

**UNIVERSIDADE DE TAUBATÉ**  
**Departamento de Arquitetura**

**Mauro Silva de Sousa**

**HABITAÇÃO EFICIENTE: projeto de habitação voltado para máxima  
eficiência energética proposto no município de Taubaté - SP**

**Taubaté 2020**

**Mauro Silva de Sousa**

**HABITAÇÃO EFICIENTE: projeto de habitação voltado para máxima eficiência energética proposto no município de Taubaté - SP**

Projeto de Pesquisa para o desenvolvimento do Trabalho de Graduação em Arquitetura e Urbanismo na Universidade de Taubaté, elaborado sob orientação do Prof. Vinicius Barros Barbosa

**Taubaté  
2020**

Ficha catalográfica elaborada pelo  
SIBi – Sistema Integrado de Bibliotecas / UNITAU

S725h

Sousa, Mauro Silva de

Habitação eficiente: projeto de habitação voltado para máxima eficiência proposto no município de Taubaté-SP. / Mauro Silva de Sousa. -- 2021.

72 f.: il.

Monografia (graduação) - Universidade de Taubaté, Departamento de Arquitetura e Urbanismo, 2021.

Orientação: Prof. Me. Vinicius Barros Barbosa. Departamento de Arquitetura e Urbanismo.

1. Situação energética. 2. Construções eficientes. 3. Soluções energéticas. 4. Conforto. I. Universidade de Taubaté. Departamento de Arquitetura e Urbanismo. II. Título.

CDD –

## **DEDICATÓRIA**

Agradeço ao meu coordenador, o Professor Vinicius Barros Barbosa por ter aceitado acompanhar-me neste projeto. O seu empenho foi essencial para a minha motivação à medida que as dificuldades iam surgindo ao longo do percurso.

Expresso minha gratidão a todos os profissionais do departamento e do curso de Arquitetura e Urbanismo da Universidade UNITAU por todo o apoio que me deram ao longo da realização do meu trabalho.

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente queria agradecer ao meu orientador Vinicius Barros Barbosa por todas as orientações, atenção, tempo dedicado e sobretudo pela capacidade de reinventar-se no atual momento de uma pandemia para ultrapassar as barreiras impostas.

Aos meus amigos e colegas de faculdade pela partilha de ideias, contribuição na pesquisa, especialmente na experiência compartilhada durante a formação acadêmica.

Agradeço aos professores do curso que estiveram comigo durante todos esses semestres, por todos os ensinamentos passados nos quais foram imprescindíveis para o desenvolvimento desse trabalho.

## RESUMO

O objetivo do TG é desenvolver o projeto arquitetônico, estrutural, aproveitamento e melhora da situação energética das residências. O trabalho será desenvolvido a partir da análise da situação atual de Taubaté-SP com pesquisas sobre os gastos de energia e visitas técnicas para chegar a soluções específicas para a área. Esse local definido para estudo e aplicação do projeto tem uma grande importância, visto que é uma região de crescimento, o perímetro em particular com potencial para a cidade e com a aplicação das construções eficientes, iria se tornar-se um exemplo para toda cidade, arredores, cidades vizinhas e outros. Tendo em vista as particularidades de cada bairro, a busca por melhores alternativas energéticas para os problemas aparentes, irá melhorar a aplicação das soluções escolhidas para cada clima e intemperes diferentes, melhorando assim deis das escolhas dos materiais para o bairro como o uso de soluções energéticas eficientes e que se adequem ao clima, gerando conforto climático aos moradores, economizando com gastos excessivos de energia ou uso de equipamentos super dimensionados. Criando uma identidade para o investimento em edificações residenciais e moradias eficientes no município de Taubaté, mostrando como é vantajoso o uso dessas soluções em um projeto arquitetônico, com estudo adequado do clima e problemática que o projeto deve atuar e melhorar o conforto do usuário dispensando o uso de grandes equipamentos.

**Palavras-chave:** Situação Energética. Crescimento. Construções Eficientes. Taubaté. Soluções Energética. Soluções. Conforto

## RELAÇÃO DE FIGURAS

Figura 1 –Mapa PIB Sub-Região 2 adaptado pelo autor.....	9
Figura 2 – Mapa Estado de SP, adaptado pelo autor.....	10
Figura 3 - Mapa foco sub-região 2, adaptado pelo autor.....	10
Figura 4 – Mapa sub-região 2 foco em Taubaté, adaptado pelo autor.....	11
Figura 5 - Mapa Taubaté foco no Bairro Vila São José, adaptado pelo autor.....	11
Figura 6 - Bairro Vila São José, adaptado pelo autor.....	12
Figura 7 - Terreno Escolhido para Intervenção, adaptado pelo autor.....	12
Figura 8 - Fotografia Hospital do aparelho locomotor Sarah Kubitschek.....	13
Figura 9 - Croqui solução energética.....	14
Figura 10 – Sensação térmica medida durante o uso do edifício.....	14
Figura 11 – Gráfico de curva de temperatura ao longo do dia.....	15
Figura 12 - Fotografia: residência sem impacto.....	16
Figura 13 -. Residência sem impacto a 01.....	17
Figura 14 – Detalhe estrutural, adaptada pelo autor.....	17
Figura 15 – mobiliário pré-moldado.....	18
Figura 16 - Centro de Inovação UC – Chile.....	19
Figura 17 – Planta baixa recepção. Centro de Inovação UC – Chile.....	20
Figura 18 – Fotografia da fachada da residência CasaE.....	21
Figura 19 – Detalhe do método de construção.....	22
Figura 20 – Planta baixa CasaE.....	23
Figura 21 – Detalhe de aberturas e iluminação em LED.....	23
Figura 22 – Mapa centro original Taubaté 1943.....	24
Figura 23 – Mapa de localização do bairro Vila São José.....	25
Figura 24 – sobreposição do mapa 1943 sobre o atual.....	25

Figura 25 - Fonte: Mauro Silva de Sousa. 2021 .....	28
Figura 26 – Gráfico de temperatura média em Taubaté-SP 2020. ....	29
Figura 27 – Gráfico de nebulosidade em Taubaté - SP 2020. ....	29
Figura 28 -Gráfico de temperaturas horaria média em Taubaté – SP 2020 .....	30
Figura 29 – Gráfico de precipitação media em Taubaté – SP 2020. ....	30
Figura 30 – Gráfico de crepúsculo e luz visível em Taubaté – SP 2020. ....	31
Figura 31 – Gráfico de conforto de umidade em Taubaté – SP 2020. ....	32
Figura 32 – Gráfico de velocidade média dos ventos em Taubaté – SP 2020. ....	32
Figura 33 – Gráfico de porcentagem de horas da direção do vento em Taubaté – SP 2020. ....	33
Figura 34 – Gráfico de energia solar de ondas curtas em Taubaté – SP 2020. ....	34
Figura 35 - Blocos em EPS para montagem do método construtivo Isocret. ....	35
Figura 36 - Detalhe de montagem do sistema Isocret. ....	35
Figura 37 - Croqui de desenvolvimento de implantação .....	39
Figura 38 - Croqui de desenvolvimento de implantação. ....	39
Figura 39 - Desenvolvimento da volumetria com foco em controlar a insolação. ....	40
Figura 40 - Croqui de brises moveis.....	40
Figura 41 - Croqui de desenvolvimento final da volumetria.....	41
Figura 42 - Renderização da casa eficiente. ....	42
Figura 43 - Corte perspectivado para detalhamento do sistema de captação. ....	43
Figura 44 - Renderização da casa eficiente detalhe dos brises da fachada oeste. ....	44
Figura 45 - Renderização da casa eficiente detalhe dos brises moveis. ....	45
Figura 46 - Renderização da casa eficiente detalhe da horta vertical e área externa.....	47

## RELAÇÃO DE TABELAS

Tabela 1 - fonte (EPD) Dados analíticos de consumo por setor, adaptado pelo autor .....	9
Tabela 2 – Cronograma de estudo e desenvolvimento, Mauro Sousa.....	27

## SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO.....	1
2.	DEFINIÇÃO DO TEMA .....	2
2.1.	Problemática atual .....	2
2.2.	Objetivo geral .....	3
2.2.1.	Objetivo específicos .....	3
3.	RELEVÂNCIA DO TEMA .....	5
3.1.	Justificativa.....	5
4.	DESENVOLVIMENTO: REVISÃO DA LITERATURA .....	7
4.1.	História da energia na arquitetura e sua eficiência .....	7
4.2.	A implantação do edifício espelho no brasil e sua problemática .....	8
5.	DEFINIÇÃO DA ÁREA DE INVESTIGAÇÃO/INTERVENÇÃO .....	9
6.	REFERENCIAS PROJETUAIS.....	13
6.1.	Projeto: Hospital do aparelho locomotor Sarah Kubitschek .....	13
6.2.	Residência sem impacto / A-01 .....	16
6.3.	Centro de Inovação UC .....	19
6.3.1.	Motivo de escolha: .....	19
7.	CasaE.....	21
7.1.	Motivos de escolha: .....	21
8.	DIAGNOSTICO DA AREA .....	24
8.1.	O que diz a legislação sobre eficiência energética .....	25
9.	METODOLOGIA .....	26
10.	CRONOGRAMA .....	27
11.	Planejamento de projeto .....	28
12.	Proposta Geral do projeto.....	28
12.1.	Análise climática do município .....	28

12.1.1.	Temperaturas máximas, médias e mínimas .....	28
12.1.2.	Categorias de nebulosidade .....	29
12.1.3.	Temperatura média horária.....	30
12.1.4.	Chuva mensal média.....	30
12.1.5.	Horas de luz solar e crepúsculo .....	31
12.1.6.	Níveis de conforto em umidade.....	31
12.1.7.	Velocidade média do vento .....	32
12.1.8.	Direção do vento.....	33
12.1.9.	Média diária de energia solar de ondas curtas incidente .....	33
12.1.10.	Conclusões sobre o clima. ....	34
13.	Materialidade do projeto.....	35
13.1.	O Sistema Construtivo de formas Isocret-ICF ou forma de concreto isolante .....	35
13.2.	Informações técnicas do material das formas Isocret-ICF 14cm .....	36
13.3.	Vantagens .....	36
13.3.1.	Forma Incorporada .....	36
13.3.2.	Leve e fácil .....	37
13.3.3.	Hidráulica e elétrica.....	37
13.3.4.	Sistema versátil.....	37
13.3.5.	Proteção térmica .....	37
13.3.6.	Benefícios para os Construtores .....	37
13.3.7.	Benefícios para os arquitetos.....	38
14.	Partido do Projeto .....	38
15.	Projeto modelo de eficiencia energetica em Taubaté – SP.....	42
15.1.	Elementos construtivos.....	42
15.2.	Captação d'água e tratamento.....	43
15.3.	Eficiência no consumo através da arquitetura .....	44

15.4.	Brises moveis na fachada norte .....	45
15.5.	Horta vertical e jardim .....	47
15.6.	Permeabilidade do solo.....	48
16.	Anexo .....	51
16.1.	Anexo 1 .....	51
16.1.1.	Plantas, cortes e fachadas .....	51
16.1.2.	Análise de insolação .....	51
17.	REFERÊNCIAS .....	50
18.	RESULTADOS ESPERADOS .....	49

## 1. INTRODUÇÃO

Uma análise da situação de consumo de energia atual do Brasil nos mostra que a oferta provem das seguintes fontes: hidráulica, gás, petróleo, lenha, óleo diesel e óleo combustível. A eletricidade total ofertada em 2011, foi de, 531,76 TWh sendo que 428,33 TWh vieram de geração hidroelétrica, o que equivale a 80,5% do total (EPE 2012). A energia gerada por hidroelétricas é menos prejudicial ao meio ambiente do que as outras formas de se produzir energia elétrica, porém ainda gera gastos e impactos a sua volta, um exemplo disso é que as vezes ocupa grandes extensões de terra causando impactos ambientais e deslocamento de populações. O transporte ineficiente de energia até o local de distribuição causa um efeito cascata, todo ano precisasse aumentar a produção de energia do país para atender e suprir a demanda gerada por equipamentos superdimensionados, usados para atingir o conforto humano dentro da residência.

É importante enfatizar que, em uma indústria, a maior parte da energia elétrica consumida provém das máquinas e motores (consumo que independente do projeto arquitetônico), limitando a atuação do arquiteto no sentido de economizar energia e melhorar o conforto dos usuários. Os setores residenciais, comercial e público concentram, portanto, a parte mais significativa da atuação do arquiteto em aumentar a eficiência energética nas edificações. Uma análise do consumo de energia elétrica, em kWh, nas cidades da sub-região 2 (Tabela 1 pág. 9), de forma comparativa e detalhada, mostra que o município de Taubaté, tendo um gasto médio anual em 2019 de (797.785.447 kWh), com gastos de energia elétrica no setor de residencial de 32.45% (258.942.751), é o município com maior gastos nesse setor.

## **2. DEFINIÇÃO DO TEMA**

A abordagem do tema é entender a problemática da habitação padrão e como consequência propor uma nova alternativa de projetos conscientes. A habitação de projeto padrão é muitas vezes apresentada pelo sistema como algo funcional e normal, como propagandas de sistemas de economia de energia, Placa Solares, Aquecimento a Gás, entre outros, o que não condiz com a realidade

A analisamos a situação e os projetos de eficiência energética das residências no Brasil, vemos que muitas das vezes são precárias e não planejadas para atender as peculiaridades da região. Muitas residências são construídas atualmente sem ter a preocupação com sua eficiência energética, resultando na necessidade de grandes equipamentos, para atingir o conforto térmico necessário, quando poderia ser evitado o uso desses com um projeto pensado para a região e uso certo de matérias. (EPE 2012)O processo de produção de projetos e sua forma de ser executado, herdado do estilo de construções atual do Brasil, que tem como referência, os grandes edifícios espelhos e utilização de sistemas para refrigeração ou aquecimento de ambientes, criando uma imagem relacionada a poder, tornando os pobres em eficiência energética, assim como em projetos pensados para cada região(inserção urbana). Esse padrão vem sendo reproduzido atualmente, buscando resolver os problemas de conforto térmico, com equipamentos ineficientes. Os órgãos responsáveis pela compra de energia externa (energia elétrica e água potável) não incentivam a economia ou redução do consumo nas residências e edifícios no Brasil, ambos os órgãos seguem sem conscientizar a população das soluções e técnicas que podem ser aplicadas a um projeto ou após a sua conclusão, para amenizar os gastos e melhorar a eficiência energética.

### **2.1. Problemática atual**

Criando uma demanda desenfreada em larga escala, com espaços que possuem a mesma configuração, desde sua implantação até a sua conclusão, com muitos projetos sendo replicados em qualquer região do país. (ABNT 2005B NBR 15220-2)  
Complementa:

O conseqüente ``edifício estufa`` foi então exportado como símbolo de poder, assim como, sistemas sofisticados de ar condicionado e megaestruturas de aço e concreto, sem sofrer readaptações às características culturais e climáticas do local de destino (...). A arquitetura estava se prostituindo. (Eficiência energética na arquitetura 3ª edição pag.14. Autores Roberto Lamberts, Luciano Dutra e Fenando O. R. Pereira).

Com isso, trabalharemos um olhar mais específico. A eficiência energética no projeto de Mies van de Rohe, com suas cortinas de vidro, tornou um verdadeiro ícone. Seu formalismo “clean” foi seguido por várias gerações de profissionais, que internacionalizaram, o que era distinto para algumas culturas, criando um carimbo na construção de edifícios estufas.

## **2.2. Objetivo geral**

O atual projeto de graduação tem como objetivo fazer um estudo na área residencial do município de Taubaté, para gerar um projeto arquitetônico eficiente que atenda às necessidades e melhore o mesmo de residências com objeto de; investigar os sistemas e soluções viáveis para a área, analisando seu potencial. Assim, permitindo, a compreensão de suas problemáticas atuais da cidade e conseqüentemente oferecer novas alternativas, para garantir um projeto superior e pensado para região através das análises coletadas e visitas técnicas, superiores a atual por meio da arquitetura.

### **2.2.1. Objetivo específicos**

- Compreensão acerca da temática da produção e desenvolvimento de projetos e construções de residências no Brasil, entendendo suas origens e os desdobramentos atuais no cenário nacional;
- Levantamento, leitura e análise da região de Taubaté-SP, trazendo as informações necessárias, para prever a problemática da região, voltada para eficiência energética.
- Realizar pesquisas, leitura e análise de projetos de referência, produzidos com intuito de garantir uma excelente eficiência energética, buscando extrair boas práticas de projetos de arquitetura.

- Realizar visitas técnicas em edifícios ou residências, que permitam compreender os desdobramentos dos projetos com eficiência energética superior e os impactos na vida dos moradores;
- Definição de uma proposta de projeto e método construtivo, criando diretrizes para atender suas diferentes escalas e conseqüentemente dar um desdobramento ao tipo de edificação com eficiência energética superior.
- Produção de um pré-projeto visando resolver a problemática encontrada através das pesquisas e análises de campo realizadas na área de estudo
- Arredondamento do projeto arquitetônico residencial para atender ao plano de necessidades e se tornar versátil e funcional mesmo tendo sua produção focada em eficiência energética com aproveitamento máximo das intemperes relatadas.
- Finalização e conclusão do projeto e produção das tabelas comparativas para esclarecer as diferenças e vantagens desse tipo de construção.

### **3. RELEVÂNCIA DO TEMA**

Com a crise do petróleo de 1973 e com o aumento da população nos centros urbanos na década de 80 sistemas de iluminação e de climatização artificial passaram a ser largamente utilizados, dando ao profissional da arquitetura ou o projetista uma posição bastante cômoda perante a problemática de cada região segundo o clima. Foram surgindo verdadeiros colossos arquitetônicos, gerando enormes aumentos de consumo de energia nos centros urbanos. Para superar essa crise e aumento de consumo elétrico foi necessária uma grande expansão na produção de energia elétrica. Entretanto a solução tras com sigo mesma alguns inconvenientes como o impacto ambiental causado por novas usinas, como possíveis inundações e deslocamento de grandes populações e ainda riscos para espécies em extinção já que essas mudanças podem comprometer o habitat original, a segurança da população (termoelétricas e nucleares). Além do grande capital e necessidade de grandes investimentos do governo nesses projetos de ampliação de produção elétrica, isso também reverbera nas outras instituições e setores do governo implicando na redução de orçamento (saúde, educação, habitação e segurança), sendo contraproducente com a ideia de progresso no país.

#### **3.1. Justificativa**

No Brasil, o desenvolvimento de novos projetos e as políticas públicas de gestão da eficiência energética nas residências, geralmente estão voltados para atender interesses específicos do mercado imobiliário, para classes com maior poder aquisitivo, contribuindo para cenários onde seja necessário o uso de equipamentos externos para se alcançar o conforto dentro dos ambientes, criando uma falsa sensação de ser sempre necessário o uso dos mesmo. Assim podemos ver por meio dessa pesquisa, que pode se chegar a uma eficiência energética superior, se o projeto da residência for bem planejado e pensado para resolver a problemática da região, visando o uso de técnicas e soluções inteligentes em residências.

O total de consumo de energia elétrica no Brasil em 2011 (480,12 TWh), as edificações representam 46,7% (224,20 TWh) sendo que o setor residencial chegou

a 23,3% do total nacional (111,97 TWh), o setor comercial representou 15,4% do total (74,05 TWh), e o setor público, 8,0% do total (38,17 TWh)(EPE 2012). Os focos de desperdício de energia, assim como, o mal uso, está relacionada ao aquecimento de água, ar condicionado, refrigeração e iluminação. E esses valores tendem a aumentar num futuro próximo, conforme aumente o poder aquisitivo da população, devido a não adequação das edificações ao clima local. (Eletrobras 2007a).

## **4. DESENVOLVIMENTO: REVISÃO DA LITERATURA**

### **4.1. História da energia na arquitetura e sua eficiência**

De acordo com Roberto Lamberts, Luciano Dutra, Fernando O. R. Pereira foi na antiga Roma que surgiu o primeiro sistema de aquecimento artificial de que se tem notícia. Existiram sistemas para aquecimento de água conhecidos como Calidarium e para o aquecimento de ambientes como Ipocausto – tuneis subterrâneos onde uma fornalha aquecia o ar, que por sua vez aquecia os ambientes.

Os sistemas dependiam de combustíveis dos quais não eram sustentáveis já que a quantidade usada era imensa, um Ipocausto podia consumir cerca de 150 quilos de madeira por hora, ou mais de 15 metros cúbicos de lenha diários (Espí 1999). Com as reservas de madeira se esgotando no século 1 d.C., exigindo dos romanos a procura de novas soluções e tecnologias mais sustentáveis e eficientes de construção, considerando, assim, o Sol como principal fonte de calor, criando uma nova forma de se projetar com grandes janelas e paredes voltadas para o sol, permitindo a entrada de luz e calor através das mesmas durante todo o período da manhã e da tarde.

No século VI a importância do acesso solar foi finalmente registrada pelo imperador Justiniano, no que hoje podemos definir como primeira legislação ambiental de que se tem notícia.

Em climas mais severos como no norte da China, na cidade de Hanan, por exemplo, as edificações foram construídas de forma a se esconderem dos raios solares sendo subterrâneas (Rudofsky 1981, Romero 2001). Com todos os equipamentos de uma cidade sendo subterrâneas, assim a vista de cima a cidade mostra apenas os pátios das casas. A temperatura do solo abaixo da superfície da terra é mais amena, assim gerando um efeito de estabilidade térmica dificultando as mudanças bruscas de temperatura do ar (altas durante o dia e baixa à noite).

#### **4.2. A implantação do edifício espelho no Brasil e sua problemática**

No período entre as guerras onde o estilo internacional surgiu, revolucionando por completo os conceitos e diretrizes da arquitetura. Le Corbusier lançou ideias como o esqueleto estrutural para edifícios e o terraço jardim assim como a planta livre, onde se começou a relacionar as proporções entre o homem e o espaço arquitetônico projetado (Boessiger e Girsberger 1971). Infelizmente não a tantos profissionais que possuam as habilidades de Le Corbusier e acabam se limitando a arquitetura funcionalista e a um mero estilo de fachadas modernas. O processo de construção inteligente e pensada (entre elas o conforto ambiental) foi perdida ao longo do tempo e não era mais assimilada pelos novos arquitetos. Uma nova tendência nasceu de construções clean após o sucesso dos projetos de Mies Van de Rohe, com suas cortinas de vidro e seu formalismo, foi seguido por várias gerações de profissionais que internacionalizaram o que era distinto para algumas culturas e estilos.

O consequente projeto que levou ao edifício estufa então foi exportado como símbolo de poder, assim como grandes sistemas de refrigeração ou aquecimento e megaestruturas de aço e concreto revestidas por vidros, chegando a nossa região sem readaptações as características climáticas e culturais do local de destino.

## 5. DEFINIÇÃO DA ÁREA DE INVESTIGAÇÃO/INTERVENÇÃO

Uma análise do consumo de energia elétrica, em kWh, nas cidades da sub-região 2 (Tabela 1 pag. 9), de forma comparativa e detalhada, mostra que o município de Taubaté, tendo um gasto médio anual em 2019 de (797.785.447 kWh), com gastos de energia elétrica no setor de residencial de 32.45% (258.942.751), é o município com maior gastos nesse setor dentro da sub-região 2.

Fonte: João Manuel Brito Martins (EPD), 2020.

Município	Residencial kWh	Comercial kWh	Industrial kWh	Total kWh
Campos do Jordão - SP	56.919.673	40.186.596	17.493.699	114.599.968
Lagoinha - SP	2.888.796	709.437	59.922	3.685.155
Natividade da Serra - SP	4.813.782	1.035.469	59.624	5.908.875
Pindamonhangaba - SP	125.460.422	67.176.918	1.154.932.925	1.347.570.265
Santo Antônio, do Pinhal	6.290.657	2.507.286	107.856	8.905.799
São Luis do Paraitinga	6.671.629	2.061.034	359.134	9.091.797
São Bento do Sapucaí - SP	7.798.617	2.770.135	226.274	10.795.026
<b>Taubaté-SP</b>	<b>258.942.751</b>	<b>163.052.993</b>	<b>375.789.703</b>	<b>797.785.447</b>
Tremembé - SP	33.863.882	8.393.957	25.216.387	67.474.226
Redenção da Serra	2.951.473	763.791	9.766	3.725.030

Tabela 1 - fonte (EPD) Dados analíticos de consumo por setor, adaptado pelo autor

Fonte: o próprio autor.

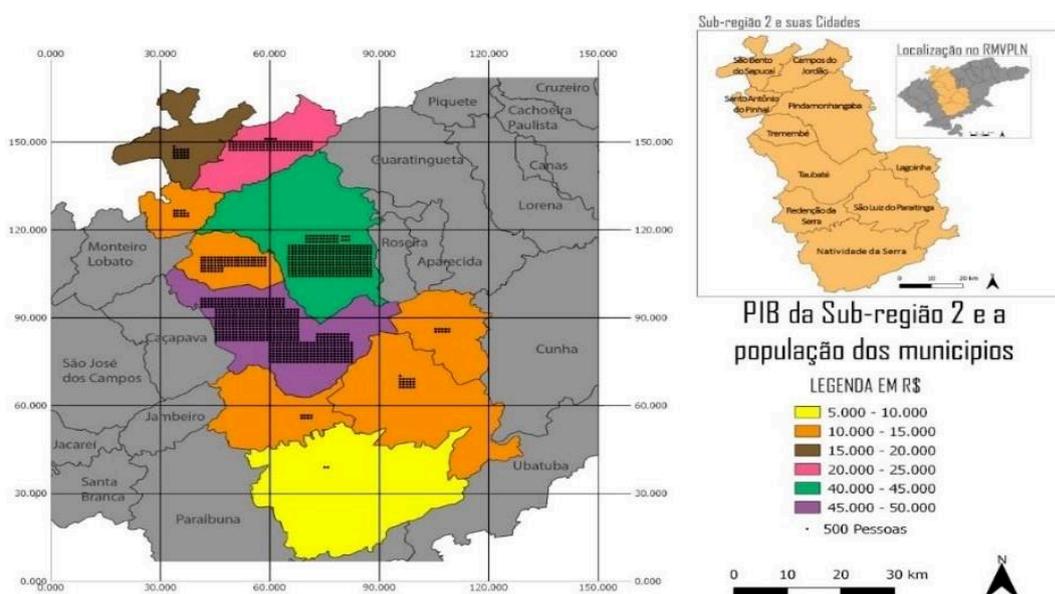


Figura 1 –Mapa PIB Sub-Região 2 adaptado pelo autor.

A cidade se tornou mais rugosa, ou seja, com mais prédios e construções levando ao aquecimento e quebra dos ventos predominantes, assim criando um clima mais quente e desagradável aos usuários levando a proposta desse trabalho de criar um projeto residencial eficiente que não dependa exclusivamente de equipamentos para forçar o ambiente interior da residência ao seu conforto ideal.

Fonte: o próprio autor.



Figura 2 – Mapa Estado de SP, adaptado pelo autor

Fonte: o próprio autor.

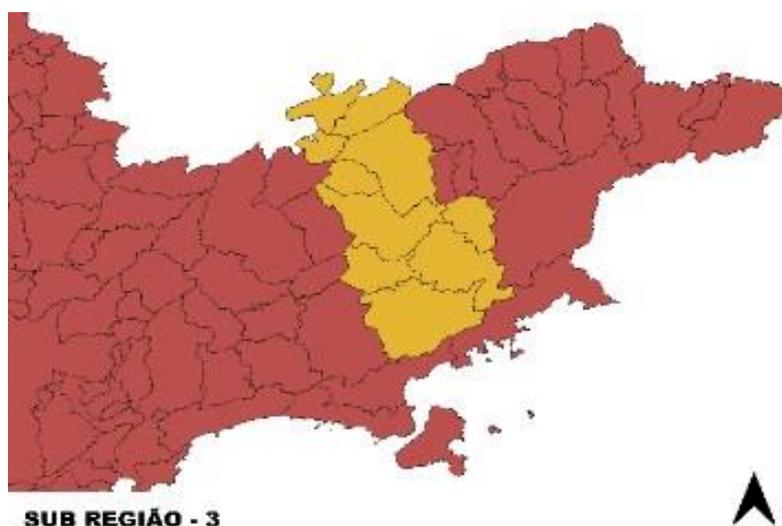


Figura 3 - Mapa foco sub-região 2, adaptado pelo autor.

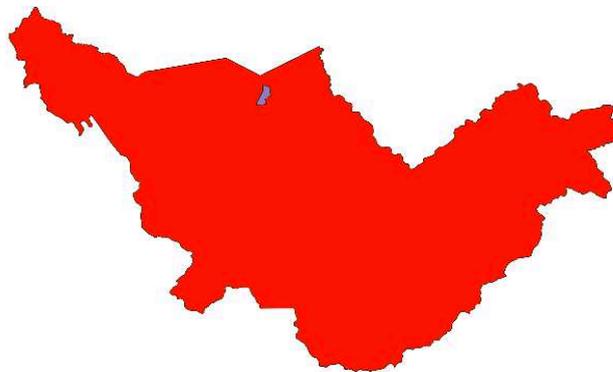
Fonte: o próprio autor.



**TAUBATÉ - SP**

Figura 4 – Mapa sub-região 2 foco em Taubaté, adaptado pelo autor.

Fonte: o próprio autor.



**BAIRRO VILA SÃO JOSÉ**

Figura 5 - Mapa Taubaté foco no Bairro Vila São José, adaptado pelo autor.

A área de estudo e intervenção está situada no bairro Vila São José (Figura 6 pag. 8), onde será realizado o levantamento de problemáticas e situação do entorno para que o projeto se adeque o melhor possível, e tenha suas soluções tratadas especificamente para sua região. O terreno de intervenção está localizado na Rua Padre Timóteo Corrêa de Tolêdo, 435- Taubaté – SP, cidade presente na sub-região três na Região Metropolitana do Vale do Paraíba e litoral Norte (RMVPLN).

Fonte: o próprio autor.



**BAIRRO VILA SÃO JOSÉ PARA ESTUDO**



Figura 6 - Bairro Vila São José, adaptado pelo autor.

Fonte: o próprio autor.



**TERRENO ESCOLHIDO PARA INTERVENÇÃO**



Figura 7 - Terreno Escolhido para Intervenção, adaptado pelo autor.

## 6. REFERENCIAS PROJETUAIS

### 6.1. Projeto: Hospital do aparelho locomotor Sarah Kubitschek

Fonte: ENCAC/ELACAC, adaptado pelo autor.



Figura 8 - Fotografia Hospital do aparelho locomotor Sarah Kubitschek.

Projeto criado pelo arquiteto João Filgueiras Lima (Lelé) em um terreno com 128.395,84 m<sup>2</sup>, em Salvador, Bahia. O projeto conta com 27.000 m<sup>2</sup> com tipologia hospitalar e estrutura em aço com sua materialidade construída dando preferencia ao metal, o clima tropical da região levou o projetista pensar soluções inovadoras para época. Lelé dominava as questões de conforto térmico, desafiando questões sistemáticas de construção hospitalares, quando propôs que os ambientes deveriam ser os mais naturais possíveis, contrariando a lógica de ambientes condicionados mecanicamente.

Fonte: ENCAC/ELACAC, adaptado pelo autor.

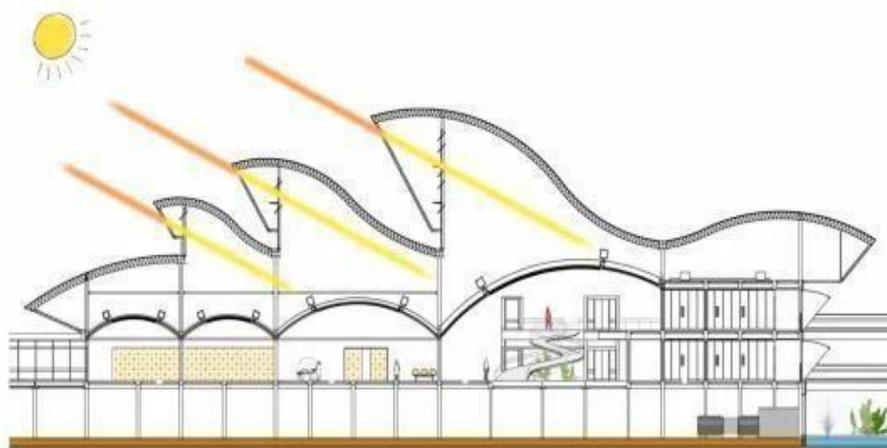


Figura 9 - Croqui solução energética.

Fonte: acervo CTRS, 2008, adaptado pelo autor.



Figura 10 – Sensação térmica medida durante o uso do edifício.

Temperatura do ar média (°C) externa e nos ambientes internos e limites superior e inferior recomendado pela ASHRAE (a) ambientes orientados para nordeste e (b) Sudoeste no Sarah de Salvador.

Fonte: acervo CTRS, 2008, adaptado pelo autor.

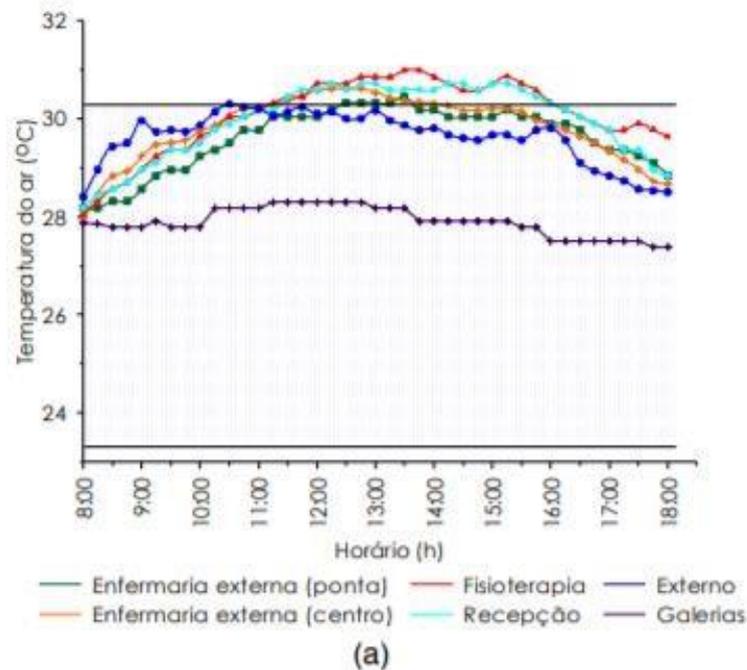


Figura 11 – Gráfico de curva de temperatura ao longo do dia.

A preocupação com o conforto térmico é recorrente nos projetos de Lelé, principalmente nos hospitais Sarah. Em Salvador, o maior ganho térmico para o interior ocorre pela cobertura, composta por telhas de alumínio. Apesar desse material apresentar uma resistência térmica relativamente baixa, o que aumenta o fluxo de calor por condução pelo elemento construtivo, as estratégias projetuais empregadas por Lelé na cobertura, em ambos os hospitais, como: cor branca, camada de ar na cobertura e o formato aerodinâmico dos sheds, que ajuda na retirada do ar quente, indicam um bom projeto para a cobertura. Porém ainda existe um desconforto para o calor nos ambientes monitorados, fora da zona de conforto requerida pela ASHRAE.

## 6.2. Residência sem impacto / A-01

Fonte: Fernando Alda, adaptada pelo autor.



Figura 12 - Fotografia: residência sem impacto.

Habitação familiar criada pelos arquitetos atuantes do escritório A-01 com uma área de 150m<sup>2</sup> no ano de 2018 na zona rural da Costa Rica, a construção sustentável pode servir de protótipo para uma série de projetos por sua estrutura pré-moldada com diferentes tipologias e grande versatilidade nas mudanças possíveis no seu interior conta com grandes persianas de madeira em ângulo, garantem iluminação e ventilação naturais desta casa pré-fabricada, localizada na Costa Rica. Uma Descrição enviada pela equipe de projeto.

Essa residência está localizada em Ojochal, uma pequena vila à beira da vasta floresta tropical que corre ao longo da costa do Pacífico Sul na Costa Rica. Localizado em um clima tropical úmido, o projeto responde ao seu habitat circundante através do controle passivo do clima por meio de ventilação natural e proteção solar.

Fonte: ARCHDAILY. Adaptada pelo autor.

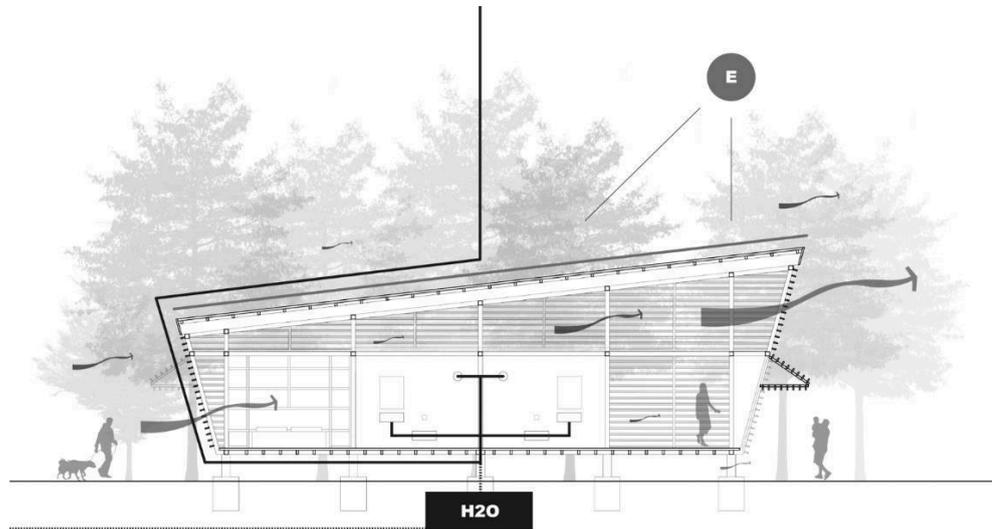


Figura 13 -. Residência sem impacto a 01.

Em sua fase inicial, ela vem em três tamanhos diferentes, que podem ser autoconfigurados em relação à distribuição e conexões internas, aos materiais de acabamento e ao nível de serviços desejado: de pequeno (36m<sup>2</sup>) a médio (81m<sup>2</sup>) e família (108m<sup>2</sup>). Cada edificação é personalizada a partir de um catálogo de componentes pré-fabricados, o primeiro de seu tipo na América Central.

Fonte: ARCHDAILY. Adaptada pelo autor.

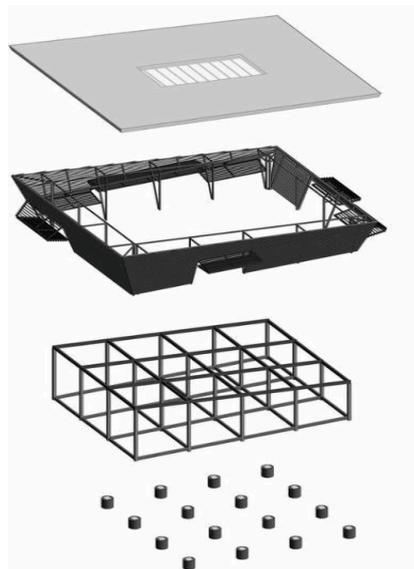


Figura 14 – Detalhe estrutural, adaptada pelo autor.

Fonte: ARCHDAILY. Adaptada pelo autor.

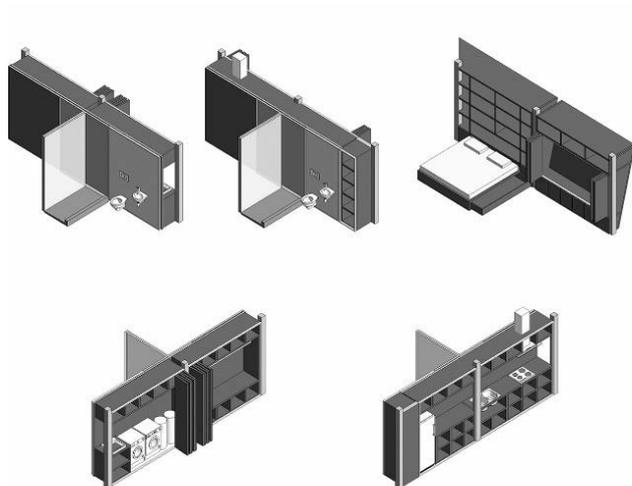


Figura 15 – mobiliário pré-moldado.

A seleção de todos os elementos e materiais é baseada em uma investigação exaustiva da origem, processamento e impacto ambiental. As opções de componentes que fazem parte do catálogo incluem aço e madeira estrutural, diferentes tipos de grades e painéis perfurados para fachadas, forros de bambu e madeira, além de acabamentos minerais e sintéticos para paredes e pisos. Eles podem ser escolhidos de acordo com as necessidades e gostos específicos de cada cliente.

### 6.3. Centro de Inovação UC

Fonte: ARCHDAILY. Adaptada pelo autor.



Figura 16 - Centro de Inovação UC – Chile.

#### 6.3.1. Motivo de escolha:

Esse projeto está situado em Santiago, Chile criado pelo escritório ELEMENTAL e teve como arquiteto protagonista Alejandro Aravena com uma área de 8176 m<sup>2</sup> no ano de 2014 sua preocupação com a eficiência energética e conforto na edificação levou a inverter a planta típica com um núcleo opaco e perímetro transparente e foi proposto deslocar toda a massa em direção ao perímetro, com um núcleo aberto e permeável. Essa fachada opaca não é apenas energeticamente eficiente, mas também ajuda a filtrar a luz extremamente forte que, em geral, força o uso de cortinas nos espaços internos de trabalho, transformando o que era inicialmente para ser transparente em um fiasco. Nesse sentido a resposta ao contexto não passou do uso rigoroso do senso comum.

Descrição enviada pela equipe: A maior ameaça a um centro de inovação é a obsolescência funcional e estilística. Então, além da responsabilidade profissional de evitar uma eficiência ambiental extremamente baixa, a rejeição da fachada de vidro também tem a ver com a busca por um projeto que possa resistir ao teste do tempo.

Fonte: ARCHDAILY. Adaptada pelo autor.

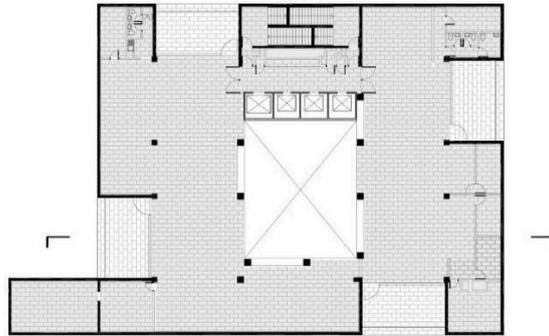


Figura 17 – Planta baixa recepção. Centro de Inovação UC – Chile.

A criação de conhecimento requer interação próxima entre as pessoas e a capacidade de ver no que os outros estão trabalhando. Em edifícios convencionais os espaços de encontro tendem estar apenas no térreo, assim, no caminho até seus locais de trabalho as pessoas normalmente não veem o que acontece nos outros pavimentos. Então, multiplicamos esses lugares de encontro por todos os níveis do edifício através de janelas recuadas de pé-direito triplo e praças elevadas. Ao introduzir um átrio permeável no núcleo do volume, aproveitamos a circulação vertical como uma oportunidade de saber o que se passa no interior do edifício.

## 7. CASAE

Fonte: ARCHDAILY. Adaptada pelo autor.



Figura 18 – Fotografia da fachada da residência CasaE.

### 7.1. Motivos de escolha:

Residência situada na cidade de São Paulo - SP com os estudos aplicados no pre projeto estima-se que uma casa padrão classe média, com até 4 pessoas, possa vir a consumir anualmente até 35 mil kwh e emitir até 16 mil Kg de CO2. A solução do problema depende muito da conscientização das pessoas, mas também de inovações tecnológicas. Uma solução que procura conciliar esses dois fatores é aplicada no conceito total de produção e etapas de obras da CasaE, a casa com foco em eficiência energética.

Fonte: **ARCHDAILY**. Adaptada pelo autor.



Figura 19 – Detalhe do método de construção.

A residência conta com 400 m<sup>2</sup>, localizada na Avenida Vicente Rao, zona sul da cidade de São Paulo, foi inaugurada no segundo semestre do ano passado pela multinacional alemã BASF. É a décima casa com essa proposta no mundo e a primeira em clima tropical, pisos drenantes e permeáveis no estacionamento evitam o acúmulo de água na superfície.

O projeto paisagístico conta com 35 espécies nativas da cidade de São Paulo antes da urbanização, algumas em extinção. A irrigação, inclusive, é feita com a água da chuva que é recolhida por meio dos pisos drenantes, para reduzir o uso de ar condicionado e de aquecedor, as paredes dos quartos contam com microcápsulas de parafina que são misturadas ao gesso ou argamassa. Se está muito quente, ela se liquefaz e impede que o calor entre; à noite, ela volta para o estado sólido jogando calor para dentro do ambiente.

Fonte: ARCHDAILY. Adaptada pelo autor.

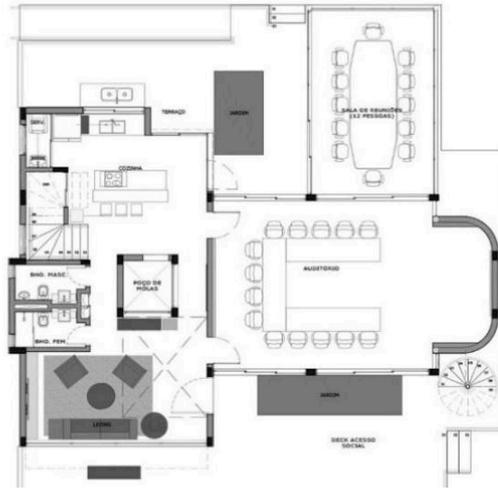


Figura 20 – Planta baixa CasaE.

Segundo Flávia Tozatto, o objetivo do projeto é apresentar alternativas sustentáveis ao mercado de construção. O método construtivo atual consome 40% da energia global e contribui em 30% com a emissão global de gases de efeito estufa.

Fonte: ARCHDAILY. Adaptada pelo autor.



Figura 21 – Detalhe de aberturas e iluminação em LED.

A casa é equipada com placas solares e fotovoltaicas. Juntas, elas são capazes de gerar parte da energia consumida. Além disso, a iluminação da cozinha, assim como de todos os outros ambientes, é feita com LEDs equipados com sensores de presença;

## 8. DIAGNOSTICO DA AREA

O município de Taubaté passou por diferentes mudanças ao longo da história e conseqüentemente trouxe mudança na sua paisagem. Um grande fator para essas mudanças, foi a transformação que a cidade passou graças a mudança de cidade industrial para uma cidade universitária e levando ao desenvolvimento acelerado da cidade que conseqüentemente criou uma descentralização do centro original assim gerando áreas de residências, e outras com predominância de comercio, com o maior PIB de sub-região 2 mesmo se destacando das demais cidades sendo um polo econômico.

Fonte: Prefeitura de Taubaté adaptada pelo autor.

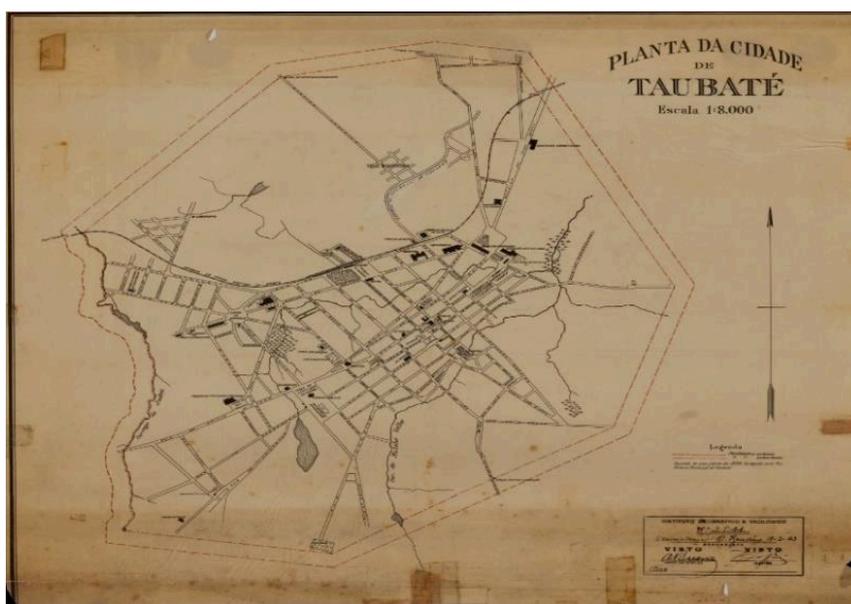


Figura 22 – Mapa centro original Taubaté 1943

Fonte: o próprio autor.

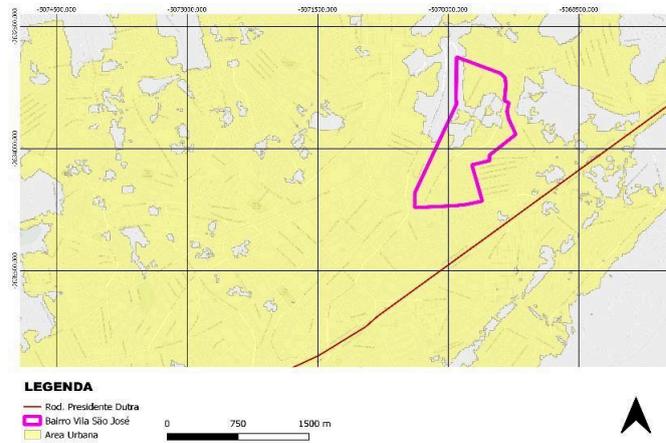


Figura 23 – Mapa de localização do bairro Vila São José.

Fonte: Prefeitura de Taubaté adaptada pelo autor.



Figura 24 – sobreposição do mapa 1943 sobre o atual.

### 8.1. O que diz a legislação sobre eficiência energética

No Brasil, o consumo de energia elétrica do setor público é de cerca de 8% do total do país. Para o administrador público, a diminuição dos gastos com eletricidade pode fazer a diferença no orçamento. As ações do Procel GEM, desde 2003, proporcionaram uma economia de 128,86 milhões de kWh. Essa energia seria suficiente para abastecer uma cidade de 260 mil habitantes, como Imperatriz (MA), durante um ano.

Servidores da Prefeitura de Taubaté iniciaram uma capacitação para a instituição do Núcleo de Gestão Energética Municipal – Procel GEM.

Este é um programa de governo (Programa Nacional de Conservação da Energia Elétrica – Procel), coordenado pelo Ministério de Minas e Energia e executado pela Eletrobrás. A capacitação em Taubaté é coordenada pelas secretarias de Serviços Públicos e Administração e Finanças, com o apoio da concessionária EDP.

O objetivo é colaborar com a gestão e uso eficiente de energia elétrica nos centros consumidores pertencentes à prefeitura, bem como na identificação de oportunidades de economia e geração de energia. Ao longo do ano, o grupo de servidores receberá treinamentos em conceitos de eficiência energética aplicados aos setores de consumo da prefeitura, como a própria gestão energética, iluminação pública, prédios públicos, educação, legislação e saneamento, entre outros.

## **9. METODOLOGIA**

A metodologia pode ser caracterizada por um estudo e levantamento teórico inicial, com pesquisa e uso dos estudos de caso, utilizando leis e normas. Este projeto é composto pesquisas de eficiência energética e uso de estudos de casos de várias regiões, para poder gerar conhecimentos práticos e resolver problemas específicos da região escolhida, envolvendo necessidades e interesses locais. Pesquisa exploratória, pois envolve estudos de casos e estudos bibliográficos focando na coleta de dados e soluções arranjadas para cada situação de clima e ambiente, focando em melhorar a eficiência energética e o conforto na edificação ou residência, assim diminuindo o desperdício de energia gasto pelas edificações no Brasil, permitindo que o pesquisador observe o uso e as soluções urbanas e/ou arquitetônicas aplicadas. Assume forma de levantamento e visitas técnicas, pois envolve o ambiente específico da região e interesses das pessoas. A pesquisa aplicada permite a conclusão e formulação de como gerir e criar um projeto visando a maior eficiência energética para região de intervenção e assim gerando maior conforto ambiental, diminuição de equipamentos superdimensionados e até a não utilização de certos equipamentos.

## 10. CRONOGRAMA

Fonte: o próprio autor.

Nº	ATIVIDADE	AGO/20	SET/20	OUT/20	OUT/20	DEZ/20	DEZ/20	DEZ/21	JAN/21	JAN/21	FEV/21	MAR/21	ABR/21
01	Pesquisa de referências bibliográficas didáticas												
02	Pesquisa de referências bibliográficas técnicas e aprofundadas												
03	Levantamento de técnicas e experiências por meio de estudos de casos												
04	Elaboração de protótipo para teste												
05	Ensaio e correções do produto												
06	Análise dos resultados finais												
07	Montagem de pranchas, apresentação e Conclusão												

Tabela 2 – Cronograma de estudo e desenvolvimento, Mauro Sousa

## 11. PLANEJAMENTO DE PROJETO

Fonte: o próprio autor.

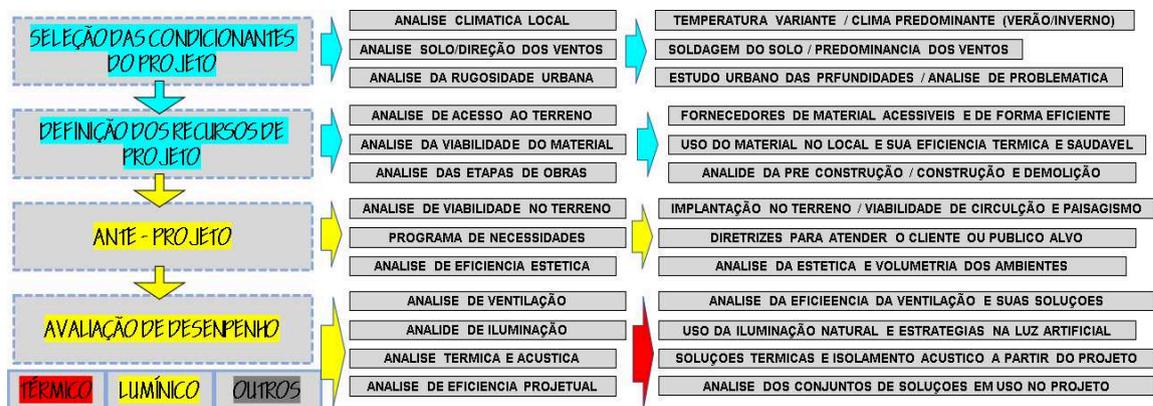


Figura 25 - Fonte: Mauro Silva de Sousa. 2021

## 12. PROPOSTA GERAL DO PROJETO

A área de estudo compreende o perímetro delimitado do Bairro Vila São José contando com dimensão de aproximadamente 2 km de extensão. O trecho é orientado pela presença de uma zona de desenvolvimento nova e com potencial para uma intervenção arquitetônica com objetivo de melhorar a eficiência energética da área.

### 12.1. Análise climática do município

#### 12.1.1. Temperaturas máximas, medias e mínimas

A estação quente permanece por aproximadamente 4 meses, de 30 de novembro a 20 de março, com temperatura máxima média diária acima de 29 °C.

A estação fresca permanece por aproximadamente 3 meses, de 13 de maio a 6 de agosto, com temperatura máxima diária em média abaixo de 26 °C.

Fonte: WEATHER SPARK adaptado pelo autor.

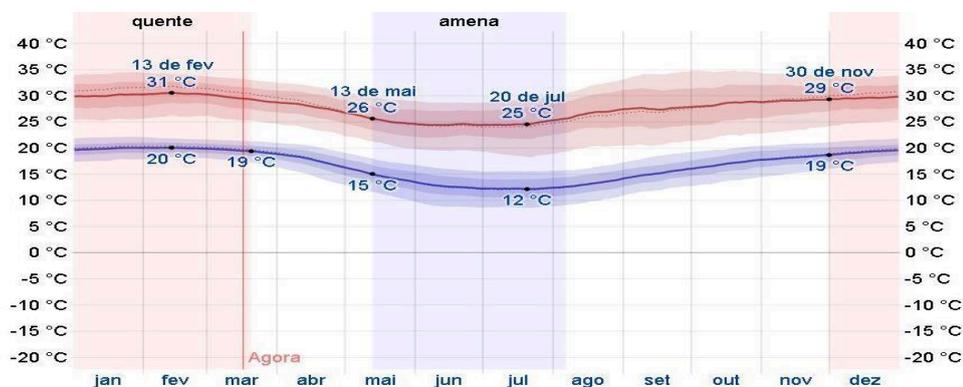


Figura 26 – Gráfico de temperatura média em Taubaté-SP 2020.

Temperatura máxima (linha vermelha) e mínima (linha azul) médias, com faixas do 25º ao 75º e do 10º ao 90º percentil. As linhas finas pontilhadas são as temperaturas médias percebidas correspondentes.

### 12.1.2. Categorias de nebulosidade

Nuvens: Em Taubaté, a porcentagem média de céu encoberto por nuvens sofre significativa variação sazonal ao longo do ano.

Fonte: WEATHER SPARK adaptado pelo autor.

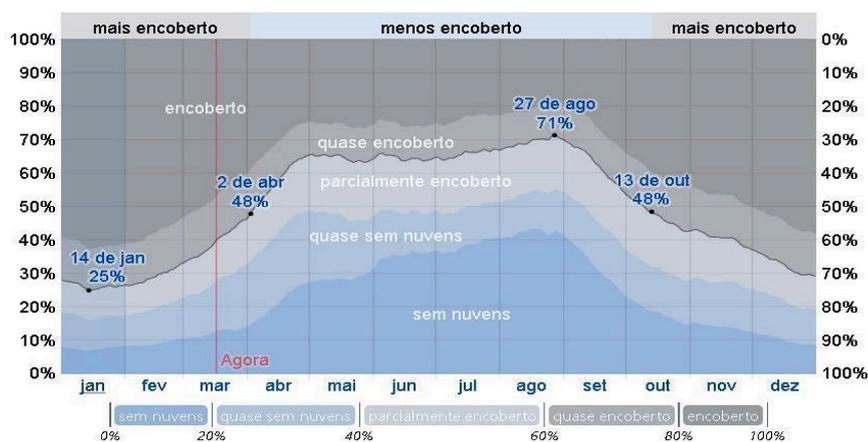


Figura 27 – Gráfico de nebulosidade em Taubaté - SP 2020.

A porcentagem de tempo passada em cada faixa de nebulosidade, categorizada pela porcentagem de céu encoberto por nuvens

### 12.1.3. Temperatura média horária

A época menos encoberta do ano em Taubaté começa por volta de 2 de abril e dura aproximadamente 6 meses, terminando em torno de 13 de outubro. Em 27 de agosto.

A época mais encoberta do ano começa por volta de 13 de outubro e dura aproximadamente 6 meses, terminando em torno de 2 de abril. Em 14 de janeiro.

Fonte: WEATHER SPARK adaptado pelo autor.

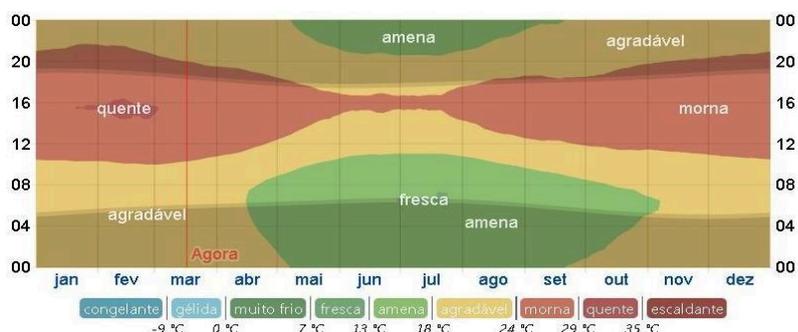


Figura 28 -Gráfico de temperaturas horária média em Taubaté – SP 2020.

A temperatura horária média, codificada em faixas coloridas. O crepúsculo civil e a noite são indicados pelas áreas sombreadas.

### 12.1.4. Chuva mensal média

Chuva: Chove ao longo do ano inteiro em Taubaté. O máximo de chuva ocorre durante os 31 dias ao redor de 15 de janeiro, com acumulação total média de 214 milímetros.

O mínimo de chuva ocorre por volta de 7 de agosto, com acumulação total média de 29 milímetros.

Fonte: WEATHER SPARK adaptado pelo autor.



Figura 29 – Gráfico de precipitação média em Taubaté – SP 2020.

Precipitação média (linha contínua) acumulada durante o período contínuo de 31 dias ao redor do dia em questão, com faixas do 25º ao 75º e do 10º ao 90º percentil. A linha fina pontilhada é a correspondente precipitação média de neve equivalente a líquido.

### 12.1.5. Horas de luz solar e crepúsculo

Sol: A duração do dia em Taubaté varia ao longo do ano. O dia em que o sol nasce mais cedo é 28 de novembro, às 05:07. O nascer do sol mais tarde ocorre 1 hora e 36 minutos depois, às 06:43 em 3 de julho. O dia em que o sol se põe mais cedo é 6 de junho, às 17:23. O dia em que o sol se põe mais tarde ocorre 1 hora e 29 minutos depois, às 18:53 em 13 de janeiro. O horário de verão não é implementado em Taubaté durante 2021.

Fonte: WEATHER SPARK adaptado pelo autor.

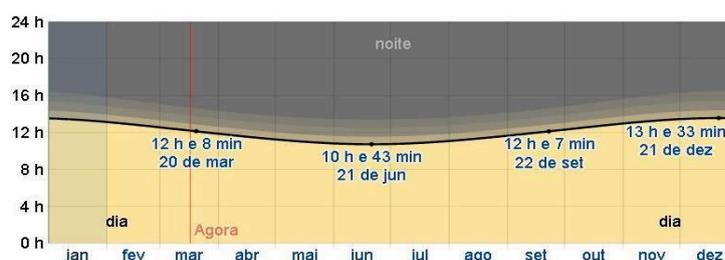


Figura 30 – Gráfico de crepúsculo e luz visível em Taubaté – SP 2020.

Número de horas em que o sol é visível (linha preta). De baixo (mais amarelo) para cima (mais cinza), as faixas coloridas indicam: luz solar total, crepúsculo (civil, náutico e astronômico) e noite total.

### 12.1.6. Níveis de conforto em umidade

O período mais abafado do ano dura aproximadamente 6 meses, de 21 de outubro a 3 de maio, no qual o nível de conforto é abafado, opressivo ou extremamente úmido pelo menos em 19% do tempo.

Fonte: WEATHER SPARK adaptado pelo autor.

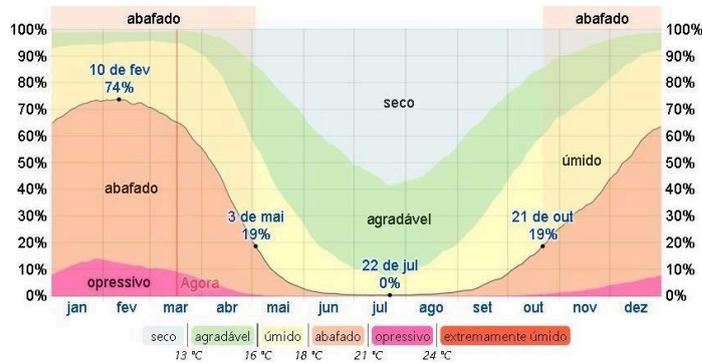


Figura 31 – Gráfico de conforto de umidade em Taubaté – SP 2020.

A porcentagem de tempo passado nos vários níveis de conforto de umidade, categorizada pelo ponto de orvalho.

### 12.1.7. Velocidade média do vento

Ventos: Esta seção discute o vetor médio horário de vento (velocidade e direção) em área ampla a 10 metros acima do solo. A sensação de vento em um determinado local é altamente dependente da topografia local e de outros fatores. A velocidade e a direção do vento em um instante variam muito mais do que as médias horárias. A velocidade horária média do vento em Taubaté passa por variações sazonais pequenas ao longo do ano. A direção média horária predominante do vento em Taubaté varia durante o ano.

Fonte: WEATHER SPARK adaptado pelo autor.

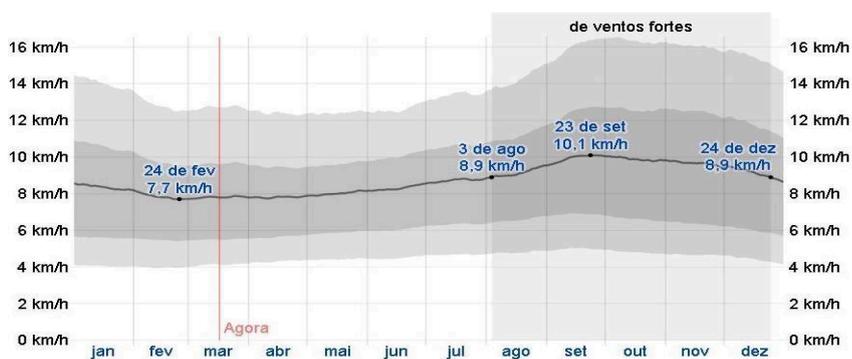


Figura 32 – Gráfico de velocidade média dos ventos em Taubaté – SP 2020.

Velocidade média horária do vento (linha cinza escuro), com faixas do 25º ao 75º e do 10º ao 90º percentil.

### 12.1.8. Direção do vento

Direção do vento: A direção média horária predominante do vento em Taubaté varia durante o ano. O vento mais frequente vem do Leste durante 3,0 meses, de 16 de fevereiro a 15 de maio e durante 3,6 meses, de 3 de setembro a 23 de dezembro, com porcentagem máxima de 40% em 29 de março. O vento mais frequente vem do Norte durante 3,6 meses, de 15 de maio a 3 de setembro e durante 1,8 mês, de 23 de dezembro a 16 de fevereiro, com porcentagem máxima de 45% em 24 de junho.

Fonte: WEATHER SPARK adaptado pelo autor.

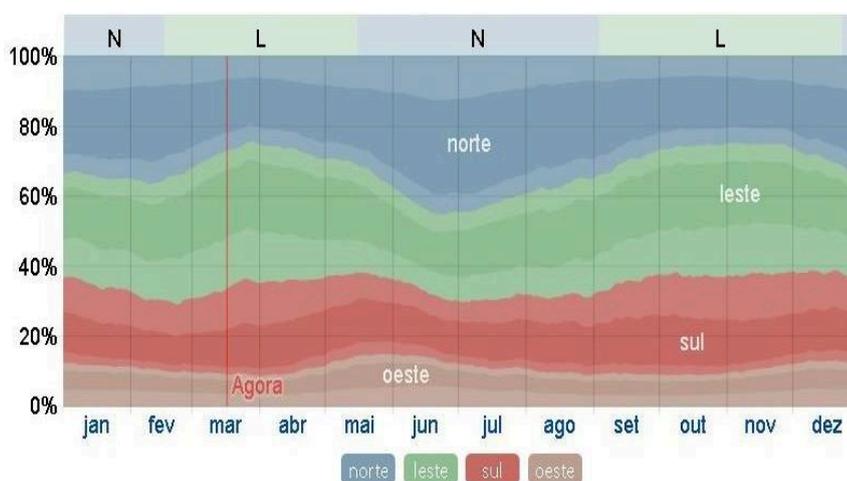


Figura 33 – Gráfico de porcentagem de horas da direção do vento em Taubaté – SP 2020.

A porcentagem de horas em que o vento tem direção média de cada uma das quatro direções cardiais de vento, exceto nas horas em que a velocidade média do vento é inferior a 1,6 km/h. As áreas mais esmaecidas nas interseções indicam a porcentagem de horas passadas nas direções intermediárias implícitas (nordeste, sudeste, sudoeste e noroeste).

### 12.1.9. Média diária de energia solar de ondas curtas incidente

Energia solar: Esta seção discute o total diário incidente de energia solar de ondas curtas que chega à superfície do solo ao longo de uma área ampla, levando em conta as variações sazonais na duração do dia, na elevação do sol acima do horizonte e na absorção por nuvens e outros elementos atmosféricos. A radiação de ondas curtas inclui a luz visível e a radiação ultravioleta. A energia solar de ondas curtas incidente diária média passa por variações sazonais moderadas ao longo do ano.

Fonte: WEATHER SPARK adaptado pelo autor.

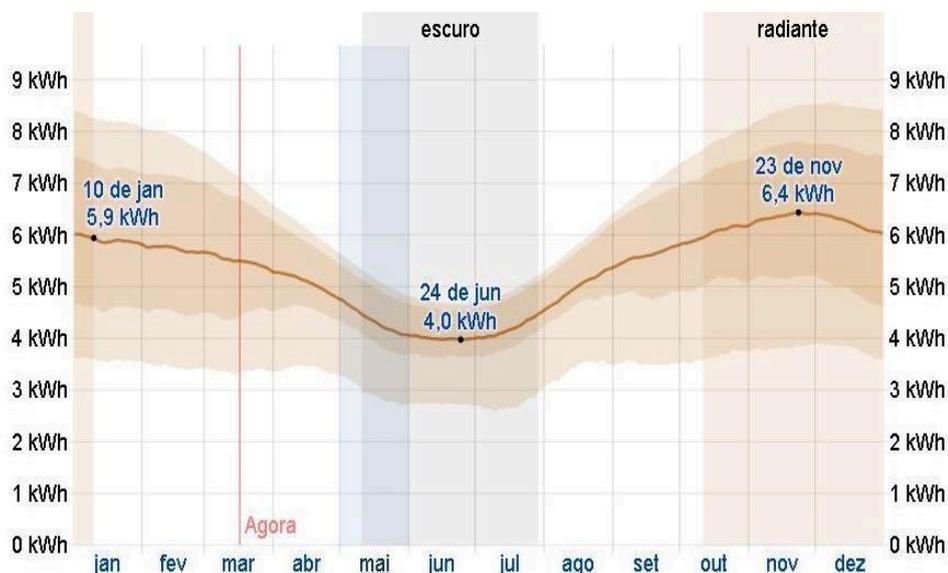


Figura 34 – Gráfico de energia solar de ondas curtas em Taubaté – SP 2020.

Energia solar de ondas curtas média que chega ao solo (linha laranja), por metro quadrado, com faixas do 25º ao 75º e do 10º ao 90º percentil.

#### 12.1.10. Conclusões sobre o clima.

Condições meteorológicas médias de Taubaté, no município, o verão é quente, abafado, com precipitação e de céu encoberto; o inverno é curto, agradável e de céu quase sem nuvens. Ao longo do ano, em geral a temperatura varia de 12 °C a 31 °C e raramente é inferior a 9 °C ou superior a 35 °C.

## 13. MATERIALIDADE DO PROJETO

### 13.1. O Sistema Construtivo de formas Isocret-ICF ou forma de concreto isolante.

Fonte: (ISOCRET) adaptado pelo autor.

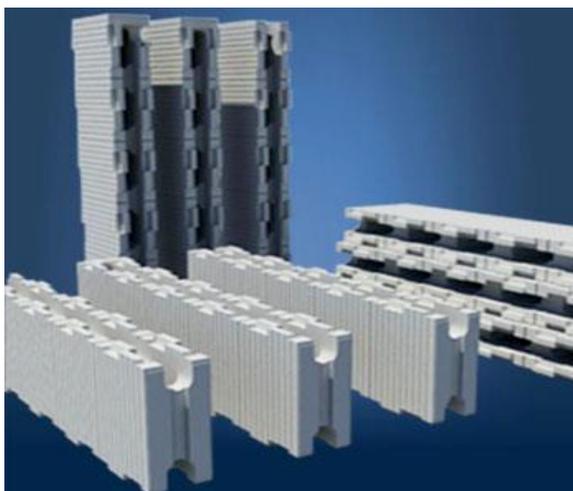


Figura 35 - Blocos em EPS para montagem do método construtivo Isocret.

O Sistema Construtivo Isocret-ICF, consiste em formas de EPS para estruturas de concreto armado; sua forma de aplicação pratica e rápida influi na velocidade da obra reduzindo seus custos. Com isto beneficia quem projeta, quem constrói e quem adquire, já que o sistema não requer mão de obra especializada e os procedimentos são os mesmos da construção convencional.

Fonte: (ISOCRET) adaptado pelo autor.



Figura 36 - Detalhe de montagem do sistema Isocret.

As Formas Isocret-ICF são constituídas de um bloco de poliestireno expandido isotérmico de 1.19m de comprimento por 30cm de altura, com paredes externas de 40 mm cada e alma com furações para receber o concreto armado. Sua forma plana facilita a montagem, bem como a estocagem, apresentam encaixes laterais em forma de macho e fêmea (saliências e reentrâncias) que geram o intertravamento das Formas, não sendo necessário à utilização de argamassa para suas uniões, as Formas Isocret-ICF possuem canaletas que substituem as formas na moldagem de vergas, contra-vergas e cintas de amarração.

### **13.2. Informações técnicas do material das formas Isocret-ICF 14cm**

- Redução de 35°C externos para 15°C internos
- Redução de até 2,4°C/w/m<sup>2</sup> (Graus Celsius por watt por metro quadrado).
- Absorção de impacto para densidade 30kg/m<sup>3</sup> e de 2.400 CN.Cm/cm<sup>3</sup>
- O índice de redução sonora ponderada (Rw) para as paredes de 14cm do Sistemas ISOCRET-ICF é de Rw=35dB.
- A Argamassa utilizada no sistema tem um índice de resistência à compressão (MPA) aos 28dd = 9,2.
- As cargas de ruptura para ensaios de compressão excêntrica de paredes no sistema Isocret-ICF é de 314,9 KN/m
- A composição do EPS na fabricação das Formas Isocret-ICF é classe F que além de antichama é 100% reciclável e não contem CFC.

### **13.3. Vantagens**

#### **13.3.1. Forma Incorporada**

após o concreto ser colocado, não havendo a necessidade de remoção de materiais como madeiras, entulho e/ou equipamentos. Suas propriedades de instalação e durabilidade substituem as formas convencionais de concreto armado, como, tijolo e blocos de concreto pré-moldados.

### **13.3.2. Leve e fácil**

Facilita o seu transporte sem a necessidade de maquinas ou equipamentos para carga e descarga para o deslocamento do material no canteiro, resultando em média 50% de economia de tempo de execução da obra.

### **13.3.3. Hidráulica e elétrica**

Quando projetados no sistema Isocret-ICF é uma conveniência para nós arquitetos, engenheiros e construtores, as aberturas das rotas desejadas podem ser determinadas em qualquer lugar trazendo com isto economia de custos na obra. Em adicional as Formas Isocret-ICF são ótimas para o uso tanto de ambientes aquecidos como os refrigerados (climatizados), já que são formas de EPS material 100% isolante provendo economia no consumo de energia.

### **13.3.4. Sistema versátil**

Flexível no manuseio oferece para qualquer estilo de edificação, meios de adequação; diferentemente dos sistemas tradicionais, aceita conceitos e formas arquitetônicas simples ou ousadas, provendo um acabamento fácil e uniforme, usando apenas um serrote, pode-se criar ângulos, curvas, fazer aberturas em qualquer tamanho ou desenho, sem a necessidade de custos adicionais.

### **13.3.5. Proteção térmica**

Tanto para ambientes aquecidos ou refrigerados, o sistema oferece excelentes resultados provendo economia no uso de energia, garantindo qualidade e altos desempenhos estruturais. A construção das paredes tem um processo simples.

### **13.3.6. Benefícios para os Construtores**

O Sistema Construtivo Isocret-ICF tem como vantagem em seu manuseio a plasticidade e moldagem para qualquer estilo de edificação e meios de adequação, o que não oferece no sistema tradicional. Códigos Internacionais registrados para o uso do EPS na construção que tem sido aceito originalmente na Europa, onde os sistemas construtivos em EPS são aceitos pelos organismos e entidades reguladoras, assim como o R-2000 programa no Canadá e nos Estados Unidos. Custo competitivo

tomando-se em conta as altas no preço da mão de obra, da madeira e das matérias primas aplicadas na construção convencional, faz com que o Sistema Construtivo Isocret-ICF assegure no final da obra uma economia em média de até 20%.

#### **13.3.7. Benefícios para os arquitetos**

O desempenho arquitetônico nas formas Isocret-ICF aceita conceitos e formas assim como concepções arquitetônicas ousadas a exemplo de paredes curvas, ângulos ou qualquer forma desejada provendo um acabamento fácil e uniforme por tratar-se de um sistema moderno e versátil; bastando uma ferramenta de corte como um serrote e uma trena para moldar as superfícies desejadas obtendo a adequação rápida e funcional com o mínimo de desperdício.

### **14. PARTIDO DO PROJETO**

O partido do projeto partiu das diretrizes de atender as necessidades do usuário e pensando a forma da residência a se adaptar a região de Taubaté-SP com o intuito de aumentar a eficiência energética, promovendo formas de ventilação através do efeito chaminé com o uso da abertura lateral na residência e a utilização do espelho d'água gerando a evaporação e aumentando o efeito chaminé e a umidade do ar em dias quentes e úmidos. A ventilação cruzada se dá por meio da utilização dos brises moveis podendo ser totalmente abertos e melhorar a ventilação e a troca do ar dos ambientes da residência e ainda permitindo que a ventilação predominante vinda da fachada leste leve o ar da sala para a área de cozinha onde o mesmo se esvai através dos brises fixos da fachada oeste evitando que odores e qualquer tipo de fumaça acabe permanecendo no ambiente dispensando o uso de equipamentos como exaustores, assim como nos traz uma forma de controlar a insolação e conseqüentemente a temperatura da residência através da movimentação das placas na fachada podendo assim evitar a penetração de raios solares diretos ou permitir sua entrada. Os raios de sol da fachada oeste serão direcionados a cozinha sendo controlados e reduzidos através de brises fixos que contornaram a escada helicoidal assim bloqueando parte da sua passagem e evitando o aquecimento de ambientes de uso noturno como quartos e sala.

Fonte: o próprio autor.

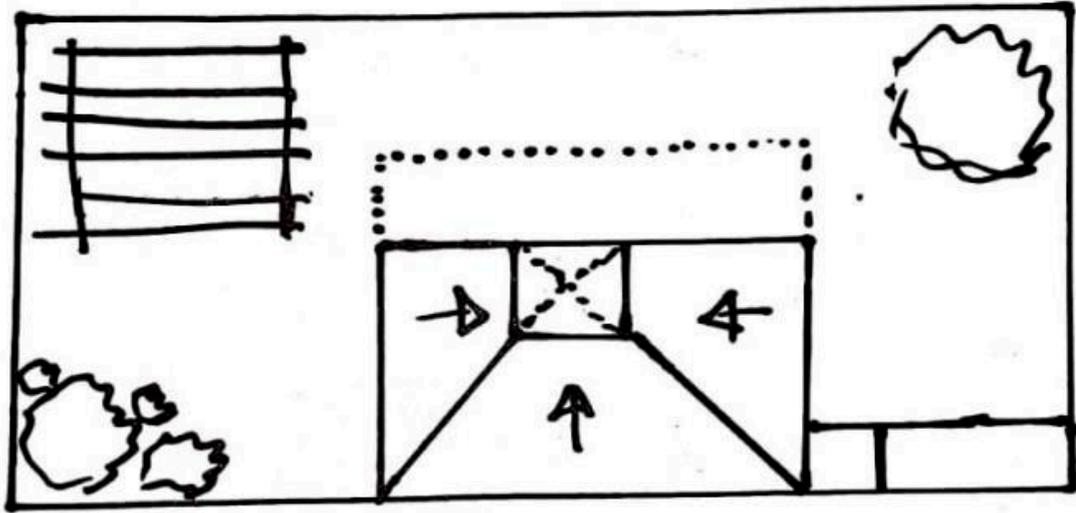


Figura 37 - Croqui de desenvolvimento de implantação

Fonte: o próprio autor.

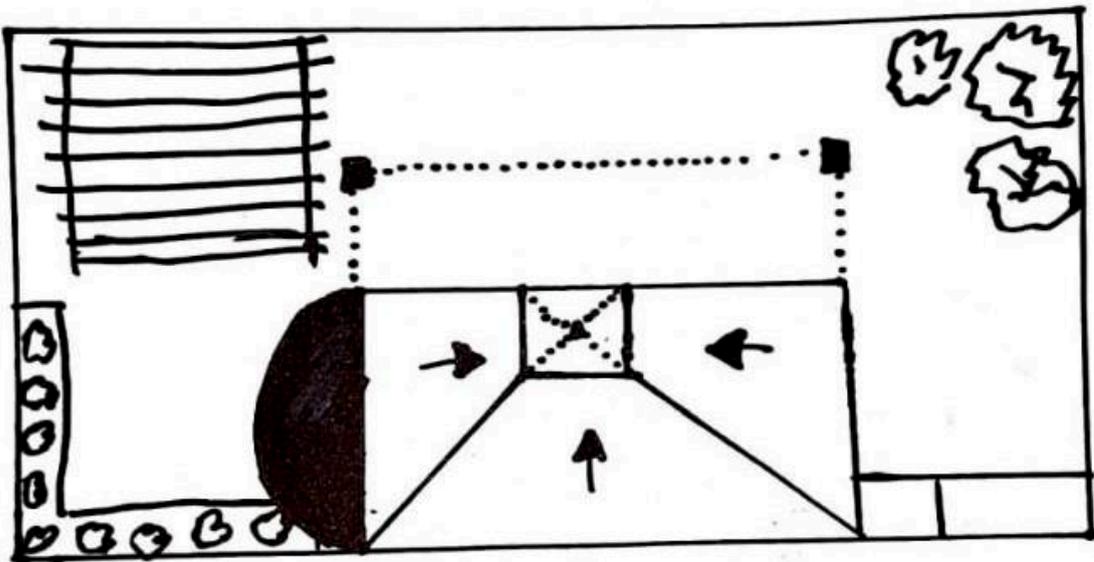


Figura 38 - Croqui de desenvolvimento de implantação.

Fonte: o próprio autor.

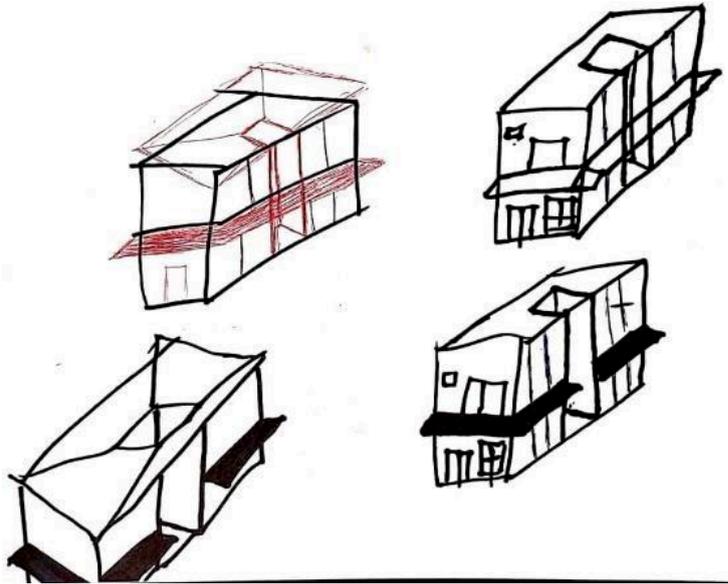


Figura 39 - Desenvolvimento da volumetria com foco em controlar a insolação.

Fonte: o próprio autor.

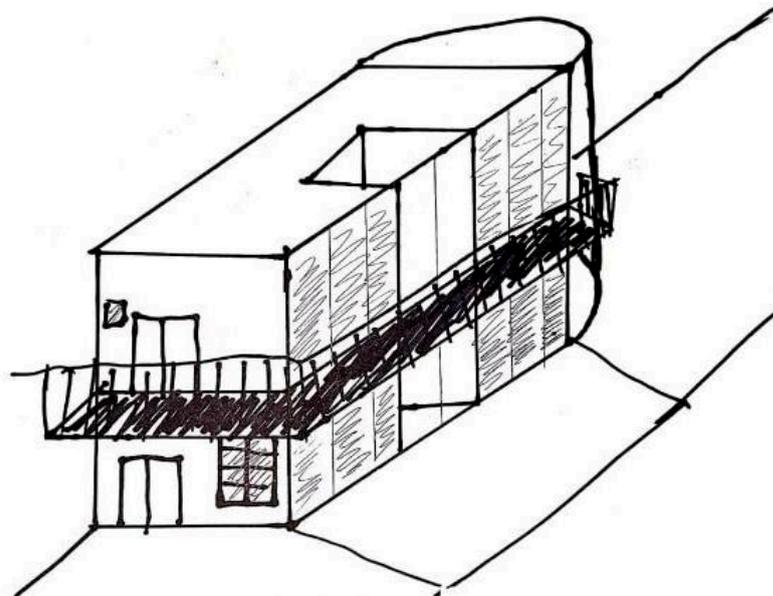


Figura 40 - Croqui de brises moveis.

Fonte: o próprio autor.

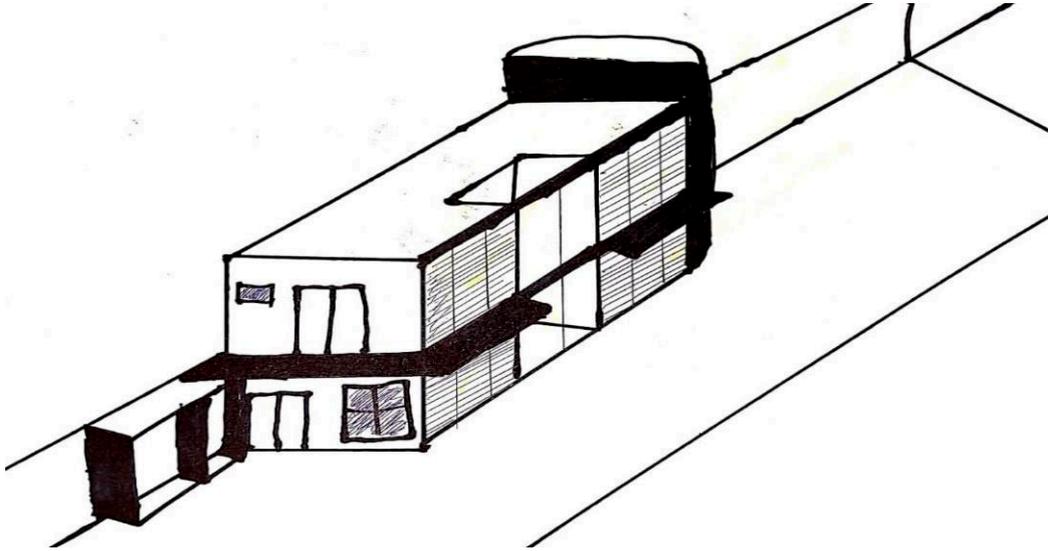


Figura 41 - Croqui de desenvolvimento final da volumetria.

## 15. PROJETO MODELO DE EFICIENCIA ENERGETICA EM TAUBATÉ – SP

### 15.1. Elementos construtivos

Fonte: o próprio autor.



Figura 42 - Renderização da casa eficiente.

O projeto se desenvolveu com o foco na eficiência energética da edificação buscando soluções projetuais e materialistas para alcançar um resultado que seja agradável, tanto a estética, como na funcionalidade da residência, com seus elementos arquitetônicos e soluções a residência aumenta muito seu potencial energético, e reduz o desperdício de energia. A eficiência energética se dá a partir do anteprojeto até a demolição, com o método construtivo Isocret onde a estrutura é montada com blocos de encaixe de fácil montagem, evitando a necessidade de mão de obra especializada, sua versatilidade permite até a alteração das paredes após a montagem dos blocos, evitando o desperdício com demolição e diminuição dos resíduos de obra, tendo o potencial de aumentar a eficiência energética da obra em 20% comparado com o método tradicional, a sua atuação no conforto térmico e acústico se torna superior, podendo desempenhar um excelente isolante termo acústico através do seu material inovador, e totalmente reciclável.

## 15.2. Captação d'água e tratamento

Fonte: o próprio autor.



Figura 43 - Corte perspectivado para detalhamento do sistema de captação.

A captação de água se dá através do telhado com caimento invertido sendo direcionada para o espelho d'água para decantação seguindo para o filtro de água e finalmente ao reservatório principal de uso não potável podendo atender a demanda de água do jardim, torneiras externas, e qualquer uso não potável.

O espelho d'água elemento primário no sistema de captação de água da casa onde ocorre o processo de decantação de partículas pesadas e atuando para umidificação dos ambientes da residência tanto do térreo como no primeiro pavimento.

### 15.3. Eficiência no consumo através da arquitetura

Fonte: o próprio autor.



Figura 44 - Renderização da casa eficiente detalhe dos brises da fachada oeste.

No Brasil temos como principal consumidor de energia dentro de uma residência padrão, o aquecimento de água seja em chuveiros ou em torneiras elétricas, o segundo consumista é atualmente (2020) o ar condicionado seguido pela iluminação.

A Casa Eficiente tem como estratégia projetual o uso de aquecedores de água solar, potencializados através do projeto da cobertura, posicionando os aquecedores voltados ao sol da tarde, oeste, o seu caimento de 25% tende a melhorar o aproveitamento dos raios solares, aumentando a performance do equipamento através do projeto arquitetônico.

#### 15.4. Brises moveis na fachada norte

Fonte: o próprio autor.



Figura 45 - Renderização da casa eficiente detalhe dos brises moveis.

Os elementos usados para controle da insolação, e para dispensar o uso de equipamentos de ar condicionados, são os brises que contornam a escada helicoidal, e o posicionamento dos ambientes de forma que o sol da tarde, seja direcionado a áreas molhadas ou de uso diurno, melhorando o conforto térmico. A solução arquitetônica do jardim interno na residência em conjunto com o espelho d'água, o mesmo usado para primeira etapa de filtragem da água da chuva, tem como efeito secundário o aproveitando da evaporação da água em dias quentes, aumentando o efeito de ventilação chaminé e umidificando o ar.

O uso de brises moveis em toda fachada norte permite o controle da insolação durante as diferentes épocas do ano podendo ser abertos totalmente e assim aumentando a troca de ar da residência através da ventilação cruzada.

O Brises móveis na fachada oeste melhoram a ventilação cruzada na residência e o controle de insolação direta do sol da tarde e permite o escape dos gases e odores da cozinha da residência, dispensando assim o uso de exaustores devido a solução

projetual de posicionar a casa de forma que o vento predominante empurre o ar do ambiente da sala ate a cozinha onde se esvai através dos brises .

A ventilação cruzada aumenta o a exaustão dos gases e vapores da cozinha garantindo uma melhor qualidade do ar na residência.

A radiação do sol no verão se comporta com uma incidência perpendicular e direta adentrando a residência de forma a evitar a raios solares em paredes ou ambientes e aumentando a evaporação do espelho d'água compensando a falta de umidade.

A radiação do sol no inverno se comporta de forma lateral a residência permitindo a entrada de raios solares e a acumulação de calor dentro da residência aumentando o conforto através da entrada de calor e diminuição da evaporação do espelho d'água.

## 15.5. Horta vertical e jardim

Fonte: o próprio autor.



Figura 46 - Renderização da casa eficiente detalhe da horta vertical e área externa.

O Jardim dos fundos tem como objetivo criar uma extensão da residência, com objetivo de criar um espaço de convivência ao livre para a área externa, melhorando o uso do terreno e criando esse espaço de silêncio e tranquilidade.

Um jardim vertical foi criado para o cultivo de ervas medicinais e hortaliças e para o uso e consumo dos membros da residência, podendo servir como uma fonte de alimentos sazonal, orgânica, ou até o cultivo de flores, tendo o suporte para rega das plantas e arvores a cisterna de captação da água da chuva. Após o tratamento da água feita através dos filtros da residência pode ser usada para todos os fins não potáveis

A marquise de cor preto fosca acima da escada, tem a função de absorver a luz do sol, e segurar o calor pois o armazenamento do aquecimento de água aquecida ficara armazenado dentro desse detalhe da fachada, além de contribuir para a estética da residência, tem essa função de eficiência energética de otimizar o armazenamento de agua aquecida, através do projeto arquitetônico.

## 15.6. Permeabilidade do solo

Fonte: o próprio autor.



Renderização da fachada casa eficiente detalhe do solo permeável.

O solo externo da residência foi planejado com pisos drenantes e permeáveis no estacionamento evitam o acúmulo de água na superfície e o restante do terreno mantém a permeabilidade para evitar o esgotamento ou ressecamento do solo devido a captação de água da residência.

## **16.RESULTADOS ESPERADOS**

Com base nos levantamentos e na pesquisa a ser realizada, a partir do estudo e aplicação de métodos e técnicas, busca-se analisar a história da eficiência energética no Brasil e sua relação tão direta com as residências, a responsabilidade e o poder que o arquiteto tem de melhorar uma edificação aplicando conceitos e estudos, e os benefícios que isso pode oferecer aos habitantes das residências e ao meio ambiente. Espera-se produzir um projeto que beneficie o cliente, mostrando a importância entre a relação do ser humano e o ambiente que ele se encontra, englobando sua saúde e bem estar assim como o benefício monetário a longo prazo, planejando e projetando .uma residência com eficiência energética superior, que priorize condições benéficas ao usuário e sua região sem prejudicar o meio, visando sempre a acessibilidade, conforto térmico e acústico e uso consciente e eficiente das energias comprada.

## 17. REFERÊNCIAS

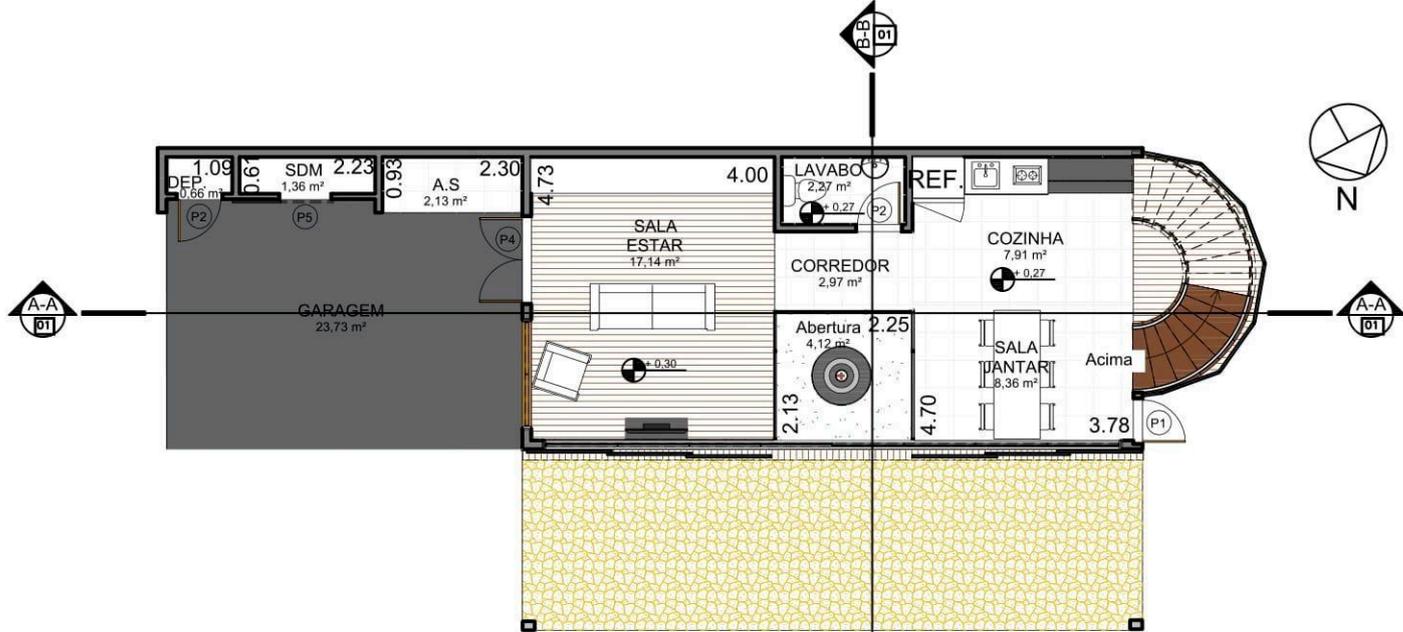
- ARCHDAILY.** Residencia-sem-impacto-a-01, <https://www.archdaily.com.br/br/924239/residencia-sem-impacto-a-01> 2018
- ABNT 2005B NBR 15220-2.** Desempenho térmico de edificações, método de cálculo da transmitância térmica, da capacidade térmica, do atraso térmico e do fator solar de elementos e componentes de edificações, 2008.
- CARUZZO, AMAURY et al Eletrobrás 2007<sup>a</sup>.** 3º edição Proposta de avaliação da eficiência energética na iluminação residencial utilizando um método por demanda climática, 2007.
- DATAGEO.** (Sistema ambiental paulista) Disponível em Shapefire Geosever em: <https://datageo.ambiente.sp.gov.br/app/>, 2020.
- EMPLASA.** Região Metropolitana do Vale do Paraíba e Litoral Norte. Disponível em: <https://www.emplasa.sp.gov.br/RMVPLN>, 2020.
- ENCAC/ELACAC.** XII Encontro Nacional e VIII Latino-americano de Conforto no Ambiente Construído, 2013
- EPE 2012.** Anuário Estatístico de Energia Elétrica, 2012.
- KISTER, Johannes et al.** Arte de projetar arquitetura. 18º Edição, São Paulo, G. Gilli, 2015.
- LAMBERTS, Roberto et al. Eficiência Energética na Arquitetura.** 3ª edição. ELETROBRAS/PROCEL, 2014.
- LAMBERTS, Roberto et al. Casa Eficiente Simulação Computacional do Desempenho Termo Energético.** 4º edição. LABEEE/PROCEL, 2010.
- LAMBERTS, Roberto et al. Casa Eficiente** Uso Racional da água 3º edição. LABEEE/PROCEL, 2010.
- LAMBERTS, Roberto et al. Casa Eficiente** Consumo e Geração de Energia 2º edição. LABEEE/PROCEL, 2010.
- LAMBERTS, Roberto et al. Casa Eficiente** Bioclimatologia e Desempenho Térmico 1º edição. LABEEE/PROCEL, 2010.
- TAUBATÉ (PREFEITURA MUNICIPAL).** Mapa Cadastral Urbano Taubaté, 2007.
- WEATHER SPARK,** O clima típico de qualquer lugar da Terra, 2020.

## **18.ANEXO**

### **18.1. Anexo 1**

**18.1.1. Plantas, cortes e fachadas**

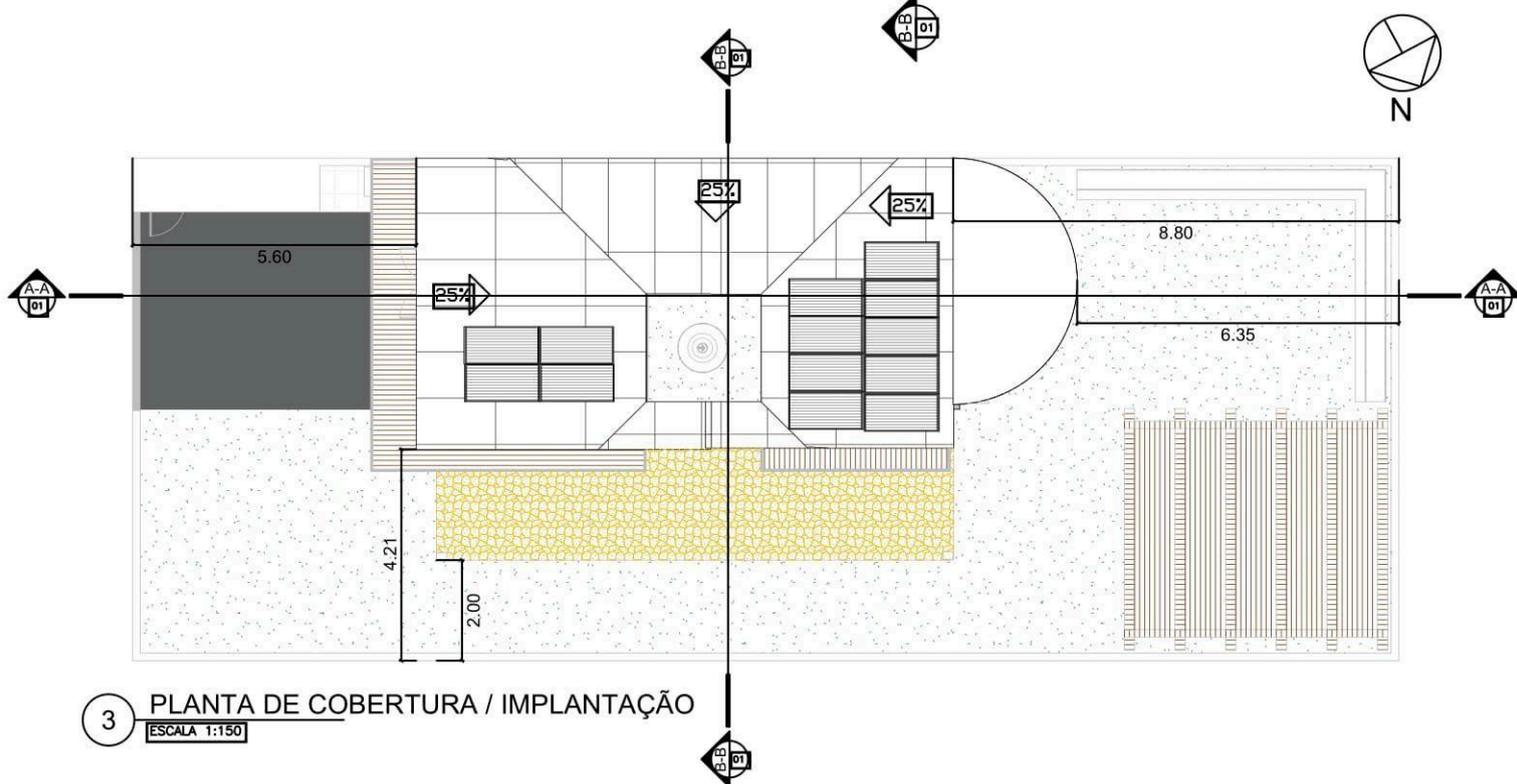
**18.1.2. Análise de insolação**



1 PLANTA BAIXA LAYOUT TERRÉO  
ESCALA 1:100



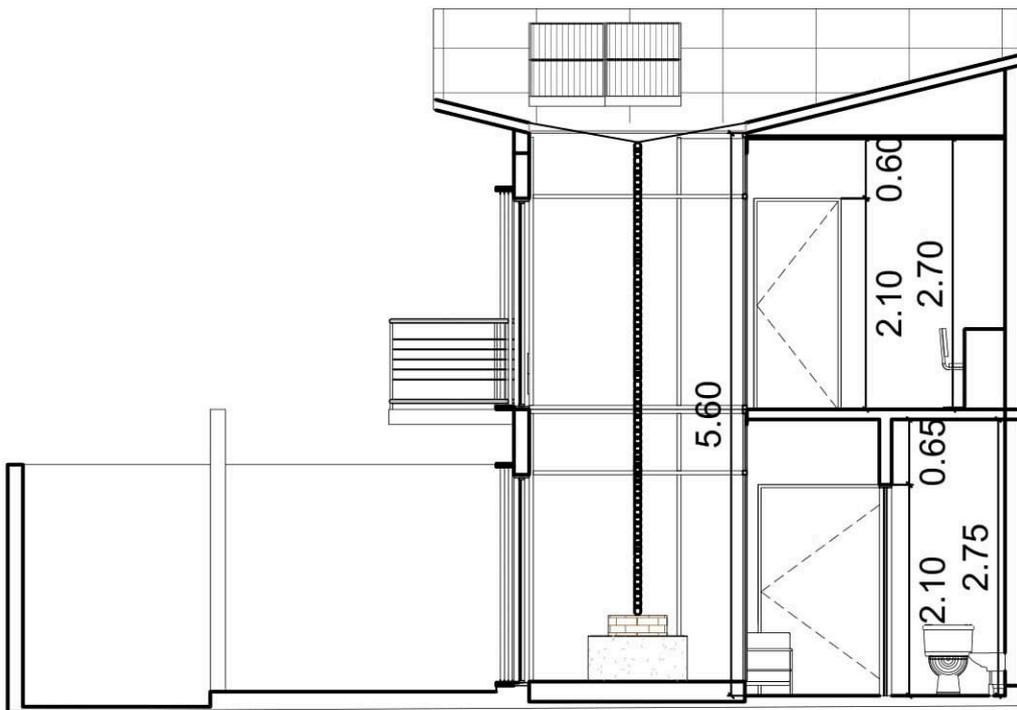
2 PLANTA BAIXA LAYOUT PAV. 1  
ESCALA 1:100



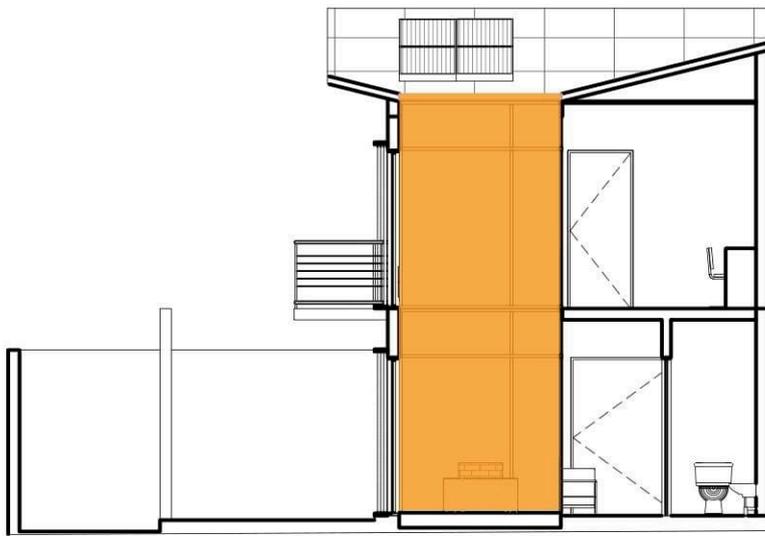
3 PLANTA DE COBERTURA / IMPLANTAÇÃO  
ESCALA 1:150



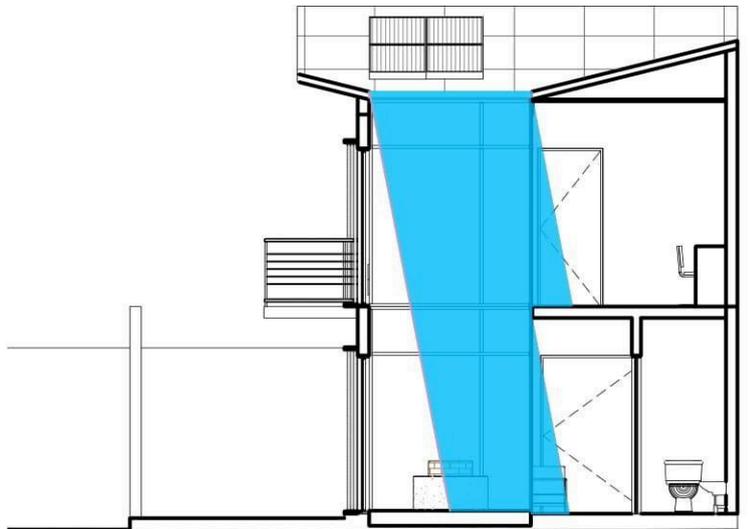
4 CORTE A-A  
 ESCALA 1:125



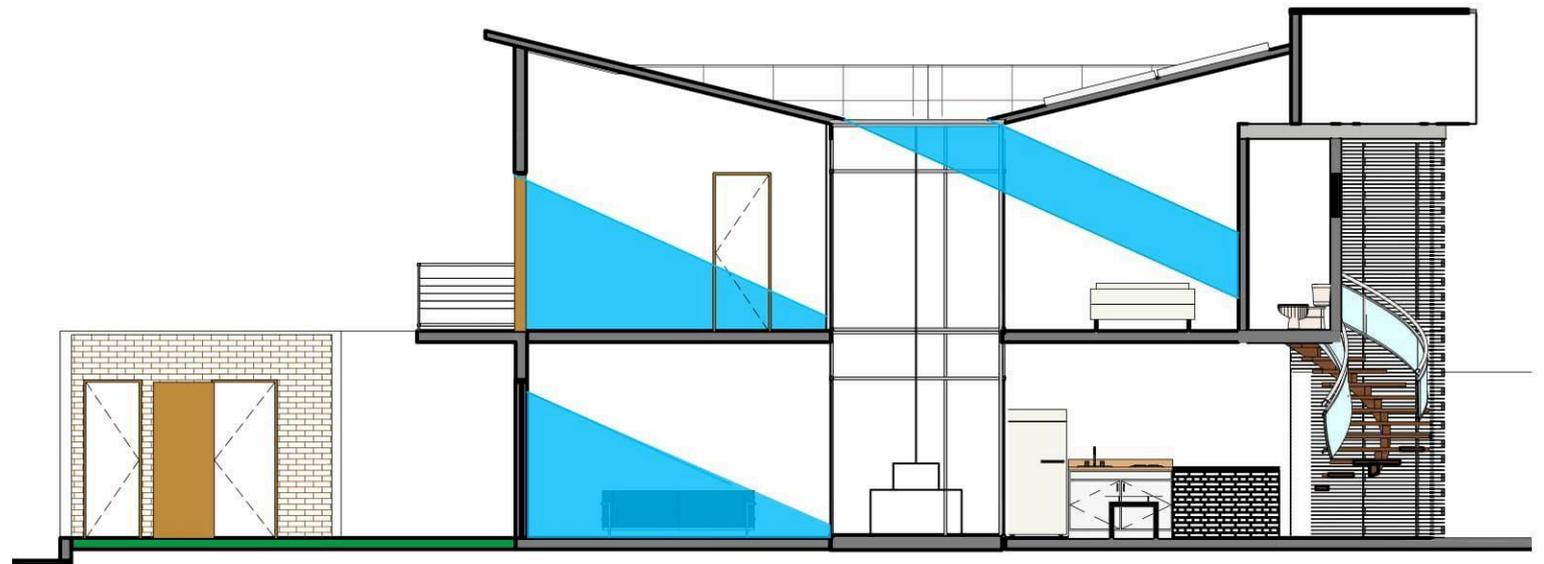
5 CORTE B-B  
 ESCALA 1:75



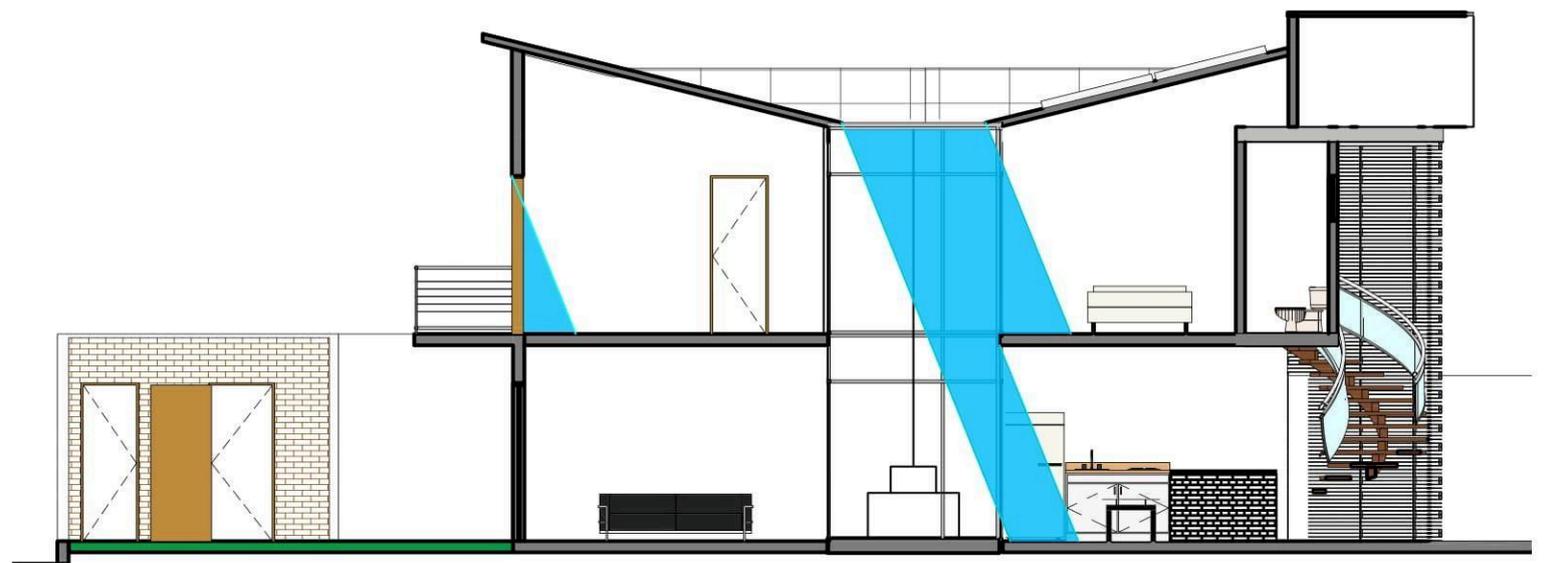
6 SOLTICIO DE VERAO 12:00 AM LONGITUDINAL  
ESCALA 1:100



7 SOLTICIO DE INVERNO 12:00 AM LONGITUDINAL  
ESCALA 1:100



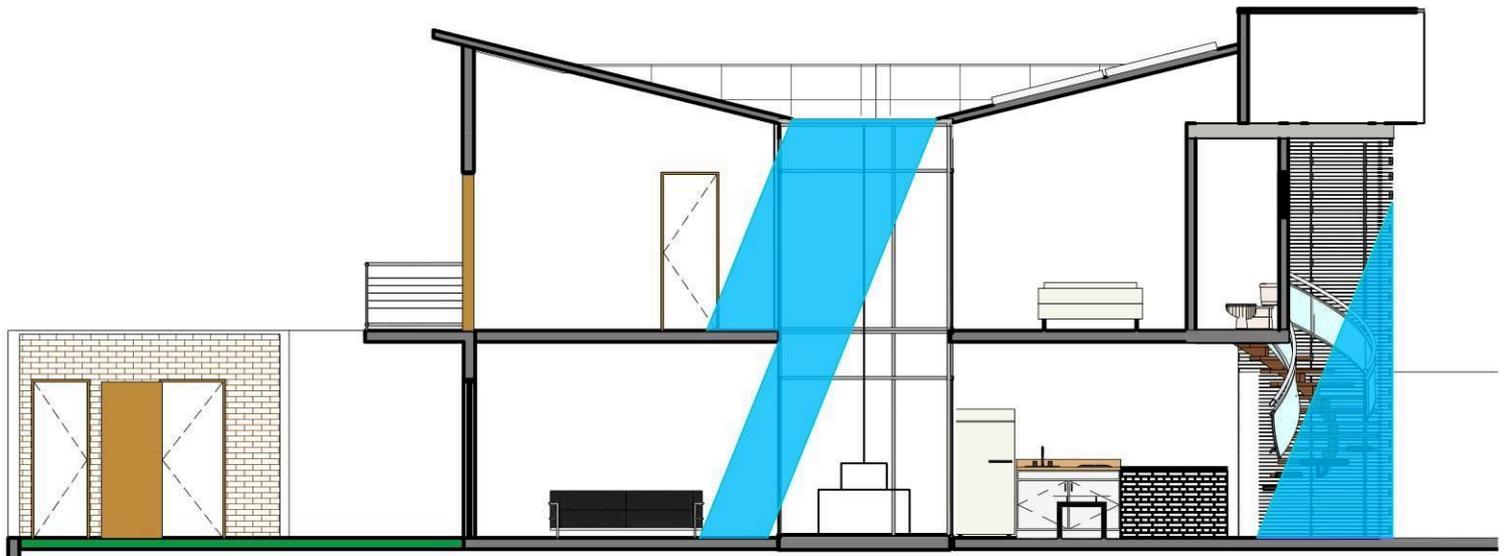
8 SOLTICIO DE INVERNO 08:00 AM TRASVERAL  
ESCALA 1:100



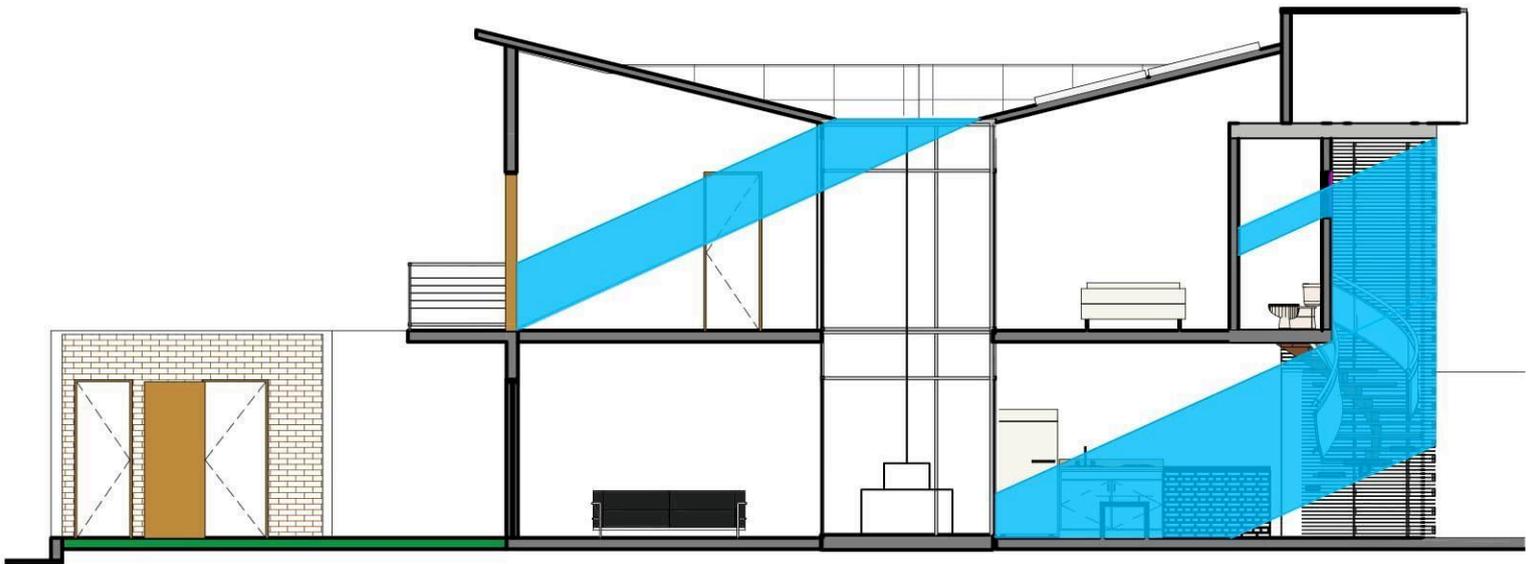
9 SOLTICIO DE INVERNO 10:00 AM TRASVERAL  
ESCALA 1:100



10 SOLTICIO DE INVERNO 12:00 PM TRASVERAL  
 ESCALA 1:100



11 SOLTICIO DE INVERNO 14:00 PM TRASVERAL  
 ESCALA 1:100



12 SOLTICIO DE INVERNO 16:00H TRASVERAL  
 ESCALA 1:100



13 SOLTICIO DE VERÃO 08:00 AM TRASVERAL

ESCALA 1:100



14 SOLTICIO DE VERÃO 10:00 AM TRASVERAL

ESCALA 1:100



15 SOLTICIO DE VERÃO 12:00 PM TRASVERAL

ESCALA 1:100



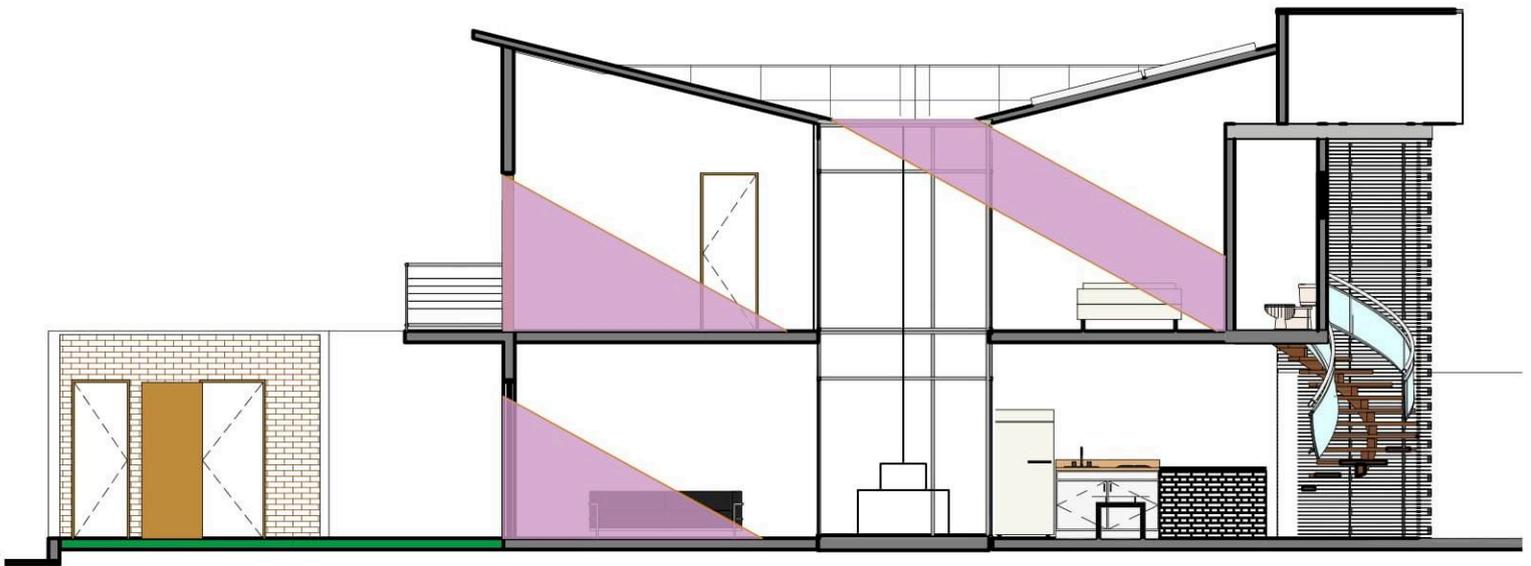
16 SOLTICIO DE VERÃO 14:00 PM TRASVERAL

ESCALA 1:100

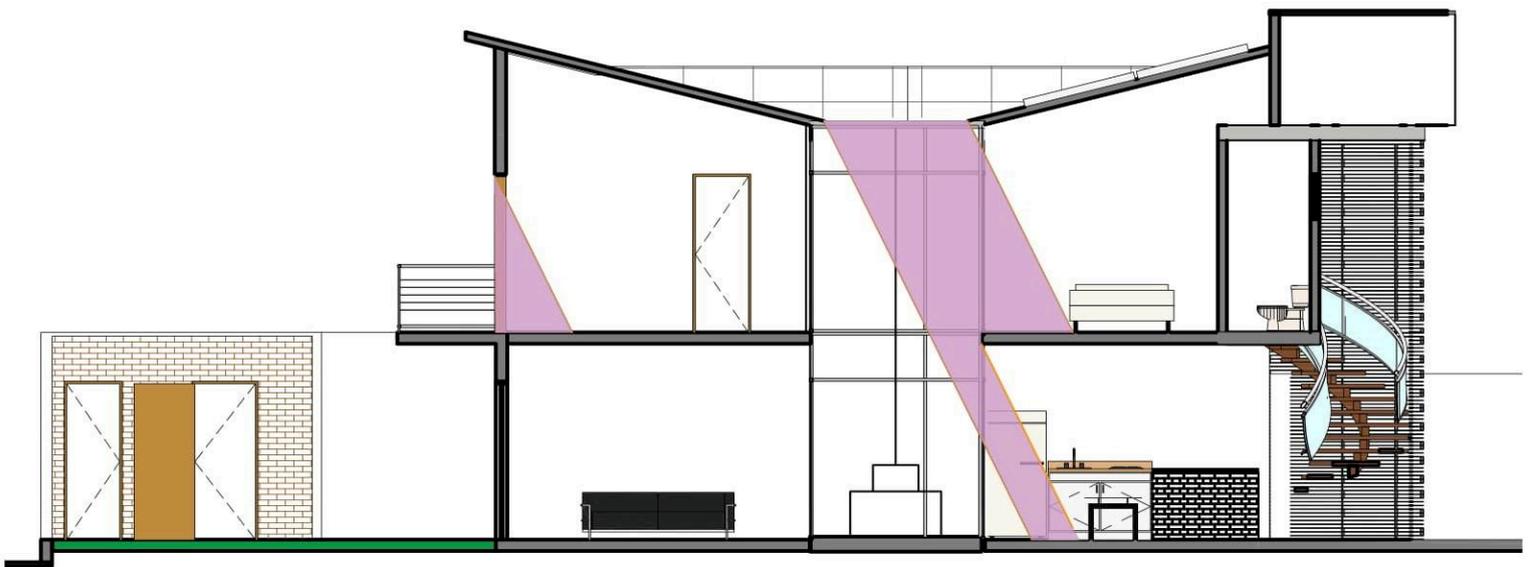


17 SOLTICIO DE VERÃO 16:00 PM TRASVERAL

ESCALA 1:100



18 EQUINOCIO 08:00 AM TRASVERAL  
ESCALA 1:100



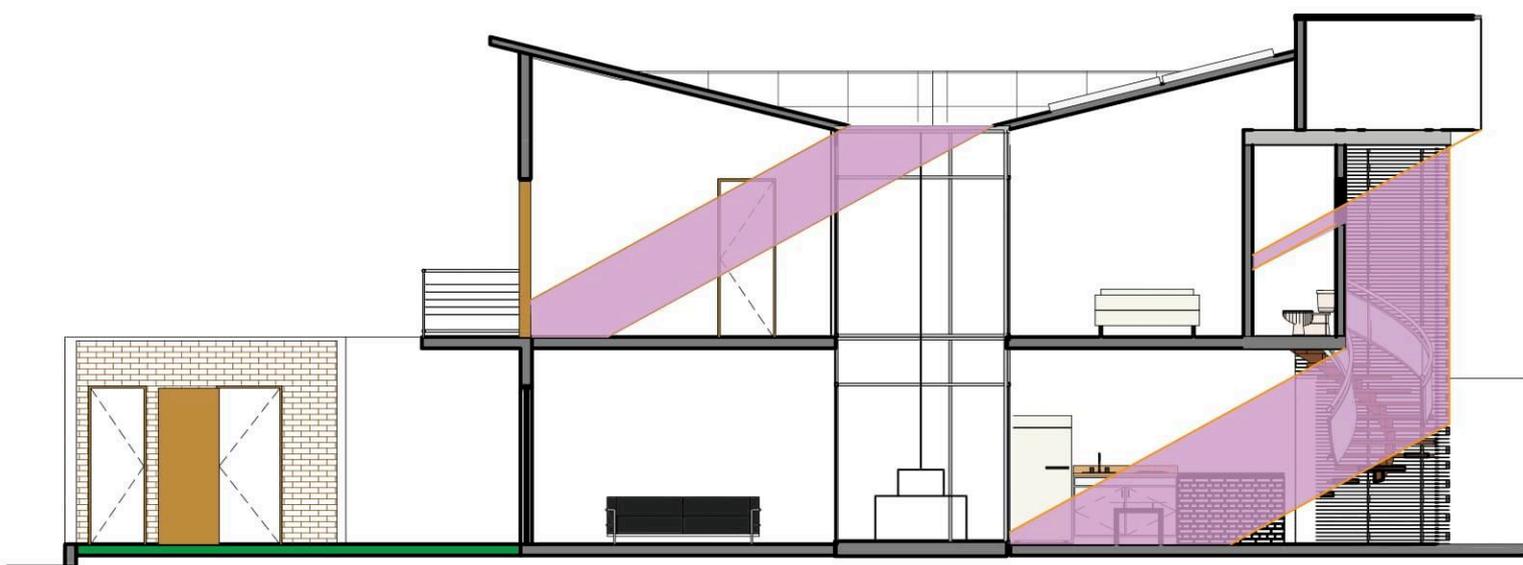
19 EQUINOCIO 10:00 AM TRASVERAL  
ESCALA 1:100



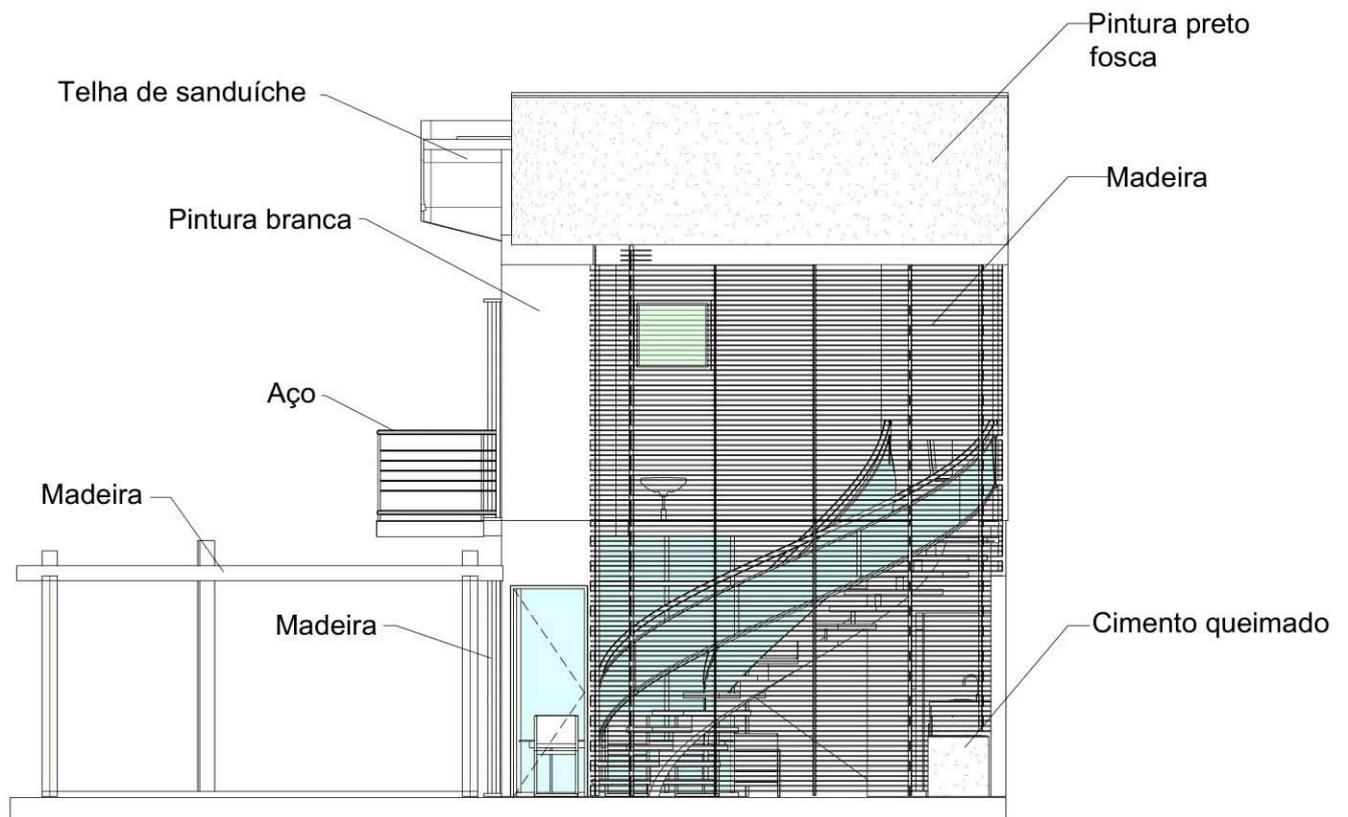
20 EQUINOCIO 12:00 PM TRASVERAL  
ESCALA 1:100



21 EQUINOCIO 14:00 PM TRASVERAL  
ESCALA 1:100

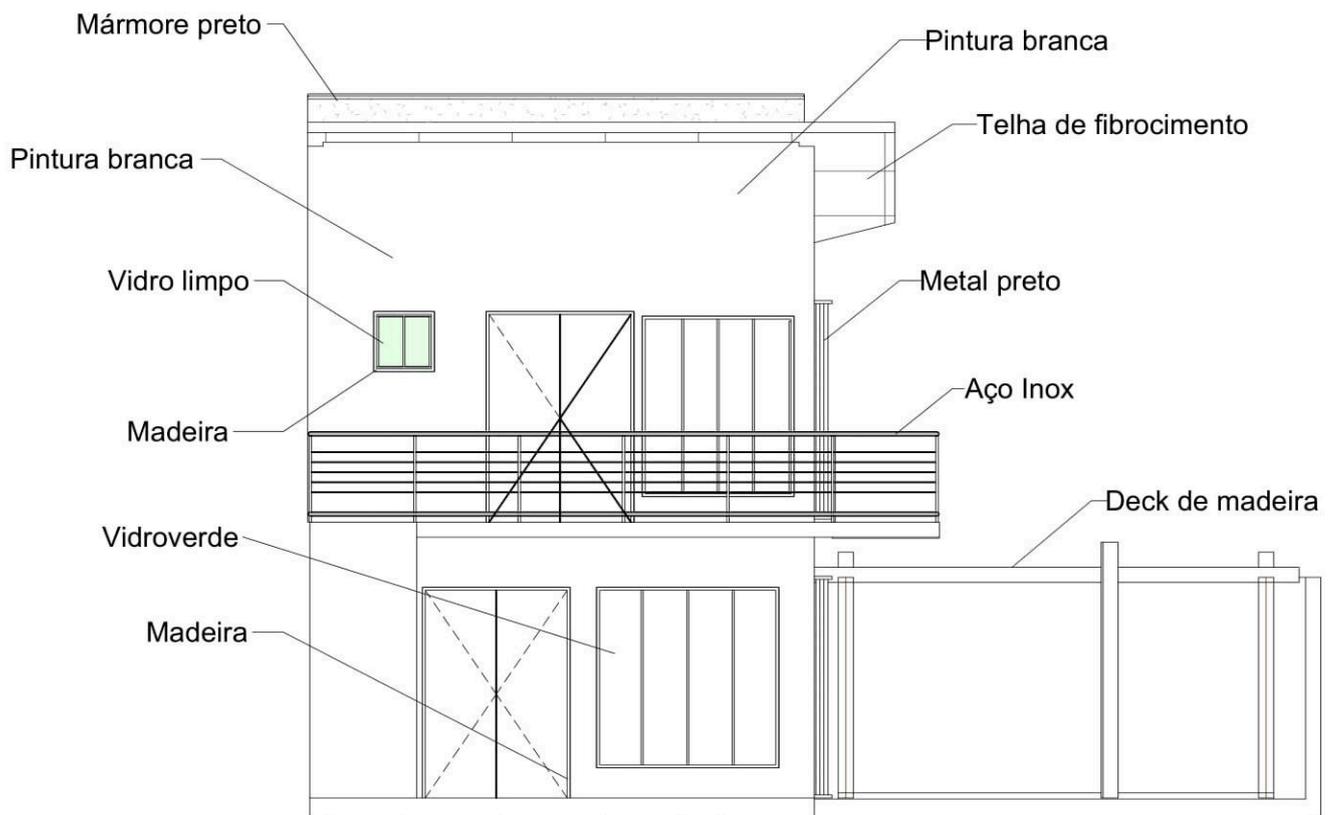


22 EQUINOCIO 16:00 PM TRASVERAL  
ESCALA 1:100



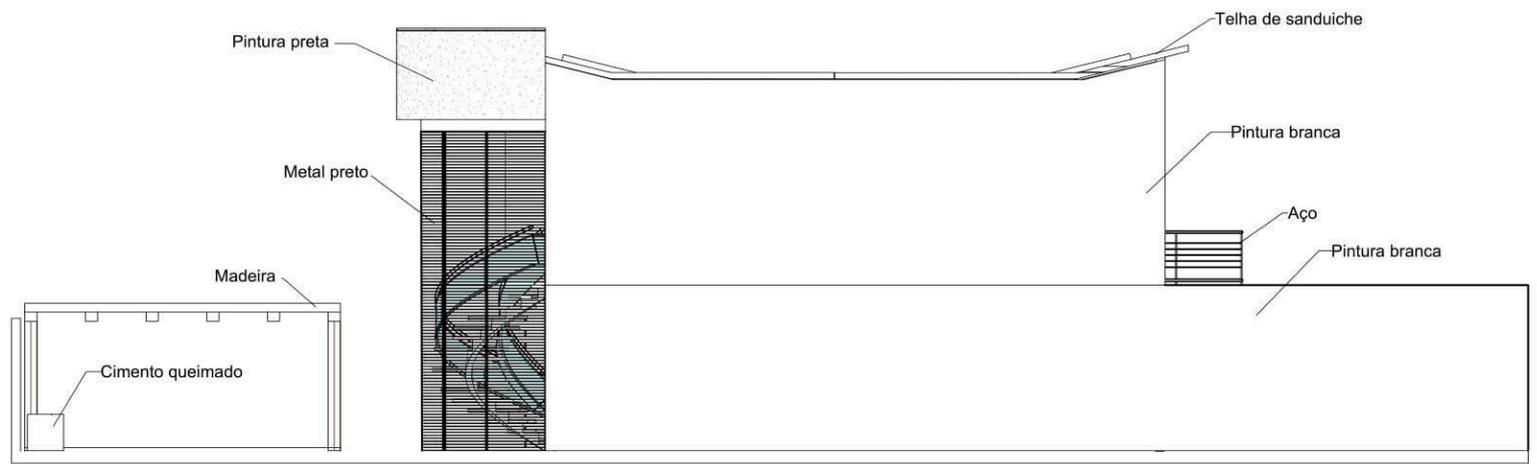
23 FACHADA OESTE 01

ESCALA 1:75

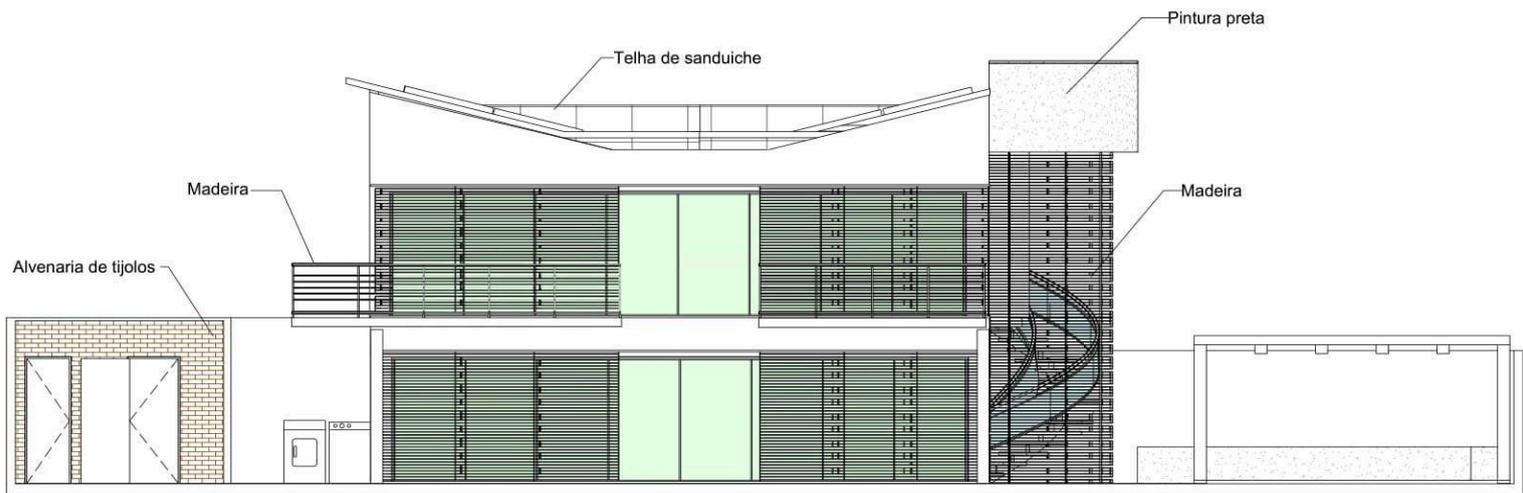


24 FACHADA LESTE 02

ESCALA 1:75



25 FACHADA NORTE 03  
 ESCALA 1:75



26 FACHADA SUL 04  
 ESCALA 1:75