UNILAVRAS

CENTRO UNIVERSITÁRIO DE LAVRAS
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ARQUITETURA E URBANISMO

PORTFÓLIO ACADÊMICO
BIOTEC: ESCOLA TÉCNICA DE BIOCONSTRUÇÃO COM TERRA

SAMUEL HENRIQUE DE CARVALHO ROCHA

LAVRAS-MG

2023

NILAVRAS
Centro Universitário de Lavras
www.unilavras.edu.br

UNILAVRAS

SAMUEL HENRIQUE DE CARVALHO ROCHA

BIOTEC: ESCOLA TÉCNICA DE BIOCONSTRUÇÃO COM TERRA

Portfólio Acadêmico apresentado ao Centro Universitário de Lavras, como parte das exigências da disciplina Metodologia da Pesquisa II, curso de graduação em Arquitetura e Urbanismo.

ORIENTADORA
Prof. Me. Marisa Aparecida Pereira

LAVRAS-MG

2023

Ficha Catalográfica preparada pelo Setor de Processamento
Técnico da Biblioteca Central do UNILAVRAS

R672b

Rocha, Samuel Henrique de Carvalho.
BIOTEC: escola técnica de bioconstrução com terra / Samuel Henrique de Carvalho Rocha - Lavras: Unilavras, 2023.

60f.:il.

Portfólio acadêmico (Graduação em Arquitetura e Urbanismo) – Unilavras, Lavras, 2023.

Orientador: Prof.ª Marisa Aparecida Pereira.

1. Taipa de pilão. 2. Pau a pique. 3. Superadobe. I. Pereira, Marisa Aparecida. (Orient.). II. Título.

NILAVRAS
Centro Universitário de Lavras
www.unilavras.edu.br

UNILAVRAS

SAMUEL HENRIQUE DE CARVALHO ROCHA

BIOTEC: ESCOLA TÉCNICA DE BIOCONSTRUÇÃO COM TERRA

Portfólio Acadêmico apresentado ao Centro Universitário de Lavras, como parte das exigências da disciplina Metodologia da Pesquisa II, curso de graduação em Arquitetura e Urbanismo.

Aprovado em ___/___/_____

ORIENTADORA
Prof. Me. Marisa Aparecida Pereira

LAVRAS-MG

2023

Dedicatória.

Dedico este trabalho à Deus, por me abençoar com conhecimento e sabedoria, e às pessoas que fizeram parte da minha trajetória acadêmica. Obrigado por serem especiais e estarem sempre ao meu lado.

AGRADECIMENTOS

À Deus, primeiramente, Pois sem ele nada se concretiza.

À minha família que deu todo suporte para que eu pudesse estudar, o qual sou muito grato. Em especial minha mãe, que sempre me proporcionou e auxiliou, amor e carinho durante toda minha vida e principalmente na graduação.

À minha noiva, que me motivou e motiva diariamente a buscar sempre o melhor caminho e seguir meus sonhos, que também são dela.

Ao Unilavras, que me proporcionou o conhecimento valioso até aqui durante toda minha trajetória acadêmica.

Ao PROUNI, instituição provedora financeira da bolsa (50%) que me ajudou significativamente, a concluir a graduação.

Ao FIES, instituição que possibilitou o financiamento estudantil.

Aos meus professores, por passar de forma clara e dedicada todo conhecimento necessário para minha formação. Em especial minha orientadora Marisa Pereira, por todo auxilio e aprendizado para a conclusão deste trabalho.

RESUMO

O presente trabalho trata sobre sistemas construtivos com terra crua (Pau a Pique, Taipa de Pilão, Adobe e Superadobe), suas peculiaridades, diferenças, materiais adicionais para maior durabilidade e resistência. Trata também da falta de mão de obra especializada nesses tipos de técnicas, onde a maioria dos profissionais trabalham com o conhecimento empírico. Diante disso, houve a intenção de proporcionar para profissionais e estudantes da área de construção civil, o conhecimento científico, que seja mais confiável, aos olhos da legislação e dos usuários. Então surge a Biotec (Escola Técnica de Bioconstrução com Terra) com o intuito de ensinar esse tipo de técnica através de um curso de curta duração e imersão por meio de laboratórios, salas de aula e cabanas, desta maneira os alunos conseguem aprender todo o processo de extração e transformação da terra e experenciar o elemento construído.

PALAVRAS CHAVE: Terra Crua, Pau a Pique, Taipa de Pilão, Adobe, Superadobe, Biotec.

“O futuro pertence àqueles que acreditam na beleza de seus sonhos.”

ROOSEVELT, Eleanor.

(1940)

LISTA DE IMAGENS

Imagem 1 - Fazenda Santa Clara 6
Imagem 2 - Trama de bambú 7
Imagem 3 - Barreado 8
Imagem 4 - Cidade de Yerã, construída com tijolos de adobe 10
Imagem 5 - Produção do Adobe 10
Imagem 6 - Casa construída com superadobe 12
Imagem 7 - Compactação da terra no saco. 13
Imagem 8 - Instalação de esquadrias 13
Imagem 9 - Casa Contemporânea em taipa de pilão. 15
Imagem 10 - Fachada da escola 20
Imagem 11 - Oficina multiuso 21
Imagem 12 - Mapa de Situação 22
Imagem 13 - Casa de Taipa 24
Imagem 14 - Implantação da edificação 27
Imagem 15 - Vista externa da cabana 28
Imagem 16 - vista do interior da cabana 30
Imagem 17 - Fotos Reais do Local 41

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Etapas da Taipa de pilão 15
Figura 2 - Planta 1º e 2º pavimento 23
Figura 3 - Divisão em dois blocos 25
Figura 4 - Corte Detalhado 26
Figura 5 - Planta 29
Figura 6 - Corte 30
Figura 7 - Mapa de Região 32
Figura 8 - Mapa de Localização 33
Figura 9 - Quadro de valores 2015 e 2023 34
Figura 10 - Mapa de Localização do terreno 36
Figura 11 - Mapa de hierarquia viário 37
Figura 12 - Mapa de Uso, ocupação e Vegetação 38
Figura 13 - Mapa de Cheios e Vazios 38
Figura 14 - Mapa de Insolação e ventilação 39
Figura 15 - Skyline 39
Figura 16 - Curvas de Nível 40
Figura 17 - Perfil do terreno 40

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Estudos de insolação 21
Gráfico 2 - Conforto térmico segundo os usuários das residências construídas em terra cura e tijolo cerâmico 34

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Uso e Ocupação 41
Quadro 2 - Programa de necessides com Pré-dimensionamento 42

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO 1

1 REVISÃO DE LITERATURA 3

1.1 História da arquitetura vernacular com terra 3

1.2 Tipos de técnicas utilizadas 5

1.3 Normas e Legislação 17

2 ESTUDOS DE CASO 20

2.1 Escola Técnica de Pella 20

2.2 Casa de Taipa 24

2.3 Looking Glass Lodge 28

3 PROBLEMÁTICA 32

4 ANÁLISE E DIAGNÓSTICO: 36

5 CONCLUSÃO: 43

REFERÊNCIAS: 44

INTRODUÇÃO

A busca por soluções sustentáveis na construção civil tem se tornado uma prioridade nos últimos anos, impulsionada pelo crescente interesse em reduzir os impactos ambientais e promover práticas mais responsáveis (SILVA, 2018; SANTOS, 2020). Nesse contexto, a construção com terra crua surge como uma alternativa promissora, apresentando benefícios significativos tanto do ponto de vista ambiental quanto social.

A construção com terra crua é uma técnica milenar que vem sendo resgatada e aprimorada para atender às demandas contemporâneas de sustentabilidade. Ela envolve o uso de materiais naturais, principalmente a terra, como principal componente para a construção de edificações, minimizando a utilização de materiais industrializados e reduzindo os impactos ambientais associados à extração e produção desses materiais (SILVA, 2018; SANTOS, 2020).

O objetivo deste trabalho é explorar algumas técnicas de construção com terra crua, analisando seus fundamentos teóricos, técnicas construtivas, vantagens e desafios, bem como seu potencial para a promoção de uma construção mais sustentável e acessível.

Para alcançar esse objetivo, serão realizadas revisões bibliográficas aprofundadas, consultas a pesquisas acadêmicas e análises de estudos de caso de projetos que utilizaram a técnica da construção com terra crua.

A estrutura deste trabalho está organizada da seguinte forma: 1 - Revisão de literatura, onde serão apresentados os fundamentos teóricos da construção com terra crua, abordando suas origens históricas, princípios de sustentabilidade, técnicas construtivas utilizadas, destacando os diferentes sistemas construtivos, processos de fabricação e aspectos relacionados à estabilidade estrutural, características e desempenho térmico dos materiais envolvidos e por fim a legislação específica que rege essas técnicas . 2 - Estudos de caso, serão apresentadas construções ao redor do mundo que utilizaram algumas das técnicas, como foram pensadas e construídas e análise crítica dos projetos. 3 - Problemática, aqui será mostrada a cidade e a região do projeto, o porquê ela foi escolhida e porquê optar por escolher a terra principal material de construção. Por fim, no 4 –

Análise e diagnóstico, serão apresentadas as informações obtidas a partir da análise realizada no local, destacando as características da região e do terreno proposto.

Espera-se que este trabalho contribua para a disseminação do conhecimento sobre a construção com terra crua, despertando o interesse e fomentando o debate acerca dessa técnica construtiva sustentável. Acredita-se que a compreensão mais aprofundada dos benefícios e desafios associados a essa prática possa incentivar seu uso em projetos que envolvam arquitetura e construção civil.

1 REVISÃO DE LITERATURA

1.1 História da arquitetura vernacular com terra

As construções com terra crua são exemplos de técnicas vernaculares utilizadas no passado para se criar um abrigo que respeitasse o meio ambiente com a utilização de materiais locais para a construção. O significado de Vernacular vem da utilização de materiais e mão de obra local, como terra, bambu, madeira, pedra, etc.

> No Brasil, um dos principais investigadores da arquitetura vernacular foi o arquiteto Lucio Costa, que na segunda metade do século XX, traçou a história arquitetônica brasileira trazendo exemplos de norte a sul do país como as conhecidas ocas, as construções em palafitas, a taipa de pilão no período colonial, entre outros (CAMILA GHISLENI (2020),

A arquitetura vernacular com terra é uma das formas mais antigas de construção conhecidas pelo homem. Desde cerca de 9000 a.C. na região que hoje é o Oriente Médio, a técnica se espalhou por todo o mundo e foi utilizada em diversas culturas e regiões. Na América Latina, por exemplo, é uma técnica muito antiga, que se desenvolveu de forma autônoma, sem influência da arquitetura europeia (MINK, 2006).

As construções em terra são resistentes, duráveis e econômicas, além de ser um material natural, sustentável e com grande capacidade de regulação térmica, o que ajuda a manter a temperatura interna dos ambientes sempre agradável (KENNEDY *et al*., 2002; MCHENRI, 1984). Com o passar do tempo, a arquitetura com terra foi se desenvolvendo e se sofisticando, incorporando técnicas mais avançadas e outros materiais, como madeira, pedra e cerâmica. Hoje em dia, a arquitetura com terra é cada vez mais valorizada por sua beleza, sustentabilidade e por ser uma alternativa mais acessível para a construção de habitações em todo o mundo (REIS FILHO, 2000).

No Brasil, a arquitetura vernacular com terra tem uma rica história e é um importante patrimônio cultural. As técnicas de construção com terra foram utilizadas por povos indígenas e africanos, e mais tarde pelos colonizadores portugueses. Com

o tempo, essas técnicas foram se misturando e evoluindo, dando origem a uma arquitetura popular única, que se adapta perfeitamente ao clima e às necessidades locais (LEMOS, 1976). Daremos continuidade ao tema, apresentando algumas das técnicas desse seguimento, dando ênfase na parte técnica e operacional do processo.

1.2 Tipos de técnicas utilizadas

1.2.1 Pau a Pique

A técnica do pau a pique consiste em entrelaçar o bambu ou madeira de forma vertical e horizontal, amarrando-os com cipó, formando uma grelha e depois preencher com barro, formando a parede. As ferramentas mais utilizadas eram os pés e as mãos, para amassar o barro e projetá-los nas paredes (ZOROWICH, 2018).

O pau a pique, também conhecido como taipa de mão, taipa de sopapo e taipa de sebe é constituído basicamente de três elementos, que são: terra, água, bambu e madeira:

> Pau a pique técnica de construção rústica, antiga e de baixo custo que consiste em formar um painel de madeira entrelaçado, composto por varas verticais fixadas no solo e horizontais amarradas por cipó, corda ou fixadas com pregos, e tendo os espaços do painel preenchidos com barro. Essa técnica construtiva ainda é muito comum nas zonas rurais (ECIVILNET, 2022).

Louis Léger Vauthier (1975), descreve em seu diário sobre “Casas de Residências no Brasil” publicado em uma revista do SPHAN, que o uso do pau a pique em senzalas de fazendas de engenho em Pernambuco e como as edificações sem reboco eram suscetíveis à condicionantes do tempo, pois não havendo reboco as paredes ficam rachada, mas que por outro lado, contribuía para entrada de iluminação e ventilação natural para seu interior.

Muitas edificações de pau a pique ainda estão de pé devido ao bom trabalho feito na construção e da devida manutenção feita pelo órgão responsável por edificações públicas ou pelo proprietário, como igrejas e casarões coloniais. Cidades históricas, como por exemplo, Ouro Preto, Tiradentes, entre outras, possuem vários exemplares dessas edificações. Um exemplo que podemos citar aqui é a fazenda Santa Clara localizada em Santa Rita de Jacutinga, Minas Gerais, que é umas das maiores edificações do Brasil construída de pau a pique (Imagem 1), (PINTO, 2021).

Imagem 1 - Fazenda Santa Clara

Fonte: conheçaminas.com (2016)

Com o passar do tempo essa técnica vem sendo modernizada, mas sem perder suas características primordiais, e isso é bem-vindo, pois há a necessidade de aprimorar técnicas para que elas ganhem mais versatilidade e agilidade na execução e manutenção (ALVARENGA, 1984).

A primeira coisa a ser pensada em uma casa de pau a pique é a fundação, que diferentemente da convencional, despreza a utilização do cimento e tem que ser construída à cima do solo com pedras apoiadas umas nas outras, a uma altura de 30cm, deixando espaços livres entre elas, funcionando como um dreno, para que a água escoe e volte para o solo, evitando que a mesma fique parada ali, decante e infiltre na parede por capilaridade. A infiltração é a grande vilã desse sistema construtivo, quando não prevenida com impermeabilização inadequada (PINTO, 1993 e SOUZA, 1996, apud JULIANA RENATA PEREIRA, 2010, p. 22).

Depois é necessário fazer a parte estrutural, que geralmente é usado eucalipto ou o bambu (por serem de fácil acesso, de baixo custo e por contribuir para a diminuição do desmatamento florestal e aquecimento global), em seguida é feito o telhado. O telhado é feito antes das paredes, pois a construção de barro não pode receber água em quanto são feitas e em seu tempo de secagem (cura), por isso é feita toda a montagem (fundação, estrutura e telhado) para depois fazer o fechamento (de pau a pique). As pessoas do ramo de bioconstrução, dizem que a construção de barro tem que ser provida de “uma boa bota e um bom chapéu” (fundação e telhado) para que tenha uma vida longa (MPABRASIL, 2018). Só após

essas etapas é que são feitas as paredes de fechamento e divisória, para os ambientes.

> Houve uma evolução na forma de construir com pau a pique. As madeiras deixaram de ser fixadas no solo, pelo fato de apodrecerem rapidamente, e suas amarrações passaram a ser feitas de outros materiais, fibras vegetais e arame galvanizado (ZOROWICH, 2018).

A preparação é feita entre os vãos uma trama de bambu instaladas na vertical e na horizontal afixados com arame, sisal ou cipó, dando a firmeza necessária para receber o barro (Imagem 2).

Imagem 2 - Trama de bambú

Fonte: vivadecora (2019).

Em seguida é passada todo tubo de fiação e elétrica e hidráulica por entre a trama e por fim é feito o barreado. Na preparação da mistura para o barreado que é constituído de 50 a 70% de areia e 30 a 50% de argila, utiliza-se, em algumas regiões, somente a terra com água ou ainda acrescentam 20 materiais como fibras vegetais além da argila, diminuindo o índice de retração (NOLASCO, 2008, p.62, apud Juliana Renata Pereira, 2010, p. 20), (Imagem 3).

Imagem 3 - Barreado

Fonte: (meioseculodeaprendizagens.blog2018).

Esse tipo de técnica vem ganhando mais espaço por diversos fatores que favorecem o homem e a natureza, então vem sendo utilizadas algumas técnicas que contribui para um melhor acabamento e uma melhor condição de trabalho, por exemplo, são usadas as mesmas ferramentas utilizadas na construção convencional (alvenaria), como desempenadeira, sarrafo e espuma, que fazem com que o reboco fique com aspecto liso e uniforme, até mesmo se confundindo com o reboco da construção convencional (ABELHA, 2021).

Para finalizar, a pintura é feita a cal virgem com pigmentos naturais, que ajuda no cobrimento de pequenas fissuras e permite a permeabilidade da parede, ou seja, que a terra respire e transmita a temperatura ideal dentro da edificação, gerando conforto térmico (OLENDER, 2016, p.67).

Existem vantagens na construção de pau a pique, algumas delas são: a baixo custo, não há necessidade de mão de obra especializada (o que permite qualquer pessoa colocar a mão na massa), a execução é rápida, dependendo da quantidade de pessoas ajudando, é uma construção simples de caráter natural, saudável e ecológico que coloca as pessoas em contato um com o próximo e com a natureza primitiva (O REGIONAL, 2018).

Já as desvantagens, apesar de não necessitar de mão de obra especializada, quem não tem o costume e nem a vontade de fazer por suas próprias mãos, terá que contratar um bioconstrutor ou uma pessoa que saibra trabalhar com essa técnica, para realizar o trabalho de forma segura. Além disso, outras desvantagens

são importantes de serem mencionadas aqui, como umidade excessiva nas paredes (caso não seja feito e executado um bom projeto) e limitação vertical (TELLI, 2013).

1.2.2 Adobe

O Adobe é um material de construção ancestral que tem sido utilizado em diversas regiões do mundo há milhares de anos. No Brasil, o Adobe é comum em algumas regiões, especialmente no Nordeste e na região do Vale do Paraíba, em São Paulo. De acordo com Muthurajah et al. (2021), o Adobe é um material simples e barato, apresentando diversas vantagens em relação a outros materiais de construção, como o baixo custo, a sustentabilidade e a eficiência térmica.

Um dos pontos fortes do Adobe é a sua capacidade de absorver e liberar umidade do ar, o que ajuda a manter a temperatura interna agradável. Além disso, o Adobe é um material renovável, que pode ser produzido com recursos locais e mão de obra comunitária, reduzindo assim os impactos ambientais e gerando empregos e renda para a população local. Segundo Gomaa e Abdelkarim (2020), o Adobe é um material de construção que tem grande potencial para a construção sustentável, especialmente em países em desenvolvimento, onde o acesso a materiais de construção convencionais é limitado. A imagem 4, abaixo, mostra uma cidade construída com tijolo de adobe.

Imagem 4 - Cidade de Yerã, construída com tijolos de adobe

Fonte: CAMPOS *et al*., 2019.

A produção do Adobe é feita a partir da mistura de solo argiloso, areia, palha e água. Esses materiais são misturados em uma forma de madeira, que dá ao Adobe sua característica forma retangular, conforme a imagem 5. Após a secagem, o Adobe pode ser utilizado na construção de paredes, pisos, tetos e outros elementos da construção. Segundo Cunha *et al*. (2018), o Adobe é um material que requer técnicas de construção específicas, como a utilização de argamassa de barro para unir as peças de Adobe, além de cuidados específicos com a umidade para evitar a degradação do material. É importante que a mistura seja feita corretamente e que os tijolos sejam secos à sombra por cerca de 30 dias antes da utilização na construção, para que não ocorra rachaduras e danos na estrutura (CUNHA *et al*. 2018).

Imagem 5 - Produção do Adobe

Fonte: (Archdaily - Adobe: o material reciclável mais sustentável).

Existem diversos materiais que podem ser adicionados ao adobe para aumentar sua resistência e durabilidade. Segundo Muthurajah, Chithirai Pon Selvan e Kumar (2021), a estabilização com cimento e a adição de fibras de coco e polipropileno ao adobe podem aumentar significativamente sua resistência à compressão e flexão.

Outros autores também falam sobre materiais que aumentam a resistência do tijolo de adobe. Gomaa e Abdelkarim (2020) afirmam que a adição de cal e cinza de casca de arroz pode melhorar as propriedades mecânicas do adobe, bem como sua resistência à erosão e intemperismo e Neves e Faria (2013) destacam que a utilização de uma mistura adequada de argilas, com diferentes granulometrias e teores de umidade, também pode contribuir para a melhoria da resistência do adobe.

Um dos principais benefícios do uso do adobe na construção é a sua sustentabilidade, pois é um material de baixo impacto ambiental e disponível no local (BITTENCOURT *et al*., 2019). Além disso, a utilização do adobe pode proporcionar uma maior eficiência energética, devido às suas propriedades térmicas (VARGAS; GOMES, 2019). Porém, é importante ressaltar que o adobe também apresenta algumas desvantagens, como a sua baixa resistência à umidade, causando deterioração na estrutura, vulnerabilidade à insetos caso não haja manutenção constante (MUTHURAJAH *et al*., 2021). No entanto, técnicas de estabilização do Adobe têm sido desenvolvidas para aumentar a resistência e durabilidade do material, como apontado por Muthurajah et al. (2021).

1.2.3 Superadobe

O superadobe é uma evolução do adobe. Segundo Zaidan (2018), esta técnica tem origem no Irã, onde foi utilizada para a construção de abrigos temporários para refugiados. Foi Desenvolvida pelo arquiteto iraniano Nader Khalili, ela tem sido apontada como uma solução sustentável e resistente a terremotos em diferentes partes do mundo. Segundo reportagem da BBC News (2019), o superadobe é composto por sacos de polipropileno preenchidos com terra e outros materiais naturais, como areia e palha. A técnica do superadobe tem se mostrado especialmente útil em regiões propensas a terremotos, como a Índia e o Irã. Um

exemplo citado é o caso da cidade iraniana de Bam, que foi devastada por um terremoto em 2003. Na ocasião, muitas das construções tradicionais de adobe desabaram, enquanto que as construções de superadobe se mantiveram firmes. Abaixo, a figura 6, mostra uma construção feita com superadobe.

Imagem 6 - Casa construída com superadobe

Fonte: Construçãocivilpet.

De acordo com Viana e Teixeira (2017), o superadobe é uma alternativa sustentável para construções, pois utiliza materiais locais e de baixo custo, além de ser uma técnica de construção que demanda poucos recursos e energia. Além disso, a utilização do superadobe pode ajudar a solucionar problemas relacionados à escassez de recursos naturais e à produção de resíduos sólidos.

No entanto, é importante destacar que o uso do superadobe requer cuidados especiais. Conforme afirma Santos *et al*. (2019), é importante garantir a estabilidade estrutural do superadobe, devido ao peso da terra utilizada. Portanto, é necessário que as fundações sejam sólidas e bem dimensionadas.

Além disso, segundo Silva *et al*. (2020), a impermeabilização do superadobe é outro aspecto que deve ser considerado, a fim de evitar a penetração de umidade no interior da construção. Para isso, é possível utilizar técnicas como a aplicação de vernizes e pinturas impermeabilizantes.

Na preparação do terreno, Pinheiro Santos e Bessa (2021) destacam que é fundamental escolher uma área plana e nivelada para a construção e certificar-se de

que o solo é firme e estável o suficiente para suportar a estrutura. Além disso, é importante realizar um estudo do solo para avaliar sua capacidade de suporte.

Para a colocação dos sacos, Pinheiro Santos e Bessa (2021) enfatizam que é importante compactar a terra dentro dos sacos a cada camada adicionada para garantir a estabilidade da estrutura (Imagem 7). O arame farpado é utilizado para unir os sacos e manter a estrutura firme e estável, como destacado por Neves e Faria (2019).

Imagem 7 - Compactação da terra no saco.

Fonte: https://portalvirtuhab.paginas.ufsc.br/superadobe/.

No caso de portas e janelas, Pinheiro Santos e Bessa (2021) destacam que é necessário construir moldes para esses vãos. Após a conclusão da construção, os moldes são removidos e as aberturas ficarão prontas para receber as esquadrias (Imagem 8).

Imagem 8 - Instalação de esquadrias

Fonte: http://mcmvconstrucao.blogspot.com/2016/02/hiperadobe-x-superadobe.html.

Segundo Neves e Faria (2019), para garantir a durabilidade e resistência da construção de superadobe, é recomendado o uso de materiais como cal, cimento, pó de pedra ou cinzas para estabilizar a terra e evitar a erosão. Por fim, é importante seguir as recomendações de profissionais capacitados e experientes nesse tipo de construção para garantir a segurança da estrutura, como destacado por Pinheiro Santos e Bessa (2021).

1.2.4 Taipa de pilão

A taipa de pilão é uma técnica construtiva que consiste em erguer paredes utilizando formas de madeira ou aço e preenchimento de terra socada (compactada) entre elas. Segundo Santos e Ribeiro (2012), a técnica é considerada uma das mais antigas formas de construção de habitações no Brasil, e foi amplamente utilizada desde o período colonial até o início do século XX.

De acordo com Oliveira (2019), a taipa de pilão apresenta vantagens ambientais, como o uso de materiais locais e a redução da emissão de gases de efeito estufa, além de proporcionar conforto térmico e acústico. No entanto, a técnica exige mão de obra especializada e cuidados na manutenção das estruturas, devido à sua vulnerabilidade à umidade e ao ataque de insetos.

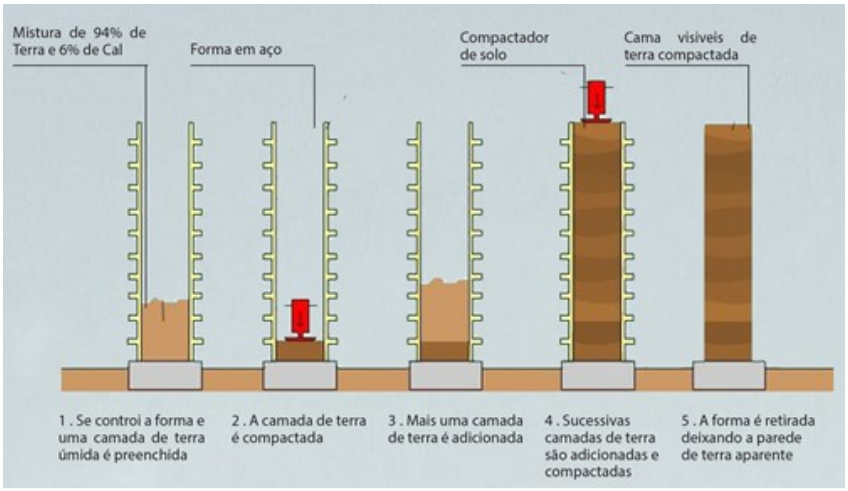
Já para Sousa et al. (2016), a taipa de pilão é uma técnica construtiva que vem sendo resgatada e valorizada nas últimas décadas, especialmente em projetos de preservação do patrimônio histórico e cultural brasileiro. A autora destaca que, além do valor cultural, a técnica pode contribuir para a sustentabilidade ambiental e para a promoção do desenvolvimento local. Abaixo está a figura 9 que mostra uma casa contemporânea construída com taipa de pilão.

Imagem 9 - Casa Contemporânea em taipa de pilão.

Fonte: https://ciclovivo.com.br/arq-urb/arquitetura/casa-de-taipa-tecnica-tradicional-contemporaneo/ (Foto: Federico Cairoli).

O processo de construção da taipa de pilão é descrito por Santos e Ribeiro (2012) como um trabalho artesanal que exige conhecimentos técnicos específicos. Inicialmente, é feita uma limpeza do terreno e demarcação da área de construção. Em seguida, é montada a armação de madeira ou aço que será utilizada como molde da parede, e a terra é depositada entre as tábuas, sendo compactada com a ajuda de um pilão. Esse processo é repetido até atingir a altura da parede desejada, e em seguida, é retirada a armação de madeira, conforme a figura 1.

Figura 1 - Etapas da Taipa de pilão



Fonte: Pinterest.

Ainda segundo Santos e Ribeiro (2012), é necessário um cuidado especial com o controle da umidade da terra utilizada na construção da taipa de pilão, pois o

excesso pode comprometer a estabilidade da estrutura. A pesquisa de Souza *et al*. (2019) também destaca a importância de se utilizar técnicas de proteção e impermeabilização para garantir a durabilidade da taipa de pilão.

Segundo a pesquisa de Moraes *et al*. (2021), para aumentar a durabilidade da taipa de pilão, é necessário considerar alguns elementos como: o solo utilizado, o tipo de fibra adicionada, o teor de umidade da mistura, o tratamento das superfícies e a utilização de técnicas de impermeabilização. Em relação ao solo utilizado, Moraes *et al*. (2021) destaca que é importante escolher solos adequados para a construção da taipa de pilão, que apresentem uma boa capacidade de compactação e resistência à umidade. Além disso, o tipo de fibra adicionada, como palha ou sisal, pode contribuir para aumentar a coesão da mistura e a resistência à compressão da taipa de pilão.

O teor de umidade da mistura também é um elemento fundamental para a durabilidade da taipa de pilão, como menciona Moraes *et al.* (2021). É necessário um equilíbrio entre a umidade da mistura e a umidade do ambiente, para evitar a fissuração e a decomposição da taipa de pilão.

O tratamento das superfícies e a utilização de técnicas de impermeabilização são outras medidas importantes para aumentar a durabilidade da taipa de pilão, como apontam Moraes *et al*. (2021). É necessário um cuidado especial com o acabamento das superfícies, com a aplicação de argamassas ou revestimentos para proteger a taipa de pilão da ação de agentes externos, como a água da chuva.

Entre as vantagens da taipa de pilão, Santos e Ribeiro (2012) destaca a alta resistência estrutural, que permite a construção de edificações com até três pavimentos; a capacidade de proporcionar conforto térmico e acústico, devido às características do material utilizado na construção; a sustentabilidade, já que a técnica utiliza recursos naturais e não produz resíduos tóxicos; e a economia de recursos financeiros, uma vez que os materiais utilizados são de baixo custo.

No entanto, Santos e Ribeiro (2012) também apontam algumas desvantagens da taipa de pilão, tais como: a baixa durabilidade em regiões com alta pluviosidade, que pode levar à necessidade de manutenção constante; a dificuldade de encontrar mão de obra qualificada para a execução da técnica construtiva; a limitação de variedade de formas e acabamentos; e a exigência de um projeto estrutural

específico para cada edificação, o que pode encarecer o processo construtivo. Portanto, é importante considerar esses aspectos na escolha da técnica construtiva mais adequada para cada contexto e projeto.

1.3 Normas e Legislação

As normas técnicas relacionadas à terra crua como material de construção, estabelecem diretrizes e requisitos para a produção e utilização de blocos de terra comprimida, também conhecidos como BTC. Essas normas têm como objetivo garantir a qualidade, segurança e durabilidade das construções feitas com BTC, uma técnica construtiva sustentável que utiliza terra crua compactada na fabricação de blocos utilizados na construção de edificações (LISBOA 2019).

Trataremos de três normas brasileiras que regulamentam as construções com terra crua, a NBR 10836: 2012, NBR 16814:2020 e a NBR 17014:2022.

A ABNT NBR 10836:2012, publicada pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), é uma norma técnica que estabelece diretrizes para o projeto e execução de estruturas de paredes de tijolos de solo-cimento (ABNT, 2012).

A norma aborda diversos aspectos relacionados à construção com tijolos de solo-cimento, incluindo requisitos para os materiais utilizados, dimensionamento das estruturas, execução das paredes e detalhes construtivos, apresentando informações detalhadas sobre as propriedades dos materiais empregados na construção com tijolos de solo-cimento, como o teor de cimento, granulometria do solo, umidade adequada, resistência à compressão e resistência à tração (ABNT, 2012).

Além disso, a norma estabelece critérios para o dimensionamento das estruturas de tijolos de solo-cimento, levando em consideração as cargas atuantes, as características dos materiais utilizados e os requisitos de desempenho estabelecidos pela norma que também fornece orientações detalhadas sobre a execução das paredes de tijolos de solo-cimento, incluindo recomendações sobre a preparação do terreno, a compactação do solo-cimento, o assentamento dos tijolos, o tratamento de juntas e o acabamento das paredes (ABNT, 2012).

Por fim, a norma apresenta detalhes construtivos ilustrados, que auxiliam na compreensão dos procedimentos e na correta execução das paredes de tijolos de solo-cimento (ABNT, 2012).

A norma ABNT NBR 16814:2020 - Adobe - Requisitos e métodos de ensaio, é uma norma brasileira que estabelece os requisitos e métodos de ensaio para a produção e utilização de blocos de adobe na construção civil. Ela fornece diretrizes técnicas para a fabricação, controle de qualidade, utilização e ensaios de blocos de adobe. Essa norma aborda diversos aspectos relacionados aos blocos de adobe, incluindo a composição do solo, as proporções de solo-cimento, as características físicas e mecânicas dos blocos, os requisitos de durabilidade, os ensaios de resistência e absorção de água, as recomendações de execução de alvenarias de adobe, entre outros (ABNT, 2020).

Ela possui uma importante referência para profissionais da construção civil que trabalham com adobe, que é uma técnica construtiva tradicional que utiliza tijolos de terra crua misturada com outros materiais, como palha, para a construção de paredes. Essa norma visa garantir a qualidade e segurança nas construções em adobe, promovendo boas práticas construtivas e proporcionando diretrizes para a utilização adequada desse material na construção civil (ABNT, 2020).

A norma ABNT NBR 17014:2022 - Taipa de pilão - Requisitos, procedimentos e controle, também é uma norma brasileira que estabelece os requisitos, procedimentos e controle para a execução da técnica construtiva de taipa de pilão (ABNT, 2019).

Ela aborda diversos aspectos relacionados à taipa de pilão, incluindo os requisitos de projeto, os materiais utilizados, os procedimentos de execução, os ensaios de controle de qualidade, as recomendações de manutenção e conservação, entre outros. Tem como finalidade garantir a qualidade, segurança e durabilidade das construções em taipa de pilão, promovendo boas práticas construtivas e proporcionando diretrizes para a utilização adequada desse sistema construtivo (ABNT, 2019).

É uma importante referência para profissionais da construção civil que trabalham com taipa de pilão ou buscam informações técnicas sobre o assunto. Essa norma busca estabelecer padrões de qualidade e controle para a execução da

taipa de pilão, contribuindo para a preservação dessa técnica construtiva e garantindo a segurança e durabilidade das edificações construídas com esse sistema (ABNT, 2019).

De acordo com Silva (p. 161-179, 2017), a análise e a utilização dessas normas demonstram a necessidade de utilizar tais medidas em projetos que utilizam técnicas com terra crua, uma vez que estas padronizam e regulamentam traços que conferem maior resistência e confiabilidade à construção, sendo homologadas pelo mesmo órgão responsável por regulamentar outros materiais, como o concreto.

2 ESTUDOS DE CASO

Neste capitulo serão apresentados três estudos de casos de projetos que serão relevantes para o desenvolvimento do trabalho final, onde cada um deles aborda características como o uso, o tipo de material e a topografia, pontuados em três áreas: escola, residência construída com terra e uma pousada em meio a natureza.

2.1 Escola Técnica de Pella

Imagem 10 - Fachada da escola

Fonte: Integrated Studio.

Localizada na cidade de Pella, do condado da Marion em Iowa no Estados Unidos, esta escola técnica projetada pelo escritório Neumann Monson Architects possui uma área de 2.137m² e foi construída em 2015 (ARCHDAILY, 2019).

Se trata de uma escola rural de iniciativa do distrito escolar local, industrias, escolas privadas e a faculdade comunitária. Oferece salas de aula flexíveis e oficinas vocacionais para que estudantes de todas as idades possam desenvolver habilidades importantes para a economia local através do *STEM (*pedagogia aplicada que integra, tecnologia, ciência, matemática e engenharia) (ARCHDAILY, 2019).

Conforme as informações e observações obtidas no archdaily (2019) o conceito arquitetônico foi de criar uma identidade sensível à região do meio-oeste

dos Estados Unidos, baseado em volumes simples, formas monolíticas e panos de vidro, onde o partido está representado na funcionalidade e flexibilidade do espaço, buscando adaptar-se a diferentes usos e permitir mudanças futuras.

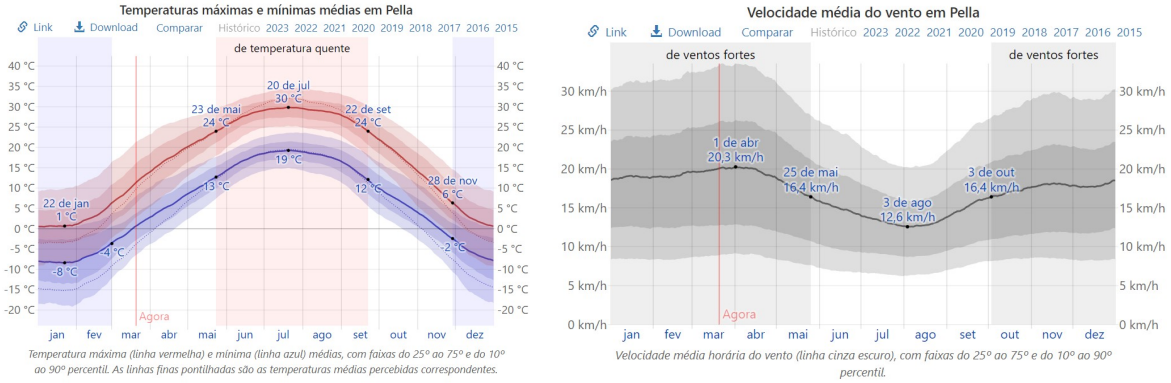
A escola foi projetada para maximizar o uso dos espaços de sala de aula e oficinas, com salas gerais que dão suporte a atividades diversas. Um núcleo de circulação de pé-direito duplo organiza o programa, oferece luz natural, vistas e dá acesso aos vários espaços de sala de aula e de oficinas. Cada oficina tem acesso direto para o exterior da edificação, como mostra a figura 11 (ARCHDAILY, 2019).

Imagem 11 - Oficina multiuso

Fonte: Integrated Studio.

A temperatura em Pella, varia de -8ºC à 30ºC no ano e a velocidade dos ventos varia de 16,4 km/h à 20,3 km/h e sua direção em maior parte do ano vem do sul, conforme o gráfico 1 (WEATHERSPARK, 2023).

Gráfico 1 - Estudos de insolação



Fonte: https://pt.weatherspark.com.

A escola técnica foi instalada a noroeste da escola de ensino médio, parque, igreja, campo de futebol americano (Imagem 12).

Imagem 12 - Mapa de Situação

Fonte: Google earth.

Os materiais utilizados são, concreto, vidro, aço, bloco de concreto e madeira. A estrutura foi projetada para acomodar uma variedade de usos, com a possibilidade de ser facilmente adaptada no futuro (ARCHDAILY, 2019).

O programa de necessidades possui espaçoprivativo (vermelho) e social (amarelo) e a conta com vestíbulo ou hall de entrada, corredor, sala de administração, salas de aula, espaço de apoio, sala de conferência, sala de aula de tecnologia da informação, loja de tecnologia da indústria, soldagem e oficina de fabricação avançada, laboratório de ciência agrícola e laboratório de mecânica automotiva, conforme a figura 13 (ARCHDAILY, 2019).

Figura 2 - Planta 1º e 2º pavimento

Fonte: Integrated Studio (adaptado)

De acordo com com as informações obtidas no archdaily (2019), a Escola Técnica de Pella foi projetada com uma abordagem funcional, flexível e adaptável. Um ponto positivo é uso de formas simples, monolíticas e panos de vidro, juntamente com a flexibilidade do espaço, permite que a escola possa se adaptar facilmente a diferentes usos e mudanças futuras.

Além disso, a organização do programa de necessidades da escola combina salas de aula tradicionais com espaços de oficinas vocacionais, o que maximiza o uso do espaço disponível. E a disposição dos espaços de oficina voltados para o exterior da edificação leva em consideração as condições climáticas da região, trazendo conforto para os usuários. No entanto, não foram mencionadas estratégias de sustentabilidade, o que é um ponto negativo pelo fato de ser quase uma premissa de projeto nos dias de hoje.

2.2 Casa de Taipa

Imagem 13 - Casa de Taipa

Fonte: estudiopiloti.arq.br (Foto: Luis Claudio Marques Dias)

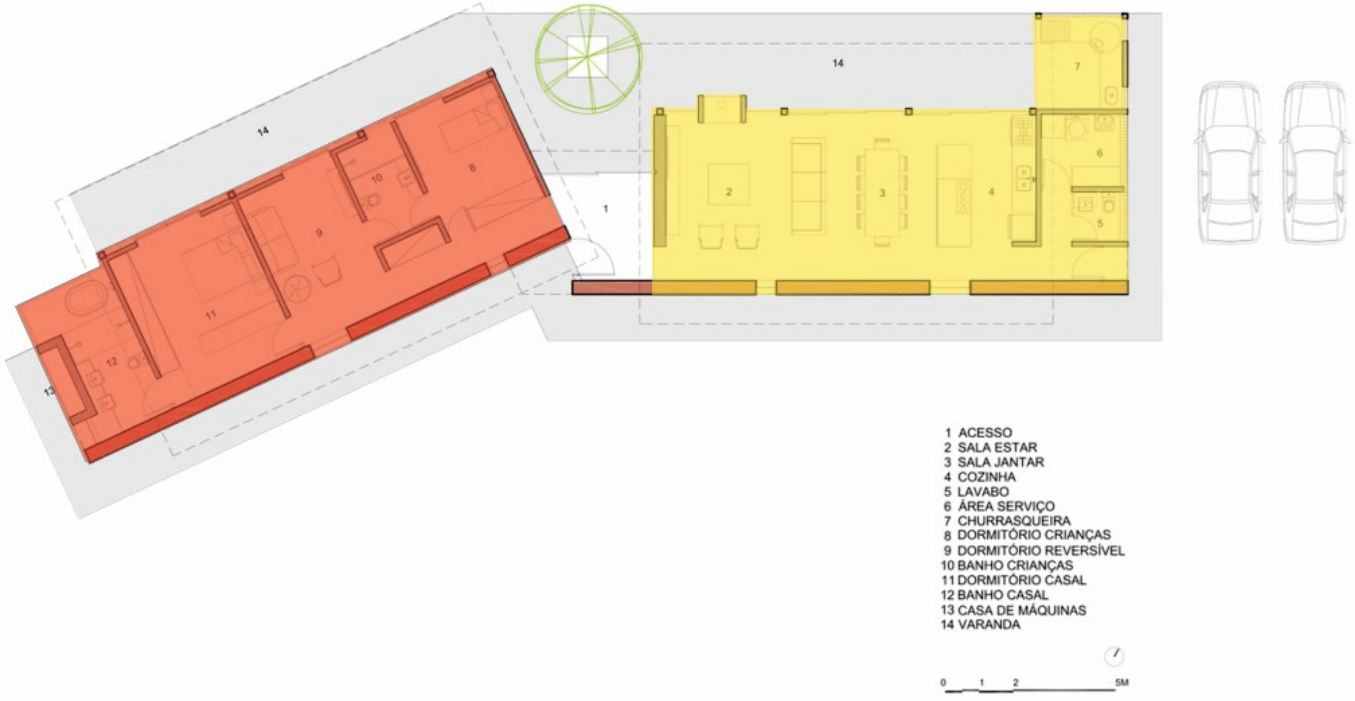
A residência está localizada na área rural da cidade de Cunha - São Paulo, Brasil. Projetada pelo escritório Estúdio Piloti Arquitetura e o arquiteto Stepan Norair Chahinian, a edificação possui uma área construída de 220m², finalizada em 2019 (ESTUDUIO PILOTI, 2019).

O projeto possui diretrizes indispensáveis, como implantação no terreno, como diz Estudio Piloti (2019),

> A escolha do terreno é a etapa mais importante neste tipo de projeto. Como está localizado em uma zona rural fatores como a insolação, ventos predominantes e vistas são fundamentais. Nesse projeto o terreno escolhido foi o melhor possível. Em uma região belíssima de mar de morros da Serra da Bocaina, o terreno possui lindas vistas que se abrem para a face norte. Em uma região de clima frio a quantidade sol que a casa recebe era muito importante (ESTUDUIO PILOTI, 2019).

A casa térrea foi implantada em um platô para evitar ventos fortes e seguindo a topografia do local foi possível criar dois blocos que separam espaço íntimo (vermelho) e social e serviço (amarelo), como mostra a figura 3 (ESTUDIO PILOTI, 2019).

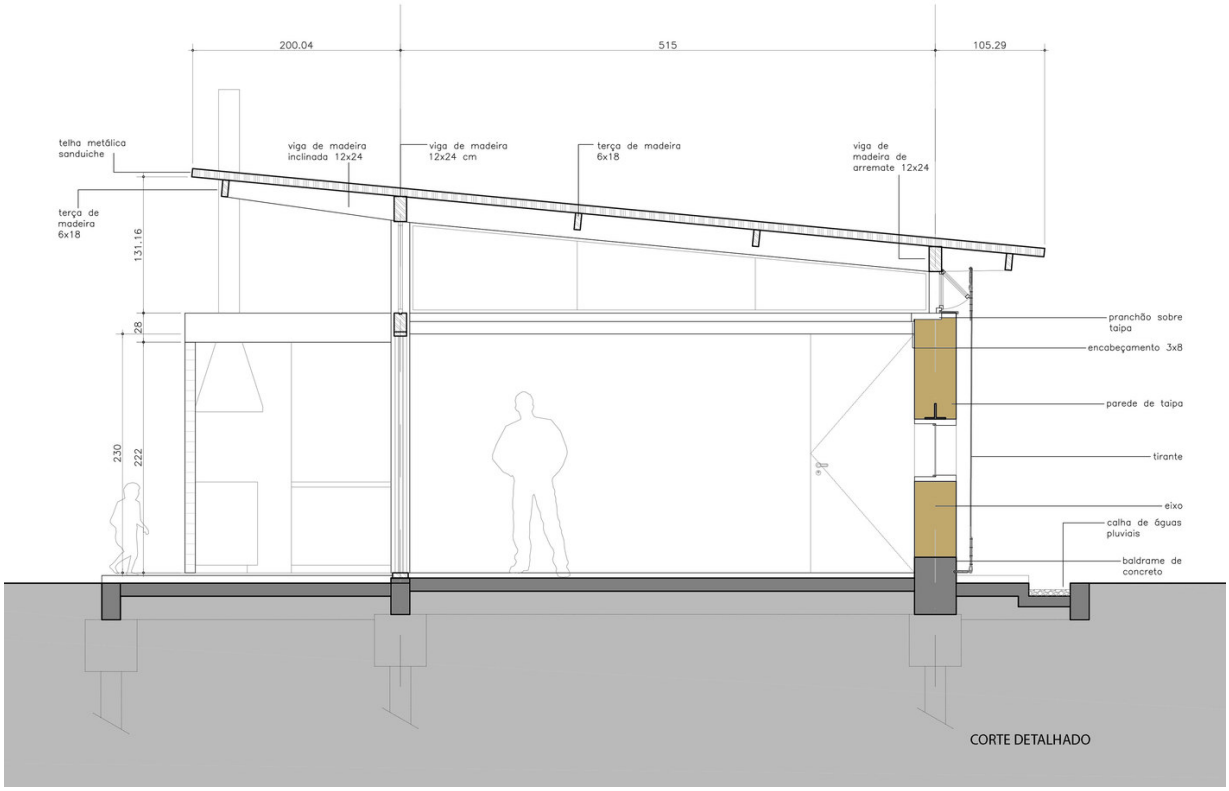
Figura 3 - Divisão em dois blocos



Fonte: archidaily (adaptado)

Conforme Estudio Piloti (2019), os setores são divididos em setor íntimo contendo os quartos e setor social e de serviço com sala, cozinha, lavabo, área de serviço e lazer. A cobertura é feita de madeira e telha metálica, com uma leve inclinação e três pequenos volumes com laje plana de concreto abrigam os banheiros e área de serviço, articulando os volumes da casa, conforme a figura 4.

Figura 4 - Corte Detalhado



Fonte: archidaily

Para dividir a casa em áreas social e íntima, o pavilhão foi separado em dois volumes distintos, o que reduziu a sensação de corredor e permitiu perspectivas diferentes. Essa divisão também garantiu mais privacidade para os quartos e maior liberdade para usar a área social. Embora os dois setores da casa utilizem os mesmos materiais em suas fachadas, há uma diferença na quantidade de aberturas na face norte, com maiores quantidades de aberturas, e a sul, com poucas aberturas que protege a edificação dos ventos e consequentemente do frio (Imagem 15) (ESTUDIO PILOTI, 2019).

Imagem 14 - Implantação da edificação

Fonte: estudiopiloti.arq.br (Foto: Luis Claudio Marques Dias)

Em uma breve análise, percebemos que a edificação cumpre o papel esperado pelos arquitetos e clientes. O projeto Casa de Taipa é uma bela residência construída em uma região montanhosa. O que mais chama a atenção no projeto é o uso da taipa de pilão, um material milenar que é tendência e que proporcionou à casa um aspecto rústico e acolhedor.

Outro ponto forte do projeto é a escolha dos materiais utilizados na construção. A madeira e a telha metálica, combinadas com a taipa de pilão, criaram um conjunto harmônico e acolhedor. Além disso, as três pequenas construções de concreto articulam os volumes da casa de forma muito eficiente.

Por fim, projeto Casa de Taipa é uma ótima demonstração de como materiais tradicionais podem ser utilizados de forma criativa e eficiente em projetos contemporâneos. O resultado final é uma casa acolhedora e bem planejada, que se integra perfeitamente à paisagem natural ao redor.

2.3 Looking Glass Lodge

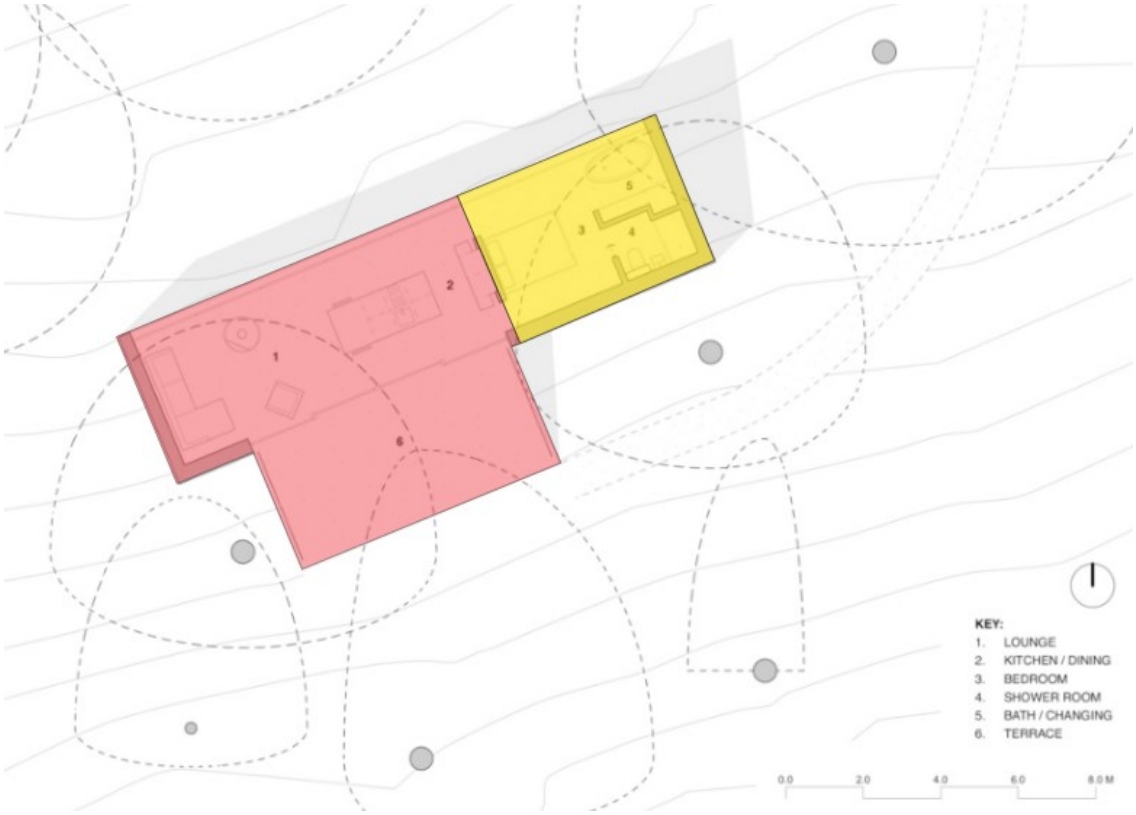
Imagem 15 - Vista externa da cabana

Fonte: michaelkendrick.co.uk (Foto: Tom Bird)

O projeto da pousada looking glass, localizado em Hastings, reino unido, foi desenvolvido pelo escritório michael kendrick architects e consiste em um refúgio de aluguel para temporada exclusivo na floresta, situado discretamente dentro de uma clareira natural na área de High Weald. A abordagem de design foi guiada pela ideia de criar um ambiente tranquilo e relaxante que se integre harmoniosamente ao seu entorno natural (MICHAEL KENDRICK ARCHITECTS, 2022).

A pousada é composta por três cabanas autônomas de 48m², separadas em ambiente íntimo (vermelho) e social (amarelo), cada uma com um quarto, banheiro, área para banheira, sala de estar, varanda, além de uma cozinha e área de jantar integrada, como mostra a figura 5 (MICHAEL KENDRICK ARCHITECTS, 2022).

Figura 5 - Planta



Fonte: michaelkendrick.co.uk (adaptado)

Como diz Michael Kendrick Arquitects (2022), “Construído por artesãos locais, o design sutil faz uso do terreno inclinado, parecendo elevado entre as árvores enquanto os níveis do solo descem abaixo”.

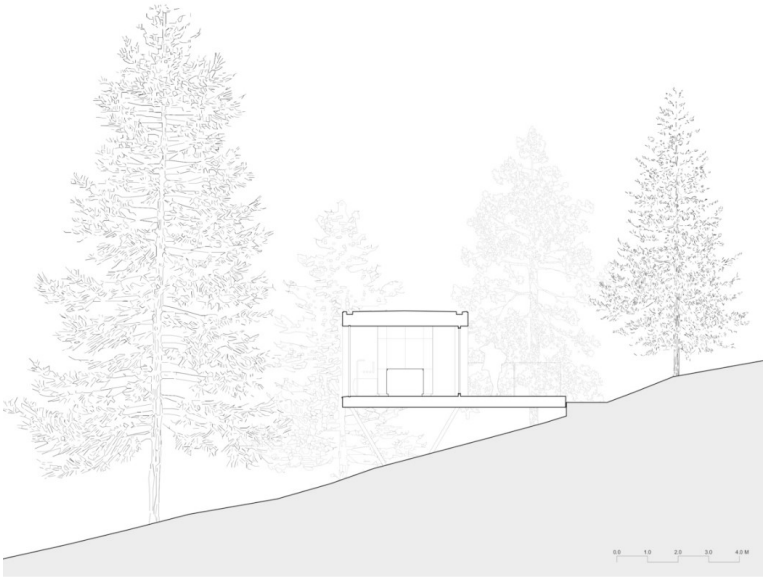
As cabanas foram projetadas com uma linguagem arquitetônica simples, utilizando materiais naturais e cores neutras, como madeira e pedra, para criar um senso de conexão com a natureza. Grandes janelas e portas de correr de vidro permitem que a luz natural inunde os interiores, proporcionando vistas deslumbrantes da floresta circundante, conforme a imagem 16 (MICHAEL KENDRICK ARCHITECTS, 2022).

Imagem 16 - vista do interior da cabana

Fonte: michaelkendrick.co.uk (Foto: Tom Bird)

As cabanas foram implantadas em diferentes níveis e alturas, acompanhando o declive do terreno e a vegetação existente. Além disso, foram utilizados materiais e cores que se integram harmoniosamente com a natureza ao redor, como madeira, vidro. Dessa forma, a implantação do projeto respeitou a topografia e a paisagem natural do local, proporcionando aos hóspedes uma experiência única e integrada com a natureza, como mostra a figura 6 (MICHAEL KENDRICK ARCHITECTS, 2022).

Figura 6 - Corte



Fonte: michaelkendrick.co.uk

De acordo com Michael Kendrick Arquitects (2022), o design da pousada também levou em consideração a sustentabilidade e a eficiência energética, com características como isolamento térmico de alta qualidade, uso de materiais renováveis e de baixo impacto ambiental, sistema de aquecimento de biomassa e sistemas de coleta de água da chuva para irrigação e descarga do vaso sanitário.

Analisando o projeto da pousada, embasado nas palavras do escritório Michael Kendrick Arquitects (2022), conclui-se que a implantação da pousada no terreno foi muito bem pensada, seguindo a topografia natural do local e respeitando a vegetação existente. As cabanas foram posicionadas de forma a aproveitar as vistas para o vale e as grandes árvores da região, criando uma relação harmoniosa com a paisagem ao seu redor.

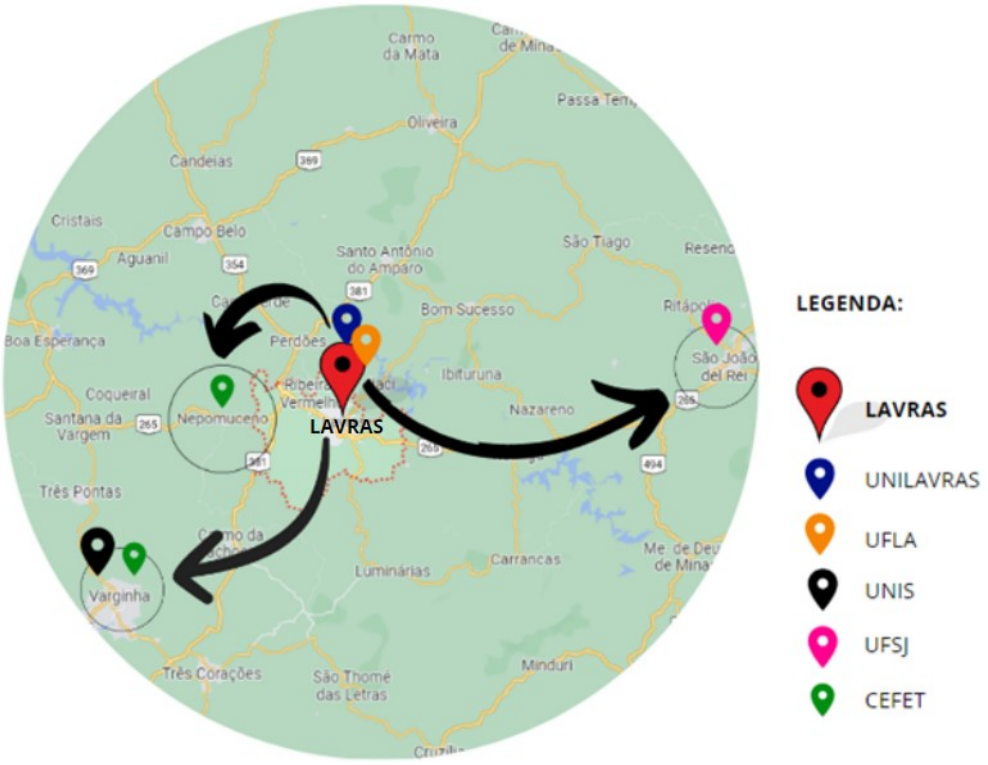
Outro ponto que merece destaque á a escolha dos materiais, estruturas de madeira não só proporcionam uma estética elegante e rústica, como também são materiais sustentáveis, com baixo impacto ambiental e o uso de vidros duplos e janelas de alumínio com isolamento térmico garante conforto térmico e acústico aos hóspedes, mesmo durante as estações mais frias

Por fim, o projeto da Pousada Looking Glass é uma excelente combinação de beleza estética, conforto ambiental e sustentabilidade, demonstrando um grande respeito pela natureza e uma abordagem consciente na escolha dos materiais e implantação no terreno.

3 PROBLEMÁTICA

A cidade de Lavras, fica situada no estado de Minas Gerais na região do campo das vertentes e possui duas universidades importantes (Ufla e Unilavras), que ofertam cursos na área de construção civil (Arquitetura e Engenharia civil) e aos arredores da cidade possui, também, outras instituições de ensino (como o Unis e Cefet em Varginha, Ufsj em São João Del Rei e Cefet em Nepomuceno) que influenciaram na escolha da cidade de Lavras como potencial cidade para o empreendimento, visto que a mesma tem a logística facilitada pela rodovia Fernão Dias (BR-381) e a BR – 265, como mostra a figura abaixo.

Figura 7 - Mapa de Região



Fonte: Google maps (adaptado)

Além disso está localizada entre três grandes capitais, Belo Horizonte, São Paulo e Rio de Janeiro, como mostra a figura 8.

Figura 8 - Mapa de Localização

Fonte: Google maps (adaptado)

Por isso, se faz necessário pensar em um local onde se consiga passar o conhecimento e treinamento para que mais pessoas conheçam a fundo essa técnica e consiga reduzir o valor da construção de uma edificação, que hoje em dia está supervalorizada, com a alta dos materiais convencionais, aumentou R$1.162,96 em cinco anos (CUB, 2023), como mostra a figura 9.

Figura 9 - Quadro de valores 2015 e 2023

VALORES EM R$/m²

PROJETOS - PADRÃO RESIDENCIAIS 2015 *R-1 = RESIDENCIA UNIFAMILIAR

PADRÃO BAIXO	
R-1	1.186,23
PP-4	1.086,18
R-8	1.031,73
PIS	782,97

PADRÃO NORMAL	
R-1	1.431,65
PP-4	1.342,00
R-8	1.160,25
R-16	1.124,48

PADRÃO ALTO	
R-1	1.729,17
R-8	1.397,17
R-16	1.454,47

VALORES EM R$/m²

PROJETOS - PADRÃO RESIDENCIAIS 2023

PADRÃO BAIXO	
R-1	2.177,66
PP-4	2.060,14
R-8	1.953,13
PIS	1.492,02

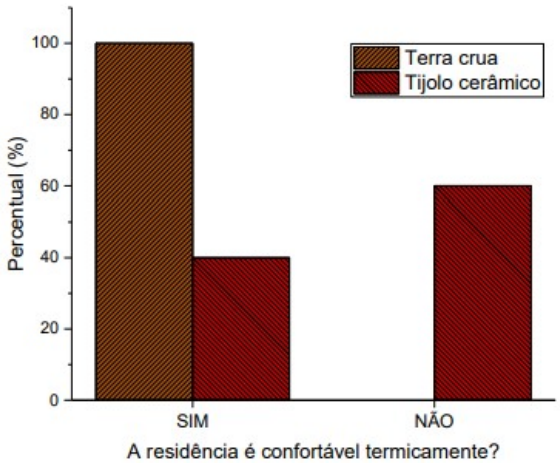
PADRÃO NORMAL	
R-1	2.593,96
PP-4	2.472,63
R-8	2.156,63
R-16	2.089,40

PADRÃO ALTO	
R-1	3.258,86
R-8	2.640,66
R-16	2.739,94

Fonte: cub.org.br (adaptado)

A proposta para tal problema é criar um local para ofertar o curso de bioconstrução voltados para utilização de terra crua, que ofereça conhecimento e treinamento prático para as técnicas do pau a pique, taipa de pilão, hiperadobe e adobe, que são técnicas que foram utilizadas pelos povos antigos, barata (se comparada a construção convencional) e proporciona conforto térmico à edificação e consequentemente ao usuário, como mostra o gráfico 2 abaixo.

Gráfico 2 - Conforto térmico segundo os usuários das residências construídas em terra cura e tijolo cerâmico



Fonte: Brazilian Journal of Development

O empreendimento será privado, onde serão construídos, em meio à natureza, um galpão para oficina e laboratório de testes, e cabanas construídos com

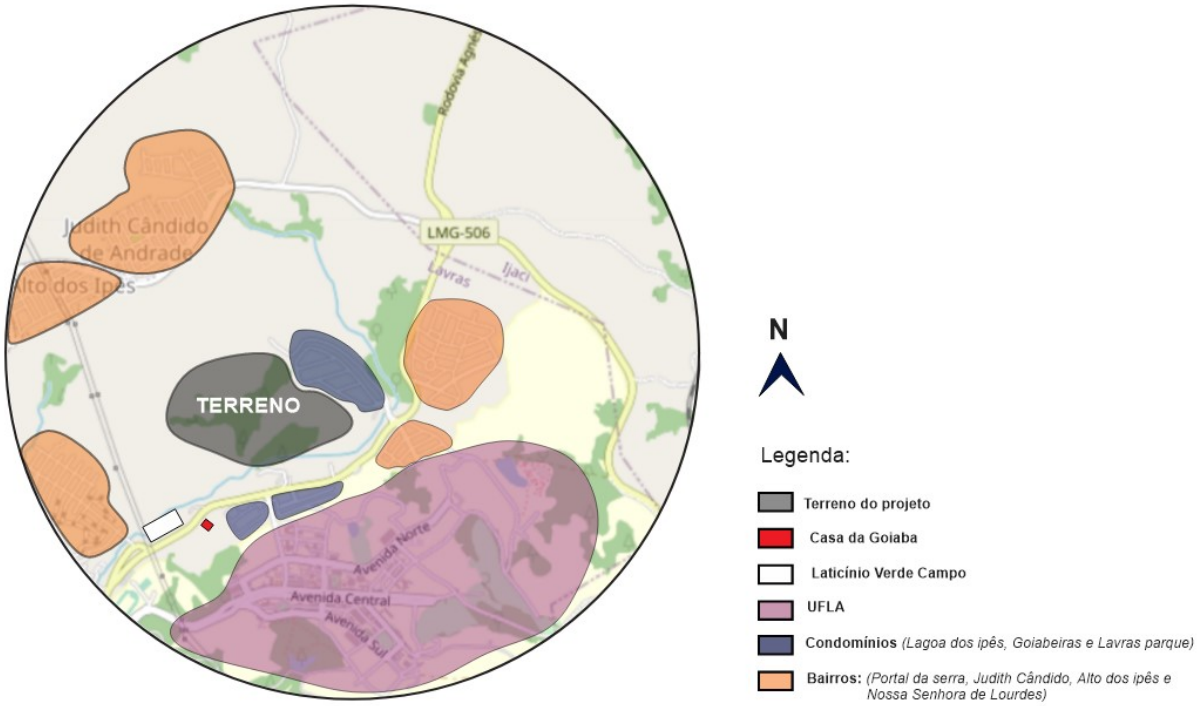
as técnicas mencionadas para ofertar estadia para os cursistas que virem de longe e quando estiveram desocupados, poderão ser alugados para pessoas que desejam apenas estadia.

Portanto, essa oferta de imersão na área da bioconstrução contribuirá para o aprendizado de novas técnicas, capacitação de mão de obra, para o crescimento desse tipo de construção), geração de consciência sobre sustentabilidade, economia no custo com materiais convencionais e adicionando novos materiais (com auxílio de testes), contribuirá para que a edificação dure por mais tempo e exija menos manutenção, diminuindo o preconceito da construção com terra.

4 ANÁLISE E DIAGNÓSTICO:

O terreno escolhido está localizado em uma fazenda particular, onde há grande presença de vegetação e plantação e usando como ponto de referência o laticínio Verde Campo, Casa da Goiaba e a portaria dois da Universidade Federal de Lavras (UFLA), saída de Lavras para Ijaci, conforme a figura 10 abaixo.

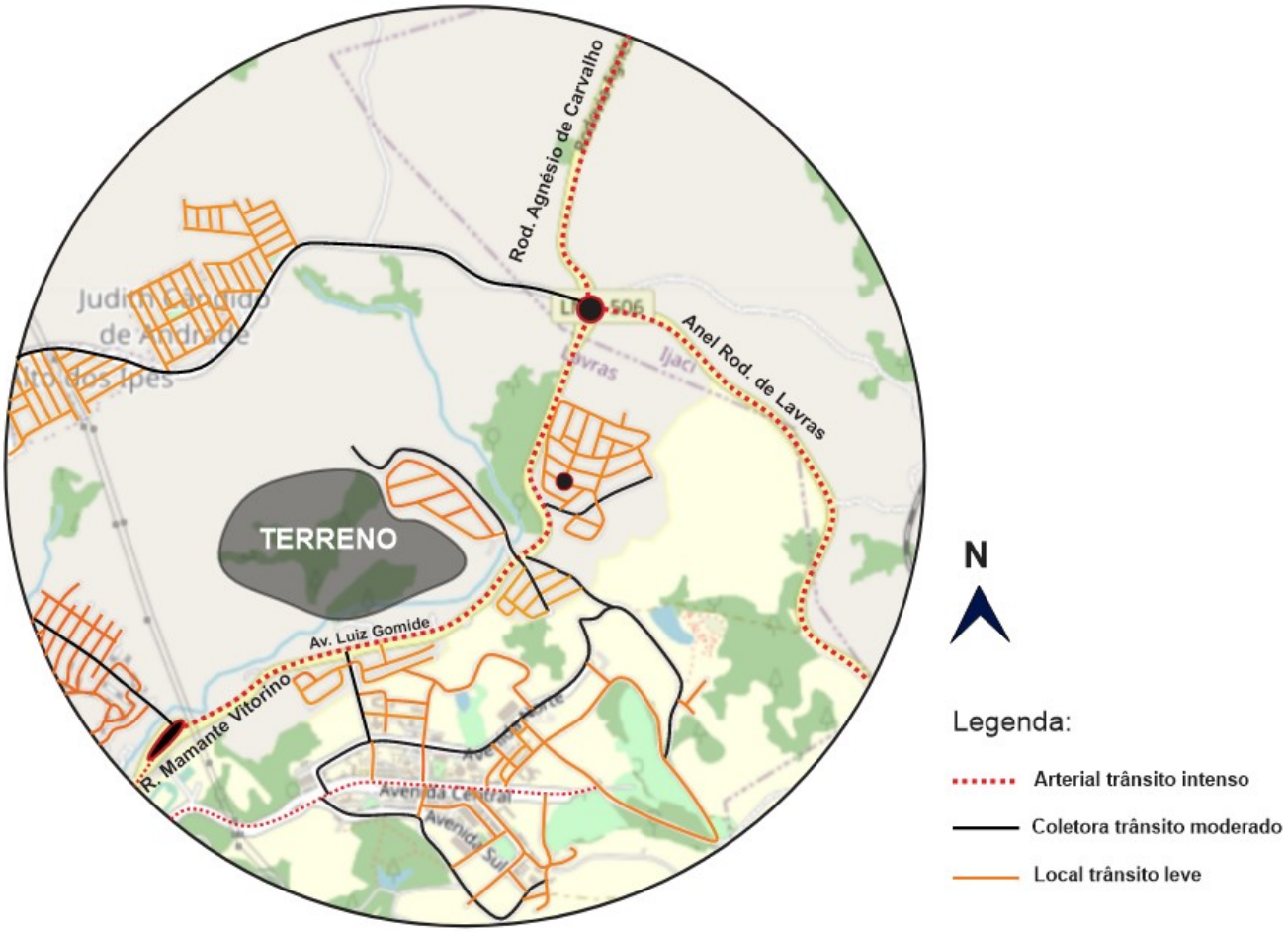
Figura 10 - Mapa de Localização do terreno



Fonte: open street map (Adaptado)

Localizado no Av. Luiz Gomide que tem acesso pela rua Mamante Vitorino, Rodovia Agnésio de Carvalho (Rod. Lavras/ Ijaci) e Anel Rodoviário de Lavras (Conhecida como avenida do contorno) que são vias de mão dupla com fluxo intenso de veículos leves e pesados, como mostra a figura 11.

Figura 11 - Mapa de hierarquia viário



Fonte: open street map (Adaptado)

Quanto ao uso e ocupação, a região é mista, tendo residências urbanas e rurais, industrias, comércio, clube e universidade. Os gabaritos variam de 1 a 2 pavimentos, com predominância de gabaritos de 1 pavimento. Como é uma região de expansão, a maior parte é área verde e espaços vazios, como mostra o mapa de uso e ocupação e vegetação existente (figura 12) e o mapa de cheios e vazios (figura 13).

Figura 12 - Mapa de Uso, ocupação e Vegetação

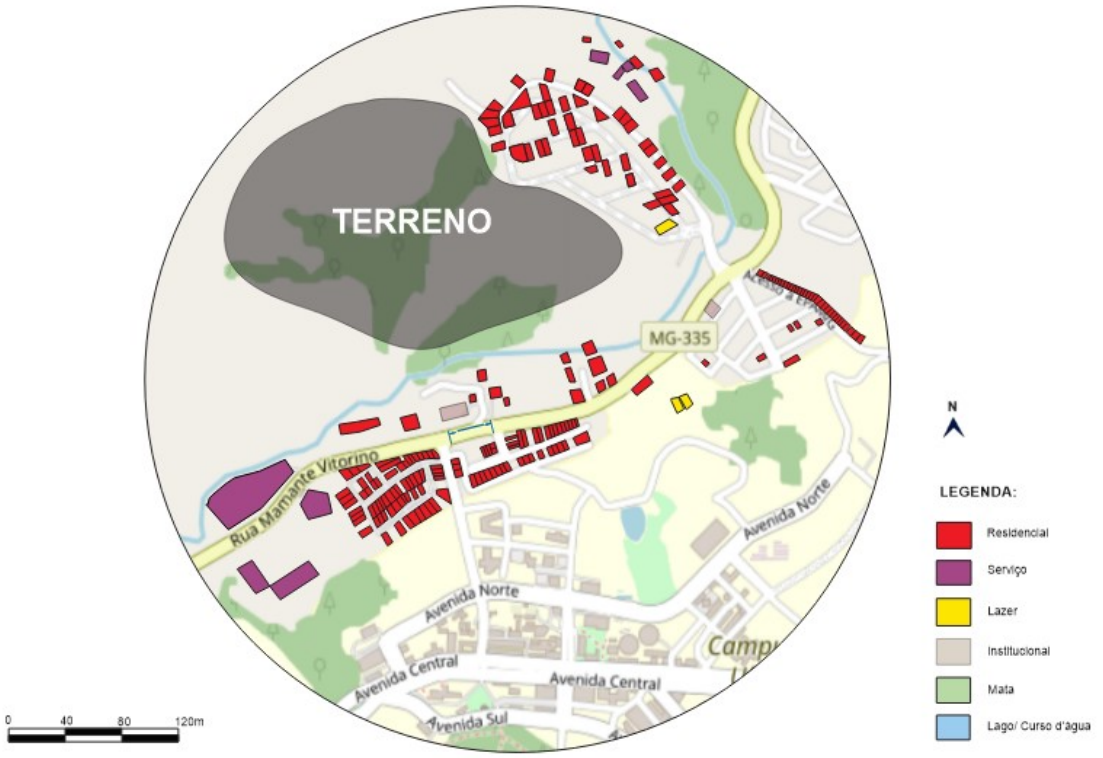
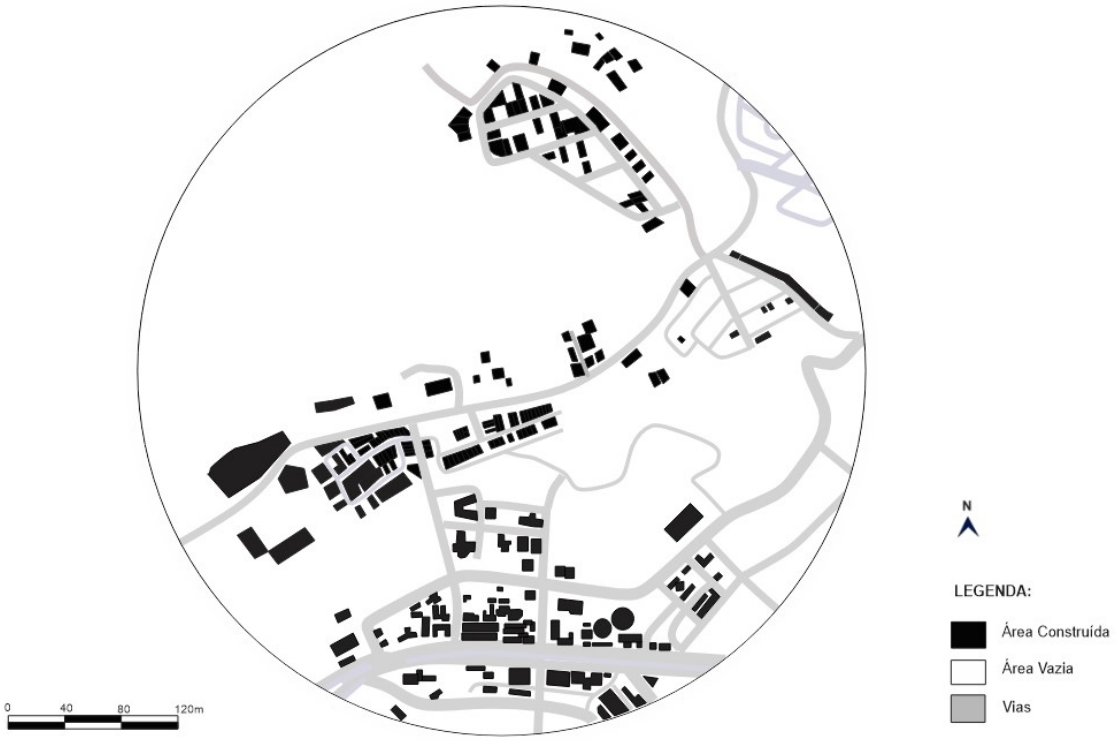


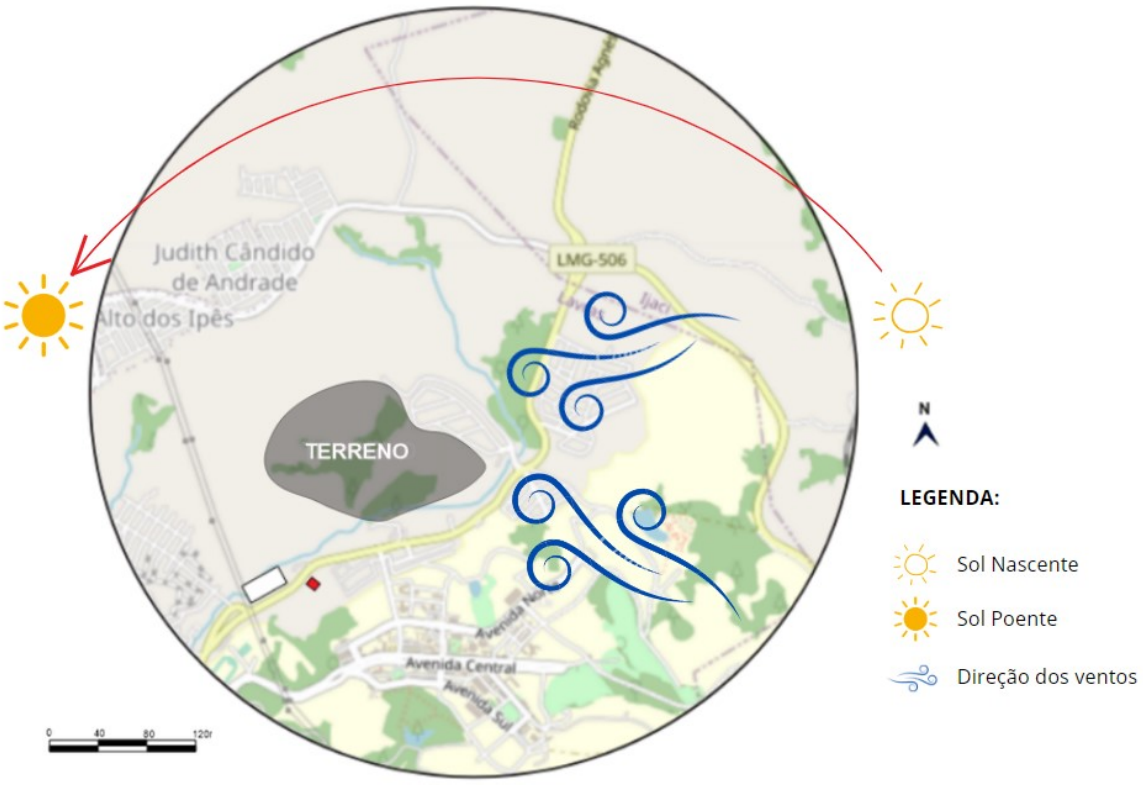
Figura 13 - Mapa de Cheios e Vazios



Fonte: open street map (Adaptado)

Em um estudo de insolação podemos observar a movimentação do sol durante o dia no terreno e a direção predominante dos ventos é leste e nordeste, como mostra a figura 14.

Figura 14 - Mapa de Insolação e ventilação



Fonte: open street map (Adaptado)

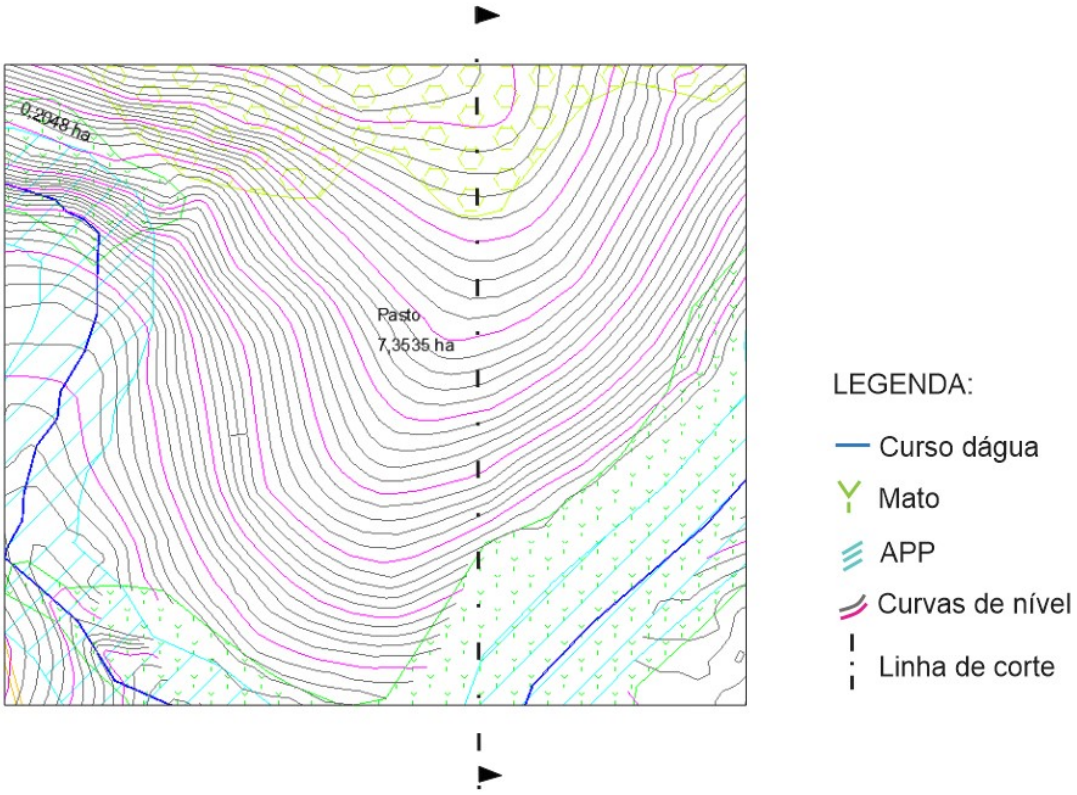
No terreno possui mata preservada (APP), plantação e pasto para o gado, favorecendo a incersão e facilidade de ligação da edificação com o entorno (é a única edificação que terá no local), como visto pela skyline na figura 15.

Figura 15 - Skyline

Fonte: Google maps (Adaptado)

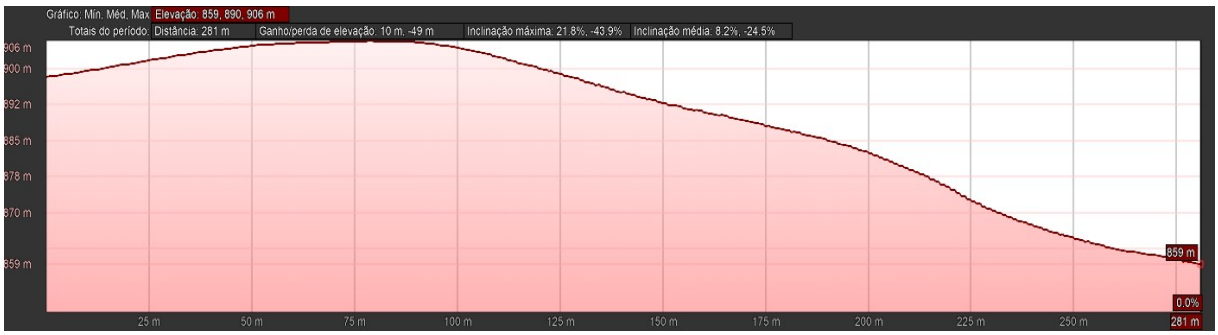
A topografia é possui um declíve acentuado em uma ceta parte, como visto no skyline acima. Para mostrar melhor a declividade, abaixo estão as curvas de níveis existentes e um corte transveresal, mostrando o perfil natural do terreno que é de 47 metros, como apresentados nas figuras 16 e 17 e nas imagem 17 abaixo.

Figura 16 - Curvas de Nível



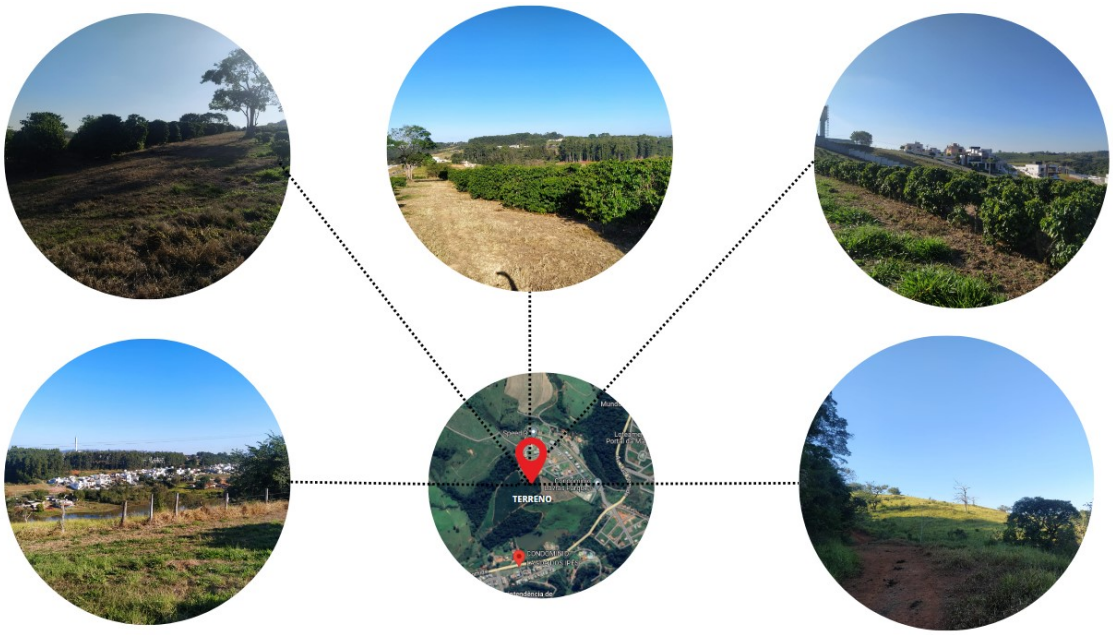
Fonte: Autor

Figura 17 - Perfil do terreno



Fonte: Google Earth pro.

Imagem 17 - Fotos Reais do Local



Fonte: Autor

A legislação sobre o uso e ocupação de Lavras, especifica essa área como ZAR (Zona de Adensamento Restrito) e abaixo estão os parâmetros construtivos para essa região, mostrado no quadro 1.

Quadro 1 - Uso e Ocupação

Lei de Uso e Ocupação

ZAR - Zona de Adensamento Restrito

Parâmetros / Uso	ZAR
USO INSTITUCIONAL	AC (Adimitido Sob Condições)
TO (Taxa de Ocupação)	60%
TP (Taxa de Permeabilidade)	20%
GABARITO (Máximo)	2 Pavimentos

Fonte: Autor

Foi estipulado um programa de necessidades inicial e um pré-dimensionamento básico que irão nortear todo o projeto da escola técnica. O quadro 2 mostra como ficou essa divisão com as áreas iniciais de acada ambiente.

Quadro 2 - Programa de necessides com Pré-dimensionamento

Programa de necessidades e Pré-dimensionamento

Programa Inicial básico

4 CABANAS (suíte)	20 m² (cada)	1 ÁREA PEDAGÓGICA (professores coordenação e reuniões)	30 m²
3 SALAS DE AULA	50 m² (cada)	1 COZINHA	40 m²
1 OFICINA	100 m²	DEPÓSITOS	15 m²
2 LABORATÓRIOS	60 m² (cada)	BANHEIROS	12 m²
1 REFEITÓRIO	30 m²	1 DML	9 m²
1 GUARITA (com banheiro)	8 m²	ADM, REFEITÓRIO, ÁREA DE DESCANSO	30 m²

Área Total = 624 m²

Fonte: Autor

Portanto, visto que o terreno possui 7,35 hectare, que corresponde à 73.500m², e a área total do prevista para a execução do projeto é de 624m² a taxa de ocupação (TO) totaliza 0,84%.

CONCLUSÃO:

Todo o processo de pesquisa e análises realizados, foram de extrema importância para o resultado final do projeto. Analisar pontos construtivos, que cada técnica possui e analisar também o mercado para esse tipo de empreendimento que traz inovação com técnicas vernaculares, mostrando que a arquitetura tem muitos campos à serem explorados e que estilos e técnicas antigas podem voltar e fazer parte da arquitetura contemporânea, trazendo economia, sustentabilidade, coforto e estética para as edificações e seus usuários.

REFERÊNCIAS:

<https://earth.google.com/web/search/Pella,+IA,+EUA/@41.40235647,-92.90102347,256.72838493a,1279.33181952d,35.00000008y,0.06511098h,0.76103557t,0r/data=CmoaQBI6CiUweDg3ZWYzMTMyNWI2ZWYyNDk6MHgzZjlkYjRhMTZiM2I2MzUzKhFQZWxsYSBoaWdoIHNjaG9vbBgCIAEiJgokCXf4SmjmMzXAET0ibOz3OzXAGZOeMe00e0bAIQ9oeQeDfUbA Acessado em 20 Mar 2023.

<https://pt.weatherspark.com/y/10986/Clima-caracter%C3%ADstico-em-Pella-Iova-Estados-Unidos-durante-o-ano>. Acessado em 20 Mar 2023.

BBC News. **Superadobe: o material de construção sustentável e resistente a terremotos que pode salvar vidas**. Disponível em: https://www.bbc.com/portuguese/vert-fut-59426850. Acesso em: 24 mar. 2023.

Camilla Ghisleni. **O que é arquitetura vernacular?** Novembro de 2020. Disponível em: https://www.archdaily.com.br/br/951326/o-que-e-arquitetura-vernacular ISSN 0719-8906. Acesso em: 15/03/2023.

Chico Abelha, Youtube. **Casa de pau a pique pode ser de luxo**. Outubro de 2021. duração: 1:17:14, Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=FvyFp6FDBDI. Acesso em: 26/03/2023.

Conheça tudo sobre a fazenda Santa Clara – Santa Rita do Jacutinga - MG. Junho de 2021. Disponível em: https://www.vamostrilhar.com.br/aventuras/conheca-tudo-sobre-a-fazendasanta-clara-santa-rita-de-jacutinga-mg. Acesso em: 26/03/2023.

Dicionário da construção civil. **Pau a pique**. Disponível em: https://www.ecivilnet.com/dicionario/o-que-e-pau-a-pique.html. Acesso em: 06/04/2022.

Escola Técnica de Pella / Neumann Monson Architects" [Career Academy of Pella / Neumann Monson Architects] 19 Fev 2018. ArchDaily Brasil. Acessado 20 Mar 2023. <https://www.archdaily.com.br/br/887820/escola-tecnica-de-pella-neumann-monson-architects> ISSN 0719-8906

GOMAA, M.; ABDELKARIM, H**. Investigando as propriedades dos tijolos de adobe como material de construção sustentável.** Journal of Sustainable Development, v. 14, n. 1, p. 13-22, 2021.

Kennedy, Joseph F.; Smith, Michael G.; Wanek, Catherine. **The Art of Natural Building: Design, Construction, Resources.** Gabriola Island, BC: New Society Publishers, 2002.

Lemos, Carlos A. C. **Arquitetura Popular no Brasil**. 4. ed. São Paulo: EdUSP, 1976.

McHenry Jr., Paul Graham. **Adobe and Rammed Earth Buildings: Design and Construction.** Tucson: University of Arizona Press, 1984.

Minke, Gernot. **Building with Earth: Design and Technology of a Sustainable Architecture.** Basel: Birkhauser, 2006.

MORAES, A. R. A. et al. **Análise da evolução tecnológica da taipa de pilão contemporânea.** In: 8º Congresso Ibero-Americano em Investigação Qualitativa, 2021.

Movimento dos Pequenos Agricultores. **Pau à pique na Terra Prometida. Um guia técnico e militante de bioconstrução.** Dezembro de 2018. Disponível em: https://mpabrasil.org.br/noticias/pau-a-pique-na-terra-prometida-um-guia-tecnico-e-militantede-bio-construcao/. Acesso em: 06/04/2022

MUTHURAJAH, R.; CHITHIRAI PON SELVAN, S.; SATHISH KUMAR, K. **Resistência e durabilidade de tijolos de adobe estabilizados comprimidos reforçados.** Revista de Materiais em Engenharia Civil, v. 13, n. 1, p. 50-58, 2021.

NEVES, C.; FARIA, O. **B. Técnicas de construções com terra.** São Paulo: Oficina de Textos, 2013.

NEVES, Célia; FARIA, Obede Borges. **Permacultura Técnicas Construtivas e TÉCNICAS DE CONSTRUCÕES COM TERRA.** 2018.

O REGIONAL, jornal. **Como funciona? Técnica construtiva: Pau a Pique.** Abril de 2018. Disponível em: https://oregionalonline.com.br/municipios/como-funciona-tecnica-construtiva pau-a-pique/. Acesso em: 05/06/2022

OLENDER, Mônica Cristina Henriques Leite. **A TÉCNICA DO PAU-A-PIQUE: subsídios para a sua preservação.** Bahia. 2006.

OLIVEIRA, J. **A. de. Taipa de pilão: uma técnica construtiva sustentável.** Instituto de Engenharia. Disponível em: https://www.institutodeengenharia.org.br/taipa-de-pilao-uma-tecnica-construtiva-sustentavel/. Acesso em: 03 abr. 2023.

Reis Filho, Nestor Goulart. **Arquitetura Vernacular no Brasil.** 2. ed. São Paulo: EdUSP, 2000.

SANTOS, Daniel Pinheiro; BESSA, Sofia Araújo Lima. **O uso do adobe no Brasil: uma revisão da literatura.** Revista Eletrônica do Prodema, v. 10, n. 2, p. 106-124, 2019.

SANTOS, E. A.; RIBEIRO, C. A. L. **A Taipa de Pilão: Características, Vantagens e Desvantagens.** Engenharia de Produção. v. 4, n. 1, p. 11-24, 2012.

SANTOS, M. C. et al. **Superadobe: técnica construtiva sustentável e de baixo custo.** Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental, 2019.

SILVA, F. S. et al. **Desenvolvimento de técnicas para a impermeabilização de superadobe.** 5º Simpósio de Sustentabilidade em Sistemas Construtivos, 2020.

SOUSA, M. de F. de et al. **A Taipa de Pilão no Brasil: Tecnologia Construtiva de Valor Patrimonial.** Revista Ciência & Tecnologia. v. 11, n. 20, p. 49-62, 2016.

SOUZA, G. B. et al. **A taipa de pilão como técnica construtiva sustentável: uma revisão bibliográfica.** IV Simpósio de Engenharia Civil, 2019.

TEIXEIRA, A. S. **Construções com terra no Brasil: desafios e oportunidades.** Revista Téchne, n. 235, p. 50-55, 2018.

TELLI, Francielli Hang. **Pau a Pique.** Dezembro de 2013. Disponível em: https://portalvirtuhab.paginas.ufsc.br/pau-a-pique/. Acesso em: 05/06/2022.

VAUTHIER, L.L. **Casas de Residência no Brasil.** In: Arquitetura Civil I. São Paulo: FAU-USP e MEC-IPHAN,1975, p.1-94 apud OLENDER, Monica (2006). A técnica do pau a pique: subsídios para a sua preservação.

VIANA, L. F.; TEIXEIRA, A. S. **O uso do superadobe como alternativa sustentável na construção civil.** Caderno Técnico de Engenharia Civil, v. 13, n. 1, 2017.

ZAIDAN, M. S. S. **Superadobe: uma alternativa para construções de baixo custo.** Revista A&S - Architecture and Sustainability, v. 9, n. 30, p. 90-95, 2018.

ZOROWICH, Ana Clara. **Taipa de mão ou Pau a Pique.** Outubro de 2018. Disponível em: http://www.ecoeficientes.com.br/taipa-de-mao-ou-pau-a-pique/. Acesso em: 26/03/2023.

ABNT. NBR 10836:2012. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **Adobe - Projeto e execução de estruturas de paredes de tijolos de solo-cimento**. Rio de Janeiro: ABNT, 2012.

ABNT. ABNT NBR 16814:2020 - **Adobe - Requisitos e métodos de ensaio.** Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2020.

ABNT. ABNT NBR 17014:2022 - **Taipa de pilão - Requisitos, procedimentos e controle.** Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2019.

LISBOA, Sumara. **Normas para construções com terra (ABNT)**. Abril de 2022 Disponível em: https://redeterrabrasil.net.br/normas-para-construcoes-com-terra-abnt/. Acesso em: 14/04/2023

Escola Técnica de Pella / Neumann Monson Architects" [Career Academy of Pella / Neumann Monson Architects] 19 Fev 2018. ArchDaily Brasil. Acessado 25 Abr 2023. <https://www.archdaily.com.br/br/887820/escola-tecnica-de-pella-neumann-monson-architects> ISSN 0719-8906

SILVA, Fábio Henrique da. **Normas técnicas para terra crua: uma revisão crítica**. Tékhne - Revista de Estudos Politécnicos, v. 15, n. 1, p. 161-179, 2017. Disponível em: http://periodicos.ufpb.br/ojs2/index.php/tekhne/article/view/30851. Acesso em: 25 abr. 2023.

Estudio Piloti Arquitetura; Chahinian, Stepan Norair. **Residência Casa de Taipa. Cunha, SP**. Disponível em: https://www.estudiopiloti.arq.br/projeto-residencia-casa-de-taipa-cunha-sp. Acesso em: 05 Maio 2023.

KENDRICK, Michael. **Looking Glass Lodge**. Disponível em: https://michaelkendrick.co.uk/ux-portfolio/looking-glass-lodge/. Acesso em: 08 Maio 2023.

CUSTO UNITÁRIO BÁSICO. CUB M2 Estadual - Minas Gerais. Disponível em: http://www.cub.org.br/cub-m2-estadual/MG/. Acesso em: 23 de Maio

GOOGLE MAPS. 2021. Google maps. Disponível em: https://www.google.com/maps. Acesso em: 23 Maio 2023.

Brazilian Journal of Development. **Análise comparativa do comportamento térmico de construções em alvenaria: terra crua x blocos cerâmicos**. v.7, n.1, p.8820, Jan. 2021. ISSN: 2525-8761. DOI: 10.34117/bjdv7n1-597.

SILVA, J. P. (2018). **Construção com terra crua: Uma alternativa sustentável na construção civil.** Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil, Universidade Federal de São Paulo.

SANTOS, M. A. (2020). **A importância da construção com terra crua para a sustentabilidade ambiental.** Revista Brasileira de Sustentabilidade na Construção Civil, 10(2), 45-60.