

CENTRO UNIVERSITÁRIO FAG
CAMILA BELIM MOTTER

**TÉCNICAS ARQUITETÔNICAS PASSIVAS: PRINCÍPIOS PARA PRODUZIR
CONFORTO AMBIENTAL E ESTÍMULOS SENSORIAIS EM CLIMAS
SUBTROPICAIS**

CASCADEL

2017

CENTRO UNIVERSITÁRIO FAG

CAMILA BELIM MOTTER

**TÉCNICAS ARQUITETÔNICAS PASSIVAS: PRINCÍPIOS PARA PRODUZIR
CONFORTO AMBIENTAL E ESTÍMULOS SENSORIAIS EM CLIMAS
SUBTROPICAIS**

Trabalho de Conclusão do Curso de Arquitetura e Urbanismo, da FAG, apresentado na modalidade Teórico-Conceitual, como requisito total para a aprovação na disciplina: Trabalho de Curso: Defesa

Orientador: Ms. Marcelo França dos Anjos

CASCADEL

2017

CAMILA BELIM MOTTER

**TÉCNICAS ARQUITETÔNICAS PASSIVAS: PRINCÍPIOS PARA PRODUZIR
CONFORTO AMBIENTAL E ESTÍMULOS SENSORIAIS EM CLIMAS
SUBTROPICAIS**

DECLARAÇÃO

Declaro que realizei em maio de 2017 a revisão linguístico textual, ortográfica e gramatical da monografia e artigo científico de Trabalho de Curso denominado: **Técnicas arquitetônicas passivas: princípios para produzir conforto ambiental e estímulos sensoriais em climas subtropicais** de autoria de **Camila Belim Motter**, discente do Curso de Arquitetura e Urbanismo – FAG e orientada por **Marcelo França dos Anjos**.

Tal declaração contará das encadernações e do arquivo magnético da versão final do TCC acima identificado.

Cascavel, 23 de maio de 2017.

Dhandara Capitani

Mestre em Letras/UNIOESTE/2013

RG nº 8.889.683-1 / SSP-PR

**TÉCNICAS ARQUITETÔNICAS PASSIVAS: PRINCÍPIOS PARA PRODUZIR
CONFORTO AMBIENTAL E ESTÍMULOS SENSORIAIS EM CLIMAS
SUBTROPICAIS**

Trabalho apresentado no Curso de Arquitetura e Urbanismo, do Centro Universitário Assis Gurgacz como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Arquitetura e Urbanismo, sob a orientação do Professor Mestre Marcelo França dos Anjos.

BANCA EXAMINADORA

Marcelo França dos Anjos
Centro Universitário Assis Gurgacz
Mestre

Guilherme Ribeiro de Souza Marcon
Centro Universitário Assis Gurgacz
Especialista

Cascavel/PR, 23 de maio de 2017

Dedico este trabalho essencialmente à minha família, que sempre esteve ao meu lado, me apoiando e me incentivando em todos os momentos, e que não mediram esforços durante os cinco anos do curso de Arquitetura e Urbanismo.

AGRADECIMENTOS

Ao Professor Mestre Marcelo França dos Anjos, pela orientação sábia e amiga, pelos exemplos de dedicação, responsabilidade e firmeza, assim como pelos ensinamentos ao longo do curso de Arquitetura e Urbanismo que sempre me motivaram e que levarei sempre comigo;

À Rose e ao Camilo, pais e amigos. Agradeço por todo o suporte e a confiança que depositaram em mim durante esta caminhada;

Ao Stephan, irmão e cúmplice que me apoiou em momentos de indecisão;

Às amigas Magda Tres, Ana Paula Queiroz, Leidi Nied, Luana Dalmina e ao amigo Vanderson Moraes, que demonstraram companheirismo e fidelidade ao longo do curso;

À amiga Isabela, que acreditou em minhas habilidades adquiridas ao longo do curso e me incentivou quando necessário;

À Hitomi Mukai e à Roberta Maffessoni, que me ensinaram a arquitetura na prática e ajudaram a me preparar para atuar nesta profissão;

Ao Guilherme Marcon, que me auxiliou em momentos difíceis, estando ao meu lado contribuindo para minha formação. Também agradeço por ter aceitado participar da banca examinadora;

A todos os professores que lecionaram ao longo desses cinco anos e que contribuíram para a minha formação social e acadêmica, me mostrando o caminho da arquitetura e do urbanismo.

E se um edifício fosse mais parecido com um ninho? Nesse caso, ele seria feito de materiais locais e abundantes. Seria adaptado especificamente ao lugar e ao clima. Usaria o mínimo de energia, sem perder o conforto. Duraria apenas o tempo suficiente e depois desapareceria sem deixar rastro. Seria exatamente o que precisasse ser.

Jeanne Gang

RESUMO

Este estudo pretende trazer à discussão a necessidade da adoção de uma arquitetura sustentável em sintonia com a natureza, mediante a adoção de recursos passivos durante o processo projetual. Nesse sentido, levanta-se a questão: quais princípios devem ser levados em consideração para a concepção de uma arquitetura bioclimática, de menores impactos e maior conforto ambiental em regiões de clima subtropical e, qual impacto isso tem na vida de seus usuários? Esta pesquisa pretende colocar à luz este questionamento através de uma pesquisa bibliográfica, explanando através de ilustrações quais os fatores devem ser considerados para edificar de maneira passiva e, através de um estudo de caso, apresentar três projetos inseridos em climas subtropicais, garantindo que é possível construir de maneira menos agressiva garantindo conforto sem a necessidade de técnicas ativas. A conclusão trará como resultado da pesquisa os pontos que devem ser levados em consideração no momento de projetar e que a união de técnicas passivas resultam em um projeto mais econômico, que gera menos impactos e garantem diferentes tipos de conforto, resultando em uma edificação eficiente.

Palavras chave: Arquitetura passiva. Arquitetura bioclimática. Impactos ambientais. Clima subtropical. Conforto e sensações.

ABSTRACT

This study aims to discuss the necessity of adopting sustainable architecture in consonance with nature, through the usage of passive resources during the designing process. Thus, one question may be raised: which principles should be taken into consideration for the conception of bioclimatic architecture, of lower impact and higher environmental comfort in subtropical climate regions, and what impact does it make in its users' lives? This research intends to bring into light this question through bibliographic research, explaining through illustration what factors ought to be considered to edify in a passive manner and, through one study case, present three designs in subtropical climates, guaranteeing that it is possible to build in a less aggressive way, ensuring comfort without the need for active techniques. The conclusion presents as results from this research the points that must be taken into account when designing and that the joining of passive techniques result in a more economical design, which generates less impact and guarantees different kinds of comfort, resulting in an efficient edification.

Key Words: Passive architecture. Bioclimatic architecture. Environmental impacts. Subtropical climate. Comfort and sensations.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Reservatório de gelo na Escócia.	18
Figura 2 Casa Tu-mak-gip.	18
Figura 3 Abrigo mutante.	19
Figura 4 Arquitetura de um iglu.	19
Figura 5 Interação entre clima, pessoa e edificação.	21
Figura 6 Habitação iraniana - migração intramuros.	22
Figura 7 Habitação japonesa com amplo jardim	32
Figura 8 Habitação japonesa com pequeno jardim.....	32
Figura 9 Volumetria com beirais amplos	33
Figura 10 Exemplos de volumetrias	34
Figura 11 Volumetria adequada para cada região	34
Figura 12 Tamanho das aberturas e a porcentagem da entrada de luz	36
Figura 13 Caminho feito pelos ventos entre edificações.....	38
Figura 14 Técnica para umidificar o ar	39
Figura 15 Representação dos benefícios das plantas.....	40
Figura 16 Modelo de cisternas sem bombeamento	41
Figura 17 Representação de uma estação de tratamento de esgoto por zona de raízes - Wetlands	42
Figura 18 Representação dos tipos de isolamento.....	43
Figura 19 Fluxograma representando o resumo de projetar técnicas passivas.....	44
Figura 20 Relação entre técnicas e benefícios.....	46
Figura 21 Habitação 01- Holly Osmanthus: fluxo dos ventos	48
Figura 22 Habitação 01- Holly Osmanthus: compilação de imagens	49
Figura 23 Habitação 02 – Casa Arbusto: planta, posicionamento solar e elevação	50
Figura 24 Habitação 02 – Casa Arbusto: compilação de imagens	51
Figura 25 Habitação 03 – Vila Taguai: implantação e corte	52
Figura 26 Habitação 03 – Vila Taguai: compilação de imagens.....	53
Figura 27 Habitação 03 – Vila Taguai: fluxo dos ventos.....	54
Figura 28 Fluxograma representando o resultado de projetar utilizando técnicas passivas.....	55

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	11
2. CONCEITUAÇÃO DE ARQUITETURAS PASSIVAS	17
2.1. Origem através da arquitetura vernacular	17
2.2. O que é arquitetura bioclimática?	20
2.3. A ausência da arquitetura passiva nos dias atuais	23
3. A ARQUITETURA COMO ESTÍMULO DOS SENTIDOS, SENSações E CONFORTO	26
4. PRINCÍPIOS PROJETUAIS PARA PRODUZIR ARQUITETURA BIOCLIMÁTICA EM REGIÕES SUBTROPICAIS	31
4.1. ORIENTAÇÃO, IMPLANTAÇÃO E VOLUMETRIA.....	33
4.1.1. Iluminação natural.....	35
4.1.2. Ventilação natural	37
4.2. VEGETAÇÃO	39
4.3. Captação e reutilização de águas.....	41
4.4. Escolha de materiais e isolamento	42
4.5. Técnicas passivas como provedoras do conforto ambiental	43
5. DISCUSSÕES.....	46
5.1. HABITAÇÃO 01 – Holly Osmanthus: Japão	48
5.2. HABITAÇÃO 02 – Casa Arbusto: Austrália.....	50
5.3. HABITAÇÃO 03 – Vila Taguai: Brasil.....	52
6. CONCLUSÃO	55
REFERÊNCIAS	58

1. INTRODUÇÃO

As vertentes mais influentes do pensamento contemporâneo, bem como as organizações mais promissoras da atualidade, têm se posicionado de forma irrestrita em relação à preservação e ao cuidado com o meio ambiente. A produção arquitetônica não pode fugir desta responsabilidade e tem muito a contribuir. Isso faz com que haja necessidade de se voltar os olhos para uma arquitetura que leve em consideração questões *bioclimáticas*¹ e, conseqüentemente, formas mais sustentáveis e ecológicas de construir; isto é, que se adote uma arquitetura *passiva*² – que se adapte e se insira ao meio ambiente.

Observando a história da arquitetura, bem como as técnicas antigas usadas para edificar, é possível tirar proveito das mais diferentes práticas. Este ponto é confirmado pela postura adotada por diferentes autores que estudam o tema; ou seja, os conhecimentos vernaculares procuram “[...] usar da melhor forma possível os materiais e as condições locais e oferecer abrigo adequado (e frequentemente luxuoso) para as populações que habitam até mesmo os climas mais inóspitos do mundo” (ROAF; FUENTES; THOMAS, 2009, p. 51). O planeta clama por princípios na arquitetura que se reciclem, causando os menores impactos ambientais possíveis. Todavia, o que se percebe, hoje é que:

Na era da globalização, parece que as características dos diferentes tipos de moradia, com seus traços regionais próprios, têm sido negligenciadas. Inovações tecnológicas não só permitem, mas também encorajam o desaparecimento dos sistemas passivos de regras locais, que eram simples e ecológicos. (PFEIFER; BRAUNECK, 2009b, p. 07)

Mesmo que a arquitetura se apresente desenvolvida e preocupada com as necessidades dos habitantes, as edificações mais sustentáveis, que utilizam o melhor do meio ambiente – clima, iluminação natural, temperatura local – ainda estão distantes do grande público. Montaner (2014) afirma que muitas das obras que são utilizadas como inspiração estão focadas em qualidades formais, “[...] ignorando-se o alto custo energético da sua produção, o seu desempenho do ponto de vista da economia de energia, bem como a sua funcionalidade, a sua salubridade e sua integração ao meio” (MONTANER, 2014, p. 154).

¹ Construir considerando as condições climáticas, fazendo uso dos recursos disponíveis pelo meio, reduzindo o consumo energético da edificação.

² “De fato, a arquitetura passiva, definida como aquela que se adapta às condições climáticas de seu entorno, existe desde a Antiguidade” (WASSOUF, 2014, p. 07).

Renomados arquitetos apresentam obras admiráveis, em consonância com técnicas atuais, mas centradas puramente nas formas arquitetônicas. Entretanto, a realidade brasileira nos mostra que se tem explorado pouco as benesses que a natureza oferece, notadamente no sul do Brasil, que é o foco espacial do presente estudo, onde o clima subtropical é predominante. As tecnologias construtivas, bem como a eficiência dos novos materiais disponíveis no mercado, possibilitam edificar em harmonia com as necessidades humanas, visando minimizar os impactos ambientais. Contudo, nem todas as inovações são aplicáveis indiscriminadamente para quaisquer obras e/ou regiões.

A Revolução Industrial e o *International Style*³ – estilo derivado do modernismo –, trouxeram à luz aspectos interessantes e revolucionários para a construção civil; mas, ao mesmo tempo, as ideias disseminadas não tomaram partido sobre questões regionais específicas. O resultado acabou sendo de cópias de modelos daquilo que se enquadra como aparentemente belo, numa visão global que busca uma arquitetura não adepta aos microclimas locais. Já o modernismo não só generalizou materiais e técnicas, como colocou pouca prioridade em espaços públicos. Isso trouxe a redução dos espaços de interação social e cultural para a população. Gehl (2010) expõe que a função tradicional da cidade – um local de encontro e socialização dos cidadãos – foi eliminada. Mesmo que a concepção sobre sustentabilidade esteja em discussão, o que mais se encontra é ainda reflexo de períodos passados e ultrapassados. Em diferentes países, principalmente na Europa, a preocupação com o meio ambiente é percebida de outra maneira, mais interativa e integrada. Os projetos arquitetônicos e, por extensão, as cidades apresentam novos propósitos, gerais e integrados, que valorizam os habitantes – e habitantes que valorizam e integram a cidade.

Hoje é possível encontrar as mais variadas tecnologias que auxiliam no baixo consumo energético das residências ou de edifícios comerciais, mas a maioria dos projetos insiste em aplicar *técnicas ativas*⁴ – com o uso de centrais de aquecimento e ar condicionado, dentre outros equipamentos. Essas novas tecnologias têm a capacidade de criar projetos de baixo consumo

³ “Esse componente energético próprio da arquitetura vernacular foi se diluindo ao longo do século XX, sobretudo a partir do auge da arquitetura do Estilo Internacional no pós-guerra. Como sugere a denominação, o Estilo Internacional se desvincula dos condicionantes locais para aplicar-se internacionalmente. Assim, o projeto e a execução das edificações contemporâneas se desenvolveram segundo parâmetros estéticos, funcionais e econômicos, limites que cercaram a liberdade arquitetônica aceita pela nossa sociedade” (WASSOUF, 2014, p. 08).

⁴ As técnicas ativas, diferente da passivas – buscam solucionar problemas ou melhorar questões construtivas e de conforto ambiental através de sistemas que necessitam de energia para funcionar. Por exemplo, sistemas de refrigeração, calefação de águas e ambientes, geração de energia, entre outras diversas técnicas existentes atualmente no mercado.

ou até de consumo zero. Entretanto, um projeto bem desenvolvido pode minimizar e substituir a aplicação de técnicas ativas por técnicas passivas.

Considerando o exposto, o presente estudo terá como escopo técnicas passivas que buscam tirar o máximo proveito dos bens naturais e gratuitos oferecidos pelo ambiente a fim de proporcionar conforto aos usuários. Visa também minimizar todos os impactos negativos, buscando focar na solução de problemas de espacialidade, produzindo sensações de bem estar e conforto, numa visão mais ecológica e sustentável. Para ilustrar o propósito, serão apresentados princípios que podem ser utilizados para projetar de maneira passiva. Por fim, serão apresentados projetos de algumas obras que ilustram os requisitos relativos ao segmento pesquisado.

As arquiteturas vernaculares e as técnicas passivas que, em diferentes regiões, foram “esquecidas”, voltam a ter lugar e, por isso, merecem ser discutidas para que seus benefícios possam ser alocados para o conforto dos habitantes e para a preservação do meio ambiente. Considerando que a região sul do Brasil apresenta clima subtropical (frio intenso no inverno e calor forte no verão) é fundamental, para o desempenho de uma boa edificação e para o conforto dos habitantes, que se evite a perda de calor dos ambientes durante o inverno e se favoreça a refrigeração durante o verão. Frota e Schiffer (2003) sustentam que as circunstâncias que possibilitam conforto térmico em habitantes de clima quente e seco não são as mesmas em habitantes de clima quente e úmido e, menos ainda, em habitantes de clima temperado ou frio.

Assim, entende-se que a arquitetura deve observar essas variáveis para impulsionar os níveis de conforto e/ou minimizar possíveis pontos de desconforto que afetam as pessoas, fazendo com que as soluções não recaiam somente em formas artificiais de controle da iluminação e da temperatura do ambiente (ar condicionado, aquecedores, luminárias, dentre tantos equipamentos).

Há baixo interesse e pouca preocupação no estudo das técnicas passivas de projetos e construções. Normalmente, são priorizadas questões estéticas, que atendam mais diretamente o mercado imobiliário, deixando para um segundo plano as questões relativas ao bem estar e às sensações naturais passíveis de serem proporcionadas pelas edificações ecologicamente corretas. Rogers (2001) defende este pensamento ao pronunciar que “[a] construção do nosso habitat continua a ser dominada pelas forças do mercado e imperativos financeiros de curto prazo. Não é de surpreender, portanto, os tremendos e caóticos resultados produzidos” (ROGERS, 2001, p. 17).

O cidadão comum, que dispõem de pouco conhecimento da área, somente perceberá as condições desfavoráveis do imóvel quando estiver residindo no local, quando sentir o

desconforto em seu dia a dia, seja em questões térmicas, lumínicas ou acústicas. “Sob o pretexto de realizar os supostos desejos dos usuários, empresas construtoras, empreendedores e a indústria da urbanização estão sempre conspirando para que essas questões sejam ignoradas. Os resultados são evidentes em todos os lugares[...]” (PFEIFER; BRAUNECK, 2009a, p. 11).

Ainda no contexto do estudo, nota-se que a área de arquitetura e projetos é dotada de grande número de profissionais. Porém, muitos deles não despertaram para uma sólida formação que lhes viabilize planejar em conformidade com os critérios estabelecidos pela arquitetura bioclimática. Outro quesito que merece ser observado diz respeito aos profissionais da área da engenharia, os quais planejam e executam com a mesma autonomia, sem compreender que cada segmento profissional tem seu enquadramento e, portanto, se dedica a estudar questões diferenciadas, com propósitos e competências distintas. O resultado é o surgimento de obras mal dispostas quanto à posição solar, à topografia e à ventilação. Profissionais sem a devida qualificação levam clientes a acreditar que os quesitos relativos ao conforto podem ser solucionados posteriormente, com inserção de aparelhos – diferentes tecnologias – que minimizem os efeitos térmicos e acústicos negativos. Ao final, as soluções são meramente paliativas, com resultados indesejados e custos elevados.

Nesse sentido, este estudo pretende colocar à luz o seguinte questionamento: quais princípios projetuais arquitetônicos devem ser levados em consideração para desenvolver uma arquitetura bioclimática passiva – que efetivamente se renda às condicionantes do meio ambiente – que apresente menos impacto e maior conforto aos usuários e que impactos isso tem na vida do ser humano?

Como hipótese, este estudo acredita que se houver um bom desenvolvimento projetual inicial, levando em consideração elementos do meio ambiente, a utilização de técnicas ativas pode ser reduzida e as sensações proporcionadas pela edificação e percebidas pelos habitantes serem positivas e saudáveis.

Diante do problema e da hipótese apresentada, a pesquisa propõe, como objetivo central, a defesa da arquitetura bioclimática como princípio para gerar ambientes que priorizem o conforto e a integração com o meio ambiente. Demonstrar que o bem estar proporcionado por um ambiente é consequência de um projeto adequado e sintonizado e que, para se produzir um bom projeto, é fundamental seguir determinados princípios básicos. Assim, a pesquisa também procura expor a importância da concepção espacial como fator base para gerar estímulos positivos dos sentidos percebidos pelo corpo humano.

Para atingir o objetivo central da pesquisa, delineiam-se diversos objetivos específicos. As consequências deste enquadramento do projeto abrangem as sensações percebidas pelo

corpo devido à boa concepção espacial, e essa espacialidade necessita ser concebida de maneira mais ecológica e sustentável. Serão observadas técnicas vernaculares e artifícios utilizados para projetar a arquitetura bioclimática com mecanismos passivos, a fim de trazer informações para o contexto arquitetônico do sul do Brasil – clima subtropical.

Este estudo se caracteriza como bibliográfico, tomando como apoio artigos e livros relacionados. Marconi e Lakatos (2003) asseguram que a pesquisa bibliográfica pode ser considerada como a iniciativa de toda investigação científica. Ela segue certos passos para que promovam o desenvolvimento do corpo do trabalho.

Sua finalidade é colocar o pesquisador em contato direto com tudo o que foi escrito, dito ou filmado sobre determinado assunto, inclusive conferências seguidas de debates que tenham sido transcritos por alguma forma, quer publicadas, quer gravadas. [...] não é mera repetição do que já foi dito ou escrito sobre certo assunto, mas propicia o exame de um tema sob novo enfoque ou abordagem, chegando a conclusões inovadoras. (MARCONI; LAKATOS, 2003, p. 183)

Além da pesquisa bibliográfica, serão apresentados três estudos de caso, os quais servirão de suporte para sustentar as ideias expostas sobre arquitetura passiva. Gil (2002) garante que um estudo de caso pode ser constituído tanto de um quanto de múltiplos casos. De maneira geral, o uso de múltiplos casos proporciona evidências inseridas em diferentes contextos, destarte é o que o presente trabalho pretende apresentar: três projetos inseridos em regiões opostas do globo terrestre, mas que apresentam semelhança em seu clima e, conseqüentemente, em técnicas construtivas.

Para dar sustentação ao desenvolvimento da pesquisa, serão, inicialmente, definidos conceitos a respeito do roteiro de como construir de forma bioclimática, explicando as razões pelas quais técnicas passivas foram, de certa forma, esquecidas. Cabe, então, apresentar a arquitetura como geradora de sensações, como uma necessidade do corpo humano. Pressupõem-se que, para desenvolver e realizar um projeto, é indispensável entender e conhecer questões climáticas e topográficas do local, a fim de conceber estudos que busquem aproveitar ao máximo o que o meio ambiente está oferecendo. “Definitivamente não se podem impor modelos de um contexto a outro: cada lugar deve ter a possibilidade de gerar suas próprias soluções, relacionadas à sua cultura, ao seu meio, às suas técnicas e aos seus recursos, e qualquer solução é dificilmente generalizável” (MONTANER, 2014, p. 167). Explanar, através de desenhos esquemáticos, algumas maneiras de colocar em prática técnicas passivas para proporcionar conforto da maneira menos impactante para a natureza e envolvendo de forma positiva as pessoas. Portanto, é recomendável pensar e projetar mirando na minimização dos impactos negativos, valorizando os benefícios trazidos à população.

Incluindo esta parte introdutória, o trabalho está organizado em cinco capítulos. O segundo capítulo versará sobre a arquitetura passiva, apresentando sua origem na tradição vernacular e definindo, posteriormente, a arquitetura bioclimática, tomando como base os autores Rudofsky (1987), Hertz (2003), Romero (2000), Olgyay (2004), Hindrichs e Daniels (2007), Koolhaas (2010), Montaner (2014) Velinga; Oliver e Bridge (2007).

A terceira parte abordará a arquitetura como elemento ponderável e circunstancial na produção de estímulos para as pessoas, devendo-se ter em alta conta compromissos com a espacialidade e com a qualidade de vida. Para se obter essas características de maneira eficiente e inteligente, qualquer projeto precisa se submeter aos elementos abordados no capítulo anterior. Teóricos como Zevi (2009), Corbusier (2002), Pallasmaa (2014), Santaella (2005), Roaf; Fuentes e Thomas (2009), Nesbitt (2008), Farr (2013) têm muito a contribuir neste campo.

No quarto capítulo, o tema central versará sobre os princípios projetuais para se alcançar sucesso na proposição e no desenvolvimento de uma arquitetura bioclimática em regiões subtropicais, que aspectos devem ser levados em consideração para produzir uma arquitetura passiva e apontar elementos a serem pensados na fase de concepção do projeto, bem como propor desenhos esquemáticos para apresentar soluções práticas que gerem influências positivas nas edificações. Dentre estes elementos estão a *orientação, a implantação e a volumetria; iluminação natural; ventilação natural; vegetação; captação e reutilização de águas; escolha de materiais; e isolamento*. Orientações de pesquisadores como Innes (2014) Montenegro (2003), Hindrichs e Daniels (2007) servem de base para o desenvolvimento desses tópicos. O intuito é demonstrar, com exemplos simples, a vasta gama de benefícios resultante da aplicação de soluções projetuais sintonizadas com a natureza e que prescindem de técnicas ativas para proporcionar qualidade de vida.

Com análises sobre os temas discutidos, o quinto capítulo buscará relacionar os resultados obtidos ao longo do desenvolvimento do trabalho, apresentando imagens de arquiteturas passivas, bem como gráficos elaborados a partir da compilação de ideias dos autores, cujas teorias serviram de base para fundamentar este trabalho.

Nas considerações finais será apresentado um relato sobre como os conceitos e as teorias desenvolvidas pelos pesquisadores aqui referendados estão entrelaçados. A conclusão é unânime: que conforto e qualidade de vida são essenciais ao homem; e que, se adequadamente planejada, a edificação aproveitará ao máximo o que o meio ambiente tem a fornecer gratuitamente, gerando menos impactos, menos resíduos e melhores condições gerais para se viver.

2. CONCEITUAÇÃO DE ARQUITETURAS PASSIVAS

2.1. ORIGEM ATRAVÉS DA ARQUITETURA VERNACULAR

Rudofsky (1987) em seu livro *Architecture without architects: a short introduction to non-pedigreed architecture* relata que a arquitetura vernacular tenta quebrar os conceitos estreitos a respeito da arte de construir, introduzindo o mundo não familiar da arquitetura *sem pedigree*. Era algo ainda incipiente que não havia um nome específico. Passou-se, então a referir-se a ela sob o termo *vernacular*, englobando todas as formas anônimas, espontâneas e rurais de construir, praticadas primariamente pelos povos antigos.

Os construtores, sem instruções de espaço e tempo (os protagonistas desse espetáculo), demonstraram um excelente talento ao adequar seus edifícios dentro das redondezas em que estavam inseridos. Ao invés de tentar conquistar a natureza, como muito foi feito e ainda se faz, eles aproveitavam os caprichos do meio para promover habitações de qualidade. A própria natureza era utilizada como abrigo, sendo rochas escavadas, moradias subterrâneas, árvores grandes utilizadas como resguardos, entre inúmeras outras formas de se proteger e se abrigar adotadas ao longo dos séculos. Tomar posse e construir seguindo os ditames providos pelo meio ambiente era algo intrínseco ao desejo e à necessidade de buscar proteção e abrigo. De fato, esses povos não hesitaram em procurar as configurações mais diversas das paisagens, nem em adaptar-se a elas. A prática de construir em locais de difícil acesso talvez tenha sido por razões de segurança, utilizando-se das barreiras naturais para conter os inimigos. Ainda há muito o que aprender com essas “arquiteturas sem arquitetos” (RUDOFSKY, 1987).

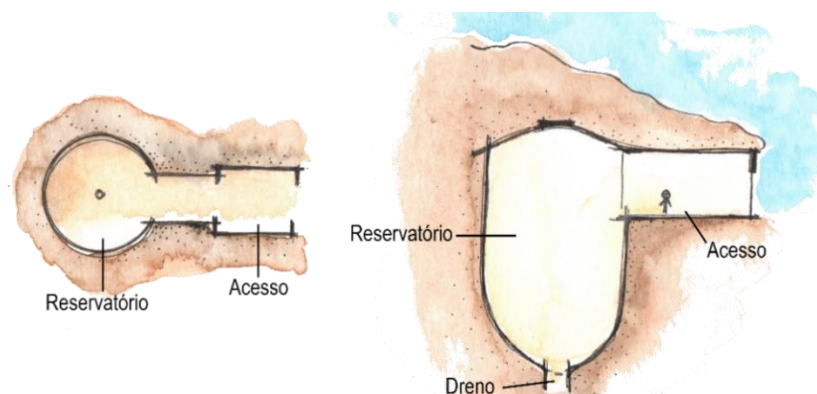
O projeto de construções tradicionais faz o uso de diferentes recursos naturais no meio ambiente e responde à localidade específica. Sol e vento, chuva e luz sempre desempenharam um papel especial no edifício. A reciprocidade entre estes fatores regulam o clima e o tempo. A experiência permitiu que os mestres das construções do passado, que eram responsáveis pela ‘arquitetura sem arquitetos’, usar o que o meio ambiente local tinha a oferecer para aquecimento, resfriamento, iluminação e abastecimento de água. (HINDRICH; DANIELS, 2007, p. 36, Tradução nossa)

Muitas das soluções primitivas anteciparam as tecnologias atuais, e muitos dos recursos utilizados agora são soluções criadas ou descobertas em tempos remotos. Pode-se citar como exemplo, a padronização dos componentes dos edifícios, a flexibilidade e as estruturas móveis, o aquecimentos de pisos, a refrigeração, o controle da entrada de luz e até mesmo os sistemas

de elevadores. Em todas estas técnicas a força da natureza estava presente. Em última instância, as pessoas buscam refúgio na natureza. É irônico que, ao construir, se esquivam dos elementos de conexão com o meio ambiente, mas é nele que buscam recompor-se, seja para refrescar a mente, praticando uma caminhada ao ar livre, seja para revigorar-se indo a uma pescaria à beira de um rio. O homem busca de alguma maneira entrar em contato com a natureza. Apesar do conforto mecânico, majoritariamente presente em sua habitação, a busca por conforto mora numa conexão direta com a natureza. (RUDOLFSKY, 1987).

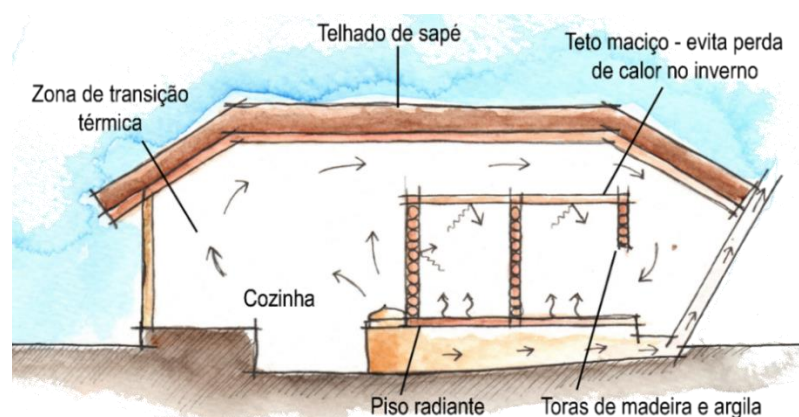
A arquitetura vernacular é, na maioria das vezes, omitida pelos estudos arquitetônicos. Vellinga; Oliver e Bridge (2007) se atêm a dizer que a maior parte dos estudos na área da história da arquitetura se prendem à arquitetura monumental e formal, as quais significam poder, status, riqueza ou todas estas juntas. Em comparação com os palácios e templos poderosos, as casas, celeiros, santuários e armazéns pareciam insignificantes, mesmo apresentando diferentes técnicas vernaculares.

Figura 1 Reservatório de gelo na Escócia

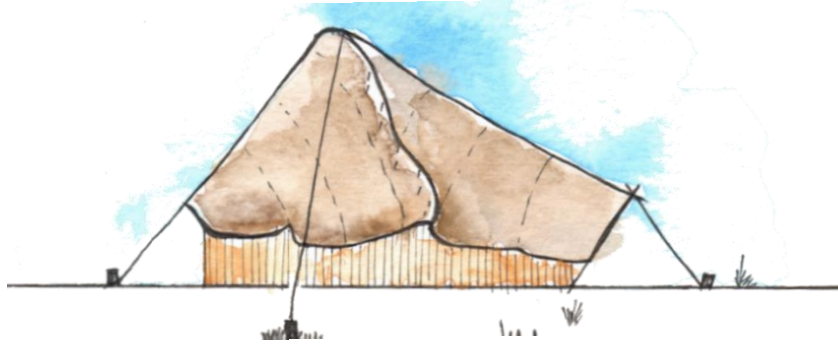


Fonte: ROAF; CRICHTON e NICOL (2009). Imagem editada pela autora.

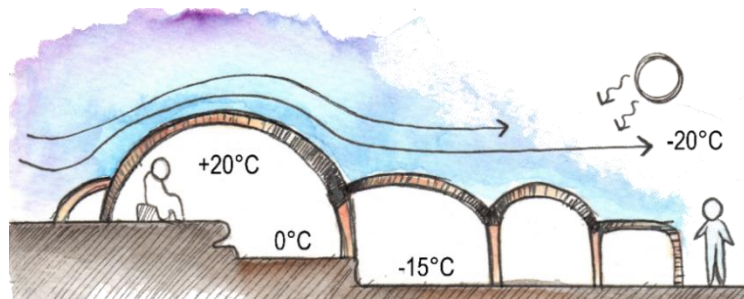
Figura 2 Casa Tu-mak-gip.



Fonte: ROAF; FUENTES e THOMAS (2009). Imagem editada pela autora.

Figura 3 Abrigo mutante

Fonte: ROAF; FUENTES e THOMAS (2009). Imagem editada pela autora.

Figura 4 Arquitetura de um iglu

Fonte: ROAF; FUENTES e THOMAS (2009). Imagem editada pela autora.

As arquiteturas vernaculares estiveram presentes em diferentes regiões. A Figura 1 representa os depósitos domésticos subterrâneos que serviam para refrescar bebidas, comidas e cômodos. O gelo era cortado de lagos e rios congelados e eram armazenados nestes locais até a primavera. A Figura 2 representa as casas Tu-mak-gip, presentes na Coréia, exibindo um hipocausto sob o piso, que gera calor para a residência. Essa mesma técnica de aquecimento era utilizada nas termas romanas. Já a Figura 3 mostra uma forma mutante de se abrigar, onde as barracas típicas das tribos Luri, do Irã, apresentam couro de cabra esticado para barrar os ventos e chuvas. Já em dias muito quentes, essa cobertura pode se abrir, gerando circulação de ar e sombra. A Figura 4 representa o corte de um iglu, que em climas frios, utiliza a estratificação do ar como uma importante escolha. O ar quente sobe e o frio desce. Os habitantes dessas regiões mais inóspitas moram em uma plataforma mais alta, onde o calor é retido. O ar frio é contido na entrada mais baixa da habitação.

Pode-se inferir que a arquitetura bioclimática tem sua origem na arquitetura vernacular, a qual abrange a forma de habitar de diferentes povos – está relacionada com o contexto, com os recursos disponíveis e utiliza-se também de tecnologias tradicionais. Todas as formas de

arquitetura vernacular são edificadas para atender necessidades específicas, comportando valores, economias e maneiras de viver de cada cultura. Elas podem ser adaptadas ou desenvolvidas conforme as necessidades e as circunstâncias se transformem ao longo do tempo (VELLINGA; OLIVER; BRIDGE, 2007).

2.2. O QUE É ARQUITEUTRA BIOCLIMÁTICA?

As construções têm a finalidade de proteger o ser humano das intempéries, proporcionando abrigo e conforto. As diferentes técnicas construtivas que existem no mercado estão em constante evolução, com o objetivo de beneficiar as pessoas. Hoje, muitas destas técnicas contemplam questões ecológicas, com baixa escala de agressão ao meio ambiente. As edificações também servem para “[...] neutralizar as condições climáticas desfavoráveis e potencializar as condições favoráveis, tendo em vista o conforto dos usuários” (HERTZ, 2003, p. 09). Para tornar isso uma realidade “[...] é preciso levar em conta que o clima afeta o corpo humano pela interação de cinco elementos: a temperatura do ar, a radiação solar, o vento, a umidade e as precipitações” (HERTZ, 2003, p. 09).

A arquitetura bioclimática preza a conciliação e a interação das construções com o meio ambiente e o uso máximo dos elementos oferecidos pela natureza, já que ela fornece tudo o que é necessário para viver com qualidade, tranquilidade e saúde. Essa arquitetura pode ser definida como

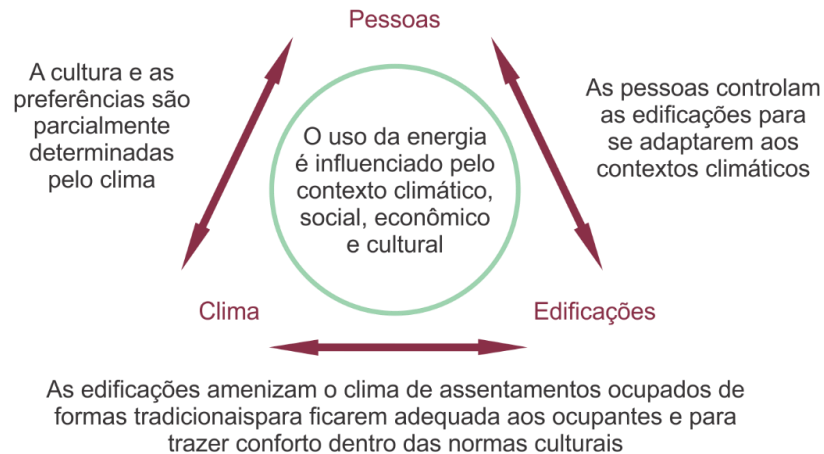
[...] o próprio ambiente construído que atua como mecanismo de controle das variáveis do meio, através de sua envoltura (paredes, pisos, coberturas), seu entorno (água, vegetação, sombras, terra) e, ainda, através do aproveitamento dos elementos e fatores do clima para o melhor controle do vento e do sol. No conceito de arquitetura bioclimática, o edifício é um filtro dos fluxos energéticos que permite uma interação apropriada entre o ambiente externo e o interno. (ROMERO, 2000, p. 86)

Ao se inserir no contexto, este conjunto de técnicas visa reduzir os impactos negativos do meio ambiente e ampliar a eficiência energética das edificações. Em locais frios, opta-se pela isolamento de fachadas e coberturas, mas usa-se uma proporção maior de vidros para facilitar a absorção da luz solar. Já em regiões mais quentes, opta-se por amplos beirais que barram a incidência intensa do sol, e as aberturas ganham amplitude.

A arquitetura bioclimática preza também pela produção de energia e aquecimento – da água, por exemplo – através do aproveitamento da luz solar e/ou por sistemas geotérmicos.

Olgyay (2004) defende que o refúgio humano tem intensa conexão com seu entorno. “Seu aspecto final parece simples, mas a realidade é oposta, visto que sua própria composição é o resultado da coordenação de inúmeras ações que se encontram necessariamente subordinadas” (OLGYAY, 2004, p. 92), e que as leis que dominam essas características locais são as mesmas que governam a adaptação dos mais diversos organismos vivos.

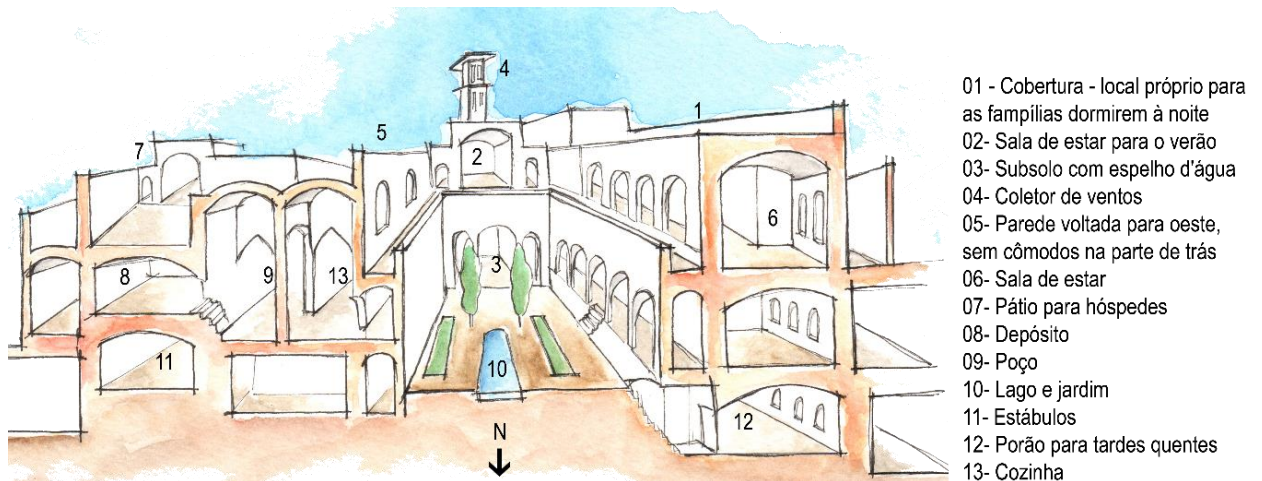
Figura 5 Interação entre clima, pessoa e edificação



Fonte: ROAF; CRICHTON e NICOL (2009). Imagem editada pela autora.

Projetar numa modelagem bioclimática pode se caracterizar por apresentar ambientes com funções indefinidas. Em determinadas culturas, nas quais se produz tipos específicos de habitações, as pessoas se deslocam dentro de sua própria residência de acordo com as variáveis climáticas ao longo do ano. “Seus espaços internos não possuem uma função determinada, estabelecendo-se dentro deles certo ‘nomadismo’ para acompanhar as estações do ano e o movimento aparente do sol, e levando a uma participação ativa do homem na climatização de seu abrigo” (ROMERO, 2000, p. 86). Na cidade de Yazd, no Irã, a habitação típica (Figura 6) permite a migração intramuros. Ela ocorre como forma de alcançar um ambiente confortável nas tardes quentes de verão. A Figura 6 representa este modelo de moradia.

Figura 6 Habitação iraniana - migração intramuros.



Fonte: ROAF; CRICHTON e NICOL (2009). Imagem editada pela autora.

Hindrichs e Daniels (2007) reconhecem que é obrigatório compreender a velocidade e a direção dos ventos; precipitações; ocorrências anuais sobre as temperaturas e a umidade relativa do ar; distribuição e acumulação da temperatura externa; intensidade da radiação solar e sua distribuição anual; diagramas solares; e gráficos sobre temperaturas. Atualmente, com o grande volume de informações e softwares disponíveis, que possibilitam a visualização detalhada da geografia de qualquer parte do globo terrestre, “deveria” ser mais fácil e mais aceitável conceber construções enquadradas nos ditames da ecologia.

Além do aproveitamento dos elementos da natureza, a volumetria também tem impacto direto na relação ambiente externo *versus* ambiente interno. “A proporção entre área de superfície e volume é muito importante nos ganhos ou perdas de calor de uma edificação. Para que possa reter calor ou frio, o prédio deve ser projetado com uma forma compacta, para que sua capacidade de trocas térmicas seja reduzida” (ROAF; FUENTES e THOMAS, 2009, p. 34). Na realidade, as condições climáticas e geográficas são determinantes da planta e da volumetria – pelo menos assim deveria ser entendido. Romero (2000) concorda que “[o] desenho dos espaços deve ser condicionado e adaptado às características do meio, tais como topografia, revestimento do solo, ecologia, latitude, objetos tridimensionais e clima.” (ROMERO, 2000, p. 11)

A arquitetura, ou desenho urbano, busca definir as condições ambientais, do meio natural e construído, que melhor satisfaçam às exigências do conforto térmico do homem. Busca também obter a escala urbana, o que a arquitetura bioclimática consegue com o edifício, quer dizer, com a transformação deste num mediador entre o clima externo e o ambiente no interior do tecido urbano. (ROMERO, 2000, p. 12)

Para desenvolver uma obra bioclimática, observar a volumetria do seu entorno é imprescindível. Se não houver a aplicação de critérios técnicos adequados, levando em conta todas as condicionantes do local, é possível que a construção de um edifício com princípios sustentáveis, seja mal sucedido quanto ao seu desempenho. As massas próximas a esta nova edificação podem intervir diretamente em sua performance. Haverá novo direcionamento dos ventos, sombras projetadas pelos volumes do entorno e microclimas de acordo com a saturação de prédios e solos pavimentados. Para Hindrichs e Daniels (2007) a redução da energia de resfriamento não é somente uma questão projetual, pois se aplica também ao espaço que o cerca. Em outras palavras, se o microclima é melhorado, medidas técnicas de refrigeração podem ser reduzidas consideravelmente.

2.3. A AUSÊNCIA DA ARQUITETURA PASSIVA NOS DIAS ATUAIS

Pfeifer e Brauneck (2009b) descrevem que desde a Revolução Industrial vem ocorrendo ciclos de transformações, cada vez mais curtos, que provocam mudanças na continuidade da produção regional de habitações. Os padrões de vida globalizados se desconectaram de seus contextos. “Diferentes hábitos de uso, assim como suas diferentes durações, passaram a demandar tipologias flexíveis. Os padrões de socialização também se diversificaram” (PFEIFER e BRAUNECK, 2009b, p. 07). Hertz (2003) critica o Estilo Internacional afirmando que ele seguiu da “[...]lógica de que um projeto pode servir para qualquer lugar, de tal maneira que a importância dos aspectos formais sobressai mais do que a necessidade de criar um projeto particular e apropriado a cada lugar, ou seja, uma arquitetura mais regional” (HERTZ, 2003, p. 19).

No Renascimento, o uso do vidro começou a ser difundido. Isso trouxe uma nova perspectiva para aos ambientes internos que, por séculos, ficaram na escuridão, produzindo luz interna, conforto e contato com a natureza. Essa integração entre a arquitetura, o homem e a natureza com certeza marca uma evolução histórica na arquitetura (MONTANER, 2014). Por ser um elemento que filtra o acesso da luz e, ao mesmo tempo, inibe as correntes de ar e a perda de calor, ele [...] proporcionou uma transformação completa da vida doméstica e criou uma nova cultura – do espaço interno, do mobiliário e também da limpeza. Foi o primeiro passo para o conforto doméstico e a privacidade (MONTANER, 2014, p. 155).

O problema é que, a partir do século XX, o uso do vidro resultou em extensas fachadas não idealizadas de acordo com a incidência solar, derivando locais superaquecidos e

desconfortáveis. Juntamente com o Estilo Internacional, esta prática se disseminou ao redor do mundo. A solução encontrada para este problema foi, e ainda é, o uso exacerbado de aparelhos de ar condicionado. “O ar condicionado lançou o edifício sem fim. Se a arquitetura separa os edifícios, o ar condicionado une-os. O ar condicionado impôs regimes mutantes de organização e coexistência que a arquitetura não pode acompanhar” (KOOLHAAS, 2010, p. 71). A beleza da translucidez se sobrepõe às necessidades básicas de uma obra bem elaborada e acima dos materiais locais.

A consciência ecológica contemporânea veio se formando a partir da crítica à falsa eficácia de muitos edifícios, a partir da constatação de que as cidades atuais baseiam-se na repetição, em grande escala, dos mesmos erros presentes na relação entre os edifícios e o ambiente, especialmente a partir da década de 1960, e, absurdamente, com a difusão do pano de vidro, da moda dos edifícios integralmente em vidro a despeito da sua orientação, e com o uso abusivo da climatização artificial. Uma lamentável involução tecnológica, portanto. (MONTANER, 2014, p. 157)

É importante considerar que se tem à disposição diferentes possibilidades de construir ecologicamente, visando sustentabilidade, sem deixar de lado a aplicação de quesitos estéticos. “Tudo isso implica em superar a ideia de que as arquiteturas ecológicas estejam sempre associadas a formas pitorescas, ecléticas e marginais” (MONTANER, 2014, p. 158). Não é o certo impor modelos de um sítio a outro. Cada cultura deve explorar as melhores soluções para seu contexto. “Construímos mais do que todas as gerações anteriores juntas, mas, de certo modo, não nos registramos nas mesmas escalas” (KOOLHAAS, 2010, p. 70).

Vellinga; Oliver e Bridge (2007) alegam que a arquitetura vernacular passou a ser relacionada com questões do passado, com subdesenvolvimento e pobreza, sendo considerada muitas vezes como obstáculos e não sendo vista como uma forma bem adaptada de edificar, que valoriza as economias, culturas e características locais. Ela sempre serviu de inspiração para arquitetos curiosos, quanto a sua estética e funções. Atualmente, as lições ensinadas pelas técnicas vernaculares têm sido cada vez mais consideradas como essenciais ao desenvolvimento da arquitetura sustentável.

Persiste ainda, em diferentes locais, a ausência do anseio de construir sem destruir, que proporcione o uso e ative “[...] o existente, que recicle o construído, que restitua as coberturas vegetais ao território urbanizado, que entenda os recursos como patrimônio e que interprete o meio existente como um complexo sistema de relações entre os seres humanos e o entorno construído” (MONTANER, 2014, p. 159). Necessita-se de “Uma arquitetura de morfologias

escalonadas, de espaços coletivos e pátios, de estruturas abertas e leves que criem ambientes bem ventilados e climatizados” (MONTANER, 2014, p. 159).

A arquitetura passiva já foi melhor aproveitada. Contudo, atualmente, o meio urbano carece que ela volte a ser executada, desde pequenas até grandiosas obras. Ela necessita estar presente em todos os âmbitos da arquitetura. Apesar de tantas tecnologias construtivas, o planeta, que sofre com a degradação de suas formas originais, demanda a utilização de fórmulas menos agressivas e menos impactantes, tendo em vista a qualidade de vida. Já que é fundamental planejar pensando no conforto das pessoas, o intuito agora é defender que a concepção espacial interfere nas sensações que o corpo humano é capaz de perceber e produzir. Dessa maneira, o capítulo seguinte busca justificar a importância dessas preocupações como necessidade e benefício para o homem.

3. A ARQUITETURA COMO ESTÍMULO DOS SENTIDOS, SENSAÇÕES E CONFORTO

O espaço consolida a arquitetura. É ele que proporciona o vivenciar arquitetônico. “[...] A arquitetura não provém de um conjunto de larguras, comprimentos e alturas dos elementos construtivos que encerram o espaço, mas precisamente do vazio, do espaço encerrado, do espaço interior em que os homens andam e vivem” (ZEVI, 2009, p. 18). Se esse espaço não é bem planejado e não são levadas em considerações questões regionais, econômicas e sociais, é grande a probabilidade de haver problemas quanto à má concepção da espacialidade. “Adquiriremos como que um novo órgão no sentido do espaço, o amor pelo espaço, a exigência da liberdade no espaço. Porque o espaço [...] exprime, contudo, todos os fatores que intervêm na arquitetura, as tendências sentimentais, morais, sociais e intelectuais [...]” (ZEVI, 2009, p. 200). Corbusier (2002), em seu livro *Por uma arquitetura*, expõe suas concepções a respeito das moradias. Romanticamente, o autor discorre sobre a precariedade das habitações e seus efeitos nocivos às pessoas.

Um homem que pratica uma religião e não crê nela, é um fraco, um infeliz. Somos infelizes por habitar casas indignas porque elas arruinam nossa saúde e nossa moral. Tornamo-nos seres sedentários, é o destino; a casa nos corrói em nossa imobilidade como uma tuberculose. Logo será preciso muitos sanatórios. Somos infelizes. Nossas casas nos repugnam; fugimos e frequentamos os cafés e os bailes; ou então nos reunimos sombrios e escondidos nas casas como animais tristes. Nós nos desmoralizamos. (CORBUSIER, 2002, p. 05)

Assim, se constata a importância de se morar adequadamente, num local harmonioso, que preza pelo conforto e pelo bem estar. Não se trata de priorizar o luxo, mas de valorizar aquilo que é primordial para enriquecer o ser humano, começando pelo seu habitat. “A arquitetura é uma das mais urgentes necessidades do homem, visto que a casa sempre foi indispensável e primeiro instrumento que ele forjou” (CORBUSIER, 2002, p. 05).

Diferentes estudiosos atestam o desinteresse da população a respeito da arquitetura. O público demonstra curiosidade e entusiasmo por música, literatura, esculturas, pinturas, mas não dispensa o mesmo tratamento quando se trata de obras edificadas, mesmo sobre aquelas para as quais não tem como evitar sua visualização nem seu impacto sensorial. “[...] qualquer um pode desligar o rádio e abandonar os concertos; pode não gostar de cinema e de teatro e pode evitar a leitura de um livro; mas, ninguém pode fechar os olhos diante das construções que constituem o palco da vida citadina e trazem a marca do homem no campo e na paisagem” (ZEVI, 2009, p. 02).

Zevi (2009) alega que jornais dedicam-se a expor questões sobre novos livros lançados, exposições que serão realizadas, mas ao se tratar de novas obras, mesmo sendo de algum arquiteto renomado, dificilmente será exposta à população. Da mesma forma que não há “[...] propaganda adequada para difundir a boa arquitetura, também não existem instrumentos eficazes para impedir a realização de edifícios horríveis. A censura funciona para os filmes e para a literatura, mas não para evitar escândalos urbanísticos e arquitetônicos” (ZEVI, 2009, p. 01). Mas afinal, o que difere a arquitetura dos outros tipos de arte?

Todos aqueles que, ainda que fugazmente, refletiram sobre esse tema, sabem que o caráter essencial da arquitetura – o que a distingue das outras atividades artísticas – está no fato de agir com um vocabulário tridimensional que inclui o homem. A pintura atua sobre duas dimensões, a despeito de poder sugerir três ou quatro delas. A escultura atua sobre três dimensões, mas o homem fica de fora, desligado, olhando do exterior as três dimensões. Por sua vez, a arquitetura é como uma grande escultura escavada, em cujo interior o homem penetra e caminha. (ZEVI, 2009, p. 17)

Além disso, as moradias, em muitos casos, são incapazes de criar interações positivas entre o corpo do ser humano e sua mente, entre o corpo/mente e o ambiente. A estética, o visual tornou-se preocupação primordial do desenvolvimento de projetos de diferentes profissionais, desprezando quesitos projetuais fundamentais. Pallasmaa (2014) em seu livro *Los ojos de la piel: la arquitectura y los sentidos* descreve a veneração da visão perante os outros sentidos. A visão e a audição estão muitas vezes sendo sobrepostas aos outros três sentidos que o ser humano é capaz de perceber. O autor expõe que uma arquitetura deve, por si só, instigar as pessoas não somente com a visão, mas com o tato, o cheiro, os sons e até mesmo com o paladar. É possível distinguir diversas arquiteturas de acordo com a modalidade sensorial. Juntamente com a arquitetura dominante do olho, existe uma arquitetura háptica do músculo e da pele. Existem arquiteturas que também reconhecem os campos da audição, do olfato e do paladar (PALLASMAA, 2014). Ele também afirma que a pele é o órgão mais sensível e antigo da comunicação e o protetor mais eficaz. O tato é o pai dos olhos, orelhas, narizes e bocas.

Os estímulos recebidos pela pele são resultado do conforto propiciado pela edificação. Diferentes filósofos e pensadores creem que a visão é o sentido mais apurado e desenvolvido do homem. Pallasmaa (2014) diverge deste ponto de vista e garante que é possível e essencial perceber o mundo também com os outros sentidos, pois cada experiência da arquitetura é multissensorial, abrangendo a qualidade do espaço, da matéria, da escala se medem pelos olhos, ouvidos, nariz, pele, língua, esqueleto e o músculo. A arquitetura fortalece a experiência existencial. Santaella (2005) descreve que o corpo humano não se limita somente a cinco

sentidos. Algumas sensações e percepções não necessitam vir somente do externo, mas do nosso próprio organismo; as sensações podem ser geradas pelo próprio corpo. “Os sentidos são dispositivos para a interação com o mundo externo que têm por função receber informações necessárias à sobrevivência” (SANTAELLA, 2005, p. 70). Dessa forma, é possível compreender que o organismo atua como um reflexo, dando respostas aos estímulos gerados pelo meio externo. Então, caso esse meio externo proporcione sensações desagradáveis, o organismo humano dará uma resposta negativa de acordo com as ações recebidas.

Os sentidos, se desprezados, geram efemeridades. A percepção da espacialidade, que, infelizmente, muitas vezes é atrelada somente à visão, é fundamental, mas uma boa espacialidade só tem sucesso se levado em consideração os efeitos que ela gera no corpo humano. E como gerar boas sensações sem considerar as diferentes percepções que o corpo consegue distinguir? Os corpos estão em constante interação com o entorno e o conjunto dessas sensibilidades integra o homem ao mundo, levando conforto e bem-estar a ele. Pallasmaa (2014) afirma que o tato é a modalidade de integração do mundo com nós mesmos. A vista é uma prolongação do tato; os sentidos são uma prolongação dos tecidos cutâneo (PALLASMAA, 2014).

A concepção espacial colocada por Zevi (2009) pode ser entendida a partir de um espaço completo, que avalia e toma como partido os efeitos que elementos externos causam nos ambientes internos; os efeitos dos vazios proporcionados pela incidência solar, pela entrada da brisa dos ventos, pelo canto dos pássaros ao invés do barulho dos carros. A boa espacialidade tem relação com seu entorno, o vazio acolhe e conversa com o que há de melhor no exterior. O espaço não é somente uma cavidade vazia ou uma negação de solidez; também não é apenas um fato visual, “[...] é, em todos os sentidos, e, sobretudo num sentido humano integrado, uma realidade vivida” (ZEVI, 2009, p. 217). Tadao Ando, em um texto publicado por Kate Nesbitt (2008), expõe seu pensamento quanto à produção e sua relação com o meio ambiente:

Eu componho arquitetura procurando encontrar uma lógica essencial inerente ao lugar. A pesquisa arquitetônica supõe uma responsabilidade de descobrir e revelar as características formais de um sítio, ao lado de suas tradições culturais, climas e aspectos naturais e ambientais, a estrutura da cidade que lhe constitui é seu pano de fundo, bem como os padrões de vida e costumes ancestrais que as pessoas levarão para o futuro. (NESBITT, 2008, p. 497)

As arquiteturas vernaculares foram fundamentadas no saber tácito do corpo e seus sentidos, já que cada povo observava as reações que o organismo apresentava de acordo com as características climáticas e geográficas de cada região. Analisavam se suas necessidades

eram se proteger do frio, calor, ventos, dentre outros fatores que pudessem vir a afetar suas formas de vida e, assim, desenvolveram envolturas e construções que visavam melhorias no desempenho do ser humano dentro delas. Assim, é notório que as sensações percebidas pela pele foram tão fundamentais quanto a estética apresentada pelos edifícios. A própria estética e as características arquitetônicas de cada cultura se tornaram marcas registradas de cada povo devido às sensações que gostariam de ser amenizadas ou exaltadas dentro ou próximo a elas.

Quando o assunto é conforto, é indispensável seu estudo e sua análise, pois são eles que norteiam a concepção espacial e volumétrica e que proporcionarão um local salubre para as pessoas. O abrigo gira em torno do conforto. O intuito de projetar tendo por princípio o conforto dos usuários visa evitar práticas sedentárias e estimular o aproveitamento das melhores condições ambientais. Inclui-se aí tanto a arquitetura quanto o urbanismo bioclimático, os quais oferecem alternativas e incentivam os habitantes a saírem de suas residências, estimulando a socialização entre todos os que partilham da mesma cidade – do mesmo ambiente coletivo.

O conforto de uma edificação depende de diferentes fatores, sejam eles térmicos, acústicos ou lumínicos. Montenegro (2003) expõe que “Sob o ponto de vista da ventilação constrói-se, hoje, com muita irracionalidade” (MONTENEGRO, 2003, p. 24); porém, nem sempre foi assim. O autor assegura que não se pode garantir que as grandes fachadas de vidro da arquitetura sejam o maior erro nas construções, mas com certeza faz parte de um deles.

Em termos de acústica arquitetônica, ela não se limita somente a ambientes espaçosos, como teatros, igrejas e salas de concerto. Sua projeção e aplicação é recomendada também para casas, escritórios e lojas; é elemento indispensável para o conforto dos habitantes e dos usuários destes locais. Novas normas estão sendo criadas e aprovadas, exigindo parâmetros mais rígidos de isolamento para a construção de edifícios, para minimizar os efeitos sonoros que possam vir a prejudicar outros moradores.

O ser humano encontrou uma maneira de se proteger das condições climáticas desfavoráveis, que, aparentemente, supera o “mau planejamento” das residências e das cidades. Ele se refugia em ambientes fechados com climatização artificial e passa a maior parte de seu tempo em locais sombrios e isolados. O melhor da natureza e da convivência com as pessoas é, via de regra, abandonado pelo urbanismo que dá preferência a carros e não a pedestres; que prioriza habitações que isolam e delimitam o espaço público em relação ao espaço privado; que exalta extensões edificadas que não favorecem a qualidade da luz solar, nem o contato com a vegetação, nem com outras pessoas. “Também pagamos um preço psicológico. Ao escolhermos ser uma espécie que vive em ambientes fechados, nos desvinculamos do mundo natural, ficando cada vez mais alheios ao que fazemos com o entorno imediato externo” (FARR, 2013, p. 05).

Talvez essa carência de relação com a “[...] natureza nos tornou acostumados e provavelmente nos cegou para os danos terríveis que causamos ao nosso planeta. A sociedade de consumo moderna, por exemplo, explora os recursos naturais em uma taxa que a Terra não tem como sustentar” (FARR, 2013, p. 07).

Montaner (2014) argumenta que as características de uma arquitetura com qualidades bioclimáticas, estão contidas nas características da pele. Estas “[...] devem ser membranas semipermeáveis, mutantes e versáteis; que a fachada seja um filtro poroso, ventilado e translúcido. Trata-se de projetar fachadas que não sejam iguais, a começar pelo fato de se distinguirem em função de sua orientação” (MONTANER, 2014, p. 160-161).

O capítulo seguinte abordará algumas formas de construir que tenham como ponto de partida técnicas passivas, para, assim, produzir sugestões e aplicações de uma arquitetura bioclimática que contemple o clima subtropical. Esta modelagem deve convergir para uma arquitetura completa por si só, que apresente bom desempenho e dependa o menos possível de técnicas ativas para proporcionar conforto e um ambiente saudável às pessoas.

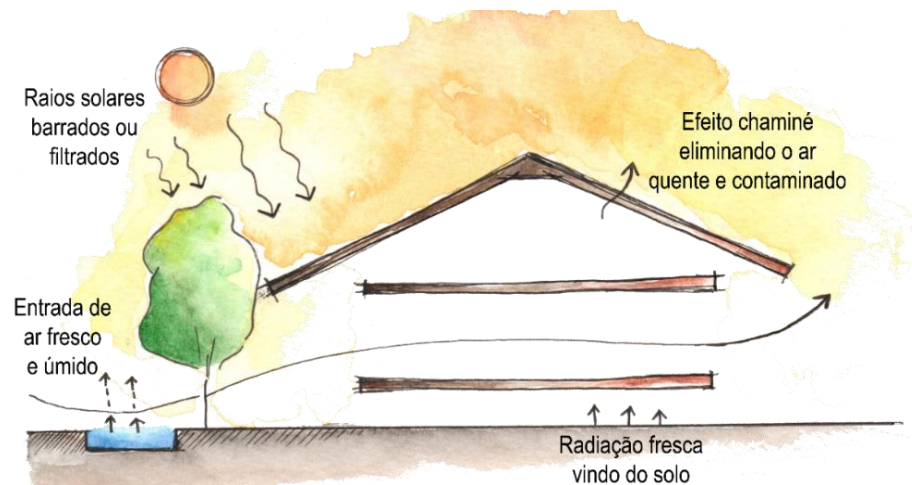
4. PRINCÍPIOS PROJETUAIS PARA PRODUZIR ARQUITETURA BIOCLIMÁTICA EM REGIÕES SUBTROPICAIS

O clima subtropical está presente acima e abaixo da linha do Equador, iniciando logo abaixo do Trópico de Capricórnio (23°) e logo acima do Trópico de Câncer (23°). Nesta pesquisa, as informações estarão com foco nesta variável do clima, limitando-se à região sul do Brasil. Ross (2005) esclarece que esta região apresenta médias inferiores a 18°C, mas que suas variações são estabelecidas pela altitude e pelo afastamento do mar: “[o] Brasil subtropical começa numa faixa de latitude correspondente à posição dos Estados de São Paulo e Paraná, a partir da qual o domínio da massa polar atlântica e dos sistemas atmosféricos extratropicais passam a ser preponderantes” (ROSS, 2005, p. 106).

Os mecanismos que concorrem para a definição do clima e do tempo envolvem diferentes fatores. Para compreendê-los é necessário observar a inclinação e a rotação da terra em torno do sol. A partir dali, é possível compreender o ciclo anual das estações, as formas de relevo, a localização das porções de terras e águas, as latitudes do globo, a água e até as micropartículas presentes na atmosfera. Todos esses fatores atuam diretamente nas variações do tempo (ROSS, 2005). No verão, o sol é alto e muito intenso; já, no inverno, posiciona-se mais baixo e com menos intensidade. Nesta porção do Brasil, as estações são bem definidas e as precipitações são consideradas moderadas e bem distribuídas ao longo do ano. Assim, é recomendável que as edificações trabalhem tendo estas variáveis ao seu lado.

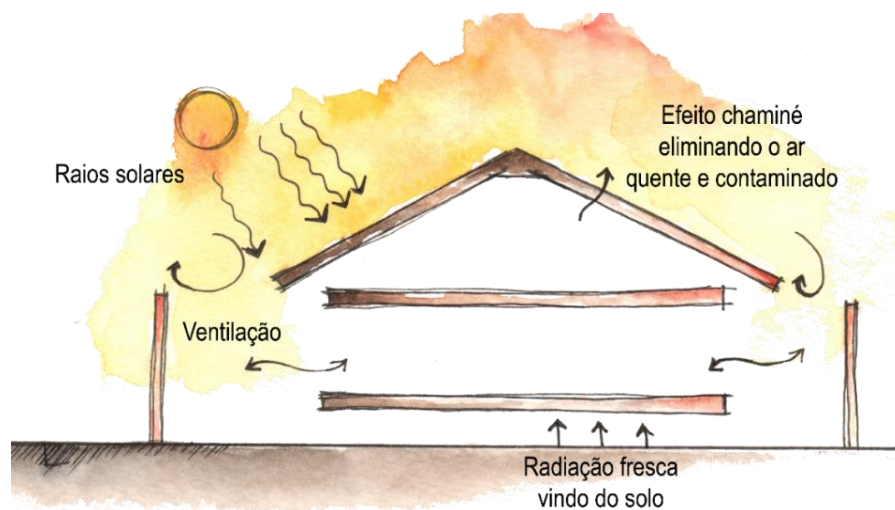
Hindrichs e Daniels (2007) se referem às habitações japonesas como típicas da região subtropical, as quais se desenvolveram e foram aperfeiçoadas de acordo com as situações climáticas da região. Com seus amplos beirais, elas garantem ambientes com temperaturas confortáveis durante o verão, protegendo-se contra o sol. A ventilação é facilitada pelos painéis que correm e possibilitam flexibilidade para a abertura dos ambientes, proporcionando livre circulação dos ares. Durante o inverno, no entanto, a falta de isolamento das paredes faz com que o desempenho da habitação se torne um tanto precário, mas uma lareira melhora as condições climáticas e reestabelece certo nível de conforto. Para melhorar as condições de aquecimento, materiais naturais como madeira, palha de arroz e paredes de lama, com estrutura de bambus, também são utilizados. O piso elevado do solo também constitui uma característica para preservação da estrutura da moradia e possibilita ventilação, assim como a inserção de jardins, sejam grandes (Figura 7) ou pequenos (Figura 8).

Figura 7 Habitação japonesa com amplo jardim



Fonte: HINDRICHS e DANIELS (2007). Imagem editada pela autora.

Figura 8 Habitação japonesa com pequeno jardim



Fonte: HINDRICHS e DANIELS (2007). Imagem editada pela autora.

Ao comparar os meses de janeiro e julho, torna-se claro que muitos locais na terra têm ocorrências de temperaturas tão baixas no inverno e altas temperaturas no verão que são necessárias disposições tanto para aquecimento e resfriamento. Nesses casos, o projeto e equipamentos técnicos construtivos certamente têm que corresponder a estes fatores climáticos (HINDRICHS e DANIELS, 2007).

O homem vem demonstrando apego às tecnologias para produzir conforto – ainda que completamente artificial. A utilização excessiva de técnicas ativas pode gerar efeitos cascatas de consumo de energia e resultar em agressões irreversíveis ao meio ambiente.

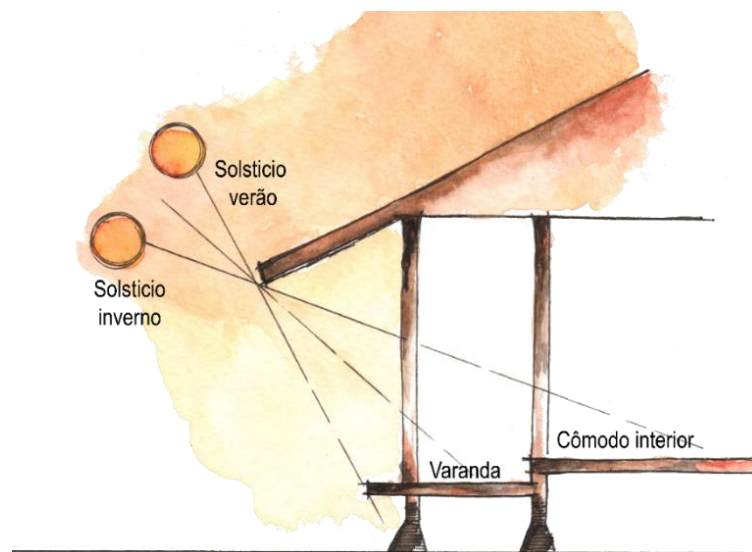
A seguir, serão apresentados alguns artifícios essenciais e recomendados para produzir arquitetura passiva, com base em técnicas vernaculares e que melhor aproveitam o que o clima

em estudo pode oferecer. Nesta análise serão apresentadas apenas algumas técnicas, as quais são flexíveis e aceitam variações de formas e estilos, dependendo do local e do entorno onde a obra será implantada.

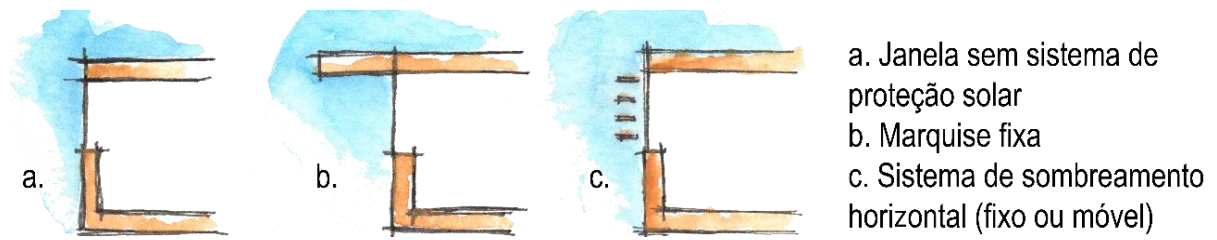
4.1. ORIENTAÇÃO, IMPLANTAÇÃO E VOLUMETRIA

A orientação espacial de uma obra tem consequência direta sobre o consumo de energia. Para uma boa definição do posicionamento da obra é indispensável compreender o percurso solar e o direcionamento dos ventos dominantes naquele determinado ponto. Os cômodos da edificação são, em boa parte, definidos de acordo com esses fatores. Assim, a volumetria, em paralelo com a planta, será desenvolvida para atenuar ou minimizar os efeitos externos no interior do espaço, juntamente com quesitos estéticos de proporções e equilíbrio. A volumetria auxilia para criar barreiras ou para permitir a entrada de carga térmica e/ou indução de ventos. De maneira simples, por exemplo, um pequeno beiral pode garantir que o sol do verão entre com menor intensidade e que, no inverno, consiga alcançar a parte mais interna do local - além de resguardar a habitação das águas pluviais (Figura 9). Pequenas soluções favorecem amplamente para melhorar a absorção ou a eliminação da carga térmica recebida, dependendo da estação do ano. Na Figura 10 é possível perceber alguns exemplos.

Figura 9 Volumetria com beirais amplos

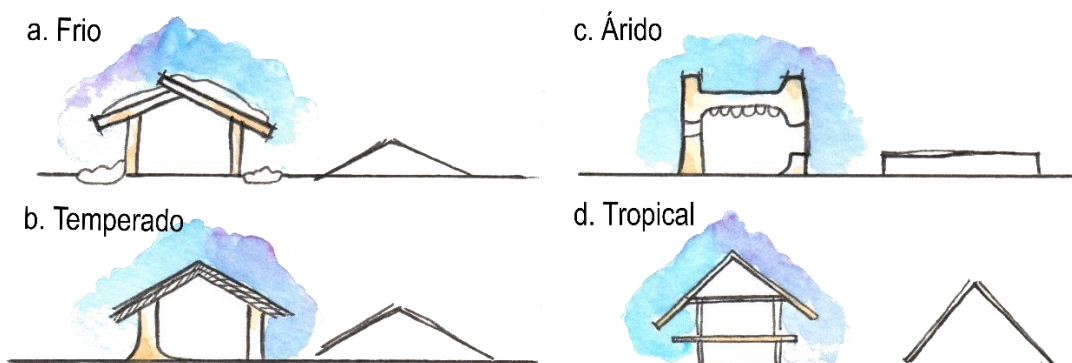


Fonte: HINDRICHS e DANIELS (2007). Imagem editada pela autora.

Figura 10 Exemplos de volumetrias

Fonte: HINDRICHS e DANIELS (2007). Imagem editada pela autora.

Gallauziaux e Fedullo (2013) indicam que as melhores disposições possíveis para os cômodos de uma habitação seriam destinar os quartos para a fachada leste, onde recebe o sol ameno da manhã; as salas de estar e varandas podem ser locadas na fachada norte, para aproveitar o sol baixo do inverno e esse aquecimento gratuito; e as áreas de apoio como lavanderia, banheiros, garagens, circulação e cozinha ao sul⁵ – ou até mesmo a oeste –, onde as janelas não necessitam ser tão amplas. No verão, a fachada oeste sofre o inconveniente do sol excessivo, por isso uma volumetria bem desenvolvida com varandas, amplos beirais, vegetações – ou elementos como brises – favorecem e melhoram a demasiada incidência solar.

Figura 11 Volumetria adequada para cada região

Fonte: HINDRICHS e DANIELS (2007). Imagem editada pela autora.

Na Figura 11 consta uma exemplificação em que a volumetria pode proporcionar melhorias de acordo com o clima que ela se encontra. a) Construção com madeira pesada e cobertura não tão elevada permite que a neve fique e atue como isolamento dos ventos gelados; b) Parede mais protetora que a cobertura e altura média do telhado permite que a chuva escoe; c) Paredes de pedra ou barro, cobertura plana permite reserva de água; d) estrutura de madeira,

⁵ O livro é destinado a habitantes do hemisfério norte, então caso a referência seja de Gallauziaux e Fedullo (2013), adaptações à região do hemisfério sul devem ser feitas.

telhado mais importante que paredes, a cobertura alta permite drenagem e ventilação (HINDRICHS e DANIELS, 2007).

Orientação, implantação e volumetria são três premissas iniciais e fundamentais para todos os projetos. Em qualquer lugar do planeta elas devem ser levadas em consideração para nortear a produção de ambientes, sejam residenciais ou comerciais. Em decorrência, para planejar uma edificação que amplie os benefícios, levando-se em conta o conforto dos usuários, os seguintes itens devem ser trabalhados e organizados no conjunto, a fim de garantir uma arquitetura com baixo impacto ambiental e enquadrada na arquitetura bioclimática: aproveitamento da iluminação e da ventilação natural, vegetação, captação de águas, bem como a escolha de materiais.

4.1.1. Iluminação natural

A entrada de luz em uma edificação atende às necessidades relacionadas a questões térmicas, a questões lumínicas e, geralmente, para as duas finalidades. “O controle da luz diurna nos espaços internos pode ser feito de diversas maneiras. Em determinados períodos, é preciso reduzir a luz e o calor excessivos; enquanto em outros, o importante é maximizar o uso da luz e os ganhos térmicos naturais” (INNES, 2014, p. 45). Assim, é necessário cautela ao garantir a incidência solar, pois ela pode superaquecer o local. Em períodos em que o sol é muito intenso, o sombreamento feito no topo do edifício é válido, mas, caso permaneça projetado, pode trazer prejuízos durante o período de inverno.

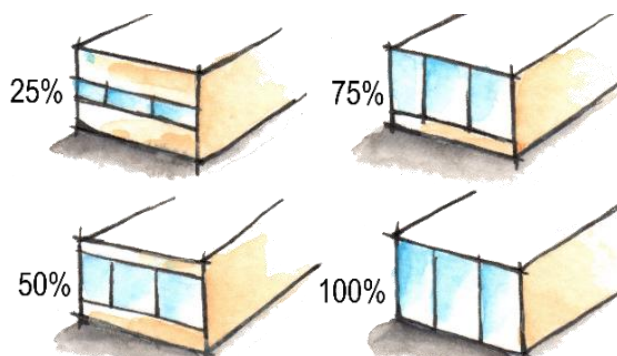
Parte da energia solar que chega até a terra é absorvida por qualquer superfície atingida; parte é refletida. A principal direção da luz vinda do sol é vertical. Para Innes (2014), a utilização da *iluminação zenital*⁶ pode trazer maior aproveitamento da luz solar para os ambientes internos, se comparado com janelas convencionais. “Mesmo em dias encobertos, a vidraça de uma cobertura, por ter iluminação zenital, pode chegar a receber cerca de duas vezes e meia a quantidade de luz natural por metro quadrado que uma vidraça vertical, que apenas recebe luz praticamente horizontal” (INNES, 2014, p. 41). A luminância externa varia de acordo com a estação do ano e de acordo com a orientação direcional da luz.

⁶ A iluminação zenital utiliza o plano de cobertura para obter luz, é a “Iluminação natural obtida através de claraboias, domos, cúpulas ou clerestórios” (BROWN e DEKAY, 2001, p. 369).

A luz tem interferência direta no comportamento das pessoas, influenciando o desempenho no trabalho, no grau de atenção, no conforto e diretamente na saúde dos usuários. “Ainda assim, as pessoas que configuram nosso ambiente construído frequentemente negligenciam o poder e a importância da luz” (INNES, 2014, p. 06). O nível de iluminação necessária para cada ambiente é determinado levando-se em conta as atividades que serão exercidas naquele local. Cada país, em função de sua posição no globo, determina normas para melhor orientar a quantidade necessária de luz em cada ambiente. Algumas recomendações, porém, seguem padrões internacionais. “Em última instância, a iluminação na arquitetura é voltada para as pessoas, mas frequentemente parece que as necessidades dos usuários ficam em segundo plano em relação ao que é mais barato ou mais fácil de conseguir” (INNES, 2014, p. 88).

A iluminação deve ser balanceada; em excesso, causa ofuscamento nos olhos; com intensidade baixa, obrigará os moradores a utilizarem iluminação artificial. Um planejamento criterioso pode evitar estas situações extremas e adversas. “Pequenas alterações no projeto dos prédios podem ter grande impacto na sua habitabilidade, ainda que as diferenças de temperatura resultantes sejam pequenas. Isso ocorre porque estas mudanças ultrapassam o limite de desempenho térmico aceitável pelos usuários” (ROAF; CRICHTON e NICOL. 2009, p. 66).

Figura 12 Tamanho das aberturas e a porcentagem da entrada de luz



Fonte: HINDRICHS e DANIELS (2007). Imagem editada pela autora.

Pode-se dizer que o aumento das janelas (Figura 12) proporciona maior ventilação e resfriamento interno. Para conter as cargas térmicas, sombreamento externo de alta qualidade precisa ser adicionado. Fatores da luz do dia reagem de forma semelhante ao redor do globo terrestre. A luz diminui exponencialmente a partir do plano da janela para o interior de um espaço. A fim de reduzir o consumo energético, melhor seria o uso de janelas menores e melhores posicionadas (HINDRICHS e DANIELS, 2007). Ou seja, nem sempre a utilização de

amplas janelas são positivas. Elas podem causar ofuscamentos e superaquecimento interno – dependendo do posicionamento em relação ao sol.

Haverá *conforto visual* quando o cérebro humano conseguir operar sem haver grandes interferências ao passar o olhar de um objeto/local para outro. A disposição incorreta de luz gera desconforto, pois exige que o cérebro tenha que equilibrar a diferença de intensidade lumínica, gerando compensações devido aos contrastes excessivos de um ponto a outro. O conforto visual não inclui somente a luz, mas o sombreamento gerado por ela. O aumento da plasticidade e do dimensionamento das superfícies e objetos também significa o contato do lado interno para o externo e do externo para o interno (HINDRICHS e DANIELS, 2007).

O *conforto térmico* será determinado por alguns fatores a mais, além do visual. Depende também de umidade e temperatura do ar, velocidade dos ventos, temperatura do ambiente e até mesmo das vestimentas, que podem variar a cada dia ou com frequência ainda maior. O conforto térmico é influenciado por fatores ainda mais discretos e imperceptíveis e não é possível estabelecer barreiras para a sua atuação. É também gerado por uma instantânea e minúscula interação de variantes, como o gênero e a idade das pessoas presentes, pelas condições de saúde, estação do ano e tipo de atividade que está sendo executada; até mesmo a alimentação pode motivar novas sensações térmicas do corpo. Todavia, de maneira geral e mais abrangente, o conforto térmico será alcançado quando o equilíbrio térmico do corpo é mantido apesar das influências fisiológicas do meio. Para isso, é essencial desenvolver um projeto que compreenda as potências solares ao longo do dia e disponha os cômodos de maneira que a luz e o calor do sol tenham maior ou menor influência nos locais de acordo com as atividades que serão realizadas (HINDRICHS; DANIELS, 2007).

4.1.2. Ventilação natural

A movimentação do ar tem sua origem nas diferenças de temperaturas e com o movimento diário da terra. Quando o ar é aquecido, ele se expande, se tornando mais leve. Assim, o ar mais denso – o ar frio – ocupa o local deixado pelo ar quente, originando o vento. O movimento do ar na atmosfera é influenciado diretamente pela radiação solar. Na linha do Equador, onde a superfície da terra é mais quente, a massa de ar aquecida sobe e se desloca em direção aos polos. Ao norte e ao sul da linha do Equador, o ar, que começou a se esfriar novamente, se desloca em direção ao chão. O ar fresco é um elemento visto como ponto de partida para se projetar de maneira ecológica, em função do potencial energético de geração de

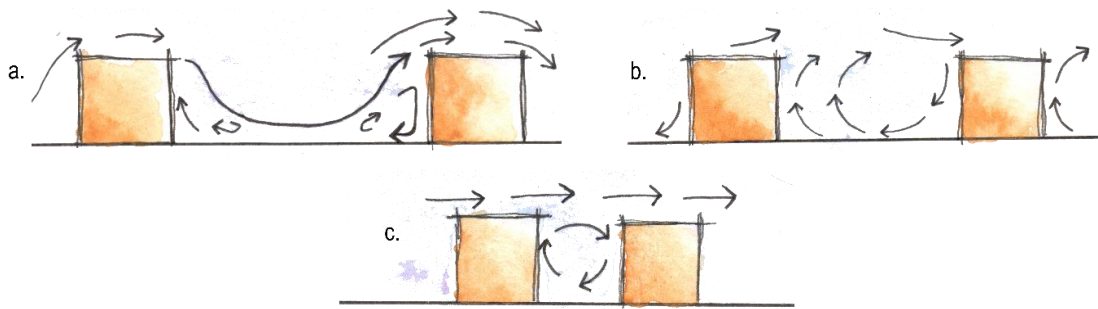
energia e/ou de redução do consumo energético. A ventilação purifica, desinfeta, impede a proliferação de bactérias e fungos e refresca os ambientes. Para Montenegro (2003), a fim de planejar a ventilação de uma construção é indispensável utilizar ao máximo os ventos locais.

O uso do vento para a ventilação natural em edifícios não é meramente uma questão de profundidade ou altura do edifício, mas principalmente uma questão de saber se suficientes velocidades médias do vento estão presentes no local. Esta utilização, no entanto, foi seguida por um longo período durante o qual foi ignorada na concepção de edifícios, provavelmente porque a abordagem conceitual na arquitetura tenha crescido estagnada e informações geralmente disponíveis não eram relacionadas (HINDRICHS e DANIELS, 2007).

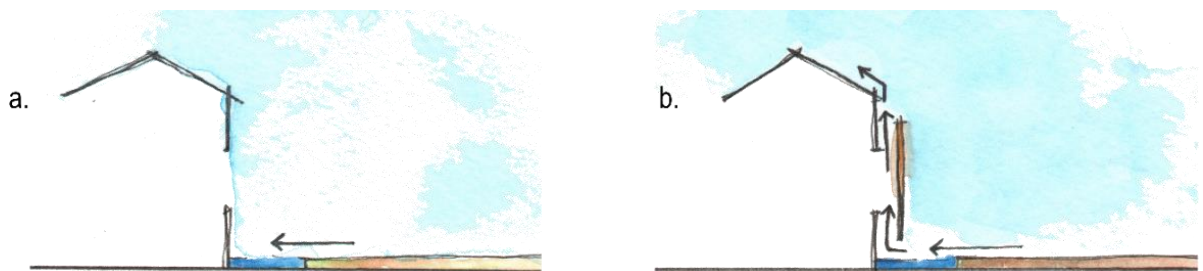
Para proporcionar bom aproveitamento da corrente de ar e evitar transtornos futuros, recomenda-se o máximo de atenção quanto ao equilíbrio no fluxo da ventilação natural. Montenegro (2003) assegura que a corrente de ar é um dos principais responsáveis para gerar a sensação de bem estar, pois em dias muito quentes o ar facilita a evaporação da transpiração do corpo dos indivíduos, consequentemente abaixando a temperatura corporal e gerando a sensação de conforto. “Deve-se prever que, em algumas ocasiões, poderá existir ventilação excessiva. Por isso, o projeto deve considerar sempre a regulagem das entradas de ar e, eventualmente, a das saídas” (MONTENEGRO, 2003, p. 48).

Quando novos prédios são construídos, é imprescindível fazer uma simulação ou análise do antes e depois do percurso do ar e os efeitos do vento nessa região específica. Este diagnóstico é fundamental para avaliar o fluxo dos ventos e a formação de túneis dentro e fora do ambiente em projeção. O vento pode se tornar um fator de incômodo para os pedestres e os habitantes da região. Uma nova edificação pode barrar a ventilação para determinados locais e/ou formar correntes de ventos que potencializam sua força, causando desconforto das mais diferentes formas.

A Figura 13 representa o caminho feito pelos ventos entre as edificações: a) ventos chegam e vão até o chão no espaço entre as edificações – circulação boa; b) ventos passam sobre as edificações e parte acaba se misturando, parte circula entre si; c) Ventos passam sobre as edificações com trocas limitantes. A melhor das opções é a primeira; mas, para obter essa circulação de ventos de forma adequada, o espaço entre os edifícios deve ser três vezes maior que a altura das obras (HINDRICHS e DANIELS, 2007). Existem artifícios para intensificar e/ou umidificar a entrada dos ares. A Figura 14 mostra que um espelho d’água próximo à edificação umidifica o ar, melhorando a sensação térmica interna; b) Caso tenha um volume com abertura embaixo e em cima, ele potencializa a entrada de ar para a edificação.

Figura 13 Caminho feito pelos ventos entre edificações

Fonte: HINDRICHS e DANIELS (2007). Imagem editada pela autora.

Figura 14 Técnica para umidificar o ar

Fonte: HINDRICHS e DANIELS (2007). Imagem editada pela autora.

Pelo fato do clima subtropical apresentar variações consideráveis de temperaturas entre o verão e o inverno, é importante criar mecanismos para barrar os ventos predominantes do inverno e evitar perda do calor interno. É possível se proteger de ventos desagradáveis através do relevo do terreno, por aberturas menores e que possam ser “fechadas”, por muros ou até mesmo por vegetações bem empregadas no entorno da edificação. Para o verão, deve-se criar mecanismos que permitam a livre circulação do ar.

4.2. VEGETAÇÃO

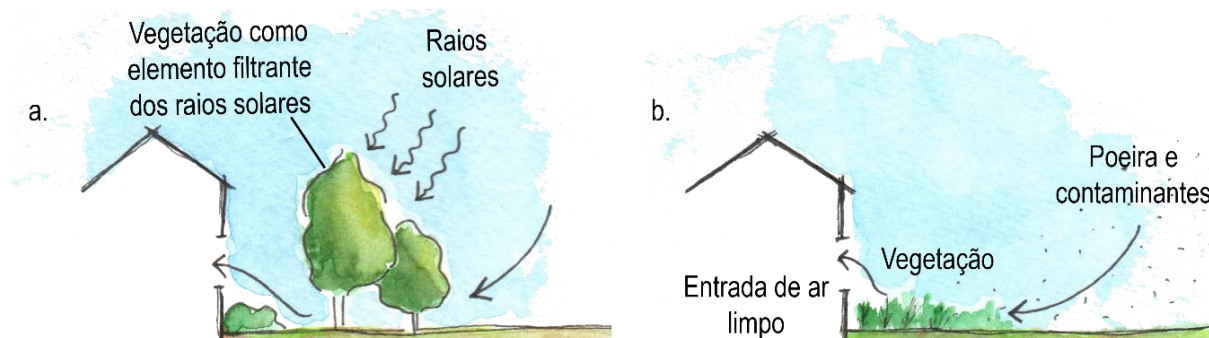
A vegetação purifica e umidifica o ar, auxilia na redução das cargas térmicas e desintoxica a atmosfera, promovendo uma limpeza que somente substâncias químicas poderiam fazer. A vegetação pode ser utilizada para corrigir certas deficiências das edificações, criando barreiras contra ventos indesejáveis ou contra insolação excessiva. Em certas circunstâncias, as plantas apresentam um desempenho maior e melhor do que aparelhos umidificadores e sistemas de ar condicionados. Segundo Hindrichs e Daniels (2007), isso acontece porque as plantas não permitem o desenvolvimento de bactérias e toxinas e, em qualquer dimensão ecológica, o

aspecto funcional das plantas está como importância central, pois podem ser usadas para proteger contra as condições ambientais extremas, contra umidade, frio ou calor.

Contudo, as plantas só poderão causar um efeito realmente significativo nas condições de temperatura e de umidade se elas forem densas e abundantes. Assim elas proporcionarão melhorias expressivas para os usuários. Elas causam impactos positivos não somente na dimensão física dos seres vivos, como também em seu aspecto psicológico. Plantas inseridas individualmente garantem função ornamental e pouco contribuem como agente filtrante.

Para cada necessidade haverá sempre um tipo de vegetação recomendada, que produz os melhores efeitos. Os recintos urbanos podem ser classificados, segundo Mascaró e Mascaró (2005), como locais que promovem a circulação ou a permanência de pessoas. Cada um deles têm características próprias por assimilar comportamentos específicos dos usuários, seja nos espaços abertos das cidades ou nos espaços fechados das moradias. Assim, cada um destes espaços necessita de um tipo de vegetação adequada e adaptada para as atividades que, ali, serão exercidas. Montenegro (2003) discorre sobre a importância do uso da grama, garantindo que ela é um recurso que deve ser valorizado. Ela reduz o aquecimento do solo e permite a circulação de vento menos quente. Ela também retém a poeira e cria, na camada inferior, uma zona úmida e, a evaporação, proveniente deste espaço, reduz a temperatura (Figura 15).

Figura 15 Representação dos benefícios das plantas



Fonte: HINDRICHS e DANIELS (2007). Imagem editada pela autora.

Com a alta gama de espécies que facilmente se desenvolvem em climas subtropicais, não há justificativas para não utilizá-las. Elas representam aspectos altamente positivos nos mais diversos ambientes e são elementos intrinsecamente naturais que merecem valorização com a ampliação do seu uso.

4.3. CAPTAÇÃO E REUTILIZAÇÃO DE ÁGUAS

Na região sul do Brasil, as chuvas são bem distribuídas ao longo do ano e podem ser melhor aproveitadas, minimizando gastos e desperdícios. A coleta de águas pluviais tem sido disseminada no país, mas há ainda um longo caminho a percorrer em direção ao seu melhor aproveitamento. Não é uma tecnologia atual, mas é pouco utilizada. A água das chuvas, após captada e armazenada em cisternas, pode ser destinada para irrigação das plantas, lavagem de pisos e, se bem tratada, ganha em qualidade e pode ser utilizada para outras finalidades. As cisternas podem ser moldadas *in loco* ou industrializadas; podem ser subterrâneas ou instaladas na parte externa das edificações. Este trabalho, por ter o foco em elementos passivos, não citará o uso de cisterna subterrânea, a qual necessita de bombeamento e, portanto, de elementos ativos para funcionar. Será tomado como estudo somente a cisterna externa, a qual funciona por gravidade, como é possível ver na Figura 16.

Figura 16 Modelo de cisternas sem bombeamento



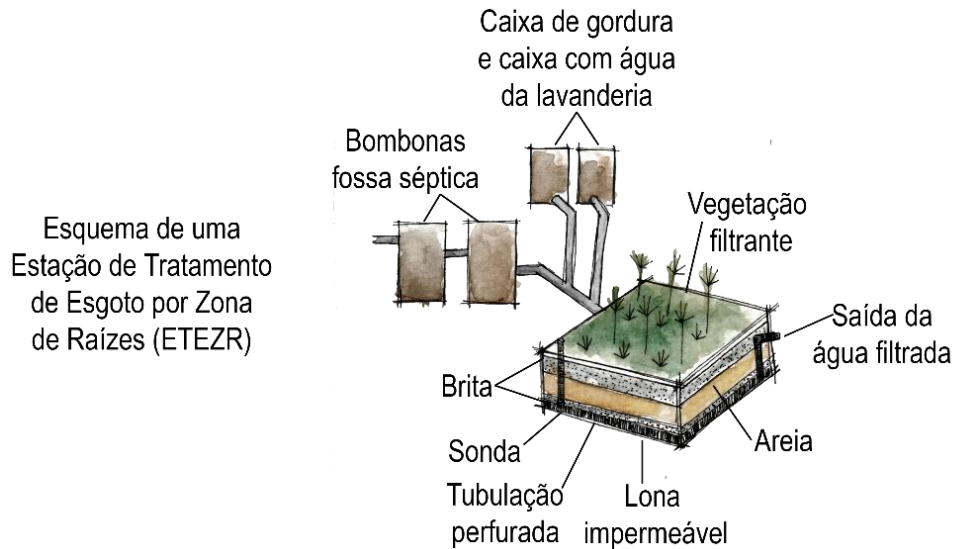
Fonte: CARVALHO JÚNIOR (2013). Imagem editada pela autora.

Além da captação de águas pluviais, é possível dotar a unidade com sistema de reutilização de águas. “O reuso consiste em direcionar a água servida de lavatórios, chuveiros, bacias sanitárias, máquinas de lavar roupa e de lavar pratos para uma ‘miniestação de tratamento’ [...]. Depois de tratada, a água é reconduzida para outras utilizações que não demandam água potável [...]” (CARVALHO JÚNIOR, 2013, p. 175). Para fazer essa limpeza é necessário um “[...] sistema de coleta, subsistema de condução da água (ramais, tubos de queda e condutores), unidade de tratamento de água (gradeamento, decantação, filtro e desinfecção), reservatório de acumulação, sistema de recalque, reservatório superior e rede de distribuição” (CARVALHO JÚNIOR, 2013, p. 175). É claro que, para cada finalidade, a implantação do sistema terá custos variados, dependendo de volumes, qualidade e usos.

As *wetlands*, espécie de um *mini pântano* que filtra as águas cinzas e negras, limpando-as antes de serem descartadas na natureza é uma maneira extremamente ecológica de projetar uma rede de esgoto, pois o que é utilizado é reciclado pelo próprio usuário. Ela consiste em

filtrar as águas sujas através de plantas próprias e específicas. Existem diferentes técnicas para sua instalação e para reutilização das águas filtradas. A Figura 17 representa uma técnica mais comum e de baixo custo.

Figura 17 Representação de uma estação de tratamento de esgoto por zona de raízes - *Wetlands*



Fonte: PAGLIARINI; PAROLNI e CRISPIM (2011). Imagem editada pela autora.

É um sistema que não utiliza produtos químicos e não gera resíduos nem cheiros desagradáveis. Além disto, a biomassa produzida no processo de limpeza pode ser utilizada como adubação orgânica. Ainda existe certo receio na adoção e utilização desse sistema, pois foge do padrão convencional; porém, é um sistema natural de tratamento de efluentes que apresenta baixo custo de implantação e de operação.

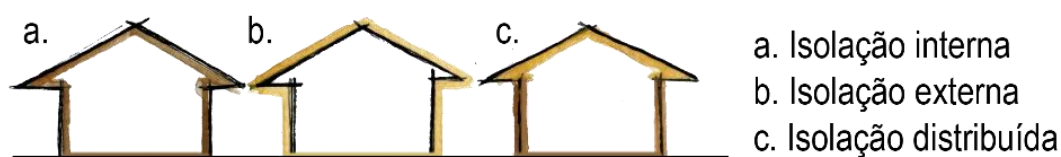
4.4. ESCOLHA DE MATERIAIS E ISOLAMENTO

Como características de construções subtropicais, Hindrichs e Daniels (2007) descrevem que o verão úmido e morno, combinado com inverno ameno, levou os investidores a construírem estruturas leves e com boas características de ventilação, com apenas algum isolamento para o inverno. Contudo, no Brasil, as estruturas geralmente são densas e a vedação não apresenta soluções contra o clima frio.

Gallaziaux e Fedullo (2013) expõem outra razão que justifica a provisão de isolamento térmica para uma habitação: este material influenciará de maneira positiva também o

isolamento acústico. No Brasil, por apresentar clima predominante tropical, não é usual o hábito de isolar uma edificação. No caso da região sul, onde vigora temperaturas mais amenas, o isolamento é uma solução interessante, que auxilia não somente como prevenção contra o frio, mas também para barrar o calor e os ruídos externos. Os autores expõem três tipos de isolamento, entre eles a isolação interna; a isolação externa; e a isolação distribuída. As isolações interna e externa podem ser aplicadas posterior à obra concluída e a isolação distribuída seriam os próprios materiais construtivos como materiais isolantes.

Figura 18 Representação dos tipos de isolamento



Fonte: GALLAZIAUX e FEDULLO (2013). Imagem editada pela autora.

Hindrichs e Daniels (2007) lembram que, na definição dos materiais, precisa-se observar não somente o clima da região, mas também a qualidade do ar e o nível dos ruídos. Os princípios da escolha da estrutura e da vedação servem para minimizar as influências externas nos ambientes internos e amenizar as variações climáticas ocorrentes na região. A vedação de um edifício pode ser feita com uma ou mais camadas. Em locais com mais de uma camada de revestimento, cada material pode atender a uma necessidade específica.

O revestimento adequado protege a edificação contra a entrada e a saída de calor, controla a entrada da umidade, melhora questões acústicas e protege contra incêndios. Os materiais mais típicos utilizados nas regiões subtropicais são madeira, adobe, tijolo e concreto. No sul do Brasil, a maioria das construções utilizam o concreto como estrutura e a vedação de alvenaria. Neste particular, cabe a análise sobre a utilização de materiais variados em uma única edificação, bem como o uso mais constante da isolação entre paredes e pisos, que trazem benefícios não somente térmicos como também acústicos.

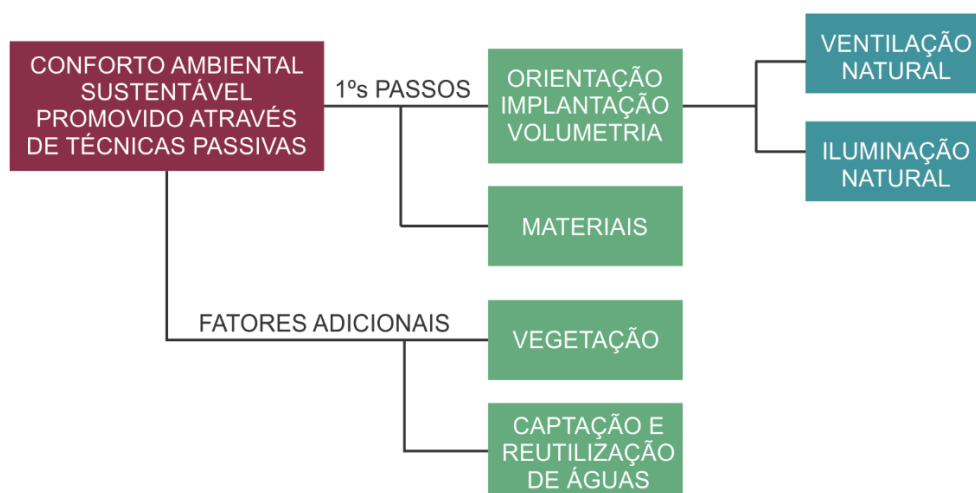
4.5. TÉCNICAS PASSIVAS COMO PROVEDORAS DO CONFORTO AMBIENTAL

Para desenvolver conforto em uma edificação existem diferentes fatores a serem considerados. Muitos dos métodos aqui apresentados, se aplicam a regiões de climas diferentes.

O mais importante é levar em conta as características apresentadas em cada local, sobretudo as condicionantes impostas pela variação das temperaturas em conformidade com as estações do ano.

Escolha de materiais e isolamento, juntamente com orientação, implantação e volumetria atestam um bom início de projeto. Já a *iluminação* e a *ventilação* são consequências desses primeiros passos. *Vegetação, captação e reutilização de águas* são artefatos adicionais que trazem melhorias significativas, caso acrescentadas à concepção projetual. É um conjunto de análises e escolhas complexas que, às vezes, se mal conduzido, podem se anular mutuamente. Por exemplo, um tipo de material utilizado em uma fachada pode vir a invalidar os efeitos térmicos e/ou acústicos de uma boa implantação. São elementos a serem observados e implantados no conjunto. Por isso, desenvolver a arquitetura – e para que o resultado seja eficiente – depende da boa sintonia entre as diversas variáveis disponíveis.

Figura 19 Fluxograma representando o resumo de projetar técnicas passivas.



Fonte: Fluxograma desenvolvido pela autora.

O meio acadêmico tem sido o local, por excelência, onde projetos com premissas vernaculares têm sido negligenciados. Todas as culturas desejam que suas construções providenciem abrigo, segurança e conforto. Além disso, requer eficiência dos serviços, o que depende do clima predominante e na natureza da economia pela qual a vida é mantida (VELLINGA; OLIVER e BRIDGE, 2007). “Pois bem, a maior parte de nós vive em casas ridículas indignas e vergonhosas para homens que se respeitam e que recusam a vegetar como escravos em absurdos cubos justapostos, nunca pensados em termos espaciais [...]” (ZEVI, 2009, p. 200).

Sendo fundamental planejar, pensando no conforto das pessoas, o intuito foi apresentar que é possível fazer isso utilizando técnicas projetuais de concepção espacial para gerar uma arquitetura que proporcione qualidade de vida, evitando tanto quanto possível o uso de técnicas ativas. O capítulo seguinte busca trazer à luz discussões entre estes elementos primordiais, juntamente com as sensações percebidas pelos usuários, apresentando três obras edificadas em regiões subtropicais, as quais prezam por conforto, bem estar e economia.

5. DISCUSSÕES

O objetivo de trazer esses desenhos explicativos foi para representar que pequenas decisões têm um grande impacto no resultado final e; que o conforto é consequência da aplicação de diversas variáveis. O tema em discussão remete a diversas questões: como as técnicas de arquitetura passiva influenciam a vida das pessoas? Por que razões a forma como as moradias são organizadas acaba sendo tão importante? São questões cujas as respostas são individuais e, por isso, resultarão em projetos individuais, à semelhança dos desejos do proprietários – mas em sintonia com os princípios ditados pela arquitetura bioclimática.

No gráfico a seguir, pode-se analisar a relação entre as decisões projetuais e o resultado obtido, tendo o conforto – físico e psicológico – como ponto central de observação. Os resultados, sem dúvida, são altamente positivos.

Figura 20 Relação entre técnicas e benefícios.

RELAÇÃO ENTRE O USO DE TÉCNICAS PASSIVAS E OS RESULTADOS OBTIDOS		BENEFÍCIOS GERADOS AO PROJETAR UTILIZANDO TÉCNICAS PASSIVAS						
		 CONFORTO TÉRMICO	 CONFORTO VISUAL	 CONFORTO ACÚSTICO	 QUALIDADE DO AR	 SALUBRIDADE	 ECONOMIA	 MENORES IMPACTOS
PRINCÍPIOS PROJETUAIS ADOTADOS	 ORIENT. IMPLANT. E VOLUM.	X	X	X	X	X	X	X
	 ILUMINAÇÃO NATURAL	X	X			X	X	X
	 VENTILAÇÃO NATURAL	X			X	X	X	X
	 VEGETAÇÃO	X	X		X	X	X	X
	 CAPTA. E REUT. ÁGUAS						X	X
	 MATERIAIS E ISOLAMENTO	X		X		X	X	X

Fonte: Gráfico desenvolvido pela autora.

Cada princípio projetual apresentado influencia em alguma parcela de conforto ambiental ou percepção espacial/sensorial. O resultado é que, na somatória das técnicas e seus consequentes resultados, tem-se um conforto mais pleno. O importante é conciliar o máximo de variáveis ou técnicas possíveis. Além disto, para cada variável a mais utilizada, haverá menor impacto e crescente economia – seja ela obtida a curto ou a longo prazo.

Schmid (2005) sustenta que o erro está em esperar que os sentidos exerçam um comportamento linear e previsível. O autor ainda descreve que as sensações são chaves de memória: “[e]ncontrar uma pessoa, topar com determinado objeto, achar-se numa situação ou ambiente são experiências que registramos melhor quando acompanhadas de sensações; estas fazem-nos lembrar de pensamentos, e também de emoções” (SCHMID, 2005, p. 111). Transportar os sentidos acionando a percepção humana através da concepção espacial bem elaborada é capaz de confinar ou libertar o indivíduo; é capaz de mexer com seu universo psicológico. Em suma, os sentidos devem ser estimulados pelo ambiente a fim de que o usuário se sinta plenamente satisfeito em seu habitat. “Desconhecendo a contribuição das ciências cognitivas, os arquitetos preocupam-se com as questões materiais, estéticas e com a geometria de seus espaços, descuidando das questões relacionadas com as sensações, percepções, formações mentais e a consciência dos usuários” (RHEINGANTZ; ARAÚJO e ALCANTARA, 2004).

Pallasmaa (2014) crê que muitos aspectos das enfermidades da arquitetura atual pode-se entender mediante uma análise da epistemologia dos sentidos e uma crítica da tendência ocularcentrista da sociedade em geral e da arquitetura em particular. A desumanidade da arquitetura e a cidade contemporânea pode-se entender como consequência de uma negligência do corpo e dos sentidos, assim como um desequilíbrio do sistema sensorial. A priorização do olho tem produzido edifícios impotentes e dignos de reflexão, mas não tem facilitado o enraizamento humano com o mundo.

Seguindo o raciocínio dos capítulos anteriores, as obras apresentadas a seguir levam em conta o princípio da arquitetura passiva / bioclimática. O intuito é apresentar obras que, de maneira simples, sejam eficientes e garantam confortos físico e psicológico ao habitante da região em destaque neste trabalho. Os projetos exibem características tidas como primordiais para a fundamentação desta pesquisa. Pode-se observar que a qualidade de uma obra não se resume à matéria concreta, mas, principalmente, ao resultado percebido pelo usuário. Por esta razão, a aceitação, bem como a eficiência dos cômodos e sua funcionalidade dependem diretamente das sensações percebidas dos que fazem uso do local.

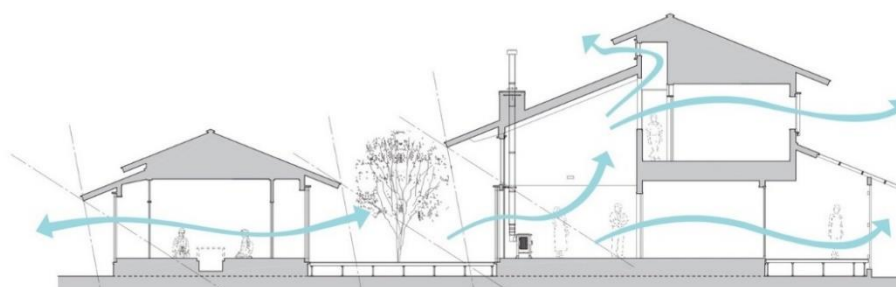
Com base no gráfico desenvolvido, as obras estão relacionadas aos fatores apresentados, mostrando que, mesmo em regiões diferentes, os climas podem ser semelhantes, assim como as técnicas construtivas. Os fatores relacionados à acústica foram determinados de acordo com os materiais utilizados em cada obra – os quais auxiliam o desempenho do conforto acústico.

5.1. HABITAÇÃO 01- HOLLY OSMANTHUS: JAPÃO

O projeto Holly Osmanthus, de Takashi Okudo, é uma residência localizada em Ehime, no Japão. Sua implantação é em formato de U, circundando um pátio interno. O pátio permite circulação de ar cruzada e entrada de luz natural em boa parte da obra. Amplas aberturas protegidas por largos beirais, permitem o acesso do sol no verão e também no inverno, em proporções que sustentam o nível de conforto. A lareira no centro da sala gera aquecimento nos dias mais frios. As aberturas que permitem iluminações zenitais, presentes em diversos cômodos do projeto, não passam despercebidas. A casa, elevada, permite a radiação fresca vinda do solo.

Os materiais utilizados são de origem local. Dentre eles, cabe destacar a madeira maciça e o isolamento feito de fibras de celulose. Para os acabamentos foi aplicado farinha de mármore, *washi*⁷, diatomite e madeira. Toda a edificação é composta por materiais naturais.

Figura 21 Habitação 01- Holly Osmanthus: fluxo dos ventos



Fonte: <http://www.archdaily.com.br/br/801995/casa-de-holly-osmanthus-takashi-okuno>

⁷ Papel japonês feito de fibras de plantas.

Figura 22 Habitação 01- Holly Osmanthus: compilação de imagens



01. Sala com lareira e amplas aberturas para o jardim; 02. Circulação com iluminação zenital; 03. Iluminação zenital; 04. Fachada com amplos beirais e varada; 05. Jardim interno - onde é possível; perceber a casa elevada do solo; 06. Jardim interno, varanda e vegetação.

Fonte: <http://www.archdaily.com.br/br/801995/casa-de-holly-osmanthus-takashi-okuno>. Imagens editadas pela autora.

Figura 24 Habitação 02 – Casa Arbusto: compilação de imagens



01. Amplos beirais que determinam a entrada de luz solar ao longo das estações; 02. Aberturas que permitem a ventilação cruzada dentro da habitação; 03. Reservatório e limpeza das águas cinzas e negras; 04. Vista lateral do desnível do terreno. A obra dialoga com o terreno; 05. Lareira na sala de estar; 06. Uso de diferentes materiais.

Fonte: <http://www.archdaily.com.br/br/795059/casa-arbusto-archterra-architects>. Imagens editadas pela autora.

5.3. HABITAÇÃO 03 – VILA TAGUAI: BRASIL

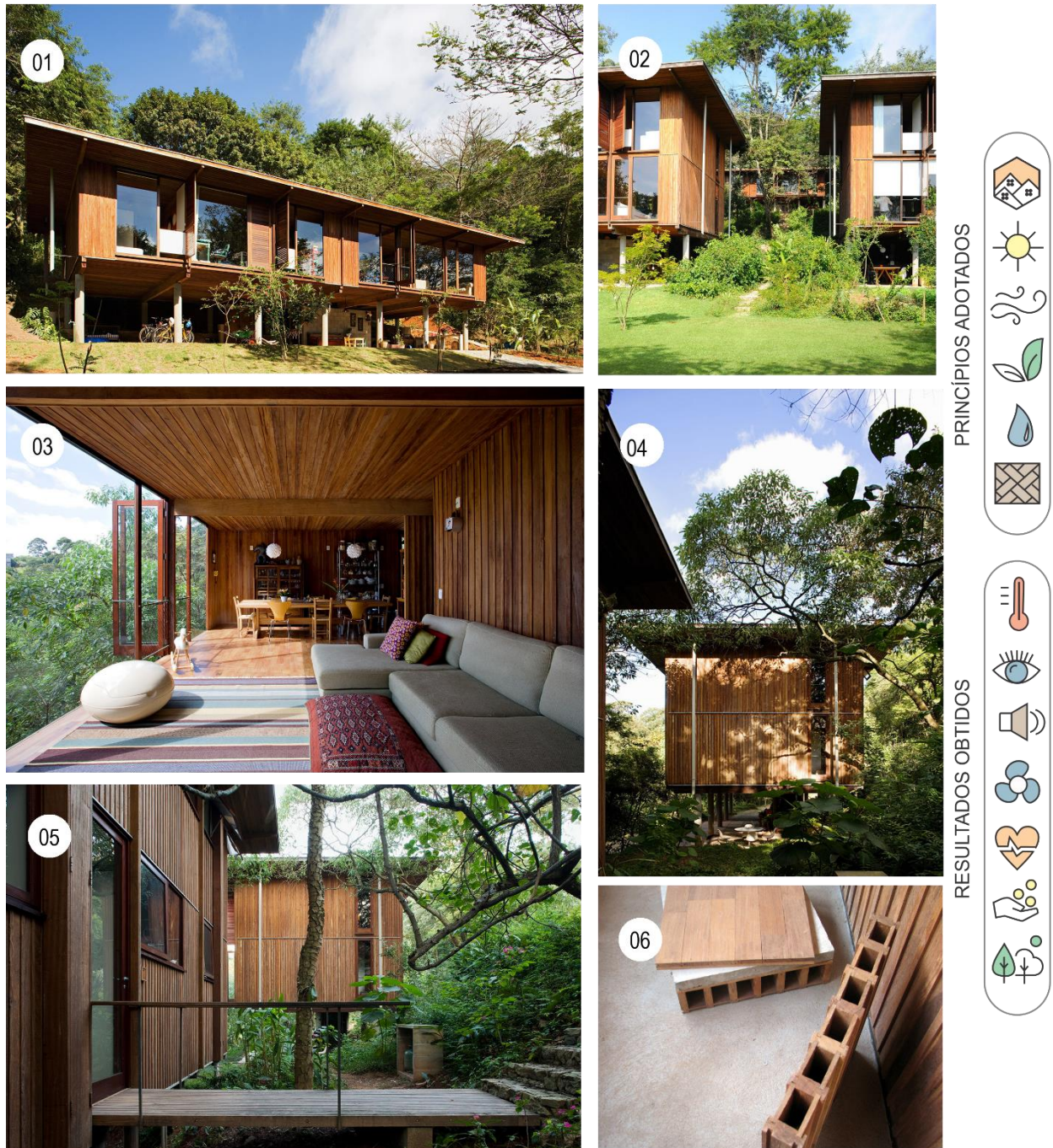
Este projeto foi desenvolvido pela equipe de Cristina Xavier Arquitetura e se caracteriza por ser um empreendimento imobiliário idealizado como alternativa para novas habitações em áreas verdes afastadas do grande centro de São Paulo. O terreno apresenta declive de aproximadamente 35%. O projeto foi elaborado para que houvesse o menor impacto possível, inclusive fazendo uso desse desnível. As imperfeições relativas ao desnível do terreno foram corrigidas com a elevação das construções, e a permeabilidade do solo foi mantida através da pavimentação com pedras. A iluminação e a ventilação naturais estiveram no centro das preocupações e foram bastante aproveitadas com o posicionamento correto da volumetria. As águas pluviais são encaminhadas a um córrego que passa dentro da área do condomínio e as águas cinzas e negras são tratadas em uma estação construída como parte da própria vila.

Figura 25 Habitação 03 – Vila Taguai: implantação e corte



Fonte: <http://www.archdaily.com.br/br/627775/vila-taguai-cristina-xavier-arquitetura>. Imagens editadas pela autora.

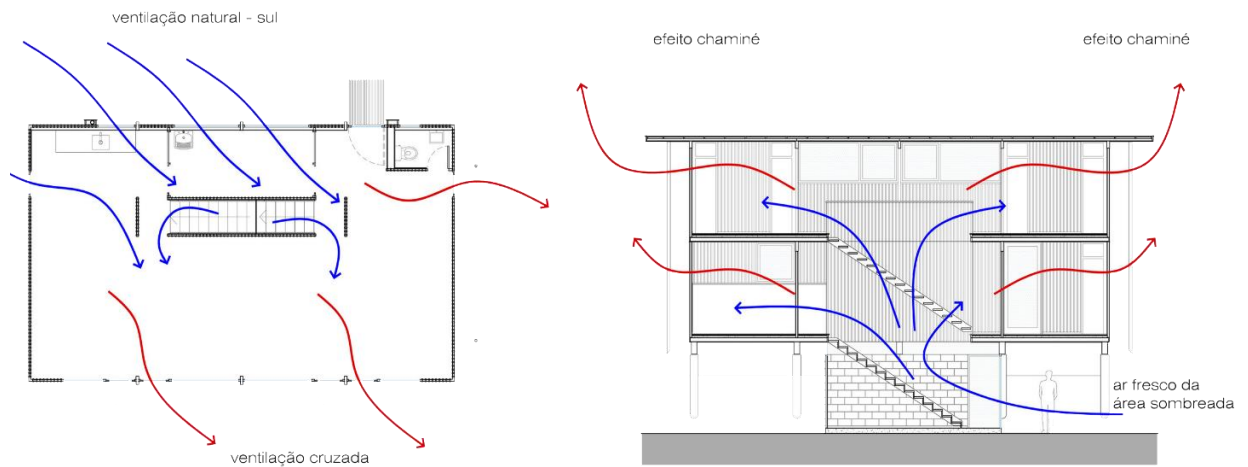
Figura 26 Habitação 03 – Vila Taguai: compilação de imagens



01. Beirais amplos e a edificação elevada por pilotis, gerando menores impactos no terreno; 02. Diferentes tamanhos de unidades habitacionais; 03. Aberturas que permitem iluminação e ventilação; 04. Edificação inserida na mata nativa - vegetação em abundância; 05. Passarela de acesso e telhado verde; 06. Material utilizado para vedação - sistema ecológico e que auxilia no isolamento térmico.

Fonte: <http://www.archdaily.com.br/br/627775/vila-taguai-cristina-xavier-arquitetura>. Imagens editadas pela autora.

Figura 27 Habitação 03 – Vila Taguai: fluxo dos ventos



Fonte: <http://www.archdaily.com.br/br/627775/vila-taguai-cristina-xavier-arquitetura>

O projeto considera como fator importante a ventilação natural cruzada. As aberturas mais amplas estão direcionadas às faces norte/leste e as menores para oeste. Desta forma, a insolação é controlada, permitindo a iluminação interna e, ao mesmo tempo, cria o efeito chaminé. A cobertura com manta *Alwitra* tem beirais largos e isolamento térmico. O isolamento acústico – entre os pavimentos – foi resolvido com uma camada de 5 cm de concreto leve nas lajes de piso.

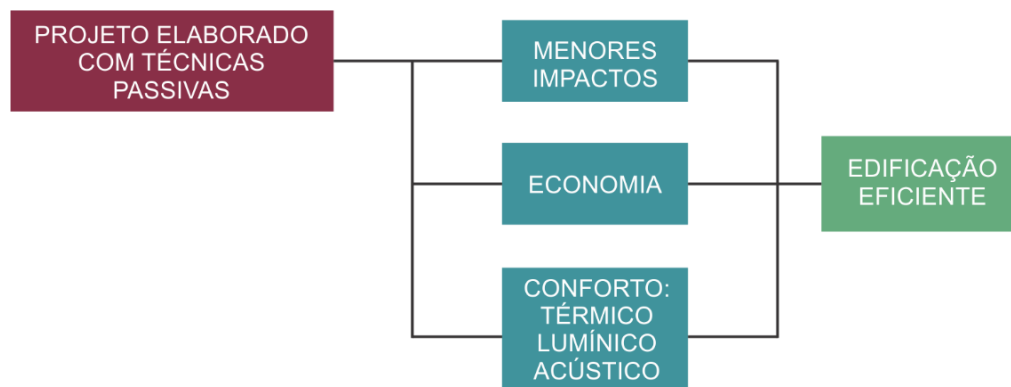
6. CONCLUSÃO

A arquitetura e o urbanismo provocam impactos sociais diretos. São áreas que desenvolvem respostas para questões intrinsicamente conectadas com a vida das pessoas. Elas influenciam pessoas direcionando seus hábitos diários. Consequentemente, é imprescindível estimular a implantação de técnicas passivas de construção, minimizando o uso de técnicas ativas. Estabelecer mudanças não é tarefa fácil. “A arquitetura bioclimática é uma área relativamente nova e pouco desenvolvida, mas que tem, na arquitetura vernácula, os antecedentes que servem como exemplos de respostas adequadas do homem às exigências do meio ambiente.” (ROMERO, 2001, p. 25)

Trabalhar no sentido de propor mudanças é um caminho árduo, uma vez que, de forma mais abrangente, os projetos não “[...] atentam para a influência das formas visíveis, sons, odores, sabores, coisas tangíveis ou palpáveis sobre os objetos da mente – pensamentos, ideias e concepções – nas reações das pessoas em sua interação com o ambiente” (RHEINGANTZ; ARAÚJO; ALCANTARA, 2004, p. 2). Necessita-se, ainda, da busca de um *Homem Integrado*⁸, que esteja inserido em seu meio com a sabedoria do que o cerca, das variáveis que ele consiga aproveitar a favor do seu desempenho.

O fluxograma seguinte resume o resultado obtido por uma edificação ao utilizar como princípios técnicas passivas. Além de gerar menores impactos, economia e diferentes tipos de conforto, o resultado é uma edificação mais eficiente.

Figura 28 Fluxograma representando o resultado de projetar utilizando técnicas passivas



Fonte: Fluxograma desenvolvido pela autora.

⁸ Termo utilizado por Zevi (2009) ao se referir à história da arquitetura moderna, que ela não se dirigirá apenas ao compartimento estético e intelectual ou cultural e emocional, mas falará além das seções inanimadas do homem econômico, afetivo e espiritual; um ser interconectado com as variáveis do meio.

O clima subtropical no Brasil necessita desses cuidados por apresentar as variáveis climáticas e seus contrastantes ao longo do ano. Os projetos apresentados neste trabalho estão inseridos em regiões com tal clima e que conseguiram utilizar o meio a seu favor.

Dentre as causas que impedem a ocorrência mais frequente de projetos passivos com princípios bioclimáticos, pode-se elencar a formação precária de profissionais de arquitetura e urbanismo, cujos cursos priorizam os tópicos relativos à estética em detrimento das funcionalidades; a ocorrência de situações em que engenheiros ocupam o espaço profissional de arquitetos; o mercado imobiliário, que prioriza aquilo que, aparentemente, é mais aceitável pelos investidores e a falta de conscientização e percepção por parte da população.

Por muitas décadas, eles vêm encampando ideologias que põem a beleza e o impacto visual à frente das verdadeiras necessidades humanas. Acabam resumindo a história a "se algo é bonito, o resto se resolve". Mas não é assim que as coisas ocorrem. Construiu-se sobre essa premissa um grande equívoco que subverte a ordem natural das coisas. (GEHL, 2012)

Dentro da perspectiva de projetos mais sintonizados com o meio ambiente e mais aceitáveis pelos investidores, deve-se considerar que “[p]equenas alterações no projeto dos prédios podem ter grande impacto na sua habitabilidade [...]” (ROAF; CRICHTON e NICOL, 2009, p. 66). Conforme Rogers (2001), as cidades são como organismos vivos, as quais absorvem e emanam resíduos e, quanto mais ampla for sua área urbana, mais dependente das áreas que as circundam elas serão. Para que as mudanças com relação ao meio urbano sejam mais incisivas, os profissionais da área carecem concretizar uma arquitetura mais sensorial, voltada à criação do bem estar dos usuários. Os meios governamentais exercem papel essencial na proposição de mudanças e na inserção de alterações no planejamento das edificações e das cidades.

Este trabalho procurou mostrar que ainda falta planejamento que leve em consideração o conforto e a saúde do ser humano, sem causar maiores impactos ao meio ambiente. A natureza oferece recursos impressionantes que podem e merecem ser aproveitados. Utilizá-los é uma questão de conhecer como captar e melhor usufruir desses elementos. As formas de construir, visando consequências positivas, no contexto da arquitetura passiva, não necessitam abandonar princípios visuais de ordem, como eixo, simetria, hierarquia e ritmo (CHING, 2008) – que também têm sua importância. É necessário, porém, buscar o equilíbrio adequado entre ambas as partes, pesquisando, se informando das benesses que o meio pode oferecer e, por fim, proporcionar locais saudáveis para conviver.

O estudo mostra que os princípios projetuais para uma arquitetura bioclimática englobam elementos basilares, tais como *orientação, implantação e volumetria, iluminação natural, ventilação natural, vegetação, captação e reutilização de águas e materiais e isolamento*. Existem diferentes técnicas para aplicá-los. A luz deve ser protagonista; a ventilação fluir livremente; e a temperatura, amena. Os materiais precisam ser naturais e vindos do meio em que será construído, as vegetações abundantes e as águas aproveitadas da melhor maneira possível. Assim, o conforto deve ser o resultado final. “A prática da arquitetura e do desenho urbano concretizam-se sem considerar os impactos que provocam no ambiente, repercutindo não somente no desequilíbrio do meio, como também no conforto e na salubridade da população urbana” (ROMERO, 2001, p. 15). Wassouf (2014) identificou que o consumo de energia decorrente das edificações é responsável pela maior parte das emissões de CO₂. Sendo assim, é extremamente significativo “[...] reafirmar a relevância da arquitetura passiva na construção ou reciclagem das edificações, já que ela tem um grande potencial de economia energética” (WASSOUF, 2014, p. 09).

Em conclusão, é categórico afirmar que uma edificação, bem como sua espacialidade e todo o seu entorno, impactam diretamente nas sensações, perceber e, então, reagir. Os contatos mais diretos com bens naturais resgatam e aguçam as sensações de bem estar. Evita, assim, a dependência exagerada de meios ativos. É o que Pallasmaa (2014) afirma ao proferir que a arquitetura é a arte da reconciliação entre o homem e o mundo e esta intermediação tem lugar através dos sentidos.

REFERÊNCIAS

- ARCHTERRA ARCHITECTS. **Casa Arbusto**. (Trad. Sbeghen Ghisleni, Camila). Disponível em: <http://www.archdaily.com.br/br/795059/casa-arbusto-archterra-architects>. Acesso em 27 mar. 2017.
- BROWN, G.Z.; DEKAY, Mark. **Sol, Vento & Luz: estratégias para o projeto de arquitetura**. Porto Alegre: Bookman, 2001.
- CARVALHO JÚNIOR, Roberto de. **Instalações hidráulicas e o projeto de arquitetura**. 7^a ed. rev. São Paulo: Blucher, 2013.
- CHING, Francis. **Arquitetura, forma, espaço e ordem**. São Paulo: Martins Fontes, 2008.
- CORBUSIER, Le. **Por uma arquitetura**. São Paulo: Perspectiva, 2002.
- CRISTINA XAVIER ARQUITETURA. **Vila Taguai**. (Trad. Delaqua, Victor). Disponível em: <http://www.archdaily.com.br/br/627775/vila-taguai-cristina-xavier-arquitetura>. Acesso em 27 mar. 2017.
- FARR, Douglas. **Urbanismo sustentável: desenho urbano com a natureza**. Porto Alegre: Bookman, 2013.
- FROTA, Anésia Barros; SCHIFFER, Sueli Ramos. **Manual de conforto térmico**. São Paulo: Studio Nobel, 2003.
- GALLAUZIAUX, Thierry; FEDULLO, David. **Le grand livre de l'isolation**. Paris, Eyrolles, 2013.
- GEHL, Jan. **Cities for people**. Washington: Island Press, 2010.
- _____. **Tamanho e beleza não são tudo**. [29 de agosto de 2012]. Revista Veja. Entrevista concedida a Gabriele Jimenez. Disponível em: <http://planetasustentavel.abril.com.br/noticia/cidade/entrevista-jan-gehl-urbanizacao-projetar-cidades-melhor-populacao-699625.shtml?func=2>. Acesso em: 15 set. 2016.
- GIL, Antonio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. São Paulo: Atlas, 2002.
- HERTZ, John B. **Ecotécnicas em arquitetura: como projetar nos trópicos úmidos do Brasil**. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2003.
- HINDRICH, Dirk; DANIELS, Klaus. **Plusminus 20°/40° latitude: sustainable buildings design in tropical and subtropical regions**. 2007.
- INNES, Malcolm. **Iluminação no design de interiores**. São Paulo: Gustavo Gili, 2014.
- KOOLHAAS, Rem. **Rem Koolhaas: três textos sobre a cidade**. Barcelona: Gustavo Gili, 2010.
- MARCONI, Marina de Andrade; LAKATOS, Eva Maria. **Fundamentos de metodologia científica**. São Paulo: Atlas, 2003.

MASCARÓ, Lucia; MASCARÓ, Juan. **Vegetação Urbana**. Porto Alegre: Mais Quatro Editora, 2005.

MONTANER, Josep Maria. **A modernidade superada**. São Paulo: Gustavo Gili, 2014.

MONTENEGRO, Gildo. **Ventilação e cobertas: a arquitetura tropical na prática**. São Paulo: Edgard Blücher, 2003.

NESBITT, Kate. **Uma nova agenda para a arquitetura**. São Paulo: Cosac Naify, 2008.

OLGYAY, Victor. **Arquitectura y clima: manual de diseño bioclimático para arquitectos y urbanistas**. Barcelona: Gustavo Gili, 2004.

PAGLIARINI JÚNIOR, Sérgio Noberto; PAROLIN, Mauro; CRISPIM, Jefferson de Queiroz. **Estações de tratamento de esgoto por zona de raízes, uma alternativa viável para as cidades?** Campo Mourão: Rev. GEOMAE, 2011.

PALLASMAA, Juhani. **Los ojos de la piel: la arquitectura y los sentidos**. Barcelona: Gustavo Gili, 2014.

PFEIFER, Günter; BRAUNECK, Per. **Casas geminadas**. Barcelona: Gustavo Gili, 2009a.

_____. **Casas Pátio**. Barcelona: Gustavo Gili, 2009b.

RHEINGANTZ, Paulo Afonso; ARAÚJO, Mônica Queiroz; ALCANTARA, Denise de. Os sentidos humanos e a construção do lugar: em busca do caminho do meio para o desenho universal. In: **Anais do I Seminário Acessibilidade no Cotidiano**. Rio de Janeiro, 2004. Disponível em: http://www.fau.ufrj.br/prologar/assets/os_sentidos_humanos_safe.pdf. Acesso em: 10 abr. 2017.

ROAF, Sue; CRICHTON, David; NICOL, Fergus. **A adaptação de edificações e cidades às mudanças climáticas: um guia de sobrevivência para o século XXI**. Porto Alegre: Bookman, 2009.

ROAF, Sue; FUENTES, Manuel; THOMAS, Stephanie. **Ecohouse**. Porto Alegre: Bookman, 2009.

ROGERS, Richard. **Cidades para um pequeno planeta**. Barcelona: Gustavo Gili, 2001.

ROMERO, Marta Adriana Bustos. **Arquitetura bioclimática do espaço público**. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 2001.

ROSS, Jurandyr Sanches. **Geografia do Brasil**. São Paulo: Edusp, 2005.

RUDOLFSKY, Bernard. **Architecture without architects: a short introduction to non-pedigreed architecture**. Albuquerque: University of New Mexico Press, 1987.

SANTAELLA, Lucia. **Matrizes da linguagem e pensamento: sonora, visual, verbal**. São Paulo: Iluminuras, 2005.

SCHMID, Aloísio Leoni. **A ideia de conforto**: reflexões sobre o ambiente construído. Pacto Ambiental: Curitiba, 2005.

OKUNO, T. **Casa de Holly Osmanthus** (Trad. Delaqua, Victor). Disponível em: <http://www.archdaily.com.br/br/801995/casa-de-holly-osmanthus-takashi-okuno>. Acesso em 28 mar. 2017.

VELLINGA, Marcel; OLIVER, Paul; BRIDGE, Alexander. **Atlas of vernacular architecture of the world**. Routledge: Abingdon, 2007.

WASSOUF, Micheel. **Da casa passiva à norma passivhaus**: a arquitetura passiva em limas quentes. Barcelona: Gustavo Gili, 2014.

ZEVI, Bruno. **Saber ver a arquitetura**. São Paulo: WMF Martins Fontes, 2009.