

Tecnologia de construção indígena da casa subterrânea Kaingang e seu vínculo com questões de conforto ambiental

Indigenous construction technology from southern Brazil and its link to environmental comfort issues

Tássia Landim Fritoli¹, Viviane de Oliveira Rodrigues², Eduardo Leite Krüger³

RESUMO

O avanço de tecnologias que possibilitam a climatização artificial do ambiente diminui o contato e a percepção da natureza, alterando a cultura da construção e causando grande impacto no meio ambiente. Após a revolução industrial, e com o intenso processo de urbanização, as construções vernaculares deram cada vez mais espaço para as convencionais. As primeiras têm como característica a utilização de materiais sustentáveis disponíveis no ambiente e muitas vezes são inspiradas em formas naturais encontradas em seu entorno, enquanto a segunda, pela grande demanda, se caracteriza pela utilização de materiais obtidos em processos industriais. Além do custo de fabricação desses materiais, é preciso levar em conta a manutenção e o gasto energético para manter o ambiente confortável e aumentar o bem-estar de quem o utiliza. Neste aspecto, estratégias biomiméticas, biofílicas e de arquitetura bioclimática, encontradas nas primeiras construções, podem ser grandes aliadas na melhora do desempenho térmico. Este trabalho tem por objetivo apresentar o desempenho e o conforto térmicos almejados em casas subterrâneas da etnia Kaingang, localizadas no atual sul do território brasileiro, verificar a influência das estratégias construtivas utilizadas com a influência no conforto ambiental

PALAVRAS-CHAVE: arquitetura bioclimática, arquitetura vernacular, conforto ambiental.

ABSTRACT

The advancement of technologies that allow the artificial air conditioning of the environment reduces the contact and perception of nature, changing the culture of construction and causing a great impact on the environment. After the industrial revolution, and with the intense urbanization process, the vernacular buildings gave more and more space to the conventional ones. The first feature the use of sustainable materials available in the environment and are often inspired by natural forms found in their surroundings, while the second, due to the great demand, is characterized by the use of materials obtained in industrial processes. In addition to the cost of manufacturing these materials, maintenance and energy expenditure must be taken into account to keep the environment comfortable and increase the well-being of those who use it. In this aspect, biomimetic, biophilic and bioclimatic architecture strategies, found in the first constructions, can be great allies in improving thermal performance. This work aims to present the thermal performance and comfort desired in underground houses of the Kaingang ethnic group, located in the current south of the Brazilian territory, to verify the influence of the constructive strategies used with the influence on the environmental comfort.

KEYWORDS: bioclimatic architecture, vernacular architecture, environmental comfort.

INTRODUÇÃO

A arquitetura foi desenvolvida e aprimorada através do tempo, as primeiras formas eram produzidas pelos habitantes locais que utilizavam materiais encontrados no ambiente e construíram de acordo com as condições e o clima da região. Esta forma de arquitetura

¹ Aluna do Programa Institucional de Voluntariado em Iniciação Científica. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, Paraná, Brasil. E-mail: fritoli@alunos.utfpr.edu.br. ID Lattes: 9449512298708950.

² Aluna do Programa Institucional de Voluntariado em Iniciação Científica. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, Paraná, Brasil. E-mail: viviane.2019@alunos.utfpr.edu.br. ID Lattes: 7473164768863398.

³ Docente do Departamento Acadêmico de Construção Civil (DACOC), Pós-Doutor em Engenharia Civil. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, Paraná, Brasil. E-mail: ekruger@utfpr.edu.br. ID Lattes: 3128835556092119.



tradicional é chamada de vernacular. Segundo Dili (2010), ela oferece soluções em perfeita harmonia com a natureza e o controle do ambiente interno é um de seus aspectos mais importantes. As construções proporcionam abrigo e segurança, considerados necessidades básicas de qualquer ser humano e localizados na base da pirâmide de necessidades de Maslow (1943).

A busca pelo conforto sempre esteve associada à arquitetura. Atualmente, o que se percebe é a valorização do sustentável e a necessidade de reduzir o consumo energético por meio de estratégias construtivas, utilizando os recursos naturais disponíveis de forma consciente. A arquitetura bioclimática encontra alternativas para novas construções, mais compatíveis às condições climáticas locais, em novas tecnologias ou no resgate de procedimentos técnicos praticados por populações tradicionais (TESSARI, 2014).

O desempenho energético relaciona o consumo e eficiência de energia. O diagrama psicrométrico, é uma ferramenta que associa variáveis ambientais para traçar estratégias de conforto em diferentes zonas climáticas. Ao representar os valores de temperatura e umidade relativa do ar de uma determinada localidade é possível obter um diagnóstico preliminar do clima local e extrair indicações fundamentais sobre as estratégias bioclimáticas a serem aplicadas no desenho arquitetônico (GIVONI, 1992).

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

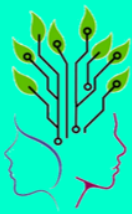
ARQUITETURA VERNACULAR

A arquitetura vernacular é aquela que apresenta caráter regional, associada à cultura da população, e feita com a utilização de recursos e materiais locais, é um processo autoadaptativo, fundamentado essencialmente na tradição. O vernacular fornece formas e técnicas, adaptadas ao clima, energia, cultura e condições ecológicas, que podem ser reaproveitadas para a satisfação das necessidades comuns de uma comunidade. Por essa razão, o interesse contemporâneo por seu estudo e aplicação na arquitetura sustentável (ROHDE, 1983, *apud* PEREIRA, 2012). Segundo Weimer (2005), algumas características comuns à arquitetura vernacular brasileira são a simplicidade, resultante dos materiais empregados, geralmente encontrados na região; a adaptabilidade; a criatividade e forma da arquitetura, resultado de técnicas, materiais construtivos, e tradições culturais do grupo.

BIOFILIA, BIOMIMÉTICA E ARQUITETURA BIOCLIMÁTICA

O termo biofilia foi proposto em 1964, por Erich Fromm, psicanalista, filósofo e sociólogo alemão, e, posteriormente, desenvolvido pelo biólogo norte-americano Edward O. Wilson (1984), em seu livro “Biophilia”, com o intuito de explicar a relação do ser humano com o meio ambiente. Segundo ele, o indivíduo tem uma ligação inata com a natureza. Deste modo, o contato com ela proporciona sensações emocionais positivas, favorecendo o bem-estar físico, mental e social.

A biomimética estuda as estruturas biológicas e suas funções, a fim de poder aplicar as estratégias e soluções encontradas na natureza em diferentes áreas. Ela pode ser considerada um processo criativo que, por meio da analogia com elementos da natureza, seja em âmbito formal, comportamental ou funcional, pode contribuir para a sustentabilidade e seu estudo busca soluções para a vida moderna nas estruturas naturais, compreendendo suas formas, geometrias e funcionamentos, a fim de encontrar o melhor aproveitamento e menor gasto de energia (DETANICO, TEIXEIRA E SILVA, 2010).



A arquitetura bioclimática consiste no pensamento estético da construção aliado à funcionalidade para aproveitar o ambiente e os recursos que a natureza oferece na região, a fim de minimizar o consumo energético e os impactos ambientais. O bem-estar, a eficiência energética e a sustentabilidade na arquitetura são objetivos da integração do processo projetual e construtivo com estratégias bioclimáticas e recursos naturais (TESSARI, 2014).

CONFORTO AMBIENTAL

Segundo Givoni (1992), a zona de conforto está definida como o intervalo de condições climáticas dentro do qual a maioria das pessoas não sentem desconforto térmico de calor ou frio. O clima de uma região é influenciado por diversos fatores, tais como a latitude, altitude, vegetação, continentalidade, maritimidade, relevo, massas de ar e correntes marítimas. O Brasil possui uma vasta gama climática (Figura 1). Tendo em vista a importância dessa temática para o âmbito construtivo, uma classificação adequada dessas regiões foi realizada, de modo a possibilitar a realização de projetos construtivos viáveis e termicamente confortáveis.

A partir da adaptação da carta bioclimática proposta por Givoni (1992), o Brasil foi dividido em oito zonas bioclimáticas, demonstrado na Figura 2. É possível verificar a característica de cada uma delas na Tabela 1. A NBR 15220-3 (ABNT, 2005) define estratégias bioclimáticas e recomendações construtivas considerando a localidade da edificação. Essas diretrizes construtivas foram definidas a fim de proporcionar à construção maior eficiência. Esta abordagem é especialmente importante, já que no Brasil, o consumo de energia elétrica para condicionamento ambiental em residências corresponde a 20% do valor integral da categoria. Quando se analisa a região sul, essa porcentagem chega a 32% (ELETROBRAS, 2007).

Tabela 1: características das zonas bioclimáticas brasileiras.

Zona Bioclimática	Características
1	Clima predominante frio, com inverno frios e verões amenos, chuvas são bem distribuídas, entretanto mais concentradas no verão.
2	Clima ameno, sendo que na região sul do Brasil caracteriza-se por verões quentes e inverno frios, enquanto que em Minas Gerais representa o clima de altitude, apresentando amplitudes térmicas diárias maiores, suas chuvas são mais concentradas no verão.
3	Clima predominantemente ameno ao longo do ano, tendendo para o úmido. Pode haver frio no inverno no período da noite e desconforto por calor e umidade no verão. Caracteriza-se por invernos secos e verões úmidos, quando as chuvas são concentradas.
4	Invernos secos e verões úmidos, quando se concentra a ocorrência de chuvas. Pode apresentar noites frias de inverno e tardes quentes durante todo o ano.
5	Clima predominantemente quente e úmido durante a maior parte do ano, sendo que durante o inverno podem ocorrer noites frias, as chuvas são concentradas no verão.
6	Clima quente e predominantemente seco, as noites são confortáveis, enquanto as tardes são quentes, as chuvas ocorrem apenas no verão.
7	Clima quente e seco, com chuvas escassas.
8	Clima quente e úmido, com chuvas durante todo o ano.

Fonte: Ferreira, Souza e Assis (2014).

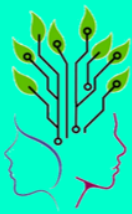
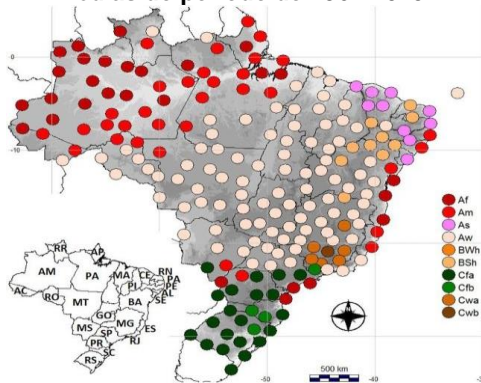
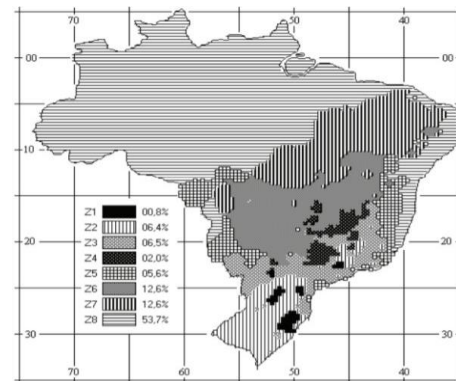


Figura 1: Tipos de climas no Brasil (Köppen) para as médias do período de 1961-2015.



Fonte: Dubreuil (2018).

Figura 2: Zoneamento Bioclimático Brasileiro.



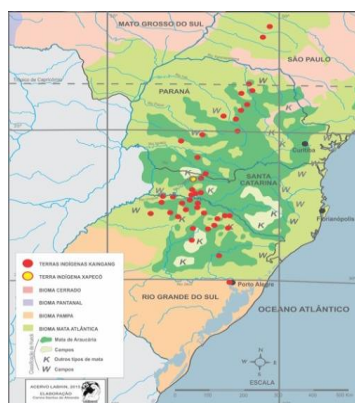
Fonte: NBR15.220-3 (2005).

POVOS INDÍGENAS – ETNIA KAINGANG E ARQUITETURA PRÓPRIA

Os Kaingang estão entre os mais numerosos povos indígenas do Brasil, sua população é estimada em cerca de 50 mil pessoas (IBGE, 2010). Habitavam originalmente toda a região da floresta de araucárias, que corresponde à atual região sul do território brasileiro, oeste do estado de São Paulo e parte da Argentina (Figura 3). Hoje a ocupação está majoritariamente restrita a terras indígenas que representam apenas uma pequena parcela da terra ocupada anteriormente.

Suas construções eram as casas subterrâneas (Figura 4), também conhecidas como “buracos de bugre”, que eram escavadas diretamente na terra em formato circular ou elíptico, com diâmetros que variavam entre 2 e 15 metros e tinham alturas entre 2,5 e 6 metros. Essas moradias foram encontradas em sítios arqueológicos no norte do estado do Rio Grande do Sul e em cidades do estado do Paraná, como: Ivaiporã, São Mateus do Sul e Mandirituba. Segundo Chmyz *et al.* (2003, 2008, 2009), estas construções possuíam chão e paredes revestidos com pedras ou argila e cobertura vegetal. Índícios arqueológicos sugerem que sua ocupação era sazonal, habitadas durante o rigoroso inverno do planalto sul brasileiro e abandonadas durante as estações mais amenas do ano, e reocupadas no próximo período de frio intenso. Há evidências de ocupação, mas não de construção, dessas casas por grupos indígenas de etnias diferentes.

Figura 3: Mapa: Território Original Kaingang .

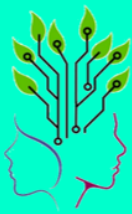


Fonte: Almeida (2005).

Figura 4: Casas subterrâneas Kaingang.



Fonte: <https://www.xapuri.info/arqueologia/casas-subterraneas-dos-kaingang-povos-da-tradicao-taquara/>.



O solo tem grande inércia térmica, e, segundo Weimer (2005), as construções que utilizam terra em sua composição fornecem equilíbrio na umidade e temperatura. O clima predominante na região é o *Cfa* - subtropical úmido, conforme classificação de Köppen-Geiger (Figura 1), já apresentada. Este clima apresenta temperatura média entre -3°C e 18°C nos meses mais frios, e superior a 22°C nos meses mais quentes. À esta região corresponde, majoritariamente, a zona bioclimática brasileira 2, de acordo com a NBR 15220-3 (ABNT, 2005). As recomendações construtivas estão na Tabela 2.

APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DE RESULTADO

As casas subterrâneas dos Kaingang, utilizadas predominantemente no inverno, aproveitavam a grande inércia térmica do solo para os proteger do frio intenso do período. Provavelmente, eram termicamente mais confortáveis que qualquer construção na superfície feita com os materiais disponíveis no local. Na Tabela 2 faz-se um comparativo entre as características e as recomendações para edificações nessa mesma localidade.

Tabela 2: Estratégias construtivas de adaptação à zona climática

Construção	Zona Bioclimática Brasileira*	Estratégias Construtivas e Recomendações NBR 15220-3	Estratégia Construtiva Utilizada	Comentário
Casa Subterrânea Kaingang	2	Aquecimento solar da edificação ** Vedações internas pesadas (inércia térmica) ** Aberturas - permitir sol durante o inverno	Inércia térmica do solo.	Abrigo subterrâneo protegia contra o frio intenso e ventos fortes da região.

*As características das zonas bioclimáticas brasileiras estão descritas na Tabela 1.

**Por ser uma construção de ocupação sazonal, considerou-se apenas as estratégias construtivas para o inverno.

Fonte: Os autores (2022).

CONCLUSÃO

O presente estudo apresentou construções vernaculares da etnia indígena Kaingang da atual região sul brasileira. Essas habitações foram construídas a partir do conhecimento tradicional, passado de geração para geração, adquiridos pela vivência no ambiente específico. Nota-se que estas habitações tem características próprias, adaptadas ao meio em que estão inseridas, e utilizam estratégias apropriadas ao clima local para proporcionar maior conforto térmico aos habitantes. Portanto, sugere-se que habitações tradicionais podem servir de inspiração para novas construções, mais sustentáveis e confortáveis.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos à Universidade Tecnológica Federal do Paraná pela oportunidade de realização desta pesquisa. Agradecemos aos Professores Doutor Eduardo Krüeger pela orientação, disponibilidade, apoio, sugestões e auxílio durante a elaboração deste trabalho.

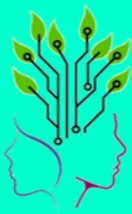
Conflito de interesse

Não há conflito de interesse

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15220. **Desempenho térmico em edificações**. Rio de Janeiro, 2005.

CENSO DEMOGRÁFICO 2010. Características da população e dos domicílios: resultados do universo. Rio de Janeiro: IBGE, 2011. 270 p. Disponível em:



https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/93/cd_2010_caracteristicas_populacao_domicilios.pdf .
Acesso em: fev. 2022.

CHMYZ, I.; BORA, Eloi; CECCON, Roseli Santos; SGANZERLA, Eliane Maria; VOLCOV, Jonas Elias. **A Arqueologia da área do aterro sanitário da Região Metropolitana de Curitiba, em Mandirituba**, Paraná. *Arqueologia -Revista do Centro de Estudos e Pesquisas Arqueológicas/UFPR*, Curitiba, v. 2, p. 1-138, 2003.

CHMYZ, I.; SGANZERLA, Eliane Maria; VOLCOV, Jonas Elias; BORA, Eloi; CECCON, Roseli Santos. **A arqueologia da área da LT 750kV Ivaiporã-Itaberá III**, Paraná – São Paulo. *Arqueologia -Revista do Centro de Estudos e Pesquisas Arqueológicas/UFPR*, Curitiba, v. 5, p. 1-305, 2008.

CHMYZ, I.; SGANZERLA, Eliane Maria; VOLCOV, Jonas Elias; BORA, Eloi; CECCON, Roseli Santos. **Arqueologia da área da Mina Dois Irmãos, em São Mateus do Sul-Paraná**. *Arqueologia – Revista do Centro de Estudos e Pesquisas Arqueológicas/UFPR*, Curitiba, v. 6, p. 1-147, 2009.

DETANICO, F. B.; TEIXEIRA, F. G.; KOLTERMANN DA SILVA, T. L. **A biomimética como método criativo para o projeto de produto**. *Design e Tecnologia*, v. 1, n. 02, p. 101-113, 31 dez. 2010.

DILI, A. S.; NASEER, M. A.; ZACHARIA VARGHESE, T. **Passive environment control system of Kerala vernacular residential architecture for a comfortable indoor environment: A qualitative and quantitative analyses**. *Energy and Buildings*, [Amsterdam: Elsevier],v. 42, n. 6, jun.2010, p. 917-927.

DUBREUIL, V; FANTE, K. P; PLANCHON, O. and NETO, J. L. S, **"Os tipos de climas anuais no Brasil: Uma aplicação da classificação de koppen de 1961 a 2015"**, *Confins. Revue franco-brésilienne de géographie/Revista franco-brasileira de geografia*, no. 37, 2018.

ELETROBRAS. **Relatório socioambiental**. 2007. Disponível em:
https://eletrobras.com/pt/SobreaEletrobras/Relatorio_Anual_Sustentabilidade/2007/Relat%C3%B3rio%20Anual_2007_Socioambiental.pdf. Acesso em: out. 2021.

FERREIRA, Camila; SOUZA, Henor Artur de; ASSIS, Eleonora Sad de. **Estudo do clima brasileiro: reflexão sobre a adaptação climática e recomendações arquitetônicas e construtivas para edificações residenciais**. Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, 2014

GIVONI, B. **Comfort, climate analysis and building design guidelines**. *Energy and Buildings*, v. 18, n. 1, p. 11 – 23, 1992.

MASLOW, A.H. **A Theory of Human Motivation**. *Psychological Review*, 50(4), 370–396. 1943

PEREIRA, Cristiane Martins Baltar.. **Arquitetura neovernacular em Curitiba: prospecção de suas contribuições para a sustentabilidade em três estudos de caso** .Dissertação (mestado) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2012.

TESSARI, Rachel Krul. **Avaliação bioclimática de residências históricas em Curitiba**. 2014. 74 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2014.<https://periodicos.utfpr.edu.br/recc/article/view/6613/4264>

WEIMER, G. **Arquitetura popular brasileira**. São Paulo: Martins Fontes, Col. Raízes, 2005.

WILSON, E.O. **Biophilia: The human bond with other species**. Cambridge: Harvard University Press, 1984.