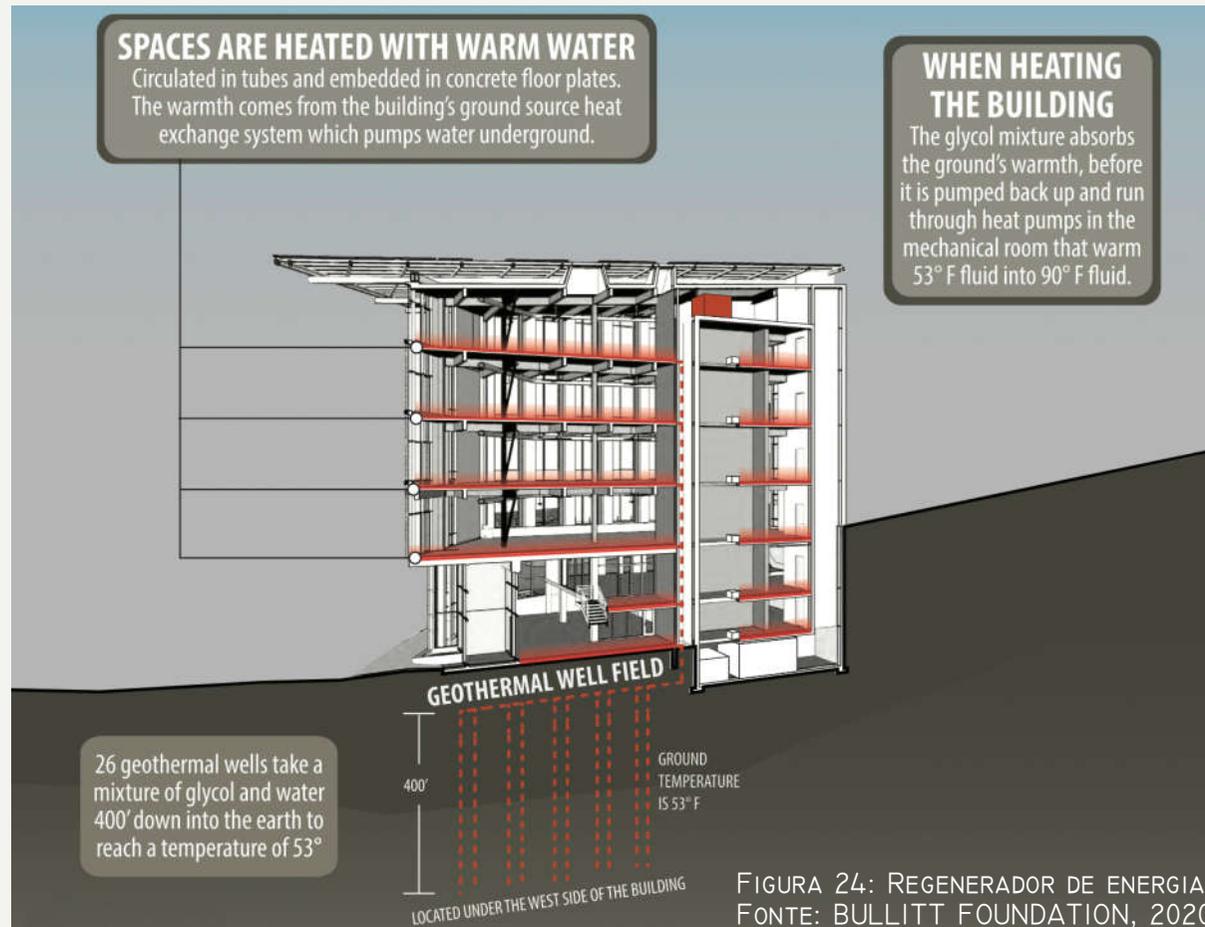


FIGURA 24: REGENERADOR DE ENERGIA.
FONTE: BULLITT FOUNDATION, 2020

2.1.1.5. AQUECIMENTO

O sistema de aquecimento e resfriamento do Bullitt Center faz uso de um conjunto de estratégias muito eficientes.

A ponta final da regulação da temperatura é um sistema de tubulação há alguns centímetros abaixo do piso (figura 23) de todos os pavimentos por onde circula em circuito fechado uma mistura de água e glicol (mistura essa com grande facilidade de ganhar e perder calor pelo trajeto). Esse circuito, ilustrado na figura 24, começa passando por 26 poços geotérmicos que levam a mistura a 120m de profundidade elevando a sua temperatura a 11°C (temperatura do solo) no inverno, quando a mistura estará bem mais fria que isso, e reduzindo para 11°C no verão, quando ao contrário, a temperatura estará mais elevada (IDEM, 2020).

Ainda antes de subir para os tubos que irradiarão calor nos pavimentos, a mistura passa por uma bomba que usa um compressor para elevar a temperatura de 11°C para 35°C (figuras 25 e 26). No verão o processo pode ser invertido fazendo com que o mesmo líquido refrigere os pisos do prédio. A única entrada de energia desse sistema é para fazer funcionar as bombas e compressores fazendo deste, um climatizador extremamente eficiente também em termos energéticos (IDEM, 2020).

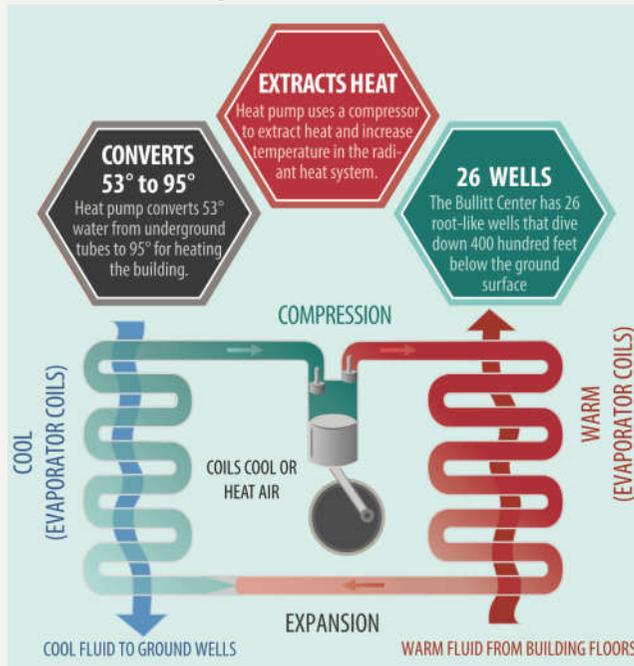


FIGURA 25: AQUECIMENTO POR BOMBEAMENTO. FONTE: BULLITT FOUNDATION, 2020

Para potencializar a eficiência do aquecimento e a qualidade do ar no interior, existe um sistema de ventilação com recuperação de calor que faz a troca do ar (figura 27).



FIGURA 26: BOMBAS DE AQUECIMENTO. FONTE: BULLITT FOUNDATION, 2020

Ele retira o ar interno carregado de CO₂ e odores e transfere o calor deste para o ar fresco que está entrando carregado de oxigênio. O ar fresco aquecido é transferido então para o interior da edificação concluindo a troca. Cerca de 65% do calor que seria exalado no sistema de ventilação é retido na edificação e no verão o processo é invertido (IDEM, 2020).

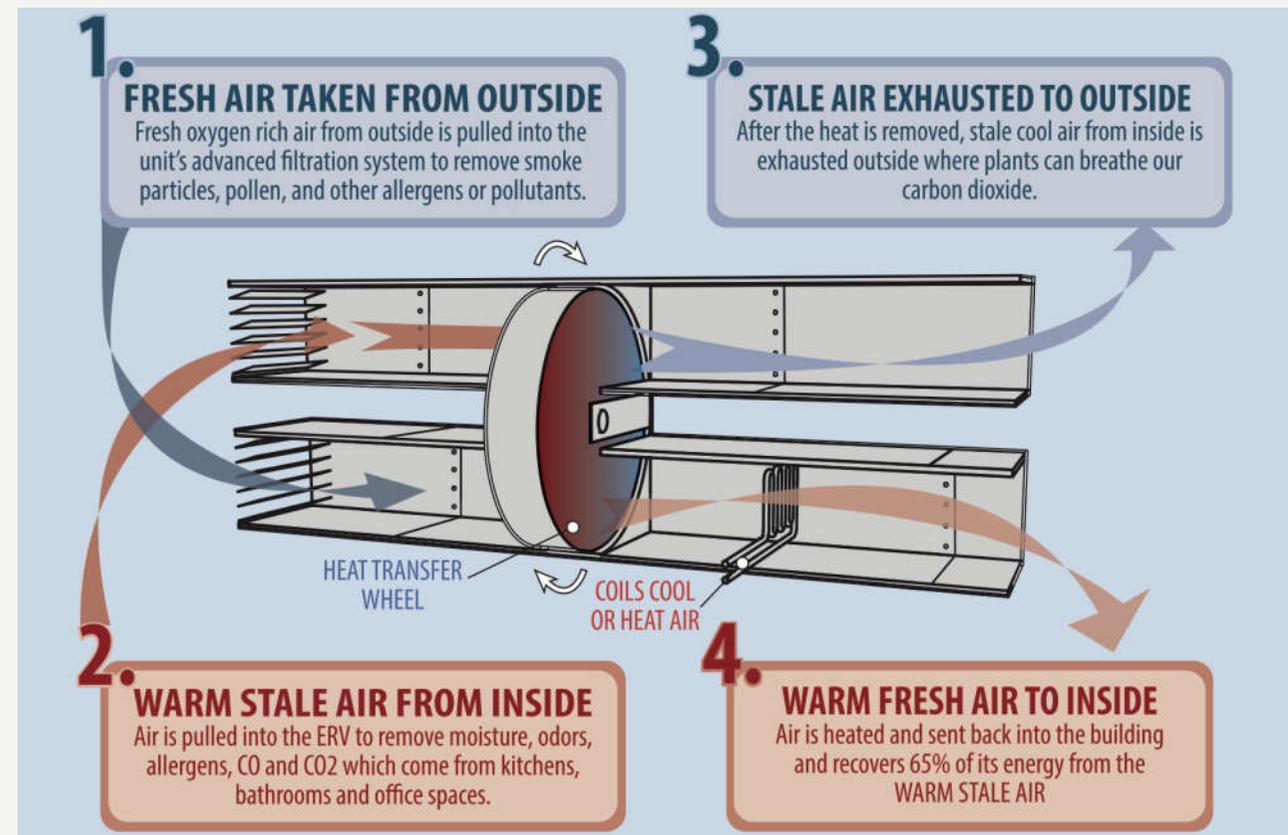


FIGURA 27: SISTEMA DE RECUPERAÇÃO DE CALOR. FONTE: BULLITT FOUNDATION, 2020

O Bullitt Center também conta com um envelope extremamente eficiente que respondem autonomamente às condições climáticas regulando a ventilação e a iluminação natural (figura 28).

As fenestrações são compostas por três camadas de vidro, uma cortina externa que dissipa a irradiação solar direta, quando necessário, antes que ela atinja o vidro sem prejudicar e entrada de luz indireta.

As janelas também podem ser abertas para ventilação, conectando e desconectando o prédio do clima externo conforme conveniente (IDEM, 2020).

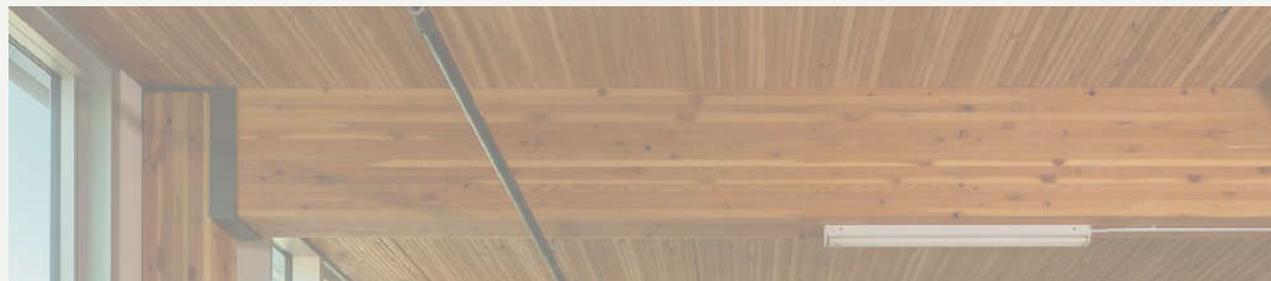


FIGURA 28: FENESTRAÇÕES EFICIENTES. FONTE: BULLITT FOUNDATION, 2020

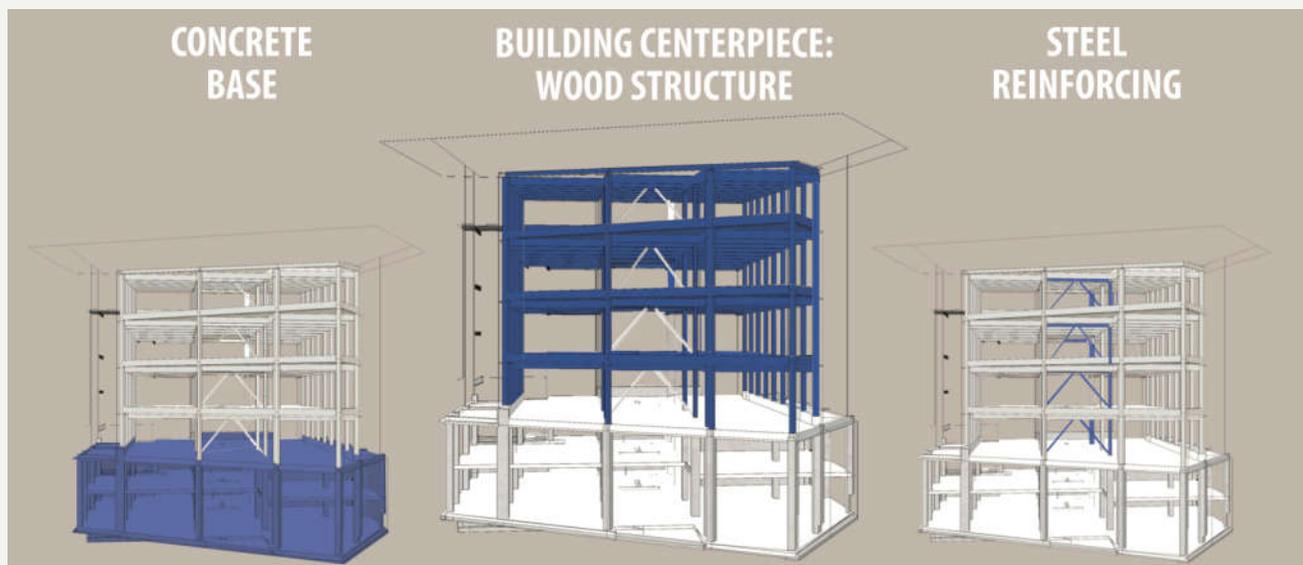


FIGURA 29: MATERIAIS E ESTRUTURA. FONTE: BULLITT FOUNDATION, 2020

2.1.1.6. MATERIAIS ESTRUTURAIS

A busca pelos materiais da estrutura foi restrita a um raio máximo de 1000km para madeira e 500km para aço e concreto, para evitar soma de energia embutida aos mesmos.

Uma sólida base de concreto armado suporta a estrutura de madeira dos pavimentos superiores que recebe um reforço estrutural de aço no núcleo para ajudar a suportar os esforços horizontais mantendo a estrutura de madeira coesa (figura 29).

A estrutura de madeira retém 545 toneladas de CO₂. (IDEM, 2020).

2.1.1.7. DESIGN ATIVO

Uma estratégia interessante de economia de energia e promoção da saúde dos usuários é encontrada no projeto da escadaria.

Apelidada carinhosamente de “escadaria irresistível”, recebe os usuários na entrada da frente (figura 30), com uma incrível vista do centro de Seattle e do Puget Sound, o que a



FIGURA 30: ESCADA IRRESISTÍVEL NA FACHADA.
FONTE: BULLITT FOUNDATION, 2020

torna a escolha mais óbvia e faz jus ao apelido. E parece verdade que ela tem um poder quase mágico quando 68% dos usuários optam por ela ao invés do elevador (IDEM, 2020).

2.1.1.8. CONCLUSÃO

Como visto neste tópico, existe um longo caminho a ser percorrido para obtenção do saldo zero no consumo de energia elétrica. A figura 31 expõe de

maneira gráfica esse caminho tomando como ponto de partida o consumo de energia de uma edificação de mesmo porte, que inclusive já é considerada eficiente para os padrões convencionais de consumo. E mostrando o passo a passo da redução de consumo de cada conjunto de estratégias adotadas, tanto as passivas, que uma vez implementadas na edificação atuam por conta própria, quanto às ativas, que dependem da atuação dos usuários.

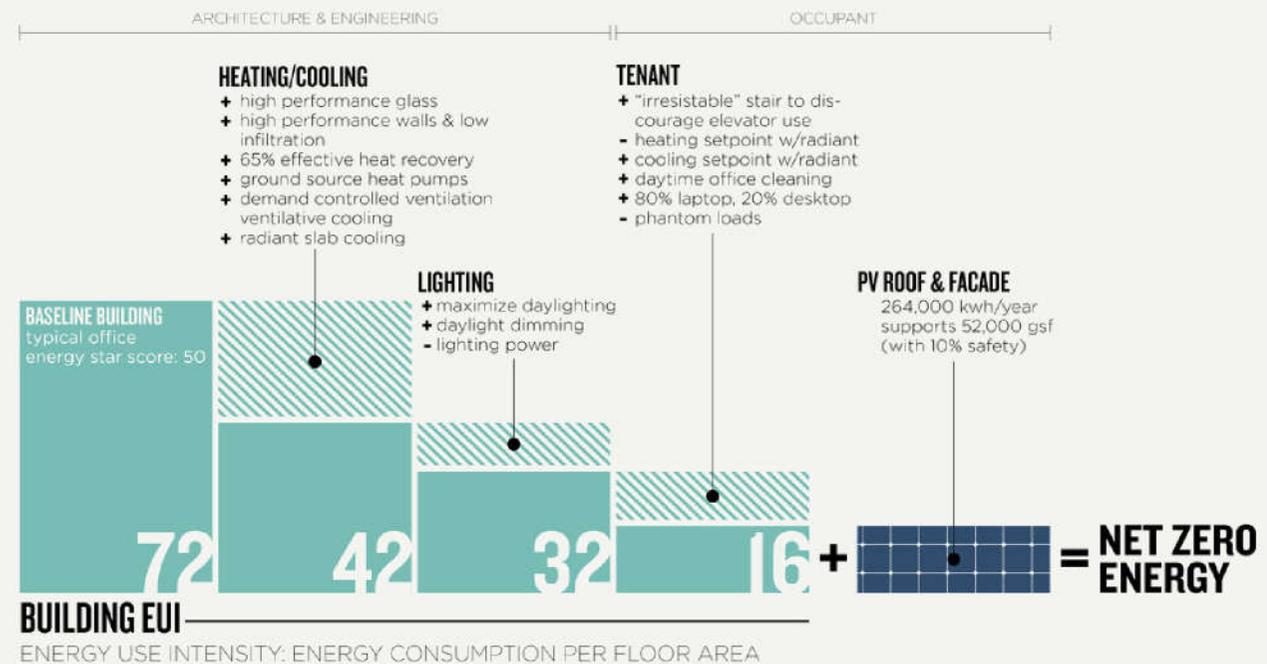


FIGURA 31: O CAMINHO PARA O SALDO DE ENERGIA ZERO. FONTE: BULLITT FOUNDATION, 2020

2.1.2. SISTEMA PIXEL FACADE

O sistema desenvolvido pelos arquitetos Oliver Thomas e Keyan Rahimzadeh, é modular e flexível inspirado pelo nosso desejo instintivo pelo contato com a natureza.

Seu conceito se baseia no fato de que as pessoas estão cada vez mais dispostas a investir em locais de trabalho ou moradia com acesso facilitado a parques, lagos, vistas de florestas e montanhas. Nosso contato contínuo com o meio natural comprovadamente traz benefícios psicológicos, aumento da felicidade,

diminuição dos níveis de stress, redução da pressão arterial e melhora na saúde física e mental.

Tendo isso em vista, o sistema busca trazer a natureza para dentro dos espaços de convívio juntamente com esses benefícios, como demonstra a ilustração do conceito na figura 33.

São diversas configurações do pixel que podem ser escolhidas, fazendo com que a configuração da fachada seja uma combinação orgânica, aleatória e ainda assim harmônica dos desejos e

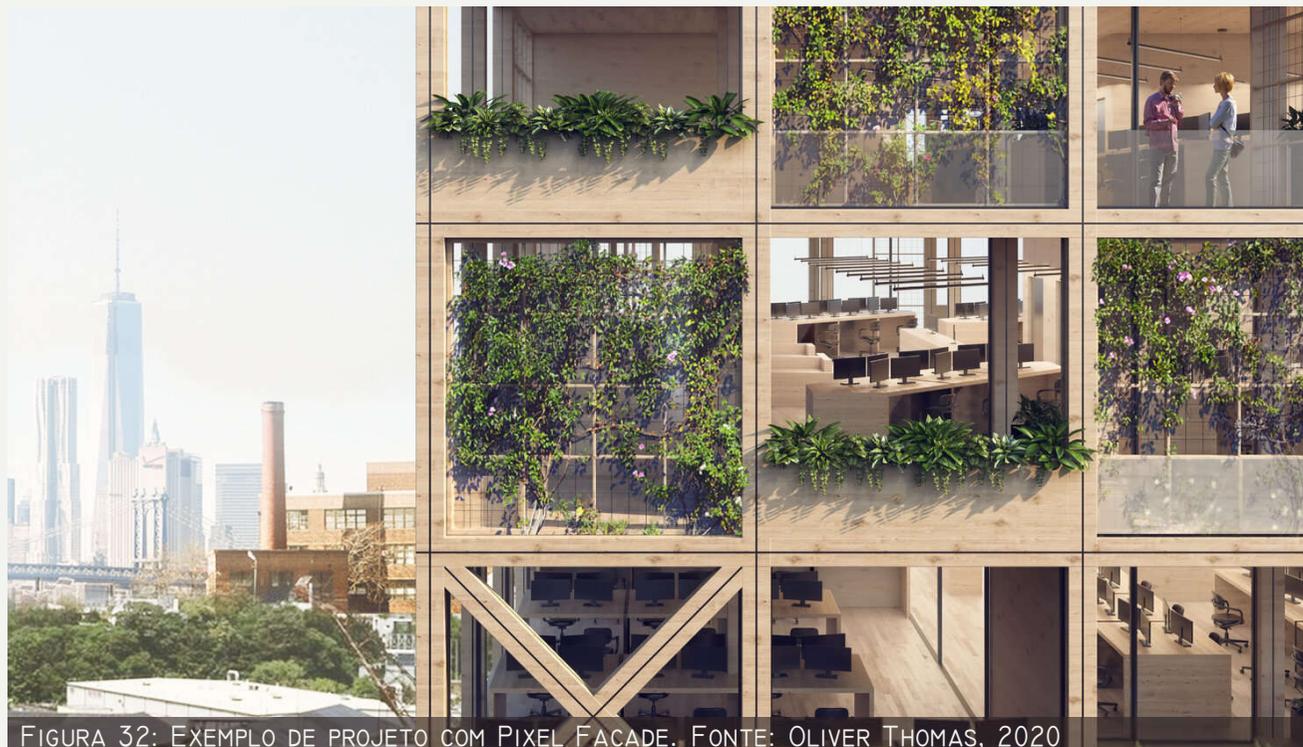


FIGURA 32: EXEMPLO DE PROJETO COM PIXEL FACADE. FONTE: OLIVER THOMAS, 2020

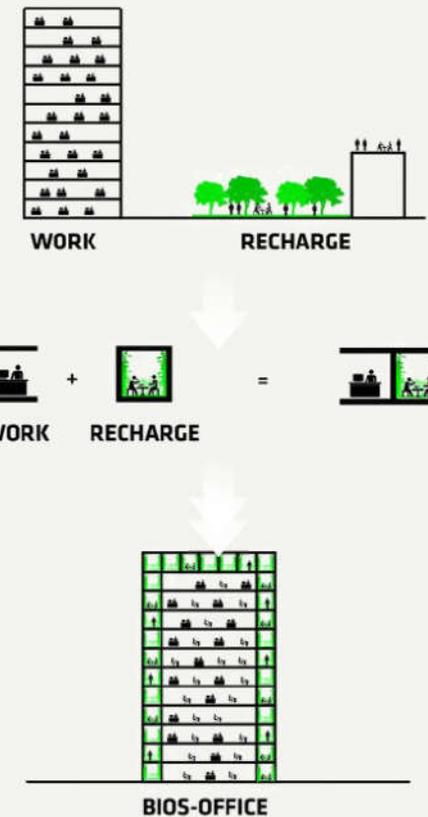


FIGURA 33: O CONCEITO DA PIXEL FACADE. FONTE: OLIVER THOMAS, 2020

necessidades de cada unidade da edificação.

Outro objetivo do projeto é trazer uma solução rápida e acessível para quem necessita de uma solução sob medida, que normalmente envolve um processo demorado e oneroso. Esse objetivo é buscado por meio da customização do pixel (figura 38), adaptável, escalável e reproduzível em diversas soluções para diversas tipologias (OLIVER THOMAS, 2020).

O sistema ainda soma benefícios ao meio ambiente, precisão, resistência, agilidade na construção, resistência ao fogo, relacionados ao uso do CLT, da pré-fabricação e dos sistemas modulares (OLIVER THOMAS, 2020).

A figura 35 apresenta o conjunto de componentes do sistema, que podem ser combinados de incontáveis maneiras. As figuras 34, 36 e 37 ilustram exemplos do que poderia vir a ser o resultado final de um projeto que utiliza o sistema. A figura 38 apresenta as opções de configuração do Pixel.

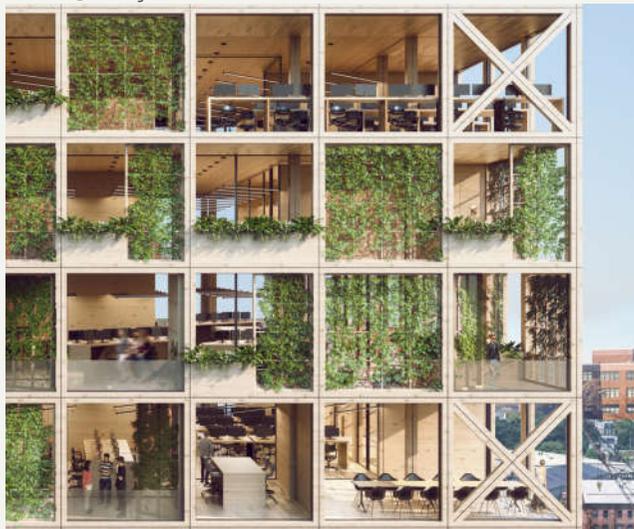


FIGURA 34: EXEMPLO DE PROJETO. FONTE: OLIVER THOMAS, 2020



FIGURA 36: EXEMPLO DE PROJETO. FONTE: OLIVER THOMAS, 2020

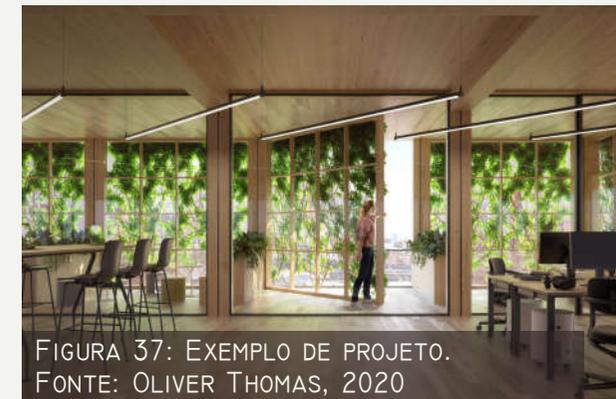


FIGURA 37: EXEMPLO DE PROJETO. FONTE: OLIVER THOMAS, 2020

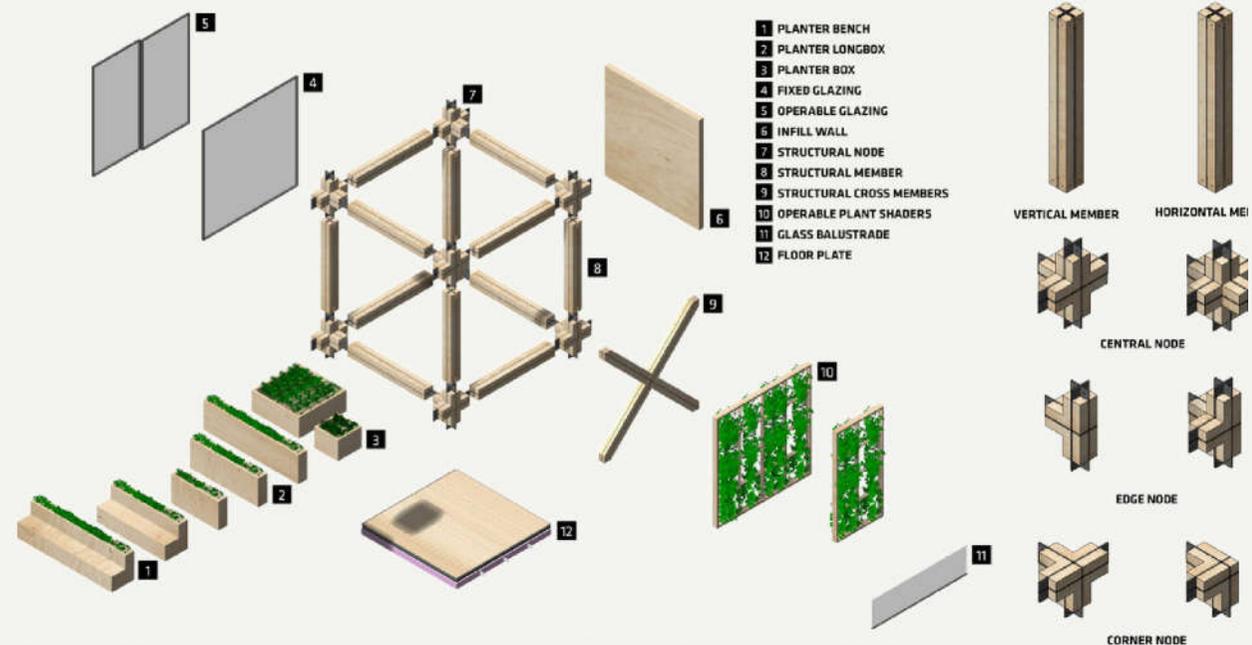


FIGURA 35: CONJUNTOS DE PEÇAS DO SISTEMA PIXEL. FONTE: OLIVER THOMAS, 2020



INNER GLAZING



OUTER GLAZING



SHADER



SHADER + FURNITURE



EXTERIOR FURNITURE



INTERIOR FURNITURE

FIGURA 38: MATRIZ DE CONFIGURAÇÃO DO PIXEL. FONTE: OLIVER THOMAS, 2020

2.1.3. INSTITUT DU MONDE ARABE

Localizado em Paris, às margens do Sena, o IMA tem o propósito de abrigar a relação da cultura árabe com a França.

Nasceu de uma iniciativa do governo francês em parceria com os países da Liga Árabe, que no início dos anos 80 promoveram um concurso para o projeto que foi vencido por



Inspirado na mashrabiyya, elemento tradicional da arquitetura árabe, utilizado para proteger os ocupantes do sol e dar privacidade, regula a entrada de luz por meio de diafragmas fotossensíveis e cria atmosferas distintas no espaço interior (figuras 42, 43 e 44) aprofundando a experiência do usuário no local (ARCHITECTURE-STUDIO, 2011).



Jean Nouvel, em conjunto com o Architecture-Studio.

Conhecido pela atenção que costuma dar aos detalhes da fachada, Nouvel desenvolveu um painel que regula a entrada de luz no prédio (figuras 39 e 40) e que replicado compõe uma das fachadas (figura 41), que acabou tornando-se o elemento principal e mais inovador do IMA.



2.2. PROJETOS REFERENCIAIS FORMAIS

2.2.1. EDIFÍCIO FLORESTA URBANA

O Edifício AMATA é um projeto do escritório franco-brasileiro Triptyque em parceria com a empresa florestal AMATA.

São 4.700m² em 13 pavimentos com os mais diversos usos.

Busca através da utilização de elementos naturais e da planta escalonada com o relevo do terreno (figura 45), uma experiência sensorial de retorno à natureza e integração com o entorno.

É o primeiro edifício em altura totalmente feito em madeira no Brasil. O material confere ao edifício elevado desempenho estrutural, mecânico, acústico, térmico, de resistência ao fogo e sustentabilidade (TRIPTYQUE ARQUITETURA, 2017).

ÁREAS TOTAIS

Cohousing:	1.124,74m ²	●
Coworking:	823,06m ²	●
Comercial:	144,85m ²	●
Uso Comum:	1.682,40m ²	●
Circulação	803,00m ²	●
Área útil:	4.578,05m ²	



FIGURA 45: PERSPECTIVA RENDERIZADA. FONTE: TRIPTYQUE ARQUITETURA, 2017



FIGURA 4.6: PERSPECTIVA RENDERIZADA.
 FONTE: TRIPTYQUE ARQUITETURA, 2017

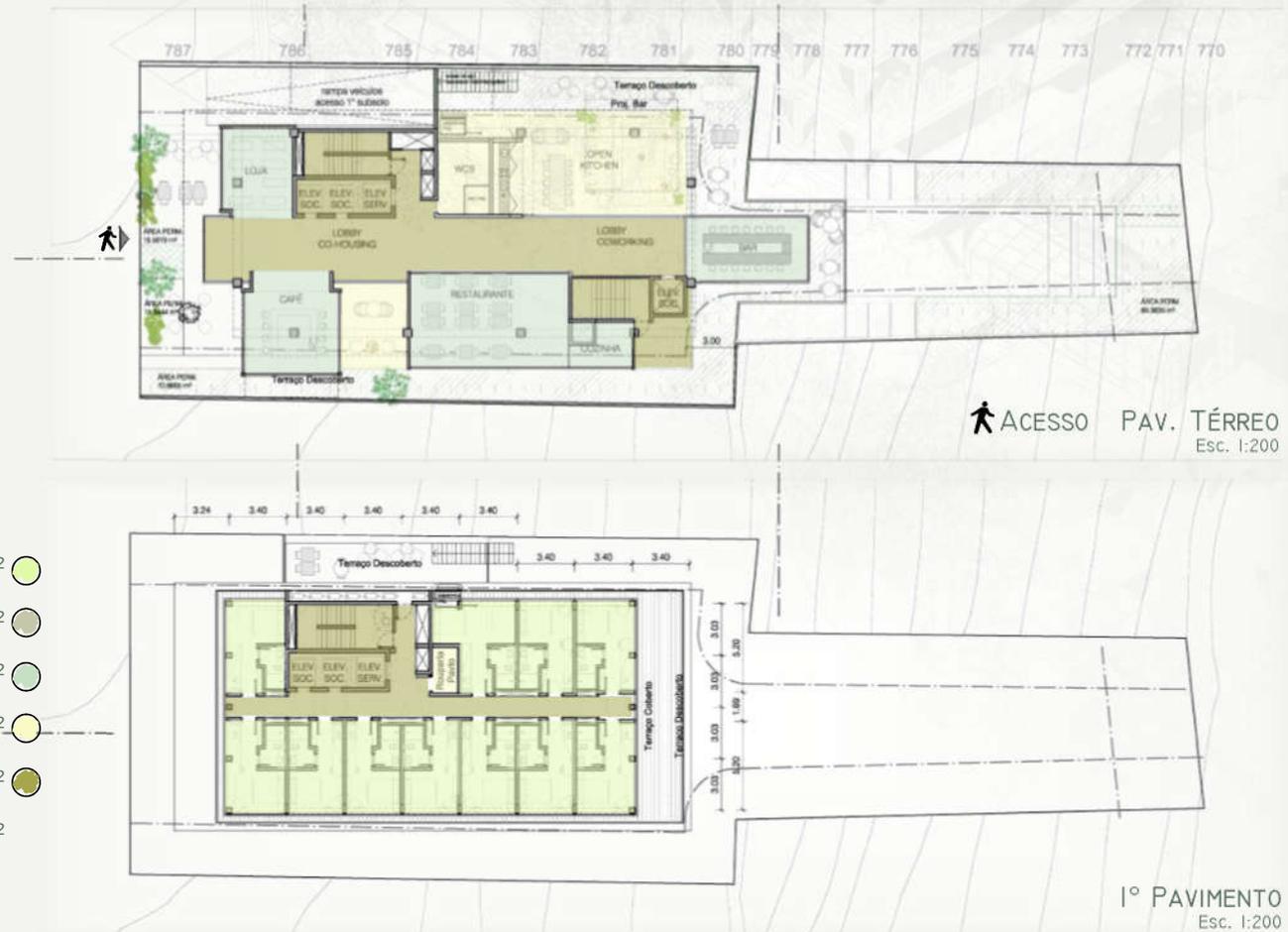
2.2.1.1. ANÁLISE DO PROGRAMA DE NECESSIDADES

Como já descrito, o projeto prevê 13 pavimentos. Neste trabalho, a análise do programa de necessidades está restrita a quatro pavimentos mais característicos. A razão disso é para evitar redundâncias que não contribuirão com a proposta.

O acesso principal se dá pelo térreo (figura 46) que é o acesso mais elevado do

terreno. O térreo conta com uma ampla área de circulação, loja, café, restaurante, bar, sanitários, além de uma cozinha de uso compartilhado.

O primeiro pavimento é aqui nossa referência de pavimento tipo residencial. Conta com pequenas suítes com alguma aparelhagem para alimentação, muito semelhante ao que normalmente encontramos em hotéis.



PAV. TÉRREO

Cohousing:	0,00m ²
Coworking:	0,00m ²
Comercial:	144,85m ²
Uso Comum:	117,37m ²
Circulação	149,54m ²
Área útil:	411,76m ²

1º PAVIMENTO

Cohousing:	212,78m ²
Coworking:	0,00m ²
Comercial:	0,00m ²
Uso Comum:	3,67m ²
Circulação	71,52m ²
Área útil:	287,97m ²

1º PAVIMENTO
 Esc. 1:200

1º SUBSOLO

Cohousing:	0,00m ²
Coworking:	67,92m ²
Comercial:	0,00m ²
Uso Comum:	465,82m ²
Circulação	53,46m ²
Área útil:	587,20m ²

2º SUBSOLO

Cohousing:	0,00m ²
Coworking:	200,22m ²
Comercial:	0,00m ²
Uso Comum:	326,54m ²
Circulação	77,87m ²
Área útil:	604,63m ²



1º SUBSOLO
Esc. 1:200



2º SUBSOLO
Esc. 1:200

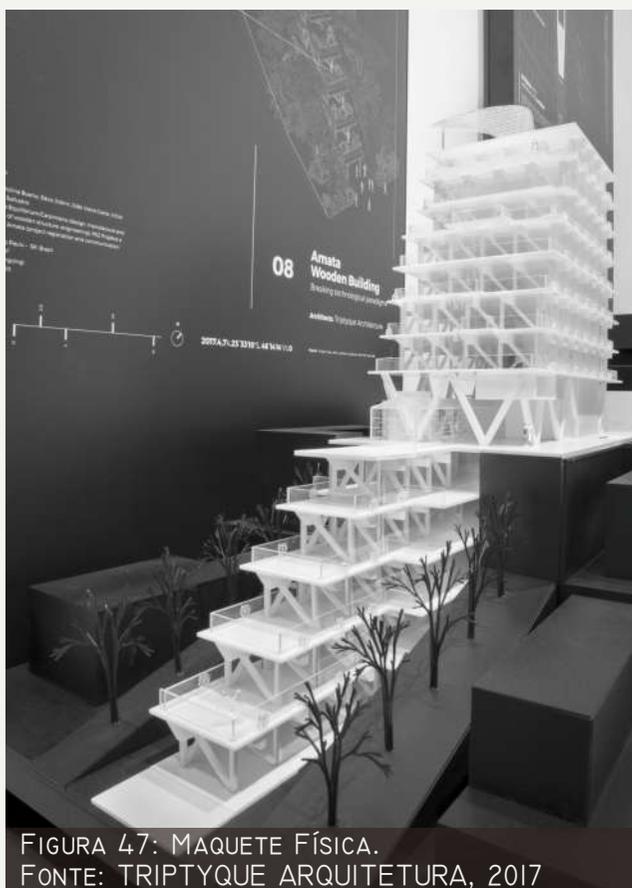


FIGURA 47: MAQUETE FÍSICA.
FONTE: TRIPTYQUE ARQUITETURA, 2017

O primeiro subsolo é composto por circulações e um espaço de co-working reduzido devido à destinação da maior parte da área para garagens, mas ainda assim com uma suficiente área de terraços. No segundo subsolo a destinação ao coworking vai ganhando dimensão e conforme o nível vai descendo e escalonando com o terreno (figura 47) até encontrar o acesso inferior

pela outra rua essa tendência se confirma.

Ainda no segundo subsolo ficam as áreas técnicas do coworking e coliving, e áreas administrativas do prédio.

A vocação a espaços compartilhados de moradia e trabalho, a composição em madeira, a atmosfera como um todo e o porte do prédio, foi o que fez desse projeto uma das referências desse trabalho.

2.2.2. EDIFÍCIO HAUT

A torre residencial em madeira laminada colada com 55 unidades, 21 pavimentos e 14.500m² é parte do plano de desenvolvimento residencial do bairro e fica às margens do rio Amstel em Amsterdã. Tem 73 metros de altura, é pré-fabricada e oferece aos compradores a possibilidade de customizarem suas unidades horizontal e verticalmente, definindo a planta baixa, mezaninos, varandas, número de quartos e até de pavimentos. Além disso, quem comprar uma unidade também poderá contar com uma horta comunitária no térreo.

Além da madeira como material base, o quesito sustentabilidade também está presente em outros aspectos do prédio como painéis

solares, filtros descontaminantes para águas residuais, pisos radiantes controlados por sensores, pontos de abastecimento de carros elétricos compartilhados e armazenamento de água da chuva.

O projeto do escritório Team V Architectuur, também de Amsterdã, utiliza concreto na fundação e na base para evitar problemas com a umidade e no núcleo do elevador para suportar esforços laterais, dada a altura e a incidência de ventos do local.

A irregularidade das varandas quebra a monotonia da fachada (figuras 48 e 49) e fazendo desta uma arquitetura distinta e de grande qualidade (TEAM V ARCHITECTUUR, 2016).

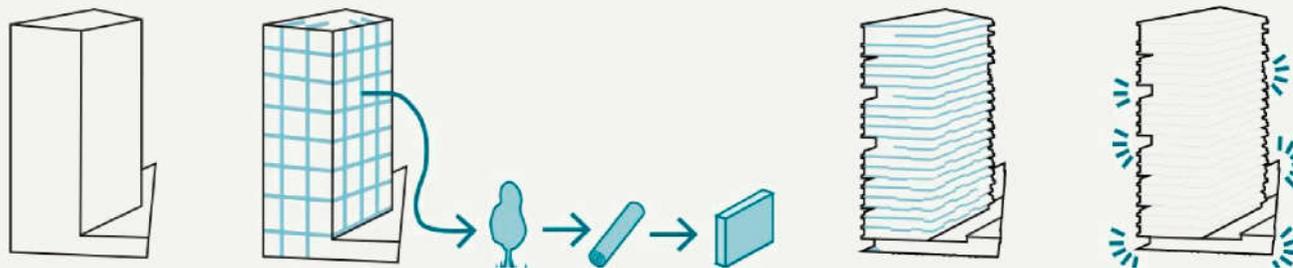


FIGURA 48: DESENVOLVIMENTO VOLUMÉTRICO. FONTE: TEAM V ARCHITECTUUR, 2016.



FIGURA 49: PERSPECTIVA RENDERIZADA. FONTE: TEAM V ARCHITECTUUR, 2016.



Acesso

ESCALA 1:200
 0 2m 4m 6m 8m



APTO 1

APTO 2

APTO 3

Íntimo:	66,87m ²	Íntimo:	42,76m ²	Íntimo:	63,81m ²
Social:	84,14m ²	Social:	65,16m ²	Social:	59,16m ²
Serviços:	3,62m ²	Serviços:	9,09m ²	Serviços:	9,09m ²
Circulação:	15,54m ²	Circulação:	6,83m ²	Circulação:	22,11m ²
Área total:	170,17m ²	Área total:	123,84m ²	Área total:	154,17m ²
N° de quartos:	3	N° de quartos:	2	N° de quartos:	3

PROGRAMA DE NECESSIDADES

O Edifício Haut possui uma tipologia variada e por ser de madeira ainda possibilita um certo grau de customização da unidade por parte do adquirente.

Para efeitos deste trabalho, a análise do programa de necessidades foi feita em um pavimento típico e que contenha propriedades relacionadas com o projeto tema dessa pesquisa.

Dentre os fatores que fizeram deste um projeto referência para essa pesquisa, podemos listar, além da estrutura em madeira, a atmosfera contemporânea proporcionada pelos espaços internos amplos, planta livre, materialidade, forma simples e aberturas generosas, como pode ser observado nas figuras 51, 52 e 53 . A figura 50 apresenta em uma perspectiva sua inserção no contexto.



FIGURA 50: PERSPECTIVA RENDERIZADA. FONTE: TEAM V ARCHITECTUUR, 2016.



FIGURA 51: PERSPECTIVA INTERNA RENDERIZADA. FONTE: TEAM V ARCHITECTUUR, 2016.



FIGURA 52: PERSPECTIVA INTERNA RENDERIZADA. FONTE: TEAM V ARCHITECTUUR, 2016.



FIGURA 53: PERSPECTIVA INTERNA RENDERIZADA. FONTE: TEAM V ARCHITECTUUR, 2016.

2.2.2. RESTAURANTE BOSSA

O Restaurante Bossa é um projeto dos escritórios Rosembaum e Multi Randolph que se localiza nos Jardins, em São Paulo.

O destaque do projeto são os brises móveis que dão um certo movimento à fachada (figura 54) ao passo que regulam a entrada de luz e, combinados com a decoração e o projeto luminotécnico, compõem uma atmosfera aconchegante e elegante, ao estabelecer uma forte conexão (figura 55) do interior com o



FIGURA 54: PERSPECTIVA DA FACHADA.
FONTE: TEAM V ARCHITECTUUR, 2016.

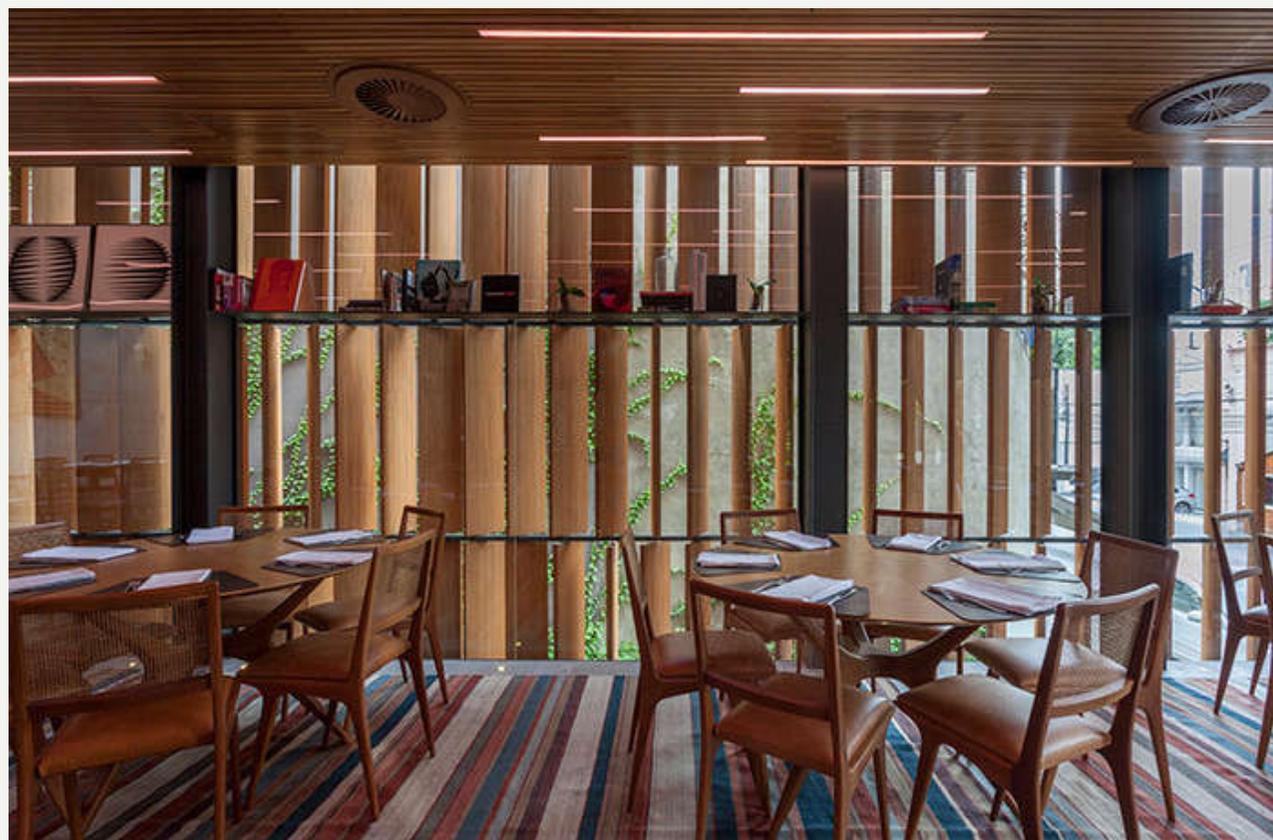


FIGURA 55: CONEXÃO INTERIOR/EXTERIOR POR MEIO DOS BRISES. FONTE: TEAM V ARCHITECTUUR, 2016.

exterior da edificação (RANDOLPH; ROSEMBAUM, 2016).

A contribuição dessa referência para o projeto vem justamente de seu elemento de mais destaque. Os brises móveis são a solução perfeita porque, assim como planos envidraçados, estabelecem uma conexão entre os meios externo e interno do prédio, porém, e muito importante, sem o seu ônus

térmico, uma vez que se pode regular a entrada da irradiação solar.

Podem inundar o espaço com uma aconchegante luz rebatida que traz o tom da madeira para o ambiente no processo. O que ainda pode ser potencializado por um jardim no entorno que dará um caráter ainda mais natural à atmosfera.

3. O LUGAR

3.1. APRESENTAÇÃO DO MUNICÍPIO

São Francisco de Paula encontra-se na serra gaúcha e dista 112 km da capital do estado, Porto Alegre. É um dos maiores municípios em extensão territorial do estado com 3.265.004 km² (IBGE, 2019) e tem uma população estimada em 21.801 pessoas (IBGE, 2020).

Faz divisa com Rolante, Riozinho, Maquiné, Itati, Três Forquilhas, Estado de Santa Catarina, Cambará do Sul, Jaquirana, Bom Jesus, Monte Alegre dos Campos, Caxias do Sul, Canela, Três Coroas e Taquara (IBGE, 2020).

Surgiu do trânsito dos tropeiros que levavam animais para atividade mineradora em outros estados e foi elevada à categoria de município em 1903 (SÃO FRANCISCO DE PAULA, 2020).

A figura 56 mostra o Lago São Bernardo, principal ponto turístico e orgulho do município.

Na figura 57 podemos ver a localização da cidade.



FIGURA 56: VISTA AÉREA LAGO SÃO BERNARDO. FONTE: PRANDI, 2020.

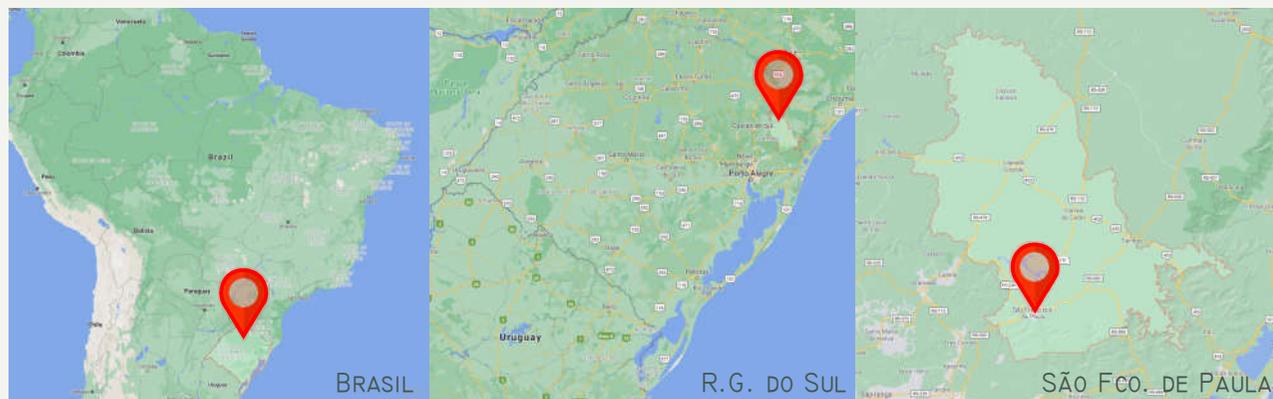


FIGURA 57: LOCALIZAÇÃO FONTE: GOOGLE MAPS, 2020. MODIFICADO PELO AUTOR.

3.2. ÁREA DE INTERVENÇÃO

O lote situa-se na simpática Av. Júlio de Castilhos, esquina com a rua Coronel Serrano na parte mais periférica do centro da cidade, conforme apresentado na figura 58. Seu largo canteiro central recentemente reformado arborizado com plátanos dos dois lados (figura 59) é frequentemente visto nas redes sociais como plano de fundo de fotos de visitantes e moradores locais que tiram proveito da inigualável atmosfera, especialmente no outono quando a folha do plátano fica vermelha e cai, criando um lindo efeito na calçada.

A infraestrutura do entorno é bem servida tanto quanto se espera de uma pequena cidade turística do interior, possibilitando a não dependência de veículos.

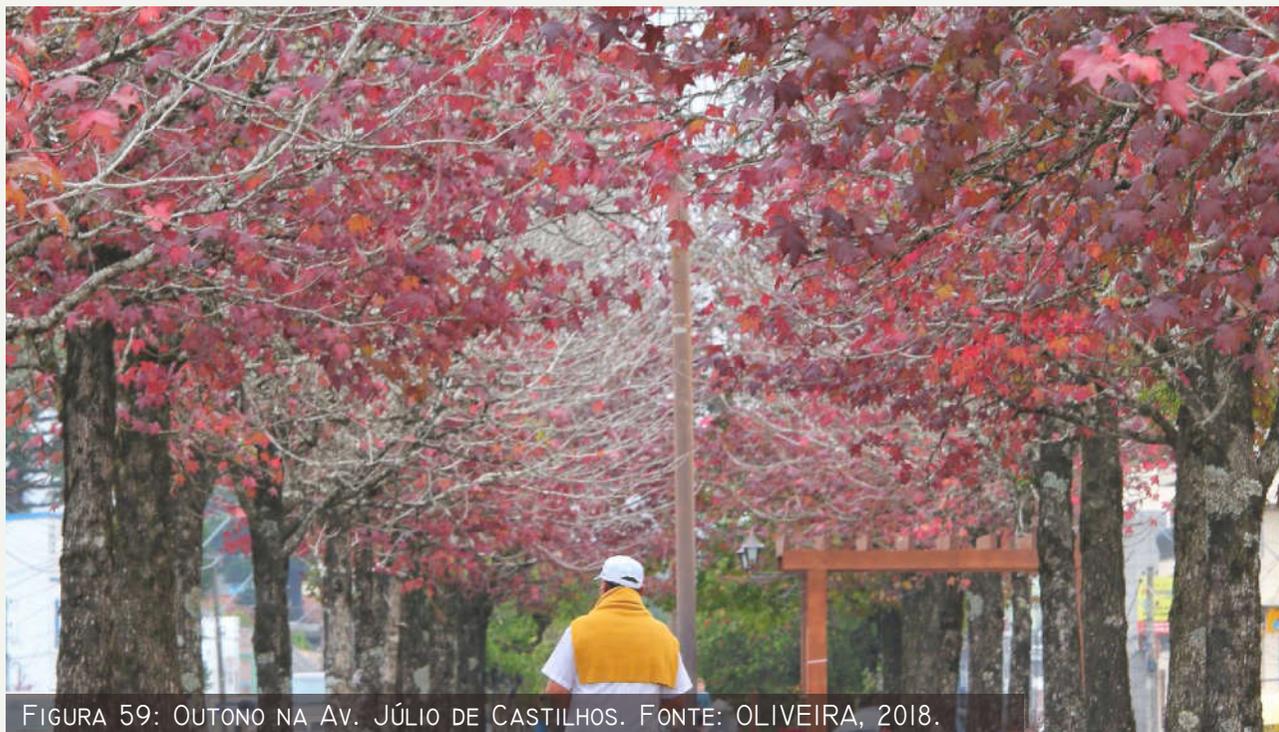


FIGURA 59: OUTONO NA AV. JÚLIO DE CASTILHOS. FONTE: OLIVEIRA, 2018.



FIGURA 58: LOCALIZAÇÃO, ENTORNO E MALHA VIÁRIA. FONTE: GOOGLE MAPS, 2020. MODIFICADO PELO AUTOR.

3.2.1. MALHA VIÁRIA

O acesso ao lote é facilitado por situar-se na intersecção entre as duas principais vias da cidade e em um dos principais acessos ao centro pra quem chega de fora. A grande maioria das vias tem circulação nos dois sentidos (figura 58) e o canteiro central da Av. Júlio de Castilhos tem largura suficiente para servir de ciclovia, ainda que não haja uma demarcação formal dessa como tal.

Não há próximo ao lote uma linha circular regular de transporte público.

3.3. MORFOLOGIA URBANA

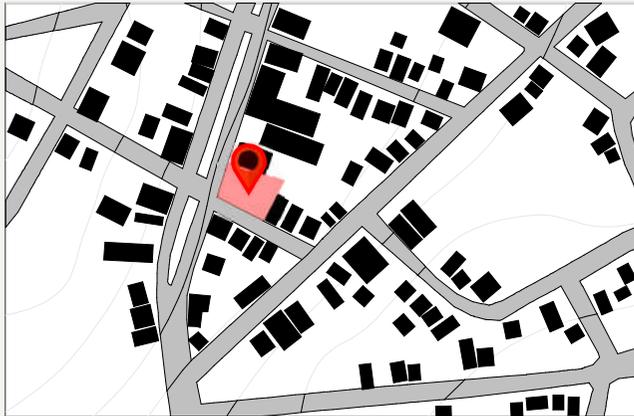


FIGURA 60: MAPA FIGURA FUNDO, ESCALA INDETERMINADA. FONTE: AUTOR, 2020.

Tanto o mapa figura fundo (figura 60) quanto o esquema de análise das alturas (figura 62) evidenciam a baixa densidade do entorno, tanto sobre a ocupação do solo quanto em relação às alturas das edificações, que em sua grande maioria são de apenas um pavimento, ainda que se trate da região central da cidade.

Também na figura 62, que apresenta as curvas de nível, fica claro a ausência de relevo no lote, o que ficará ainda mais evidente no levantamento fotográfico apresentado na página seguinte.

Também é possível visualizar pela imagem do satélite (figura 58) a existência de algumas massas vegetativas que conferem ao entorno o caráter natural e interiorano que boa parte das



FIGURA 61: FOTO DO CANTEIRO CENTRAL DA AVENIDA. FONTE: OLIVEIRA, 2018.

peças procuram em refúgios na serra. A figura 61 com os plátanos, evidencia um pouco dessa atmosfera.

- Lote
- 1 Pavto
- 2 Pavtos
- 3 Pavtos
- 4 Pavtos



FIGURA 62: ANÁLISE DE ALTURAS, ESCALA INDETERMINADA. FONTE: AUTOR, 2020.



FIGURA 63: ENTORNO FONTE: AUTOR, 2020.



FIGURA 64: ENTORNO FONTE: AUTOR, 2020.



FIGURA 65: ENTORNO FONTE: AUTOR, 2020.



FIGURA 66: ENTORNO FONTE: AUTOR, 2020.



FIGURA 67: ENTORNO FONTE: AUTOR, 2020.

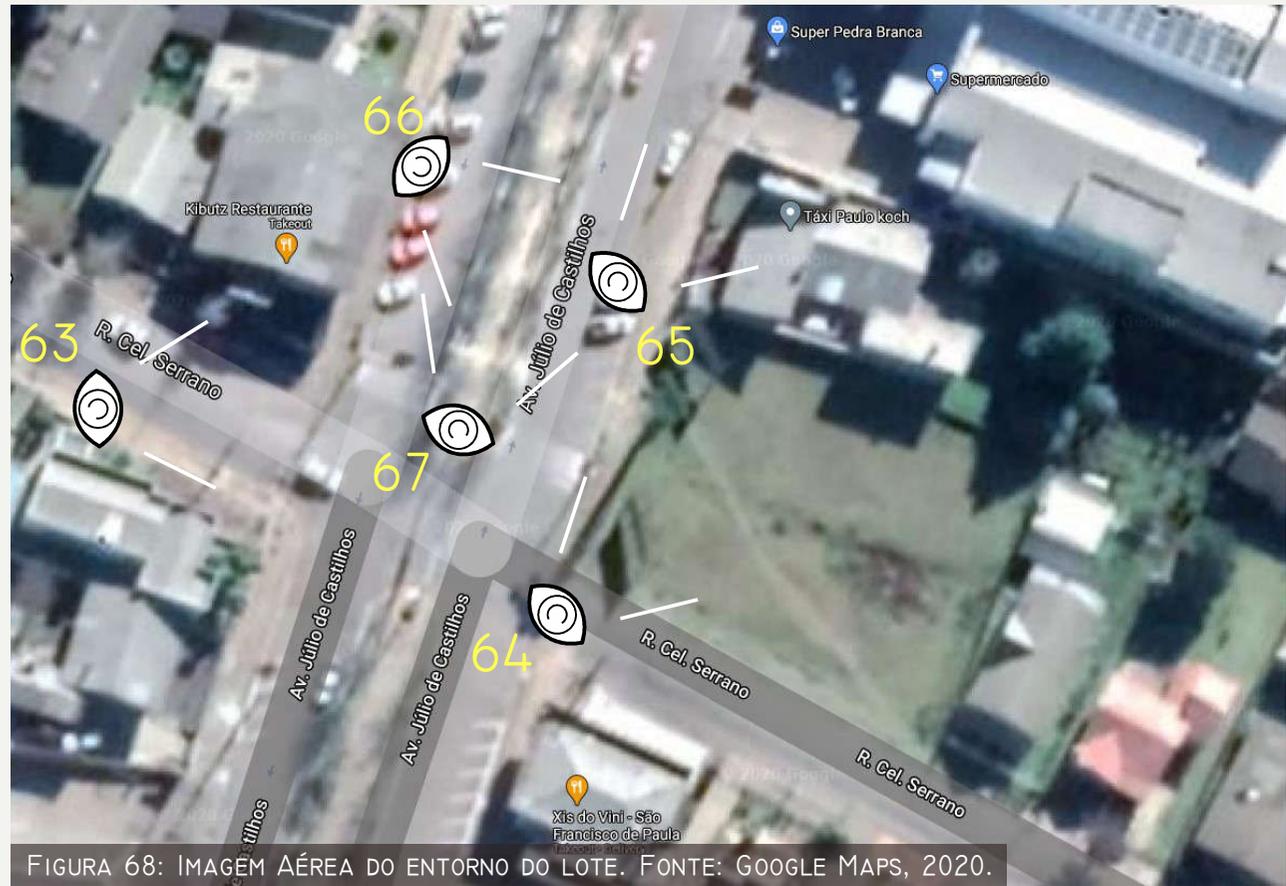


FIGURA 68: IMAGEM AÉREA DO ENTORNO DO LOTE. FONTE: GOOGLE MAPS, 2020.

LEVANTAMENTO FOTOGRÁFICO

Imagens do entorno do lote conforme apresentado na figura 68.



FIGURA 69: ENTORNO FONTE: AUTOR, 2020.



FIGURA 70: ENTORNO FONTE: AUTOR, 2020.



FIGURA 71: ENTORNO FONTE: AUTOR, 2020.



FIGURA 72: ENTORNO FONTE: AUTOR, 2020.

O relatório fotográfico reforça o que já havia sido constatado em relação ao grão, densidade, presença de vegetação e atmosfera. Por se tratar de um dos acessos ao centro da cidade pra quem chega de fora, existe no local uma certa preocupação com a qualidade da pavimentação tanto dos passeios públicos quanto das vias.

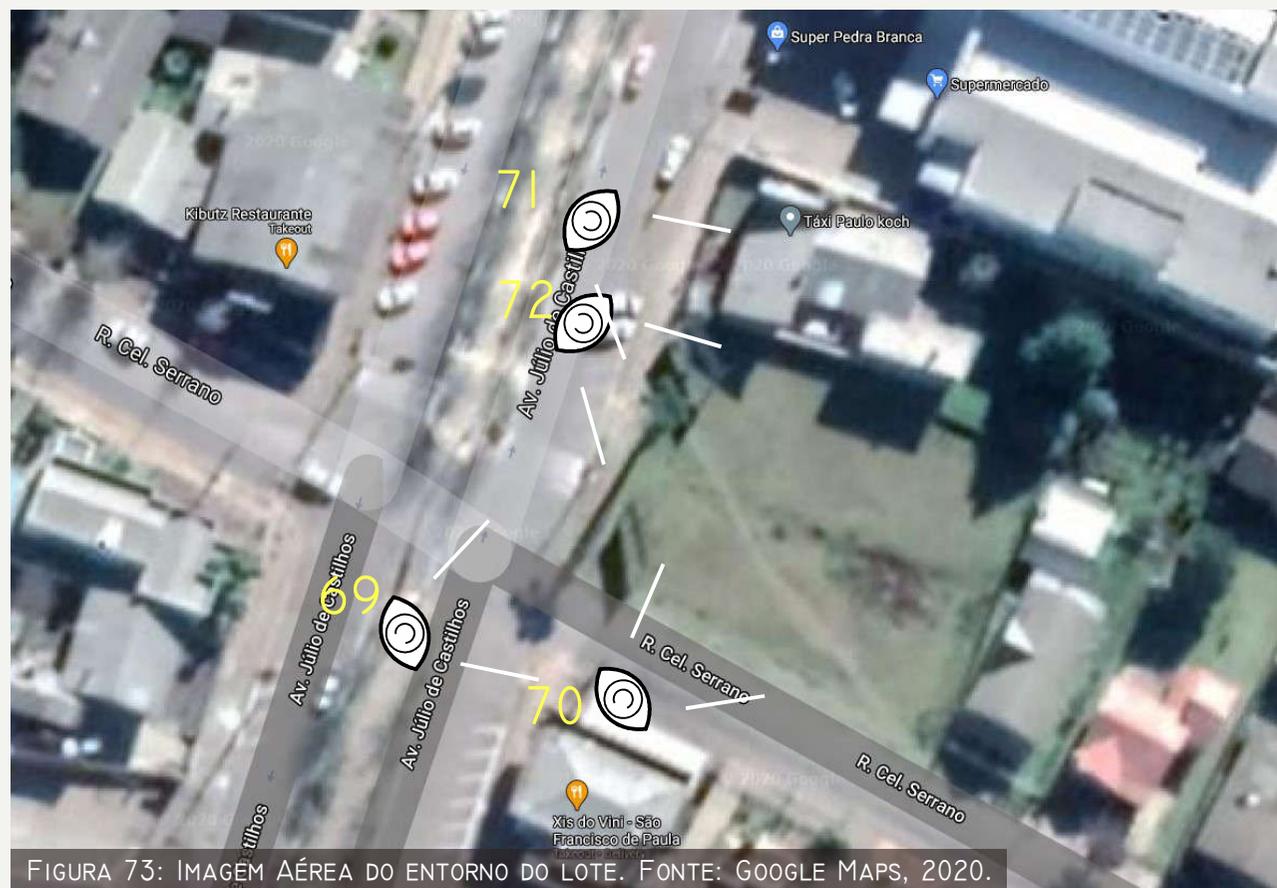


FIGURA 73: IMAGEM AÉREA DO ENTORNO DO LOTE. FONTE: GOOGLE MAPS, 2020.

LEVANTAMENTO FOTOGRÁFICO

Imagens do entorno do lote conforme apresentado na figura 73.

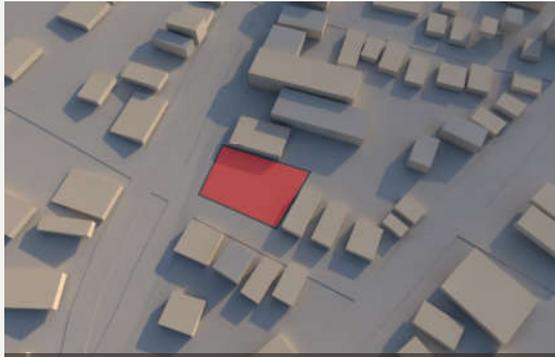


FIGURA 74: 09:00HS. FONTE: AUTOR, 2020.

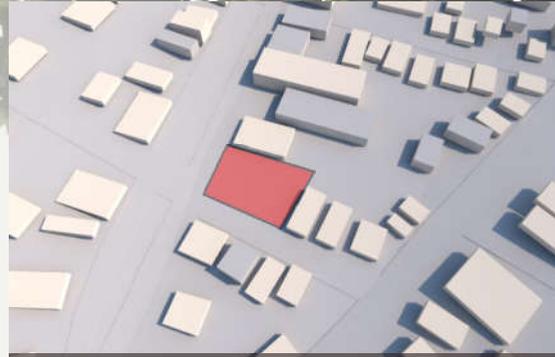


FIGURA 75: 09:00HS. FONTE: AUTOR, 2020.



FIGURA 76: 12:00HS. FONTE: AUTOR, 2020.

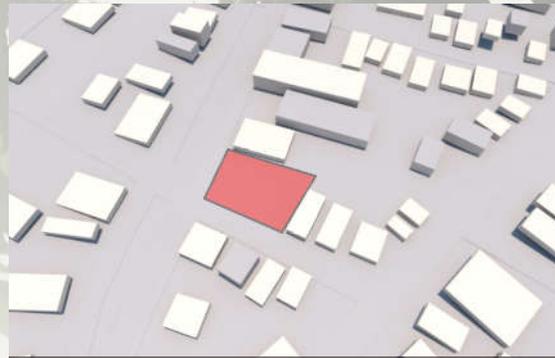


FIGURA 77: 12:00HS. FONTE: AUTOR, 2020.

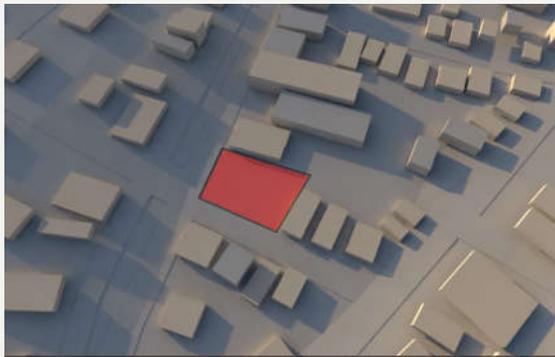


FIGURA 78: 16:00HS. FONTE: AUTOR, 2020.

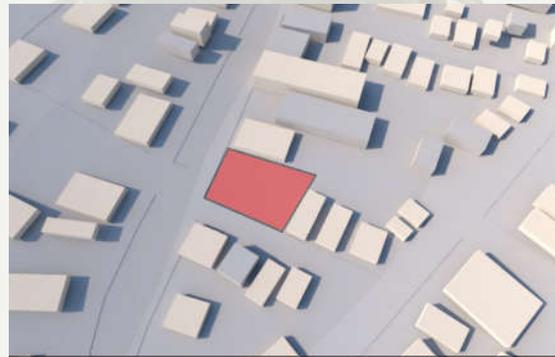


FIGURA 79: 16:00HS. FONTE: AUTOR, 2020.

SOLSTÍCIO DE INVERNO

SOLSTÍCIO DE VERÃO



3.4. INCIDÊNCIA SOLAR

Nas figuras 74 a 79, o que se pode verificar na simulação apresentada é que devido à ausência de grandes massas de vegetação e edificações de altura significativa no entorno do lote, esse é bem servido de incidência solar em todas as suas fachadas.

3.5. CHUVAS

Chove ao longo do ano inteiro (figura 80), mas com uma variação sazonal significativa. O máximo de chuva ocorre durante os 31 dias ao redor de 25 de setembro, com acumulação total média de 147 milímetros. E o mínimo de chuva ocorre por volta de 15 de maio, com acumulação total média de 95 milímetros (WEATHER SPARK, 2016).

3.6. TEMPERATURA

A figura 81 demonstra a média das temperaturas por hora durante o ano (WEATHER SPARK, 2016). O clima é predominantemente ameno durante o ano, apresentando um frio intenso nas primeiras horas do dia de junho e julho e o ápice do calor em torno das 16 horas dos meses de dezembro, janeiro e fevereiro, quando ainda assim se mantém entre 24 e 29° C.

3.7. VENTOS PREDOMINANTES

A direção predominante do vento varia no ano.

A figura 82 expõe que de 6 de abril a 13 de setembro o vento mais frequente vem do norte. E de 13 de setembro a 6 de abril o vento mais frequente vem do leste (WEATHER SPARK, 2016).

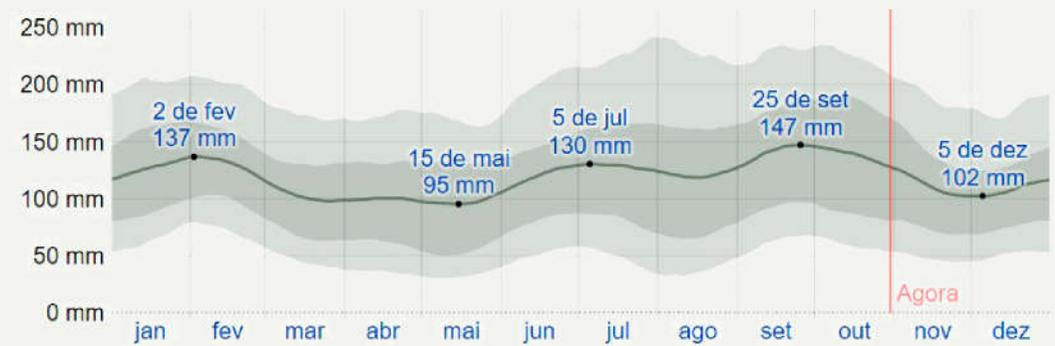


FIGURA 80: CHUVA MÉDIA MENSAL. FONTE: WEATHER SPARK, 2016.

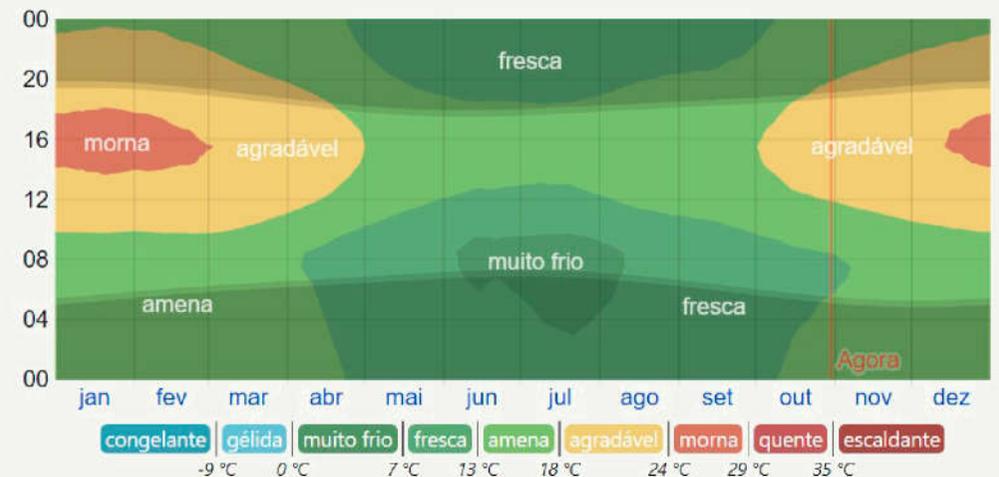


FIGURA 81: TEMPERATURA MÉDIA HORÁRIA. FONTE: WEATHER SPARK, 2016.

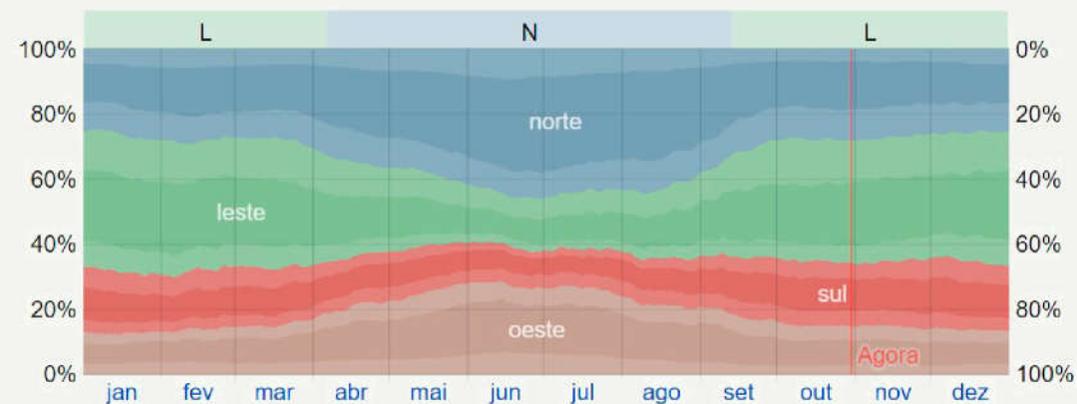


FIGURA 82: DIREÇÃO DO VENTO. FONTE: WEATHER SPARK, 2016.

4. LEGISLAÇÃO E SISTEMAS

4.1. PLANO DIRETOR

O recente plano diretor do município de São Francisco de Paula, para o lote da proposta, nos impõe os seguintes índices:

Zona de Regime Urbanístico: CCT - Corredor de Cidadania e Turismo.

I.A.: 4,0

T.O.: 80%

Altura máxima: 6 Pavimentos

Recuos:

Recuo frontal isento conforme Anexo III.B.2 do Plano Diretor Municipal.

Aplicando essas informações às relativas ao lote, teremos o seguinte:

Área do terreno: 1.006,85m²

I.A.: 4,0 = 4.027,40m²

T.O.: 80% = 805,48m²

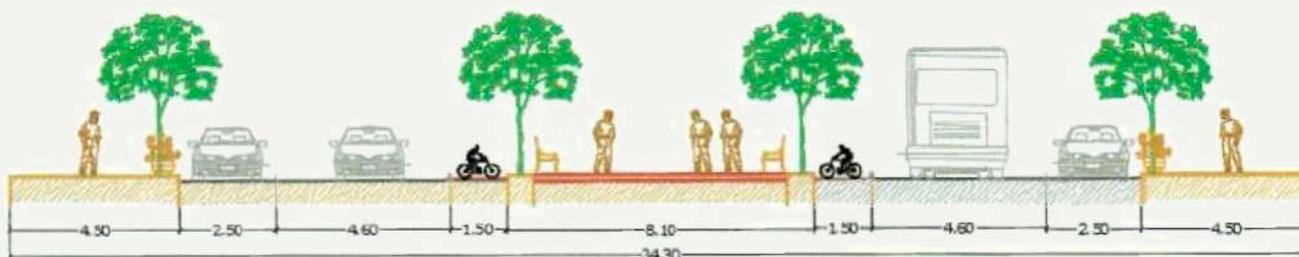


FIGURA 83: PERFIL VIÁRIO AV. JÚLIO DE CASTILHOS. FONTE: PDDUAI SFP, 2019.

4.2. NORMAS DE PROTEÇÃO CONTRA INCÊNDIO

A edificação se enquadra no Grupo A, de uso residencial, divisão A-2 Condomínios Prediais.

O grau de risco é considerado baixo, requerendo saídas de emergência, iluminação de emergência, sinalização de emergência, extintores e brigada de incêndio (CBMRS, 2016).

Vale lembrar aqui o que segundo o manual da Crosslam, apesar de a madeira ser um combustível, uma estrutura de CLT pode resistir a até 120 minutos de chama intensa sem comprometimento estrutural, pois a chama cria uma camada de carbono na superfície que impede a entrada de oxigênio (CROSSLAM, 201-).

4.3. NORMAS ACESSIBILIDADE

A norma que trata da acessibilidade nos espaços é a NBR 9050. Basicamente estipula dimensões mínimas para trânsito confortável de portador de cadeira de rodas em três situações abrangentes: O deslocamento horizontal (larguras mínimas de corredores, portas, etc...), o vencimento de níveis, ou deslocamento vertical (inclinação de rampas, elevadores, larguras de rampas) e acesso aos aparelhos sanitários, mesas, balcões, vagas de estacionamento, etc (ABNT, 2015).

A figura 84 demonstra as medidas mínimas para manobra sem deslocamento de pessoa utilizando cadeira de rodas.

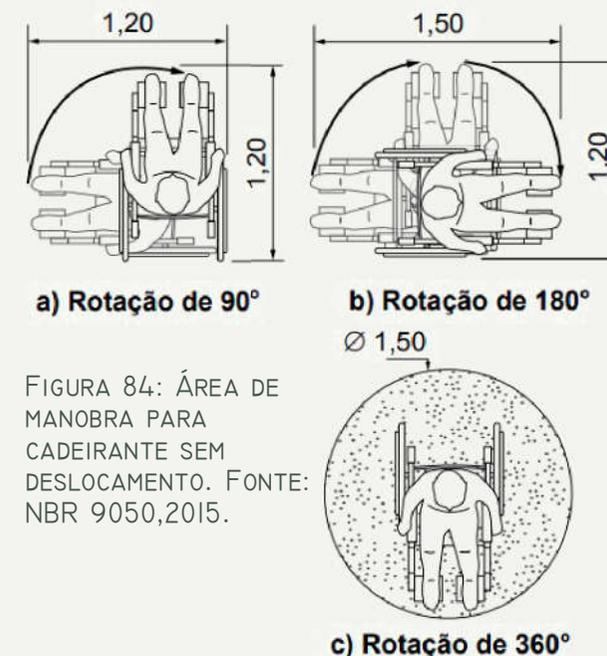


FIGURA 84: ÁREA DE MANOBRA PARA CADEIRANTE SEM DESLOCAMENTO. FONTE: NBR 9050, 2015.

4.4. DIMENSIONAMENTO DE RESERVATÓRIOS

Segundo a NBR 5626 (1998), o cálculo dos reservatórios deve ser feito levando em consideração o padrão de consumo do público alvo ao qual o edifício se destina e a população do mesmo. Recomenda que a reserva deva ser suficiente para pelo menos 24 horas.

O cálculo para a reserva de água potável se dá da seguinte forma:

- 1 - Levantamento da população estimada:
 - Cada quarto social até 12m²: 2 pessoas;
 - Quarto social acima de 12m²: 3 pessoas;
 - Quarto de serviço: 1 pessoa.

Para o padrão de apartamentos que estamos trabalhando, o recomendado é considerar um consumo diário per capita de 200 litros (CREDER, 1995).

4.4. DIMENSIONAMENTO DE PAINÉIS FOTOVOLTAICOS

Como visto na referência Bullitt Center, o dimensionamento dependerá em muito do sucesso das estratégias de eficiência energética implementados pelos sistemas que se pretende integrar ao uso da edificação, ou seja, o cálculo não deve tomar como base uma edificação convencional.

Inicialmente se faz um levantamento da demanda em Watt ou Kw / dia. Feito isso, divide-se esse valor de demanda pela quantidade de horas diárias de sol, 6 horas nesse caso. O resultado Watt por hora é quanto o conjunto do sistema deve gerar por hora (SUNLAB POWER, 2019).

Na figura 85 temos a incidência de energia solar na cidade.

5. PROJETO

5.1. CONCEITO DO PROJETO

Os elementos que embasam a conceituação do projeto podem ser divididos em dois grupos, o primeiro é relacionado ao sistema construtivo e o segundo à edificação que será projetada como forma de demonstração da viabilidade do primeiro.

5.1.1. O SISTEMA CONSTRUTIVO

Para o entendimento do sistema Barco de Teseu e seus propósitos, vamos inicialmente retomar alguns conceitos.

O sistema objetiva somar mais uma estratégia à gama já existente de possibilidades que tornam as edificações mais amigáveis ao meio ambiente e que atendam melhor às demandas contemporâneas de habitabilidade. Aposta principalmente na flexibilidade de usos e na coordenação modular para ser mais econômico e ter sua vida útil estendida.

Basicamente consiste na pré-fabricação das peças e montagem no canteiro de obra (figura 86), o que já existe e é bem comum. Seu

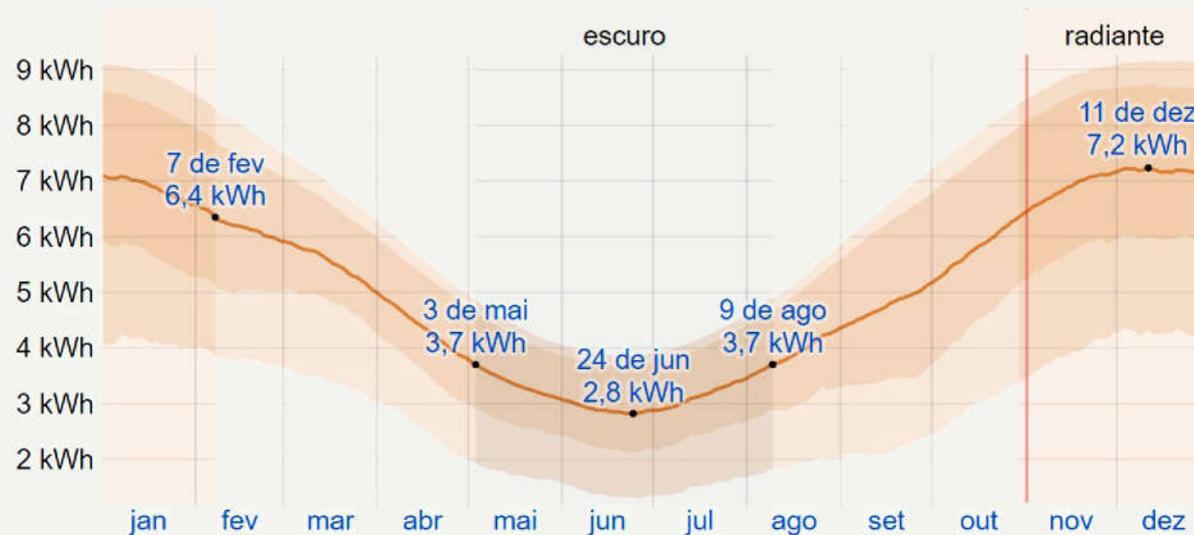


FIGURA 85: MÉDIA DIÁRIA DE ENERGIA SOLAR DE ONDAS CURTAS INCIDENTE. FONTE: WEATHER SPARK, 2016.

diferencial reside no fato de que através de um sistema de montagem e desmontagem por meio de cliques (figura 87), ao vencer o período da vida útil de qualquer componente (inclusive os estruturais), o mesmo pode ser isolado e substituído sem influenciar no restante da estrutura, podendo estender indefinidamente a vida útil da edificação.

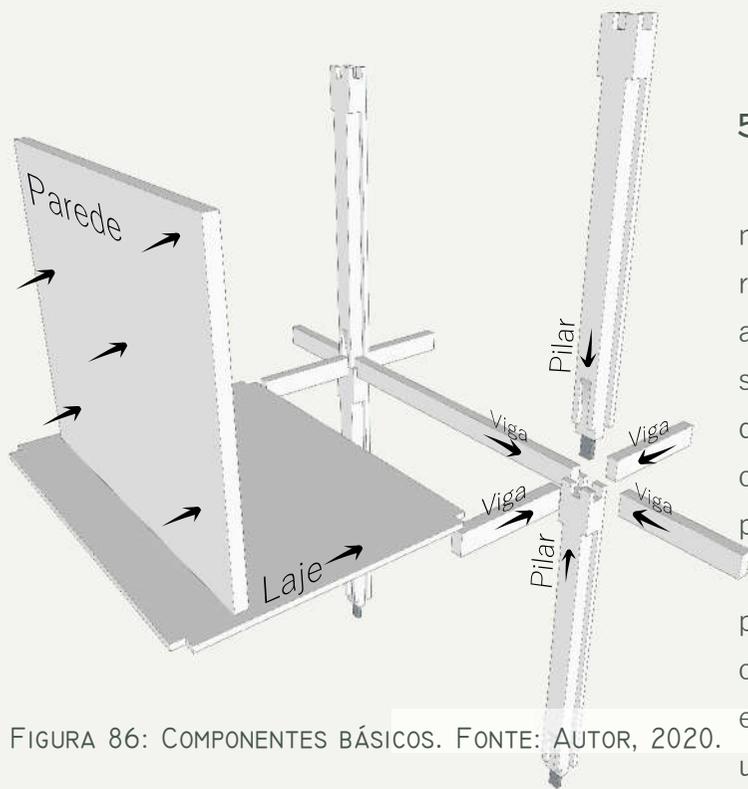


FIGURA 86: COMPONENTES BÁSICOS. FONTE: AUTOR, 2020.



Extremidade da viga



Corte representativo

FIGURA 87: SISTEMA DE CLIQUES. FONTE: AUTOR, 2020.

5.1.2. A EDIFICAÇÃO

Consiste em um edifício residencial de média densidade que transita entre o projeto residencial convencional e o co-living. Sendo apropriado para estudantes, pessoas solteiras ou casais sem filhos. Uma moradia dinâmica com alguns espaços compartilhados mas com certo grau de privacidade.

A opção pela densidade média se deu pelo fato de que nesse tipo de edificação se consegue um melhor aproveitamento do espaço quando comparando com edificações unifamiliares, e permitindo que um maior

número de pessoas tenha acesso à mesma quantidade de serviços locais, reduzindo a necessidade de deslocamentos para tal. Ao mesmo tempo que evita a sensação de asfixia urbana causado pelos grandes arranha céus, além do fato de que de esse último ficaria totalmente desproporcional no contexto.

A forma da edificação será o resultado de uma determinada combinação de módulos de $9m^2$ e $27m^3$.

O espaço busca promover a integração entre os moradores por meio de espaços destinados a atividades além das de lazer, mas atividades comuns do cotidiano, como espaço de coworking, lavanderia, restaurante e academia.

Outros objetivos do projeto é reforçar a noção de que uma vida sustentável não necessariamente deve ser privada de qualquer tipo de conforto, mas pode ser tão confortável e interessante ou até mais do que nos padrões convencionais de consumo e interação com o planeta. Isso é buscado por meio de uma série de sistemas que reduzem o impacto ambiental enquanto agregam conforto e qualidade de vida aos moradores.

E por fim, outra meta do projeto é a educacional. Espaços, utensílios e até veículos deverão ser de uso compartilhado para quebrar certos paradigmas nocivos que norteiam nossos hábitos como o individualismo e o consumismo.

5.2. PROGRAMA DE NECESSIDADES

O programa de necessidades se divide em 3 grupos:

- As unidades habitacionais, que serão pequenos lofts de aproximadamente 63m² que é a metragem resultante de 7 unidades do módulo de 3,00 x 3,00m. Estes deverão contar com uma suíte, cozinha com bancada para refeições rápidas, sala de estar e lavabo. O número de unidades dependerá das condicionantes que serão consideradas no momento da concepção formal;

- O segundo grupo é formado pelo conjunto de serviços de uso compartilhado pelos condôminos com oferta para a comunidade, como a lavanderia, academia, restaurante e o espaço para coworking. A receita da oferta à comunidade deverá cobrir as despesas do condomínio, reduzindo o valor desse para os moradores ou mesmo gerando um excedente de caixa que poderá ser reinvestido na qualidade dos espaços;

- O terceiro e último grupo é composto pelos espaços de uso exclusivo dos condôminos. O bicicletário com estação de reparos, a horta, a sala de empréstimo de ferramentas compartilhadas e o espaço para os veículos compartilhados.

5.3. FLUXOGRAMA



Serão dois prédios, um mais visível da rua, onde serão alocados os serviços de restaurante, coworking e academia que estarão acessíveis às pessoas da comunidade; e o outro um pouco mais para dentro do terreno, mais próximo às divisas e um pouco mais reservado e onde estarão a lavanderia e os apartamentos.

As duas vias terão acesso ao subsolo que por sua vez conduzirá à edificação residencial.

Haverá um pátio central ajardinado que será acessível à comunidade e no entorno do qual estarão dispostos as duas edificações e os acessos peatonais.

5.4. MATERIAIS E TÉCNICAS CONSTRUTIVAS

Os materiais utilizados e técnicas construtivas empregadas deverão atender às demandas de eficiência energética já mencionadas no tópico Arquitetura mais sustentável desse trabalho bem como nas referências.

O envelope será uma combinação de vidro duplo com brises móveis automatizados em madeira que impedirão os problemas de natureza térmica e possibilitarão uma conexão entre os meios internos e externos.

O prédio contará com a massa térmica do CLT nas coberturas, reforços de contraventamentos de madeira ou aço, dependendo da demanda, caso a forma demande mais estabilidade contra esforços laterais.

Um subsolo em concreto armado servirá de base, dando estabilidade e evitando que a umidade acabe por acelerar o desgaste das peças.

As fachadas contarão com floreiras que auxiliarão no tratamento das águas cinzas e trarão natureza e verde para a atmosfera interna das unidades.

5.5. HIPÓTESES DE OCUPAÇÃO

De acordo com o que já foi apresentado, para trabalhar com o sistema construtivo proposto, as hipóteses de ocupação deverão partir da composição por meio de módulos cubiculares que, por questões de versatilidade e replicabilidade, terão as medidas de 3,00x3,00x3,00m.

Todas também deverão considerar em seu posicionamento e disposição as premissas de sustentabilidade, eficiência energética e conforto térmico já apresentadas, bem como o cuidado para não sombreamento das edificações vizinhas.

Para o desenvolvimento das 4 propostas, foi traçada uma linha de referência paralela à testada principal com a Av. Júlio de Castilhos alinhada com a edificação vizinha (figura 88), ainda que essa não exija recuo mínimo.

Na outra testada, com a rua Cel. Serrano, onde, conforme o Plano Diretor do município, também não é exigido recuo mínimo, não foi criada nenhuma linha guia de afastamento.

Lateralmente foram criadas novas linhas de referência paralelas às divisas e distando 2 metros para recuo (figura 88).

Dentro dessa delimitação, foi traçada uma quadrícula referencial de área 9m², que é a medida do módulo (figura 89), e é dentro desses

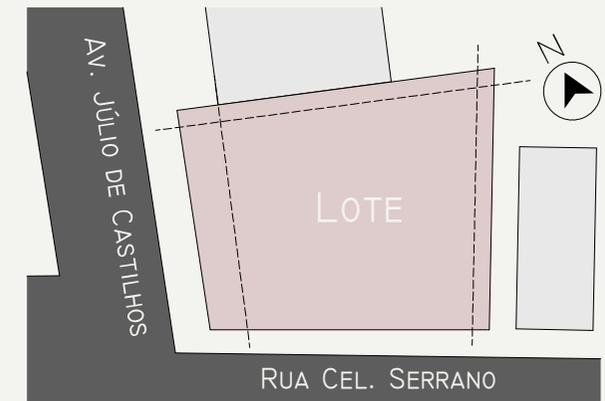


FIGURA 88: ALINHAMENTOS, ESCALA INDETERMINADA. FONTE: AUTOR, 2020.

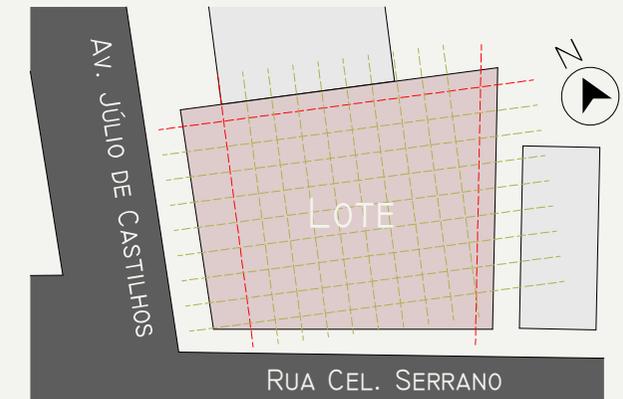


FIGURA 89: QUADRÍCULA DE REFERÊNCIA, ESCALA INDETERMINADA. FONTE: AUTOR, 2020.

parâmetros básicos é que serão desenvolvidas as 3 hipóteses de ocupação apresentadas a seguir. A Quarta terá uma lógica um pouco diferente. Evidentemente existem outras diretrizes, mas essas serão abordadas dentro do desenvolvimento de cada hipótese.

5.5.1. HIPÓTESE DE OCUPAÇÃO O I

O ponto de partida da concepção dessa hipótese é a busca pelo impacto visual da edificação em quem chega à cidade pela rua Cel. Serrano, que é um dos principais acessos (figura 90).

Foi criado um prédio menor, de dois pavimentos mais à frente onde serão alocados alguns dos espaços abertos à comunidade, e o principal, onde ficarão as unidades habitacionais, mais ao fundo, criando um pátio interno ajardinado acessível para comunidade. Esse pátio futuramente receberá as espécies evaporadoras que farão parte do sistema de tratamento de esgoto. Essas plantas também ajudarão a criar uma atmosfera natural e aconchegante dentro dos espaços, principalmente os do térreo, promovendo os benefícios da biofilia, já apresentada em uma das referências desse estudo.

Essa edificação maior sofreu

um escalonamento de modo a não sombrear a edificação menor, o que pode ser constatado nas figuras 90 e 91, já que as mesmas simulam uma incidência solar durante o solstício de inverno ao meio-dia. Adicionalmente, esse escalonamento cria estares para os moradores com caráter mais privativo que o pátio térreo (em verde).

O volume em azul na figura 90 representa a caixa da circulação vertical.

A figura 91 mostra os fundos da edificação, onde se pode perceber um exemplo de subtração de módulos para criar espaços internos abertos (em verde). A localização exata dessas subtrações será determinada durante o desenvolvimento do projeto, o que, por se tratar de um projeto modular e flexível, não será um problema.

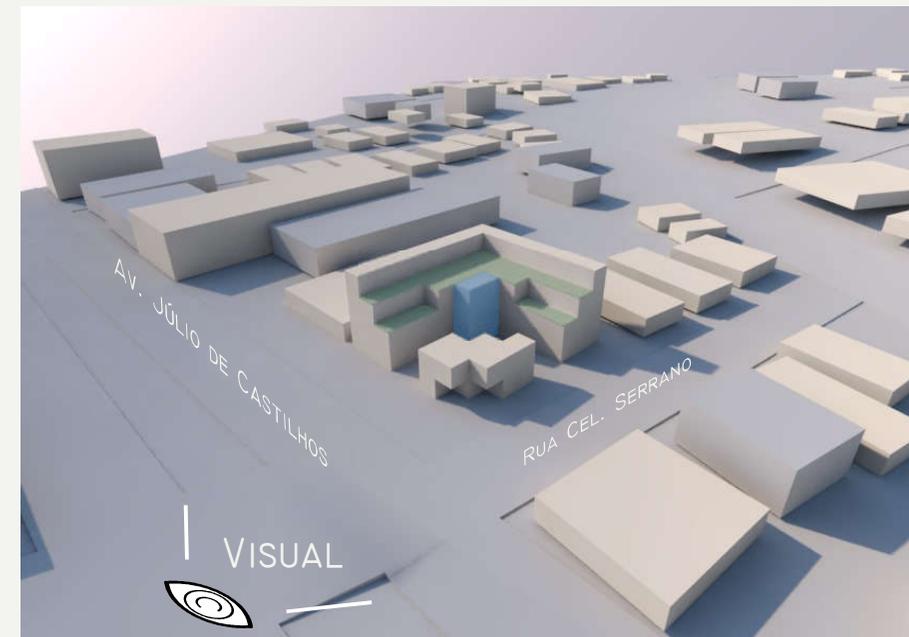


FIG. 90: MAQUETE VOLUMÉTRICA, ESCALA INDET. FONTE: AUTOR, 2020.

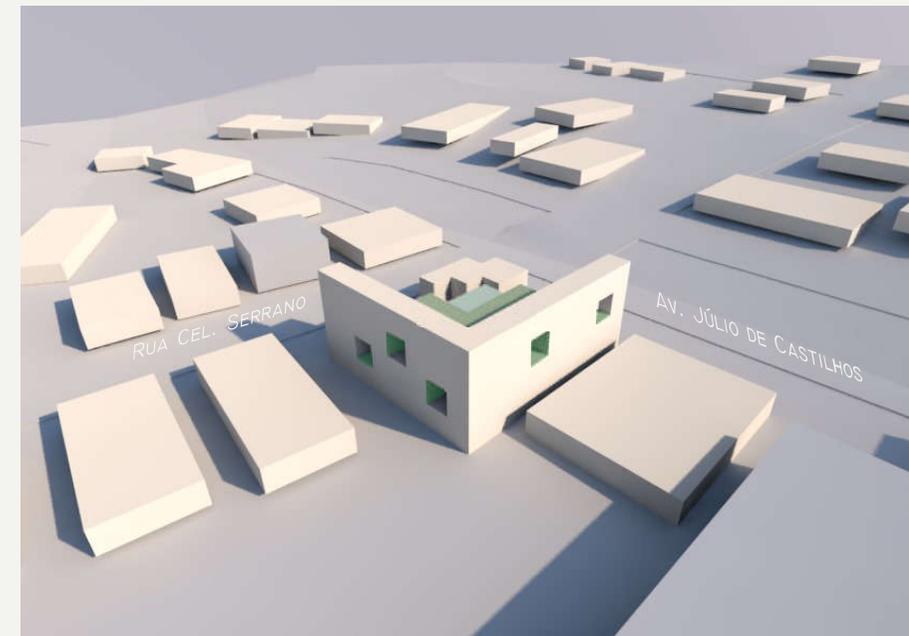


FIG. 91: MAQUETE VOLUMÉTRICA, ESCALA INDET. FONTE: AUTOR, 2020.

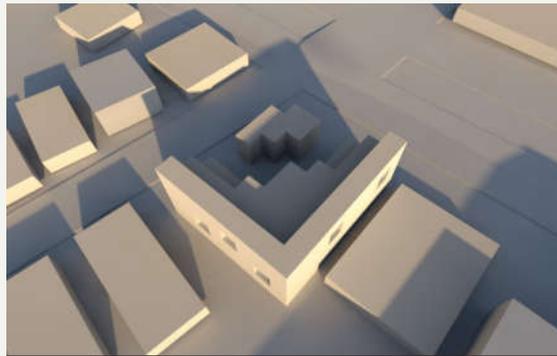


FIGURA 92: 09:00HS. FONTE: AUTOR, 2020.



FIGURA 93: 09:00HS. FONTE: AUTOR, 2020.



FIGURA 94: 12:00HS. FONTE: AUTOR, 2020.

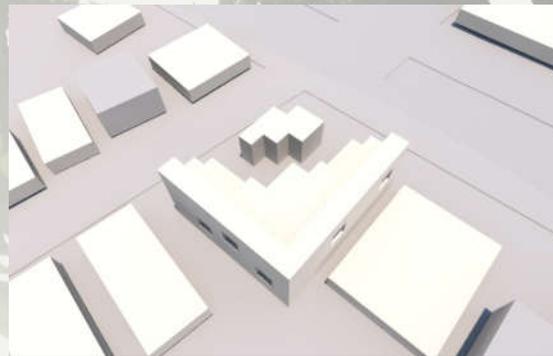


FIGURA 95: 12:00HS. FONTE: AUTOR, 2020.



FIGURA 96: 16:00HS. FONTE: AUTOR, 2020.

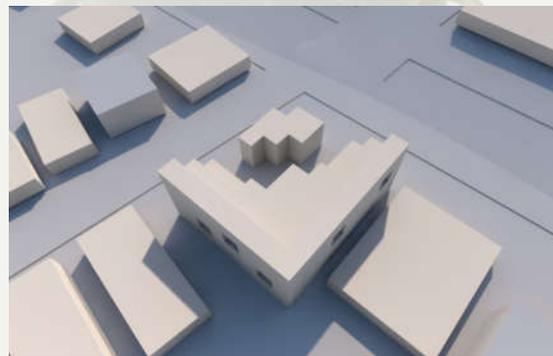


FIGURA 97: 16:00HS. FONTE: AUTOR, 2020.

SOLSTÍCIO DE INVERNO

SOLSTÍCIO DE VERÃO

A maior preocupação em relação à incidência solar, além do sombreamento dos vizinhos, e especificamente nessa hipótese, foi a possibilidade de sombreamento da edificação menor.

A simulação (figuras 92 a 97) deixa evidente que, especialmente no inverno, quando o sol é mais desejado, a pequena edificação, que abriga apenas instalações comerciais e de serviços, começa a receber incidência de raios solares por volta das 10:30 da manhã e continua recebendo uma boa quantidade de sol durante todo o restante do dia.

5.5.2. HIPÓTESE DE OCUPAÇÃO O2

O objetivo dessa hipótese de ocupação é trazer um escalonamento na parte posterior do lote (figura 99) que possibilite uma grande superfície de incidência solar e agradáveis estares ajardinados para os moradores; ao passo que as fachadas voltadas para as ruas apresentem uma forma mais sóbria, mas ainda assim bastante contemporânea com algumas subtrações de módulos que permitem que os usuários consigam obter uma visão das ruas.

O escalonamento da parte posterior é de acesso geral do condomínio, não sendo nenhuma parte restrita ao morador da unidade adjacente, mas privado de acesso, por questões de segurança, às pessoas da comunidade. Ainda entre os níveis serão inseridas escadas em pontos estratégicos que também servirão como uma espécie de

arquibancada onde se pode relaxar e socializar com chimarrão.

Também o escalonamento dessa parte posterior servirá para abrigar as espécies que farão o tratamento das águas cinzas.

A parte destacada em azul da figura 98 está estrategicamente posicionada na parte mais visível para quem chega ao prédio e com uma vista privilegiada dos plátanos da Av. Júlio de Castilhos para ser destinada à circulação vertical, com o intuito de estimular o uso das escadas, o que proporciona uma melhoria na saúde dos usuários e também economia de energia elétrica para o condomínio, conforme já apresentado nas referências.

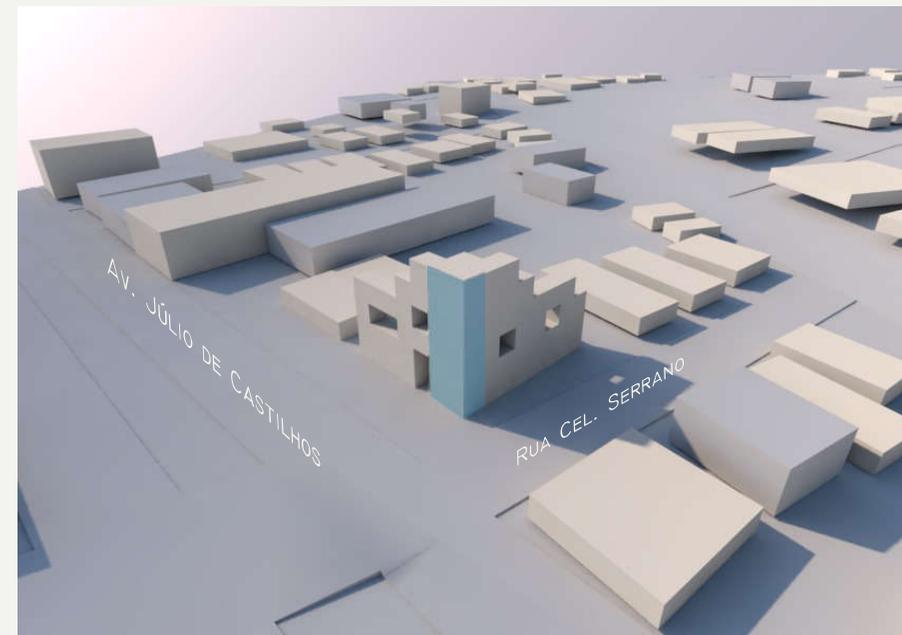


FIG. 98: MAQUETE VOLUMÉTRICA, ESCALA INDET. FONTE: AUTOR, 2020.

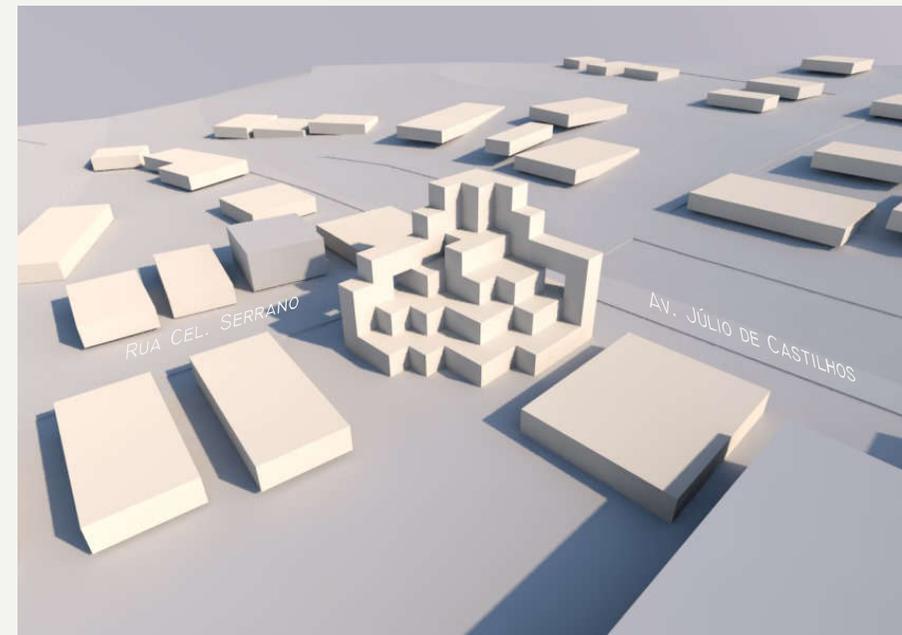


FIG. 99: MAQUETE VOLUMÉTRICA, ESCALA INDET. FONTE: AUTOR, 2020.

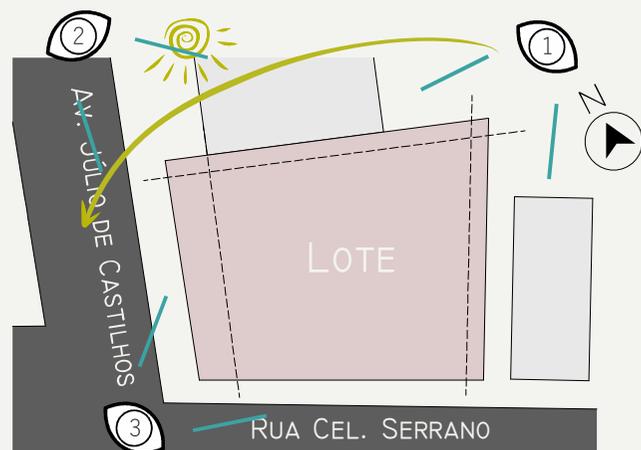


FIG. 100: LIMITES. ESCALA INDET. FONTE: AUTOR, 2020.

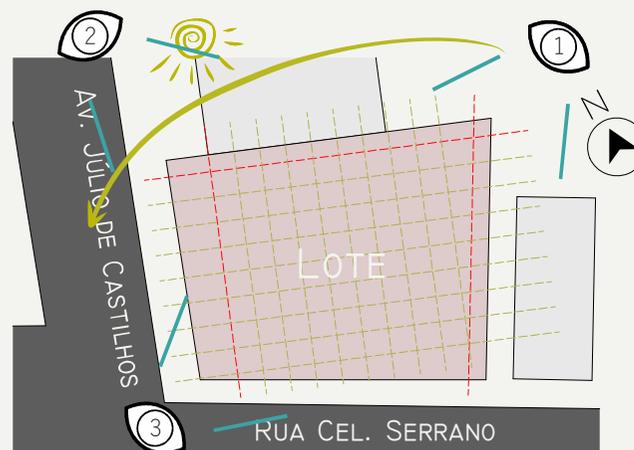


FIG. 101: QUADRÍCULA. ESCALA INDET. FONTE: AUTOR, 2020.

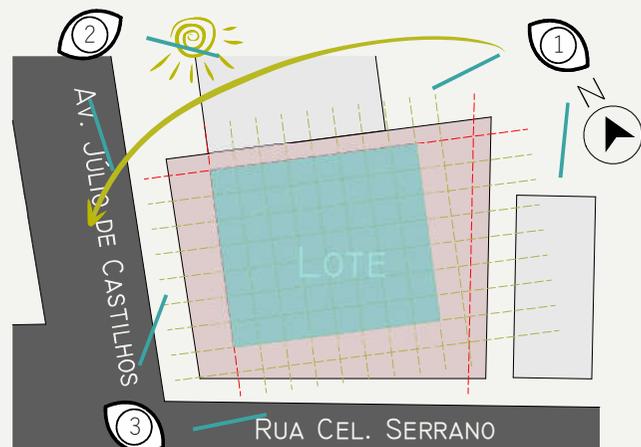


FIG. 102: OCUPAÇÃO. ESCALA INDET. FONTE: AUTOR, 2020.

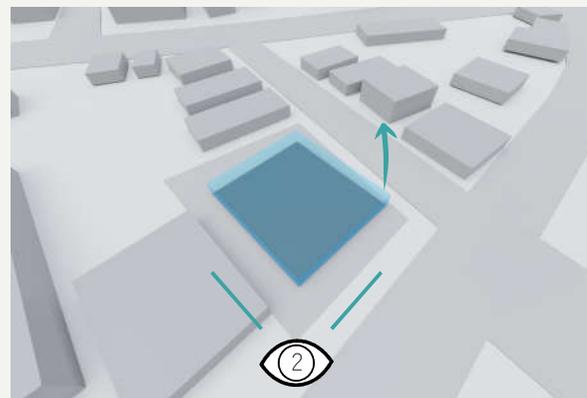


FIG. 103: OCUPAÇÃO 3D. ESCALA INDET. FONTE: AUTOR, 2020.

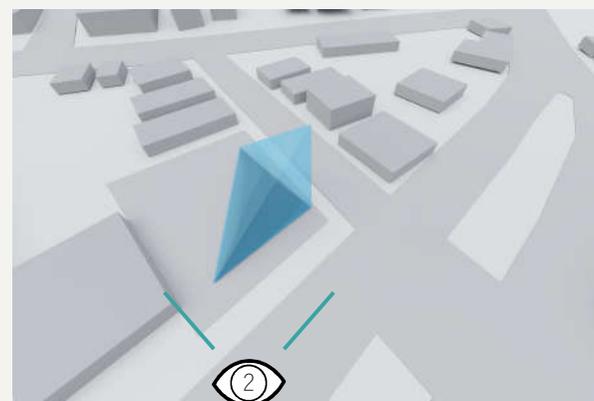


FIG. 104: DESENV. DA FORMA. ESCALA INDET. FONTE: AUTOR, 2020.



FIG. 105: PRISMA BASE. ESCALA INDET. FONTE: AUTOR, 2020.

Inicialmente, foram estabelecidos os limites da edificação (figura 100). A oeste, buscou-se o alinhamento com a edificação vizinha, ao sul não foi determinado nenhum afastamento, e com os terrenos vizinhos, foi deixado um afastamento de 2 metros.

A partir desses limites, foi estabelecida uma quadrícula de referência de 3x3 metros que é a medida do módulo (figura 101).

Essa quadrícula foi preenchida com módulos (mancha azul da figura 102), demarcando a área edificável pretendida do terreno.

Nesse momento voltamos à busca do objetivo dessa proposta que são dois: O aumento da superfície de contato com o sol onde serão criados jardins escalonados, e a geração de impacto visual por parte da edificação na entrada da cidade (ponto de vista 3 nas figuras 100, 101 e 102). A solução volumétrica encontrada para tal, foi a elevação do ponto marcado com a seta para cima na figura 103. O resultado disso foi a criação de um tetraedro deitado (figura 104). O próximo passo foi adaptar essa forma com uma mais condizente com a ocupação do terreno pretendida (figura 105).

OBS.: As figuras 100, 101 e 102 apresentam pontos de vista numerados que podem ser tomados como referência nas figuras 103 à 111.

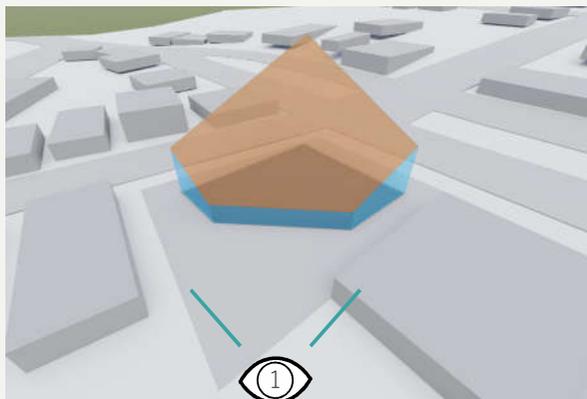


FIG. 106: SUPERFÍCIE DE INSOLAÇÃO. ESCALA INDETERMINADA. FONTE: AUTOR, 2020.

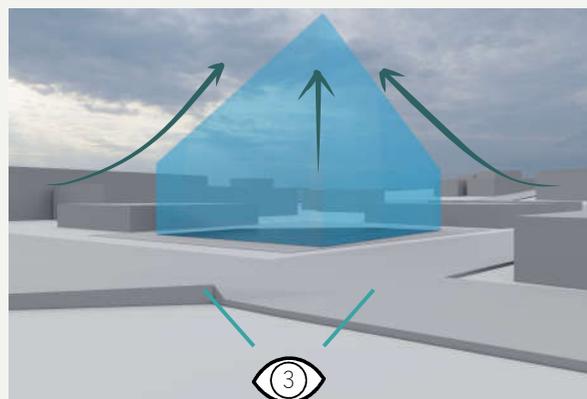


FIG. 107: ELEVAÇÃO DA ESQUINA. ESCALA INDETERMINADA. FONTE: AUTOR, 2020.

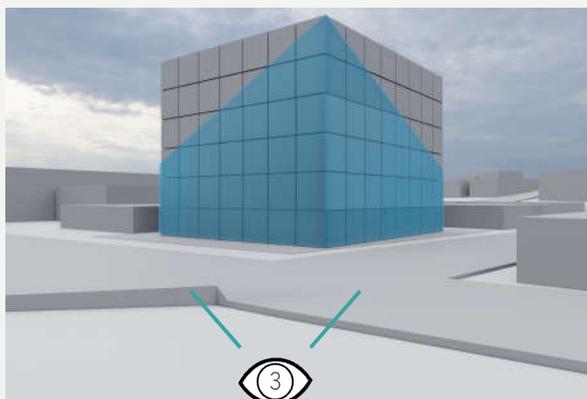


FIG. 108: PREENCHIMENTO MODULAR. ESCALA INDETERMINADA. FONTE: AUTOR, 2020.

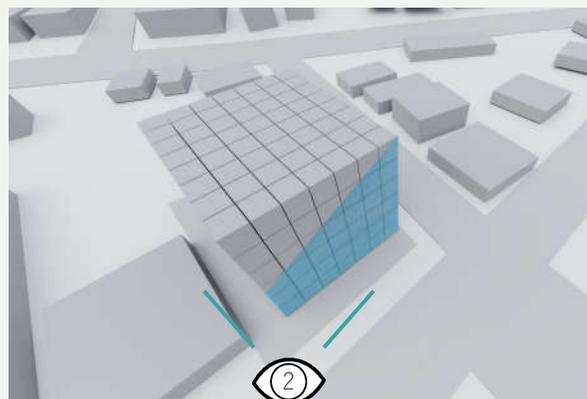


FIG. 109: PREENCHIMENTO MODULAR. ESCALA INDETERMINADA. FONTE: AUTOR, 2020.

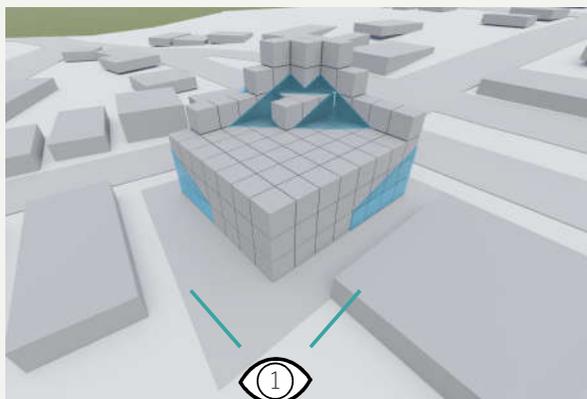


FIG. 110: DESENV. DA FORMA. ESCALA INDET. FONTE: AUTOR, 2020.

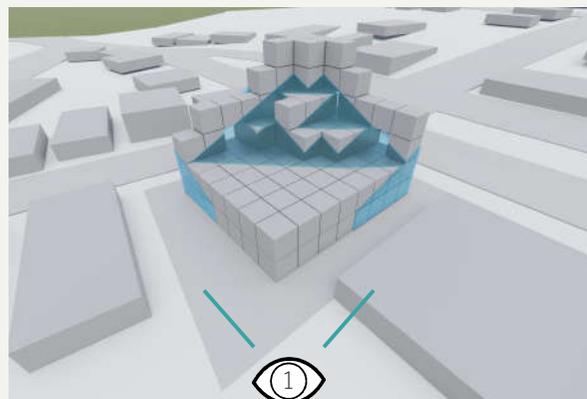


FIG. III: DESENV. DA FORMA. ESCALA INDET. FONTE: AUTOR, 2020.

Essa volumetria básica atende aos dois objetivos inicialmente propostos: A elevada superfície de insolação para o jardim escalonado (em laranja na figura 106) e o impacto visual na entrada da cidade quando dá uma dimensão para o eixo Z na esquina da quadra (figura 107).

Então aquela base de ocupação do terreno apresentada nas figuras 102 e 103 foi extrudada para cima até o limite legal de 6 pavimentos, conforme se pode ver nas figuras 108 e 109. E foram sendo retirados os módulos externos ao prisma base até chegar à forma final conforme as figuras 110, 111 e 112.

Dentro disso algumas exceções foram concedidas de modo a deixar a forma mais despojada, alguns módulos externos ao prisma base foram preservados e alguns internos a este foram retirados.

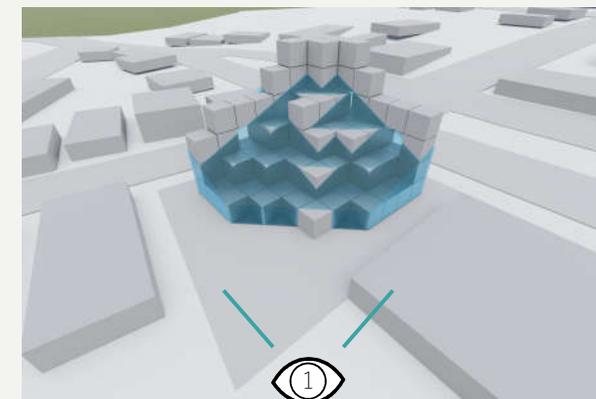


FIG. III: DESENV. DA FORMA. ESCALA INDET. FONTE: AUTOR, 2020.



FIGURA II2: 09:00HS. FONTE: AUTOR, 2020.

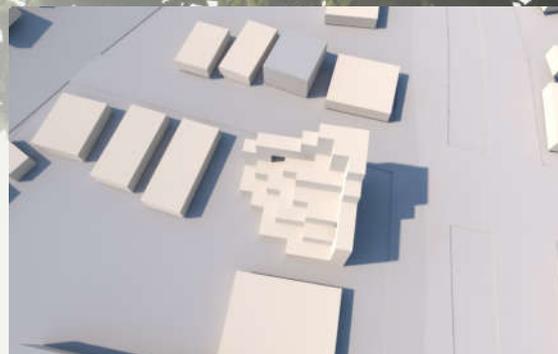


FIGURA II3: 09:00HS. FONTE: AUTOR, 2020.



FIGURA II4: 12:00HS. FONTE: AUTOR, 2020.

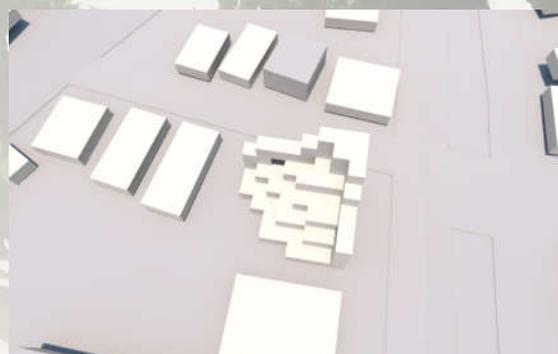


FIGURA II5: 12:00HS. FONTE: AUTOR, 2020.

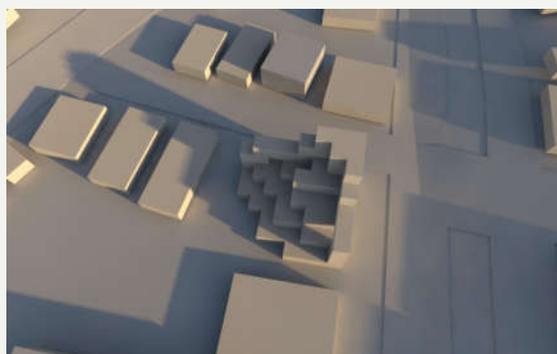


FIGURA II6: 16:00HS. FONTE: AUTOR, 2020.

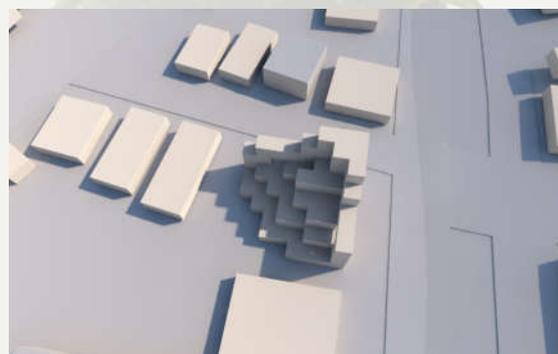


FIGURA II7: 16:00HS. FONTE: AUTOR, 2020.

SOLSTÍCIO DE INVERNO

SOLSTÍCIO DE VERÃO

A premissa dessa hipótese, de exposição de uma grande superfície do envelope ao sol, pode ter seu sucesso verificado nessa simulação de incidência solar (figuras 112 a 117).

Especialmente no inverno, fica evidente nas imagens que a face posterior escalonada recebe um grande volume de irradiação solar durante a maior parte do dia. E no verão às 16 horas, quando, segundo os estudos de temperatura nessa pesquisa apresentados, o calor é mais intenso, as pessoas podem usufruir de uma agradável sombra que tem seu potencial refrescante ampliado pela evapotranspiração do jardim.

5.5.3. HIPÓTESE DE OCUPAÇÃO 03

A hipótese 03 por sua vez, busca um objetivo de certa forma semelhante ao da hipótese 02, de criar uma considerável superfície de incidência solar, porém com uma fachada frontal que cause certo impacto visual à entrada da cidade, ou seja, a hipótese de ocupação 03 busca equilibrar as premissas das duas primeiras.

É válido mencionar nesse momento que a fachada frontal, por ainda estar em fase de desenvolvimento volumétrico não apresenta as características vislumbradas mentalmente na concepção, pois essas virão com a inserção da materialidade em um momento posterior do desenvolvimento do projeto, que seguirá os princípios do sistema Pixel Facade abordado nas referências, e que criará um caráter natural e aconchegante mesclando elementos da natureza com a madeira e planos translúcidos através dos quais a natureza inundará os espaços

internos de beleza e tranquilidade.

Essa proposta ainda conta com um espaço aberto na parte frontal que receberá um belo jardim e um caminho peatonal, uma espécie de atalho ligando a Rua Cel. Serrano e a Av. Júlio de Castilhos.

A parte posterior da edificação (figura 119) teve alguns módulos retirados nas extremidades laterais superiores deixando essa com um aspecto geral um pouco piramidal, mas com o objetivo principal de dar uma certa leveza na fachada frontal. O jardim aqui desenvolvido terá os mesmos propósitos já descritos na hipótese de ocupação 02, de estar geral do condomínio, filtragem das águas cinzas, com escadas ligando os níveis.

Adicionalmente a retirada da metade frontal (figura 118) dos módulos deixa a edificação mais estreita como um todo, facilitando a ventilação cruzada no interior das unidades habitacionais.

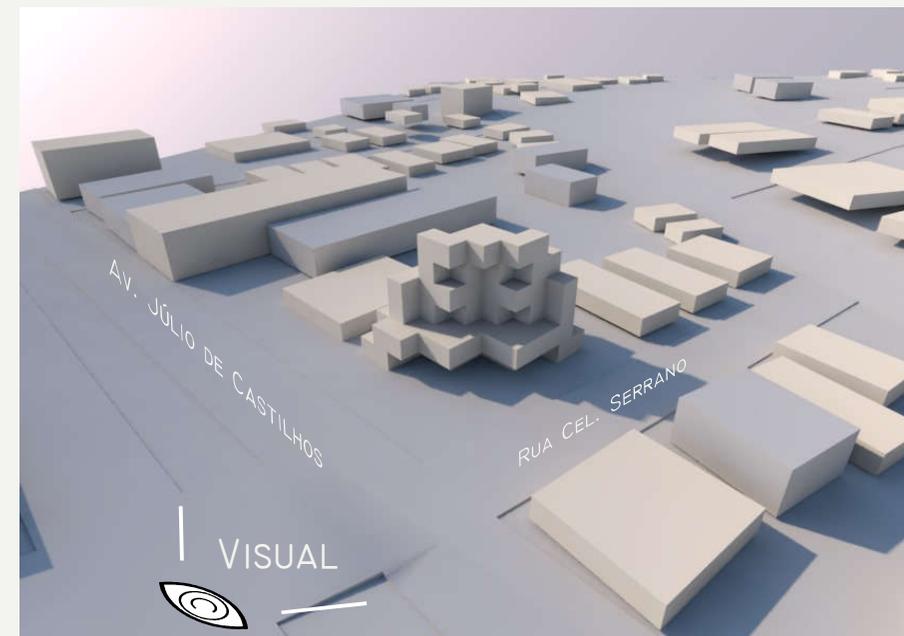


FIG. 118: MAQUETE VOLUMÉTRICA, ESCALA INDET. FONTE: AUTOR, 2020.

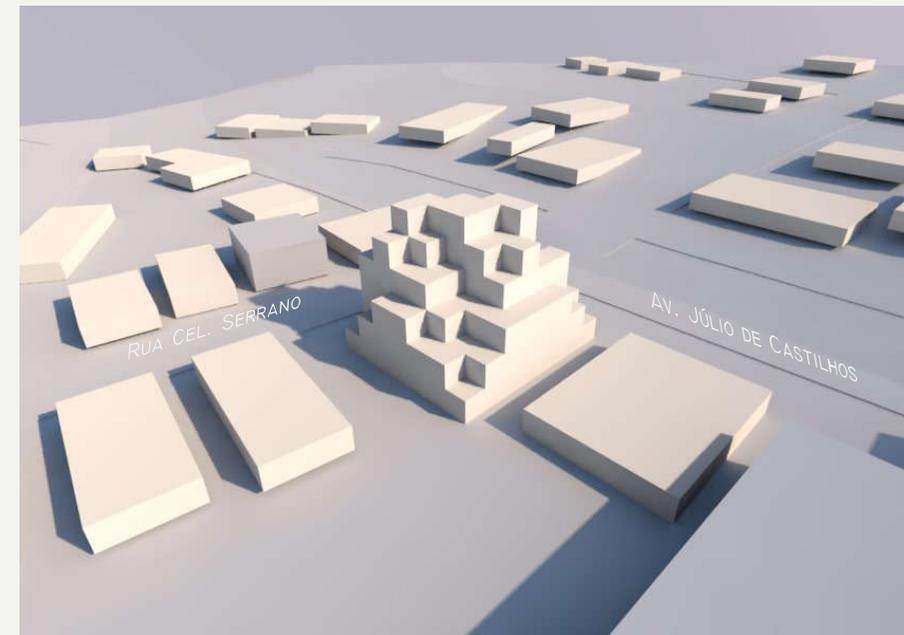


FIG. 119: MAQUETE VOLUMÉTRICA, ESCALA INDET. FONTE: AUTOR, 2020.

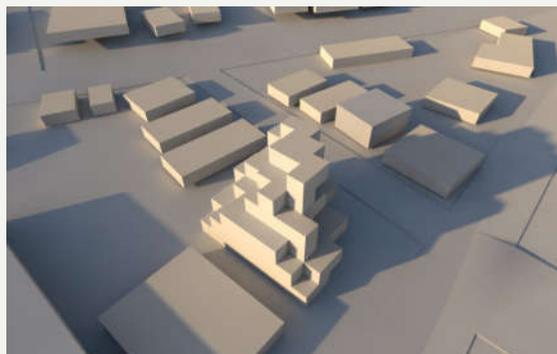


FIGURA 120: 09:00HS. FONTE: AUTOR, 2020.

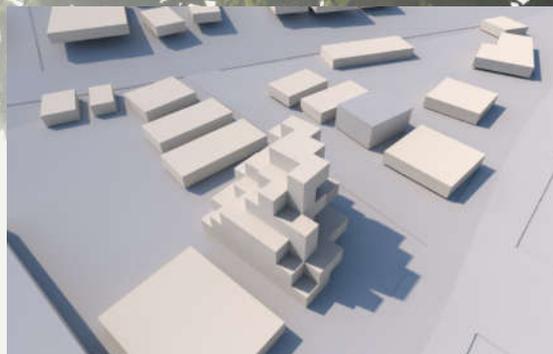


FIGURA 121: 09:00HS. FONTE: AUTOR, 2020.

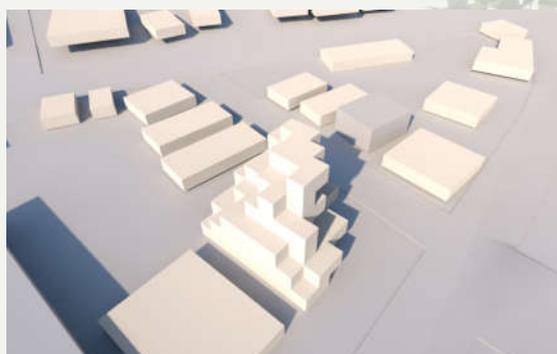


FIGURA 122: 12:00HS. FONTE: AUTOR, 2020.

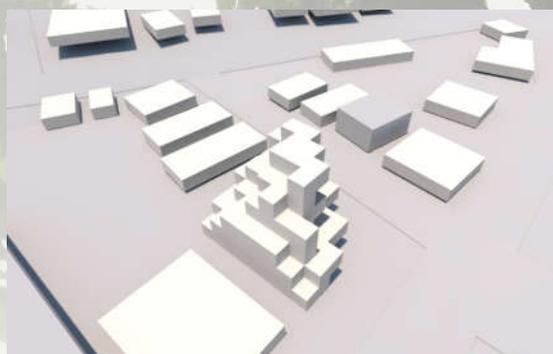


FIGURA 123: 12:00HS. FONTE: AUTOR, 2020.

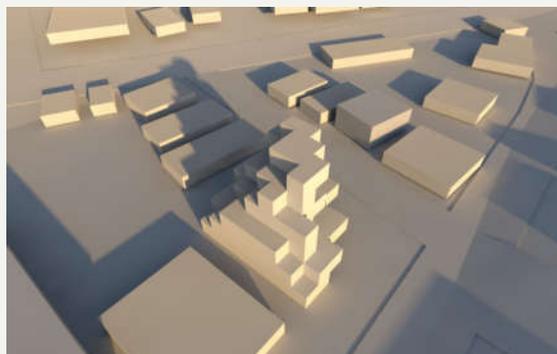


FIGURA 124: 16:00HS. FONTE: AUTOR, 2020.

SOLSTÍCIO DE INVERNO

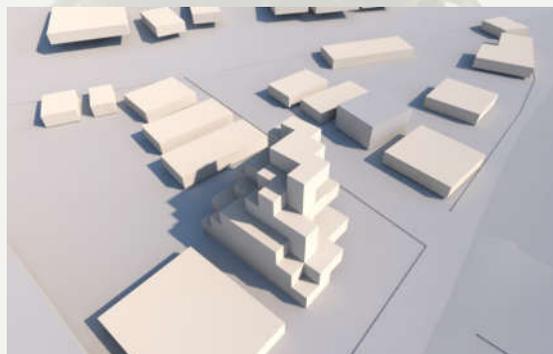


FIGURA 125: 16:00HS. FONTE: AUTOR, 2020.

SOLSTÍCIO DE VERÃO

A simulação (figuras 120 a 125) indica uma boa quantidade de horas diárias de recebimento de incidência solar e um sombreamento dos vizinhos relativamente pouco preocupante, especialmente mais no final do dia, quando essas edificações lindeiras já receberam uma satisfatória quantidade de calor solar.

Sendo formado pela edificação um eixo longitudinal no sentido norte-sul, mesmo no inverno há incidência solar na imensa maioria das superfícies do envelope.

5.5.4. HIPÓTESE DE OCUPAÇÃO O4

A hipótese 04 traz diretrizes semelhantes às da 03, como a liberação da metade frontal do lote para o paisagismo e o aumento da superfície de incidência solar no envelope, diferindo na orientação da quadrícula ordenadora que tem seus nós alinhados com os pontos cardeais, como se pode perceber no indicador do norte da figura 126. Essa mudança visa aumentar ainda mais a incidência solar em relação à proposta anterior. A partir da nova quadrícula, em marrom claro na figura 126, manteve-se a mesma lógica para os recuos, em vermelho, e traçou-se uma diagonal, em azul, na mesma figura 126.



FIG. 126: PARTIDO, ESCALA INDET. FONTE: AUTOR, 2020.

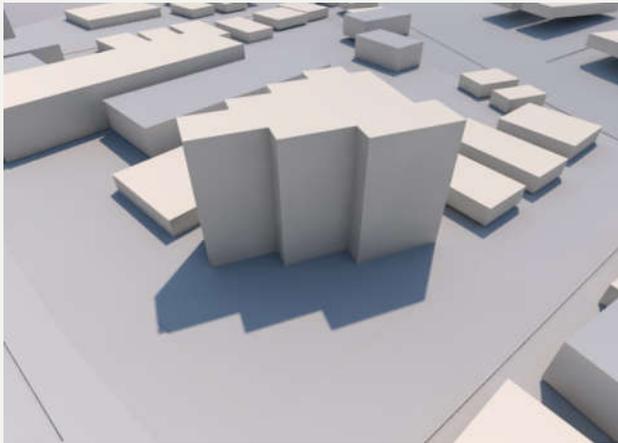


FIG. 127: EXTRUSÃO, ESCALA INDET. FONTE: AUTOR, 2020.

Partindo disso, os módulos foram distribuídos por todo o lote e excluídos aqueles que invadiram os recuos e os que estavam além de tangenciar a linha azul que divide o lote diagonalmente, formando a base. Essa base foi extrudada verticalmente até a altura de 6 pavimentos, que é a altura máxima permitida (figura 127) e lapidada com a exclusão de mais módulos, seguindo novamente a lógica da proposta anterior.

Partindo disso, os módulos foram distribuídos por todo o lote e excluídos aqueles que invadiram os recuos e os que estavam além de tangenciar a linha azul que divide o lote diagonalmente, formando a base. Essa base foi extrudada verticalmente até a altura de 6 pavimentos, que é a altura máxima permitida (figura 127) e lapidada com a exclusão de mais módulos, seguindo novamente a lógica da proposta anterior.

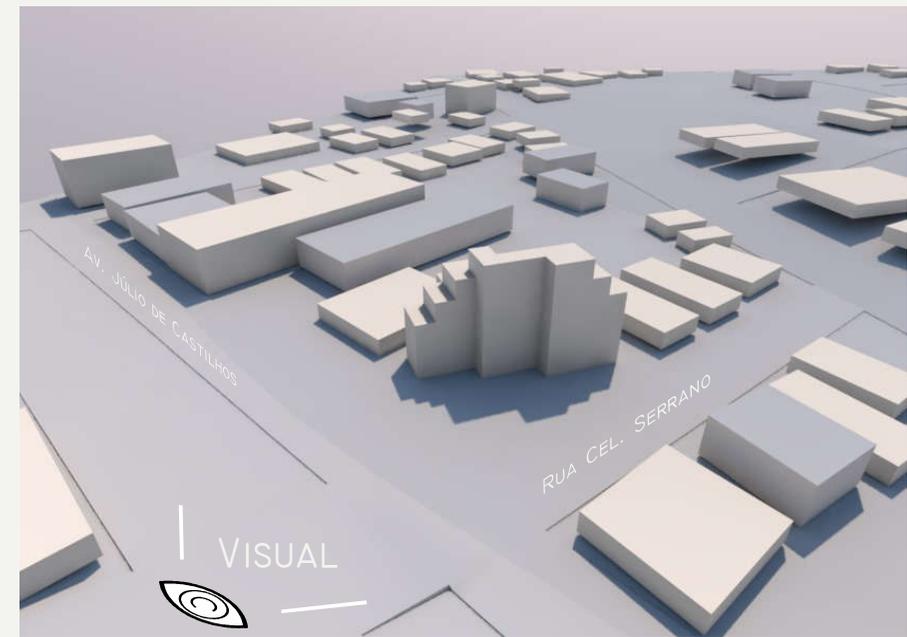


FIG. 128: MAQUETE VOLUMÉTRICA, ESCALA INDET. FONTE: AUTOR, 2020.

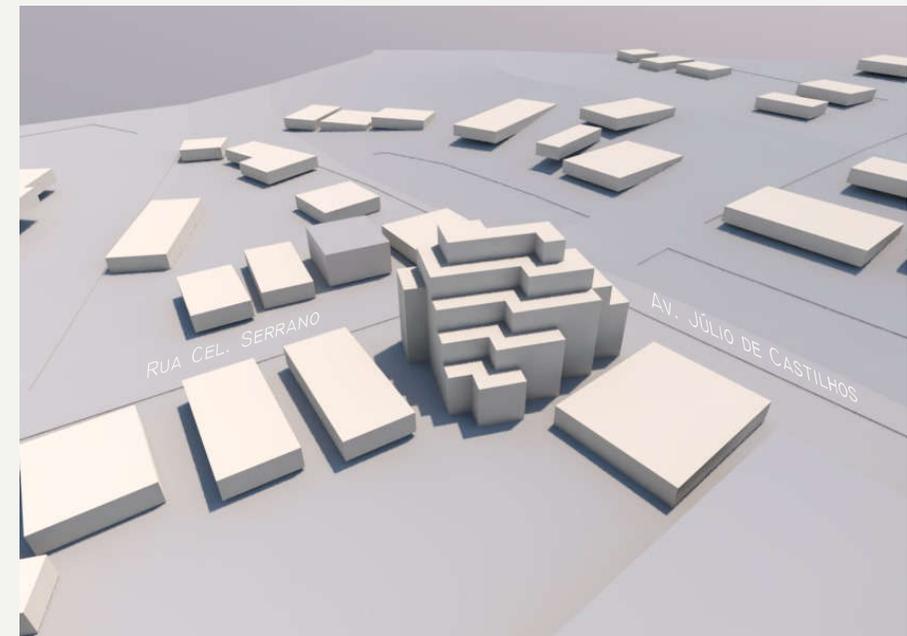


FIG. 129: MAQUETE VOLUMÉTRICA, ESCALA INDET. FONTE: AUTOR, 2020.

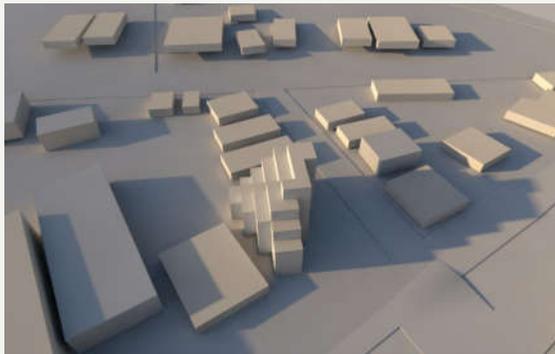


FIGURA 130: 09:00HS. FONTE: AUTOR, 2020.

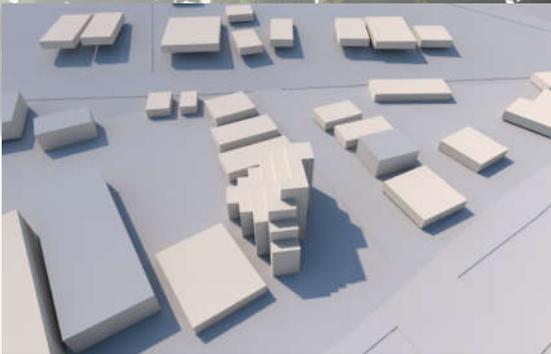


FIGURA 131: 09:00HS. FONTE: AUTOR, 2020.

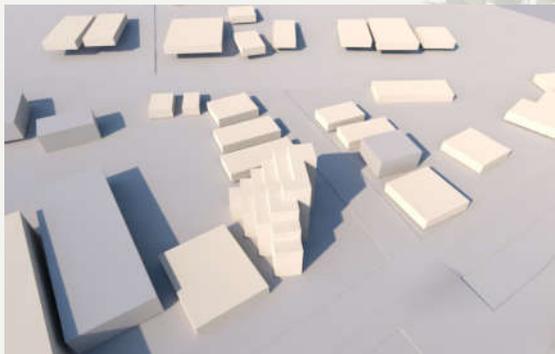


FIGURA 132: 12:00HS. FONTE: AUTOR, 2020.

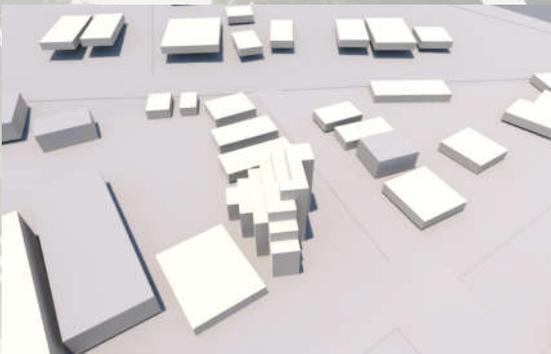


FIGURA 133: 12:00HS. FONTE: AUTOR, 2020.

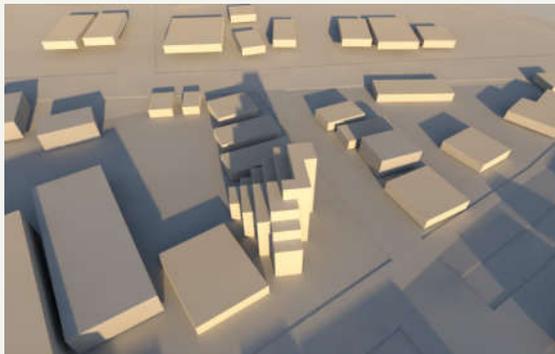


FIGURA 134: 16:00HS. FONTE: AUTOR, 2020.

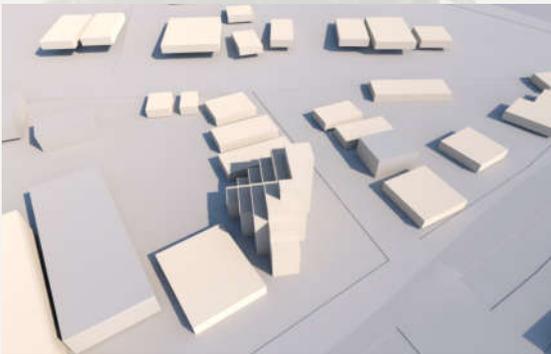


FIGURA 135: 16:00HS. FONTE: AUTOR, 2020.

SOLSTÍCIO DE INVERNO

SOLSTÍCIO DE VERÃO

A simulação (figuras 130 a 135) indica uma boa quantidade de horas diárias de recebimento de incidência solar e um sombreamento dos vizinhos relativamente pouco preocupante, especialmente mais no final do dia, quando essas edificações lindeiras já receberam uma satisfatória quantidade de calor solar.

Sendo formado pela edificação um eixo longitudinal no sentido norte-sul, mesmo no inverno há incidência solar na imensa maioria das superfícies do envelope.

Às 16 horas, durante o verão, quando sabemos pelos estudos aqui apresentados que é o horário mais quente do ano, os espaços ajardinados posteriores do edifício recebem sombra, o que somado à evapotranspiração das espécies, cria um espaço de temperatura amena que pode inclusive, dependendo do vento, ajudar na refrigeração interior do prédio.

6. CONCLUSÃO

Essa pesquisa compila um conjunto do que há de mais atual e eficiente em termos de soluções tecnológicas e estratégicas ambientalmente amigáveis, que servirão de subsídio para o desenvolvimento do projeto.

Dentre os objetivos da proposição desse projeto estão:

1. A demonstração da viabilidade de mais uma estratégia que vem a somar no conjunto de possibilidades no caminho de um morar colaborativo e mais solidário com a sociedade e com o planeta;

2. Através do exemplo, desmistificar tabus e demonstrar que existem alternativas interessantes de modo de vida opostos ao individualismo e consumismo impostos pelo sistema econômico como única forma de economia viável;

3. Demonstrar que, ao contrário do que se pensa, morar e viver de maneira não agressiva ao planeta pode ser tanto quanto ou mais confortável e interessante do que o que se tem como convencional;

4. Promover mídia espontânea para o município, que teria o primeiro edifício

sustentável do Brasil, contribuindo para a já existente vocação para o ecoturismo. Atraindo visitantes, promovendo receita e estimulando mais iniciativas semelhantes.

A proposta de ocupação considerada mais adequada aos objetivos propostos é a de número 02. Essa enquadra-se melhor na malha urbana já existente, sua fachada frontal causa impacto visual e desperta a curiosidade em quem chega na cidade, e a parte posterior possibilita espaços agradáveis, com certa privacidade, ensolarados quando precisa e sombreados quando convém, esses jardins criam

atmosferas que também influenciam no interior da edificação, e o escalonamento torna o volume interessante, possibilita maior incidência solar nos apartamentos e facilita o sistema de filtragem de águas cinzas adotado conforme demonstrado no referencial teórico.

LOPES, Victor. O que é o paradoxo do navio de Teseu?: se o navio de teseu trocar de peças ao longo de uma viagem, ainda será o mesmo? filósofos tentam solucionar o mistério.. Se o navio de Teseu trocar de peças ao longo de uma viagem, ainda será o mesmo? Filósofos tentam solucionar o mistério.. 2018. Disponível em: <https://super.abril.com.br/mundo-estranho/o-que-e-o-paradoxo-do-navio-de-tese/>. Acesso em: 19 out. 2020.

SADAVA, David et al. Vida: A ciência da biologia: Volume I: Célula e hereditariedade. 8. ed. São Paulo: Artmed, 2009. 1 v.

ROAF, Sue. Ecohouse a casa ambientalmente sustentável. 4. ed. Porto Alegre: Bookman, 2014. 456 p.

DINIZ, João Antonio Valle et al. A Casa Ambientalmente Sustentável. Belo Horizonte: Universidade Fumec, 2008. 36 p.

LAMBERTS, Roberto; DUTRA, Luciano; PEREIRA, Fernando O. R.. Eficiência Energética na Arquitetura. 3. ed. Rio de Janeiro: Procel - Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica, 201-. 366 p. Colaboração com Eletrobrás e Ministério de Minas e Energia, Governo Federal.

ALVES, Gabriela Ferreira Morais de Oliveira. Manual Para Projetos em CLT (Cross Laminated Timber). Brasília: Uniceub, 2018. 62 p.

GRAF, Helena Fernanda; TAVARES, Sérgio Fernando. Energia Incorporada dos materiais de uma edificação padrão brasileira residencial. Curitiba: UFPR, 2010.

SPOSTO, Rosa Maria; PAULSEN, Jacob Silva. Energia Incorporada em Habitações de Interesse Social na Fase de Pré-Uso: o caso do programa minha casa minha vida no brasil. Oculum Ensaios: Revista de Arquitetura e Urbanismo, Campinas, v. 11, n. 1, p. 39-50, jan. 2014. Semestral.

KEHL, Caroline; ROCHA, Cecília; CRUZ, Juliana. Princípios e Aplicações de Conceitos de Coordenação Dimensional na Obra de Glenn Murcutt. Porto Alegre: UFRGS, 2007.

BALDAUF, Alexandra Staudt Follmann. Contribuição à Implementação da Coordenação Modular da Construção no Brasil. 2004. 148 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Ufrgs, Porto Alegre, 2004.

STRAPASSON, Danilo Cesar. Flexibilidade em Projetos de Edificações de Ensino Superior: estudo de caso na ufpr. 2011. 112 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Ufpr, Curitiba, 2011.

OLIVEIRA, Geórgia; VALE, Clécio Magalhães do. ESTRATÉGIAS DE FLEXIBILIDADE NA CONSTRUÇÃO PRÉ-FABRICADA. Cadernos de Arquitetura e Urbanismo, [S.L.], v. 25, n. 37, p. 150-188, 7 jun. 2019. Pontificia Universidade Católica de Minas Gerais. <http://dx.doi.org/10.5752/p.2316-1752.2018v25n37p150>.

PIRES, Nayara. As Manifestações da Flexibilidade na Arquitetura. 2018. 177 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Presbiteriana Mackenzie, São Paulo, 2018.

COSTA, Heliara Aparecida; LOGSDON, Louise; FABRICIO, Márcio Minto. Flexibilidade em projetos de arquitetura: contribuições a partir de uma revisão sistemática da literatura. Parc Pesquisa em Arquitetura e Construção, [S.L.], v. 8, n. 3, p. 144-160, 31 jan. 2018. Universidade Estadual de Campinas. <http://dx.doi.org/10.20396/parc.v8i3.8650206>.

CROSSLAM. Informações Técnicas Básicas. Suzano: Crosslam, 201-. 19 slides, color.

FRANÇA, Marina Engel; BOGO, Amilcar José. Avaliação de conforto ambiental comparativa em edificações construídas em madeira laminada colada cruzada (Painéis CLT) e em sistemas construtivos tradicionais. Labor e Engenho, [S.L.], v. 13, p. 1-17, 11 nov. 2019. Universidade Estadual de Campinas. <http://dx.doi.org/10.20396/labore.v13i0.8654332>.

MONTEIRO, André; MARTINS, João Poças. Building Information Modeling: teoria e aplicação. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON ENGINEERING, 01., 2011, Covilhã, Portugal. Anais [...] . Covilhã, Portugal: University Of Beira Interior, 2011. p. 1-10.

BIOTTO, Clarissa Notariano; FORMOSO, Carlos Torres; ISATTO, Eduardo Luis. Método Para Uso da Modelagem Bim na Gestão da Produção em Empreendimentos da Construção. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE QUALIDADE DO PROJETO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO E ENCONTRO DE TECNOLOGIA DE INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO NA CONSTRUÇÃO, 2., 2013, Campinas. Anais [...] . Porto Alegre: Antac, 2013. p. 882-896.

CAMPESTRINI, Tiago Francisco et al. Entendendo BIM. Curitiba: Tiago Francisco Campestrini, 2015. 51 p.

BEGHINI, Lucas Bragazza. Automação Residencial de Baixo Custo Por Meio de Dispositivos Móveis com Sistema Operacional Android. 2013. 78 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Elétrica Com Ênfase em Eletrônica, Departamento de Engenharia Elétrica, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2013.

WORTMEYER, Charles; FREITAS, Fernando; CARDOSO, Líuam. Automação Residencial: busca de tecnologias visando o conforto, a economia, a praticidade e a segurança do usuário. In: SIMPÓSIO DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO E TECNOLOGIA, 2., 2005, Resende. Anais [...] . Resende: Associação Educacional Dom Bosco, 2005. p. 1064-1067.

ACCARDI, Adonis; DODONOV, Eugeni. Automação Residencial: elementos básicos, arquiteturas, setores, aplicações e protocolos. Tecnologias, Infraestrutura e Software, São Carlos, v. 1, n. 2, p. 156-166, nov. 2012.

BULLITT FOUNDATION (Seattle). Virtual Tour of the Bullitt Center. 2020. Tradução do autor. Disponível em: <https://bullittcenter.org/2020/06/30/virtual-tour-of-the-bullitt-center/>. Acesso em: 06 out. 2020.

PEÑA, Robert B.. Living Proof The Bullitt Center: high performance building case study. Seattle: University Of Washington, 2014. 46 p. Tradução do Autor.

BULLITT FOUNDATION (Seattle). Building Features: bullitt center. Bullitt Center. 2020. Tradução do autor. Disponível em: <https://bullittcenter.org/building/building-features/>. Acesso em: 28 out. 2020.

OLIVER THOMAS (Nova Iorque). Pixel Architects. 2020. Tradução do Autor. Disponível em: <https://www.pixel-arc.com/pixelfacade>. Acesso em: 09 out. 2020.

ARCHITECTURE-STUDIO (Paris). Institut du Monde Arabe. 2011. Tradução do Autor. Disponível em: https://www.archdaily.com/162101/ad-classics-institut-du-monde-arabe-jean-nouvel?ad_source=search&ad_medium=search_result_all. Acesso em: 28 out. 2020.

TRIPTYQUE ARQUITETURA (São Paulo). AMATA: urban forest. Urban Forest. 2017. Disponível em: <http://triptyque.com/en/project/amata-3/>. Acesso em: 28 out. 2020.

TEAM V ARCHITECTUUR (Amsterdã). HAUT. 2016. Disponível em: <https://teamv.nl/projecten/haut/>. Acesso em: 29 out. 2020.

RANDOLPH, Multi; ROSEMBAUM. Restaurante Bossa. 2016. Disponível em: https://www.archdaily.com.br/br/789299/restaurante-bossa-rosenbaum-r-plus-muti-randolph?ad_medium=office_landing&ad_name=article. Acesso em: 29 out. 2020.

IBGE. Cidades e Estados. 2020. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/rs/sao-francisco-de-paula.html>. Acesso em: 29 out. 2020.

OLIVEIRA, Fernando. São Francisco de Paula é um espetáculo nesta época do ano com a transformação da vegetação no outono. 05 maio 2018. Twitter: @fernao_berthold. Disponível em: https://twitter.com/fernao_berthold. Acesso em: 13 nov. 2020.

SÃO FRANCISCO DE PAULA. PMSFP. . Perfil da Cidade. 2020. Disponível em: <https://www.saofranciscodepaula.rs.gov.br/portal/servicos/1002/perfil-da-cidade/>. Acesso em: 29 out. 2020.

PRANDI, Jair. São Francisco de Paula: o que fazer e pontos turísticos. O que fazer e pontos turísticos. Disponível em: <https://www.viagenscaminhos.com/2017/03/guia-de-sao-francisco-de-paula-rs.html>. Acesso em: 29 out. 2020.

WEATHER SPARK. Clima característico em São Francisco de Paula. 2016. Disponível em: <https://pt.weatherspark.com/y/29795/Clima-caracter%C3%ADstico-em-S%C3%A3o-Francisco-de-Paula-Brasil-durante-o-ano#:~:text=A%20dire%C3%A7%C3%A3o%20m%C3%A9dia%20hor%C3%A1ria%20predominante,46%25%20em%2029%20de%20junho..> Acesso em: 30 out. 2020.

SÃO FRANCISCO DE PAULA (Município). Lei nº 3499, de 2019. Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano Ambiental Integrado. São Francisco de Paula, RS, 21 nov. 2019.

CBMRS. RESOLUÇÃO TÉCNICA CBMRS N.º 05 - PARTE 3.1: processo de segurança contra incêndio: plano simplificado de prevenção e proteção contra incêndio - pspci. 5. ed. Porto Alegre: Cbmrs, 2016. 131 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 5626: Instalação Predial de Água Fria. Rio de Janeiro: Abnt, 1998. 41 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 9050: Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos. Rio de Janeiro: Abnt, 2015. 148 p.

CREDER, Hélio. Instalações hidráulicas e sanitárias. 6. Rio de Janeiro LTC 2006 1 recurso online ISBN 978-85-216-1937-6.

SUNLAB POWER (São Paulo). Dimensionamento de Painéis Solares. 2019. Disponível em: http://www.sunlab.com.br/Dimensionamento_solar_fotovoltaico.htm. Acesso em: 01 nov. 2020.