

FACULDADE GALILEU

GILMARA DELATORRE TETÉ

RESIDÊNCIA VERDE

**BOTUCATU - SP
2020**

GILMARA DELATORRE TETÉ

RESIDÊNCIA VERDE

Trabalho de Conclusão de Curso para obtenção do
título de graduação em Arquitetura e Urbanismo
apresentado à Faculdade Galileu.

Orientador: Prof. Ms. Luiz Vitor Crepaldi Sanches

**BOTUCATU - SP
2020**

Prof.: _____ / ____ / ____.

Faculdade Galileu _____ / ____ / ____.

DEDICATÓRIA

Dedico esta vitória primeiramente à Deus, que me deu serenidade para a conclusão dos trabalhos, e para minha mãe, Alice Zachi, que me inspirou a vida inteira com seus dois lados: o da força, com o qual aprendi a jamais desistir, e o lado da delicadeza e do amor, para olhar o mundo com olhos de artista, observando as pequenas e mais simples belezas da natureza e do ser humano. Com seus quase 80 anos, sempre me diz: “Viva a vida minha filha... Viva!!!”.

AGRADECIMENTOS

Agradeço em especial aos seres que mais amo neste mundo, meus filhos André e Artur, que foram tão compreensíveis nos momentos de irritabilidade, pela falta constante de tempo.

Aos meus irmãos, Maurício e Janete, por acreditarem em mim e me incentivarem sempre.

Ao meu namorado, Marcelo, pela compreensão e paciência nos momentos em que não pude estar ao seu lado por conta dos estudos nesses anos todos.

Aos meus “girassóis” Flávio, Teotônio e Letícia, dos quais sempre recebi amor, incentivo e colaboração no trabalho e na vida.

À minha amiga Clarita Balestrin, que nem tem ideia de como seu apoio foi fundamental para minha saúde física e mental no período de elaboração desse trabalho.

Aos amigos da faculdade Felipe Tonsa, Filipi Brasil, Aline Oliveira e Wanderley Moraes de Souza, que foram meus parceiros de muitos trabalhos durante a vida acadêmica e que fora dela se tornaram muito especiais para mim.

Ao Dr. Eduardo José Daher Zacharias, que sendo meu superior imediato na área Jurídica, acreditou no meu potencial na área da Arquitetura, sempre me incentivando.

A todos os funcionários e todos os Mestres do curso de Arquitetura e Urbanismo da Faculdade Galileu, que fizeram parte de minha formação acadêmica, em especial aos Professores Rodrigo Michelin e Tomaz Lotufo, que fizeram com que meu olhar para a arquitetura fosse sempre voltado para a relação homem x natureza.

Ao meu Orientador Prof. Ms. Luiz Vitor Crepaldi Sanches, por ter aceitado ser meu orientador e dedicado parte do seu valioso tempo para me orientar com tanto zelo e carinho.

À banca examinadora deste trabalho.

RESUMO

Diante da necessidade de buscar alternativas sustentáveis na construção civil, para amenizar os problemas ambientais que afetam o mundo, este trabalho demonstra e avalia conceitos de sustentabilidade, através de pesquisas, estudos de viabilidade e análise de quadros comparativos entre uma construção sustentável e uma construção convencional, resultando na criação de um projeto arquitetônico com características de sustentabilidade denominado “residência verde”, no município de Botucatu/SP, num terreno padrão de 10x25m. O projeto é composto por uma área social integrada a uma área de lazer, uma de serviços e duas áreas íntimas, sendo uma no térreo e outra no pavimento superior. Concluiu-se que os objetivos foram atingidos, possibilitando planejar um projeto arquitetônico ambientalmente correto, economicamente viável e satisfatório aos usuários, proporcionando-lhes uma maior qualidade de vida.

Palavras-chave: Arquitetura sustentável; Materiais ecológicos; Projeto arquitetônico.

ABSTRACT

Given the necessity of finding sustainable alternatives in civil construction, in order to diminish environmental issues that affect the world, this work demonstrates and evaluates concepts of sustainability, through researches, studies on viability and analysis of comparative tables between a sustainable construction and a conventional construction, resulting in the creation of an architectonic project with characteristics of sustainability denominated "green housing", in the city of Botucatu/SP, on a land lot of 10x25m. The project is made up of a social area integrated with a recreation area, a service one and two intimate spaces, one on the ground floor and another on the upper floor. It was concluded that the goals were reached, making it possible to plan an environmentally correct architectonic project, financially viable and satisfying to the users, providing them a better quality of life.

Key words: Sustainable Architecture; Ecological Material; Architectonic Project.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	13
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	13
2.1. CONCEITO DE SUSTENTABILIDADE	13
2.2. ARQUITETURA VERDE	14
2.3. ARQUITETURA VERDE NO MUNDO	15
2.3.1. Certificação LEED - Leadership in Energy and Environmental Design no mundo.....	17
2.3.2. Referências projetuais de arquitetura verde no mundo	18
2.3.2.1. Estudo de caso 1 - Residência Aquas Perma Solar Firma	18
2.3.2.2. Estudo de caso 2 - Residência SKB	20
2.4. ARQUITETURA VERDE NO BRASIL	22
2.4.1. Certificação LEED - Leadership in Energy and Environmental Design no Brasil.....	22
2.4.2. Referências projetuais de arquitetura verde no Brasil	23
2.4.2.1. Estudo de caso 3 – Casa dos Cajueiros	23
2.4.2.2. Estudo de caso 4 - Casa Asa Delta	25
2.5. CARACTERÍSTICAS DE UMA CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL	28
2.5.1. Planejamento Sustentável da obra	28
2.5.2. Aproveitamento passivo dos recursos naturais	28
2.5.3. Eficiência energética.....	29
2.5.3.1. Energias renováveis.....	29
2.5.3.1.1. Energia solar	29
2.5.3.1.2. Energia eólica.....	30
2.5.3.2. Iluminação de LED	31
2.5.4. Gestão e economia da água.....	32
2.5.4.1. Reaproveitamento de água da chuva (captação e utilização).....	33
2.5.5. Gestão dos resíduos na edificação.....	34
2.5.6. Conforto ambiental	35
2.5.6.1. Paisagismo.....	35
2.5.7. Materiais ecológicos e tecnologias ecológicas	35
2.5.7.1. Telhado ecológico	35
2.5.7.2. Bambu.....	36
2.5.7.3. Tinta Ecológica.....	37

2.5.7.4.	Tijolo ecológico	37
2.5.7.5.	Bioplástico	38
2.5.7.6.	Telhas ecológicas	39
2.5.7.6.1.	Telhas ecológicas com materiais plásticos.....	39
2.5.7.6.2.	Telhas ecológicas de embalagem Tetra Park	40
2.5.7.6.3.	Telhas ecológicas de PET.....	41
2.5.7.6.4.	Telhas ecológicas com fibras vegetais.....	41
2.5.7.7.	Argamassa de Argila.....	42
2.5.7.8.	Bioconcreto	42
2.6.	CONSTRUÇÃO CONVENCIONAL X CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL.....	43
3.	DESENVOLVIMENTO	43
3.1.	LOCALIZAÇÃO	44
3.2.	ORIENTAÇÃO SOLAR	45
3.3.	PREFERÊNCIA DA USUÁRIA.....	46
4.	RESULTADOS E DISCUSSÃO	47
4.1.	DESCRIÇÃO	48
4.2.	QUADRO DE ÁREAS DA RESIDÊNCIA.....	51
4.3.	CONCEITOS DE SUSTENTABILIDADE APLICADOS NO PROJETO ARQUITETÔNICO	53
4.3.1.	Materiais de reuso e ecológicos	54
4.3.2.	Redução e disposição adequada dos resíduos da construção.....	54
4.3.3.	Iluminação natural e ventilação	55
4.3.4.	Energia solar fotovoltaica	56
4.3.5.	Coleta e utilização de águas pluviais,.....	56
4.3.6.	Paisagismo	57
4.4.	VIABILIDADE ECONÔMICA DE UM PROJETO SUSTENTÁVEL	58
5.	CONSIDERAÇÕES FINAIS	61
6.	REFERÊNCIAS	62
	ANEXO 1 – Projeto Completo	66

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Residência Aquas Perma Solar Firma. Foto: Murray Frederick. Fonte: Archdaily (2020).	18
Figura 2 - Residência Aquas Perma Solar Firma. Foto: Murray Frederick. Fonte: Archdaily (2020).	19
Figura 3 - Residência Aquas Perma Solar Firma. Foto: Murray Frederick. Fonte: Archdaily (2020).	19
Figura 4 - Residência Aquas Perma Solar Firma. Foto: Murray Frederick. Fonte: Archdaily (2020).	19
Figura 5 - Residência Aquas Perma Solar Firma. Foto: Murray Frederick. Fonte: Archdaily (2020).	20
Figura 6 - Residência SKB. Foto: Duong Van Mau. Fonte: Archdaily (2020).	20
Figura 7 - Residência SKB. Foto: Duong Van Mau. Fonte: Archdaily (2020).	21
Figura 8 - Residência SKB. Foto: Duong Van Mau. Fonte: Archdaily (2020).	21
Figura 9 - Residência SKB. Foto: Duong Van Mau. Fonte: Archdaily (2020).	22
Figura 10 - Gráfico do crescimento de edificações LEED no Brasil (adaptado). Fonte: GBCBrasil (2020).	23
Figura 11 – Casa dos Cajueiros. Foto de Nelson Kon. Fonte: Archdaily (2020).	24
Figura 12 - Casa dos Cajueiros. Foto de Nelson Kon. Fonte: Archdaily (2020).	24
Figura 13 – Casa dos Cajueiros. Foto de Nelson Kon. Fonte: Archdaily (2020).	25
Figura 14 – Casa dos Cajueiros - planta baixa. Fonte: Archdaily (2020).	25
Figura 15 - Casa Asa Delta. Foto de Bruno Meneghitti. Fonte: Argus (2020).	26
Figura 16 - Casa Asa Delta. Foto de Bruno Meneghitti. Fonte: Argus (2020).	26
Figura 17 - Casa Asa Delta. Foto de Bruno Meneghitti. Fonte: Argus (2020).	27
Figura 18 - Planta baixa: Casa Asa Delta. Fonte: Argus (2020).	27
Figura 19 – Corte: Casa Asa Delta. Fonte: Argus (2020).	28
Figura 20 - Fonte: Adaptado do Relatório do IV Congresso Brasileiro de Energia Solar e na Conferência Latino-Americana da ISES – São Paulo, 18 a 21 de setembro de 2018.	30
Figura 21 - Fonte: Aneel/ABEEólica. Mapa da produção da energia eólica nos estados brasileiros.	31
Figura 22 - Fonte: Reconlux (2020).	32
Figura 23 - Percentual de desperdício de água potável por Estado. Fonte: Igui Ecologia (2020).	33
Figura 24 - Disponível em: www.sempresustentavel.com.br	34
Figura 25 – Disponível em: https://construindodecor.com.br/telhado-verde/	36
Figura 26 - Archdaily (Moris Hauss – Bangkok).	36
Figura 27 - Fonte: Archdaily (2020).	37
Figura 28 - Fonte: ECOEFICIENTES (2020).	38
Figura 29 - Imagem: Fonte: F.Souares Arquitetura	38
Figura 30 - Pavilhão ArboSkin. Fonte: Archdaily (2020).	39
Figura 31 - Fonte: Guia do Construtor (2020).	40

Figura 32 – Fonte: Ecopex (2020).....	40
Figura 33 - Fonte: Planeta Limpo (2020).....	41
Figura 34 – Fonte: AECWEB (2020).	42
Figura 35 - Imagem no terreno. Fonte: Google Maps (adaptada)	44
Figura 36 - Imagem do terreno. Fonte: Autora (2020).....	45
Figura 37 - Demonstração da orientação solar no terreno. Fonte: Autora (2020).	46
Figura 38 – Vista frontal da garagem. Fonte: Autora (2020)	49
Figura 39 – Entrada, portão social e garagem. Fonte: Autora (2020).	49
Figura 40 – Vista do hall de entrada. Fonte: Autora (2020).....	49
Figura 41 – Área social. Fonte: Autora (2020).....	49
Figura 42 – Vista da cozinha. Fonte: Autora (2020).	50
Figura 43 – Vista da cozinha integrada à área social. Fonte: Autora (2020).....	50
Figura 44 – Vista lateral da cozinha. Fonte: Autora (2020).	50
Figura 45 – Vista da área de lazer - pergolado. Fonte: Autora (2020).	50
Figura 46 – Vista da área de lazer - piscina. Fonte: Autora (2020).	50
Figura 47 – Vista da área de lazer - fundos. Fonte: Autora (2020).....	50
Figura 48 – Vista do pomar e composteira. Fonte: Autora (2020).....	51
Figura 49 – Vista do jardim – telhado verde. Fonte: Autora (2020).....	51
Figura 50 – Fachadas principal e posterior. Fonte: Autora (2020).	51
Figura 51 – Fachada da residência. Fonte: Autora (2020).....	52
Figura 52 – Planta geral. Fonte: Autora (2020).	52
Figura 53 – Cortes e elevações. Fonte: Autora (2020).....	53
Figura 54 – Conceitos de sustentabilidade. Fonte: Autora (2020).....	54
Figura 55 – Fachada com parede de cobogó de tijolos. Fonte: Autora (2020).....	55
Figura 56 – Janelas dos quartos e banheiro. Fonte: Autora (2020).	55
Figura 57 – Iluminação natural. Fonte: Autora (2020).....	56
Figura 58 – Três cisternas de 2.000 litros cada. Fonte: Casa da Borracha (2020). ..	57
Figura 59 – Cisterna de 2.000 litros instalada na torre da edificação. Fonte: Autora (2020).....	57

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 – Preferências da usuária. Fonte: Autora (2020).....	47
Tabela 2 - Quadro de áreas da residência. Fonte: Autora (2020).	51
Tabela 3 – Estimativa de custo de mão de obra. Fonte: Autora (2020).	59
Tabela 4 - Estimativa de custo - TIJOLOS. Fonte: Autora (2020).	59
Tabela 5 - Estimativa de custo - TINTAS. Fonte: Autora (2020).	60
Tabela 6 - Tabela comparativa de custos. Fonte: Autora (2020).....	60
Tabela 7 - Estimativa de custo - Sistema de geração de energia fotovoltaica. Fonte: Autora (2020).	61
Tabela 8 - Estimativa de custo - Sistema de captação de água - Cisternas. Fonte: Autora (2020).	61

1. INTRODUÇÃO

A utilização dos conceitos de sustentabilidade está, nos últimos anos, se tornando cada vez mais necessária, inclusive por questões ambientais discutidas mundialmente, e muito comum nos projetos arquitetônicos.

Esses conceitos devem ser inseridos na arquitetura sustentável, também conhecida como arquitetura verde.

De acordo com Ragheb, Hisham & Ragheb (2016), arquitetura sustentável é a ciência e estilo de edifícios projetados e construídos seguindo princípios ecológicos, que visam a minimizar o número de recursos consumidos na construção, uso e operação de uma construção e também reduzir os danos ao meio ambiente e desperdício de materiais.

No Brasil há uma forte tendência de arquitetura verde, tendo estado em 4º lugar no ranking anual em construções sustentáveis, com base no *US Green Building Council* (USGBC), criador do sistema “LEED” de classificação de edifícios sustentáveis. A China está em primeiro lugar nesse ranking, seguida pelo Canadá, Índia, Brasil e Coreia (GBCBrasil, 2020).

Este trabalho possui o intuito de demonstrar que é possível projetar e executar uma construção ambientalmente correta, economicamente viável e satisfatória aos usuários.

Para tanto, foram realizadas diversas pesquisas sobre arquitetura sustentável, seu conceito e história no Brasil e no mundo, bem como as técnicas construtivas e materiais ecológicos, o que possibilitou o desenvolvimento de um projeto arquitetônico de uma construção sustentável.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Será apresentada na sequência, a revisão literária sobre a arquitetura sustentável, também chamada de arquitetura verde.

2.1. CONCEITO DE SUSTENTABILIDADE

Antes de adentrar no tema da arquitetura verde, necessário se faz conceituar o termo “sustentabilidade”.

Quanto ao conteúdo do conceito de sustentabilidade, o LASSU - Laboratório de Sustentabilidade da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (2020) explica que a palavra “sustentável” provém do latim *sustentare* (sustentar; defender; favorecer, apoiar; conservar, cuidar).

Sustentabilidade é um conceito sistêmico, relacionado com a continuidade dos processos econômicos, sociais, culturais e ambientais globais, propondo-se uma outra maneira de configurar a civilização e a atividade humana, de tal maneira que as sociedades e as suas economias possam satisfazer as suas necessidades e expressar o seu maior potencial no presente e ao mesmo tempo preservar a biodiversidade, os ecossistemas naturais e a qualidade de vida das pessoas. A ideia é beneficiar e/ou reduzir o impacto em todas as partes envolvidas, através de processos que se mantenham ao longo do tempo por prazo indefinido (LASSU, 2020).

Muitos acreditam que a origem do conceito de sustentabilidade é recente e que teria surgido em reuniões organizadas pela ONU (Organização das Nações Unidas), onde foram tratados limites do crescimento que punha em crise o modelo vigente praticado em quase todas as sociedades mundiais. No entanto, o conceito originou-se há mais de 400 anos, com a silvicultura, ou seja, o manejo das florestas (BOFF, 2020).

Em 1560, na Província da Saxônia – Alemanha, iniciou-se a preocupação pelo uso racional das florestas, de forma que elas pudessem se regenerar e se manter permanentemente. Nesse contexto, surgiu a palavra alemã *Nachhaltigkeit*, que significa “sustentabilidade”. Mas foi somente em 1713, também na Saxônia, com o capitão Hans Carl Von Carlowitz, que a palavra “sustentabilidade” se transformou num conceito estratégico. Havia se criado fornos de mineração que demandavam muito carvão vegetal, extraído da madeira, e florestas eram abatidas para atender nova frente de progresso, quando Carlowitz escreveu um verdadeiro tratado na língua científica da época, o latim, sobre a sustentabilidade (*nachhaltig wirtschaften*: organizar de forma sustentável) das florestas com o título *Silvicultura Econômica*. Propunha enfaticamente o uso sustentável das madeiras (BOFF, 2020).

2.2. ARQUITETURA VERDE

Uma edificação sustentável foi conceituada por um comitê técnico da ISO - *International Organization for Standardization* (Organização Internacional para Padronização), como sendo

(...) aquela que pode manter moderadamente ou melhorar a qualidade de vida e harmonizar-se com o clima, a tradição, a cultura e o ambiente na região, ao mesmo tempo em que conserva a energia e os recursos, recicla materiais e reduz as substâncias perigosas dentro da capacidade dos ecossistemas locais e globais, ao longo do ciclo de vida do edifício” (ISO/TC 59/SC3 N 459).

Afirma Corbella que arquitetura sustentável é

(...) a continuidade mais natural da Bioclimática, considerando também a integração do edifício à totalidade do meio ambiente, de forma a torná-lo parte de um conjunto maior. É a arquitetura que quer criar prédios objetivando o aumento da qualidade de vida do ser humano no ambiente construído e no seu entorno, integrando as características da vida e do clima locais, consumindo a menor quantidade de energia compatível com o conforto ambiental, para legar um mundo menos poluído para as próximas gerações. (CORBELLA & YANNAS, 2009, p. 19)

O Ministério do Meio Ambiente recomenda o que é essencial numa edificação: a adequação do projeto ao clima do local, minimizando o consumo de energia e otimizando as condições de ventilação; iluminação e aquecimento naturais; atenção para a orientação solar adequada; utilização de coberturas verdes; redução e disposição adequada dos resíduos da construção; reciclagem e reuso dos materiais; o uso de coletor solar térmico para aquecimento de água, de energia eólica para bombeamento de água e de energia solar fotovoltaica, com possibilidade de se injetar o excedente na rede pública; a coleta e utilização de águas pluviais, utilização de dispositivos economizadores de água, reuso de águas, tratamento adequado de esgoto no local e, quando possível, o uso de banheiro seco; a valorização dos elementos naturais no tratamento paisagístico e o uso de espécies nativas; a destinação de espaços para produção de alimentos e compostagem de resíduos orgânicos, o uso de reciclados da construção na pavimentação e de pavimentação permeável, a previsão de passeios sombreados no verão e ensolarados no inverno (MINISTÉRIO MA, 2020), características essas que serão demonstradas nos próximos tópicos.

2.3. ARQUITETURA VERDE NO MUNDO

Vários países buscam um modelo de desenvolvimento adequado aos novos tempos, em razão da conscientização sobre a escassez e possível limitação de recursos do planeta. Essa conscientização tem feito com que se pense sobre o meio ambiente e se busquem formas de preservá-lo.

Historicamente, além da preocupação com o meio ambiente, há tempos busca-se também uma melhor qualidade de vida.

No final do século XVIII, devido a situações que a princípio ocorreram em razão de estratégias de guerra, foram levantadas questões sanitárias, quando várias cidades com alto índice populacional foram remodeladas urbanisticamente, como fez George-Eugène Haussmann na cidade de Paris, na França, onde foram aplicadas várias medidas que visavam à saúde e ao bem-estar da população. Entre elas, podem ser citadas: abertura de ruas mais largas, demolições de espaços estreitos, a correta destinação do esgoto e lixo, o tratamento de água para a população, a criação de normas voltadas para as novas edificações, que possuíam regras para uma melhor ventilação pelas portas e janelas, a circulação de ar entre as construções próximas e áreas ensolaradas (OTTONI, 1996).

Posteriormente, iniciou-se a criação de regras pelos governos do mundo todo, para que as cidades se desenvolvessem de uma forma mais sustentável.

De acordo com o IBGE (2017, pág. 1), o termo desenvolvimento sustentável surgiu em 1980 e foi consagrado em 1987 pela Comissão Mundial sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento, conhecida como Comissão Brundtland, que produziu um relatório considerado básico para a definição desta noção e dos princípios que lhe dão fundamento. No referido relatório, definiu-se desenvolvimento sustentável como

um processo de transformação no qual a exploração dos recursos, a direção dos investimentos, a orientação do desenvolvimento tecnológico e a mudança institucional se harmonizam e reforçam o potencial presente e futuro, a fim de atender às necessidades e aspirações futuras (IBGE, 2017).

A ONU não mede esforços em busca desse tão sonhado desenvolvimento sustentável e em duas ocasiões em especial buscou o referido modelo.

A primeira ocorreu em 1992, quando realizou a Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e o Desenvolvimento (CNUMAD), na cidade do Rio de Janeiro, que ficou conhecida como “Rio 92”, onde foram mediados acordos entre os Chefes de Estado de 179 (cento e setenta e nove) países. Dessa conferência nasceu a “Agenda 21 Global”, que foi assinada pelos representantes desses países. Trata-se de um programa de ação baseado num documento de 40 capítulos e constitui uma das tentativas mais importantes, em escala mundial, de um novo padrão denominado “desenvolvimento sustentável”. Tudo aconteceu no plano das intenções, com uma perspectiva de mudança para o século XXI (MINISTÉRIO MA, 2020).

A segunda deu-se em 2015, quando a ONU propôs aos seus 193 países membros que assinassem a “Agenda 2030”, que nada mais é que um plano global composto por 17 objetivos (ODSs) e 169 metas para que esses países alcancem o desenvolvimento sustentável em todos os âmbitos até 2030 (MINISTÉRIO MA, 2020).

De acordo com o *Green Building Council*, vários desses objetivos possuem relação direta com uma arquitetura sustentável. São eles: “Saúde e Bem-Estar” (objetivo 3); “Energia Limpa e Acessível” (objetivo 7); “Indústria, Inovação e Infraestrutura” (objetivo 9); “Cidades e Comunidades Sustentáveis” (Objetivo 11); “Consumo e produção responsáveis” (objetivo 12); “Ação Contra a Mudança Global do Clima” (objetivo 13); “Vida Terrestre” (objetivo 15); e “Parcerias e Meios de Implementação” (objetivo 17) (GBCBrasil, 2020).

2.3.1. Certificação LEED - Leadership in Energy and Environmental Design no mundo

Em 2000, foi criada pelo *United States Green Building* (USGBC), o *Leadership in Energy and Environmental Design* ou LEED, que é um sistema internacional de certificação e orientação ambiental para edificações utilizado em mais de 160 países, e possui o intuito de incentivar a transformação dos projetos, obra e operação das edificações, sempre com foco na sustentabilidade de suas atuações (GBCBrasil, 2020).

Conforme Lisa Wronski, embora o LEED tenha sido um marco no contexto histórico da arquitetura sustentável e que vem sendo almejado pelos arquitetos desde a sua criação – até pelo fato de que estabeleceu um quadro ajustável para os projetos verdes, legitimando-os como investimentos de negócios – o LEED, possui um aspecto negativo. Segundo estudos realizados pela McGraw-Hill e Turner Construction, houve um declínio na quantidade de empresas norte-americanas que buscam a certificação LEED. Em 2008, 61% das empresas norte-americanas buscaram tal certificação. Em 2013, o percentual caiu para 48%, devido aos elevados custos e à dificuldade do processo de certificação LEED. Todavia, independentemente dessa queda, os projetos sustentáveis continuam fortes e em ascensão (ARCHDAILY, 2020).

2.3.2. Referências projetuais de arquitetura verde no mundo

Para o desenvolvimento desse projeto de residência, foi necessário estudar edificações que se destacaram pelas suas características sustentáveis e arquitetônicas. Para tanto, foram escolhidas duas, uma na Austrália e outra no Vietnã.

2.3.2.1. Estudo de caso 1 - Residência Aquas Perma Solar Firma

A residência denominada “Aquas Perma Solar Firma” foi projetada e executada em Alexandria, na Austrália, pelo escritório de arquitetura CplusC Architectural Workshop (ARCHDAILY, 2020).

O escritório descreve que o projeto arquitetônico inclui um sistema de aquaponia para captura de peixes, armazenamento de água da chuva para uso em toda a casa, um leito para filtrar água, uma criação de minhocas e galinheiro trabalhando em harmonia com uma horta produtiva, um sistema de água quente solar de tubo de vidro e um sistema de geração de energia fotovoltaica. Como pode ser visto na Figura 1, a casa combina design arquitetônico inovador com iniciativas verdes (ARCHDAILY, 2020).



Figura 1 - Residência Aquas Perma Solar Firma. Foto: Murray Frederick. Fonte: Archdaily (2020).

Observa-se na Figura 2 que o pátio central e os ambientes internos receberam muita luz natural.



Figura 2 - Residência Aquas Perma Solar Firma. Foto: Murray Frederick. Fonte: Archdaily (2020).

Observa-se, ainda, na Figura 3, que houve muita integração dos espaços verdes.



Figura 3 - Residência Aquas Perma Solar Firma. Foto: Murray Frederick. Fonte: Archdaily (2020).

A Figura 4 mostra a planta baixa e a Figura 5 mostra o corte da Residência Aquas Perma Solar Firma.



Figura 4 - Residência Aquas Perma Solar Firma. Foto: Murray Frederick. Fonte: Archdaily (2020).

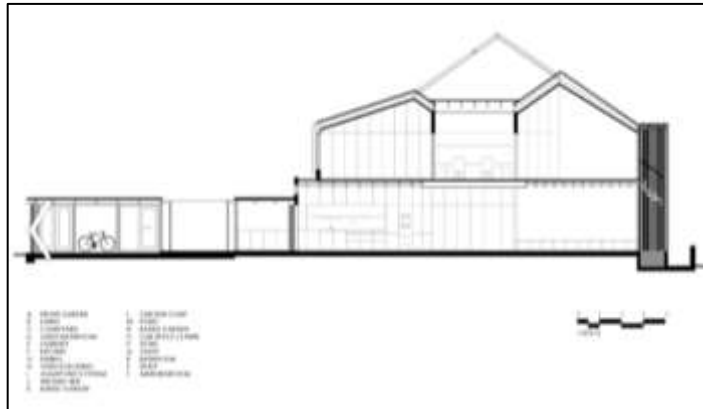


Figura 5 - Residência Aquas Perma Solar Firma. Foto: Murray Frederick. Fonte: Archdaily (2020).

2.3.2.2. Estudo de caso 2 - Residência SKB

A residência de SKB, de 198 m², foi projetada e executada em 2020, na cidade de THÀNH PHỐ HỒI AN, no Vietnã, pelo escritório de Chong Chóng Architecture. De acordo com a equipe do projeto, a Residência SKB, é uma casa de campo na cidade. A construção da casa, com telhados feitos de palha Cogon e que possui um estilo único e ecológico, atende à demanda para conter a mudança climática (ARCHDAILY, 2020).



Figura 6 - Residência SKB. Foto: Duong Van Mau. Fonte: Archdaily (2020).

Os jardins do pavimento superior não só mantêm uma quantidade considerável de água de chuva para as plantas, como também protegem todo o edifício do calor excessivo, reduzindo o uso de eletricidade com ar-condicionado (ARCHDAILY, 2020).



Figura 7 - Residência SKB. Foto: Duong Van Mau. Fonte: Archdaily (2020).

Visto de cima, o telhado do edifício é coberto por 30% de palha Cogon (uma espécie local que cresce em cada canto dos campos do Vietnã). Os outros 70% da área total são preenchidos com todos os tipos de verdes: legumes, árvores frutíferas tropicais, flores e superfícies de grama japonesa (ARCHDAILY, 2020).

Na estação chuvosa, a água seria mantida em parte pelo jardim no segundo pavimento, e o resto iria para baixo em áreas vegetais que cobrem o chão. No verão, as árvores ao redor do edifício funcionariam como um ar condicionado natural, como sempre fazem (ARCHDAILY, 2020).

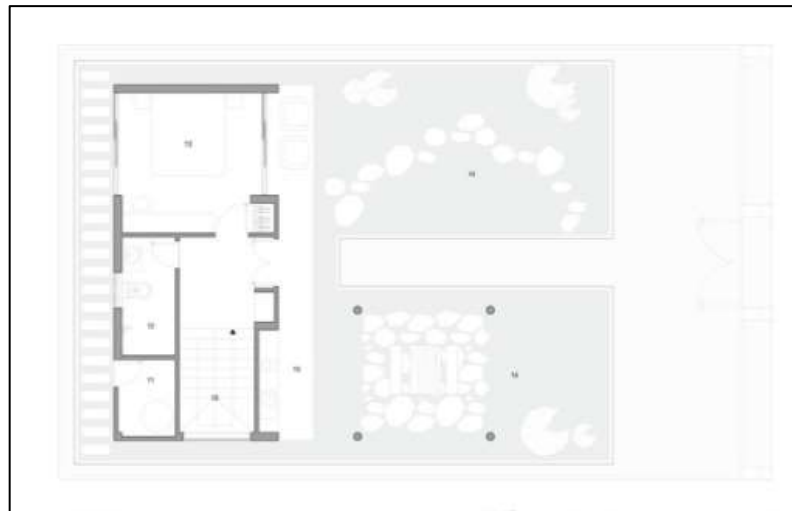


Figura 8 - Residência SKB. Foto: Duong Van Mau. Fonte: Archdaily (2020).

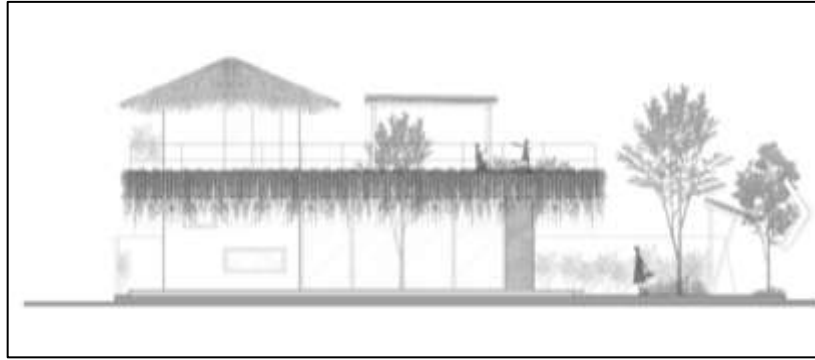


Figura 9 - Residência SKB. Foto: Duong Van Mau. Fonte: Archdaily (2020).

A Figura 8 mostra o corte da planta do primeiro pavimento e a Figura 9 mostra a elevação da Residência SKB.

O desenho do telhado foi inspirado nas tradicionais casas de campo com cobertura de palha Cogon que é totalmente ecológica, à prova de calor, fácil de ser construída, com preço razoável e completamente aconchegante. A única desvantagem desse tipo de telhado é o fato de não ser muito duradouro (de 8 a 10 anos) (ARCHDAILY, 2020).

2.4. ARQUITETURA VERDE NO BRASIL

O Brasil se destaca cada vez mais no cenário mundial na arquitetura sustentável, conforme os itens a seguir demonstrados.

2.4.1. Certificação LEED - Leadership in Energy and Environmental Design no Brasil

Como já elucidado, a certificação LEED representa um incentivo aos projetos sustentáveis no mundo e aqui neste país não seria diferente, porque o Brasil está em posição de destaque no cenário mundial. Prova disso é que tem se mantido, no Ranking Anual dos 10 Países e Regiões com o maior número de projetos LEED, na 4ª posição com mais de 460 empreendimentos certificados LEED, que totalizam mais de 14.8 milhões de metros quadrados certificados. (ABESCO, 2018).

A cada ano crescem as certificações LEED no Brasil, conforme observa-se no gráfico (Figura 10) abaixo:

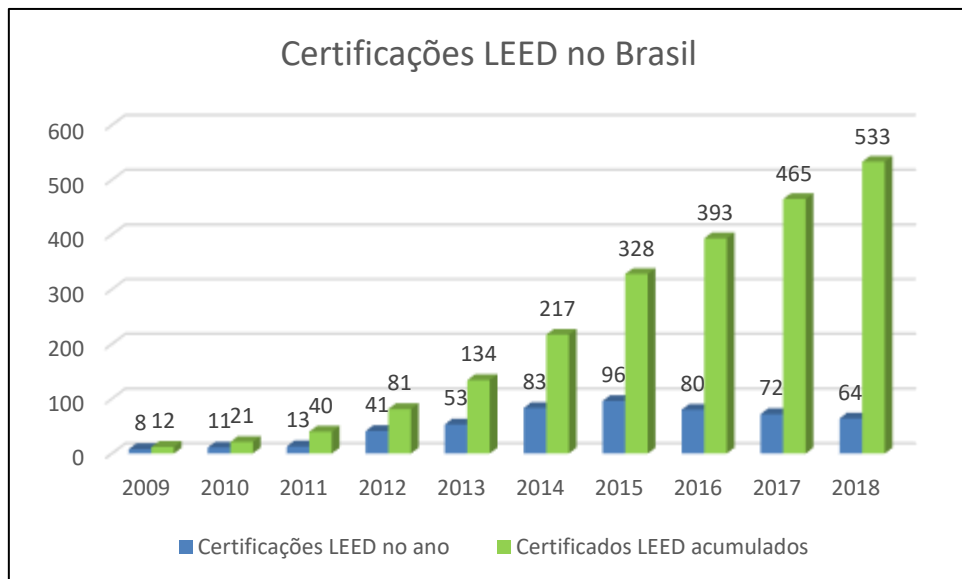


Figura 10 - Gráfico do crescimento de edificações LEED no Brasil (adaptado). Fonte: GBCBrasil (2020).

2.4.2. Referências projetuais de arquitetura verde no Brasil

Em busca de uma maior qualidade de vida, os projetos sustentáveis, que resultam em uma maior integração com a natureza, estão sendo cada vez mais sendo procurados na construção civil brasileira.

Os projetos estudados e apresentados a seguir possuem essas características.

2.4.2.1. Estudo de caso 3 – Casa dos Cajueiros

A escolha desta obra para estudo de caso deu-se pelo fato de que foram utilizadas diversas estratégias de design que visam a obter um maior conforto ambiental aos usuários, principalmente nas características de ventilação e iluminação natural.

A Casa dos Cajueiros foi construída em 2019 pela Galeria Arquitetos e Terra Carpobianco, está localizada na Praia Vermelha do Sul em Ubatuba-SP, possuindo uma área construída de 792m².

De acordo com a equipe ArchDaily Brasil (ARCHDAILY, 2020), essa obra foi premiada na 7ª Edição do Prêmio Saint-Gobain de Arquitetura-Habitat Sustentável.

Segundo a equipe do projeto, a estratégia para ocupação do terreno foi tirar partido do intervalo entre as copas das árvores, não havendo necessidade de remoção das espécies pré-existentes no terreno (ARCHDAILY, 2020).



*Figura 11 - Casa dos Cajueiros. Foto de Nelson Kon.
Fonte: Archdaily (2020).*

Empenas de concreto pigmentado em tom rosado definem os módulos dos dormitórios. O limite entre o dentro e o fora se dá pela pele de veneziana em ripas verticais (ARCHDAILY, 2020).

A estrutura da Casa dos Cajueiros mistura o sistema convencional em sua estrutura de base - com laje de piso armada, e pilares e empenas de concreto - com a cobertura em estrutura de madeira laminada colada de eucalipto (ARCHDAILY, 2020).



*Figura 12 - Casa dos Cajueiros. Foto de Nelson Kon.
Fonte: Archdaily (2020).*



Figura 13 - Casa dos Cajueiros. Foto de Nelson Kon.
Fonte: Archdaily (2020).



Figura 14 - Casa dos Cajueiros – planta baixa. Foto de Nelson Kon.
Fonte: Archdaily (2020).

2.4.2.2. Estudo de caso 4 - Casa Asa Delta

Já essa obra foi selecionada para estudo de caso porque os arquitetos utilizaram materiais sustentáveis e de baixo custo.

A casa Asa Delta foi construída em 2018, pela Argus Arquitetura e Interiores, dos arquitetos Fabiano Tavares Teixeira e Lívea Rocha Pereira Penna.

O próprio escritório descreve a obra construída numa área de 67,64 m², como sendo uma construção sustentável e de baixo custo, porque custou menos de R\$ 1.000,00/m² (ARGUS, 2020).



Figura 15 - Casa Asa Delta. Foto de Bruno Meneghetti. Fonte: Argus (2020).

Como observa-se na Figura 16, a Casa Asa Delta está localizada na Zona da Mata mineira, pousando em uma clareira envolta à Mata Atlântica (ARGUS, 2020).



Figura 16 - Casa Asa Delta. Foto de Bruno Meneghetti. Fonte: Argus (2020).

A captação da água potável em poço e o tratamento do esgoto através de fossa biodigestora foram outras soluções sustentáveis adotadas. A utilização de materiais como tijolo ecológico (solo-cimento), que ficou aparente, e o piso de cimento queimado, também contribuiu significativamente com a questão financeira: essa obra de 67,64 m² custou apenas R\$ 63mil (US\$ 15.180,00), e ficou pronta em 3 meses (ARGUS, 2020).



Figura 17 - Casa Asa Delta. Foto de Bruno Meneghitti. Fonte: Argus (2020).

Nas palavras de Argus,

Sob essas asas, um jovem casal seria acolhido em uma casinha toda feita de tijolos ecológicos, aconchegante e receptiva, que conta com um espaço integrado, conectando cozinha, sala de jantar e área gourmet, além do quarto e banheiro. Nos fundos ainda se encontram uma lavanderia e um depósito. A integração dos ambientes eliminou a necessidade de paredes internas, ampliando a sensação de espaço e contribuindo para a diminuição dos custos, fator fundamental, visto que os recursos financeiros para a execução da obra eram limitados (ARGUS, 2020).



Figura 18 - Planta baixa: Casa Asa Delta. Fonte: Argus (2020).



Figura 19 – Corte: Casa Asa Delta. Fonte: Argus (2020).

2.5. CARACTERÍSTICAS DE UMA CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL

Em entrevista concedida por Marcio Augusto Araújo, consultor do IDHEA - Instituto para o Desenvolvimento da Habitação Ecológica - à revista da Universidade de Sorocaba - UNISO, uma edificação pode ser considerada sustentável ou verde quando o profissional responsável segue alguns passos recomendados pelos principais sistemas de avaliações e certificações de obras: planejamento sustentável da obra, aproveitamento passivo dos recursos naturais, eficiência energética, gestão e economia da água, gestão dos resíduos na edificação, qualidade do ar e do ambiente interior, conforto termo acústico, uso racional de materiais e uso de produtos e tecnologias ambientalmente amigáveis (IDHEA, 2020).

2.5.1. Planejamento Sustentável da obra

A obra deve ser planejada desde o início dentro do conceito de sustentabilidade. O profissional responsável deve escolher com antecedência os materiais ecológicos e as técnicas que serão utilizados no projeto.

2.5.2. Aproveitamento passivo dos recursos naturais

Desde a concepção do projeto, deve-se atentar para o aproveitamento dos recursos naturais disponíveis. A edificação deve receber muita luz durante o dia para diminuir o uso da iluminação artificial, o que agregará uma maior qualidade de vida

aos usuários. Isso se dá porque, quanto mais tempo os usuários passam num lugar iluminado naturalmente, mais se sentem bem; bem como receber muita ventilação natural para dispensar o uso de ventiladores e aparelhos de ar condicionado. Tudo isso gera economia de energia nas edificações.

2.5.3. Eficiência energética

Não há como falar de um projeto arquitetônico sustentável sem falar de eficiência energética. Resolver ou atenuar as demandas de energia geradas pela edificação, preconizando o uso de energias renováveis e sistemas para redução no consumo de energia e climatização do ambiente. Por exemplo, os sistemas de ar condicionado, no Brasil, em prédios comerciais, respondem por cerca de 35% da demanda energética (ARAÚJO, 2010).

2.5.3.1. Energias renováveis

As energias renováveis, também chamadas energias alternativas ou limpas, são aquelas obtidas por meio de fontes renováveis e que não produzem grandes impactos ambientais negativos. Atualmente, com a grande preocupação mundial em compensar as emissões de dióxido de carbono (CO₂), o consumo deste tipo de energia tem sido o foco de governos e empresas em todo globo (ABDALA, 2019).

2.5.3.1.1. Energia solar

A energia oriunda do sol é captada por placas fotovoltaicas e convertidas em energia elétrica. Os painéis solares são instalados nos telhados das edificações.

É considerada sustentável por ser uma alternativa que diminui impactos ao meio ambiente, reduzindo as emissões de CO₂ e também é uma solução para minimizar os gastos das contas de energia elétrica, fornecida pela concessionária de energia, que constantemente aplica aumentos nas tarifas.

Segundo a ANEEL, Agência Nacional de Energia Elétrica, a geração distribuída em micro e mini centrais são inovações para o setor energético do país, aliando economia financeira, consciência socioambiental e sustentabilidade (ANEEL, RESOLUÇÃO NORMATIVA 482/2016).

No último relatório fotovoltaico apresentado pelo Instituto Fraunhofer para Sistemas de Energia Solar ISE, constatou-se que a energia solar fotovoltaica apresentou mundialmente um rápido crescimento num curto espaço de tempo. A taxa composta de crescimento anual das instalações fotovoltaicas foi de 32% entre 2010 e 2019 (FRAUNHOFER, 2020).

No Brasil as projeções para a energia solar fotovoltaica são promissoras, conforme demonstrado no gráfico abaixo (Figura 20):

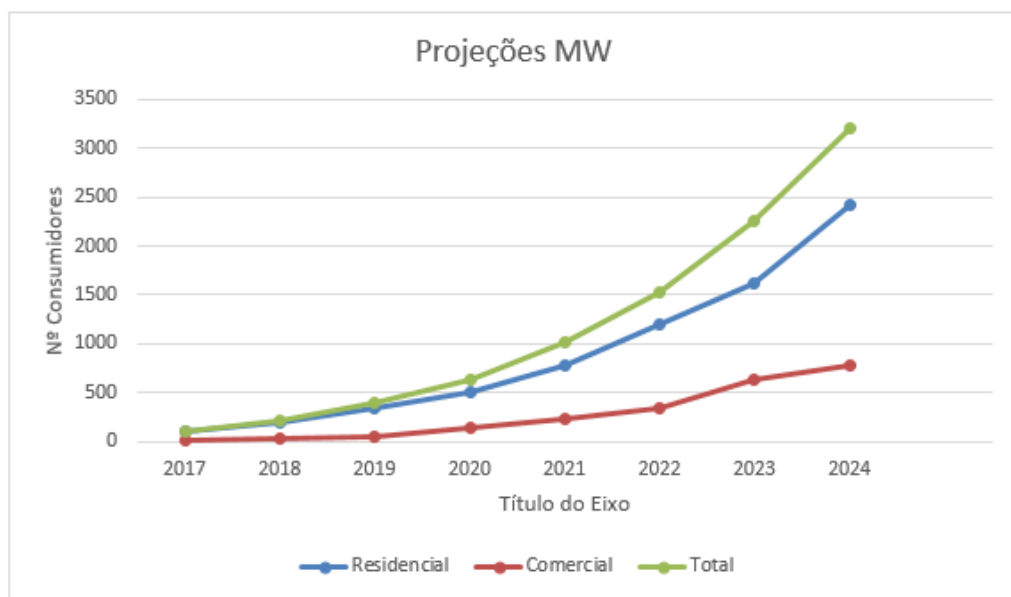


Figura 20 - Fonte: Adaptado do Relatório do IV Congresso Brasileiro de Energia Solar e na Conferência Latino-Americana da ISES – São Paulo, 18 a 21 de setembro de 2018.

2.5.3.1.2. Energia eólica

A energia eólica também é uma fonte de energia renovável, porque não emite gases do efeito estufa e não produz resíduos ao gerar eletricidade. É a energia produzida a partir da energia cinética do vento (massas de ar em movimento) e do aquecimento eletromagnético do sol (energia solar), que juntos movimentam as pás de captadores (ECYCLE, 2020).

De acordo com levantamento do conselho mundial de energia eólica (GWEC, na sigla em inglês), o Brasil subiu uma posição e assumiu o nono lugar entre os países com maior capacidade instalada de geração de energia eólica no mundo.

A ANEEL - Agência Nacional de Energia Elétrica, estimou para 2024, a evolução da capacidade instalada, de produção de energia eólica no Brasil, para um total de 24,2 GW, conforme demonstrado no gráfico abaixo (Figura 21):

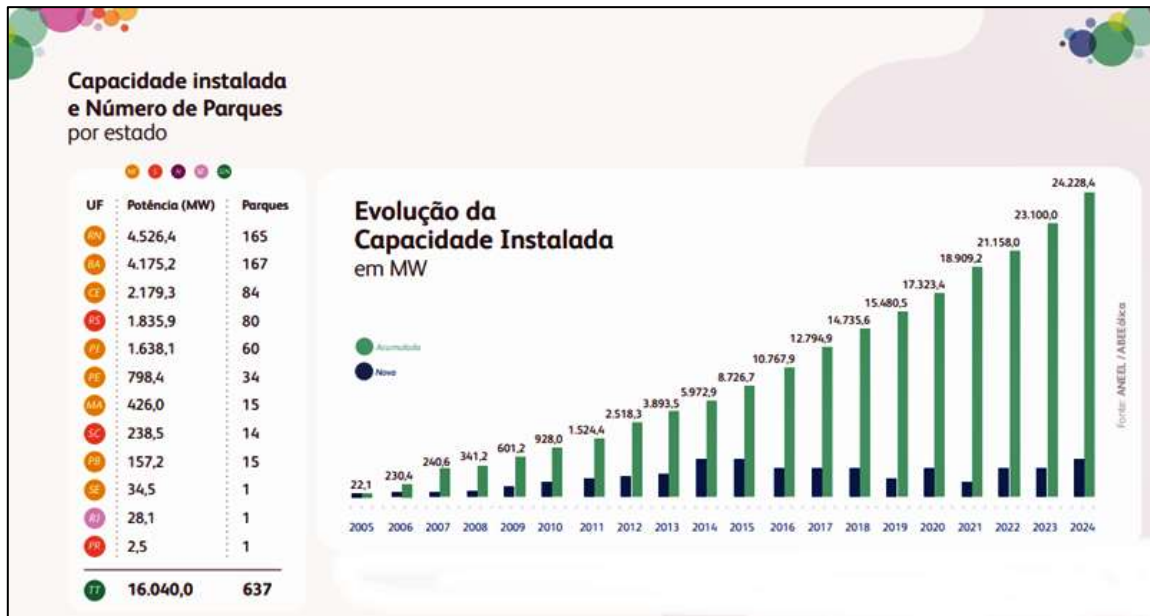


Figura 21 - Fonte: Aneel/ABEEólica. Mapa da produção da energia eólica nos estados brasileiros.

2.5.3.2. Iluminação de LED

O uso de lâmpadas de LED é um elemento fundamental na construção sustentável, levando eficiência energética à obra, além de contribuir substancialmente ao meio ambiente. A Reconlux, uma empresa especializada em energia solar e eficiência energética, afirma que uma lâmpada tipo LED de 7 W possui o mesmo nível de iluminação que uma lâmpada incandescente de 60 W, resultando numa economia de 53 Watts/h, ou seja, 90% de economia, conforme a Figura 22, além de possuir uma vida útil 50 vezes maior, sendo que o calor que é transferido para o ambiente é menor. (Reconlux, 2020).

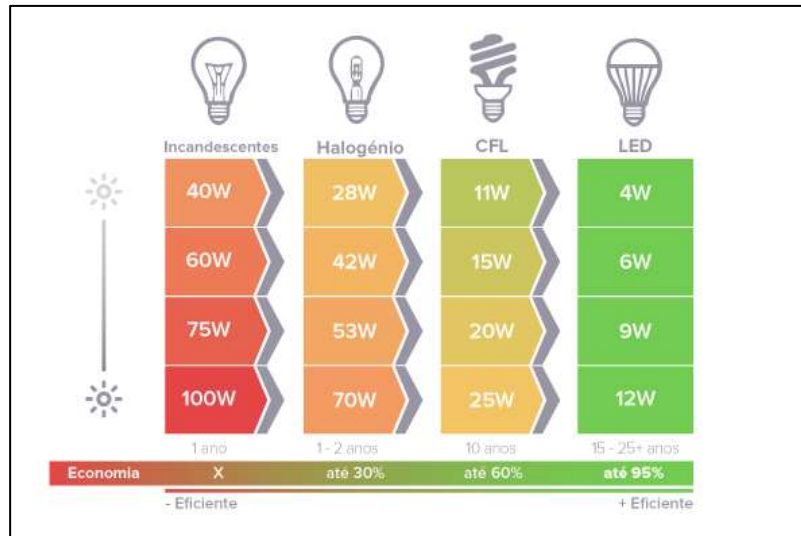


Figura 22 - Fonte: Reconlux (2020).

De acordo com a matéria veiculada no sítio eletrônico Ecycle, 98% dos materiais que compõem a lâmpada LED são recicláveis e não há metais pesados, como mercúrio, em sua produção (caso das lâmpadas fluorescentes). Elas são menos agressivas à vista humana e não demoram ao serem acesas novamente, quando são desligadas. Uma luminária de LED é composta por várias lâmpadas e a lâmpada é composta por vários LEDs, o que dificulta a perda total do uso da lâmpada com facilidade (ECYCLE, 2020)

2.5.4. Gestão e economia da água

A maneira como gerimos a questão da água é fundamental numa construção sustentável, seja economizando, tratando ou reciclando.

Atualmente, é quase que inadmissível usar um recurso natural, como a água potável, para lavar calçadas ou carros, por exemplo, por um motivo óbvio: esse desperdício compromete a satisfação das necessidades das gerações futuras.

O Ministério das Cidades, no ano de 2013, relatou o desperdício de água em vários Estados brasileiros, conforme demonstrado na Figura 23, abaixo:



Figura 23 - Percentual de desperdício de água potável por Estado. Fonte: Igui Ecologia (2020).

2.5.4.1. Reaproveitamento de água da chuva (captação e utilização)

O reaproveitamento de água da chuva é uma forma de gerir economia de água numa construção.

Para se economizar água e fazer o aproveitamento da água da chuva, pode-se captá-la através de sistemas simples, agregando à construção mais um conceito de sustentabilidade.

A água da chuva não é potável, mas pode ser reaproveitada para a rega de jardins, lavagem de calçadas e carros e descargas de banheiros.

A ABNT – Associação de Normas Técnicas, em sua norma NBR 15.527:2007, no tópico "Água de chuva - Aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis" explica como construir e instalar um sistema de mini cisterna que, inclusive, o próprio usuário pode executar (Figura 24).



Figura 24 - Disponível em: www.sempresustentavel.com.br.

2.5.5. Gestão dos resíduos na edificação

Os resíduos, muito comumente chamado de entulhos, são gerados pela construção civil e causam danos ao meio ambiente.

Atualmente, para minimizar esses danos, pode-se observar que alguns entulhos são transformados em produtos comerciais, como por exemplo: alguns resíduos de construção e demolição são utilizados na produção de argamassa para assentamento de revestimento; o uso dos agregados reciclados de resíduos de construção e demolição podem ser utilizados na pavimentação; agregado para concreto, agregado para confecção de argamassas, cascalhamento de estradas, preenchimento de vazios em construção, reforços de aterro e outros.

Numa construção sustentável o profissional responsável pelo projeto deve resolver localmente a questão da geração de resíduos ou pelo menos minimizar essa geração de resíduos (ARAÚJO, 2010).

2.5.6. Conforto ambiental

O conforto ambiental é a maneira que descrevemos o nível de satisfação dos seres humanos dentro de um espaço construído. Esse espaço tem que proporcionar boas condições psicológicas, acústicas, visuais, térmicas, de qualidade do ar para a vivência daqueles que ali habitam, seja em suas atividades de lazer ou no trabalho, descanso ou estudo. Esse ambiente deve prover saúde e bem-estar aos seus ocupantes ou moradores e preservar o meio ambiente (ARAÚJO, 2010).

O profissional responsável pelo projeto arquitetônico deve incluir vários elementos para que isso ocorra, conforme descrito a seguir.

2.5.6.1. Paisagismo

O paisagismo é uma maneira de se obter o conforto térmico. A vegetação no interior e no entorno da residência absorve a energia solar e minimiza a absorção e propagação de calor por outras superfícies, deixando os ambientes próximos mais úmidos e amenos.

Quando a vegetação é disposta próxima à residência, evita-se que os raios solares toquem a parede, porque, quando tocam, ela esquenta de fora para dentro, elevando a temperatura interna da residência.

As áreas sombreadas pela vegetação inseridas no projeto construtivo diminuem o aquecimento das superfícies do entorno e dos ambientes internos e proporcionam prazer para os moradores em suas atividades ao ar livre.

2.5.7. Materiais ecológicos e tecnologias ecológicas

Atualmente, no mercado construtivo, busca-se o uso de materiais e técnicas que não comprometam o meio ambiente, saúde dos usuários e que os ajudam a obter um modo de vida sustentável.

2.5.7.1. Telhado ecológico

O telhado ecológico, também conhecido como telhado verde, é um tipo de telhado coberto com vegetação, que pode ser desde gramas a plantas de pequeno porte, podendo ser incluídas algumas árvores, dependendo da dimensão do telhado.

A maior vantagem desse telhado é a melhoria na qualidade do ar e redução de temperatura. A figura número 25 detalha a execução, em forma de camadas, do telhado verde. Já a figura 26 mostra o telhado verde numa edificação.



Figura 25 – Disponível em: <https://construindodecor.com.br/telhado-verde/>



Figura 26 - Archidaly (Moris Hauss – Bangkok).

2.5.7.2. Bambu

O bambu vem sendo usado na arquitetura mundialmente, por suas características, como durabilidade, resistência e leveza.

Um exemplo de construção que tem o bambu como material construtivo principal é a Green School, localizada em Bali, na Indonésia, fundada por John e Cynthia Hardy em 2006.



Figura 27 - Fonte: Archdaily (2020)

2.5.7.3. Tinta Ecológica

A tinta Ecológica é um revestimento sustentável que foi desenvolvido com pigmentos puros de terra e base aquosa não tóxica e será livre de metais pesados encontrados em pigmentos sintéticos e produzidos com baixo uso de energia (SILVA, 2018).

Ao contrário de grande parte das tintas convencionais, que contém alguns materiais tóxicos, as tintas ecológicas utilizam apenas produtos naturais, como a argila, plantas e vegetais, a água etc. Dessa forma, ela não agride o meio ambiente (SUSTENTARQUI, 2020).

2.5.7.4. Tijolo ecológico

Os tijolos ecológicos são oriundos de alguns resíduos gerados na construção civil, reduzindo a demanda energética e gerando oportunidades locais.

Conforme explica a Ecoeficientes, um escritório de arquitetura especializado em sustentabilidade, o tijolo ecológico é um exemplo desse produto, porque contribui na redução no tempo, peso e custo da obra. Como as medidas dos módulos são bastante precisas, dispensam as camadas espessas de reboco para corrigir irregularidades, conforme explica a Figura 28 (ECOEFICIENTES, 2020). A casa demonstrada na figura 29 foi projetada com tijolo ecológico pela F. Soares Arquitetura. (VIVADECOR, 2020).

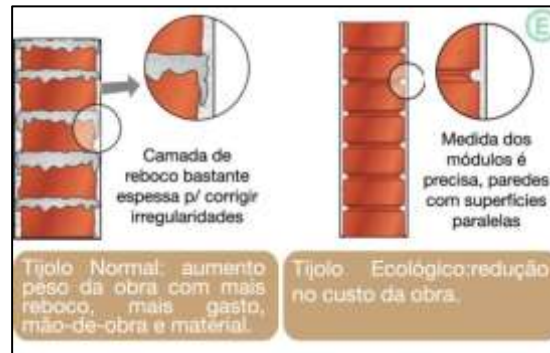


Figura 28 - Fonte: ECOEFICIENTES (2020).



Figura 29 - Imagem: Fonte: F. Soares Arquitetura

2.5.7.5. Bioplástico

O bioplástico é um material produzido de fontes renováveis, como o amido de milho, beterraba, cana-de-açúcar e batata. Sua decomposição na natureza é mais rápida que o plástico sintético.

Com relação aos aspectos ambientais e socioeconômicos seus principais benefícios são a redução da emissão dos gases responsáveis pelo efeito estufa e a oferta de melhores opções de destinação dos resíduos sólidos, reduzindo a dependência do petróleo e proporcionando relativamente maior geração de empregos do que outras atividades produtivas (AMORIM, 2019).

O Brasil tem muita importância nesse cenário mundial, porque sua produção de cana-de-açúcar é muito alta.

O Instituto ITKE da Universidade, de Stuttgart, projetou e construiu o seu novo pavilhão ArboSkin, uma pirâmide de bioplástico de 140 metros quadrados fabricado digitalmente, composto de componentes recicláveis que podem ser livremente moldados e fabricados como elementos de fachada em 3D (ARCHDAILY, 2020), conforme Figura 30:



Figura 30 - Pavilhão ArboSkin. Fonte: Archdaily (2020)

2.5.7.6. Telhas ecológicas

As telhas ecológicas são produzidas a partir de fibras naturais ou de materiais reciclados, sendo leves, impermeáveis, isolantes termoacústicos e de baixa absorção do calor.

2.5.7.6.1. Telhas ecológicas com materiais plásticos

Fabricadas a partir de restos de materiais plásticos; na verdade, de qualquer material que contenha polietileno, como os tubos de pasta de dente por exemplo (Figura 31). Na sua composição tem 25% de alumínio e 75% de plástico. Algumas das vantagens desse tipo de telha é a redução do calor interno dos ambientes e a leveza, o que dispensa o uso de grandes estruturas, resultando em menos custo.



Figura 31 - Fonte: Guia do Construtor (2020).

2.5.7.6.2. Telhas ecológicas de embalagem Tetra Park

As telhas ecológicas de embalagem tetra park têm como matéria-prima caixas de leite longa-vida e são fabricadas através de um processo que usa pressão e calor. Elas têm o mesmo formato das telhas de fibrocimento e vêm sendo usadas há algum tempo na construção civil em projetos de habitação social.

Possuem as mesmas características das telhas ecológicas com materiais plásticos, porém são mais leves e baratas, como demonstrado na imagem da Figura 32, da empresa Ecopex.



Figura 32 – Fonte: Ecopex (2020)

2.5.7.6.3. Telhas ecológicas de PET

As telhas ecológicas de PET são aquelas que têm como base as garrafas pet recicladas, e são ecológicas porque esse material leva centenas de anos para se decompor na natureza. O IPT (Instituto de Pesquisas Tecnológicas), atestou a durabilidade deste tipo de telha como sendo de 30 a 40 anos. A Figura 33, apresentada no sítio eletrônico Planeta Limpo, mostra uma construção com telhas ecológicas de PET.



Figura 33 - Fonte: Planeta Limpo (2020).

2.5.7.6.4. Telhas ecológicas com fibras vegetais

São fabricadas com fibras vegetais, como as fibras de coco, sisal, bananeira ou com madeiras como eucalipto e pinho impregnadas de betume, pigmentadas e com camada de resina protetora. Costuma ser a mais popular entre os profissionais da construção civil por possuir um design diferenciado (UGREEN, 2020). A Figura 34 mostra uma construção onde foram utilizadas as telhas ecológicas com fibras vegetais.



Figura 34 – Fonte: AECWEB (2020).

2.5.7.7. Argamassa de Argila

Totalmente sustentável, a argamassa de argila serve para assentar ou colar blocos, podendo ser aplicada sobre uma parede construída, permitindo o assentamento de revestimentos e cerâmica, podendo ainda receber pintura.

Essa argamassa ainda garante um grande desempenho termoacústico e diminui o aumento excessivo da umidade nos ambientes.

2.5.7.8. Bioconcreto

É uma inovação no mercado de construção sustentável. Pesquisadores da Universidade Técnica de Delft, na Holanda, desenvolveram o que chamaram de bioconcreto, um material literalmente vivo e capaz de regenerar construções desgastadas. De acordo com o cientista holandês Henk Jonkers, que recebeu o prêmio de melhor europeu inventor em 2015, esse concreto “vai revolucionar a maneira como construímos, pois nos inspiramos na natureza”. Continua explicando que a replicação está na natureza, a superbactéria *Bacillus pseudofirmus* é incorporada à mistura de concreto e só aciona quando entra em contato com água e oxigênio. Quando as fissuras do concreto começam a surgir, as bactérias eclodem e, através de reações químicas, o calcário é constituído e a estrutura começa a se regenerar (SANTOS, 2013).

2.6. CONSTRUÇÃO CONVENCIONAL X CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL

Uma dúvida de todas as pessoas interessadas em construir de maneira sustentável é o custo desse tipo de edificação.

Há um pensamento dominante de que a arquitetura sustentável é mais onerosa, porém, especialistas da área contestam essa afirmação. Vejamos:

De acordo com o arquiteto e urbanista Rinaldo Antonio da Silva Santos, da Forccis Soluções em Edificações, de Ubatuba, a sustentabilidade gera, principalmente, economia financeira. Em geral, cerca de 30% dos recursos utilizados na obra são jogados fora, porém, com um projeto bem elaborado e executado é possível reduzir o desperdício para 5%. (DEHUBER, 2020)

Jerry Yudelson, um ambientalista e autor do livro “Projeto Integrado e Construções Sustentáveis”, que realiza um trabalho com foco no impacto ambiental de longo prazo que o desenvolvimento urbano tem sobre as mudanças climáticas, resultantes das emissões de gases de efeito estufa causadas pela operação de residências e edifícios, afirma que é possível projetar e construir edificações de alto desempenho sem sair do orçamento (YUDELSON & JERRY, 2013, p. 96).

Com relação a uma característica específica de sustentabilidade, a energia renovável, o diretor do IRENA - International Renewable Energy Agency (Agência Internacional para as Energias Renováveis), Dolf Gielen em Bonn, afirmou que os custos das energias renováveis estão diminuindo, às vezes rapidamente, e que as recentes reduções de custos, especialmente para a energia solar fotovoltaica, têm profundas implicações para as oportunidades de desenvolvimento social e econômico e para as aspirações de milhões de pessoas por uma vida melhor (IRENA, 2013).

Em 2011, na Austrália, a Western Sydney University realizou o estudo *A study of the Financial Performance of Green Buildings in Australia* (Um estudo do desempenho financeiro de edifícios verdes na Austrália), onde foi analisado o retorno financeiro de edifícios sustentáveis após 11 anos de aplicação de um sistema de certificação local, com a conclusão de que projetos certificados possuem um valor de venda e de aluguel, respectivamente, de 12% e 5% superior a edifícios convencionais, e atingem taxa de vacância de até 2% a menos do seus pares não certificados (BUILDING RATING, 2011).

3. DESENVOLVIMENTO

O desenvolvimento do projeto da residência verde originou-se a partir de uma conversa com uma cliente em potencial, que pretende, futuramente, construir num terreno de sua propriedade.

Foi proposta, então, a ela, a simulação de contratação de um profissional de arquitetura, para um projeto arquitetônico sustentável no referido terreno.

Após pesquisas, estudos de casos e várias entrevistas com a eventual cliente, verificou-se a viabilidade de construção de uma residência com diversas características de sustentabilidade, tendo como destaque o paisagismo, com a integração da natureza em praticamente todos os ambientes, por se acreditar que os usuários de uma residência verde possam se sentir em conexão com a natureza, fazendo parte dela através dessas áreas.

3.1. LOCALIZAÇÃO

O terreno está localizado na Rua Professora Maria Nogueira de Castilho, número 74 -- Bairro Residencial Santa Helena, em Botucatu – SP, conforme Figura 35.

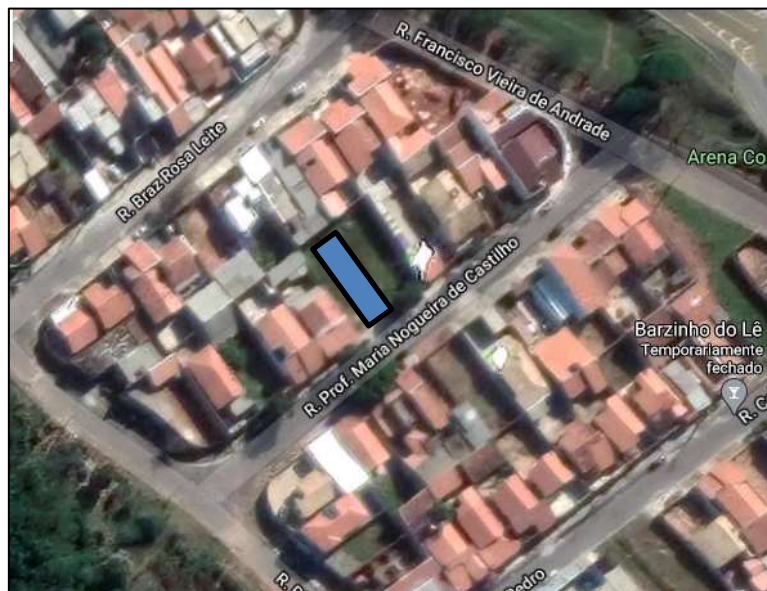


Figura 35 - Imagem no terreno. Fonte: Google Maps (adaptada)

A área para a implantação do projeto trata-se de um terreno regular, medindo 250 m², com 10 metros de largura x 25 metros de comprimento, conforme Figura 36.



Figura 36 - Imagem do terreno. Fonte: Autora (2020).

3.2. ORIENTAÇÃO SOLAR

A Figura 37 demonstra estudo elaborado de orientação solar para tomada de decisões projetuais. Tal estudo viabilizou, por exemplo, alocar, dentro do terreno, a área de lazer, posicionando a piscina para receber uma maior incidência solar, bem como a horta e o paisagismo comestível, com as árvores frutíferas alocadas numa área que também está privilegiada com a referida incidência.

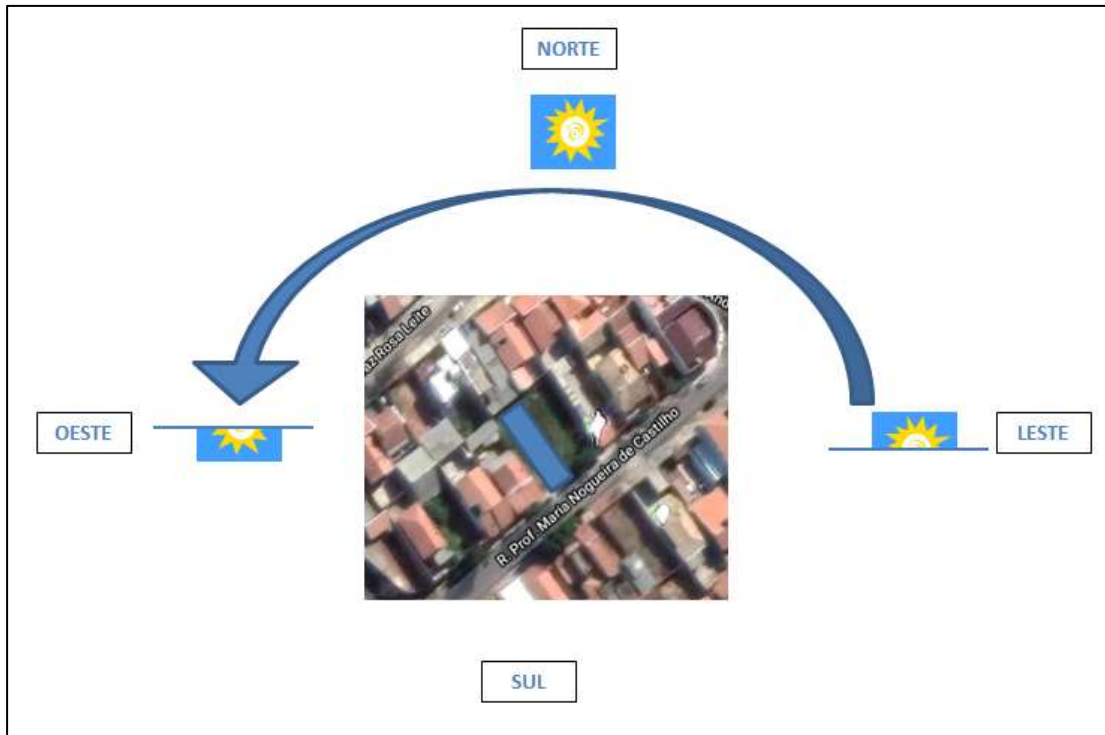


Figura 37 - Demonstração da orientação solar no terreno. Fonte: Autora (2020).

3.3. PREFERÊNCIA DA USUÁRIA

As necessidades da usuária foram verificadas através de entrevistas realizadas para estudar a rotina da família, hábitos e vontades.

Foram apresentadas à cliente várias imagens de referências de uma arquitetura sustentável, para verificar, inclusive, suas preferências estéticas.

A cliente esclareceu que possuía um desejo de ter um local onde sua família e amigos pudessem usufruir de momentos de lazer, tendo em vista que esta edificação não seria sua residência fixa, mas um local para passar os finais de semana, bem como ressaltou a importância do paisagismo no projeto.

Nas entrevistas, foram anotadas as atividades e desejos que a cliente e seus familiares realizariam no local. Após anotadas, foram elencadas as propostas para cada espaço desejado, conforme demonstrado na Tabela 1, abaixo:

Setorização	Atividade	Desejo da cliente	Proposta no projeto
Área íntima (pavimento superior)	Dormir – descansar	Dois quartos no andar superior, para o caso de pernoitar se desejado	Sugestão de dois quartos com banheiro compartilhado (duas áreas distintas – uma de

			chuveiro e sanitário e outra com cubas duplas)
Área íntima (pavimento térreo)	Assistir TV e hospedar	A genitora da cliente é idosa (não subirá escadas). Precisa de um cômodo no pavimento térreo, porém não quer aumentar muito a área útil da construção	Sugestão de montar uma sala de tv com home theater, com um jardim privativo, que também servirá como quarto de hóspedes para sua genitora
Área social Área de lazer	Receber parentes e amigos No inverno e verão	Que comporte até 30 pessoas, mas com possibilidade de receber até 100 pessoas em datas comemorativas	Integrar os espaços de salas, cozinha e varandas. Possibilidade de usar a garagem como área de ampliação.
Área social Área de lazer	Cozinhar	Cozinha, churrasqueira, fogão a lenha e forno de pizza num só espaço	Inserir uma ilha central que servirá como bancada para cozinhar e balcão para recepcionar
Área de Lazer	Meditar, relaxar e descansar	Ter sombra para os dias mais quentes	Inserir um paisagismo com árvore e elementos tropicais, próximo a piscina
Área de Lazer	Nadar e tomar sol	Uma piscina para nadar (mais funda) e outra menor (mais rasa)	Inserir a piscina ao lado direito do terreno, que receberá luz solar na maior parte do dia
Área de serviços	Secar roupas	Sem exposição para as áreas íntimas e sociais	Inserir uma parede de cobogó de tijolos de demolição para limitar uma área descoberta para secar roupas
Área de serviços	Lavar e passar roupas; Guardar itens piscina; Guardar outros itens	Uma área pequena, sem exposição para as áreas íntimas e sociais	Criar num único espaço uma lavanderia + dispensa – área coberta e fechada
Área de serviços	Horta	Que seja pequena para cultivo de temperos e ervas	Horta de temperos e ervas aromáticas – cercar com toras de eucaliptos verticais (lado a lado)
Área de serviços	Lixo e compostagem	Uma área pequena, sem exposição para as áreas íntimas e sociais	Inserir a compostagem próxima a horta
Fachada	Ser discreta	Fachada alta e fechada, sem visibilidade da rua	Portão social fechado; Portão da garagem fechado; Cobogó de tijolos em todo o andar superior, para atender à exigência de discricção e trazer leveza a construção, devido à altura
Em todas as áreas	Sentir-se bem	Muita vegetação	Cercar a área de lazer com espécies tropicais; inserir massas verdes nas áreas íntimas no andar superior

Tabela 1 – Preferências da usuária. Fonte: Autora (2020).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram verificadas exigências e necessidades da usuária, realizadas pesquisas de orientação solar, vento, quantidade de água que poderá ser captada de acordo com a área do telhado, área do projeto de energia fotovoltaica, pesquisas dos materiais sustentáveis que serão utilizados, bem como pesquisa de mão de obra qualificada para esse tipo de construção.

Após análise dos resultados dessas pesquisas, foi então apresentado o projeto arquitetônico a usuária. A proposta é de uma residência de 178,32m², com a aplicação dos princípios da sustentabilidade, utilizando-se tecnologias construtivas inovadoras, fontes de energia renováveis, reuso de materiais de construção, utilização de materiais sustentáveis, também chamados de “*eco-friendly*”, e diminuição de impactos negativos no local da construção, proporcionando bem-estar e uma maior qualidade de vida aos usuários.

4.1. DESCRIÇÃO

A residência será composta por 04 áreas distintas: área íntima, uma área social integrada com a de lazer, área de serviços e uma área verde, conforme pode ser visto no Anexo I.

- a.** Íntima: no pavimento térreo, há uma única área íntima, com uma sala de múltiplo uso, podendo ser sala de TV e quarto de hóspede e dois quartos com um banheiro compartilhado no pavimento superior;
- b.** Social: que é integrada com a de lazer (cozinha, sala de estar e jantar);
- c.** Serviços (lavanderia, depósito para materiais de limpeza, despensa, equipamentos para manutenção;
- d.** Área verde: jardins, horta e composteira.

A fachada discreta, uma exigência da usuária, é composta por portões de alumínio preto, sendo a parte superior da fachada preenchida com uma parede de cobogós de tijolos maciços de demolição. Referida fachada vazada permite uma maior circulação de ventilação no pavimento superior da residência.

A luz natural entra com facilidade tanto na área íntima no piso superior, através do vão disposto no jardim privativo dos quartos, quanto no fosso projetado para iluminar o cômodo multiuso (TV/quarto de hóspede) no pavimento térreo.

Igualmente, a luz natural adentra a área social integrada à cozinha, seja através da finalização do cômodo, onde não há paredes, somente uma grande porta de vidro retrátil, como na tesoura disposta na parte superior da parede lateral da cozinha.

O telhado de telhas ecológicas será sustentado por uma estrutura metálica.

A pintura da residência será feita com tinta ecológica e o forro de madeira de pinus.

Ao fundo do terreno, próximo a piscina, estão projetados o plantio de algumas espécies frutíferas, uma pequena horta e uma composteira.

De um dos lados externos da lavanderia encontra-se um espaço reservado para a acomodação de três cisternas para captação de água da chuva e do outro lado externo da lavanderia encontra-se um espaço reservado para acomodação da bomba de captação de água e motor da piscina.

As figuras abaixo representam as imagens em 3D do projeto arquitetônico.



Figura 38 - Vista frontal da garagem. Fonte: Autora 2020).



Figura 39 - Entrada, portão social e garagem. Fonte: Autora 2020).



Figura 40 - Vista do hall de entrada. Fonte: Autora (2020).



Figura 41 - Área social. Fonte: Autora (2020).



Figura 42 - Vista da cozinha. Fonte: Autora (2020).



Figura 43 - Vista da cozinha integrada à área social. Fonte: Autora (2020).



Figura 44 - Vista lateral da cozinha. Fonte: Autora (2020).



Figura 45 - Vista da área de lazer - pergolado. Fonte: Autora (2020).



Figura 46 - Vista da área de lazer – piscina. Fonte: Autora (2020).



Figura 47 - Vista da área de lazer - fundos. Fonte: Autora (2020).



Figura 48 - Vista do pomar e composteira. Fonte: Autora (2020).



Figura 49 - Vista do jardim – telhado verde. Fonte: Autora (2020).

4.2. QUADRO DE ÁREAS DA RESIDÊNCIA

ÁREAS	METRAGEM (M2)
TERRENO	250 m ²
CONSTRUÇÃO	
Pavimento térreo	117,90 m ²
Pavimento superior	46,26 m ²
Varanda	13,86 m ²
Total área construída	178,32 m ²
Área livre	118,24 m ²
ÁREA DE PERMEABILIZAÇÃO	
Pomar, Jardim, gramas e paver (piso permeável)	85,20 m ²

Tabela 2 - Quadro de áreas da residência. Fonte: Autora (2020).



Figura 50 – Fachada da residência. Fonte: Autora (2020).

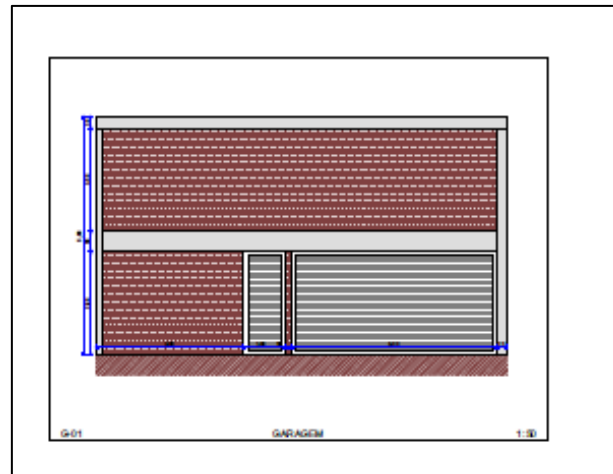


Figura 51 - Fachada da residência. Fonte: Autora (2020).

As Figuras 50 e 51 representam as fachadas da residência, enquanto as Figuras 52 e 53 representam a planta geral, cortes e elevações.



Figura 52 - Planta geral. Fonte: Autora (2020).

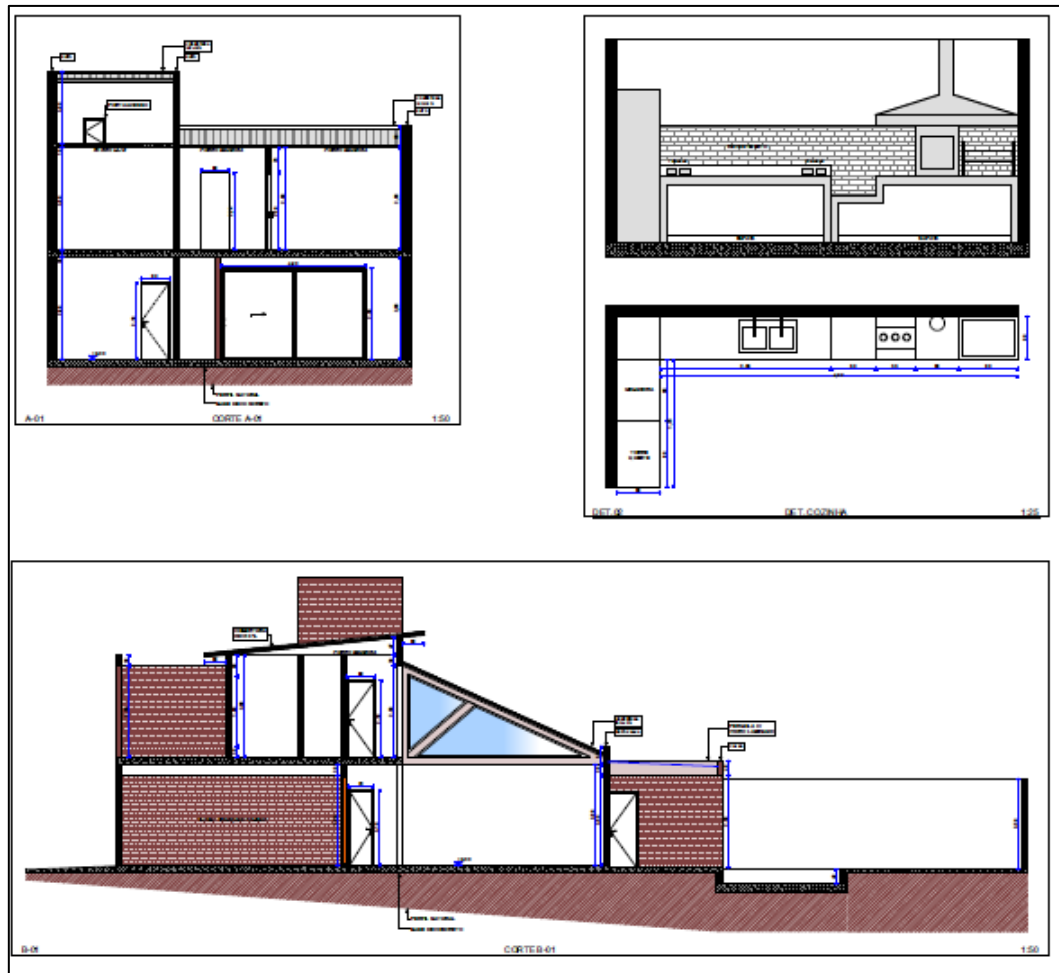


Figura 53 - Cortes e elevações. Fonte: Autora (2020).

4.3. CONCEITOS DE SUSTENTABILIDADE APLICADOS NO PROJETO ARQUITETÔNICO

Neste capítulo serão detalhados os conceitos de sustentabilidade (Figura 54), inseridos no projeto arquitetônico.

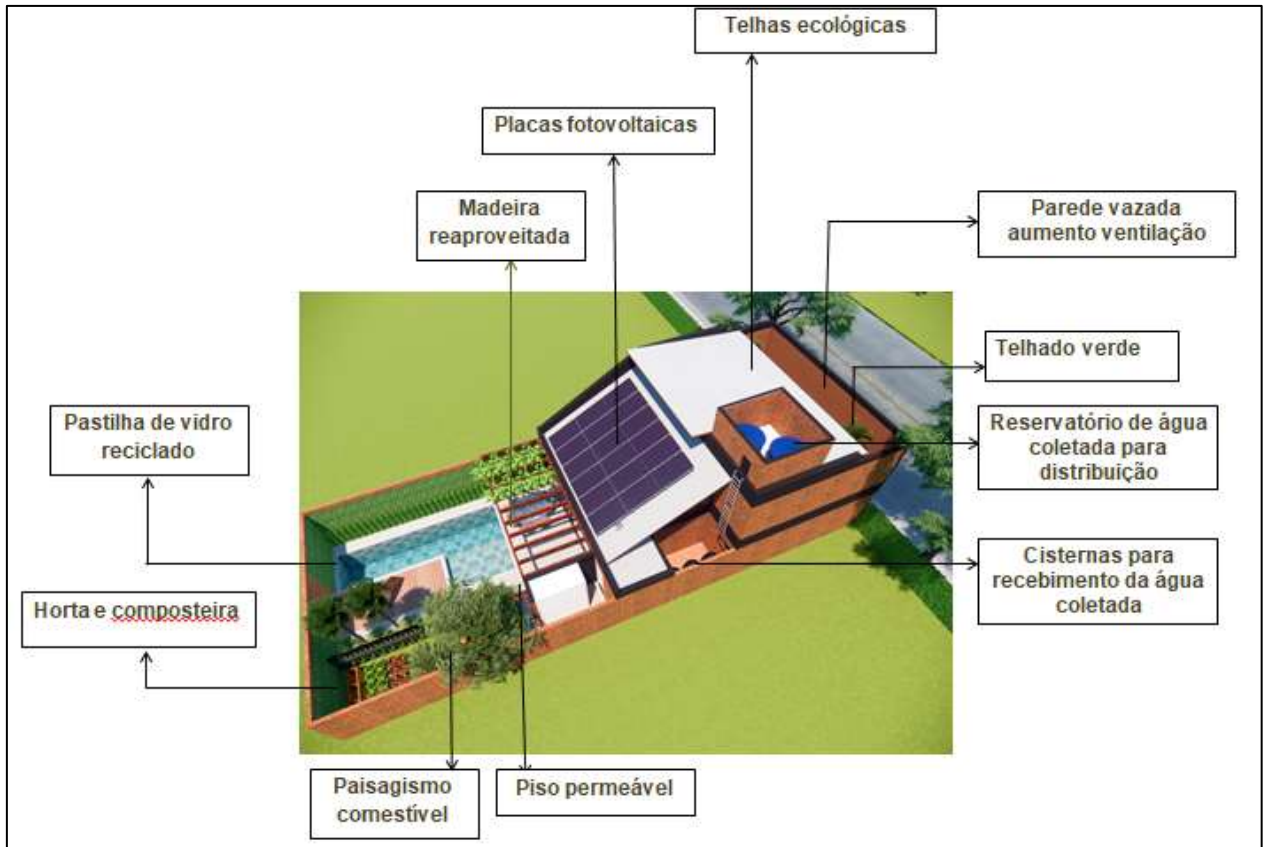


Figura 54 - Conceitos de sustentabilidade. Fonte: Autora (2020).

4.3.1. Materiais de reuso e ecológicos

As paredes foram projetadas para utilizar materiais de reuso, como os tijolos de demolição. As ferragens do guarda-corpo do mezanino também são reformadas a partir de materiais garimpados de empresas da região, portas e janelas garimpadas de lojas de materiais de construção usados ou lojas de demolição.

As telhas escolhidas foram as telhas ecológicas, por serem produzidas a partir de resíduos.

A tinta será a ecológica, à base de cal para impermeabilização dos tijolos de demolição.

O piso da área externa do projeto terá uma pavimentação permeável.

4.3.2. Redução e disposição adequada dos resíduos da construção

O projeto elétrico será aparente, o que evitará corte nas paredes para embutimento da fiação, técnica convencional que produz muito resíduo na obra, além de evitar a poluição do ar, que é recorrente nesse tipo de técnica.

Na gestão da obra optou-se por alugar formas metálicas de concretagem, porque isso reduz custos e dispensa a compra de madeira e acessórios para a montagem das caixarias tanto para fundações quanto para vigas, além de facilitar o ciclo do sistema entra as concretagens, diminuindo os prazos de montagem e execução. Com isso não há produção de resíduos. Na técnica tradicional as madeiras são descartadas após a cura do concreto, gerando muito resíduo no canteiro de obras.

4.3.3. Iluminação natural e ventilação

O projeto levou em consideração o clima local, utilizando-se de ventilação adequada, tanta na fachada de tijolos que formam uma parede de cobogó, permitindo uma maior circulação de ar na parte do telhado verde que acomoda um jardim próximo aos quartos (Figura 55), quanto nos tamanhos e a posições das janelas, conforme Figura 56.



Figura 55 - Fachada com paredes de cobogó de tijolos. Fonte: Autora (2020).



Figura 56 - Janelas dos quartos e banheiro. Fonte: Autora (2020).

A iluminação natural foi projetada para produzir um conforto visual, porque a luz do sol deixa o ambiente mais agradável e gera bem-estar, além de economizar energia elétrica.



Figura 57 - Iluminação natural. Fonte: Autora (2020).

4.3.4. Energia solar fotovoltaica

Sugeriu-se a instalação de um sistema gerador de energia, com a captação da energia solar através de placas fotovoltaicas instaladas no telhado do pavimento superior, como fonte de energia renovável, com possibilidade, inclusive, de se injetar o excedente na rede pública.

Essa instalação diminuirá a demanda por luz e ar condicionado, que trazem um retorno financeiro a curto prazo, trazendo grande economia financeira pela redução do consumo de energia convencional.

4.3.5. Coleta e utilização de águas pluviais,

O projeto contempla um sistema de captação de água da chuva, com a instalação de três cisternas no pavimento térreo, com capacidade de 2.000 litros cada uma, totalizando 6.000 litros de armazenamento, conforme Figura 58. A captação da água da chuva por meio de condutores que leva a água coletada, através de uma bomba, para um reservatório de 2.000 litros que será acondicionado na torre da edificação, conforme Figura 59. Após, essa água é distribuída para uma rede hidráulica definida (descargas e torneiras externas para rega dos jardins).



Figura 58 - Três cisternas de 2.000 litros cada. Fonte: Casa da Borracha (2020).



Figura 59 - Cisterna de 2.000 litros instalada na torre da edificação. Fonte: Autora (2020).

4.3.6. Paisagismo

Foi possível levar beleza e funcionalidade ao projeto arquitetônico através de diversos elementos paisagísticos, como por exemplo: (a) parede verde disposta na sala de estar próxima a escada; (b) parreira de uva sobre o pergolado da varanda; (c) árvores frutíferas dispostas no quintal; e (d) faixa de telhado verde, localizada atrás da parede de cobogó de tijolos, próxima aos quartos e banheiros que, inclusive, funciona como um ar-condicionado natural no verão.

4.3.7. Destinação de espaços para produção de alimentos e compostagem de resíduos orgânicos

A horta para uma pequena produção de alimentos foi devidamente disposta atrás de uma estrutura de ferro com trepadeira, para dar discrição à essa área, sem contar com a parreira de uva e árvores frutíferas já mencionadas no item 4.3.6.

Foi incluída no projeto uma composteira, próxima a horta, para a compostagem de resíduos orgânicos.

4.4. VIABILIDADE ECONÔMICA DE UM PROJETO SUSTENTÁVEL

Para 178,32 m² de área construída, com exceção do muro e piscina, foram obtidos orçamentos de alguns serviços e itens com fornecedores e construtores para mão de obra e materiais, tanto para uma construção convencional, quanto para uma sustentável, que demonstram a viabilidade econômica de um projeto sustentável.

A estimativa do custo da mão de obra é demonstrada na Tabela 3, onde estão elencados orçamentos, com valores que dependem da modalidade da construção.

Estimativa do custo - MÃO DE OBRA					
Tipo de construção	Material	Serviços inclusos	Preço m2	Orçamento Total	Empresa ou Órgão
Sustentável	Tijolos maçoico demolição (reuso)	- fundação - assentamento de tijolos - instalação de batentes, portas e janelas - instalação de pisos e revestimentos - telhado - pintura	500,00	89.160,00	F&A Construtora
Sustentável	Tijolos ecológicos	- fundação - assentamento de tijolos - instalação de batentes, portas e janelas - instalação de pisos e revestimentos - telhado - pintura	500,00	89.160,00	F&A Construtora
			750,00	133.740,00	Construtor César MC
Convencional	Tijolo baiano (industrializado)	- fundação assentamento de tijolos - chapisco - reboco massa corrida - instalação de batentes, portas e janelas	800,00	142.656,00	F&A Construtora

		- instalação de pisos e revestimentos - telhado - pintura			
Convencional	Tijolo baiano (industrializado)	- fundação assentamento de tijolos - chapisco - reboco massa corrida - instalação de batentes, portas e janelas - instalação de pisos e revestimentos - telhado - pintura	600,00	106.992,00	IBGE

Tabela 3 – Estimativa de custo de mão de obra. Fonte: Autora (2020).

Com relação à escolha dos materiais, foram estimados custos dependendo do material escolhido, conforme Tabela 4, para a construção a ser executada, lembrando que a opção por tijolos ecológicos reduz drasticamente o uso de ferragens e material de assentamento.

Estimativa de custo de acordo com o tipo de material escolhido - TIJOLOS					
Proposta conforme tipo de construção	Material	Quantidade necessária (unidades)	Preço por milheiro	Orçament o Total	Empresa
Sustentável	Tijolo de demolição	13.800	1.000,00	13.800,00	Barra mansa Demolição
		13.800	800,00	11.040,00	Dorival material de Demolição
	Tijolo ecológico	20.000	1.100,00	21.100,00	MC Tijolos ecológicos
		20.000	950,00	19.000,00	Trindade Tijolos Ecológicos
Convencional	Tijolo baiano	10.300	750,00	7.725,00	Serrana Materiais
	Tijolo maciço	24.000	430,00	10.320,00	Serrana Materiais

Tabela 4 - Estimativa de custo - TIJOLOS. Fonte: Autora (2020).

Na Tabela 5 estão elencados os valores do material de acabamento, no caso a pintura, que será definida pelo tipo de construção escolhida. Pode-se afirmar que a pintura realizada com a tinta ecológica, à base de cal, é mais vantajosa financeiramente, além de ter um significado maior de preservação ao meio ambiente.

Estimativa custo de acordo com o material escolhido - TINTAS
--

Proposta conforme tipo de construção	Material	Unidade Lata 18 litros	Preço individual	Orçamento Total	Empresa
Sustentável	Resina incolor (paredes internas e externas)	06 latas 18 l	289,00	1.482,00	Copical Tintas Botucatu
	Tinta acrílica fosca (teto)	01 lata 18 l	228,00		
	Tinta ecológica	06 baldes 20kg	320,00	1.920,00	Krotten Ecotintas
Convencional	tinta acrílica fosca (teto)	01 lata 18 l	228,00	4.927,48	Copical Tintas Botucatu
	tinta convencional (paredes)	05 latas 18l	482,63 2413,15		
	Seladora	6 latas 18 l	209,00 1254,00		
	Massa corrida	13 latas 18 l	79,41 1032,33		

Tabela 5 - Estimativa de custo - TINTAS. Fonte: Autora (2020).

Foram selecionados alguns itens de cada tipo de construção (sustentável e convencional), que seriam utilizados para a construção da residência verde, de acordo com projeto arquitetônico proposto. Conforme demonstrado na Tabela 6, a construção sustentável, analisados pelo menos três itens pesquisados, é economicamente mais viável que a convencional.

Comparação de custos: Construção Sustentável x Construção Convencional		
	CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL	CONSTRUÇÃO CONVENCIONAL
Mão de obra	89.160,00	142.656,00
Tijolos	11.040,00	7.725,00
Pintura	1.920,00	4.927,48
Total	102.120,00	155.304,48

Tabela 6 - Tabela comparativa de custos. Fonte: Autora (2020).

Além do demonstrado acima, a construção sustentável é viável economicamente a longo prazo também, se implementados o sistema de geração de energia fotovoltaica proposto e o sistema de captação de água da chuva, através de

cisternas, conforme estimativa de custos demonstrada nas Tabelas 7 (energia fotovoltaica) e 8 (captação água da chuva).

Estimativa custo materiais – SISTEMA DE GERAÇÃO DE ENERGIA FOTOVOLTAICA			
Proposta conforme tipo de construção	Material	Preço total	Empresa
Sustentável	sistema de geração de energia fotovoltaica	17.315,42	Sol Araras Energia Solar
	sistema de geração de energia fotovoltaica	14.817,50	Infinite Solar

Tabela 7 - Estimativa de custo - Sistema de geração de energia fotovoltaica. Fonte: Autora (2020).

Estimativa custo materiais – SISTEMA DE CAPTAÇÃO DE ÁGUA - CISTERNAS			
Proposta conforme tipo de construção	Material	Preço total	Empresa
Sustentável	Equipamentos Instalação	8.783,66	Casa da Borracha Botucatu

Tabela 8 - Estimativa de custo - Sistema de captação de água - Cisternas. Fonte: Autora (2020).

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A cliente recepcionou muito bem o projeto, convencendo-se de que a arquitetura verde é uma modernidade, que não é boa somente para o meio ambiente, porque reduz a poluição e melhora a qualidade do ar, mas também porque pode oferecer uma vida mais saudável, feliz e produtiva, beneficiando a saúde. É possível observar que o investimento na construção de uma casa sustentável, além de trazer economias nas contas de água e energia elétrica, garante a preservação de recursos naturais.

Diferente da construção convencional, a construção sustentável é planejada com muito mais antecedência, com definição de metas, sendo que, com um planejamento integrado, que comporta a escolha das matérias-primas adequadas à realização de muitas reuniões com o construtor especializado nesse tipo

de construção, somados a um gerenciamento eficaz, torna-se viável construir sustentavelmente.

Se o arquiteto usar o meio ambiente ao seu favor e se esse conceito estiver presente desde o planejamento da obra, passando pela execução e detalhamento, resultará numa economia a médio e longo prazos.

Quando o arquiteto muda seu olhar, deixando de lado a arquitetura convencional para propor a construção sustentável, ele não está somente agradando a um cliente que deseja esse tipo de construção, ele está também contribuindo para o bem do planeta, respeitando o futuro e alimentando a prática de atitudes responsáveis.

Também não se pode deixar de mencionar que uma construção sustentável tem seu valor de mercado aumentado em razão de suas características. A rentabilidade de residências com tais características, aliada à implementação de projeto paisagístico elaborado, trará valores de venda ou locação mais vantajosos ao imóvel, além da relevância de ser um projeto que contribui com a geração futura e com o planeta, sendo uma forma consciente de construir.

6. REFERÊNCIAS

ABDALA, P. (2019). *Energia solar e eólica*. Ponta Grossa (PR) : Atena Editora.

ABESCO. (s.d.). Acesso em 21 de 10 de 2020, disponível em <http://www.abesco.com.br/pt/>

ABNT. (s.d.). Acesso em 12 de 10 de 2020, disponível em <https://www.abntcatalogo.com.br/norma.aspx?ID=325>

AECWEB. (s.d.). Acesso em 16 de 09 de 2020, disponível em <https://www.aecweb.com.br/revista/materias/saiba-como-as-telhas-de-fibra-vegetal-sao-produzidas/1005>

AMORIM, D. (2019). Bioplásticos: Dos benefícios Sustentáveis à ascensão da produção . *Revista Metropolitana de Sustentabilidade*, Vol. 9. N. 1.

Aneel. (s.d.). Acesso em 24 de 10 de 2020, disponível em https://www.aneel.gov.br/documents/656827/15234696/Nota+T%C3%A9cnica_0056_PROJE%C3%87%C3%95ES+GD+2017/

ANEEL. (s.d.). Acesso em 24 de 10 de 2020, disponível em <https://www.aneel.gov.br/geracao-distribuida>

Argus Arquitetura. (s.d.). Acesso em 01 de 11 de 2020, disponível em <https://www.argusarquitetura.com.br/>

BOFF, L. (2016). *Sustentabilidade O que é – Oque não é*. Petropolis: Editora Vozes .

Buildingrating. (s.d.). Acesso em 23 de 10 de 2020, disponível em <https://www.buildingrating.org/document/building-better-returns-study-financial-performance-green-office-buildings-australia>

Casa da Borracha. (27 de novembro de 2020). Fonte: <https://casabor.com.br/>

CECHELLA, J. (2015). *Análise comparativa entre método tradicional x método sustentável de construção de um centro comunitário no bairro quarta linha, criciúma/sc. Trabalho de conclusão de curso em Engenharia Ambiental*. Criciúma.

CHING, F. D. (2017). *Edificações Sustentáveis Ilustradas*. Porto Alegre: Bookman.

CHING, F. D. (2017). *Edificações Sustentáveis Ilustradas*. Porto Alegre: Bookman.

CORBELLA, O., & YANNAS, S. (2009). *Em Busca de Uma Arquitetura Sustentável Para os Trópicos: conforto ambiental*. Rio de Janeiro: Revan.

CORRÊA, S. R. (1997). Luz natural y luz artificial. Integracion di sistemas y su aplicaci3n en proyectos de escuelas. *Universitat Polit3cnica de Catalunya*. Fonte: CORRÊA, S. R. M. Luz natural y luz artificial. Integracion di sistemas y su aplicaci3n en proyectos de escuelas. *Universitat Polit3cnica de Catalunya*, 1997.

CUNHA, D. C. (2018). Energia Solar Fotovoltaica No Brasil. *Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento*, 148-161.

DEHUBER. (s.d.). Acesso em 23 de 10 de 2020, disponível em <https://www.dehuber.com.br/construcao-sustentavel-pode-reduzir-em-ate-25-o-custo-da-obra/>

Ecoeficientes. (s.d.). Acesso em 03 de 10 de 2020, disponível em <http://www.ecoeficientes.com.br/arquitetura-sustentavel-mairinque-sp/> (acessado em 23/10/20)

ECOPEX. (s.d.). Acesso em 2020 de 10 de 29, disponível em <https://ecopex.com.br/telha-ecologica/>

ECYCLE. (s.d.). Acesso em 09 de 11 de 2020, disponível em <http://www.ecycle.com.br/component/content/article/49-lampadas/685-lampadas-led-podem-ser-recicladas.html>

FRAUNHOFER. (s.d.). Acesso em 29 de 09 de 2020, disponível em <https://www.ise.fraunhofer.de/en.html>

gbcbrasil. (s.d.). Acesso em 27 de 11 de 2020, disponível em www.gbcbrasil.org.br:https://www.gbcbrasil.org.br/brasil-ocupa-o-4o-lugar-no-ranking-mundial-de-construcoes-sustentaveis-certificadas-pela-ferramenta-internacional-leed/

IBDA - Instituto Brasileiro de Desenvolvimento da Arquitetura. (s.d.). Acesso em 07 de 10 de 2020, disponível em <http://www.forumdaconstrucao.com.br/conteudo.php?a=16&Cod=1644>

IDHEA. (s.d.). Acesso em 18 de 11 de 2020, disponível em <https://sites.google.com/site/arquiteturabiossustentavel/idhea---instituto-para-o-desenvolvimento-da-habitacao-ecologica>

INHABITAT. (s.d.). Acesso em 10 de 09 de 2020, disponível em <https://inhabitat.com/tour-the-parkroyal-hotel-singapores-amazing-sky-gardens-and-greenery-wrapped-towers>

IPEA. (07 de 05 de 2019). Acesso em 28 de 09 de 2020, disponível em https://www.ipea.gov.br/portal/index.php?option=com_content&view=article&id=34723&Itemid=8

IRENA. (s.d.). Acesso em 26 de 10 de 2020, disponível em <https://www.irena.org/newsroom/pressreleases/2013/Dec/IRENA-Demystifies-Renewable-Energy-Costs>

ISO. (s.d.). Acesso em 18 de 11 de 2020, disponível em <https://www.iso.org/committee/49070.html>

LASSU. (s.d.). Acesso em 24 de 10 de 2020, disponível em <http://www.lassu.usp.br/sustentabilidade/conceituacao/#:~:text=A%20palavra%20%E2%80%9Csustent%C3%A1vel%E2%80%9D%20prov%C3%A9m%20do,exibida%20por%20algo%20ou%20algu%C3%A9m>

LORENZI, H. (2015). *Plantas para Jardim no Brasil*. Nova Odessa: Plantarum.

LORENZI, H., & SOUZA, H. M. (1999). *Plantas ornamentais no Brasil*. Nova Odessa: Plantarum.

MARIANO, L. (2008). Gerenciamento de resíduos da construção civil com reaproveitamento estrutural: Estudo de caso de uma obra com 4000m². *Universidade Federal do Paraná, Curitiba*.

Ministério do Meio Ambiente. (s.d.). Acesso em 07 de 09 de 2020, disponível em <https://www.mma.gov.br/cidades-sustentaveis/planejamento-ambiental-e-territorial-urbano/urbanismo-sustentavel/constru%C3%A7%C3%A3o-sustent%C3%A1vel.html>

NEUFERT, E. (2017). *Neufert - Arte de Projetar em arquitetura*. São Paulo: G.Gili.

OTTONI, D. A. (1996). Cidade-jardim: formacao e percurso de uma ideia. *Cidades-Jardins de Amanha*.

OTTONI, D. A. (1996). *Cidade-jardim: formacao e percurso de uma ideia*. [Introducao]. *Cidades-Jardins de Amanha*. São Paulo: Hucitec.

PAULA, J. A., & MONTE-MÓR, R. L. (2000). *Biodiversidade, população e economia: uma experiência interdisciplinar*. São Paulo: SENAC.

Planeta Limpo. (s.d.). Acesso em 21 de 11 de 2020, disponível em <https://planetalimpodotorg.wordpress.com/2011/08/12/telhado-de-pet-reciclado-e-mais-barato-e-resistente>

Reconluz. (s.d.). Acesso em 18 de 11 de 2020, disponível em <http://www.reconluz.com.br/dicas-para-economizar-energia/#>

Revistas USP. (s.d.). Acesso em 19 de 09 de 2020, disponível em <http://www.revistas.usp.br>

SALGUEIRO, H. A. (1995). Revisando Hausmann. *Revista USP*, 195-205.

SANTOS, A. (03 de 01 de 2013). *Bactéria pode dar "imortalidade" ao concreto*. Acesso em 23 de 09 de 2020, disponível em <http://www.cimentoitambe.com.br/bacteria-pode-dar-imortalidade-ao-concreto/>

SANTOS, T. d. (s.d.). *Scielo*. Acesso em 09 de 11 de 2020, disponível em <https://doi.org/10.1590/S1413-41522015020040125106>

SILVA, M. F. (01 de 03 de 2018). TINTA ECOLOGICA. *Caderno De Graduação - Ciências Exatas E Tecnológicas - UNIT - ALAGOAS*, p. 125. Fonte: Silva, M. F. dos S., Silva, Érika P. L. da, & Lima, S. F. de. (2018). TINTA ECOLOGICA. *Caderno De Graduação - Ciências Exatas E Tecnológicas - UNIT - ALAGOAS*, 4(3), 125. Recuperado de <https://periodicos.set.edu.br/fitsexatas/article/view/5571>

SUSTENTARQUI. (s.d.). Acesso em 21 de 11 de 2020, disponível em <https://sustentarqui.com.br/tinta-ecologica-como-fazer/> acessado em 21.11.20

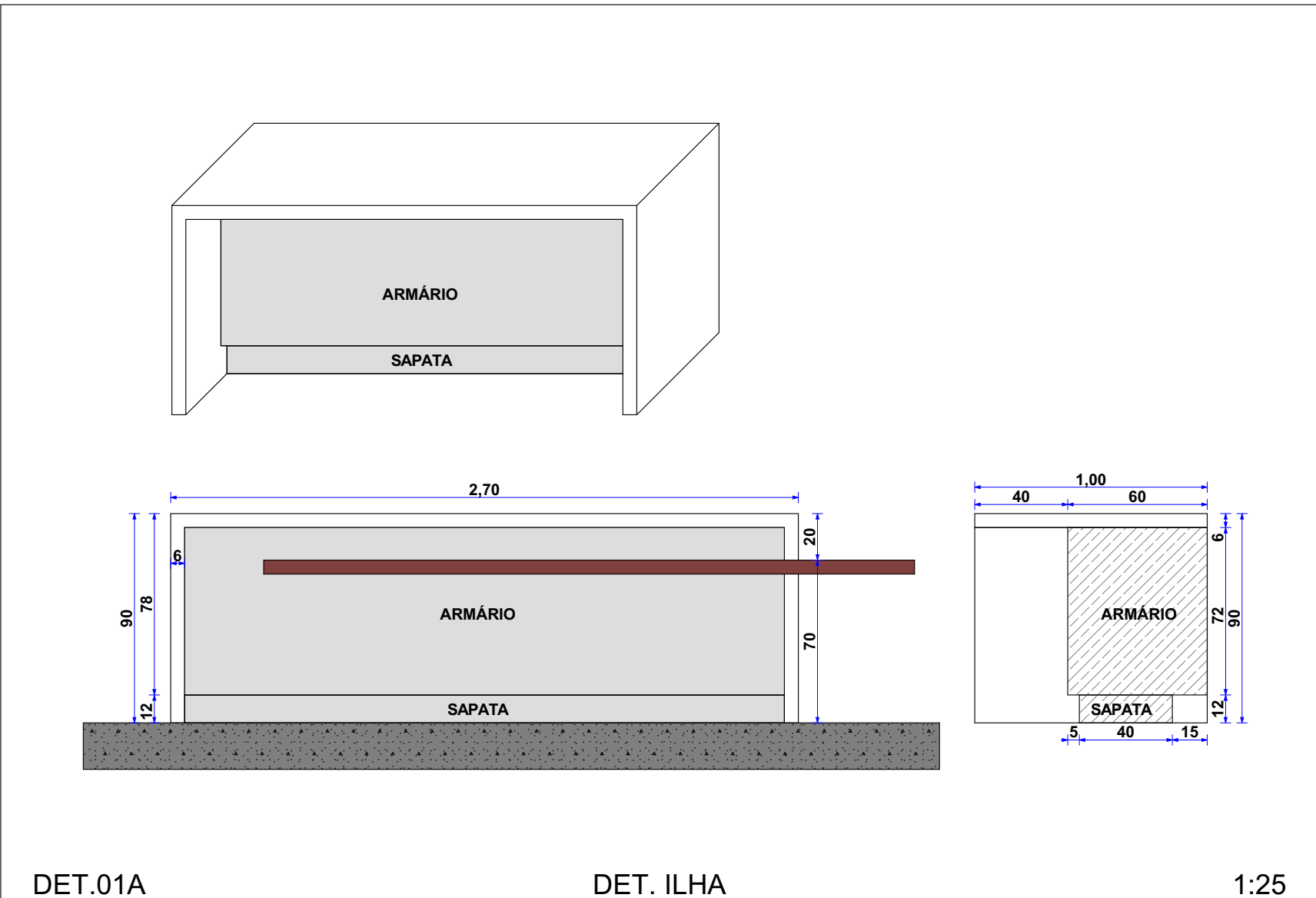
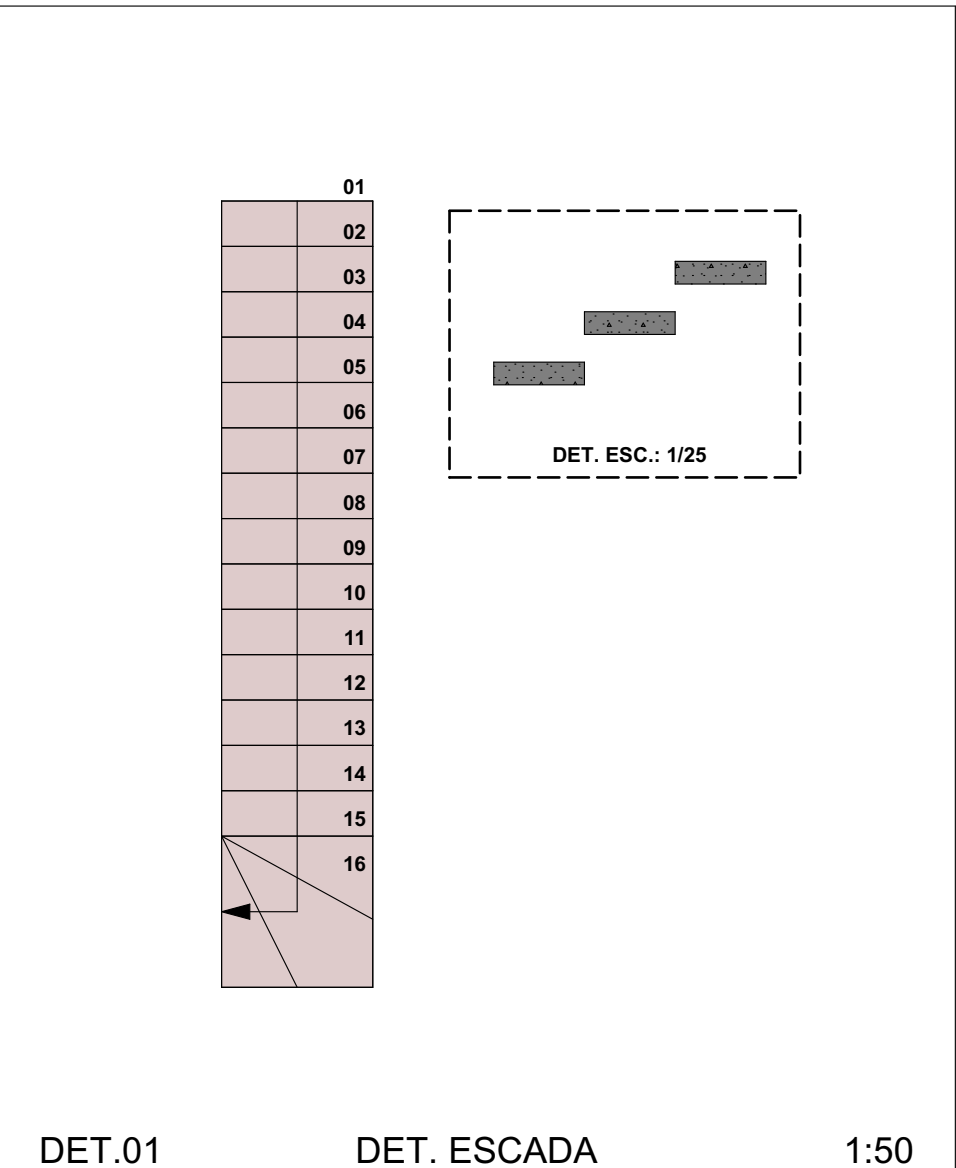
UGREEN. (s.d.). Acesso em 15 de 10 de 2020, disponível em <https://www.ugreen.com.br/telhas-ecologicas/>

VIVA DECORA. (s.d.). Acesso em 09 de 09 de 2020, disponível em <https://www.vivadecora.com.br/revista/tijolo-ecologico/>

WRONSKI, L. (03 de 04 de 2013). *Archdaily*. Fonte: <https://www.archdaily.com.br/br/01-106358/projetos-sustentaveis-em-ascensao-enquanto-o-leed-fica-para-tras>

YUDELSON, J. (2013). *Projeto Integrado e Constrições sustentáveis*. Porto Alegre: Bookman.

ANEXO 1 – Projeto Completo



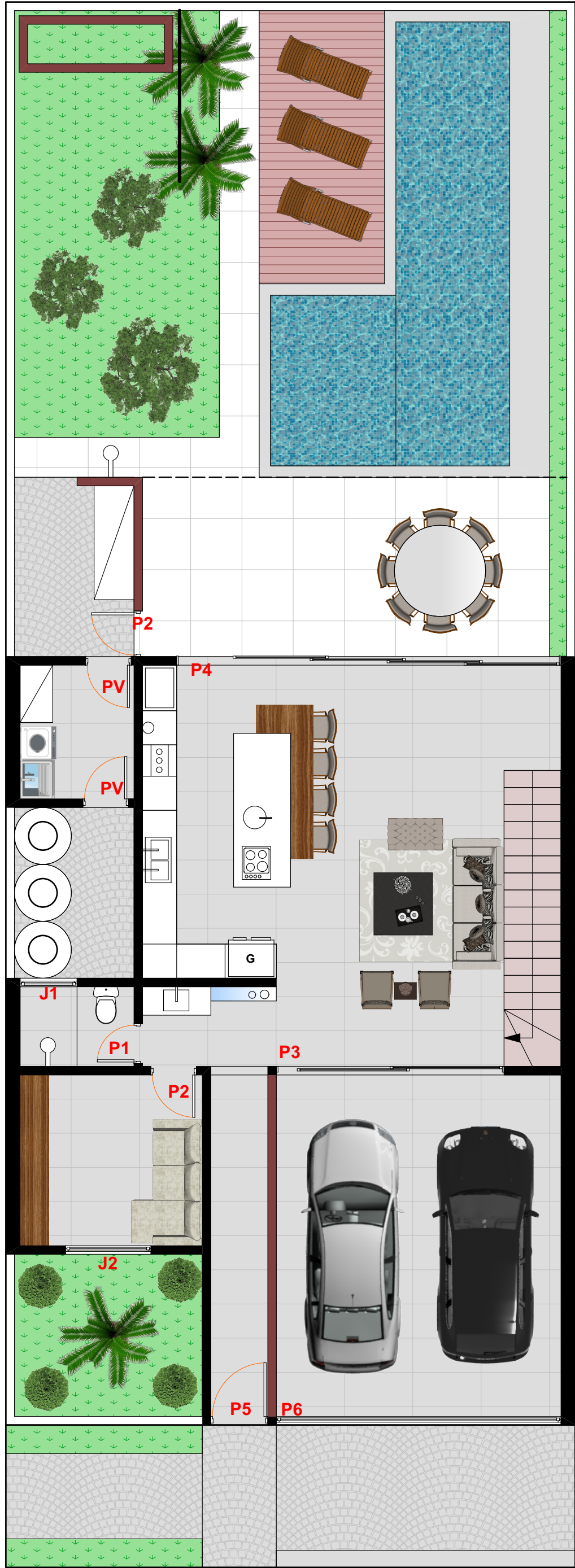
LEGENDA VÃO DOS CAIXILHOS		
PORTAS		
CÓD.	LARGURA x ALTURA	TIPO
P1	0,70 x 2,10	ABRIR
P2	0,80 x 2,10	ABRIR
P3	4,00 x 2,50	CORRER
P4	6,75 x 2,50	CORRER
P5	1,00 x 2,50	ABRIR
P6	5,00 x 2,50	BASCULANTE
JANELAS		
CÓD.	L x A x P	TIPO
J1	1,00 x 0,60 x 1,50	MAXI-AR
J2	1,50 x 2,10 x 0,30	ABRIR
J3	2,00 x 2,10 x 0,30	CORRER

L.01 LEGENDA 1:50

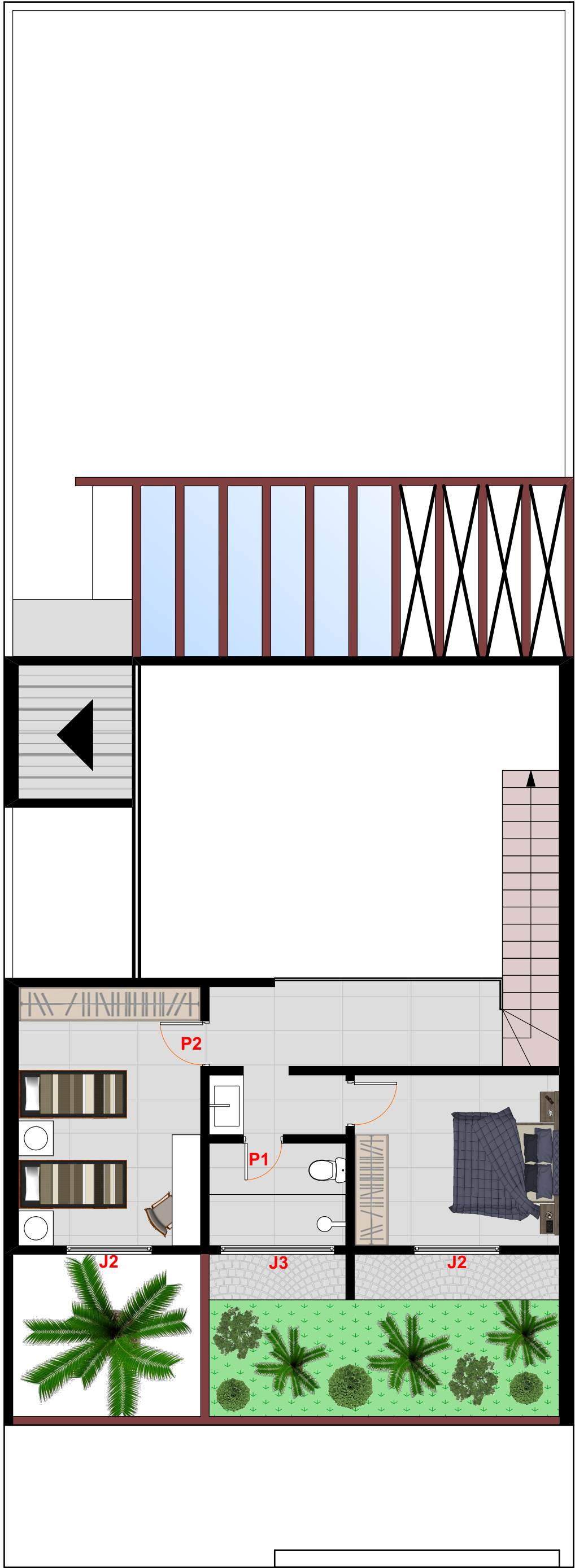
PROJETO PRELIMINAR			PAV. TÉRREO	
FINALIDADE:			PARA CONSTRUÇÃO DE UMA RESIDÊNCIA	
PROPRIETÁRIA:			PATRICIA	
LOCAL:			LOCAL - BOTUCATU/SP	
TERRENO			250,00	m2
PAV. TÉRREO			117,90	m2
PAV. SUPERIOR			46,56	m2
VARANDA			13,86	m2
TOTAL			178,32	m2
ÁREA LIVRE			118,24	m2
ÁREA PERMEÁVEL			85,20	m2
T.O			52,70	
C.A			0,71	

DATA: 17/11/2020

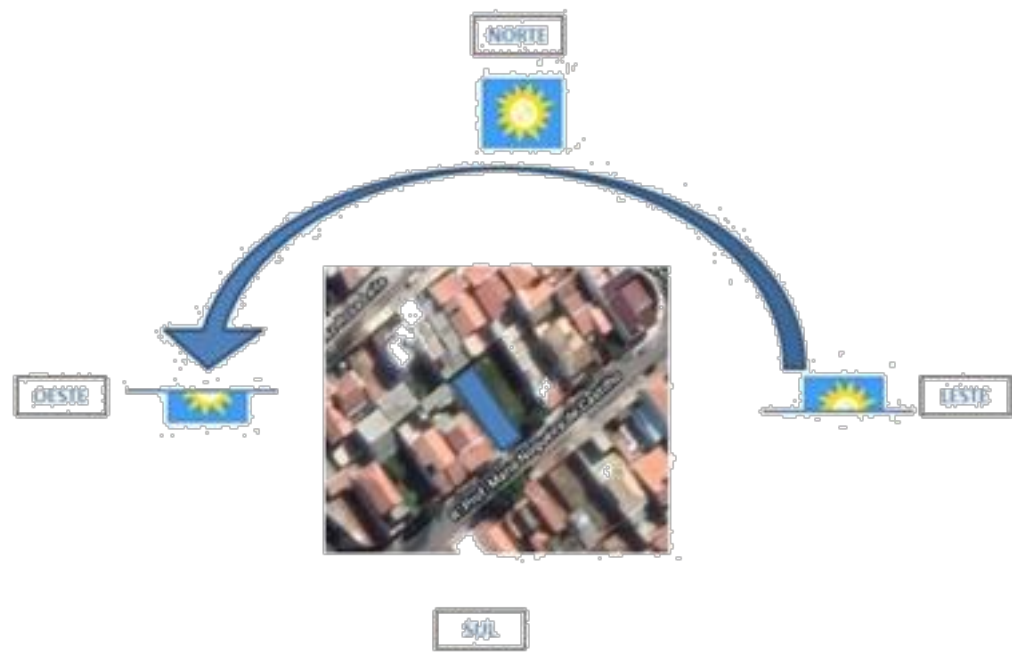
FOLHA 01 / 06



0. PAV. TÉRREO (1) 1:75



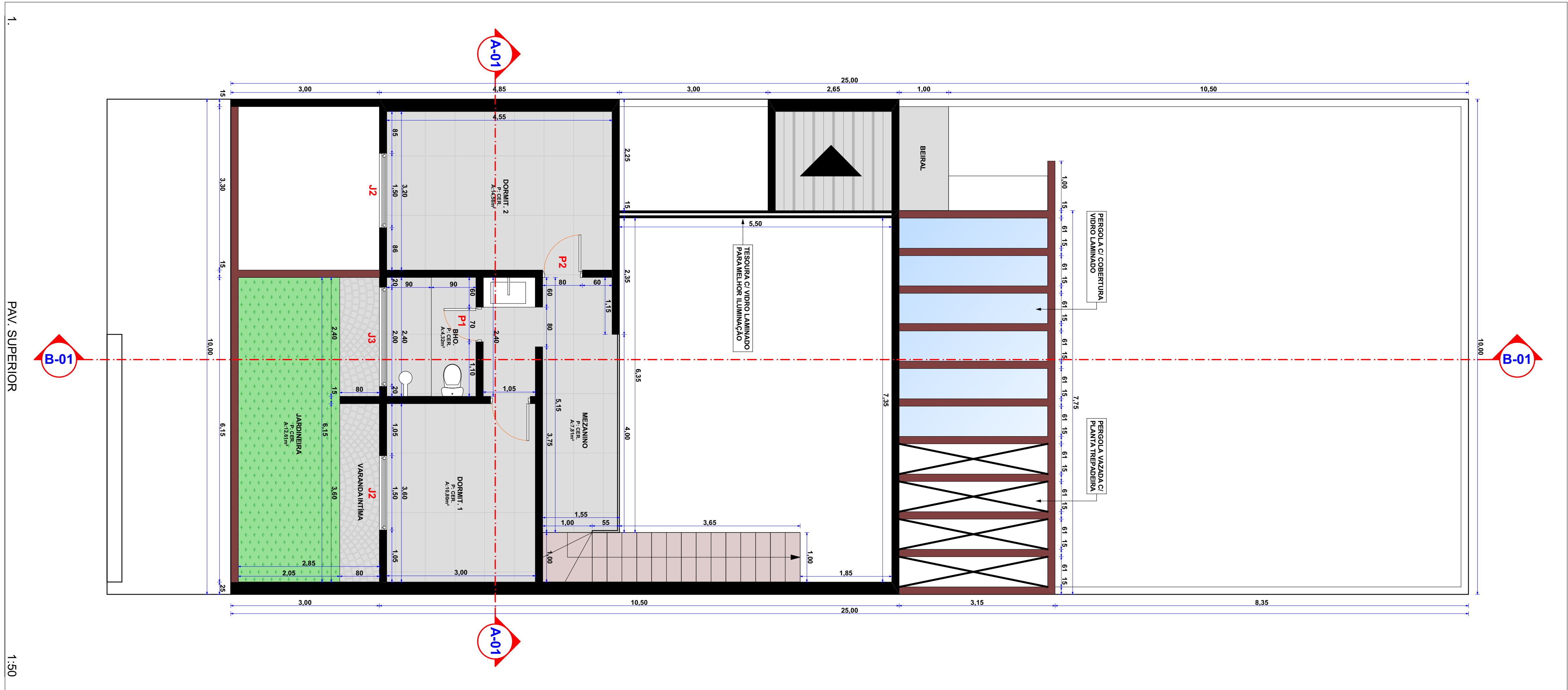
1. PAV. SUPERIOR (1) 1:75



(Fonte: própria autora, 2020, e imagem Google maps - modificada)

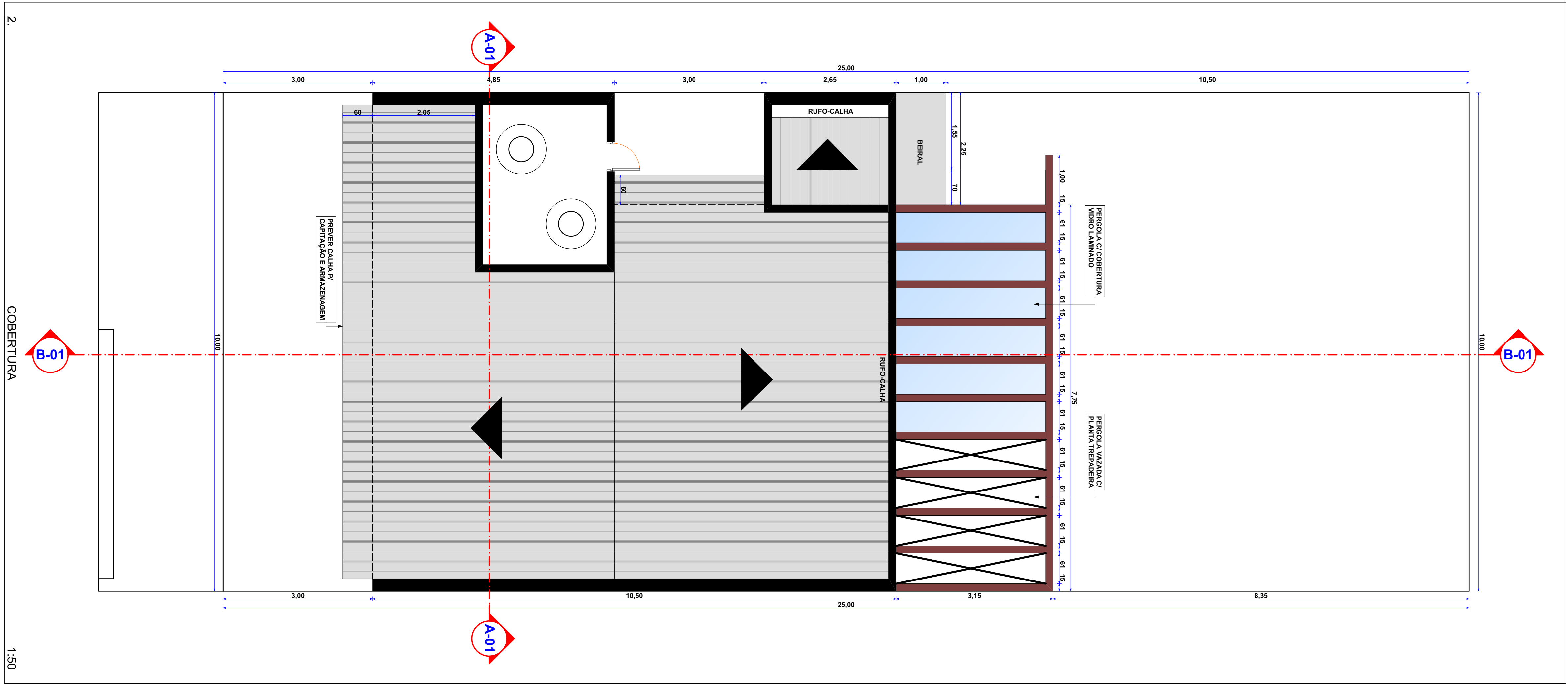
PROJETO PRELIMINAR

FINALIDADE: PARA CONSTRUÇÃO DE UMA RESIDÊNCIA			DATA: 17/11/2020
PROPRIETÁRIA: PATRICIA			LAYOUT
LOCAL: LOCAL - BOTUCATU/SP			FOLHA 06 / 06
TERRENO	250,00	m2	
PAV. TÉRREO	117,90	m2	
PAV. SUPERIOR	46,56	m2	
VARANDA	13,86	m2	
TOTAL	178,32	m2	
ÁREA LIVRE	118,24	m2	
ÁREA PERMEÁVEL	85,20	m2	
T.O	52,70		
C.A	0,71		



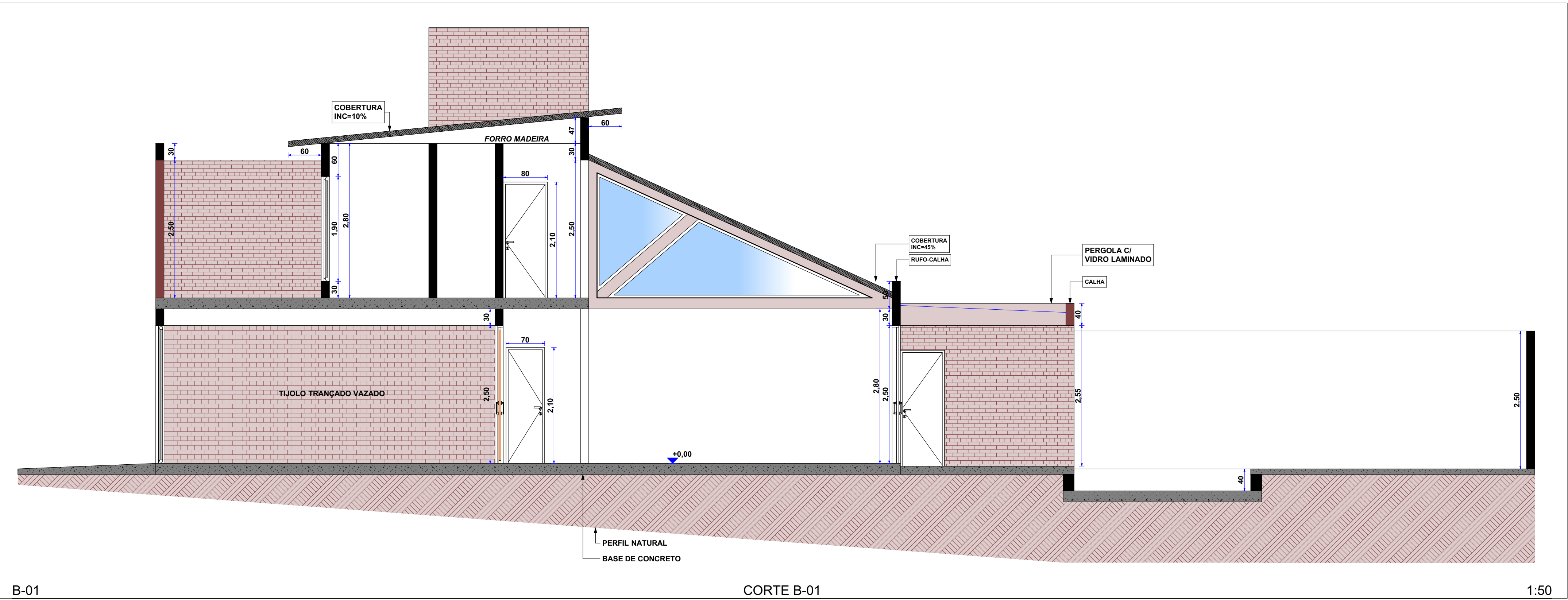
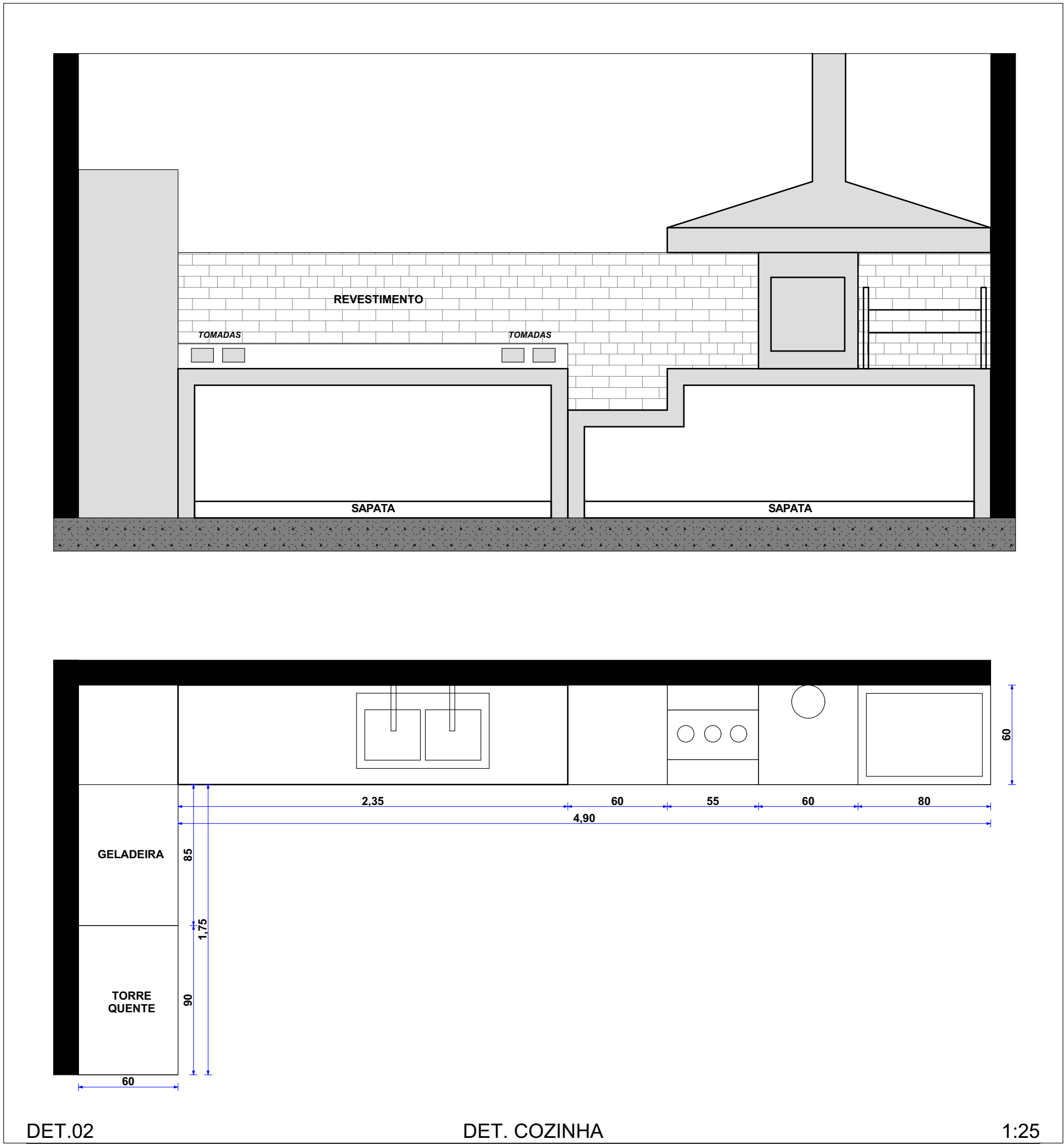
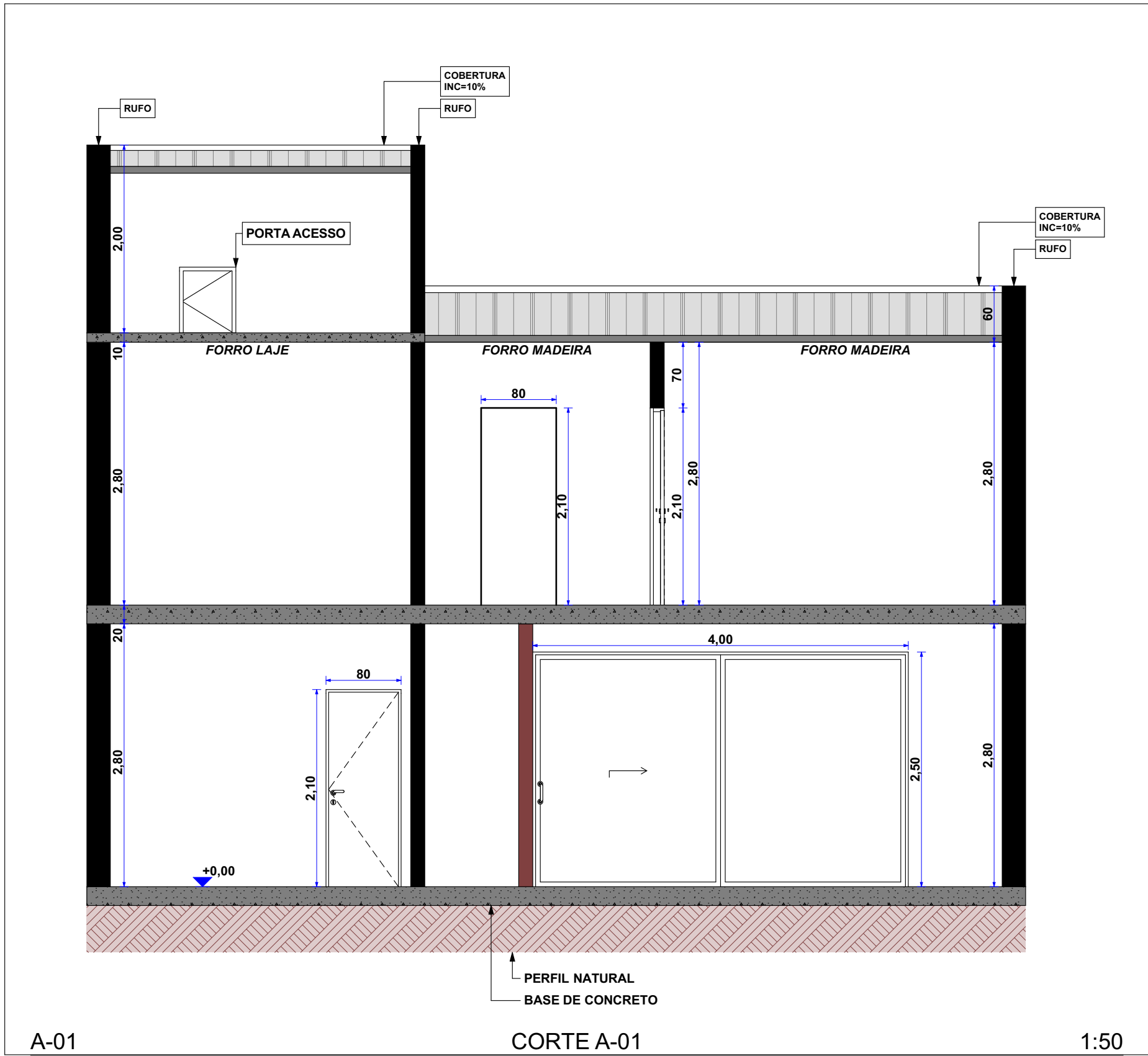
PROJETO PRELIMINAR

FINALIDADE: PARA CONSTRUÇÃO DE UMA RESIDÊNCIA			DATA: 17/11/2020
PROPRIETÁRIA: PATRICIA			PAV. SUPERIOR
LOCAL: LOCAL - BOTUCATU/SP			FOLHA 02 / 06
TERRENO	250,00	m2	
PAV. TÉRREO	117,90	m2	
PAV. SUPERIOR	46,56	m2	
VARANDA	13,86	m2	
TOTAL	178,32	m2	
ÁREA LIVRE	118,24	m2	
ÁREA PERMEÁVEL	85,20	m2	
T.O	52,70		
C.A	0,71		



PROJETO PRELIMINAR

FINALIDADE: PARA CONSTRUÇÃO DE UMA RESIDÊNCIA			DATA: 17/11/2020
PROPRIETÁRIA: PATRICIA			COBERTURA
LOCAL: LOCAL - BOTUCATU/SP			
TERRENO	250,00	m2	FOLHA 03 / 06
PAV. TÉRREO	117,90	m2	
PAV. SUPERIOR	46,56	m2	
VARANDA	13,86	m2	
TOTAL	178,32	m2	
ÁREA LIVRE	118,24	m2	
ÁREA PERMEÁVEL	85,20	m2	
T.O	52,70		
C.A	0,71		



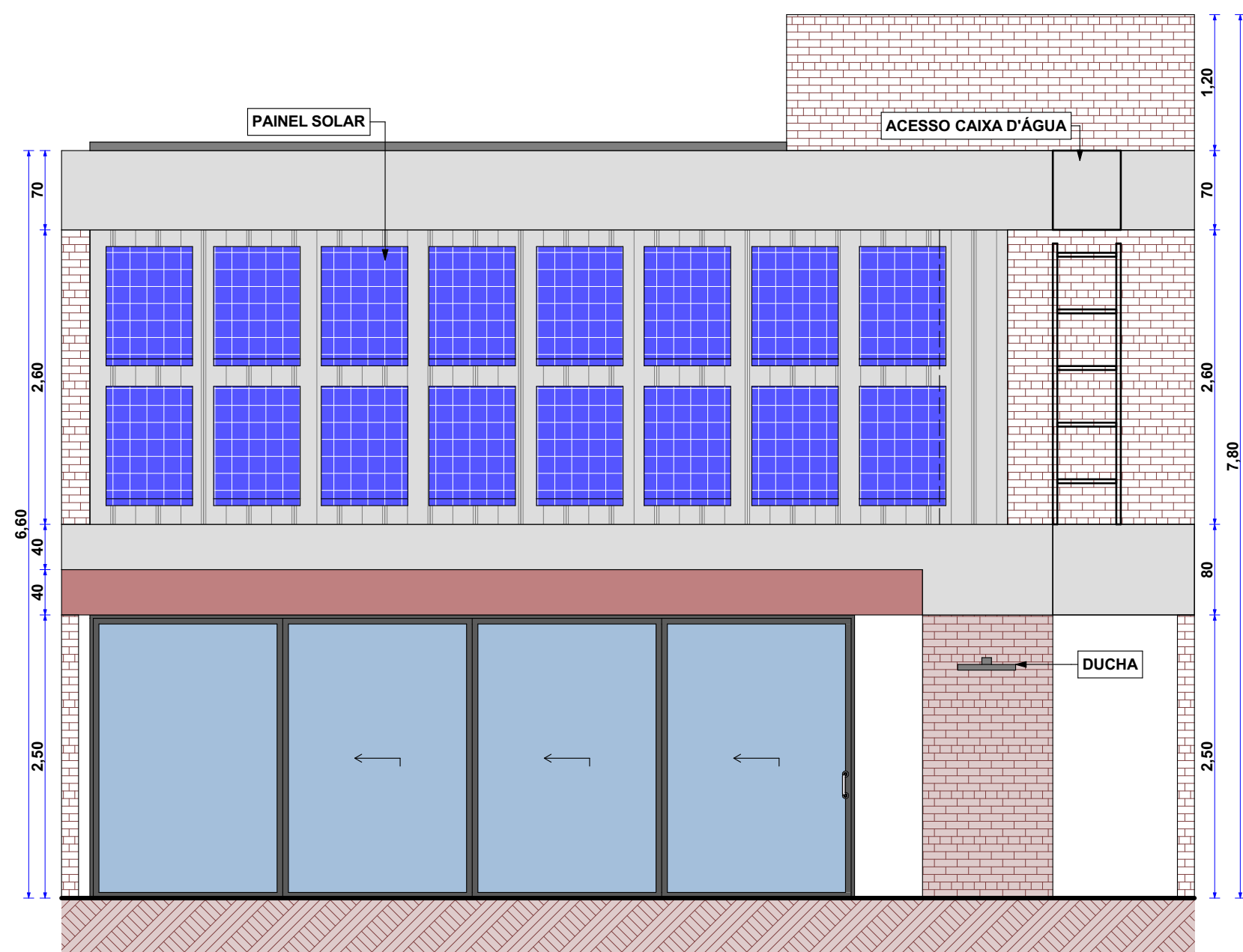
PROJETO PRELIMINAR			
FINALIDADE: PARA CONSTRUÇÃO DE UMA RESIDÊNCIA		DATA: 17/11/2020	
PROPRIETÁRIA: PATRICIA		CORTES e DETALHES	
LOCAL: LOCAL - BOTUCATU/SP			
TERRENO		250,00 m2	
PAV. TÉRREO		117,90 m2	
PAV. SUPERIOR		46,56 m2	
VARANDA		13,86 m2	
TOTAL		178,32 m2	
ÁREA LIVRE		118,24 m2	
ÁREA PERMEÁVEL		85,20 m2	
T.O		52,70	
C.A		0,71	



F-01

FACHADA PRINCIPAL

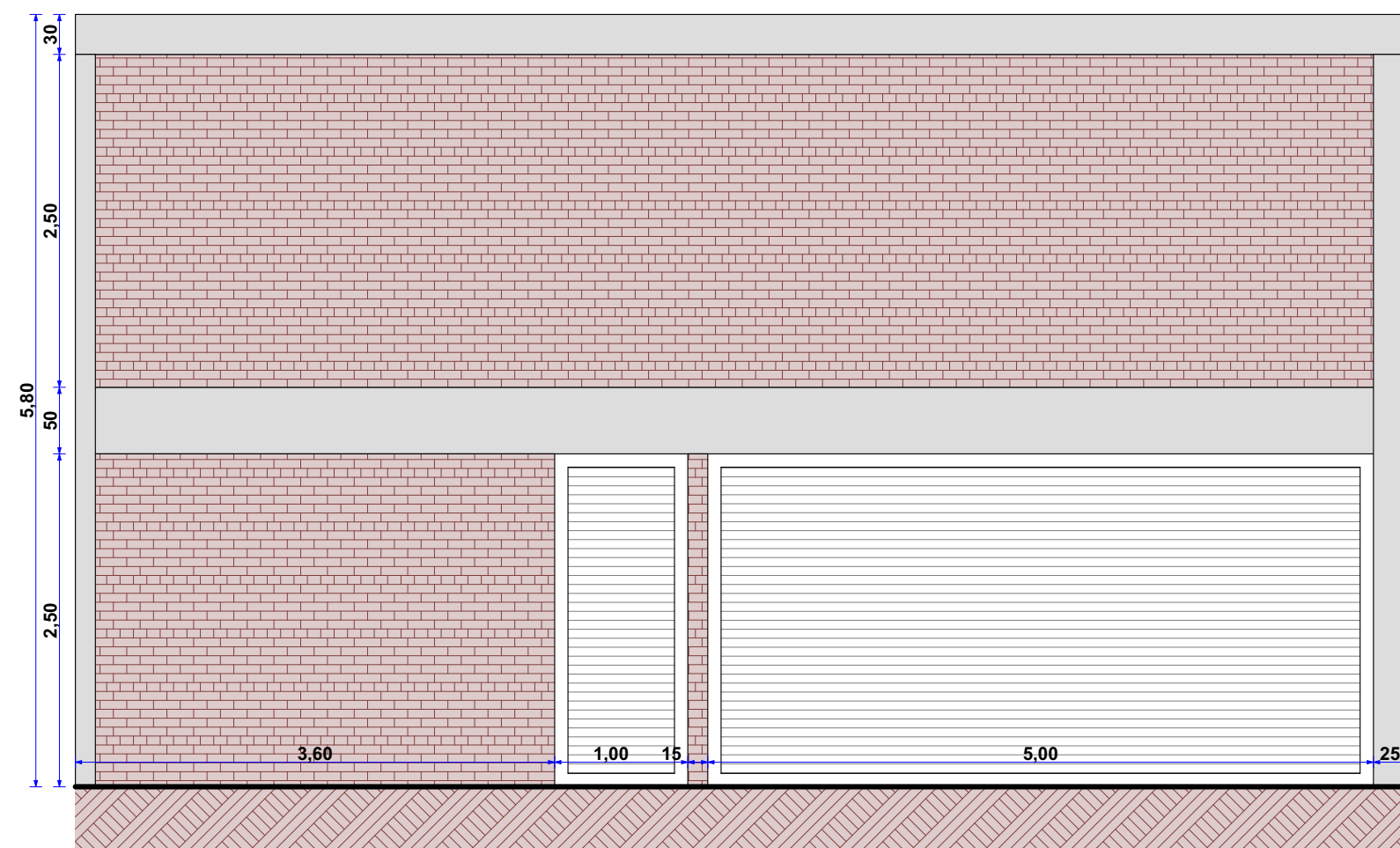
1:50



F-02

FACHADA POSTERIOR

1:50



G-01

GARAGEM

1:50

PROJETO PRELIMINAR

FINALIDADE:
PARA CONSTRUÇÃO DE UMA RESIDÊNCIA
PROPRIETÁRIA:
PATRICIA
LOCAL:
LOCAL - BOTUCATU/SP

DATA: 17/11/2020

FACHADAS e
GRADIL

FOLHA
05 / 06

TERRENO	250,00	m2
PAV. TÉRREO	117,90	m2
PAV. SUPERIOR	46,56	m2
VARANDA	13,86	m2
TOTAL	178,32	m2
ÁREA LIVRE	118,24	m2
ÁREA PERMEÁVEL	85,20	m2
T.O	52,70	
C.A	0,71	