

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
Escola de Arquitetura e Design
Curso de Especialização em Conforto Ambiental, Eficiência Energética e Tecnologias
Construtivas Sustentáveis

Maria Daniela Donoso

Construindo o Presente com Raízes do Passado: a Arquitetura Vernacular como
Alternativa Sustentável para Edificações Contemporâneas

Belo Horizonte

2024

Maria Daniela Donoso

**Construindo o Presente com Raízes do Passado: a Arquitetura Vernacular como
Alternativa Sustentável para Edificações Contemporâneas**

Monografia de especialização apresentada à Escola de Arquitetura da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial à obtenção do título de Especialista em Sustentabilidade em Cidades, Edificações e Produtos.

Orientador: Prof. Dr. Marco Antonio Penido de Rezende

Belo Horizonte
2024

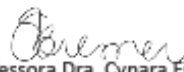
ATA DA REUNIÃO DA COMISSÃO EXAMINADORA DE TRABALHO DE MONOGRAFIA DA ALUNA MARIA DANIELA DONOSO COMO REQUISITO PARA OBTENÇÃO DO CERTIFICADO DO CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM CONFORTO AMBIENTAL, EFICIÊNCIA ENERGÉTICA E TECNOLOGIAS CONSTRUTIVAS SUSTENTÁVEIS.

Às 09:30hs. do dia 12 de dezembro de 2024, reuniu-se remotamente, por meio da plataforma *Google Meet*, a Comissão Examinadora composta pelo Professor Dr. Marco Antonio Penido de Rezende-Orientador-Presidente e pela Professora Dra. Cynara Fiedler Bremer-Membro titular, designada pela Comissão Coordenadora do Curso de Especialização em Conforto Ambiental, Eficiência Energética e Tecnologias Construtivas Sustentáveis, para avaliação da monografia intitulada *"Construindo o Presente com Raízes do Passado: a Arquitetura Vernacular como Alternativa Sustentável para Edificações Contemporâneas"* de autoria da aluna Maria Daniela Donoso, como requisito final para obtenção do Certificado de Especialista em Conforto Ambiental, Eficiência Energética e Tecnologias Construtivas Sustentáveis. A citada Comissão examinou o trabalho e, por unanimidade, concluiu que a monografia atende às exigências para a obtenção do Certificado de Conclusão do Curso, atribuindo ao trabalho o conceito D/63. A Comissão recomenda que seja encaminhado 01 (um) exemplar digital ao Repositório da UFMG, após as correções sugeridas.

Belo Horizonte, 12 de dezembro de 2024.



Professor Dr. Marco Antônio Penido de Rezende
Orientador-Presidente



Professora Dra. Cynara Fiedler Bremer
Membro Titular

RESUMO

Este trabalho explora os princípios da arquitetura vernacular como uma alternativa sustentável para edificações contemporâneas, investigando como técnicas e materiais tradicionais podem ser reaplicados em um contexto atual para reduzir o impacto ambiental das construções, fornecer um ambiente confortável e funcional e respeitar os contextos sócio-econômicos de uma comunidade. A pesquisa adota o método de revisão narrativa, onde a literatura acadêmica sobre arquitetura vernacular e edificações sustentáveis é sintetizada e analisada criticamente. Ademais, são apresentados estudos de caso de construções contemporâneas que empregam princípios vernaculares como solução para questões relacionadas ao clima, ao modo de vida de uma população, à realidade econômica e às necessidades dos usuários. Muitos profissionais e pesquisadores encontraram na arquitetura vernacular um modelo para edificações sustentáveis, já que esta reúne em seu âmago princípios de sustentabilidade ambiental, social e econômica. Os resultados indicam que a arquitetura vernacular oferece soluções econômicas e apropriadas para a eficiência energética das edificações, além de propiciar a preservação de saberes locais e da identidade de uma população. Por outro lado, em alguns casos, existem desafios na adaptação dessas técnicas às exigências atuais, especialmente em relação ao tempo de concepção das edificações. Assim, nessas circunstâncias, há uma releitura da arquitetura vernacular, onde formas tradicionais são combinadas com materiais e técnicas modernas de modo a acomodar as exigências contemporâneas e reviver a arquitetura do local com o máximo aproveitamento das características ambientais. Conclui-se que a integração entre saberes tradicionais e tecnologias modernas pode contribuir significativamente para a concepção de edificações com menor pegada de carbono, maior eficiência energética e em ressonância com a comunidade local.

Palavras-chave: Arquitetura vernacular; sustentabilidade; identidade; arquitetura neo-vernacular; bioclimatismo.

ABSTRACT

This paper explores the principles of vernacular architecture as a sustainable alternative for contemporary buildings, investigating how traditional techniques and materials can be reapplied in a current context to reduce the environmental impact of buildings, provide a comfortable and functional environment and respect the socio-economic contexts of a community. The research adopts the narrative review method, where academic literature on vernacular architecture and sustainable buildings is synthesized and critically analyzed. In addition, case of studies of contemporary buildings that employ vernacular principles as a solution to issues related to climate, the way of life of a population, economic reality and the needs of users are presented. Many professionals and researchers have found in vernacular architecture a model for sustainable buildings, as it brings together at its core principles of environmental, social and economic sustainability. The results indicate that vernacular architecture offers economical and appropriate solutions for the energy efficiency of buildings, in addition to enabling the preservation of local knowledge and the identity of a population. On the other hand, in some cases, there are challenges in adapting these techniques to current requirements, especially in relation to the design time of the buildings. Thus, in these circumstances, there is a reinterpretation of vernacular architecture, where traditional forms are combined with modern materials and techniques in order to accommodate contemporary requirements and revive the architecture of the place with maximum use of the environmental characteristics. It is concluded that the integration between traditional knowledge and modern technologies can contribute significantly to the design of buildings with a smaller carbon footprint, greater energy efficiency and in resonance with the local community.

Keywords: Vernacular architecture; sustainability; identity; neo-vernacular architecture; bioclimatism.

LISTA DE IMAGENS

| | |
|--|----|
| Imagem 1: vista externa das Moradas Infantis Canuanã | 46 |
| Imagem 2: Porta dos dormitórios identificados por grafismos locais. | 48 |
| Imagem 3: Integração de espaços internos e externos das Moradas Infantis Canuanã. | 49 |
| Imagem 4: Pátio interno das Moradas Infantis Canuanã. | 50 |
| Imagem 5: Equipamentos de lazer no mezanino..... | 50 |
| Imagem 6: Configuração aberta da edificação, com estruturas esbeltas e transição sutil entre áreas externas e internas. | 51 |
| Imagem 7: Sala de TV. Para uma melhor circulação de ar, os ambientes coletivos da edificação são delimitados apenas por ripados esbeltos de madeira. | 51 |
| Imagem 8: Estrutura de madeira, muito marcante no projeto. | 52 |
| Imagem 9: Paredes em tramas vazadas de tijolos, muito empregadas em edificações tradicionais da região de Formoso do Araguaia. | 54 |
| Imagem 10: Montagem das paredes de vedação em blocos de solo-cimento. | 55 |
| Imagem 11: Vista da cobertura das Moradas Infantis de Canuanã. | 57 |
| Imagem 12: Vista externa da Escola Primária em Gando. | 61 |
| Imagem 13: Paredes de CSEB e pátio protegido pela cobertura. | 62 |
| Imagem 14: Habitantes de Gando montam estrutura de vergalhões da cobertura. | 65 |
| Imagem 15: Esquema representando a atuação da cobertura e das aberturas na ventilação cruzada..... | 66 |
| Imagem 16: Espaçamento entre os tetos e a telha metálica, que auxilia na refrigeração interna. | 66 |
| Imagem 17: Estudantes sob a sombra possibilitada pelo recuo das paredes em relação à cobertura. | 67 |
| Imagem 18: Sala de aula, com iluminação natural controlada por venezianas. | 68 |
| Imagem 19: Complexo Hospitalar de Bayalpata..... | 72 |
| Imagem 20: Corredores do Hospital Bayalpata, que apresenta um design e materialidade similar às casas típicas de Achham. | 73 |
| Imagem 21: Moradores erguendo paredes de taipa de pilão do hospital..... | 75 |
| Imagem 22: O hospital em obras, com as paredes de taipa de pilão já adiantadas. | 75 |
| Imagem 23: Pátio do hospital funcionando como ambiente de espera..... | 76 |
| Imagem 24: Área externa do Hospital Bayalpata, com arrimos e fundações visíveis. Nota-se a eficiente adaptabilidade do complexo hospitalar ao terreno irregular..... | 77 |
| Imagem 25: Leitos do hospital bem iluminados por clerestórios e janelas verticalizadas. | 78 |
| Imagem 26: Janelas altas permitindo a entrada de luz solar no interior da edificação..... | 78 |
| Imagem 27: Telhado com painéis solares visíveis, os quais tornam o Hospital Bayalpata autossuficiente. | 79 |
| Imagem 28: Fachada exterior da Pingtan Book House. | 83 |
| Imagem 29: A biblioteca no vilarejo Pingtan..... | 85 |
| Imagem 30: Interior da Pingtan Book House com a maioria dos elementos concebidos em madeira de abeto chinês, material de construção tradicional da localidade. | 86 |
| Imagem 31: Janelas de policarbonato da Pingtan Book House..... | 87 |
| Imagem 32: Interior da livraria naturalmente iluminado..... | 87 |
| Imagem 33: A escadaria da biblioteca em destaque..... | 88 |
| Imagem 34: Estudantes lendo em ambiente aberto e descontraído da Pingtan Book House. .. | 88 |

LISTA DE QUADROS

| | |
|--|----|
| Quadro 1: Parâmetros encontrados na Arquitetura Sustentável | 18 |
| Quadro 2: Estratégias vernaculares e sustentáveis encontradas nas Moradas Infantis Canuanã | 58 |
| Quadro 3: Estratégias vernaculares e sustentáveis encontradas na Escola Primária em Gando | 68 |
| Quadro 4: Estratégias vernaculares e sustentáveis encontradas no Hospital Bayalpata..... | 80 |
| Quadro 5: Estratégias vernaculares e sustentáveis encontradas na Pingtan Book House | 89 |

SUMÁRIO

| | |
|--|-----------|
| 1. Introdução | 8 |
| 1.1. Apresentação do tema..... | 8 |
| 1.2. Problema..... | 9 |
| 1.3. Objetivos | 9 |
| 1.4. Prévia | 10 |
| 1.5. Metodologia | 11 |
| 2. Conceitos Fundamentais | 13 |
| 2.1. A arquitetura vernacular e suas características..... | 13 |
| 2.2. A questão da sustentabilidade e sua importância na arquitetura contemporânea | 16 |
| 3. Princípios Sustentáveis da Arquitetura Vernacular | 22 |
| 3.1. A sustentabilidade ambiental na arquitetura vernacular..... | 22 |
| 3.2. A sustentabilidade social na arquitetura vernacular | 24 |
| 3.3. A sustentabilidade econômica na arquitetura vernacular..... | 26 |
| 4. Estratégias e Soluções Vernaculares para a Arquitetura Sustentável | 28 |
| 4.1. Estratégias e soluções na concepção arquitetônicas..... | 28 |
| 4.1.1. Pátios | 28 |
| 4.1.2. Espaços de transição | 29 |
| 4.1.3. Técnicas de ventilação e condicionamento de ar passivas..... | 30 |
| 4.1.4. Iluminação natural | 32 |
| 4.2. Estratégias e soluções técnicas e construtivas..... | 34 |
| 4.2.1. Inércia térmica das paredes | 34 |
| 4.2.2. Sistemas de sombreamento e refrigeração | 35 |
| 4.2.3. Sistemas de aquecimento de baixo consumo | 38 |
| 4.2.4. Uso de materiais de construção tradicionais | 39 |
| 4.3. Estratégias e soluções intangíveis | 43 |
| 4.3.1. Incorporação de fatores culturais e sociais..... | 43 |
| 4.3.2. Arquitetura comunitária | 44 |
| 4.3.3. Transferência e aprimoramento de saberes | 45 |
| 5. A arquitetura vernacular no século XXI: estudos de caso | 46 |
| 5.1. Moradas Infantis em Canuanã, Brasil..... | 46 |
| 5.2. Escola Primária em Gando, Burkina Faso..... | 61 |
| 5.3. Hospital Bayalpata, Nepal | 72 |
| 5.4. Pingtan Book House, China..... | 83 |
| 6. Considerações finais | 92 |

1. Introdução

1.1. Apresentação do tema

É unânime entre a comunidade científica que uma dramática mudança climática provocada por ações antrópicas já está em curso e teme-se que ela chegue a um ponto que não seja mais reversível. A indústria da construção civil constitui uma das que mais geram impactos ambientais, especialmente quando se trata da emissão de gases estufa, do consumo de recursos naturais, de gastos energéticos e de uso e ocupação do solo. Ao mesmo tempo, apresenta uma profunda capacidade de interferir na saúde, no bem estar humano e na economia em geral. Assim, torna-se extremamente necessário a adoção de novas posturas neste setor diante das radicais mudanças climáticas que vêm ocorrendo nos últimos tempos e da acelerada degradação antrópica no meio ambiente.

A preocupação com o desenvolvimento sustentável no segmento tem se tornado uma pauta importante no mesmo. Notabiliza-se um intenso debate na academia sobre o significado do conceito de desenvolvimento sustentável, contudo, a versão mais frequente para o termo integra o Relatório Brundtland (1987, p. 2): “o desenvolvimento que permite satisfazer as necessidades do presente sem comprometer as possibilidades das gerações futuras de satisfazerem as suas”. Posteriormente, se estabeleceu como consenso que o desenvolvimento sustentável se compõe de três dimensões: a ambiental, a social e a econômica (MONTEIRO; CONCEIÇÃO, 2022), as quais devem ser apropriadamente consideradas nos processos de projeto e na concepção de edificações.

Essa busca pela inserção de princípios de sustentabilidade na construção civil despertou um interesse de profissionais e estudiosos pela arquitetura vernacular, cujas características passaram a ser repensadas e se tornaram modelos de referência para a arquitetura sustentável contemporânea (SALGIN et al. 2017; AGYEKUM et al., 2020). A arquitetura vernacular apresenta aspectos distintivos em cada região do mundo, uma vez que ela é concebida e adaptada para responder ao clima, topografia, recursos locais e realidades sócio-econômicas de sua localidade (PARDO, 2023). Assim, uma de suas propriedades mais relevantes corresponde à sua adaptação e respeito às condições locais do ambiente onde se situa, o que é alcançado de diversas maneiras, desde o uso de estratégias bioclimáticas de construção até o uso de materiais locais (FERNANDES et. al, 2016). Estas estratégias vernáculas, quando empregadas no desenho arquitetônico moderno, podem contribuir com a eficiência energética de edificações e com um uso mais racional de recursos, princípios básicos de edificações ambientalmente sustentáveis (PARDO, 2023). Por ser baseada em práticas que consideram e se ajustam ao clima, aos recursos disponíveis e à geografia, a arquitetura vernacular oferece soluções

inteligentes e economicamente viáveis para uma edificação sustentável ao propor um caminho baseado em técnicas, métodos construtivos e materiais adaptados às necessidades e realidades de cada região (ACHENZA et al., 2014; FERNANDES et. al, 2016)

A arquitetura vernacular também se caracteriza pela sua funcionalidade e por ser uma resposta racional para atender às necessidades de determinada população, sendo concebida em ressonância com costumes, modos de vida, condições sociais e tradições regionais (NAZARPOUR, KHORRAM, 2015). Nesse sentido, para além de providenciar edificações utilitárias, confortáveis e adequadas para seus ocupantes, a arquitetura vernacular está intimamente ligada à expressão e afirmação de identidades, aspecto também abarcado pela sustentabilidade (FERNANDES et. al, 2016; NAZARPOUR, KHORRAM, 2015).

1.2. Problema

A partir de meados do século XX, diversas arquiteturas vernáculas locais passaram a ser gradativamente substituídas por estilos e técnicas globais importadas que, ao mesmo tempo que eram consideradas como símbolo de poder e modernidade, não possuíam consonância com o ambiente e não manifestam a identidade do local e dos seus usuários (LAMBERTS et al., 2014; SALMAN, 2019). Somado a isso, enquanto a arquitetura vernacular tem como essência a adaptabilidade ao clima e o amplo uso de estratégias bioclimáticas, edificações da atualidade nem sempre são projetadas em adequação ao clima e utilizam de modo exacerbado sistemas de iluminação e climatização artificiais, uma solução cômoda, porém energeticamente desvantajosa (LAMBERTS et al., 2014; PARDO, 2023). Consequentemente, este modelo industrializado e internacional, largamente seguido por edificações contemporâneas, tem se mostrado prejudicial ao meio ambiente e insustentável a longo prazo.

1.3. Objetivos

Com essas considerações, este trabalho tem como objetivo discutir se técnicas e soluções vernaculares podem ser viáveis na promoção da sustentabilidade para edificações contemporâneas. Assim, procura-se identificar as possibilidades e os benefícios de elementos vernáculos em serem explorados como uma alternativa para garantir novas construções energeticamente eficientes, de baixo impacto ambiental, econômicas e socialmente responsivas. Ademais, serão investigadas estratégias vernaculares diversas de modo a debater sua relevância no atual contexto de emergência climática e as possibilidades de integração com a arquitetura contemporânea.

1.4. Prévía

O desenvolvimento deste trabalho se constitui na estruturação de cinco capítulos no sentido de melhor detalhar e responder às questões apresentadas acima sempre em diálogo com as pesquisas realizadas. O primeiro capítulo corresponde a um capítulo introdutório onde se contextualiza a pesquisa, além de delimitar a problemática, definir seus objetivos e apresentar a metodologia utilizada.

O segundo capítulo apresenta a conceituação de arquitetura vernacular, apresentando suas características e importância para o atual cenário da construção civil. Também é abordada a questão da sustentabilidade e de seus elementos e princípios aplicados à arquitetura contemporânea, havendo uma ênfase que a sustentabilidade abrange de maneira igual a economia, o meio-ambiente e o social. A apresentação dos conceitos contribuem para uma reflexão crítica a respeito do significado de arquitetura vernacular e arquitetura sustentável.

O terceiro capítulo expõe os aspectos que fazem a arquitetura vernacular ser sustentável. Dada à necessidade de adoção de práticas mais sustentáveis, analisa-se a relação entre arquitetura sustentável e arquitetura vernacular para perceber de que maneira esta última pode desempenhar um papel fundamental para trazer sustentabilidade ambiental, econômica e social ao ambiente construído.

O quarto capítulo apresenta algumas soluções vernaculares que contribuem para que a edificação seja mais sustentável, no sentido mais amplo do contexto. As soluções selecionadas, embora utilizadas há tempos, podem ser executáveis em projetos contemporâneos de modo a diminuir o uso de energia, melhorar as condições de habitabilidade dos espaços e a atender as necessidades de determinada população.

O quinto capítulo traz e analisa quatro estudos de caso de edificações contemporâneas que se propõem a reproduzir práticas vernáculas, em uma amálgama de tradição e modernidade. Na análise dos projetos, se discute se suas soluções podem ser julgadas como vernaculares ou como uma reinterpretação daquilo que é vernacular na região. Ademais, são salientadas e investigadas as soluções vernaculares empregadas nos estudos de caso que, simultaneamente, se tratam de exemplos de sustentabilidade arquitetônica e que, por isso, podem ser replicadas em outros projetos com uma proposta sustentável.

O sexto capítulo corresponde à conclusão do trabalho, onde é feita uma reflexão geral do assunto, de maneira a avaliar o cumprimento dos objetivos delimitados.

1.5. Metodologia

O presente trabalho se trata de uma revisão narrativa condicionada por uma análise crítica. Revisão Narrativa se diferencia das outras duas modalidades de revisão, a sistemática e a integrativa, pois procura somente mapear o conhecimento produzido em determinada área, sem critérios sistemáticos para a busca, a retenção de artigos e a extração de informações (ANDRADE, 2021).

Definiu-se como ponto central da revisão a investigação dos paralelos entre a arquitetura vernacular e a sustentabilidade na construção contemporânea. Como fontes, foram considerados artigos científicos, obras acadêmicas e publicações em periódicos de relevância, havendo uma ênfase maior em estudos sobre arquitetura vernacular, a sustentabilidade e a relação entre os dois tópicos. A pesquisa foi conduzida em bases de dados como Google Scholar, Portal CAPES, ScienceDirect e outros repositórios acadêmicos. Foram incluídos estudos publicados nos últimos 10 anos, de modo a garantir a relevância contemporânea.

Os textos selecionados foram lidos integralmente. Informações e dados relevantes foram organizados em eixos temáticos, como definições e princípios da arquitetura vernacular, a questão da sustentabilidade na construção civil na atualidade, os aspectos da arquitetura vernacular considerados como sustentáveis, estratégias e soluções vernaculares e sua integração com práticas sustentáveis modernas e exemplos de arquitetura vernacular em diversas regiões do mundo. A partir das análises, procurou-se estabelecer um diálogo entre as diferentes fontes, identificando os principais pontos de convergência entre os autores. As informações foram sintetizadas e esclarecidas de forma crítica, de modo a fornecer um panorama atualizado sobre o papel e as possibilidades da arquitetura vernacular na sustentabilidade contemporânea.

Em seguida foi realizada uma nova pesquisa bibliográfica para buscar estudos de caso, que consistem em edificações contemporâneas que fazem o uso de estratégias e técnicas vernaculares, de modo fidedigno ou adaptado. Selecionou-se quatro estudos de caso de diferentes contextos geográficos e climáticos e as informações sobre eles foram coletadas de publicações em periódicos, artigos científicos e relatórios de instituições de arquitetura, encontradas em repositórios como Google Scholar, ScienceDirect e nas páginas dos projetistas e escritórios que conceberam as edificações.

Após a leitura dos estudos de caso, foi realizada uma contextualização dentro da literatura revisada. Os estudos de caso selecionados foram analisados qualitativamente para identificar as seguintes questões: (1) Como os princípios da arquitetura vernacular foram aplicados; (2) Quais materiais e técnicas construtivas locais foram utilizados; (3) Se as técnicas

ditas como vernaculares consistiam em uma reprodução integral ou uma reinterpretação; (4) O impacto ambiental, econômico e social das construções; (5) A relação entre o projeto arquitetônico e a localidade e sua população. Para contribuir com a discussão e sintetizar as informações expostas, foi feita uma tabela para cada estudo de caso onde se expõe as soluções vernaculares empregadas no projeto e que, simultaneamente, consistem em critérios considerados pela sustentabilidade na construção civil

2. Conceitos Fundamentais

2.1. A arquitetura vernacular e suas características

A arquitetura vernacular, comumente referida como “arquitetura tradicional” ou “arquitetura popular”, corresponde a tipologias arquitetônicas de caráter regional ou local, pois estão diretamente ligadas ao contexto, às condições geográficas e aos aspectos culturais do local em que estão inseridas (PARDO, 2023). Desta maneira, a arquitetura vernacular é notável por estar condizente ao clima e à natureza locais, exemplificando o resultado de uma sabedoria abrangente que foi transmitida por gerações passadas até os dias atuais (COJOCARU, ISOPESCU, 2021). Por corresponder a construções influenciada pela topografia, localização geográfica, materiais disponíveis, clima, tradições e cultura e ser produzida por não-especialistas através do conhecimento transmitido e enriquecido de uma geração para outra, a arquitetura vernacular se destaca pela sua singularidade e por refletir a identidade do lugar e das pessoas que a produzem (HU, 2023; SALMAN, 2019).

Ao longo da história da arquitetura, empregavam-se estratégias passivas para proporcionar condições confortáveis em climas locais pelo fato de que as tecnologias ativas de ventilação e climatização não existiam ou não se encontravam popularizadas (COJOCARU, ISOPESCU, 2021). Ademais, pela falta de tecnologias e equipamentos capazes de produzir materiais modernos e pela dificuldade de transporte, se empregava de modo abundante materiais naturais, acessíveis e de caráter local (SALGIN et al. 2017). Estas soluções simples e, ao mesmo tempo, engenhosas, passavam por questões pertinentes advindas das características geográficas, orientação, insolação, geometria forma, materiais, entre outras (FERNANDES et. al, 2016).

A Revolução Industrial tornou disponível na construção civil uma gama de materiais até então inexistentes, tais como o aço, o concreto armado e os polímeros, fato que, somado às transformações sociais, econômicas e técnicas que o mundo vivenciou nos períodos entre e após as Grandes Guerras, levou à homogeneização das técnicas de projeto e construção e, conseqüentemente, da aparência e do aspecto dos edifícios, mudando radicalmente o quadro da arquitetura (HU, 2023; LAMBERTS et al., 2014). O chamado Estilo Internacional, originado no período entre-guerras, tem como principal ponto de partida o funcionalismo e a praticidade para atender às necessidades de todos os países. Entretanto, junto a isso, muitos profissionais passaram a limitar a arquitetura funcionalista a uma padronização de edificações, onde diversos estilos e técnicas globais importados não condizem com o ambiente e não refletem as singularidades de cada localidade e de seu povo e sociedade (SALMAN, 2019).

Somado a isso, inovações de áreas específicas do processo de construção da arquitetura, tais como o conforto ambiental, deixaram de ser assimiladas por arquitetos, sobretudo após a popularização de sistemas de climatização e iluminação artificiais, que passaram a ser utilizados de maneira indiscriminada, consistindo em uma maneira bastante cômoda do projetista solucionar problemas de adequação do edifício ao clima (LAMBERTS et al., 2014). As “edificações de vidro”, pouco práticas e até mesmo muito quentes no verão e muito frias no inverno, passaram a ser exportada como símbolos de poder e como sinônimo de modernidade, juntamente com mega estruturas de concreto e aço e sistemas sofisticados de ar condicionado, sem experimentar nenhuma readaptação às características climáticas e culturais do local de destino (LAMBERTS et al., 2014; SALMAN, 2019).

Embora tenha sofrido críticas ao longo de sua existência, o estilo internacional passou a ser mais fortemente contestado a partir da década de 1970, com as crises do petróleo, e da década de 1980, devido ao explosivo aumento da população urbana (LAMBERTS et al., 2014). Inicialmente consideradas o ponto mais forte do estilo internacional, as soluções de design universalmente aplicáveis passaram a ser entendidas como uma das fraquezas do estilo, pois estas eram indiferentes à localização, terreno e ao clima e não levavam em conta a história local ou ao vernáculo da região. O setor da construção civil também passou a manifestar interesse pela concepção de edificações verdes, as quais não são consideradas inéditas pelo fato de que diversos de seus materiais, estratégias e técnicas são incorporados da arquitetura vernacular (AGYEKUM et al., 2020). Desta forma, a arquitetura vernacular passou a ser revalorizada pelo fato de que esta se baseia em técnicas passivas para minimizar condições climáticas desfavoráveis e atingir melhores níveis de conforto em ambientes internos sem depender de mecanismos ativos que consomem energia (PARDO, 2023).

Na atualidade, era do rápido desenvolvimento tecnológico e da construção civil massiva e rápida, a arquitetura vernacular aparentemente perdeu seu espaço, entretanto, existe um crescente reconhecimento que ainda há muito a aprender com as construções tradicionais, reconhecidamente adaptadas de modo adequado ao clima e à cultura locais (COJOCARU, ISOPESCU, 2021). Este reconhecimento se faz especialmente pelo fato de que uma das marcas da arquitetura vernacular corresponde à profunda compreensão do clima local e da região em todos os seus aspectos, os quais consistem em diretrizes para a concepção de uma arquitetura mais sustentável (SALGIN et al., 2017). Estas e outras práticas de projeto e construção na arquitetura vernacular são o núcleo dos princípios da sustentabilidade na construção civil, e, por isso, têm se tornado referência para a arquitetura sustentável contemporânea (HU, 2023).

Diante da atual crise ambiental e pela conseqüente busca por técnicas e elementos que tragam maior economia e sustentabilidade aos projetos, soluções encontradas em projetos vernáculos têm sido cada vez mais investigadas de maneira em que elas possam nortear e serem adaptadas às edificações contemporâneas (FERNANDES et. al, 2016). Diversas técnicas, conceitos e princípios bioclimáticos trazidos pela arquitetura vernacular podem ser utilizados em edificações que almejam a alta eficiência energética e um ambiente racional e confortável para os usuários (LAMBERTS et al., 2014). Dentre estes, podem ser citados o aproveitamento de características desejáveis do clima e o simultâneo evitamento daquelas consideradas indesejáveis, o respeito ao modo de vida da sociedade, o emprego de materiais locais e com menor pegada de carbono e o uso de técnicas construtivas locais (LAMBERTS et al., 2014; SALMAN, 2019).

Considera-se que não é adequado copiar cegamente e fielmente os exemplos da arquitetura vernácula histórica para a concepção de um projeto contemporâneo, especialmente pelo fato de que edifícios históricos vernáculos foram produto de condições sociais e tecnológicas distintas da atualidade, além de terem sido projetados para atender padrões de uso e conforto também diferentes (ACHENZA et al., 2014). Por outro lado, aproximar o conhecimento vernacular com as tecnologias disponíveis no presente para criar uma tipologia sustentável é algo pertinente (SOUZA, 2023). O estudo e entendimento da arquitetura vernácula proporciona indicações úteis para um projeto energeticamente eficiente, confortável e com bom custo benefício, desde que o projetista seja capaz de refletir quais princípios atendem as necessidades atuais (ACHENZA et al., 2014).

Por fim, pode-se afirmar que a maior lição que a arquitetura vernacular oferece para a arquitetura contemporânea é a capacidade de selecionar e empregar as estratégias bioclimáticas mais adequadas, ao mesmo tempo em que satisfaz necessidades técnicas, econômicas e sociais da localidade onde está inserida (ACHENZA et al., 2014). O emprego de materiais disponíveis localmente e elementos arquitetônicos tradicionais em edificações atuais permite que arquitetos, engenheiros e designers possam criar edifícios bem adaptados ao clima e ao ambiente locais, além de respeitar e celebrar patrimônio cultural e os conhecimentos e tradições da região (SOUZA, 2023).

2.2. A questão da sustentabilidade e sua importância na arquitetura contemporânea

A indústria da construção civil está fortemente relacionada com a questão do desenvolvimento sustentável, seja em escala global, nacional, regional ou local (MAVI et al. 2021). Suas atividades são umas das que mais causam impactos ambientais ao se considerar toda a macro indústria, desde a extração de recursos até a disposição final de produtos, sendo elas responsáveis por cerca de 36% do consumo global de energia e por 39% das emissões de dióxido de carbono (CO₂) relacionadas com a energia (MAVI et al. 2021). Ao mesmo tempo, esta indústria apresenta significativo papel social e econômico, pois além de ser uma grande fonte de geração de empregos e de contribuição com o PIB mundial, sua atuação vincula-se com o atendimento de necessidades humanas básicas, como educação, habitação, saúde, infraestrutura e interação social (SALGIN et al. 2017).

Diante da urgência em rever os impactos ambientais provocados por ações antrópicas no ambiente, todos os setores da sociedade devem admitir ações que atenuem esses efeitos (LAMBERTS et al., 2014). Como as atividades de construção têm um enorme impacto no meio ambiente, na saúde humana e na economia em geral, considera-se fundamental aplicar recursos de sustentabilidade a este setor (SALGIN et al. 2017). Nesse contexto, torna-se prioridade a busca por edificações que empreguem estratégias passivas e métodos construtivos adaptados ao clima, que levem a menor demanda de energia, menos emissões de CO₂ e condições térmicas internas mais confortáveis (PARDO, 2023). Simultaneamente, a arquitetura deve cumprir sua função de organizar o ambiente construído e desenvolver as relações pessoais e interpessoais, por isso, também considera-se fundamental que a edificação, além de impactar minimamente o ambiente e usar os recursos de maneira eficiente, deve também promover uma melhoria na qualidade de vida da população, integrando-se ao entorno, ao clima local e aos aspectos culturais e sociais (SALMAN, 2019; YAHYA, HASSANPOUR, 2022).

Na década de 1990, é criado por John Elkington o conceito da *triple bottom line* (TBL), utilizado para dimensionar e reportar performances sociais, econômicas e ambientais de organizações, empresas ou governos, e, de maneira mais abrangente, também se refere a valores, processos e questões que devem ser incluídos para se criar a sustentabilidade social, ambiental e econômica (MONTEIRO; CONCEIÇÃO, 2022). A partir do conceito da *triple bottom line* (TBL), considera-se que o desenvolvimento sustentável se compõe de três pilares: o social, o ambiental e o econômico (SALGIN et al. 2017). Por isso, quando se fala em “construção sustentável”, considera-se uma integração entre a sustentabilidade ambiental,

econômica e social de maneira equilibrada, sem que nenhum desses três pilares se sobressaia em relação ao outro (FERNANDES et. al, 2016).

A primeira dimensão normalmente citada do desenvolvimento sustentável é a ambiental ou ecológica e se refere à saúde dos sistemas naturais, buscando um modelo de produção e consumo que seja compatível com o meio ambiente (MONTEIRO; CONCEIÇÃO, 2022). A dimensão econômica da TBL reconhece que a economia é uma etapa crítica para se atingir a sustentabilidade, e assim, refere-se ao aumento simultâneo da eficiência da produção e do consumo com a economia crescente de recursos naturais (MAVI et al. 2021). Considerando que a dimensão econômica deve ser favorável de maneira coletiva, o lucro para alguns não deve significar prejuízo para outros e não deve impor custos resultantes de poluição e de degradação ambiental (MAVI et al. 2021). Já a dimensão social da sustentabilidade está mais conectada aos processos do que à realidade física, envolvendo questões como igualdade política e social, o direito de possuir acesso igualitário à educação, saúde e a oportunidades econômicas e o bem estar físico e emocional para o qual a conexão com o lugar contribui (MONTEIRO; CONCEIÇÃO, 2022).

A partir da concepção de sustentabilidade trazida pela Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento da ONU, a arquitetura sustentável pode ser entendida como todo projeto que tem como objetivo ordenar o espaço atendendo as necessidades do presente sem comprometer as gerações futuras (SALGIN et al. 2017). Combinar o tripé da TBL e o conceito trazido pela ONU em uma arquitetura que se propõe a ser sustentável se trata de um dos desafios para uma visão holística relacionada a esta questão (MONTEIRO; CONCEIÇÃO, 2022).

Frequentemente utilizados de forma intercambiável, os conceitos “Projetos de Alto Desempenho” (High-Performance Design), “Green Building” e “Design Sustentável” (Sustainable Design) focam nas questões ecológicas, ambientais, sociais e econômicas de uma edificação, bem como mostram preocupação com os efeitos do ambiente construído no ambiente natural, economia, saúde e produtividade (VEGAS et al., 2014; YAHYA, HASSANPOUR, 2022). Estes termos também são definidos como um método de projeto e design no uso de elementos de alto desempenho para reduzir impactos ambientais negativos, ao mesmo tempo em que fornece saúde e conforto aos ocupantes, considerando, desta maneira, fatores socioeconômicos, culturais, ambientais e políticos sob diferentes perspectivas de curto, médio e longo prazo (MAVI et al. 2021; YAHYA, HASSANPOUR, 2022).

Embora estudos sobre a arquitetura que emprega uso integral da TBL tiveram avanços significativos nos últimos anos, as definições abrangentemente aceitas em relação à

sustentabilidade na arquitetura ainda se apresentam como complexas para serem colocadas em prática por parecerem abstratas e subjetivas (MONTEIRO; CONCEIÇÃO, 2022). Ao mesmo tempo, ter em mente os princípios da sustentabilidade contribui para o entendimento e para a elaboração de projetos mais conscientes na perspectiva socioambiental, já que possuir uma visão conceitual para avançar em cada área da TBL na arquitetura se trata de um importante critério para uma abordagem operativa sistemática e consistente.

Buscando uma aproximação mais sólida sobre o que seria uma arquitetura que segue parâmetros sustentáveis como um todo, a Escola Superior de Gallaecia (Portugal) em parceria com a École Nationale Supérieure d'Architecture de Grenoble (França), Universitat Politècnica de València (Espanha) Università degli Studi de Firenze (Itália), e Università degli Studi de Cagliari (Itália) elaborou em 2014 o Projeto Versus, que procurou estabelecer quais são as estratégias que trazem sustentabilidade para as edificações, especialmente aquelas empregadas na arquitetura vernacular (CARLOS et al., 2014). Por meio de revisão de literatura, workshops e debates com professores, pesquisadores, estudantes e técnicos municipais, o Projeto Versus identificou quais são os principais parâmetros encontrados na arquitetura sustentável que diz respeito a Ambiente, Sociedade e Economia. O Quadro 1 apresenta os princípios encontrados pelo Projeto Versus que determinam como uma edificação pode se apresentar como ambientalmente, socialmente e economicamente sustentável e de que maneira o projeto pode alcançar esses princípios. Também é apresentada no Quadro 1 uma síntese aproximada das propostas analisadas até aqui.

Quadro 1: Parâmetros encontrados na Arquitetura Sustentável

| Categoria | Indicador | Critérios ou estratégias |
|------------------|--|--|
| Ambiental | Respeito à paisagem e ao contexto ambiental | <ul style="list-style-type: none"> • Garantir uma escolha adequada do local; • Conhecer e entender as características do local; • Minimizar o impacto das intervenções; • Garantir condições para a regeneração do local; • Integrar a edificação com a morfologia do ambiente. |
| | Minimização de desperdícios de materiais e redução da poluição | <ul style="list-style-type: none"> • Empregar materiais existentes localmente; • Utilizar recursos energéticos localmente disponíveis; • Empregar, preferencialmente, materiais reciclados ou recicláveis; • Reduzir a perda de energia térmica; |

| | | |
|--------|--|--|
| | | <ul style="list-style-type: none"> • Prever futuras manutenções e buscar estender a vida útil da edificação |
| | Aproveitamento dos recursos naturais disponíveis | <ul style="list-style-type: none"> • Escolher uma orientação adequada para a edificação; • Considerar e respeitar a hidrografia local e gerenciar os recursos hídricos de maneira racional e apropriada; • Incorporar a energia solar no projeto; • Realizar o aproveitamento máximo do relevo natural em que a edificação se localizará; • Beneficiar-se da inércia térmica do solo. |
| | Contribuição à saúde e ao bem estar humano | <ul style="list-style-type: none"> • Assegurar uma ventilação natural adequada; • Apresentar uma iluminação e radiação solar satisfatórias; • Garantir que a temperatura e os níveis de umidade internos possuam valores aceitáveis; • Aperfeiçoar o aquecimento e resfriamento naturais e passivos; • Evitar o uso de materiais tóxicos. |
| | Resiliência e redução de danos provocados por desastres naturais | <ul style="list-style-type: none"> • Desenvolver sistemas de construção flexíveis e resistentes; • Fornecer orientação prática para antecipar e mitigar riscos; • Considerar as características específicas dos riscos existentes no local; • Integrar medidas técnicas e comportamentais para a redução da vulnerabilidade; • Incorporar estratégias para uma rápida recuperação após um eventual desastre. |
| Social | Transferência de saberes e culturas construtivas | <ul style="list-style-type: none"> • Reconhecer o valor dos saberes e da memória construtiva; • Permitir experiências construtivas práticas para facilitar o conhecimento empírico; • Envolver gerações mais jovens em processos construtivos; • Valorizar todos os atores das atividades que envolvem conhecimentos tradicionais; • Facilitar a participação da comunidade em processos de tomada de decisões. |
| | Proteção da paisagem sócio-cultural | <ul style="list-style-type: none"> • Compreender o local e as suas dinâmicas de funcionamento; • Articular a organização espacial com as necessidades produtivas; • Desenvolver técnicas de uso da terra que garantam e preservem a biodiversidade; |

| | | |
|-----------|--|--|
| | | <ul style="list-style-type: none"> • Otimizar microclimas e as características do solo a partir do plantio sustentável de culturas e do manejo correto da terra; • Regular as atividades produtivas a partir das características ambientais, bem como por ciclos sazonais e económicos; |
| | Reconhecimento de valores intangíveis | <ul style="list-style-type: none"> • Transmitir a história e os valores culturais; • Reconhecer expressões simbólicas locais; • Incorporar rituais sociais; • Construir um caráter comunitário e um senso de lugar; • Considerar os processos construtivos e produtivos como valores culturais. |
| | Valorização e melhoria de ideias e soluções criativas e inovadoras | <ul style="list-style-type: none"> • Desenvolver uma inteligência coletiva; • Integrar influências de outras culturas construtivas; • Permitir a experimentação nas técnicas e processos construtivos; • Aprimorar técnicas construtivas a partir da experiência, por meio de processos de tentativa e erro; • Encorajar a diversidade nas soluções de sistemas construtivos. |
| | Encorajamento da coesão social | <ul style="list-style-type: none"> • Promover relações entre gerações distintas; • Estimular a participação e o engajamento comunitário; • Impulsionar a existência de lugares para encontros comunitários; • Atribuir valor ao desenvolvimento do bem estar coletivo; • Construir infraestrutura e locais de comércio comunitários. |
| Econômico | Apoio a autonomia local | <ul style="list-style-type: none"> • Empregar materiais e recursos locais e acessíveis; • Estimular a produção local; • Aumentar o empoderamento da comunidade; • Compartilhar recursos; • Favorecer a mão de obra local. |
| | Otimização do trabalho de construção | <ul style="list-style-type: none"> • Otimizar o uso dos materiais; • Assegurar uma escala apropriada para a edificação; • Estimular a preferência por materiais de menor processamento; • Racionalizar o transporte; |

| | | |
|--|--|---|
| | | <ul style="list-style-type: none"> • Aperfeiçoar a simplicidade técnica nos processos de construção. |
| | Economia de recursos | <ul style="list-style-type: none"> • Empregar materiais recicláveis; • Promover uma ocupação densa, porém racional, da edificação; • Garantir o fornecimento de energia renovável; • Desenvolver sistemas construtivos condizentes com a realidade local; • Dar preferência e aprimorar sistemas naturais de ventilação, iluminação e aquecimento. |
| | Promoção de atividades locais | <ul style="list-style-type: none"> • Contribuir com a economia e comércio locais; • Promover o uso coletivo dos espaços; • Incluir espaços para atividades produtivas, tanto na escala arquitetônica quanto na urbana; • Desenvolver produtos locais, feitos com matérias locais; • Possibilitar a agricultura urbana e a produção local de alimentos. |
| | Prolongamento da vida útil da edificação | <ul style="list-style-type: none"> • Prever a substituição regular de componentes da edificação; • Planejar as manutenções da edificação; • Prevenir o desgaste de elementos da construção; • Projetar edificações flexíveis que permitam futuras mudanças e ampliações; • Construir estruturas duráveis e resistentes. |

Fonte: CARLOS et al., 2014. Adaptado pela autora

3. Princípios Sustentáveis da Arquitetura Vernacular

3.1. A sustentabilidade ambiental na arquitetura vernacular

Tem sido reconhecido que a arquitetura vernacular corresponde a um rico reservatório de conhecimento, ainda vivo na prática em muitos casos, no que se refere, principalmente, à otimização do ambiente natural e dos seus recursos em relação às necessidades sociais que um espaço construído pode satisfazer (GUERRERO BACA, SORIA LOPEZ, 2018). As edificações vernaculares apresentam um significativo potencial para delinear os princípios de arquitetura ambientalmente sustentável da atualidade, uma vez que estas são concebidas para, primeiramente, responderem às condicionantes ambientais, geográficas e climáticas do local onde estão inseridas (SALGIN et. al, 2017). Mais especificamente, as diversas práticas de projeto e de construção da arquitetura vernácula correspondem ao núcleo dos princípios de projeto sustentável, caracterizados por serem ecologicamente corretos e consumirem menos energia do que seus equivalentes contemporâneos, ao mesmo tempo que atende às necessidades de uma população inserida em um ambiente específico (HU, 2023).

Nas últimas décadas, o mundo testemunhou uma grande preocupação acerca de dilemas ambientais, como o esgotamento dos recursos, a poluição do ar e da água, o aquecimento global, e o crescimento populacional, questões estas que indicaram a necessidade da integração da sustentabilidade em todos os aspectos humanos, incluindo no campo das edificações (SALMAN, 2019). Dentro desse aspecto, a sustentabilidade ambiental das edificações e da arquitetura se trata de garantir o conforto humano satisfatório e, simultaneamente, evitar ou limitar impactos ambientais, como a poluição e o alto consumo de recursos (GIOVAGNORIO, ACHENZA, 2014).

Até a Revolução Industrial, as pessoas costumavam depender dos recursos bioclimáticos e ambientais locais para obter alimentos, fontes de energia e materiais de construção, além de que seus hábitos cotidianos levavam a uma maior compreensão dos seus contextos ambientais (HU, 2023). A industrialização trouxe mudanças entre a relação entre o ser humano e seu contexto ambiental, o que também impactou o campo das edificações (GIOVAGNORIO, ACHENZA, 2014). O progresso industrial modificou significativamente o setor da construção ao introduzir novas técnicas e materiais de construção, sendo estes fortemente processados e padronizados e, atrelado a isso, lançou também processos de produção altamente poluentes e energeticamente dispendiosos (HU, 2023; FERNANDES et. al, 2016).

Após o surgimento da arquitetura modernista, auxiliada pela Revolução Industrial, a arquitetura vernacular passou a ser associada a um passado ultrapassado e à pobreza, e por isso,

a tipologia é progressivamente substituída por modelos arquitetônicos que privilegiam tecnologias, materiais e formas mais modernas e internacionais (DU, 2019). Estes modelos, porém, apresentam diversas características que vão contra a proposta de uma construção ambientalmente sustentável. Por exemplo, na atualidade o setor da construção civil utiliza, principalmente, materiais produzidos industrialmente, caracterizados pela alta energia incorporada, altas emissões de carbono e processos de produção com alto consumo de energia (GIOVAGNORIO, ACHENZA, 2014). Outro exemplo é que a desconsideração das edificações globalmente homogêneas com o clima local levou à criação de soluções construtivas energeticamente ineficientes e que não condizem com as características do ambiente, aumentando assim os custos e os gastos energéticos na operação do edifício referentes a sistemas de aquecimento e refrigeração (GIOVAGNORIO, ACHENZA, 2014).

Atualmente, com a crescente preocupação com a mitigação dos impactos ambientais na construção civil, pesquisadores e projetistas têm buscado associar as tecnologias e técnicas de construção contemporâneas com as tradições vernáculas, especialmente devido à sua boa resposta climática, modelo passivo e baixo consumo de energia (SOUZA, 2023; DU, 2019). Princípios empregados em construções tradicionais podem ser eficientemente implementados em edificações modernas de modo a produzir edifícios verdes e com poucos gastos energéticos e, se adotados de maneira racional e crítica, podem ser uma alternativa adequada para a produção de uma arquitetura sustentável (DU, 2019)

A arquitetura vernacular tem como prioridade o uso de materiais disponíveis localmente e com baixa energia incorporada, o que traz uma redução da pegada de carbono associada ao transporte e à própria produção destes materiais (YAHYA, HASSANPOUR, 2022). Desta maneira, estando os diversos setores da sociedade mais preocupados com questões ambientais, materiais de construção tradicionais, tais como a pedra, a madeira, a terra ou a palha, tem passado por uma espécie de renascimento em relação aos materiais produzidos industrialmente em diversas partes do mundo (PARDO, 2023).

Além de serem considerados mais verdes, os materiais de construção tradicionais apresentam também outras vantagens intrínsecas, como boa performance ao clima condizente, maior disponibilidade e melhor reintegração ao ambiente em uma eventual demolição (AKBAR et. al, 2020). Se no passado estes materiais eram empregados exclusivamente com a finalidade de satisfazer as necessidades culturais, sociais e econômicas de indivíduos e comunidades, atualmente podem ser utilizados como estratégia para promover o desenvolvimento sustentável e apoiar o envolvimento social e a continuidade cultural (PARDO, 2023).

Outra característica marcante dos projetos arquitetônicos tradicionais é a incorporação de estratégias passivas de iluminação, resfriamento e aquecimento, como o uso de massa térmica, ventilação natural e sombreamento (YAHYA, HASSANPOUR, 2022). No passado, devido à indisponibilidades ou à baixa disseminação das tecnologias de conforto ambiental que utilizam as atuais fontes de energia disponíveis, as edificações eram construídas apenas empregando soluções passivas de climatização e iluminação (FERNANDES et. al, 2016). Estas soluções, que apesar de simples podem também ser consideradas como engenhosas, buscavam tirar o máximo de proveito da luz natural, ventilação, características geográficas, orientação, dentre outros, e atualmente tem sido cada vez mais requisitadas pela arquitetura contemporânea sustentável por serem capazes de reduzir significativamente o consumo de energia e a pegada de carbono de uma edificação (FERNANDES et. al, 2016).

3.2. A sustentabilidade social na arquitetura vernacular

Devido ao crescente conjunto de desafios ambientais enfrentados recentemente, profissionais e pesquisadores começaram a sugerir e debater o caráter sustentável da arquitetura vernacular em relação aos edifícios contemporâneos que, em muitos casos, estão associados a uma série de aspectos prejudiciais ao meio ambiente, tais como alta pegada de carbono, grande consumo de energia, poluição e elevado desperdício de recursos (OLUKOYA, ATANDA, 2020). Sistemas construtivos vernaculares, por outro lado, tem ganhado a atenção do setor da construção civil devido a sua resposta climática satisfatória, tecnologias passivas e baixo consumo de energia, deixando de ter uma imagem apenas relegada ao passado, mas sim posicionada como um repositório de conhecimentos e valores que a indústria da construção contemporânea pode empregar para o desenvolvimento de ambientes construídos mais sustentáveis (DU, 2019)

Nota-se, no entanto, que apesar do interesse renovado, geralmente as reproduções das lições fornecidas pela arquitetura vernacular privilegiam a sustentabilidade ambiental em detrimento de outros pilares do desenvolvimento sustentável, sendo que os maiores destaques trazidos a esta tipologia se dão em função de sua performance ambiental, aos seus materiais e propriedades térmicas, a sua otimização energética, aos seus layouts e a sua relação com o microclima e as condições geográficas do local de inserção (OLUKOYA, ATANDA, 2020). Por outro lado, dentre os três pilares da sustentabilidade na arquitetura vernacular o aspecto social é o que aparece em menor frequência na literatura e o menos abordado por profissionais e estudiosos, possivelmente por apresentar resultados intangíveis e, portanto, mais complexos

de serem observados (CORREIA et al., 2014; OLUKOYA, ATANDA, 2020).

A sustentabilidade social abrange noções de equidade, empoderamento, acessibilidade, participação, partilha e identidade cultural, assim, a arquitetura socialmente sustentável busca combinar a concepção do domínio físico com a concepção do mundo social, ou seja, uma infraestrutura para apoiar a vida social e cultural, comodidades sociais, sistemas para o envolvimento dos cidadãos e oportunidade para a evolução de pessoas e lugares (SALGIN et. al, 2017). Sendo assim, a arquitetura vernácula se trata de um rico reservatório de conhecimento, ainda vivo na prática em muitos casos, especialmente relacionado com a otimização do ambiente natural e dos seus recursos em relação às necessidades sociais que um espaço habitacional pode satisfazer, podendo assim fornecer lições que podem ser utilizadas na arquitetura contemporânea de modo a melhorar a qualidade de vida geral das pessoas que habitam e utilizam os espaços construídos (GUERRERO BACA, SORIA LOPEZ, 2018, 2018; SALMAN, 2019).

A arquitetura vernácula representa a preservação da herança cultural e da identidade de uma comunidade, especialmente pelo fato de que suas formas e características tipológicas são resultado de práticas sociais e conhecimentos acumulados que foram preservadas e, simultaneamente, atualizadas com novas experiências (GUILLAUD, 2014; GUERRERO BACA, SORIA LOPEZ, 2018). Sendo projetada com base nas necessidades de uma sociedade e sendo resultado da maneira que as pessoas modificam o ambiente para acomodar essas necessidades, vida cotidiana, costumes e cultura, a arquitetura vernácula é também considerada um aspecto fundamental da expressão cultural e da continuidade histórica de uma população (SALGIN, 2019).

Cada edificação vernacular corresponde a um testemunho do *know-how* das pessoas anônimas que a construiu, revelando também pistas sobre a história desses construtores, tais como sua interação com o ambiente, seus modos de vida e quais são seus valores (GUILLAUD, 2014). Por isso, a preservação dos conhecimentos e técnicas construtivas que fizeram essas estruturas contribuem para manter a diversidade e a identidade cultural em oposição aos estilos e técnicas globais importados, que frequentemente não se adaptam ao ambiente e não refletem a singularidade de cada região e do seu povo e sociedade (SALGIN, 2019).

A sustentabilidade e a preservação da identidade cultural são complementares, especialmente pelo fato de que o caráter duradouro da identidade é embasado tanto pelo ambiente natural quanto pelo cultural, como a topografia natural, material e cultural que inclui pontos de vista e hábitos, questões todas contidas no conceito de sustentabilidade (SALMAN, 2019). A identidade da arquitetura vernacular sempre ficou evidente no espaço construído por

estar aderida ao ambiente natural e social enquanto a evolução da sociedade ocorre ao longo do tempo, isto é, esta arquitetura abraça a identidade por refletir seu lugar, pessoas e cultura (SALMAN, 2019). Por ser capaz de representar a capacidade de populações em adaptarem-se ao seu ambiente através dos recursos locais e do conhecimento tradicional, a arquitetura vernacular também promove a sustentabilidade social ao fomentar a identidade comunitária, a coesão social e a memória coletiva (ACHENZA, 2016).

Destaca-se também que a arquitetura vernácula, estando enraizada nas tradições, cultura e ambiente locais, envolve inerentemente a participação da comunidade na sua criação (SALGIN, 2019). Estando diretamente vinculada com relações de usos e trocas, ela também encoraja novas formas de relacionamento entre os habitantes e seu meio físico, cultural, social e econômico, expressando assim a contínua necessidade de uma coesão social renovada para permitir novas formas de sociabilidade criativa e melhoria da comunidade (GUILLAUD, 2014).

3.3. A sustentabilidade econômica na arquitetura vernacular

Em uma perspectiva sustentável, a tomada de decisões para a atividade econômica deve também incluir aspectos sociais e ambientais (MAVI et al. 2021). Desta forma, a sustentabilidade econômica inclui e considera questões como a gestão eficiente de recursos locais, ao impacto do fator econômico no desenvolvimento local, a melhoria da eficiência do trabalho de construção e uso da edificação, a otimização dos materiais locais, a economia de energia e tudo o que satisfaça os níveis de consumo de uma população sem comprometer as necessidades futuras (SALGIN, 2019; MAVI et al. 2021).

A dimensão econômica da arquitetura vernacular também é abordada com menor frequência na literatura em comparação a estudos sobre seus aspectos de sustentabilidade ambiental, os quais são fisicamente evidentes e, portanto, mais fáceis de serem observados (CORREIA et al., 2014). Todavia, restringir o foco às questões ambientais da arquitetura vernácula oferece uma compreensão incompleta das lições que podem emergir do seu estudo, além de que mostra um quadro parcial dos desafios enfrentados pela tipologia (CORREIA et al., 2014). A dimensão econômica sustentável da arquitetura vernacular pode ser observada em diversos dos seus aspectos, que refletem práticas que resultam na economia do uso de recursos, curtos mais acessíveis e apoio à economia local (ACHENZA, 2016).

Um dos motivos que fazem a arquitetura vernácula se destacar atualmente, como já mencionado, corresponde ao emprego de técnicas bioclimáticas, que abrangem o estudo do clima aplicado à arquitetura para melhorar o conforto e a saúde dos ocupantes de uma edificação

por meio do uso de técnicas de baixa energia passiva, elementos de design corretos e tecnologias que controlam o processo de transferência de calor (DU, 2019; HU, 2023). Este uso do design bioclimático inerente à arquitetura vernacular reduz a necessidade de aquecimento, refrigeração, iluminação e ventilação artificiais, o que leva a uma redução nos custos de energia (CARRAPIÇO et. al., 2014; ACHENZA et al., 2014).

Uma característica marcante dos edifícios vernaculares, como já mencionado, é o uso de materiais e mão-de-obra localmente disponíveis, parâmetros também favoráveis em uma construção economicamente sustentável (ACHENZA, 2016). Os materiais de construção locais podem desempenhar um importante papel no fornecimento de edifícios com menor sobrecarga econômica pelo fato de que, geralmente, há neste caso uma redução nos custos de transporte e aquisição (HU, 2023). Considera-se também que a utilização da mão-de-obra local tem um impacto positivo na economia local, especialmente nas comunidades de menor poder aquisitivo, pois assim há a promoção da economia circular e o incentivo ao desenvolvimento e transmissão de habilidades (HU, 2023).

Há também a questão da promoção da autossuficiência com a minimização da dependência de materiais ou tecnologias importadas, outra importante característica socioeconômica da arquitetura vernacular (CORREIA et al., 2014). Comunidades são capazes de empregar de modo eficiente recursos naturais materiais locais que são facilmente acessíveis nos ambientes mais próximos e também fazer o uso de conhecimentos próprios, o que é particularmente vantajoso, ou mesmo necessário, em áreas remotas ou economicamente desfavorecidas (CORREIA et al., 2014; SALGIN et. al, 2017).

4. Estratégias e Soluções Vernaculares para a Arquitetura Sustentável

Abordados os principais aspectos conceituais da arquitetura vernácula e sustentabilidade das edificações neste capítulo se apresentará e se discutirá as principais estratégias e soluções utilizadas na arquitetura vernácula revisitadas pela arquitetura contemporânea.

4.1. Estratégias e soluções na concepção arquitetônicas

4.1.1. Pátios

O pátio corresponde um espaço central aberto ou semiaberto no interior de uma edificação cujo a função corresponde a fornecer iluminação e ventilação adequadas aos cômodos que se abrem para ele, bem como concentrar as atividades quotidianas dos ocupantes (CALLEJAS et al., 2020). Sendo uma antiga estratégia responsiva ao clima, o pátio é capaz de criar um microclima em escala local sob condições climáticas específicas, alcançando assim uma função de “moderador” (ZHU et al., 2023).

Os pátios têm sido empregados em diversas tipologias de habitação de acordo com cada região climática e com a cultura local a que pertence, sendo que sua resiliência, ou seja, à sua capacidade de resposta a diversas exigências ambientais, sociais e culturais (DIPASQUALE, MECCA, 2014). Embora sejam tradicionalmente encontrados em regiões com o clima quente e seco, os pátios também são utilizados em regiões com climas mediterrânicos ou úmidos, existindo em edifícios de países asiáticos e europeus, bem como no Norte de África, na China e na América Latina (CALLEJAS et al., 2020). Considerando que o microclima do pátio é significativamente influenciado por fatores como geometria, orientação, materiais da parede e elementos de paisagismo, um projeto com combinações e características adequadas pode tornar um pátio mais eficiente energeticamente tanto em zonas de clima quente e úmido e seco quanto em zonas de clima temperado e frio (ZHU et al., 2023).

Em locais com temperaturas anuais mais elevadas, pátios centrais abertos são empregados como estratégia de resfriamento durante estações quentes, uma vez que sua morfologia garante a ventilação natural dos espaços habitacionais graças à propriedade de convecção do ar (COJOCARU, ISOPESCU, 2021). Neste princípio, o ar quente é menos denso que o ar frio e, portanto, sobe; quando conectado a outras aberturas da edificação, como portas ou janelas, o ar mais frio substitui o ar quente, gerando uma corrente de ar contínua (DIPASQUALE, MECCA, 2014). Durante a noite, o ar do pátio, aquecido diretamente pelo sol e indiretamente pelas paredes, sobe enquanto o ar fresco noturno o substitui gradativamente e assim, o efeito chaminé nesta fase é acelerado, puxando o ar interior para cima, expelindo-o e permitindo que o ar frio penetre no pátio para arrefecer os cômodos próximos (DIPASQUALE,

MECCA, 2014).

O pátio também promove o conforto térmico passivo ao proporcionar sombra suficiente no verão, evitando assim a radiação solar e reduzindo as cargas de refrigeração (DU, 2019). Neste caso, a orientação ideal difere de acordo com as diversas condições climáticas e a necessidade de diferentes quantidades de absorção de radiação e recepção de calor do sol, bem como a intensidade em que um edifício precisa ser sombreado ou precisa receber níveis ideais de ventilação (ZHU et al., 2023). Sabe-se que as proporções e a forma do pátio têm um impacto significativo na radiação solar recebida e nas áreas de sombreamento criadas em suas fachadas, contribuindo assim fortemente para influenciar a demanda de energia de aquecimento e arrefecimento do edifício (ZHU et al., 2023).

O uso de pátios leva a projetos mais eficientes pelo fato de contribuírem de maneira proveitosa com a redução dos custos em resfriamento e aquecimento, uma vez que geram uma economia de energia, especialmente quando combinados com outras estratégias de conforto passivas (DIPASQUALE et al, 2014; DU, 2019). Ademais, edificações com pátio podem ser consideradas como um modelo tipológico adequado às novas áreas urbanas por permitir conforto em habitações de alta densidade e contribuir para a resiliência ao fenómeno da ilha de calor urbana (CALLEJAS et al., 2020).

Além das vantagens ambientais e econômicas, os pátios também apresentam sustentabilidade sociocultural por se configurarem como um espaço flexível de socialização e encontros (DIPASQUALE et al, 2014). A presença de espaços abertos frequentemente atende às necessidades funcionais por tornar a edificação flexível, transformável e até mesmo expansível, de acordo com as necessidades dos seus ocupantes (DIPASQUALE et al, 2014).

4.1.2. Espaços de transição

Espaços de transição, também chamados de espaços semi-externos, correspondem a um ambiente da edificação que apresenta uma parede ou telhado semi fechado e que conecta espaços internos e externos de maneira flexível e tênue, tais como átrios, terraços, varandas, corredores externos, sacadas e pórticos (DU, 2019). Estes elementos projetuais servem como um intermediário, uma comunicação entre elementos ambivalentes que podem estabelecer uma relação de reciprocidade entre si, como o interior e o exterior, o privado e o público, o artificial e o natural (VEGAS et al., 2014).

Para fins de conforto na edificação, os espaços de transição funcionam como uma barreira e impedem que a radiação solar direta atinja o interior da edificação, contribuindo

significativamente para a manutenção do conforto térmico (DU, 2019). Em regiões com o clima quente e úmido, os espaços de transição possuem vantagens extras: além de evitar o superaquecimento no interior da construção, principalmente quando a temperatura exterior excede a zona de conforto, oferecem também proteção contra precipitações (LIGUORI, LABAKI, 2019).

Espaços de transição também auxiliam na ventilação cruzada, fator crucial para manter uma qualidade do ar interior aceitável e proporcionar conforto térmico em recintos internos (DU, 2019; LIGUORI, LABAKI, 2019). Quando combinado com aberturas, são capazes de criar uma ventilação interna contínua por meio dos efeitos de alta e baixa pressão que o vento exerce sobre a edificação, bem como pela canalização do fluxo de ar (DU, 2019; LIGUORI, LABAKI, 2019).

Para além do fornecimento de conforto ambiental através de técnicas passivas de condicionamento, o que resulta em uma menor demanda de energia, espaços de transição também podem consistir em lugares de trocas socioculturais e de interações, já que se encontram parcialmente ao ar livre e parcialmente abrigados pelo edifício (VEGAS et al., 2014). O espaço semi-externo se trata de um importante local para as atividades dos ocupantes de regiões de clima quente e úmido, em especial, já que neste espaço, os ocupantes podem desfrutar de uma ventilação suficiente e de uma sensação térmica melhor em comparação àquela de ambientes internos fechados (DU, 2019).

4.1.3. Técnicas de ventilação e condicionamento de ar passivas

Estima-se que aparelhos de ar-condicionado sejam responsáveis por cerca de 20% do total de eletricidade usados em edifícios globalmente, situação que pode ser agravada em um curto período de tempo considerando que as ondas de calor estão se tornando mais longas e intensas em todas as partes do mundo (SOUZA, 2023). Ao mesmo tempo, estratégias passivas de condicionamento de ar tendem a funcionar bem em seus respectivos contextos por proporcionar condições confortáveis nos climas locais, pois além de terem sido desenvolvidas muito antes da criação de tecnologias ativas, elas resistem há centenas de anos de testes e melhoramentos e empregam técnicas e materiais disponíveis localmente (COJOCARU, ISOPESCU, 2021; SOUZA, 2023).

O entendimento dos conceitos e a recuperação e adaptação dessas técnicas pode se mostrar como um caminho para edificações sustentáveis, uma vez que há a dispensa ou redução do uso de energia elétrica e a priorização de materiais e técnicas construtivas locais (SOUZA,

2023). Ademais, além das vantagens ambientais oferecidas, essas técnicas apresentam também benefícios econômicos, através da exploração de recursos naturais gratuitos e renováveis, e sociais, por meio da promoção do bem-estar e da satisfação das necessidades básicas humanas (ACHENZA et al., 2014).

A estratégia de ventilação natural baseia-se na transferência de calor do interior do edifício para o exterior através da pressão do vento ou do efeito de fluatibilidade, que induz naturalmente o movimento das massas de ar devido às diferenças de temperatura e densidade (TOROXEL, SILVA, 2024). Nesta situação, o ar quente e menos denso sobe, enquanto o ar frio e mais denso desce num movimento cíclico, facilitando, desta forma o transporte de calor (TOROXEL, SILVA, 2024). A partir destes princípios, a arquitetura vernacular fornece duas principais formas possíveis de produzir ventilação natural do ar nos edifícios: o uso do fluxo de ar gerado por diferenças de pressão e o aproveitamento dos fluxos convectivos (ACHENZA et al., 2014).

No primeiro caso, os fluxos de ar são canalizados e alterados por meio das diferenças de pressão ao longo da edificação (WIDERA, 2015). Um dos meios empregados para este direcionamento dos fluxos de ar corresponde à ventilação cruzada, onde as aberturas de um ambiente ou edificação são posicionadas em paredes opostas ou adjacentes, permitindo a entrada e saída do ar, permitindo assim o fluxo e a troca constante do ar no ambiente interno (PEREIRA, 2020). A ventilação cruzada se torna mais eficiente quando as aberturas de entrada de ar se encontram dispostas em fachadas voltadas para a direção dos ventos, enquanto as aberturas de saída são posicionadas em paredes opostas ou laterais (DU, 2019). Por isso, a posição das aberturas e das divisórias internas que interagem com o fluxo de ar, juntamente com o tamanho das aberturas, são fundamentais e na arquitetura vernacular esses fatores são determinados por meio da análise do fluxo de ar do local da edificação (ACHENZA et al., 2014).

Outro método que a arquitetura vernacular utiliza para obter ventilação por meio das diferenças de pressão do ar é por meio do efeito Venturi, que se caracteriza pela velocidade de exaustão do ar ao penetrar por uma passagem mais estreita (SOUZA, 2023). Mais especificamente, quando o ar flui em uma velocidade superior ao circular por um espaço mais reduzido, gera uma pressão negativa no processo, causando um vácuo parcial, que neste caso, impulsionará o fluido, assim, o ar é comprimido e, quando liberado, torna-se mais frio, sendo capaz de resfriar o recinto (SOUZA, 2023). Dentre os elementos arquitetônicos que proporcionam o efeito Venturi estão o lanternim e o *jaali*, espécie de trama vazada de pedra ou

blocos empregada na arquitetura indiana e islâmica (ACHENZA et al., 2014).

Já na ventilação pelo fluxo convectivo, são exploradas as diferenças de temperatura ar e se gera o efeito chaminé, onde o ar frio exerce pressão sob o ar quente forçando-o a subir e, eventualmente, sendo expulso pela cobertura, através de lanternins ou aberturas zenitais (PEREIRA, 2020). Como exemplo de elemento arquitetônico tradicional que utiliza o efeito chaminé estão as torres de vento, ou malqaf, estrutura de origem persa encontrada em diversos países do Oriente Médio, onde predomina o clima quente e seco (ACHENZA et al., 2014; SOUZA, 2023). As torres de vento apresentam aberturas no topo que capturam os ventos locais prevalecentes e a medida que o vento atinge esse topo, é criada uma diferença de pressão entre o interior e o exterior da torre, o que atrai ar através das aberturas e para o interior do edifício (SOUZA, 2023). Quando o ar frio penetra na edificação, ele circula pelos ambientes e contribui para a diminuição das temperaturas internas (SOUZA, 2023).

4.1.4. Iluminação natural

No campo da arquitetura sustentável, um dos elementos fundamentais para um projeto eficaz corresponde ao uso máximo da luz natural para garantir a iluminação adequada dos interiores, uma vez que a redução, ou, em alguns casos, a eliminação do consumo de electricidade para iluminação artificial conduz a economias significativas tanto para os consumidores como para o ambiente (WIDERA, 2015). Os benefícios da penetração da luz solar no ambiente vão além de ganhos com a economia energética, incluindo também melhor qualidade da iluminação quando comparada com a iluminação artificial, influência nos ritmos circadianos e no bem-estar dos ocupantes e promoção da saúde e do conforto dos ocupantes da edificação (BUSTÁN-GAONA et al., 2023).

A luz diurna sempre orientou o cotidiano humano e, desta maneira, o desenvolvimento da arquitetura, com o intuito de possibilitar a captação da luz natural e a conexão com o exterior da edificação, resultou em grandes variedades de formas, aberturas nas fachadas, pátios e coberturas (MATOS, SCARAZZATO, 2016). Com a popularização da iluminação elétrica ao longo do século XX, especialmente entre as décadas de 1950 e 1970, a luz natural foi relegada para um segundo plano, ainda que a partir da década de 1970, com as crises internacionais do petróleo, ocorreu um gradativo retorno da sua valorização (MATOS, SCARAZZATO, 2016). Atualmente, mesmo que a luz natural esteja disponível na maior parte do dia, este recurso ainda se faz pouco explorado na maior parte dos projetos, o que ocorre geralmente pelo desconhecimento dos profissionais envolvidos sobre critérios e conceitos necessários para um

projeto de iluminação e conforto visual adequados (LAMBERTS et al., 2014).

Em relação a iluminação natural na arquitetura vernácula, ainda que existam poucos estudos sobre o assunto em específico, a literatura indica que esta tipologia de edificação emprega diversas estratégias para otimizar a entrada de luz natural dos ambientes (BUSTÁN-GAONA et al., 2023). Como estruturas vernaculares evoluem ao longo do tempo para refletir o contexto ambiental, cultural e histórico em que existem, estas estratégias surgiram antes da popularização de sistemas de iluminação artificial, entretanto, a fim de promover benefícios para os ocupantes da edificação e maior eficiência energética para a edificação, muitas delas podem ser empregadas em projetos atuais (DU, 2019).

Como a forma da edificação determina as possíveis combinações de janelas e aberturas zenitais, bem como o quanto da área de piso receberá uma quantidade de luz natural adequada, o uso de pátios e átrios se trata de uma possível estratégia de iluminação natural de ambientes, sobretudo em locais onde predominam temperaturas quentes (LAMBERTS et al., 2014). A principal função de um pátio e de um átrio, além de promover a ventilação, é fornecer iluminação para edificações de maior volume, que apresentam grande profundidade e largura (DU, 2019). Quando posicionados estrategicamente na planta, o pátio e o átrio contribuem com a distribuição de luz de maneira mais uniforme pelo interior do edifício, já que possibilitam a entrada de luz de diferentes ângulos ao longo do dia (ZHU et al., 2023).

Cores claras refletem mais eficientemente a luz para o interior do edifício, por isso o uso de tintas e acabamentos com estas cores é empregado na arquitetura vernácula de diversas regiões do globo (LAMBERTS et al., 2014). Mais especificamente, o albedo, ou coeficiente de reflexão, corresponde ao parâmetro igual à razão entre a radiação refletida e a radiação inicial incidente em uma superfície e esta propriedade é influenciada pela cor desta superfície (COJOCARU, ISOPESCU, 2021). Superfícies com cores mais claras apresentam maior albedo, tendo mais elevada a capacidade de refletir a luz (ACHENZA et al., 2014). A caição ou pintura de superfícies com a cor branca, por exemplo, são uma estratégia empregada pela arquitetura vernacular em diversas regiões para o aumento da incidência de luz nos ambientes, ou mesmo para a redução dos ganhos de calor, por atuarem como refletores da radiação, refletindo cerca de 90% da radiação incidente (FERNANDES et. al, 2016).

A orientação apropriada da edificação corresponde a um requisito primordial para garantir seu conforto interno e iluminação adequada, sendo que a organização e hierarquização dos ambientes em função do sol garante que o aproveitamento dos ganhos solares seja direcionado para os espaços que mais o requerem (FERNANDES et. al, 2016). Para edificações

localizadas na porção sul terrestre, a orientação mais propícia para uma iluminação natural eficiente é a norte, devido à incidência mais frequente da luz solar direta, e a segunda melhor é a orientação sul, devido à constância da luz (LAMBERTS et al., 2014). Mesmo que a luz solar esteja acompanhada de calor, aberturas nesta duas orientações podem ser facilmente sombreadas para regular a incidência dos raios de sol (LAMBERTS et al., 2014).

A inclusão destas e outras estratégias vernaculares de iluminação natural no processo de projeto requer medidas a serem tomadas desde a etapa de implantação da edificação, o que inclui cautela com a orientação solar, com a distribuição e posicionamento de aberturas destinadas a captar a luz do dia, com o sombreamento e com a integração com a iluminação elétrica, de modo que haja harmonia entre a luz natural e a artificial (MATOS, SCARAZZATO, 2016). A luz artificial é um recurso disponível que deve ser empregado quando necessário, contudo, deve-se relevar o fato de que uma edificação satisfatoriamente iluminada com luz natural pode economizar energia elétrica de maneira significativa se a iluminação artificial permanecer desligada quando há iluminação natural o suficiente (LAMBERTS et al., 2014).

4.2. Estratégias e soluções técnicas e construtivas

4.2.1. Inércia térmica das paredes

Em muitos casos, a captação da energia solar radiante se mostra insuficiente para influenciar o conforto térmico interno da edificação, por isso, ela é combinada com a absorção e transformação da radiação por meio de processos de convecção e condução de calor (CARRAPIÇO et. al., 2014). É sabido que a massa térmica de uma edificação é capaz de absorver energia térmica e armazená-la por um período de tempo, liberando-a depois para o meio ambiente (COJOCARU, ISOPESCU, 2021). Este fenômeno se deve à propriedade da inércia térmica, que indica quanto calor um corpo pode conservar ou armazenar, ceder em determinado tempo ou a velocidade com que é perdido (CHÁVEZ, MAMANI, 2021).

A inércia térmica influencia diretamente o conforto térmico da edificação devido aos seus parâmetros de conservação e atenuação térmica e por alterar a onda de calor, assim, quando bem aproveitada, corresponde a uma estratégia vernacular eficiente para manter as temperaturas interiores estáveis, uma vez que a alta inércia térmica fornece um atraso térmico no trânsito de calor e uma diminuição das amplitudes térmicas internas (CHÁVEZ, MAMANI, 2021). No verão, a massa térmica pode regular a dimensão das oscilações de temperatura interna, reduzir o pico de carga de resfriamento e transferir parte do calor absorvido para o ambiente durante a noite (DU, 2019). Ademais, se houver uma diferença de temperatura suficientemente grande

durante a noite, as paredes permanecem mais frias que o ar ambiente no período da manhã seguinte, reduzindo assim o ganho de temperatura solar no ambiente (FERNANDES et. al, 2016). Já no inverno, a alta inércia térmica das paredes se mostra uma alternativa adequada de aquecimento em períodos noturnos, já que a massa térmica armazena o calor ganho durante o dia e o transmite ao ambiente durante a noite (CHÁVEZ, MAMANI, 2021).

A taxa de transferência de calor e a eficácia da massa térmica são determinadas por uma série de parâmetros e condições, tais como propriedades do material de construção, orientação do edifício, isolamento térmico, ventilação, condições climáticas, utilização de sistemas auxiliares de refrigeração e padrão de ocupação (DU, 2019). Em especial, a ventilação noturna natural e o isolamento térmico desempenham papéis complementares importantes no que diz respeito à estratégia de inércia térmica, pois são estas que permitem a dispersão do calor pela convecção (CARRAPIÇO et. al., 2014).

A massa térmica nem sempre é benéfica no que diz respeito ao conforto e ao consumo de energia, uma vez que diversos desses parâmetros podem ter uma influência prejudicial ou mesmo ineficaz no comportamento da inércia térmica (VERBEKE, AUDENAERT, 2018). Primeiramente, a inércia térmica possui maiores benefícios em locais de clima quente e seco, onde há maior diferença entre temperaturas externas diurnas e noturnas, devido à exigência de uma amplitude térmica diária significativa para obter uma redução útil da temperatura interior diurna (CARRAPIÇO et. al., 2014). Ademais, deve-se considerar variáveis externas e internas do ambiente em questão, bem como o tipo de utilização do edifício e a capacidade térmica das paredes envoltórias (VERBEKE, AUDENAERT, 2018).

Levando esses aspectos em consideração, a alta inércia térmica das paredes, enquanto estratégia vernacular, apresenta significativas contribuições para a sustentabilidade ambiental e econômica (CARRAPIÇO et. al., 2014). O efeito da inércia térmica é capaz de influenciar diretamente as necessidades de aquecimento e arrefecimento de um edifício e o consumo de energia resultante, já que devido às interações dinâmicas, o tempo de ocorrência de ganhos ou perdas de calor afetará o consumo total de energia de um edifício em um local com maiores oscilações térmicas (VERBEKE, AUDENAERT, 2018).

4.2.2. Sistemas de sombreamento e refrigeração

Embora existentes em diversas partes do mundo, os sistemas de sombreamento e refrigeração passivos são mais comuns em locais com clima quente e ensolarado, onde são considerados uma estratégia necessária, especialmente pelo fato de que a invenção e a

popularização do ar condicionado ocorreram em tempos recentes (VEGAS et al., 2014). Dispositivos de sombreamento são considerados importantes elementos arquitetônicos, principalmente, em locais com alta incidência solar, uma vez que conseguem proporcionar um equilíbrio adequado entre a luz solar e o ambiente interno ao reduzir o brilho excessivo, o ofuscamento e o ganho excessivo de calor, além de fornecer privacidade aos ocupantes da edificação (DU, 2019). Já os sistemas de refrigeração promovem o arrefecimento passivo e visam reduzir os ganhos de calor excessivos (FERNANDES et. al, 2016).

Sombreamento denota a obstrução parcial ou completa do raio solar direcionado a uma superfície, especialmente as janelas, por um objeto ou superfície interveniente (DU, 2019). Em regiões de clima quente e durante o verão em locais com climas temperados, o controle da incidência solar nos edifícios e, por sua vez, minimizar os ganhos solares, é crucial para manter o conforto térmico no interior, evitando o sobreaquecimento e reduzindo as cargas de arrefecimento mecânico (TOROXEL, SILVA, 2024). Considerando que a fonte essencial de acúmulo de calor é a luz natural retida pelo edifício através do telhado, paredes e janelas, o sombreamento, ao reduzir a luz solar incidente, arrefece o edifício de forma eficaz, com uma poupança de energia estimada entre 10% a 40% (COJOCARU, ISOPESCU, 2021).

O controle dos ganhos solares no edifício pode ser conseguido interceptando a luz solar por meio de dispositivos de sombreamento ou refletindo-a, fornecendo uma orientação adequada para a edificação e dimensionando corretamente suas aberturas e suas envoltórias (TOROXEL, SILVA, 2024). Dentre estes meios, entende-se que os dispositivos de sombreamento correspondem ao método primário para impedir a penetração excessiva da energia térmica do sol nas edificações (COJOCARU, ISOPESCU, 2021). A principal função destes dispositivos é proteger as aberturas da radiação solar direta, mas também são empregados para a proteção das aberturas da radiação difusa e refletida, bem como para prevenir desconfortos visuais provocados pelo excesso de luz (YAHYA, HASSANPOUR, 2022; DU, 2019).

A escolha do dispositivo de sombreamento apropriado deve considerar de maneira precisa fatores como latitude, condições do céu, orientação da edificação, tipologia e o design geral do projeto (DU, 2019). Dentre os sistemas de sombreamento e de proteção solar mais comum estão os beirais, vãos, varandas e terraços, mas ainda há uma ampla variedade de dispositivos vernaculares relacionados às fenestração dos edifícios, tais como venezianas, treliças, persianas e cortinados (VEGAS et al., 2014). A vegetação e o paisagismo, também empregados em diversas tipologias arquitetônicas tradicionais, são considerados um dos

elementos mais úteis das estratégias passivas, já que além de proporcionarem maior conforto aos usuários das edificações por meio do sombreamento, também fornecem proteção contra vento, proteção contra ruído e amenização da poluição (COJOCARU, ISOPESCU, 2021).

Os dispositivos de sombreamento externos possuem alta eficácia por obstruir a radiação solar antes que ela atinja o interior do edifício, ou seja, bloqueiam os raios solares desde o meio externo (DU, 2019). Os dispositivos fixos, como treliças, brises fixos e marquises, têm como vantagem a simplicidade, o baixo custo de manutenção e, por vezes, o baixo custo de construção (DU, 2019). Já os dispositivos móveis, como venezianas, toldos e persianas, tem como vantagem a flexibilidade, pois melhor respondem à natureza dinâmica do movimento do sol e permitem um maior controle da radiação difusa e do brilho solar, além de poderem ser ajustados para gerarem menor obstrução dos raios de sol durante os meses de temperaturas mais baixas (DU, 2019).

Os dispositivos e estratégias de refrigeração que têm tradicionalmente ajudado a manter o local fresco em climas quentes podem ser divididos conforme seu esquema de funcionamento, que envolve dimensão, massa, vegetação e água e vento (VEGAS et al., 2014). Uma das principais estratégias envolvendo dimensão se refere à construção de espaços com pé-direitos altos, o que permite arrefecer os recintos no verão graças à circulação do ar por convecção e à possibilidade de se criar aberturas altas para induzir uma ventilação cruzada (SOBREIRA, 2023). Este efeito pode não ser benéfico no inverno, por isso, o uso de tetos altos é mais comum em regiões de clima quente (VEGAS et al., 2014).

Estratégias bioclimáticas que envolvem massa se relacionam diretamente com os materiais e elementos de construção, uma vez que a capacidade térmica destes, muitas vezes, depende fortemente da sua massa (TOROXEL, SILVA, 2024). Neste sentido, paredes espessas e inércia térmica são utilizadas para a refrigeração da edificação pelo fato de que durante o verão, os componentes absorvem o calor e causam um atraso térmico no fluxo de calor, fazendo com que o pico de temperatura dos ambientes internos possua uma defasagem e um amortecimento em relação ao externo (CHÁVEZ, MAMANI, 2021; TOROXEL, SILVA, 2024). A inércia térmica também é elevada em edificações semi-enterradas, que, por estarem protegidas do excesso de radiação solar e apresentarem massa térmica adicional através da integração com a terra, proporcionando, assim, um conforto térmico satisfatório tanto em estações frias quanto quentes (VEGAS et al., 2014; COJOCARU, ISOPESCU, 2021).

Estratégias que empregam o resfriamento evaporativo, isto é, que envolvem o resfriamento do ambiente por meio da água e da vegetação, se mostram eficientes em climas

quentes e áridos, sendo capazes de provocar uma redução da temperatura do ar interior em quase 10 °C (TOROXEL, SILVA, 2024). A mudança do estado físico da água de líquido para vapor retira e dissipa o calor do ambiente ou do elemento sobre o qual a evaporação ocorre, em um processo empregado na arquitetura vernacular há milênios (TOROXEL, SILVA, 2024). Em locais com o clima quente e seco, a presença de água, na forma de fontes, lagos ou espelhos, juntamente com a vegetação, proporciona maior conforto térmico no interior da edificação devido ao resfriamento evaporativo (VEGAS et al., 2014).

O uso da ventilação para a refrigeração dos ambientes baseia-se na transferência de calor do interior do edifício para o exterior por meio da pressão do vento ou do efeito de fluabilidade, que induz naturalmente o movimento das massas de ar causado pelas diferenças de temperatura e densidade (TOROXEL, SILVA, 2024). A ventilação adequada está estreitamente relacionada com a orientação apropriada, que pode propiciar velocidade e quantidade de vento suficientes para refrigerar confortavelmente os recintos da edificação (DU, 2019). A ventilação natural do edifício pode ser melhorada através de diversas configurações construtivas, tais como a combinação da ventilação cruzada com espaços internos verticalizados em regiões quentes e úmidas, a disposição de saídas de ar nos tetos e na porção superior das paredes para promover o efeito chaminé, e a combinação do efeito chaminé com o resfriamento evaporativo em regiões quentes e secas (WIDERA, 2015).

4.2.3. Sistemas de aquecimento de baixo consumo

Embora no passado o uso de dispositivos de aquecimento, tais como lareiras e fogões, fosse frequente, estes não eram apenas os únicos meios para se obter temperaturas confortáveis nos ambientes, sendo que na arquitetura vernácula, o desenho da própria edificação e a sua materialidade desempenham um papel fundamental para o equilíbrio térmico (VEGAS et al., 2014). As estratégias de construção bioclimáticas e os sistemas de aquecimento passivo, muitos dos quais se fazem utilizados por diversas civilizações desde os tempos antigos, podem contribuir significativamente para a concepção de edificações com baixas necessidades energéticas (TOROXEL, SILVA, 2024; VEGAS et al., 2014). Diversas edificações com arquitetura vernácula podem atingir níveis satisfatórios de conforto térmico em interiores durante a maior parte do ano através de meios passivos e, por vezes, têm um desempenho ainda melhor do que as construções contemporâneas, assim, o estudo do potencial energético de sistemas passivos, em muitos casos evoluídos a partir de técnicas de construção vernáculas revela-se oportuno (TOROXEL, SILVA, 2024).

Nas regiões de clima temperado e frio, a exposição solar correta e suficiente de um edifício desempenha um papel fundamental em seu conforto interno e até mesmo em sua eficiência energética, assim, o aquecimento solar passivo, indireto ou direto, possuem papel primordial (COJOCARU, ISOPESCU, 2021; TOROXEL, SILVA, 2024). Os sistemas passivos de aquecimento solar empregam os componentes do edifício para coletar, armazenar e distribuir os ganhos de calor solar para reduzir a demanda por aquecimento ambiente, ou seja, o fluxo de calor ocorre por meios naturais, como radiação, convecção e condução, e o armazenamento térmico ocorre na própria estrutura (FOSDICK, 2016).

Os sistemas de aquecimento de ganho indireto estão associados à estratégia da alta inércia térmica (CHÁVEZ, MAMANI, 2021). Assim, tais sistemas fazem o uso da convecção e massa térmica entre o sol e os espaços de ocupação da edificação, onde a radiação solar é absorvida e transferida para os ambientes internos com o emprego de apenas 30 a 45% da energia solar (COJOCARU, ISOPESCU, 2021). Este efeito é baseado no calor potencial absorvido pelos elementos do edifício, assim, a massa térmica e o isolamento adequado resultam em paredes, telhados e pisos grossos e maciços que armazenam calor durante o dia e o liberam lentamente durante a noite (WIDERA, 2015).

Já os sistemas de ganho direto empregam a radiação solar direta que penetra no edifício por meio de aberturas, aquecendo as superfícies interiores à medida que as atinge (TOROXEL, SILVA, 2024). No hemisfério sul a radiação solar de inverno vem do norte e, por isso, o número de aberturas da fachada sul do edifício deve ser reduzido, tendo a presença apenas de pequenas e isoladas janelas para fornecer alguma luz natural e evitar a perda de calor (WIDERA, 2015). Por outro lado, as maiores aberturas de uma edificação localizada no hemisfério sul estão geralmente situadas na fachada norte para permitir o aquecimento solar passivo no inverno, o que contribui para economias energéticas significativas (WIDERA, 2015).

4.2.4. Uso de materiais de construção tradicionais

O emprego de materiais tradicionais, tais como terra, pedras, madeira e palha, é sem dúvida uma das mais relevantes características da arquitetura vernacular (FERNANDES et. al, 2016). Devido às vantagens ambientais, os materiais tradicionais têm passado em tempos recentes, em algumas partes do mundo, por uma espécie de renascimento em relação aos materiais modernos produzidos industrialmente, uma vez que estes últimos são responsáveis por altos gastos energéticos em sua produção, geram uma elevada pegada de carbono e outros poluentes e envolvem elevados custos econômicos e de transporte em diversas situações

(PARDO, 2023).

Os materiais tradicionais, por outro lado, se caracterizam por serem naturais ou levemente processados, recicláveis e biodegradáveis, integrando o edifício ao meio ambiente e, usualmente, provocando menores impactos em outros elementos do ecossistema (ACHENZA, 2016). A questão do uso de materiais tradicionais se baseia no aproveitamento de recursos disponíveis na região da obra, o que reduz a necessidade de transporte e, conseqüentemente, a emissão de gases de efeito estufa (FERNANDES et. al, 2016). Estes materiais geralmente possuem uma menor pegada ecológica, uma vez que não exigem processos industriais complexos para sua obtenção e transformação (PARDO, 2023). Ademais, também se caracterizam por serem de baixa manutenção ou com manutenção a baixo custo, apresentarem melhor reintegração ao meio ambiente quando os edifícios são demolidos e possuem resistência às condições climáticas (FERNANDES et. al, 2016; PARDO, 2023). Todos estes fatores contribuem para que materiais empregados na arquitetura vernacular apresentem um grande potencial para serem aperfeiçoados e aplicados nas edificações verdes contemporâneas de cada região (FERNANDES et. al, 2016).

Uma característica marcante dos materiais tradicionais é a sua disponibilidade na própria região da edificação, aspecto que contribui para o caráter sustentável dos mesmos (FERNANDES et. al, 2016). Materiais encontrados localmente requerem menores gastos com transporte, conseqüentemente apresentando menor energia embutida (LAMBERTS et al., 2014). Somado a isso, materiais disponíveis localmente e suas aplicações adaptadas têm estado quase sempre vinculados a estratégias e soluções técnicas e construtivas condizente com o local da edificação e com as necessidades dos seus usuários, uma vez que a envolvente do edifício precisa responder simultaneamente a diversas questões distintas relativas à estabilidade, durabilidade e desempenho energético (ACHENZA, 2016). Por exemplo, com a terra ou a pedra é possível a construção de paredes com alta inércia térmica, empregadas para garantir a diminuição das amplitudes térmicas internas e promover o acúmulo de calor ou o resfriamento, enquanto estruturas leves, que podem ser obtidas com bambu, têm sido bastante utilizadas em locais úmidos e com altas temperaturas (ACHENZA, 2016).

Outro aspecto relevante dos materiais usualmente encontrados em edificações vernaculares se trata da própria natureza destes materiais, muitas das vezes orgânicos, biodegradáveis, renováveis e de baixo processamento, conseqüentemente apresentando baixa energia e carbono embutidos e ciclo de vida menos prejudicial ao meio ambiente (FERNANDES et. al, 2016). Podem, desta forma, ser caracterizados como naturais primários,

naturais secundários e levemente processados (HU, 2023).

Os materiais naturais primários se referem a aqueles que são encontrados no ambiente natural e aplicados diretamente na construção civil, tais como terra, bambu, madeira, pedra e palha (HU, 2023). Os materiais naturais secundários abrangem aqueles que são fabricados a partir de materiais naturais processados de outras indústrias, como, por exemplo, resíduos agrícolas ou resíduos de madeira proveniente de exploração madeireira (HU, 2023). Já os materiais levemente processados são aqueles que foram levemente modificados em suas condições iniciais, tais como tijolos cozidos, telhas de terracota, madeira queimada e outros materiais naturais que requerem processos leves (HU, 2023).

Materiais de construção em terra correspondem a uma das tecnologias vernaculares mais experimentadas na atual procura por habitações econômicas e ambientalmente sustentáveis, especialmente pelo fato de que os materiais terrosos, se empregados e manipulados corretamente, não conduzem ao esgotamento dos recursos, não são poluentes e não provocam alterações biológicas, em oposição aos materiais de construção convencionais (AGYEKUM et al., 2020). A terra também se trata de um material não tóxico, pois é completamente natural e reutilizável (KASAJOO, HONGWANG, 2018). Além das vantagens ambientais, estudos demonstram que edificações construídas com terra e derivados apresentam bom isolamento acústico e são naturalmente frescas durante o verão e aquecidas em climas frios, além de que, com correto acabamento ou periódicas manutenções, são estruturalmente firmes (UDOUDOH, BASSEY, 2021). Devido ao comportamento térmico da terra, edificações construídas com materiais terrosos requerem menos energia para aquecimento e refrigeração, reduzindo, assim, o consumo de energia e, por sua vez, levando ao menor esgotamento ambiental e a economias financeiras (KASAJOO, HONGWANG, 2018). Dentre as técnicas vernaculares derivadas da terra estão incluídas os tijolos de adobe, que apresenta ótimo desempenho térmico e acústico; a taipa de pilão, que possui excelente massa térmica e estabilidade estrutural e o cob, considerado um material resistente a sismos e energeticamente eficiente (AGYEKUM et al., 2020; HU, 2023).

O bambu é empregado de diversas formas em construções vernáculas e sua aplicação como um substituto mais acessível da madeira tem chamado a atenção de profissionais da construção civil nos últimos anos (UDOUDOH, BASSEY, 2021; HU, 2023). Além de renovável, de rápido crescimento, ambientalmente vantajoso e amplamente disponível na maioria dos países, o bambu apresenta alta resistência à compressão, sendo duas vezes maior do que a do concreto, e sua resistência à tração é semelhante à do aço (AGYEKUM et al., 2020;

HU, 2023). Versátil, pode ser utilizado na construção de paredes, telhados, pisos, portas e janelas ou como elementos estruturais ou de suporte (UDOUDOH, BASSEY, 2021).

A madeira, presente na arquitetura vernacular de diversas partes do mundo, é empregada tanto de maneira estrutural, na forma de vigas, pilares, paredes estruturais, andaimes e outros, como de modo não estrutural, em vedações, coberturas, revestimentos de paredes, tetos e pisos e demais trabalhos não estruturais (SALGIN et. al, 2017). Sendo um material versátil, apresenta diversas propriedades desejadas, tais como durabilidade, alta resistência ao fogo, boa condutividade térmica e grandecapacidade de tração e compressão (UDOUDOH, BASSEY, 2021; AGYEKUM et al., 2020).

As pedras utilizadas na construção vernacular variam amplamente em relação a sua composição mineralógica, textura, estrutura e atributos, por isso cada variedade é adequada para um fim específico, tais como fundações, muros, pisos e alvenarias (UDOUDOH, BASSEY, 2021; FERNANDES et. al, 2016). As pedras são consideradas como um dos materiais de construção mais duráveis e longevos, o que significa que estruturas feitas com pedra são, em geral, resistentes a desgastes e deterioração e apresentam vida útil prolongada (UDOUDOH, BASSEY, 2021).

A palha, também muito presente em diversas culturas construtivas tradicionais, se trata de um subproduto da vegetação seca disponível localmente, sendo normalmente empregada na confecção de coberturas ou vedações (UDOUDOH, BASSEY, 2021). Os edifícios e telhados de palha, em geral, são bem ventilados e podem ser encontrados em regiões climáticas temperadas, tropicais, mediterrâneas e subtropicais (HU, 2023). Por ser um material denso, confere adequada proteção a qualquer estrutura, podendo suportar ventos fortes e garantir proteção contra poeira e areia soprada pelo vento (AGYEKUM et al., 2020). Ademais, apresentam boa resistência às forças sísmicas devido à sua estrutura flexível (HU, 2023). A principal desvantagem da palha e derivados a sua suscetibilidade ao fogo, insetos, roedores e podridão, por isso, componentes feitos com o material requerem manutenção ou substituições periódicas (HU, 2023).

Tendo como base o resultado de muitos anos de experiências, edificações vernáculas tomam partido dos próprios materiais de modo a promover adaptação climática e resiliência, aspecto viável para ser considerado em edificações contemporâneas (PARDO, 2023). Nesse caso, são observadas a transmitância térmica do fechamento selecionado, o que representa seu desempenho em relação à trocas térmicas entre os ambientes interno e externo, e a transmitância visível do material, propriedade que trata da quantidade de luz que irá atravessar um elemento

translúcido em direção ao ambiente interno e, por sua vez, proporcionar iluminação natural e a consequente economia no uso de energia (LAMBERTS et al., 2014).

4.3. Estratégias e soluções intangíveis

4.3.1. Incorporação de fatores culturais e sociais

A funcionalidade corresponde a uma estratégia chave da arquitetura vernácula, já que ela é concebida para atender às necessidades diárias dos habitantes ao mesmo tempo em que incorpora múltiplas características ambientais em seu design (NAZARPOUR, KHORRAM, 2015). Essas necessidades correspondem a tudo aquilo que afeta o cotidiano de um grupo, incluindo aspectos considerados intangíveis, tais como culturas, sentimentos, crenças, gostos e pensamentos. Por isso, a arquitetura vernacular expressa valores culturais, tradições e história de um determinado lugar ou comunidade, e pode fornecer *insights* sobre as práticas culturais e a visão de mundo de um determinado grupo (NAZARPOUR, KHORRAM, 2015).

O contexto físico se trata de um dos fatores que mais interferem nas formas construídas e nas soluções fornecidas em qualquer arquitetura vernacular, assim, através do processo de tentativa e erro, cada povo moldou sua própria arquitetura de modo a se adaptar melhor às condições ambientais e geográficas locais, simultaneamente respondendo às visões de mundo comum e às interações sociais (SALMAN, 2019; HU, 2023). Muito além de apresentar êxito funcional e estético em ambientes e climas específicos, essas formas também fazem parte da memória cultural de um povo, uma vez que o regionalismo na arquitetura reflete características locais relacionadas ao lugar, cultura, clima e tecnologia de uma determinada época (SALMAN, 2019).

Nesse sentido, a arquitetura vernacular está diretamente ligada ao uso para o qual foi concebida, sendo funcional e respeitando o modo de vida dos seus usuários (GAMÓN, 2020; SALMAN, 2019). Em outras palavras, a arquitetura vernacular é adaptada para satisfazer as demandas de uma comunidade, desde o abrigo básico até a organização de espaços que promovem a convivência social, tais como pátios e espaços de trabalho comunitário, os quais são moldados a partir da forma de como as pessoas interagem e se organizam socialmente (VEGAS et al., 2014; NAZARPOUR, KHORRAM, 2015). Por sua vez, considerando que a arquitetura vernacular está diretamente vinculada a um uso, ela também possui uma alta capacidade de resiliência, permitindo mudanças de uso que fazem parte e até mesmo possibilitam sua sobrevivência (GAMÓN, 2020; HU, 2023).

O fato de possuir uma linguagem construtiva que mostra uma dimensão social e cultural

de determinada época, bem como a capacidade de refletir a identidade das pessoas que a construíram, fazem com que a arquitetura vernacular esteja intimamente relacionada à consciência e à memória coletiva das pessoas, aspectos relacionados à sustentabilidade social (GAMÓN, 2020). Essa identidade regional significa ser independente dos valores e ideologias importados sem perder a inter-relação cultural que permeia a civilização humana (SALMAN, 2019). À medida que mantém vivas as tradições construtivas, a arquitetura vernacular ajuda a preservar o patrimônio cultural da comunidade, garantindo que seus saberes e particularidades continuem a ser transmitidos a gerações futuras.

4.3.2. Arquitetura comunitária

A arquitetura vernacular é principalmente criada e mantida pela própria comunidade, o que pode promover um senso de propriedade e orgulho entre seus membros e apresentar um potencial para ser um fator importante na construção de coesão social e resiliência (NAZARPOUR, KHORRAM, 2015; SALMAN, 2019). Isso se deve ao fato de que a arquitetura vernacular se trata de uma obra comum, de caráter social marcante, e, por isso, é projetada por e para o povo em busca do bem comum (GAMÓN, 2020).

Por não depender de especialistas externos para projetar e construir suas edificações, a arquitetura vernacular normalmente envolve diretamente a comunidade no processo de construção, em um trabalho colaborativo que abrange o compartilhamento de mão de obra e conhecimento (VEGAS et al., 2014). Essa participação ativa não apenas gera uma sensação de responsabilidade coletiva e um reforço dos laços culturais, mas também contribui para a criação de soluções que respondem melhor às necessidades sociais (LEPIK, BEYGO, 2016; GAMÓN, 2020). O fato de não exigir do trabalho de especialistas externos também fortalece a capacidade de autossuficiência da comunidade, o que é fundamental para o desenvolvimento de soluções sustentáveis (ACHENZA et al., 2014; VEGAS et al., 2014; SALGIN et. al, 2017;)

Sendo desenvolvida ao longo de gerações com base no conhecimento compartilhado da comunidade sobre as condições ambientais, climáticas e materiais disponíveis, a arquitetura vernacular não se trata apenas de uma expressão física de uma comunidade, mas também uma prática social e comunitária onde os membros participam ativamente do seu processo e se beneficiam coletivamente (GAMÓN, 2020). Ademais, não é resultado de um projeto individual, mas sim de um acúmulo de experiências coletivas, onde o saber é transmitido e ajustado conforme as necessidades da comunidade (GAMÓN, 2020).

Por promover a colaboração e o engajamento dos membros da comunidade na

concepção do espaço construído, arquitetura vernacular reflete e reforça os valores comunitários (NAZARPOUR, KHORRAM, 2015; GAMÓN, 2020). Somado a isso, ao criar espaços que atendem às necessidades locais e respeitam a cultura e o ambiente, essa arquitetura se torna um reflexo direto do que significa viver em comunidade (GUILLAUD, 2014). Desta maneira, a coesão social corresponde a outro critério relevante da arquitetura vernacular (GUILLAUD, 2014).

4.3.3. Transferência e aprimoramento de saberes

Técnicas de construção tradicionais podem contribuir para práticas construtivas sustentáveis enquanto promovem um senso de identidade cultural, sendo que envolver artífices locais têm o potencial para encorajar a transferência de conhecimento e o compartilhamento de habilidades, preservar métodos tradicionais e promover a sustentabilidade social (SALMAN, 2019; GAMÓN, 2020).

A arquitetura vernacular se trata do produto da experiência de gerações anteriores de construtores, os quais, ao longo do tempo, foram aperfeiçoando as técnicas de construção e transmitindo-as para as próximas gerações que, por sua vez, continuam modificando-a de acordo com as necessidades do seu tempo (GUILLAUD, 2014). Desta forma, pode-se afirmar que a arquitetura vernacular é caracterizada por não ter um caráter “acidental”, já que cada decisão construtiva é tomada em resposta a um problema colocado pelo lugar, pelos recursos, ou mesmo pela falta deles, em cada escolha estão implícitos rigores advindo de necessidades (GAMÓN, 2020; NAZARPOUR, KHORRAM, 2015). Este cenário caracterizado pelo acúmulo de experiências corresponde a um exemplo de maestria no uso de materiais selecionados e na elaboração de projetos adequados, bem como um reflexo da memória construtiva (GAMÓN, 2020).

Para além do ensinamento e aprimoramento de materiais e técnicas de construção, a transferência de saberes construtivos está intimamente relacionada à preservação da identidade e da cultura de uma sociedade, já que eles refletem o modo de vida de uma sociedade (SALMAN, 2019). Neste sentido, preservar tradições construtivas significa preservar e valorizar a cultura de um território, e com ela, a identidade de um povo (GAMÓN, 2020).

5. A arquitetura vernacular no século XXI: estudos de caso

5.1. Moradas Infantis em Canuanã, Brasil

As Moradas Infantis Canuanã correspondem a um complexo que abriga alunos da Escola-Fazenda de Canuanã, instituição de ensino da região rural do município de Formoso do Araguaia, no estado brasileiro de Tocantins (PALMIERE et al. 2021). A Escola-Fazenda de Canuanã, oficialmente denominada Escola de Canuanã Dr. Dante Pazzanese, se insere no lado oposto da fronteira sudoeste do Parque Indígena do Araguaia, a 300 km de Palmas, capital do Tocantins, em um ambiente de difícil acesso composto por lavouras de plantação, áreas verdes e o Rio Javaé (KOK et al. 2022). Com o intuito de facilitar o acesso à educação e solucionar questões referentes aos longos deslocamentos dos estudantes, a escola funciona em regime de internato desde a década de 1980, onde os alunos estudam e residem no mesmo ambiente escolar (BARROS et al. 2021).

Imagem 1: vista externa das Moradas Infantis Canuanã



Fonte: Finotti, s.d.

Buscando uma reformulação para as moradas dos estudantes da Escola-fazenda Canuanã, a Fundação Bradesco, mantenedora da instituição, encomenda em um projeto de residência estudantil aos escritórios Rosenbaum e Aleph Zero, os quais desenvolvem as Moradas Infantis em Canuanã entre os anos de 2016 e 2017 (KOK et al. 2022). Assim, a equipe de profissionais criou um complexo de 23.344,17 m² com a capacidade para atender 540 estudantes de idades entre 11 e 18 anos, em um projeto que apresentou como principais

premissas o incentivo a técnicas construtivas locais, o resgate cultural, os saberes indígenas e a construção da noção de pertencimento (ROSENBAUM, 2018).

Para conhecer o local e a realidade dos moradores, e assim, obter um norte para a elaboração do projeto, os profissionais dos escritórios Rosenbaum e Aleph Zero realizaram viagens a Canuanã, onde visitaram o complexo escolar, as fazendas e cidades da região e as casas das famílias dos estudantes (KOK et al. 2022). Em conversas, reuniões e atividades com funcionários da escola, alunos e suas famílias, a maioria compostas por agricultores, indígenas e caboclos, os arquitetos perceberam a importância em se dar um valor a todo o complexo existente, bem como estimular entre os internos de Canuanã a ideia de pertencimento, desmistificando o status da escola não como apenas um espaço de aprendizado, mas também como um território com valor de lar (PALMIERE et al. 2021). A bagagem dos estudantes remetia às tecnologias empíricas empregadas nas construções das casas de seus familiares, algo que trazia sensação de afeto e reconhecimento de suas raízes ancestrais (ROSENBAUM, 2018). O funcionamento da escola, a localização dos programas e a relação dos alunos com o espaço foi discutido diretamente com a comunidade local e, por meio de apresentações e participação em oficinas, os projetistas e a comunidade articularam em conjunto as direções que o projeto tomaria (KOK et al. 2022). Nessas atividades, os estudantes tiveram a liberdade para expressar suas ideias por meio de maquetes e demonstrar o design da edificação como bem entendiam e se identificavam, de modo a expor suas necessidades e materializar como seria um projeto satisfatório (PALMIERE et al. 2021).

Procurou-se trazer significância aos ambientes a partir do entendimento de como a comunidade local o entende e, para isso, se fez necessário contemplar os diferentes pontos de vista e investigar as ideias inovadoras dos futuros usuários, que estavam inseridos no contexto em questão (PALMIERE et al. 2021). Essa experiência colaborativa permitiu a soma de conhecimento entre as duas partes, já que o profundo conhecimento do lugar por essas pessoas contribuiu para o aprimoramento arquitetônico e qualidade das atividades da instituição (PALMIERE et al. 2021).

Além de ouvir as pessoas, os profissionais também buscaram entender os biomas e climas locais para que a edificação pudesse estar integrada e em harmonização com o entorno e proporcionar conforto e bem estar aos seus ocupantes (SILVA et al. 2021). Todo esse entendimento e consideração pela realidade ambiental e socioeconômica de Canuanã conduziu o projeto, que faria o uso tanto de técnicas locais quanto de elementos atualizados, estabelecendo uma relação entre as técnicas vernaculares e um modelo contemporâneo de

moradia sustentável (PALMIERE et al. 2021).

A região da edificação se encontra na interseção entre a Floresta Amazônica, o Pantanal e o Cerrado e seu clima se caracteriza por ser quente durante o ano todo e com alternância de períodos rigorosos de seca e chuva (KOK et al. 2022). Esses aspectos foram considerados para a elaboração de uma arquitetura bioclimática, e assim, foi concebido um projeto que recorreu ao uso da iluminação natural para reduzir o uso de lâmpadas durante o dia, ao emprego de materiais adequados ao clima e que favorecem o conforto térmico e ao aproveitamento da ventilação natural para resfriar os ambientes sem o uso de equipamentos movidos a energia elétrica (BARROS et al. 2021).

Esta morada é dividida em dois blocos, um masculino e um feminino, cada uma com 45 dormitórios, localizados no térreo, que comportam seis alunos (ROSENBAUM, 2018). Cada quarto comporta seis hóspedes e apresenta banheiro e lavanderia (KOK et al. 2022). A identificação destes quartos, nomeados a partir de um animal ou planta da região, foi feita a partir de grafismos indígenas ilustrados em palha, confeccionados pelos Javaés, que habitam a região (ROSENBAUM, 2018).

Imagem 2: Porta dos dormitórios identificados por grafismos locais.



Fonte: Finotti, s.d.

No mezanino acima dos dormitórios estão os espaços de convívio, tais como sala de TV, varandas, pátios, salas de estudo, áreas de jogos, redários, dentre outros (ROSENBAUM, 2018). Toda essa volumetria é organizada em torno de três pátios centrais ajardinados, os quais além de servirem como espaço de lazer e convivência, fornecem ventilação e iluminação ao

ambiente interno e atuam como recursos de resfriamento durante as estações quentes, tornando dispensável ou reduzido o uso de equipamentos de resfriamento, ventilação e iluminação artificiais (BARROS et al. 2021; DIPASQUALE, MECCA, 2014). Os pátios e as demais áreas externas receberam um tratamento paisagístico feito com espécies locais, trazendo ao projeto conexão da arquitetura com o processo pedagógico baseado na tradição e inovação (ROSENBAUM, 2018).

Nos canteiros centrais dos pátios, há a presença de espelhos d'água alimentados por água pluvial coletada da cobertura e, quando ocorre um excesso, essa água é conduzida até o rio Javaés (ROSENBAUM, 2018). Formoso do Araguaia apresenta períodos de seca e os baixos índices de umidade do ar causam desconfortos. O uso de espelhos d'água se trata de uma estratégia bioclimática de amenizar este problema, pois o ar é umidificado por meio da evaporação da água desses elementos de maneira a tirar partido do microclima criado nas proximidades (LAMBERTS et al., 2014)

Imagem 3: Integração de espaços internos e externos das Moradas Infantis Canuanã.



Fonte: Finotti, s.d.

Imagem 4: Pátio interno das Moradas Infantis Canuanã.



Fonte: Finotti, s.d.

Imagem 5: Equipamentos de lazer no mezanino.



Fonte: Finotti, s.d.

Outro aspecto que possibilitou a climatização e iluminação natural dos ambientes com o uso mínimo de recursos artificiais foi a concepção de um desenho arquitetônico aberto, adequado para o clima da região (SILVA et al. 2021). O mezanino possui uma configuração aberta, tendo diversos terraços interligados por largas passarelas e ambientes protegidos somente por esbeltos ripados de madeira (KOK et al. 2022). Já o pavimento térreo, além da

presença dos pátios, se encontra bastante integrado com o exterior, podendo ser acessado por todos os lados (BARROS et al. 2021). O uso de espaços abertos é uma estratégia vernacular adequada para locais com o clima ameno, como é o caso de Canuanã, já que eles permitem a circulação de ar interna e atuam como um recurso de resfriamento durante as estações quentes (DIPASQUALE, MECCA, 2014).

Imagem 6: Configuração aberta da edificação, com estruturas esbeltas e transição sutil entre áreas externas e internas.



Fonte: Finotti, s.d.

Imagem 7: Sala de TV. Para uma melhor circulação de ar, os ambientes coletivos da edificação são delimitados apenas por ripados esbeltos de madeira.



Fonte: Finotti, s.d.

O material empregado na estrutura da morada foi a madeira laminada colada (MLC) de eucalipto, sendo que cerca de 1100 metros cúbicos do material, provenientes de florestas plantadas, foram utilizados na construção (ROSENBAUM, 2018). Conforme os projetistas, esta escolha se deu devido à abundância do material em território brasileiro, da ausência do uso da madeira em edificações de maior escala no país e da possibilidade de se obter uma estrutura leve e esbelta, apresentando beleza e funcionalidade simultaneamente (BARROS et al. 2021; SILVA et al. 2021).

Imagem 8: Estrutura de madeira, muito marcante no projeto.



Fonte: Palma, s.d.

O MLC atendeu bem as questões técnicas e econômicas relacionadas à implantação e escala: o local onde as Moradas Infantis Canuanã foram construídas é de difícil acesso, mas a completa pré-fabricação de todas as peças de madeira possibilitou a rápida execução e montagem da estrutura, facilitando questões de economia e logística (SILVA et al. 2021). Grandes vãos e o uso de peças esbeltas foram possíveis pelo fato de que a madeira laminada colada possui uma alta capacidade de carga e um baixo peso próprio, o que contribuiu para evidenciar a presença de presença de espaços abertos, arejados e amplos, e assim, trazer uma harmoniosa integração do ambiente interno com o entorno circundante (SILVA et al. 2021). Ademais, a MLC obteve um bom comportamento mesmo em Canuanã, onde o clima se caracteriza pela alternância de períodos rigorosos de seca e chuva, assim, o projeto das Moradas corresponde a uma demonstração pontual de que esta solução apresenta potencial para ser

empregada em maior escala no país (BARROS et al. 2021).

Apesar dessas vantagens, as estruturas de MLC das Moradas Infantis em Canuanã foram pré-fabricadas em São Paulo, transportadas para Canuanã e montadas in-loco (KOK et al. 2022), o que significa que o material apresenta uma considerável energia incorporada do transporte. A energia incorporada de um material corresponde à medida da intensidade energética utilizada durante sua extração, produção e transporte. Em comparação ao concreto e ao aço, a energia incorporada da MLC referente à extração e à produção é mais baixa pelo fato de ser um produto derivado da madeira, material biodegradável e renovável (HU, 2023). A madeira de exploração sustentável, como é o caso da utilizada no projeto, apresenta um balanço de carbono neutro, uma vez que realiza o sequestro de carbono da atmosfera durante seu crescimento enquanto planta (HU, 2023). Além disso, o processo de laminação permite que a madeira seja utilizada para vãos muito maiores, suporte de cargas mais pesadas e formas mais complexas do que o concreto armado ou o aço, o que acaba tornando o material econômico (SILVA et al. 2021). Porém, em relação à energia embutida no transporte, a MLC utilizada apresenta desvantagens pelo fato de que São Paulo se encontra a 1350 km de distância de Formoso do Araguaia, o que implica em altos gastos com combustíveis e na liberação de poluentes pelos veículos que transportam o material.

O entendimento sobre a quantidade de carbono incorporado em um material de construção é importante para a tomada de decisões de especificação em projetos sustentáveis. Por conta do transporte envolvido e da disponibilidade local, um material sustentável em uma localidade pode ter uma carga energética elevada em outro, por isso, mensurar, quantificar e qualificar é um caminho relevante. A arquitetura vernacular tem a ensinar sobre essa questão pelo fato de empregar com racionalidade materiais existentes localmente.

Para as vedações de ambientes fechados das Moradas Infantis em Canuanã, utilizou-se tijolos solo-cimento fabricados no local da obra, com o solo da própria fazenda, o que evitou gastos energéticos e lançamento de poluentes de um eventual transporte (KOK et al. 2022). Em muitas paredes, os tijolos foram assentados em tramas vazadas, similares a muxarabis, exatamente como encontrado nas casas da região de Formoso do Araguaia (BARROS et al. 2021). Conforme a equipe de projetistas, a escolha da vedação se deu após uma intensa investigação das casas vernaculares, feitas, em sua maioria, com tijolos de adobe (ROSENBAUM, 2018). Com a intenção de incorporar os saberes construtivos locais, o projeto teve a proposta inicial de ser construído com tijolos de adobe, contudo, por uma questão técnica, a ideia evoluiu para uma solução de solo-cimento (SILVA et al. 2021). O tijolo solo-cimento

faz referência a produção vernácula local e é um componente conhecido pela comunidade de Formoso do Araguaia, não causando um estranhamento social (PALMIERE et al. 2021).

Imagem 9: Paredes em tramas vazadas de tijolos, muito empregadas em edificações tradicionais da região de Formoso do Araguaia.



Fonte: Palma, s.d.

Também conhecido como bloco de terra estabilizado comprimido (CSEB), o tijolo solo-cimento é produzido a partir de uma mistura de solo predominantemente argiloso e cimento e, assim como o adobe, não necessita passar pelo processo de queima em fornalhas que os tijolos convencionais passam, tendo seu processo de fabricação considerado limpo (WEBER et al., 2017; BARROS et al. 2021). Contudo, diferentemente do tijolo de adobe, que é moldado manualmente, o tijolo solo-cimento demanda uma prensa manual ou hidráulica com capacidade de seis toneladas de pressão e molde com dimensões padronizadas (WEBER et al., 2017; BREDENOORD, KULSHRESHTHA, 2023). Como resultado do processo de compactação, esses blocos são mais densos e dimensionalmente mais uniformes que o adobe (BREDENOORD, KULSHRESHTHA, 2023). Para as Moradas de Canuanã, os blocos de solo-cimento foram fabricados com terra extraída no próprio local da obra, a qual foi peneirada, misturada com água, amassada e deixada para descansar por 48 horas (ROSENBAUM, 2018; SILVA et al. 2021). Após este intervalo, a mistura passou por um processo de amassamento por betoneiras e, em seguida, colocada em fôrmas de madeira para dar prosseguimento ao processo de secagem (PALMIERE et al. 2021). Na produção destes tijolos, foram escolhidos os trabalhadores com maior habilidade fabril e em média, esta confecção produzia 1000 tijolos

por dia (KOK et al. 2022).

Imagem 10: Montagem das paredes de vedação em blocos de solo-cimento.



Fonte: Inova TS, s.d.

Semelhantemente ao adobe, estes tijolos, devido às suas propriedades físicas, possuem uma alta inércia térmica, sendo capazes de reduzir em até 7°C a temperatura interna das moradas (ROSENBAUM, 2018). A estratégia do uso da inércia térmica dos materiais corresponde a uma valiosa contribuição para a sustentabilidade ambiental e econômica: sendo uma estratégia passiva para controle de temperatura, ela auxilia na qualidade do ambiente interior, regulando de forma eficiente as flutuações de temperatura e proporcionando estabilidade térmica interior, além de que otimiza os gastos energéticos ao longo do ciclo de vida do edifício (CARRAPIÇO et. al., 2014). Para além da economia de energia da fase de uso da edificação, o uso de tijolos solo-cimento fabricados *in loco* tem como vantagens o baixo impacto ambiental, o baixo custo operacional e a mínima exigência de esforços para transporte, resultando na redução dos níveis energéticos do ciclo de vida do edifício e na diminuição do consumo de recursos, bem como na redução global dos esforços operacionais (CARRAPIÇO et. al., 2014).

Por outro lado, embora o adobe e o tijolo solo-cimento utilizem a terra como matéria prima, dispensem cozimento e apresentem similaridades em relação à aparência e ao comportamento físico, os materiais se diferem quanto à composição e à fabricação (WEBER et al., 2017). Além disso, o tijolo solo-cimento não se trata de um material vernacular, ao contrário do adobe, que é empregado nas construções tradicionais da região há gerações. Mesmo que a

escolha do tijolo solo-cimento tenha sido feita devido às semelhanças já citadas com o adobe e seja já familiar para a população de Canuanã, este não faz o uso de tecnologias tradicionais e não surgiu e se desenvolveu através da população local e de seus conhecimentos passados e aprimorados de geração para geração, aspectos característicos dos materiais vernaculares (AKBAR et. al, 2020).

Conforme Akbar et al (2020), a arquitetura vernacular se caracteriza como sendo “a linguagem arquitetônica do povo com seus dialetos étnicos, regionais e locais: o produto de não especialistas”. Em contrapartida, o tijolo solo-cimento, sendo um material não vernacular, exige o conhecimento profissional e o treinamento de leigos para ser corretamente executado: considera-se necessário a supervisão e o fornecimento de informações e de formação para a população local produzir o material corretamente e recomenda-se que uma pessoa capacitada realize a seleção do solo e a preparação da mistura apropriada com as devidas proporções de cimento, ações que seriam desnecessárias na produção de um material vernacular, cuja produção é dominada pelo povo local (BREDENOORD, KULSHRESHTHA, 2023; AKBAR et. al, 2020).

Pode-se afirmar que as vedações das Moradas de Canuanã se tratam de uma reinterpretção das casas vernaculares da região, pois o tijolo solo-cimento, ainda que não seja o material típico da região, possui similaridades físicas e visuais com o adobe, além de apresentar menor pegada de carbono em comparação com materiais de construção convencionais. Deve-se considerar que, em muitos casos, o contexto contemporâneo traz consigo demandas relevantes que exigem atenção, o que inclui algumas limitações para a reprodução completamente fiel dos materiais tradicionais, mas que não impede a realização de adaptações ou releituras. O adobe, por exemplo, é o material tipicamente utilizado nas vedações das moradias na localidade das Moradas Infantis de Canuanã e se mostra altamente eficaz no quesito de sustentabilidade ambiental, mas ao mesmo tempo demanda maior tempo de confecção em comparação ao tijolo solo-cimento. A questão do tempo de fabricação se trata de questões relevantes para muitos projetos arquitetônicos, como foi o caso das Moradas Infantis de Canuanã. Percebe-se, assim, que buscou-se uma releitura do adobe no emprego do tijolo solo-cimento, que teve como matéria-base a terra do próprio local, seco ao ar livre e assentado em tramas vazadas da mesma maneira que é feito nas casas vernaculares de Formoso do Araguaia.

Todo o complexo que forma as Moradas é abrigado por uma única grande cobertura de uma água com inclinação de 5% e apoiada sobre 288 pilares de madeira (BARROS et al.

2021). Esta cobertura possui três aberturas nas quais ficaram os pátios ajardinados, e por estar suspensa, contribui para a criação de um microclima com ventilação cruzada e um grande sombreamento por meio dos quatro metros de beiral (SILVA et al. 2021).

Imagem 11: Vista da cobertura das Moradas Infantis de Canuanã.



Fonte: Palma, s.d.

A arquitetura das Moradas Infantis Canuanã apresenta em sua materialidade uma forte relação cultural e de ancestralidade, bem como uma profunda adaptação ao ambiente no qual a edificação está inserida, características marcantes da arquitetura vernacular e também do projeto visto como sustentável (SILVA et al. 2021). Ademais, particularidades que tornaram o projeto bem sucedido e reconhecido e que também são aspectos presentes nas tipologias vernaculares. Uma delas corresponde ao uso de materiais e técnicas locais para a concepção do projeto, soluções que fizeram com que houvesse vantagens no ponto de vista social, econômico e social (GUERRERO BACA, SORIA LOPEZ, 2018). O emprego de materiais encontrados localmente possibilita uma considerável poupança de energia incorporada necessária para a transformação e à produção, já que estes geralmente são utilizados em seu estado original ou pouco transformados, bem como para a economia na energia de transporte, uma vez que os materiais são coletados no local e transportados apenas em distâncias curtas

(GUILLAUD, 2014). Em Canuanã, por exemplo, o uso de tijolos provenientes do solo da própria fazenda onde se encontra a edificação, levou uma diminuição dos custos da obra, além de trazer ao projeto um conceito tradicional e com menores impactos ambientais (BARROS et al. 2021).

A inclusão de algumas tecnologias construtivas locais, como a utilização de varandas e de tramas vazadas de tijolos de terra para garantir o conforto térmico, expressam a preocupação dos profissionais envolvidos no projeto em valorizar e aprender com o contexto, e não apenas propor (KOK et al. 2022). Nesse sentido, destaca-se que a proposta dos materiais e das soluções arquitetônicas estiveram também alinhadas em atender as demandas de conforto térmico apontadas pelos estudantes (SILVA et al. 2021). Também se evidencia que todas as proposições do projeto foram formuladas com a participação daqueles que, realmente, usufruem a estrutura e conhecem bem o ambiente (BARROS et al. 2021).

Quadro 2: Estratégias vernaculares e sustentáveis encontradas nas Moradas Infantis Canuanã

| Estratégia | Técnica ou solução tradicional | Elemento vernacular de projeto | Aplicação no estudo de caso |
|------------------------------|---|---|---|
| Prevenção de ganhos de calor | Minimizar as superfícies do edifício expostas ao sol de verão | Pátios | Volumetria aberta e organizada em torno de 3 pátios de convivência com áreas verdes. |
| | Sistemas de sombreamento | Tramas vazadas de tijolos | Os tijolos organizados na forma de tramas vazadas, tradicionais da região, regulam a entrada de luz solar, trazem privacidade e controlam a entrada de calor. |
| | | Espaços de transição | A planta aberta e coberta por uma cobertura de grandes beirais cria um microclima sombreado, mas bem iluminado. |
| Remoção de calor | Ventilação cruzada | Tramas vazadas de tijolos; divisórias em ripados de madeira | Estes elementos criam cavidades ventiladas que permitem a constante movimentação e troca de |

| | | | |
|---|---|---|--|
| | | | ar, refrigerando os ambientes. |
| | Resfriamento evaporativo | Espelhos d'água e áreas vegetadas | A presença de jardins com vegetação nativa e com espelhos d'água fornece resfriamento evaporativo para o microclima. |
| Atraso térmico para resfriamento | Emprego de materiais de construção com alta inércia térmica | Uso de materiais tradicionais e adaptados ao clima | Vedações feitas a base de terra, material com alta capacidade de armazenar energia térmica. |
| Iluminação natural | Controle da luz solar | Tramas vazadas de tijolos; pátios; espaços de transição; divisórias em ripados de madeira | A planta aberta e com ambientes fluidos, combinada com divisões suaves ou vazadas, maximiza a entrada de iluminação natural na edificação. |
| Compreensão do local e das suas dinâmicas de funcionamento | Incorporação de fatores sociais e culturais | Presença de espaços comunitários e de convivência. | Design da edificação projetado com o intuito de promover encontros, estreitar a comunicação e ampliar as relações sociais. |
| Construção de um caráter comunitário e um senso de lugar | | | |
| Reconhecimento das expressões simbólicas locais | | Design que faz referência a ícones culturais. | Uso de elementos e materiais que concretizam a ancestralidade da comunidade, tais como grafismos indígenas, terra e madeira. |
| Participação da comunidade em processos de tomada de decisões | Arquitetura comunitária | Aproximação dos profissionais com a comunidade. | Alunos e funcionários participaram do processo de co-criação da escola expondo suas ideias e trazendo sugestões para os projetistas. |
| Estímulo à participação e ao engajamento comunitário | | Colaboração entre profissionais e moradores para a | Organização de atividades, encontros e entrevistas com alunos, funcionários e familiares |

| | | | |
|--|--|-----------------------|--|
| | | concepção do projeto. | para que eles pudessem expressar suas ideias e desejos para o projeto. |
|--|--|-----------------------|--|

Fonte: autoria própria.

5.2. Escola Primária em Gando, Burkina Faso

A Escola Primária em Gando se localiza no vilarejo homônimo, situado na região leste de Burkina Faso, país da África Ocidental, e foi projetada por Diébédo Francis Kéré, arquiteto nascido na mesma localidade (KÉRÉ, 2022). Foi construída no ano de 2001 com a proposta de expandir a escassa rede de instituições de ensino na região e ganhou notoriedade por apresentar alto desempenho térmico, pela sua qualidade espacial e por empregar materiais locais levemente modificados mediante pequenas intervenções, bem como técnicas similares às tradicionais, mas que melhor se adaptam ao atual contexto da população (SOBREIRA, 2023). Embora simples, as soluções de Kéré se mostraram simultaneamente engenhosas e conseguiram solucionar dois problemas característicos de muitos edifícios educacionais na área: iluminação e ventilação deficientes (ARCHDAILY, 2016).

Imagem 12: Vista externa da Escola Primária em Gando.



Fonte: Duchoud, 2018.

O projeto da Escola Primária em Gando abarcou uma série de parâmetros, tais como clima, custos, disponibilidade de recursos e viabilidade de construção, e teve como principal pretensão a participação ativa dos habitantes locais, que tem como tradição o trabalho coletivo na construção e manutenção de suas residências (ARCHDAILY, 2016; KÉRÉ, 2022). Assim, esta prática cultural, muito presente nas comunidades rurais de Burkina Faso, foi mesclada com técnicas sustentáveis contemporâneas de baixa tecnologia, de modo a incluir todos os habitantes no processo construtivo (KÉRÉ, 2022).

Kéré projetou a edificação de forma que sua construção pudesse ser executada por mão de obra sem experiência, o que garantiu uma economia de recursos e um envolvimento

comunitário, mas ainda assim foi assegurado um resultado que alcançasse o padrão desejado em termos de qualidade e técnica (CAVALHEIRO, 2020). Os moradores, além de contribuírem com a execução da obra, também participaram de forma efetiva nas decisões projetuais (LEPIK, BEYGO, 2016). Desta maneira, embora o projeto tenha sido desenhado por Kéré, seu êxito é atribuído ao forte engajamento dos moradores locais (ARCHDAILY, 2016). Este aspecto participativo estreitou os laços de solidariedade entre os membros da comunidade, trouxe um senso de propriedade e pertencimento à escola que ajudaram a construir e gerou sustentabilidade social e econômica ao projeto (LEPIK, BEYGO, 2016).

A edificação é composta por três salas cercadas por pátios e varandas, todos cobertos por uma única e ampla cobertura (CAVALHEIRO, 2020). Para as paredes, os pisos e os tetos das salas, foi utilizada a terra, material abundante na região e tradicionalmente empregado para a construção de moradias (CAVALHEIRO, 2020; KÉRÉ ARCHITECTURE, 2018). A terra foi acrescida com uma pequena quantidade de cimento e modelada na forma de tijolos, que se caracterizam por serem econômicos, fáceis de produzir e manusear e garantem proteção térmica contra o clima quente característico da região (ARCHDAILY, 2016). Kéré procurou selecionar um material similar ao adobe e igualmente adaptado ao clima savânico, mas que ao mesmo tempo tivesse uma produção mais rápida e uma composição mais estável, por isso, selecionou os blocos de terra estabilizados comprimidos (CSEB) feitos por uma prensa manual e móvel (LEPIK, BEYGO, 2016).

Imagem 13: Paredes de CSEB e pátio protegido pela cobertura.



Fonte: Cano, 2010.

O adobe é o material vernacular de terra tradicionalmente empregado para a construção de edificações na África Ocidental, especialmente em áreas rurais, e apresenta diversas vantagens no clima e na realidade social de Burkina Faso, tais como a capacidade de absorver umidade e regular as temperaturas internas, a disponibilidade de matéria prima, se consistir em um bom isolante térmico e dispensar mão de obra qualificada para sua execução (KASAJOO, HONGWANG, 2018). De modo a não ser desgastado pela ação da água, o adobe necessita de ser protegido através da aplicação de reboco ou de azulejo, caso contrário, manutenções periódicas são requeridas (FERNANDES et. al, 2016). No caso de Gando, tradicionalmente manutenções regulares são realizadas nas edificações de adobe exposto, contudo, pelo fato delas demandarem tempo e esforços, a população tem dado preferência a materiais importados e industrializados nos últimos tempos (LEPIK, BEYGO, 2016). A adição do cimento na composição dos blocos utilizados na Escola Primária se deu tanto para garantir uma edificação mais robusta estruturalmente, como para que eles tivessem resistência contra intempéries (LEPIK, BEYGO, 2016), apesar de que soluções tradicionais, como a caiação, impedem que estruturas de adobe sejam danificadas pela influência do tempo e das chuvas.

Nas últimas décadas, técnicas modernas de construção em terra que produzem um material de qualidades distintas foram introduzidas em diversas regiões da África Ocidental (LEPIK, BEYGO, 2016; BREDENOORD, KULSHRESHTHA, 2023). Esta mudança foi possível com a chegada de prensas manuais e mecanizadas para a fabricação de blocos de terra comprimida (BTC), uma técnica moderna e atualmente difundida de terra na qual o solo é compactado com uma prensa manual ou hidráulica (BREDENOORD, KULSHRESHTHA, 2023; WEBER et al., 2017).

Os trabalhos de Francis Kéré na África Ocidental, como é o caso da Escola Primária de Gando, empregam predominantemente os blocos de terra estabilizados comprimidos (CSEB), os quais têm sua estabilidade aumentada a partir da adição de ligantes químicos, como o cimento Portland, à terra e são comprimidos e moldados em uma prensa (BREDENOORD, KULSHRESHTHA, 2023). Devido ao processo de compactação, estes blocos são mais densos e dimensionalmente mais uniformes que o adobe e, como são moldados de forma automática e requerem pouco ou nenhum tempo de cura, sua produção ocorre de maneira mais rápida (WEBER et al.; BREDENOORD, KULSHRESHTHA, 2023). Desta forma, o CSEB é frequentemente empregado em obras que demandam conclusão em um menor período de tempo. No caso do projeto da Escola Primária em Gando, os tijolos foram fabricados pelos próprios membros da comunidade, que produziram cerca de 30 mil unidades com o auxílio de

uma prensa manual, financiada por meio da associação Schulbausteine für Gando (KÉRÉ, 2022, LEPIK, BEYGO, 2016).

Ainda que blocos de terra estabilizados comprimidos tenham como base a terra do mesmo local e tenham sido fabricados pela própria comunidade de Gando, eles não podem ser considerados um material vernacular, uma vez que a técnica não é originária do local, tendo sido introduzida recentemente. Os tijolos de adobe, onde uma massa de terra é aplicada dentro de uma forma retangular, têm sido empregados na arquitetura de Burkina Fasso há centenas de anos, e sua técnica é familiar à população local (LEPIK, BEYGO, 2016). No caso dos blocos de terra estabilizados comprimidos, por outro lado, considera-se necessário uma supervisão para a produção do material e para a construção de edificações de modo a garantir uma qualidade elevada, além de que deve haver a garantia de que informação e formação suficientes sejam levadas aos habitantes (BREDENOORD, KULSHRESHTHA, 2023). Como materiais vernaculares e suas técnicas são transmitidos e readaptados ao longo do tempo pela população local e se baseiam no resultado de muitos anos de experiência (PARDO, 2023), os blocos de terra estabilizados comprimidos não se tratam de um material vernacular, ainda que sejam atualmente difundidos na região.

Como mencionado anteriormente, em muitos casos o contexto contemporâneo dificulta a reprodução fidedigna de uma técnica vernacular e, por isso, a re-interpretação se faz utilizada em projetos neo-vernaculares. O bloco de terra estabilizado comprimido feito para a escola apresenta comportamento e aparência similar ao adobe, tendo como matéria-base a terra do próprio local, mas pode ser produzido mais rapidamente em larga escala. Considera-se então que foi feita uma espécie de releitura das edificações do vilarejo.

De um modo geral, a população de Burkina Faso apresenta uma visão negativa da terra aplicada na construção, muitas vezes vista como um material de construção pouco durável, “de pobres” e de baixa praticidade para uma vida contemporânea (BREDENOORD, KULSHRESHTHA, 2023). Esta concepção pode apenas ser mudada por meio de uma educação correta e da demonstração de projetos bem executados (BREDENOORD, KULSHRESHTHA, 2023), assim, levando em conta que os próprios moradores do vilarejo de Gando trabalharam com a terra e fabricaram os tijolos, a Escola Primária em Gando possivelmente atuou como um exemplo sobre os potenciais da terra como um material de construção para edificações contemporâneas.

As salas e os pátios da edificação são cobertos por uma cobertura dupla formada por tetos de tijolos de barro empilhados a seco e um telhado de zinco elevado por uma estrutura

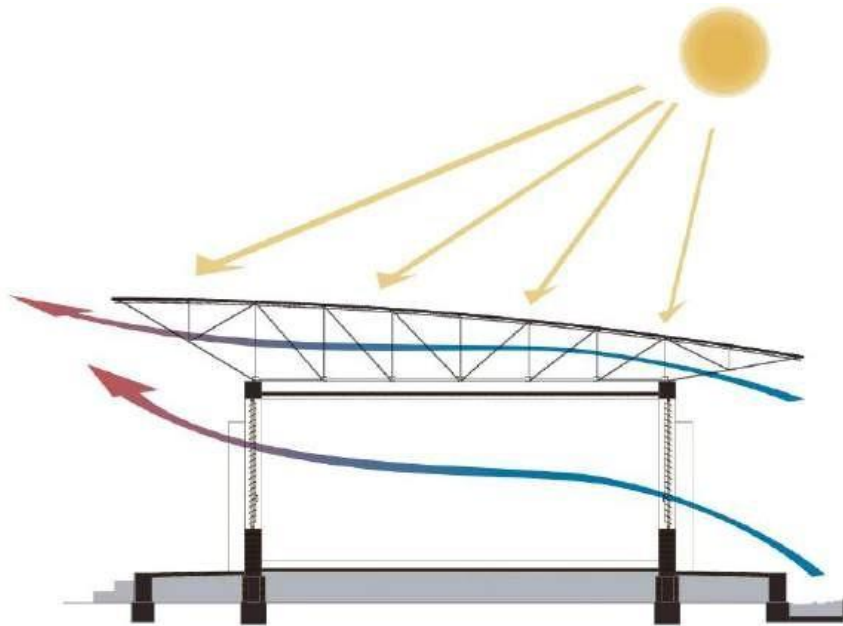
leve de vergalhões (KÉRÉ ARCHITECTURE, 2018; CAVALHEIRO, 2020). Esta estratégia se mostrou crucial para garantir um isolamento térmico devido ao bolsão de ar que se forma entre as duas camadas (SOBREIRA, 2023). Telhas metálicas são de baixo custo e acessíveis na região, mas possuem o problema na grande transmitância térmica, o que torna os espaços internos excessivamente quentes (SOBREIRA, 2023). No entanto, os ambientes permanecem confortáveis e dispensam qualquer equipamento de refrigeração devido a esta estratégia projetual da dupla cobertura ventilada, onde o ar quente é liberado pelo espaço entre o teto de tijolos empilhados e a cobertura, enquanto o ar fresco circula neste espaçamento e é trazido para o espaço interno por meio das janelas sem vidro (KÉRÉ ARCHITECTURE, 2018). O telhado de zinco também apresenta beirais largos de modo a proteger as paredes de terra das chuvas e do sol intenso (CAVALHEIRO, 2020).

Imagem 14: Habitantes de Gando montam estrutura de vergalhões da cobertura.



Fonte: Kéré, s.d.

Imagem 15: Esquema representando a atuação da cobertura e das aberturas na ventilação cruzada.



Fonte: Kéré, s.d.

Imagem 16: Espaçamento entre os tetos e a telha metálica, que auxilia na refrigeração interna.



Fonte: Kéré, s.d.

Outro aspecto que evita a exposição dos elementos de vedação à incidência direta dos raios solares e da chuva é o recuo das paredes em relação à projeção da cobertura por meio de corredores abertos, os quais também auxiliam no conforto térmico da edificação e se configuram como espaços de transição entre o exterior e o interior da escola (SOBREIRA,

2023). Em muitos casos, estes corredores, que cercam as salas de aula, são apropriados como lugar de convivência ou para a realização de atividades didáticas (SOBREIRA, 2023). Os pátios entre as salas de aula também atuam como espaços de socialização ao ar livre protegidos pela sombra da cobertura (LEPIK, BEYGO, 2016).

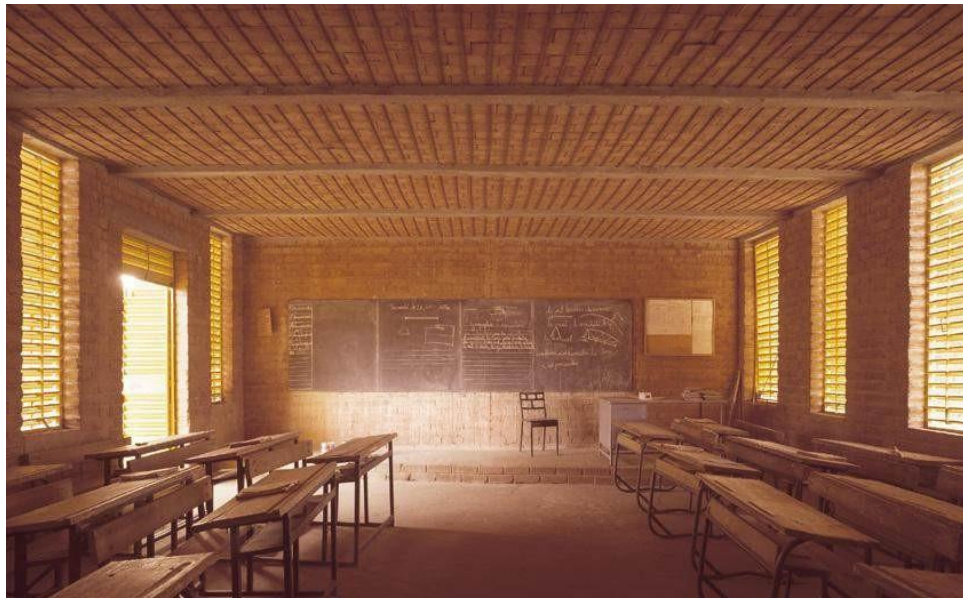
Imagem 17: Estudantes sob a sombra possibilitada pelo recuo das paredes em relação à cobertura.



Fonte: Ouwerkerk, s.d.

As fachadas da escola voltadas para a direção norte-sul contém janelas compridas, estreitas e protegidas com venezianas metálicas articuladas (LEPIK, BEYGO, 2016). Estas venezianas são produzidas na mesma região de Gando, possuem baixo custo e são ajustáveis para permitir o controle da luz nas salas de aula (CAVALHEIRO, 2020). Como a obra apresentou maior limitação de recursos e uma baixa necessidade de isolamento em relação ao exterior, as janelas não apresentam vidro, o que possibilita uma circulação de ar interna permanente (SOBREIRA, 2023). As portas e janelas com frestas da Escola Primária em Gando, em conjunto com o teto vazado, trouxeram arrefecimento e ventilação naturais e contínuos para os ambientes internos, um feito notável considerando que a região, de clima savânico, pode chegar a 45°C (CAVALHEIRO, 2020).

Imagem 18: Sala de aula, com iluminação natural controlada por venezianas.



Fonte: Duchoud, 2018.

O projeto da Escola Primária em Gando se mostrou bem sucedido e foi o primeiro de vários outros projetos que fazem parte de um complexo educacional no vilarejo de Gando, com biblioteca, escola secundária, alojamento para professores e cozinha (LEPIK, BEYGO, 2016). Tradicionalmente, os moradores de Gando trabalham coletivamente para construir e reformar as casas do local (ARCHDAILY, 2016). Assim, este sucesso é atribuído, principalmente, ao envolvimento direto da população no processo construtivo, onde técnicas sustentáveis e de baixa tecnologia foram desenvolvidas, aprimoradas e mescladas com técnicas locais para que os habitantes de Gando pudessem participar de todas as etapas do projeto (KÉRÉ ARCHITECTURE, 2018). A arquitetura vernacular e métodos modernos de engenharia foram combinados para produzir uma solução de construção de alta qualidade, simplificando, simultaneamente, a construção e futuras manutenções (KÉRÉ ARCHITECTURE, 2018).

Quadro 3: Estratégias vernaculares e sustentáveis encontradas na Escola Primária em Gando

| Estratégia | Técnica ou solução tradicional | Elemento vernacular de projeto | Aplicação no estudo de caso |
|------------------------------|--|---------------------------------------|--|
| Prevenção de ganhos de calor | Minimizar as superfícies do edifício expostas ao sol | Pátios | Presença de pátios entre as três salas de aula, em uma planta intercalada. |

| | | | |
|----------------------------------|---|---|--|
| | Sistemas de sombreamento | Espaços de transição | Edifício cercado por varandas, que além de servirem como espaço de atividades e estar, oferecem sombra da incidência solar na fachada. |
| | | Beirais largos | O beiral fornece sombreamento para as varandas e protege as fachadas do sol. |
| | | Venezianas | Uso de venezianas em todas as janelas, que regulam a quantidade de luz solar nos ambientes internos. |
| Remoção de calor | Ventilação cruzada | Aberturas posicionadas em paredes opostas. | Uso de janelas sem obstrução por vidros nas fachadas norte e sul, permitindo a circulação de ar fresco e a expulsão do ar quente. |
| | | Cobertura dupla, com espaçamento entre o teto e o telhado | O ar frio flui entre o telhado metálico suspenso e os tetos de tijolos das salas de aulas, simulando um sistema de ar condicionado. |
| Atraso térmico para resfriamento | Emprego de materiais de construção com alta inércia térmica | Uso de materiais tradicionais e adaptados ao clima | Vedações feitas a base de terra, material com alta capacidade de armazenar energia térmica. O tom da terra utilizada também apresenta alta capacidade de refletir os raios de sol. |
| Iluminação natural | Controle da luz solar | Posicionamento e tamanho de aberturas | A posição, a forma e o tamanho das janelas foram cuidadosamente planejados para que a luz solar iluminasse os ambientes de maneira propícia. |
| | | Reflexão da luz | A cor dos tijolos apresenta alta capacidade de refletir a luz, ajudando assim a difundir-la de maneira uniforme pelos ambientes. |

| | | | |
|--|---|---|--|
| Processos construtivos e produtivos considerados como valores culturais | Incorporação de fatores sociais e culturais | Emprego de tradições construtivas locais, que refletem o modo de vida da sociedade. | Técnicas vernaculares e locais foram valorizadas e adotadas, ainda que adaptadas e reavaliadas, preservando assim uma identidade local e trazendo uma edificação adaptada à realidade de Gando. |
| Compreensão do local e das suas dinâmicas de funcionamento | | Funcionalidade e respostas às realidades sociais. | Escola projetada para atender às necessidades específicas dos moradores de Gando, considerando a organização social, o uso do espaço e a disponibilidade de recursos. |
| Aumento do empoderamento da comunidade | Arquitetura comunitária | Gestão do projeto e concepção da edificação feitas pela própria comunidade. | Edificação pensada em conjunto com a comunidade e construída pelos nativos de Gando, que participaram do processo independentemente do gênero e idade. A escassez de recursos e a ausência do Estado foram superadas com criatividade, revalorização de técnicas locais e trabalho cooperativo. |
| Construção de um caráter comunitário e um senso de lugar | | | |
| Estímulo à produção local | | | |
| Envolvimento de gerações mais jovens em processos construtivos | Transferência e aprimoramento de saberes. | Colaboração e troca de conhecimentos entre gerações para a concepção do projeto. | Para explicar o desenho e os desenhos a pessoas que não sabiam ler nem escrever, foi dada aos jovens da comunidade a oportunidade de colaborar na construção da escola e de se capacitarem no processo de construção. |
| Permitir experiências construtivas práticas para facilitar o conhecimento empírico | | Engajamento da comunidade para fornecer mão de obra e conhecimentos técnicos para a construção da escola. | Ao utilizar materiais locais com os quais a comunidade está familiarizada e ao envolver artesãos locais na produção de tijolos, na construção de paredes, na colocação de pisos e na fabricação de persianas de aço e estruturas de telhado, o projeto desenvolveu competências locais e |

| | | | |
|--|--|--|--|
| | | | construiu um sentido de propriedade comunitária. |
|--|--|--|--|

Fonte: autoria própria.

5.3. Hospital Bayalpata, Nepal

Projetado pelo escritório Sharon Davis Design, o Hospital Bayalpata corresponde a um complexo médico referência em saúde rural sustentável por fornecer atendimento médico gratuito e de qualidade, em uma edificação acolhedora feita com técnicas de baixo custo e materiais locais (MOSSIN et. al. 2020). O complexo de saúde, concluído em 2019, se localiza no topo de uma colina cercada pelas encostas do vale do rio Seti, no distrito de Achham, em uma das regiões mais pobres e remotas do Nepal (OKAMOTO, 2020). A localidade se caracteriza por estar sujeita a abalos sísmicos frequentes além de apresentar um clima subtropical e um relevo montanhoso (OKAMOTO, 2020).

Imagem 19: Complexo Hospitalar de Bayalpata.



Fonte: Felicella, 2020.

Consideradas estas condições geográficas e sociais, o Hospital Bayalpata é uma expressão arquitetônica de escala modesta e que responde de forma próxima e inteligente ao local e à localização (MOSSIN et. al. 2020). Este complexo hospitalar abrange um conjunto de cinco edifícios médicos que abrigam instalações hospitalares, ambulatoriais, cirúrgicas, pré-natais e de emergência com 70 leitos, além de incluir espaços de funções clínicas, tais como

farmácia, radiologia e laboratórios (SHARON DAVIS DESIGN, 2024). O complexo foi projetado como uma vila, com edifícios em escala humana e rodeado por espaços coletivos externos (MOSSIN et. al. 2020). Já o design dessas edificações é inspirado na arquitetura tradicional nepalesa e nas práticas de construção local, de modo que os pacientes e seus acompanhantes se sintam em um ambiente familiar e confortável (MOSSIN et. al. 2020).

Imagem 20: Corredores do Hospital Bayalpata, que apresenta um design e materialidade similar às casas típicas de Achham.



Fonte: Felicella, 2020.

A arquitetura do Nepal é rica e variada e estima-se que aproximadamente três quartos da população atual do país viva em moradias vernaculares, construídas com materiais locais, como pedra, madeira, tijolo ou terra na forma de taipa de pilão, paredes de adobe, paredes mistas ou pau-a-pique (VEGAS et al., 2020). Para a construção do hospital, o escritório Sharon Davis Design especificou a taipa de pilão por ser uma técnica familiar, localmente acessível e de baixa tecnologia, o que reduziu custos e a pegada de carbono, e minimizou o transporte de materiais de construção, facilitando, assim, a logística para esta região montanhosa e remota (SHARON DAVIS DESIGN, 2024; MOSSIN et. al. 2020).

Utilizou-se solo local misturado com um teor de 6%, de cimento, de modo a trazer maior estabilidade para a terra, aumentar a capacidade de suporte de paredes e dispensar acabamentos impermeabilizantes (SHARON DAVIS DESIGN, 2024). A taipa apresenta boa estabilidade

estrutural (HU, 2023). Porém, como a região está sujeita a frequentes abalos sísmicos, suas edificações necessitam de reforços estruturais, tais como cintas de amarração e hastes reforçadas, por isso, a taipa do hospital foi reforçada com aço e colunas de concreto integradas, em um conjunto que veda e age estruturalmente (OKAMOTO, 2020).

A arquitetura vernacular nepalesa faz o uso de diversas técnicas anti-sísmicas. No caso de construções em taipa de pilão, tradicionalmente utiliza-se conectores de madeira verticais e horizontais incorporados nas paredes monolíticas, de modo a permitir a movimentação das estruturas, evitando, por sua vez, o seu colapso (VEGAS et al., 2020). Entretanto, buscando evitar o desmatamento desenfreado no país, o governo criou medidas limitando o uso da madeira em edificações, assim, os conectores de madeira passaram a ser gradualmente substituídos por reforços feitos com outros materiais em diversos locais do país (ACHARYA, 2014; VEGAS et al., 2020). O Código de Obras Nacional do Nepal (Nepal National Building Code NBC) requer o uso de reforços de concreto (ACHARYA, 2014), o que justifica o uso do material no caso do Hospital Bayalpata.

Em eventual ocorrência de terremotos, a taipa de pilão, quando bem executada, consegue apresentar performance superior ao concreto armado, sistema construtivo atualmente predominante em áreas urbanas do Nepal, pelo fato de formar paredes grossas, rígidas e robustas, o que corresponde a outra técnica de estabilização (VEGAS et al., 2020). De qualquer modo, edificações construídas em zonas de instabilidade sísmica, sejam elas vernaculares ou não, exigem reforços estruturais para permanecerem intactas em eventuais tremores. O grave terremoto de Ghoroka, que atingiu o Nepal em 2015, fez com que edifícios vernaculares incorretamente executados desabassem da mesma forma que os edifícios modernos de concreto armado, enquanto edificações vernáculas e contemporâneas adequadamente construídas com técnicas tradicionais anti sísmica ou com reforços de metal modernos resistiram com sucesso ao fenômeno (VEGAS et al., 2020; KASAJOO, HONGWANG, 2018).

Além de apresentar um custo benefício favorável no Nepal, a taipa de pilão possui massa térmica suficiente para reduzir a carga de aquecimento e arrefecimento dos ambientes internos da edificação (MOSSIN et. al. 2020). Neste caso, o material retém o ganho de calor diurno no inverno, ao mesmo tempo que mantém o interior fresco evitando o superaquecimento durante o verão, ideal para as temperaturas oscilantes de Achham (TOROXEL, SILVA, 2024). Ao contrário do senso comum, edificações de taipa podem ser erguidas em um curto espaço de tempo e, sendo uma técnica descomplicada e familiar para a população da região, foi possível o emprego da mão-de-obra local para a obra, sendo que mesmo pessoas não qualificadas

puderam ser treinadas em um tempo hábil para a correta execução do processo (KASAJOO, HONGWANG, 2018; OKAMOTO, 2020;). Outro motivo pela escolha da técnica para a construção do Hospital Bayalpata se deu pelo fato da terra ser comumente empregada nas edificações da região, o que traria uma sensação de acolhimento para os usuários do hospital (MOSSIN et. al. 2020).

Imagem 21: Moradores erguendo paredes de taipa de pilão do hospital.



Fonte: Felicella, 2020.

Imagem 22: O hospital em obras, com as paredes de taipa de pilão já adiantadas.



Fonte: Felicella, 2020.

Além da massa térmica das paredes de taipa, outras estratégias bioclimáticas foram empregadas para manter os recintos do hospital confortáveis e utilizáveis durante o ano todo assim, como resultado, todos ambientes, com exceção dos espaços operacionais e de laboratório, são aquecidos e resfriados passivamente. (OKAMOTO, 2020). As cinco edificações que compõem o hospital são organizadas em torno de pátios com tratamento paisagístico, que além de promover ventilação e iluminação natural, consistem em um ambiente agradável a pacientes e acompanhantes, muitas vezes funcionando como local de espera (SHARON DAVIS DESIGN, 2024).

Imagem 23: Pátio do hospital funcionando como ambiente de espera.



Fonte: Felicella, 2020.

Outros materiais vernaculares além da terra foram empregados na edificação: fundações, muros de contenção e passeios do complexo hospitalar foram feitos com pedras locais, enquanto para portas externas, venezianas e móveis embutidos se utilizou madeira, também extraída na própria região (SHARON DAVIS DESIGN, 2024).

Imagem 24: Área externa do Hospital Bayalpata, com arrimos e fundações visíveis. Nota-se a eficiente adaptabilidade do complexo hospitalar ao terreno irregular.



Fonte: Felicella, 2020.

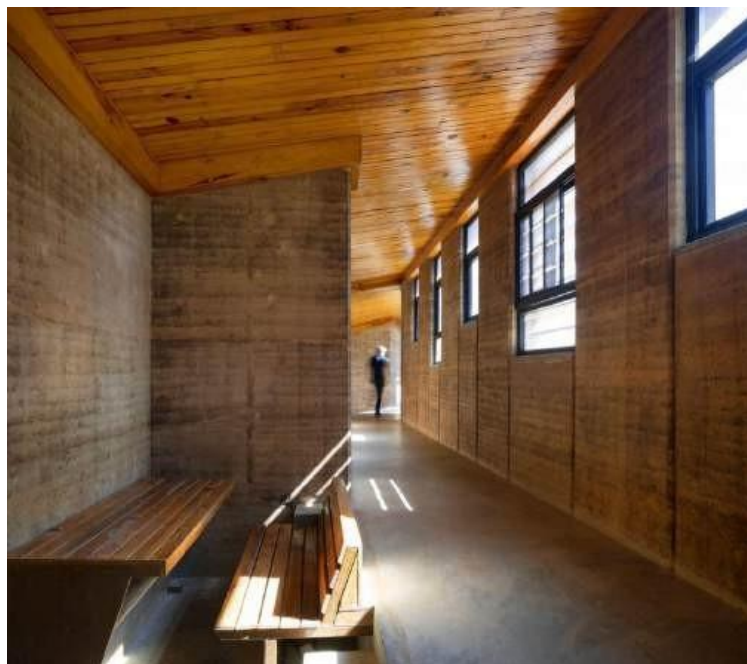
Todos os quartos dos pacientes oferecem aos pacientes acesso a estes jardins externos ou a varandas, o que contribui com o bem estar geral dos internos (SHARON DAVIS DESIGN, 2024). A brisa cruzada induzida pelos pátios penetra internamente por janelas altas e estreitas, promovendo assim a ventilação natural e melhorando as condições de conforto (TOROXEL, SILVA, 2024). Estas janelas, juntamente com uma série de clerestórios envidraçados voltados para o sul, trazem também luz natural para os recintos, reduzindo a necessidade de iluminação artificial (OKAMOTO, 2020; TOROXEL, SILVA, 2024).

Imagem 25: Leitos do hospital bem iluminados por clerestórios e janelas verticalizadas.



Fonte: Felicella, 2020.

Imagem 26: Janelas altas permitindo a entrada de luz solar no interior da edificação.



Fonte: Felicella, 2020.

Considerando que o hospital foi construído em uma região rural, a autossuficiência energética da edificação seria uma necessidade (OKAMOTO, 2020). Por isso, juntamente com as estratégias passivas de operação e conforto, um sistema fotovoltaico de 100 kW conectado à rede e instalado em todos os telhados voltados para o sul é a principal fonte de energia (SHARON DAVIS DESIGN, 2024). Instalou-se também um sistema de aquecimento solar de água, que aquece até 3.300 litros de água por dia para uso médico e de pessoal (SHARON DAVIS DESIGN, 2024). Ademais, o complexo médico apresenta seu próprio sistema de armazenamento e abastecimento de água, instalações de tratamento de águas residuais e uma rede de terraços paisagísticos e valas biológicas que gerenciam a erosão provocada pelas monções (SHARON DAVIS DESIGN, 2024).

Imagem 27: Telhado com painéis solares visíveis, os quais tornam o Hospital Bayalpata autossuficiente.



Fonte: Felicella, 2020.

O Hospital Bayalpata tem uma pegada de carbono pequena tanto em termos de construção como de manutenção e se trata de uma expressão arquitetônica que responde de forma próxima e inteligente ao local e à localização. (MOSSIN et. al. 2020). Características como estas contribuem com a humanização dos tratamentos de saúde e demonstram a possibilidade de uma estrutura fornecer atendimento médico acessível e de qualidade a regiões remotas e afetadas pela pobreza (MOSSIN et. al. 2020; OKAMOTO, 2020).

Em regiões remotas do Nepal, o uso da terra e de outros materiais naturais e locais para a construção de edificações ainda é comum pelo fato de que muitos de seus habitantes não tem

acesso a materiais de construção industrializados, como cimento, aço e tijolos cozidos, que são transportados das áreas urbanas para as áreas rurais (KASAJOO, HONGWANG, 2018). Todavia, nos últimos 30 anos, governos sucessivos do país têm incentivado direta e indiretamente o abandono dos materiais e técnicas vernaculares em favor de uma arquitetura internacional contemporânea que utiliza concreto armado e estruturas metálicas (VEGAS et al., 2020). Ademais, o Código de Obras Nacional do Nepal limita estruturas feitas em taipa a até dois andares e meio, tornando-as menos populares em um ambiente urbano denso, onde a tendência é a verticalização (SURVANT, 2022). Todos estes fatores trouxeram para os materiais de terra o estigma que são pouco sofisticados, ultrapassados e de qualidade inferior, enquanto o cimento é considerado moderno e mais eficiente (ACHARYA, 2014).

Projetos bem sucedidos em arquitetura vernacular, como é o caso do Hospital Bayalpata, podem contribuir para a superação deste estigma. Como os moradores estiveram envolvidos na construção do hospital, puderam testemunhar o uso de métodos de construção tradicionais aplicados em uma edificação moderna e resistente, certificando-se que estratégias simples e materiais locais podem ser combinados com sistemas contemporâneos e apresentarem um produto satisfatório. Do ponto de vista econômico, os materiais utilizados são comercialmente mais baratos, e o hospital praticamente não exige custos de aquecimento ou resfriamento devido ao comportamento da taipa, sendo assim um estímulo para seu uso no Nepal, especialmente considerando que o país ainda sofre as consequências da destruição de edificações provocada pelo terremoto de 2015.

Quadro 4: Estratégias vernaculares e sustentáveis encontradas no Hospital Bayalpata

| Estratégia | Técnica ou solução tradicional | Elemento vernacular de projeto | Aplicação no estudo de caso |
|-------------------|---------------------------------------|--|--|
| Remoção de calor | Ventilação cruzada | Pátios | Os pátios entre os blocos do hospital contribuem para a ventilação da edificação ao facilitar o fluxo de ar e criar diferenças de pressão, induzindo a circulação do ar. |
| | Efeito chaminé | Janelas altas (clerestórios) combinadas com aberturas convencionais. | Diversos ambientes do hospital possuem janelas de clerestório, cujo a posição elevada permite que o ar quente, que sobe, escape da edificação |

| | | | |
|----------------------------------|---|--|--|
| Atraso térmico para resfriamento | Vedação com alta inércia térmica | Paredes robustas | Paredes feitas com taipa, que possui alta massa térmica, podendo absorver e armazenar o calor lentamente durante o dia. |
| | | Uso de materiais tradicionais e adaptados ao clima | Vedações feitas a base de terra, material com capacidade térmica elevada. A cor da terra utilizada também apresenta alta capacidade de refletir os raios de sol ao invés de absorvê-lo, o que reduz o ganho de calor da radiação solar. |
| Inércia térmica para aquecimento | | Paredes robustas | As paredes de taipa são capazes de absorver calor durante o dia e, à medida que as temperaturas caem, estas paredes liberam gradualmente o calor armazenado no ambiente interno. A robustez da taipa proporciona isolamento térmico adequado, minimizando a perda de calor. |
| | | Uso de materiais tradicionais e adaptados ao clima | A terra, utilizada na construção das paredes, é um material denso, de elevada capacidade térmica, o que significa que é capaz de liberar calor quando as temperaturas do ambiente se encontram baixas. |
| Resiliência a desastres naturais | Sistemas resistentes a desastres naturais frequentes. | Paredes maciças | Vedações em taipa, técnica que resulta em paredes maciças e duráveis. Quando combinada com reforços estruturais e fundações sólidas, paredes maciças apresentam boa performance em caso de terremotos por fornecerem mais estabilidade e massa. |
| Iluminação natural | Controle da luz solar | Pátios; espaços de transição | Estes espaços abertos entre os blocos hospitalares permitem a entrada de luz natural nos espaços internos. |

| | | | |
|--|---|--|---|
| | | Posicionamento e tamanho de aberturas | A posição, a forma e o tamanho das janelas foram cuidadosamente planejados para que a luz solar iluminasse os ambientes de maneira propícia. |
| | | Reflexão da luz | A cor da terra da taipa ajuda a distribuir a luz natural, iluminando os espaços de forma mais uniforme. |
| Valorização da melhoria do bem estar coletivo | Incorporação de valores culturais e sociais | Emprego de tradições construtivas locais | O complexo hospitalar possui design e técnica construtiva baseado em tradições vernáculas, de modo a trazer conforto e proximidade aos pacientes e acompanhantes |
| Permitir experiências construtivas práticas para facilitar o conhecimento empírico | Transferência e aprimoramento de saberes | Uso de mão de obra local. | Membros da comunidade, que possuíam habilidades e conhecimentos específicos transmitidos através de gerações, aplicaram técnicas de construção familiares e também aprenderam e executaram técnicas importadas, que não exigiam qualificação. |

Fonte: autoria própria.

5.4. Pingtan Book House, China

Concebida em 2021 pelo escritório Condition_Lab, a Pingtan Book House corresponde a uma biblioteca localizada no vilarejo Pingtan, na província de Hunan, China (ARCHDAILY, 2024). Apresenta três pavimentos e uma área de 80m² aproximadamente, com uma estrutura leve confeccionada inteiramente em madeira (CONDITION_LAB, 2024). Visando atender, principalmente, crianças em idade escolar, a edificação foi construída no terreno de uma escola primária e seu design se destaca por unir tradição e tecnologia de modo a celebrar a herança secular da região (FERRETTO et al., 2022).

Imagem 28: Fachada exterior da Pingtan Book House.



Fonte: Chen, 2021.

Pingtan se trata de um vilarejo da etnia Dong, uma das mais antigas minorias étnicas da China (LU et al., 2020). A arquitetura Dong se destaca, especialmente, pelo engenhoso trabalho em carpintaria, com casas construídas em madeira de abeto chinês e compostas por três ou

quatro pisos (LU et al., 2020). Com o irracional avanço da modernidade, muito da tradição construtiva Dong tem sido perdida, onde as sofisticadas estruturas de madeira foram substituídas pelo concreto e, conseqüentemente, diversos vilarejos construídos com técnicas seculares a partir de um único material sustentável, o abeto chinês, tem rapidamente perdido sua identidade (ARCHDAILY, 2024). Juntamente com o declínio da paisagem vernacular, os carpinteiros Dong perderam seus postos de trabalho e as competências e conhecimentos complexos tem corrido riscos de desaparecimento, além de que o uso desenfreado de concreto nas construções tem causado sérios impactos para o solo e rios da região (FERRETTO et al., 2022). Outros vilarejos tradicionais chineses têm sido rotulados como “monumentos históricos” e passam a ser entendidos não mais como um elemento do cotidiano real, mas sim como uma peça de museu, deixando assim de serem vividos e dinâmicos (ARCHITECTURE- IN-DEVELOPMENT, 2024).

Diante desta situação a equipe do escritório Condition_Lab concebeu o prédio da biblioteca seguindo a tipologia de uma casa tradicional Dong, com telhado inclinado de telha e um sistema de construção em madeira de encaixe, com vigas e colunas interconectadas sem a necessidade de pregos ou roscas de aço (CONDITION_LAB, 2024). Fazendo o uso de uma técnica construtiva típica da localidade, a Pingtan Book House convida as novas gerações a não esquecerem o patrimônio artístico, cultural e arquitetônico local e busca despertar um sentimento de curiosidade e deslumbramento pelos materiais e conhecimentos construtivos de origem Dong (ARCHDAILY, 2024; FERRETTO et al., 2022). A edificação procura demonstrar à comunidade local, especialmente para as crianças, que a madeira ainda se trata de um importante material de construção e que também pode ser contemporânea (FERRETTO et al., 2022). Além disso, ao destacar a beleza poética que pertence à região por meio da arquitetura, a edificação atesta que a arquitetura vernácula Dong pode e deve evoluir junto com a sociedade e a cultura (FERRETTO et al., 2022).

Para ser projetada e construída, a Pingtan Book House contou com a participação ativa da comunidade, sendo que o escritório Condition_Lab trabalhou em estreita colaboração com carpinteiros locais e com estudantes de arquitetura da Escola de Arquitetura da Universidade Chinesa de Hong Kong (ARCHITECTURE-IN-DEVELOPMENT, 2024). Ademais, por meio de conversas e incentivo à participação, os projetistas ganharam a confiança dos moradores do vilarejo e, deste modo, puderam conceber um projeto pertinente à realidade sócio-ambiental da região e também criar uma narrativa social que contribuiu com a captação de recursos para a concretização da biblioteca (CONDITION_LAB, 2024).

Os carpinteiros da região não atuaram somente como construtores, mas também participaram ativamente do processo de desenvolvimento da Pingtan Book House (ARCHITECTURE-IN-DEVELOPMENT, 2024). Assim, formou-se uma equipe de 6 carpinteiros locais liderada por Yang Jian, mestre que possui mais de 30 anos de experiência na construção de casas de madeira nas aldeias da minoria Dong e que, ao transmitir o conhecimento da carpintaria Dong artesanal aos projetistas, possibilitou a concretização do projeto (ARCHITECTURE-IN-DEVELOPMENT, 2024).

Inspirada nas tradicionais casas Dong, a Pingtan Book House foi construída inteiramente com madeira da região, em uma estrutura ecológica com design contemporâneo (ARCHDAILY, 2024). A edificação emprega habilmente alguns detalhes tradicionais típicos das casas Dong, como as conexões estruturais perfeitamente interligadas por meio de ensambladuras com método de encaixe, e também os adapta a um design contemporâneo, onde elementos como paredes, janelas, escadas e piso, todos feitos com madeira de abeto chinês, são reinterpretados (LU et al., 2020; ARCHDAILY, 2024). Sendo um material de base biológica, a madeira é biodegradável e converte CO₂ em biomassa através da fotossíntese durante o crescimento da planta antes de seu processamento para ser empregada como estrutura, contendo, desta forma, um menor volume de carbono embutido em comparação com o concreto (HU, 2023).

Imagem 29: A biblioteca no vilarejo Pingtan.



Fonte: Chen, 2021.

Imagem 30: Interior da Pingtan Book House com a maioria dos elementos concebidos em madeira de abeto chinês, material de construção tradicional da localidade.



Fonte: Zhao, 2021.

O único material não-regional empregado foram os painéis de policarbonato, os quais compõem janelas que preenchem as fachadas leste e oeste (FERRETTO et al., 2022). Por permitirem a penetração da luz solar e a visualização do meio externo pelos usuários, criam um ambiente interior confortável e acolhedor (FERRETTO et al., 2022). Os painéis translúcidos das janelas contribuem para que a edificação apresente temperaturas confortáveis em dias frios, uma vez que a radiação solar direta penetra no ambiente através do policarbonato, aquecendo, assim, as superfícies interiores à medida que as atinge (TOROXEL, SILVA, 2024). Já no verão as janelas podem ser abertas e, por estarem posicionadas em paredes opostas, criam uma ventilação cruzada capaz de refrigerar o ambiente de modo eficiente (DU, 2019). As paredes voltadas para norte e sul, por outro lado, foram cobertas por molduras de madeira que servem como prateleiras de livros (FERRETTO et al., 2022).

Imagem 31: Janelas de policarbonato da Pingtan Book House.



Fonte: Zhao, 2021.

Imagem 32: Interior da livraria naturalmente iluminado.



Fonte: Zhao, 2021.

Ao invés de conceber uma edificação com pavimentos e salas delimitadas, os projetistas optaram por um ambiente aberto e vertical visando um envolvimento lúdico (CONDITION_LAB, 2024). Duas grandes escadas de dupla hélice envolvem o edifício e se encontram no topo, onde há um espaço comum para descanso e leitura (FERRETTO et al., 2022). Estas escadas

servem como circulação vertical e também como assento para os usuários da biblioteca (CONDITION_LAB, 2024).

Imagem 33: A escadaria da biblioteca em destaque.



Fonte: Zhao, 2021.

Imagem 34: Estudantes lendo em ambiente aberto e descontraído da Pingtan Book House.



Fonte: Zhao, 2021.

O projeto da biblioteca representou uma oportunidade onde as novas gerações podem aprender a ver a sua cultura sob uma luz diferente, especialmente em um contexto marcado pelo

êxodo para metrópoles, perda da identidade e desaparecimento das vilas tradicionais (FERRETTO et al., 2022). Para a equipe do escritório Condition_Lab, o fato de mostrar para crianças que os saberes, conhecimentos e cultura Dong permanecem vivos e relevantes em um mundo de mudanças rápidas e radicais corresponde a uma importante lição presente na Pingtan Book House (CONDITION_LAB, 2024). Outro ensinamento relevante em que o projeto se apoia, conforme o Condition_Lab, se refere à disciplina, já que mostra a importância social que a arquitetura é capaz de ter (ARCHDAILY, 2024).

Quadro 5: Estratégias vernaculares e sustentáveis encontradas na Pingtan Book House

| Estratégia | Técnica ou solução tradicional | Elemento vernacular de projeto | Aplicação no estudo de caso |
|---|---|---|---|
| Remoção de calor | Ventilação cruzada | Aberturas posicionadas em paredes opostas. | Uso de janelas basculantes nas fachadas leste e oeste, permitindo a circulação de ar fresco e a expulsão do ar quente. |
| Emprego de materiais acessíveis | Uso de materiais de construção locais | Estrutura feita em madeira de abeto chinês. | A biblioteca foi feita, em sua maior parte, com madeira de abeto chinês, material existente na região e familiar aos habitantes. |
| Processos construtivos e produtivos considerados como valores culturais | Incorporação de fatores sociais e culturais | Uso da arquitetura e de técnicas construtivas tradicionais. | A biblioteca foi concebida com o estilo Dong, que reflete a história, as crenças e os modos de vida da comunidade do vilarejo de Pingtan. |
| Reconhecimento das expressões simbólicas locais | | Design e estilo da região | Projeto com formas, padrões e estilos arquitetônicos que refletem a estética local e os valores culturais, o que permite a população a reavivar um senso de admiração em sua herança. |

| | | | |
|--|-------------------------|--|--|
| Reconhecimento do valor dos saberes e da memória construtiva | | Trabalho feito em parceria com carpinteiros locais | Ao envolver carpinteiros locais no processo de design e construção, os saberes locais puderam ser valorizados. |
| Aumento do empoderamento da comunidade | Arquitetura comunitária | Uso de tradições construtivas locais. | Ao refletir a identidade e as tradições locais, a edificação fortaleceu o sentimento de pertencimento e orgulho entre os membros da comunidade de Pingtan. |
| | | Envolvimento da comunidade no projeto. | A atuação da comunidade garantiu que as necessidades acerca da biblioteca fossem atendidas e fomentou um senso de agência e responsabilidade compartilhada. |
| Estímulo à participação e ao engajamento comunitário | | Estreita colaboração entre projetistas, carpinteiros locais e estudantes de arquitetura para a concepção do projeto. | Por meio de conversas, incentivo à participação e escuta a moradores, projetistas criaram um projeto funcional e pertinente à realidade socioambiental da região |
| | | | Edificação feita com o trabalho de carpinteiros locais, que conhecem a tradição construtiva adequada para a realidade sócio-ambiental do vilarejo. |
| Valorização todos os atores das atividades que envolvem conhecimentos tradicionais | | Reconhecimento dos artesãos e trabalhadores locais | O projeto reconheceu o trabalho de carpinteiros que utilizam técnicas tradicionais, valorizando suas contribuições e expertise. |
| | | Participação comunitária | Envolvimento da comunidade no processo de planejamento da |

| | | | |
|---|--|--|--|
| | | | edificação, o que assegurou que as vozes e opiniões de todos os envolvidos fossem consideradas. |
| Estímulo à produção local | | Uso de mão de obra e técnicas construtivas locais. | Edificação feita a partir de mão de obra e técnicas construtivas do vilarejo, o que evidenciou o conhecimento e as habilidades dos trabalhadores locais. Isso gera emprego e mantém viva a cultura e as tradições da comunidade. |
| Transmissão da história e dos valores culturais | Transferência e aprimoramento de saberes | Uso da arquitetura tradicional | Fazendo o uso da arquitetura Dong, a edificação pôde reconectar e inspirar gerações mais jovens, permitindo que elas apreciem sua rica cultura por meio do envolvimento direto. |

Fonte: autoria própria.

6. Considerações finais

A questão da sustentabilidade se tornou atualmente um tópico central e indispensável nos últimos anos em muitos campos, incluindo o da construção civil. Nesse sentido, a melhoria da eficiência energética das edificações, a redução do uso de energia para o conforto, a funcionalidade, a diminuição da pegada de carbono e o respeito pela sociedade e pelo seu modo de vida correspondem a aspectos importantes e cada vez mais prezados pela arquitetura. Ainda que os tempos atuais se caracterizem por constantes e rápidas mudanças e pela forte presença de soluções e tecnologias inovadoras, estratégias da arquitetura vernacular correspondem a uma opção viável, econômica e racional para trazer qualidade ao ambiente construído, além de reduzir seus impactos negativos no meio ambiente. Isso se deve ao fato de que a arquitetura vernacular é baseada em materiais de construção locais e fortemente influenciada pelo clima, geografia, tradições, cultura e contexto sócio-econômico, aspectos chave da edificação considerada como sustentável.

O cerne de edificações vernáculas é empregar a própria arquitetura para coletar energia livre do ambiente natural e utilizar a natureza e as características locais em seu benefício para providenciar conforto e funcionalidade aos usuários. Consequentemente, construções são feitas com baixo impacto ambiental e economia, além de favorecerem a qualidade de vida e a saúde. Por isso, muitos dos princípios da configuração arquitetônica sustentável são os mesmos utilizados na arquitetura vernacular, havendo diversos exemplos encontrados em diferentes partes do mundo aos quais os arquitetos podem se referir ou se inspirar. Como exemplo se tem a arquitetura bioclimática, uma das principais características de edificações vernaculares, que minimiza ou evita o consumo de energia pelo fato de que elementos do ambiente natural são as fontes de energia.

A arquitetura vernacular, embora frequentemente negligenciada, oferece diversas respostas a questões contemporâneas. Ao mesmo tempo, no cenário atual, práticas puramente vernáculas, com uma forma não adulterada, nem sempre podem ser adotadas devido à evolução do estilo de vida. Em diversas situações, novas edificações exigem o uso de intervenções contemporâneas para atender a requisitos e necessidades atuais. Assim, não se torna viável fazer uma absoluta negação aos materiais industrializados e às técnicas construtivas modernas. Nesse sentido, a arquitetura neo-vernacular, que seria a amálgama de técnicas vernaculares com práticas e tecnologias contemporâneas, surge como solução para acomodar as exigências atuais e reviver a arquitetura tradicional, gerando o mínimo de perturbação ao meio ambiente e ao modo de vida de determinada população.

Os estudos de caso apresentados mostraram bons resultados na adaptação de técnicas vernaculares à realidade moderna, onde métodos e formas tradicionais se fizeram reinterpretados por meio de uma lente contemporânea, integrando elementos vernáculos e modernos de modo a promover designs inovadores, ecologicamente corretos e culturalmente conscientes. Nesse sentido, as edificações que constam como estudos de caso deste trabalho não correspondem a uma replicação exata do que é considerado como vernáculo, afinal adaptações se fizeram necessárias para atender às demandas do presente. Dentre as atualizações identificadas para integrar a edificação no contexto atual, podem ser mencionadas o atendimento normas técnicas de segurança locais, técnicas e ferramentas para economia de custos, uso de materiais modernos e integração de sistemas elétricos e hidráulicos.

As edificações analisadas enfatizam consideravelmente a sustentabilidade ao empregarem preferencialmente materiais de origem local e estratégias de design passivo para minimizar o consumo de energia, além de valorizarem a identidade e a cultura regionais ao dialogar harmoniosamente com os contextos e as comunidades locais, ainda que adaptações pontuais se fizeram presentes.

Ganha destaque também a preservação e a ênfase ao caráter social da arquitetura vernacular nos projetos. Para além do fato de que incorporar elementos vernaculares em um projeto valoriza a cultura local, nota-se que houve também uma preocupação com a preservação do patrimônio imaterial e com a criação de espaços que ressoam com a comunidade. Para isso, nos estudos de caso se encontrou uma forte participação da comunidade na concepção desses projetos e no empoderamento dos habitantes com capacitações e incentivos à autonomia. Salienta-se também para o aspecto social a contribuição de carpinteiros locais para o projeto da Pingtan Book House, já que estes especialistas atuam como guardiões das práticas construtivas tradicionais, contribuindo assim para a preservação do patrimônio material e imaterial e para sua transmissão a gerações futuras de maneira autêntica e viva.

REFERÊNCIAS

ACHARYA, Narayan. Rammed earth and bamboo. [Entrevista concedida a] Sabrina Toppa. **The Kathmandu Post**, Katmandu, 21 jun. 2014. Miscellaneous. Disponível em: <<https://kathmandupost.com/miscellaneous/2014/06/21/rammed-earth-and-bamboo>>. Acesso em 28 ago. 2024.

AGYEKUM, Kofi; KISSI, Ernest; DANKU, James Cofie. Professionals' views of vernacular building materials and techniques for green building delivery in Ghana. **Scientific African**, v. 8, p. e00424, 2020.

AKBAR, Naji; ABUBAKAR, Ismaila Rimi; BOUREGH, Adel Saleh. Fostering urban sustainability through the ecological wisdom of traditional settlements. **Sustainability**, v. 12, n. 23, p. 10033, 2020.

ARCHDAILY. Pingtan Book House / Condition_Lab. **ArchDaily**, fev. 2022. Disponível em: <<https://www.archdaily.com/975470/pingtang-book-house-condition-lab-and-ual-studio>>. Acesso em 24 jun. 2024.

ACHENZA, Maddalena. Architectural Sustainability: A New Inspiration. **SAJ. Serbian Architectural Journal**, v. 8, n. 1, p. 167-178, 2016.

ACHENZA, Maddalena; CANNAS, Leonardo G. F.; PICONE, Adelina. Natural Air Conditioning Design. In: CORREIA, Mariana; DIPASQUALE Letizia; MECCA, Saverio (ed.). **Versus: Heritage for Tomorrow- Vernacular Knowledge for Sustainable Architecture**. Florence: Firenze University Press, 2014. p. 200-209.

ANDRADE, Mário César Rezende. O papel das revisões de literatura na produção e síntese do conhecimento científico em Psicologia. **GeraiS: Revista Interinstitucional de Psicologia**, v. 14, n. SPE, p. 1-5, 2021.

ARCHITECTURE-IN-DEVELOPMENT. **Book House: The Project**. Architecture-in-Development, 2024. Disponível em: <<https://architectureindevelopment.org/project/1389>>. Acesso em 23 jun. 2024.

BARROS, Enicleia; ANJOS, Pedro Filipe Amaral; PEREIRA, Matheus Henrique Lopes. Edifício Sustentável: Estudo de Caso das Moradas Infantis de Canuanã em Formoso do Araguaia- TO. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 14, p. 01- 12, nov. 2021.

CALLEJAS, Ivan Julio Apolonio; DURANTE, Luciane Cleonice; DIZ-MELLADO, Eduardo; GALÁN-MARÍN, Carmen. Thermal Sensation in Courtyards: Potentialities as a Passive Strategy in Tropical Climates. **Sustainability**, v 12, n. 15, 2020. Disponível em: <<https://www.mdpi.com/2071-1050/12/15/6135>>. Acesso em 12 mai. 2024.

CARRAPIÇO, Inês Costa; GOMES, Filipa; CORREIA, Mariana; Rocha, Sandra. Walls of High Thermal Inertia. In: CORREIA, Mariana; DIPASQUALE Letizia; MECCA, Saverio (ed.). **Versus: Heritage for Tomorrow- Vernacular Knowledge for Sustainable Architecture**. Florence: Firenze University Press, 2014. p. 212-221.

CAVALHEIRO, Helena. Perfil: Francis Kéré. **Select**, São Paulo, ano 09, 47^a edição, p. 52- 59, jun./jul./ago. 2020. Disponível em: <https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/5512376/course/section/6012656/Select_47.pdf>. Acesso em 25 mai. 2024.

CHÁVEZ, Ángel Mario Hurtado; MAMANI, César Julio Larico. Influencia de la inercia térmica en viviendas de la ciudad de Puno. **Revista Científica Investigación Andina**, v. 21, n. 1, 2021.

CHEN, Xiaotie. **Pingtán Book House / Condition_Lab**. 2021. Fotografia. ArchDaily, fev. 2022. Disponível em: <<https://www.archdaily.com/975470/pingtán-book-house-condition-lab-and-ual-studio>>. Acesso em 29 ago. 2024.

CONDITION_LAB. **Pingtán Book House**. 2024. Sharon Davis Design. Disponível em <<https://www.condition-lab.com/2-3-2-pingtán-book-house>>. Acesso em 23 jun. 2024

CORREIA, Mariana; JUVANEC, Borut; MILETO, Camilla; VEGAS, Fernando; GOMES, Filipa; ALCINDOR, Monica; LIMA, Ana. Socio-Economic Sustainability in Vernacular

Architecture. In: CORREIA, Mariana; DIPASQUALE Letizia; MECCA, Saverio (ed.). **Versus: Heritage for Tomorrow- Vernacular Knowledge for Sustainable Architecture**. Florence: Firenze University Press, 2014. p. 56-63.

CANO, Enrico. **Francis Kerè**. 2010. Fotografia. Disponível em:
<<https://enricocano.com/francis-kere>>. Acesso em Acesso em 25 ago. 2024.

COJOCARU, Alexandra; ISOPESCU, Dorina Nicolina. Passive Strategies of Vernacular Architecture for Energy Efficiency. **Bulletin of the Polytechnic Institute of Iași. Construction. Architecture Section**, v. 67, n. 2, p. 33-44, 2021.

DIPASQUALE Letizia; MECCA, Saverio; PICONE, Adelina. Courtyard houses. In: CORREIA, Mariana; DIPASQUALE Letizia; MECCA, Saverio (ed.). **Versus: Heritage for Tomorrow- Vernacular Knowledge for Sustainable Architecture**. Florence: Firenze University Press, 2014. p. 150-163.

DU, Xiaoyu. Passive cooling techniques. **A+BE | Architecture and the Built Environment**, Delft, v. 09, n. 10, p. 69–100, nov. 2019.

Duchoud, Siméon. **Primary School, Gando**. 2018. Fotografia. Disponível em:
<<https://arquitecturaviva.com/works/escuela-primaria-de-gando-10>>. Acesso em 25 ago. 2024.

FELICELLA, Elisabeth. **Bayalpata Hospital**. 2020. Fotografia. Sharon Davis Design. Disponível em:
<<https://sharondavisdesign.com/project/bayalpata-community-hospital-nepal/>>. Acesso em 10 ago. 2024.

FERNANDES, Jorge; MATEUS, Ricardo; BRAGANÇA, Luís. *Arquitetura Vernácula Portuguesa: Lições de Sustentabilidade para a Arquitetura Contemporânea*.

BUSTÁN-GAONA, Darío; AYALA-CHAUVIN, Manuel; BUELE, Jorge; JARA-GARZÓN, Patricia; RIBA-SANMARTÍ, Genís. Natural Lighting Performance of Vernacular Architecture: case study oldtown Pasa, Ecuador. **Energy Conversion and Management: X**, v. 20, p. 100494, 2023.

FERRETTO, Peter Winston; LAM, Milly; LIU, Paula. Experimenting on the Role of Architect: PINGTAN BOOK HOUSE. [Entrevista concedida a] YAELIM, Youn. **Space**, Seoul, n. 659, out. 2022.

Disponível em: <https://vmospace.com/eng/report/report_view.html?base_seq=MjIOMw> Acesso em 24 jun. 2024.

FINOTTI, Leonardo. **Moradas Infantis Canuanã – Fundação Bradesco**. s.d. Fotografia. Rosenbaum. Disponível em: <<https://rosenbaum.com.br/escritorio/projetos/moradas-infantis-canuana/>>. Acesso em 24 jul. 2024.

GAMÓN, M. Rosaleny. Parameters of Sociocultural Sustainability in Vernacular Architecture. **The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences**, v. 44, p. 227-231, 2020.

GIOVAGNORIO, Ilaria; ACHENZA, Maddalena. Environmental Sustainability in Vernacular Architecture. In: CORREIA, Mariana; DIPASQUALE Letizia; MECCA, Saverio (ed.). **Versus: Heritage for Tomorrow- Vernacular Knowledge for Sustainable Architecture**. Florence: Firenze University Press, 2014. p. 40-47.

GUILLAUD, Hubert. Socio-cultural Sustainability in Vernacular Architecture. In: CORREIA, Mariana; DIPASQUALE Letizia; MECCA, Saverio (ed.). **Versus: Heritage for Tomorrow- Vernacular Knowledge for Sustainable Architecture**. Florence: Firenze University Press, 2014. p. 48-55.

GUERRERO BACA, Luis Fernando; SORIA LÓPEZ, Francisco Javier. Traditional architecture and sustainable conservation. **Journal of Cultural Heritage Management and Sustainable Development**, v. 8, n. 2, p. 194-206, 2018.

HU, Ming. Exploring Low-Carbon Design and Construction Techniques: Lessons from Vernacular Architecture. **Climate**, v. 11, n. 18, p. 165, 2023.

KASAJOO, Aayush; HONGWANG, Ma. Earth Block Construction in Nepal as Alternative to

Reconstruction after the 2015 Gorkha Earthquake. **Journal of the Institute of Engineering**, v. 14, n. 1, 2018.

KÉRÉ ARCHITECTURE. **Gando Primary School**. Kéré Architecture, 2018. Disponível em: <<https://www.kerearchitecture.com/work/building/gando-primary-school-3>>. Acesso em 26 mai. 2024.

KÉRÉ, Diébédo Francis. Vivencias colectivas: Proyectos comunitarios en Gando. **47 al Fondo**, La Plata, n. 23, p. 30-38, 2022. Disponível em: <<https://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/148180>>. Acesso em 25 mai. 2024.

KÉRÉ, Diébédo Francis. **Primary School**. s.d. Fotografia. MoMa: Small Scale Big Change. Disponível em: <https://www.moma.org/interactives/exhibitions/2010/smallscalebigchange/projects/primary_school.html>. Acesso em 25 ago. 2024.

KOK, Alexandre; FRANÇA, Caio; RUDGE, Gabriela; GIRARDI, Lara; SOARES, Lia; CALIXTO, Maria Clara; LIESEGANG, Marina; TRAMA, Pedro; SILBERFELD, Tamara; KACELNIK, Valentina. Moradas Infantis em Canuanã: encontro entre arquitetura vernacular e tecnologias industriais. **ArchDaily Brasil**, 13 ago. 2022. Disponível em: <<https://www.archdaily.com.br/br/985951/moradas-infantis-em-canuana-encontro-entre-arquitetura-vernacular-e-tecnologias-industriais>>. Acesso em 04 mai. 2024.

LAMBERTS, R.; DUTRA, L.; PEREIRA, F. O. R. **Eficiência energética na arquitetura**. São Paulo: 3ª Edição. Editora: Eletrobrás/Procel, 2014. 366 p.

LEPIK, Andres; BEYGO, Ayça. Primary School Complex: Primary School. In: _____ . **Francis Kéré: Radically Simple**. Berlin: Hatje Cantz Verlag, 2016. p. 32-37.

LIGUORI, I. N.; LABAKI, L. C. Espaços de Transição e Conforto Térmico: Uma Revisão Sistemática da Literatura. In: ENCONTRO NACIONAL DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 15., 2019. **Anais [...]. [S. l.]**, 2019. p. 1223–1230. Disponível em: <https://eventos.antac.org.br/index.php/encac/article/view/4050>. Acesso em: 15 mai. 2024.

LU, Xiaoying; WEI, Yanhai; HU, Xueka; FANG, Jiajue. A research on the architectural design and its implementing of dong nationality in northern guangxi. In: **IOP Conference Series: Earth and Environmental Science**. IOP Publishing, 2020. p. 012078.

MATOS, Jéssica Cristine da Silva Fonseca; SCARAZZATO, Paulo Sergio. A iluminação natural no projeto de arquitetura: revisão sistemática da literatura. **PARC Pesquisa em Arquitetura e Construção**, v. 8, n. 4, p. 249-256, 2017.

MOSSIN, Natalie; STILLING, Sofie; BØJSTRUP, Thomas Chevalier; HAU, Ingeborg Christiane; MØLLER, Christoffer Steensen; BLEGVAD, Annette. Bayalpata Hospital. In: **_____An Architecture Guide to the UN 17 Sustainable Development Goals**. V. 2, 1ª Ed. Copenhagen: Royal Danish Academy, 2020. P. 46- 47.

NAZARPOUR, Mohammad Taghi; KHORRAM, Azadeh. Investigating the Level of Responsiveness of Vernacular Architecture to the Needs of Citizens in Sari, Iran. **European Online Journal of Natural and Social Sciences: Proceedings**, v. 4, n. 3 (s), p. pp. 343-355, 2015.

OLUKOYA, Obafemi A. P.; ATANDA, Jubril O. Assessing the Social Sustainability Indicators in Vernacular Architecture—Application of a Green Building Assessment Approach. **Sustainability**, v. 7, n. 9, 23 jul. 2020. Disponível em: <<https://www.mdpi.com/2076-3298/7/9/67>>. Acesso em 19 mai. 2024.

OKAMOTO, Katie. Sustainability is a Nonnegotiable at Sharon Davis’s Bayalpata Regional Hospital. **Metropolis**, Tokyo, 07 abr. 2020. Disponível em <<https://metropolismag.com/projects/sharon-davis-bayalpata-regional-hospital/>>. Acesso em 15 jun. 2024.

OUWERKERK, Erik-Jan. **Gando Primary School / Kéré Architecture**. s.d. Fotografia. ArchDaily, abr. 2016. Disponível em: <https://www.archdaily.com/785955/primary-school-in-gando-kere-architecture?ad_medium=office_landing&ad_name=article>. Acesso em 25 ago. 2024.

PALMA, Cristobal. **Moradas Infantis Canuanã – Fundação Bradesco**. s.d. Fotografia. Rosenbaum. Disponível em: <<https://rosenbaum.com.br/escritorio/projetos/moradias-infantis-canuana/>>. Acesso em 24 jul. 2024.

PALMIERI, Camila; CASTELO BRANCO, Caio; ROCHA, Francisco; BRANCO, Camila; PERRONE, Rafael. Moradas Infantis de Canuanã: diálogos entre a técnica e a natureza a partir da leitura de processo de projeto participativo. **5% Arquitetura + Arte**, São Paulo, ano 16, v. 01, n.22, e189, p. 1-23, jul./dez. 2021.

PARDO, José María Fuentes. Challenges and Current Research Trends for Vernacular Architecture in a Global World: A Literature Review. **Buildings**, v. 13, n. 1, p. 162, 2023.

PEREIRA, Matheus. Ventilação cruzada? Efeito chaminé? Entenda alguns conceitos de ventilação natural. **ArchDaily Brasil**, 12 jan. 2020. Disponível em:

<<https://www.archdaily.com.br/br/886541/ventilacao-cruzada-efeito-chamine-entenda- alguns-conceitos-de-ventilacao-natural>>. Acesso em 16 mai. 2024.

ROSENBAUM. **Moradas Infantis Canuanã - Fundação Bradesco**. Rosenbaum, 2018. Disponível em <<https://rosenbaum.com.br/escritorio/projetos/moradias-infantis-canuana/>>. Acesso em 03 mai. 2024.

SALGIN, Burcu et al. Sustainable features of vernacular architecture: Housing of Eastern Black Sea Region as a case study. In: **Arts**. MDPI, 2017. p. 11.

SALMAN, Maha. Sustainability and Vernacular Architecture: Rethinking What Identity Is. **Urban and Architectural Heritage Conservation within Sustainability**. [S.l.]: IntechOpen, 2019. Disponível em:<<http://dx.doi.org/10.5772/intechopen.82025>>;

SHARON DAVIS DESIGN. **Bayalpata Hospital, Acham, Nepal**. c2024. Sharon Davis Design. Disponível em <<https://sharondavisdesign.com/project/bayalpata-community-hospital-nepal/>>. Acesso em 15 jun. 2024.

SILVA, Camila Palmiere; JOÃO, Francisco Rocha; PERRONE, Rafael Antônio Cunha. Moradas Infantis de Canuanã: reflexões sobre a arquitetura e o lugar. In: JORNADA DISCENTE PPGAU, n. 5, out. 2021, São Paulo. **Anais [...]** São Paulo: Universidade Presbiteriana Mackenzie, 2021, p. 01-13.

SOBREIRA, Fabiano. Francis Kéré: Arquitetura Como Lugar Ameno Nos Trópicos Ensolarados. **Revista Projetar**, Natal, v. 9, n. 1, p. 10-28, jan. 2024. Disponível em: <<https://periodicos.ufrn.br/revprojetar/article/view/33150/18202>>. Acesso em 25 mai. 2024.

SOUZA, Eduardo. Reimaginando o ar condicionado: métodos tradicionais de resfriamento para o futuro. **ArchDaily Brasil**, 12 mar. 2023. Disponível em: <<https://www.archdaily.com.br/br/996592/o-ar-condicionado-do-futuro-pode-se-inspirar-nas-solucoes-do-passado>>. Acesso em 16 mai. 2024.

SURVANT, Tyler. Foundations for sustainable buildings in Nepal. [Entrevista concedida a] Sarah Watson. **Nepali Times**, Katmandu, 15 jun. 2022. Disponível em: <<https://nepalitimes.com/banner/foundations-for-sustainable-buildings-in-nepal>>. Acesso em 28 ago. 2024.

TOROXEL, Julia Lima; SILVA, Sandra Monteiro. A Review of Passive Solar Heating and Cooling Technologies Based on Bioclimatic and Vernacular Architecture. **Energies**, v. 17, n. 5, p. 1006, 2024.

UDOUDOH, Francis P.; BASSEY, Luna Edidem. Traditional building materials in housing construction: usage and maintenance strategy. **PM World Journal**, v. 10, n. 4, p. 1-20, 2021.

VEGAS, Fernando; MILETO, Camila; GARCÍA, C.; CRISTINI, Valentina. " House Nepal" Project: Initial Results and Perspectives for an Anti-Seismic Cooperation Project. **International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences (Online)**, v. 44, p. 719-722, 2020.

VEGAS, Fernando; MILETO, Camila; GUIMARAENS, Guillermo; NAVALÓN, Virginia .

Defining Sustainable Architecture. In: CORREIA, Mariana; DIPASQUALE Letizia; MECCA, Saverio (ed.). **Versus: Heritage for Tomorrow- Vernacular Knowledge for Sustainable Architecture**. Florence: Firenze University Press, 2014. p. 34-39.

VEGAS, Fernando; MILETO, Camila; SONGEL, Juan María; GIMÉNEZ, Juan Fco. Noguera. In-between Spaces, Borderline Places. In: CORREIA, Mariana; DIPASQUALE Letizia; MECCA, Saverio (ed.). **Versus: Heritage for Tomorrow- Vernacular Knowledge for Sustainable Architecture**. Florence: Firenze University Press, 2014. p. 186-199.

VEGAS, Fernando; MILETO, Camila; SORIANO, Lidia Garcia; SÁEZ, Soledad García. Shading and Cooling Systems. In: CORREIA, Mariana; DIPASQUALE Letizia; MECCA, Saverio (ed.). **Versus: Heritage for Tomorrow- Vernacular Knowledge for Sustainable Architecture**. Florence: Firenze University Press, 2014. p. 244-258.

VERBEKE, Stijn; AUDENAERT, Amaryllis. Thermal inertia in buildings: A review of impacts across climate and building use. **Renewable and sustainable energy reviews**, v. 82, p. 2300-2318, 2018.

YAHYA, Nagham; HASSANPOUR, Badiossadat. A methodical framework for sustainable architectural design: Housing practice in the Middle East. **Land**, v. 11, n. 7, p. 1019, 2022.

ZHAO, Sai. **Pingtán Book House / Condition_Lab**. 2021. Fotografia. ArchDaily, fev. 2022. Disponível em: <<https://www.archdaily.com/975470/pingtán-book-house-condition-lab-and-ual-studio>>. Acesso em 29 ago. 2024.

ZHU, Jiayin; FENG, Juanjuan; LU, Jifu; CHEN, Yu; Li, Weilin; LIAN, Peiji; ZHAO, Xi. A review of the influence of courtyard geometry and orientation on microclimate. **Building and Environment**, v. 236, mai. 2023. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360132323002962>>. Acesso em 12 mai. 2024.