

A IMPORTÂNCIA DE ESTRATÉGIAS BIOCLIMÁTICAS APLICADAS NO PROJETO ARQUITETÔNICO

THE STRATEGIES BIOCLIMATIC IMPORTANCE OF APPLIED IN ARCHITECTURAL DESIGN

Data de submissão: 13/11/2016

Aceite: 15/05/2017

Mario Fernando Mello¹
Eudes Vinicius dos Santos²
Ramires Lunardi Dorneles³
Grasiele Toneto da Costa⁴
Larissa Rosa⁵
Erica Kirchhof Dias⁶

RESUMO

A arquitetura bioclimática pode ser definida como uma arquitetura que traz, na sua essência, o clima como uma variável importante no processo projetual. Por intermédio do uso de estratégias bioclimáticas, é possível obter, de forma natural, condições de conforto para o edifício e conseqüentemente para seus usuários, reduzindo o consumo de energia. Diante desses aspectos, o objetivo principal deste trabalho foi identificar estratégias bioclimáticas empregadas em uma edificação na cidade de Itaara, região central do Estado do Rio Grande do Sul, Brasil, tendo como base a caracterização climática do local e o estudo das diretrizes indicadas pela norma brasileira de conforto, NBR 15220-3. Ficou demonstrado no estudo que a implantação do túnel de ar no subsolo e a construção de dutos internos com objetivo de proporcionar ventilação cruzada, somadas à colocação de paredes duplas e vidros duplos, são os elementos construtivos principais no modelo de utilização das estratégias bioclimáticas. Em dias em que a temperatura externa passa dos 35 °C, os ambientes internos da edificação apresentam temperatura em torno dos 25 °C com o uso da ventilação oriunda do túnel de vento, demonstrando a eficiência do uso das estratégias bioclimáticas.

Palavras-chave: Arquitetura Bioclimática; Estratégias Bioclimáticas; NBR15220-3.

1 Possui Graduação em ciências contábeis pela Universidade Federal de Santa Maria, Graduação em engenharia operacional mecânica pela Universidade de Passo Fundo (UPF). Mestrado em Engenharia de Produção e Doutorado em andamento em Engenharia Agrícola pela Universidade Federal de Santa Maria, UFSM. Atualmente é professor na Universidade Luterana do Brasil - Campus Santa Maria (ULBRA). Santa Maria. Rio Grande do Sul. Brasil. E-mail: mariofernandomello@yahoo.com.br

2 Possui Graduação em Arquitetura e Urbanismo pela Universidade Luterana do Brasil - Campus Santa Maria (ULBRA). Graduação em Programa Especial de Graduação (PEG). Mestrado em Engenharia Civil pela Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria. Rio Grande do Sul. Brasil. E-mail: eudes_vinicius@hotmail.com

3 Possui Graduação em andamento em Arquitetura e Urbanismo pela Universidade Luterana do Brasil, ULBRA. Santa Maria. Rio Grande do Sul. Brasil. E-mail: arqramires@hotmail.com

4 Possui Graduação em andamento em Arquitetura e Urbanismo pela Universidade Luterana do Brasil, ULBRA. Santa Maria. Rio Grande do Sul. Brasil.

5 Possui Graduação em andamento em Arquitetura e Urbanismo pela Universidade Luterana do Brasil, ULBRA. Santa Maria. Rio Grande do Sul. Brasil. E-mail: larissarosaaarqurb@gmail.com

6 Possui Graduação em andamento em Arquitetura e Urbanismo pela Universidade Luterana do Brasil, ULBRA. Santa Maria. Rio Grande do Sul. Brasil.

ABSTRACT

Bioclimatic architecture can be defined as an architecture that brings, in its essence, the climate as an important variable in the design process. Through the use of bioclimatic structures, it is always possible, in a natural way, comfort conditions for the building and consequently for its users, reducing energy consumption. Facing these aspects, the main objective of this work is to identify bioclimatic strategies employed in a building in the city of Itaara, central region of Rio Grande do Sul state, Brazil, based on a climatic characterization of the site and study of the guidelines indicated by the Brazilian standard of comfort, NBR 15220-3. No study has been demonstrated that the implantation of the underground air tunnel and a construction of internal ducts with the objective of producing a crusade added to the placement of double walls and double glazing are the main constructive elements in the model of using bioclimatic strategies. On days when the external temperature exceeds 35°C, the internal environments of the building are around 25°C, with the use of ventilation coming from the wind tunnel, showing the efficiency test of bioclimatic technologies.

Keywords: *Bioclimatic Architecture, Bioclimatic Architecture, NBR15220-3.*

1 INTRODUÇÃO

O crescimento acelerado na construção civil e a grande especulação do mercado imobiliário colaboraram para uma baixa preocupação quanto à eficiência energética dos edifícios, no que concerne desde a sua orientação, concepção formal e volumétrica, distribuição adequada dos espaços e localização de aberturas até a escolha refinada de materiais que assegurassem um nível desejado de conforto térmico, acústico e lumínico. A falta de um projeto adequado, que leve em conta tais aspectos, pode tornar a obra um edifício doente, não simplesmente por gerar inúmeros problemas, tais como poluição e desperdício de recursos naturais, mas também por comprometer a saúde dos futuros ocupantes da edificação. Diante desse contexto, o uso de estratégias bioclimáticas surge como um instrumento fundamental na concepção de um bom projeto arquitetônico, prevendo o uso inteligente dos recursos naturais e proporcionando desenvolvimento sustentável. Sua aplicação nas mais diversas tipologias arquitetônicas merece destaque e prioridade nas discussões de prospecções de crescimento na construção civil. O conforto ambiental tornou-se, então, um tópico cada vez mais abordado em projetos arquitetônicos, sendo indispensável o uso de estratégias bioclimáticas que garantam a máxima utilização dos condicionantes naturais (orientação solar, ventilação e iluminação natural), minimizando, assim, o emprego, por exemplo, de equipamentos de condicionamento de ar mecanizados.

A necessidade por edificações pensadas, que abriguem de forma saudável seus moradores e frequentadores e que façam das cidades lugares bons para se viver, fez com que desperdasse a ideia da utilização de estratégias bioclimáticas como premissa ao projeto arquitetônico, instituindo o entendimento de que estratégias precisam ser avaliadas em diferentes contextos empresariais. Dessa forma, empresas do ramo da construção civil, por exemplo, não podem mais negligenciar as estratégias bioclimáticas, até mesmo porque desenvolver uma vantagem competitiva sustentável permitirá satisfazer melhor os anseios dos clientes e da comunidade em geral.

Nesse sentido, o presente trabalho tem o intento de demonstrar, por meio de pesquisa, observações e relatos, o emprego de algumas estratégias bioclimáticas em uma edificação na cidade de Itaara, Rio Grande do Sul, que poderão contribuir com os profissionais da construção civil e com o poder público para a elaboração de projetos arquitetônicos condizentes com a realidade local, agregando sustentabilidade e colaborando com a sociedade em geral. Para isso, o referencial empregado baseia-se nos conceitos e nas práticas recomendadas por Lamberts et al. (2014), por tratar-se de autores consagrados nessa área.

1.1 OBJETIVOS

O objetivo geral do trabalho é apontar as estratégias bioclimáticas empregadas em uma edificação na cidade de Itaara, Rio Grande do Sul, e averiguar como elas podem contribuir no projeto arquitetônico, proporcionando o uso máximo dos condicionantes naturais nas edificações desse município. Como objetivos específicos, este estudo se propõe a caracterizar o clima do local e identificar as estratégias bioclimáticas e as diretrizes indicadas pela norma brasileira “NBR 15220-3: Desempenho térmico de edificações”, formulada pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT, 2005) para a construção de edificações na região onde se localiza a edificação em estudo.

2 REVISÃO DA LITERATURA

Os conceitos bioclimáticos, quando empregados corretamente em uma edificação, tornam-se práticas baratas e mais eficientes para a economia de energia.

2.1 CARACTERIZAÇÃO CLIMÁTICA DE ITAARA

Conhecer as características de determinado lugar em que se projeta é de extrema importância para uma boa resposta arquitetônica e um investimento financeiro adequado, pois o clima local mostra-se como um importante condicionante no planejamento da edificação. Dessa forma, o ambiente construído deve ser concebido de maneira a aproveitar positivamente o clima e a se proteger do seu rigor, buscando o melhor emprego dos recursos naturais e a valorização do lugar.

Como as mudanças climáticas estão cada vez mais presentes e são muitas vezes imprevisíveis, adequar estratégias bioclimáticas nas edificações é uma alternativa sustentável e que, de certa forma, reduz os efeitos das variações constantes de temperatura. De acordo com Köppen (1948), clima é o somatório das condições atmosféricas que fazem um lugar da superfície terrestre ser mais ou menos habitável para humanos, animais e plantas. Segundo o mesmo autor, o Estado do Rio Grande do Sul encontra-se nos tipos climáticos Cfa e Cfb. O tipo climático Cfa é encontrado na região da Serra do Nordeste e nas partes mais elevadas das regiões do Planalto e da Serra do Sudeste. Nas outras regiões, o clima é do tipo Cfb. A cidade de Itaara, região de interesse deste estudo, está inserida no tipo climático Cfa, isto é, no clima temperado, que apresentam grande amplitude de temperatura anual, com estações claramente definidas e certo rigor climático tanto no verão quanto no inverno.

A Tabela 1, exposta a seguir, apresenta as temperaturas máximas e mínimas absolutas para a cidade de Itaara no ano de 2015.

Tabela 1 - Médias mensais de temperaturas na cidade de Itaara

| Meses/Ano | 2015 Máxima absoluta (°C) | 2015 Mínima absoluta (°C) |
|-----------|------------------------------|------------------------------|
| JAN | 36,1 | 14,4 |
| FEV | 31,9 | 16,0 |
| MAR | 33,4 | 10,7 |
| ABR | 31,0 | 10,7 |
| MAI | 29,3 | 4,4 |
| JUN | 30,4 | 1,3 |
| JUL | 29,5 | 0,8 |

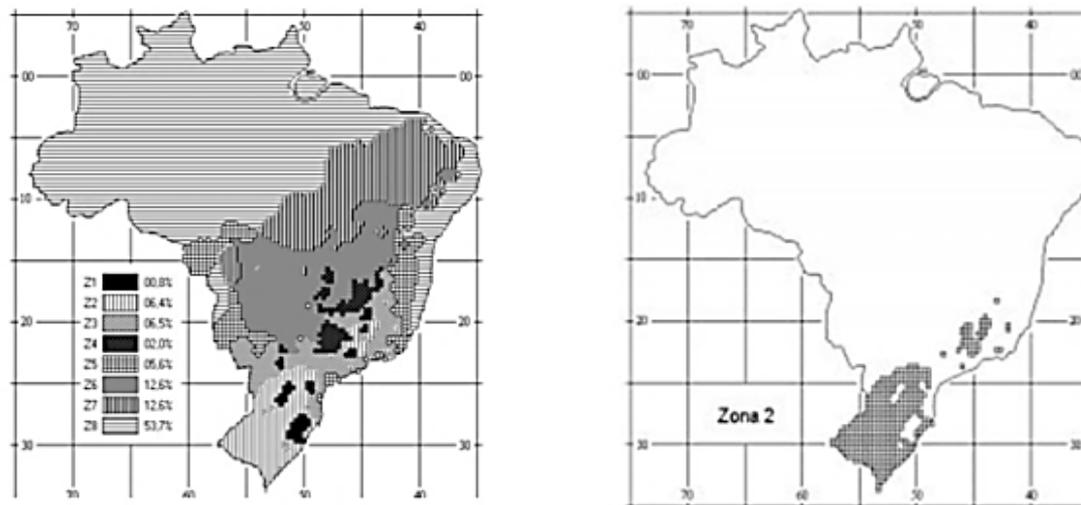
| | | |
|------------|------|------|
| AGO | 32,0 | 6,4 |
| SET | 30,4 | 1,8 |
| OUT | 32,9 | 6,4 |
| NOV | 32,0 | 11,2 |
| DEZ | 24,4 | 11,1 |

Fonte: Estação Meteorológica - Base Aérea de Santa Maria (2016).

2.2 ZONEAMENTO BIOCLIMÁTICO

De acordo com o zoneamento bioclimático, o Brasil pode ser dividido em oito zonas homogêneas quanto ao clima (Figura 1). A ABNT adotou o zoneamento apresentado em 1999 na composição da NBR 15220-3 de 2005, estabelecendo um conjunto de recomendações técnico-construtivas para cada zona. Cabe salientar que a cidade de Itaara está inserida na Zona Bioclimática 2 (Z2), conforme Figura 1.

Figura 1 - Zoneamento bioclimático brasileiro e zona 2



Fonte: NBR 15220-3 ABNT (2005).

2.3 ESTRATÉGIAS BIOCLIMÁTICAS

De acordo com Lamberts et al. (2014), os elementos e as estratégias bioclimáticas a serem implantadas no projeto arquitetônico dependerão de uma análise bioclimática e de um estudo do terreno. Para cada zona bioclimática, há uma carta bioclimática que demonstra algumas estratégias possíveis de serem empregadas no projeto da edificação. A Figura 2 apresenta uma carta bioclimática adaptada e suas respectivas estratégias.

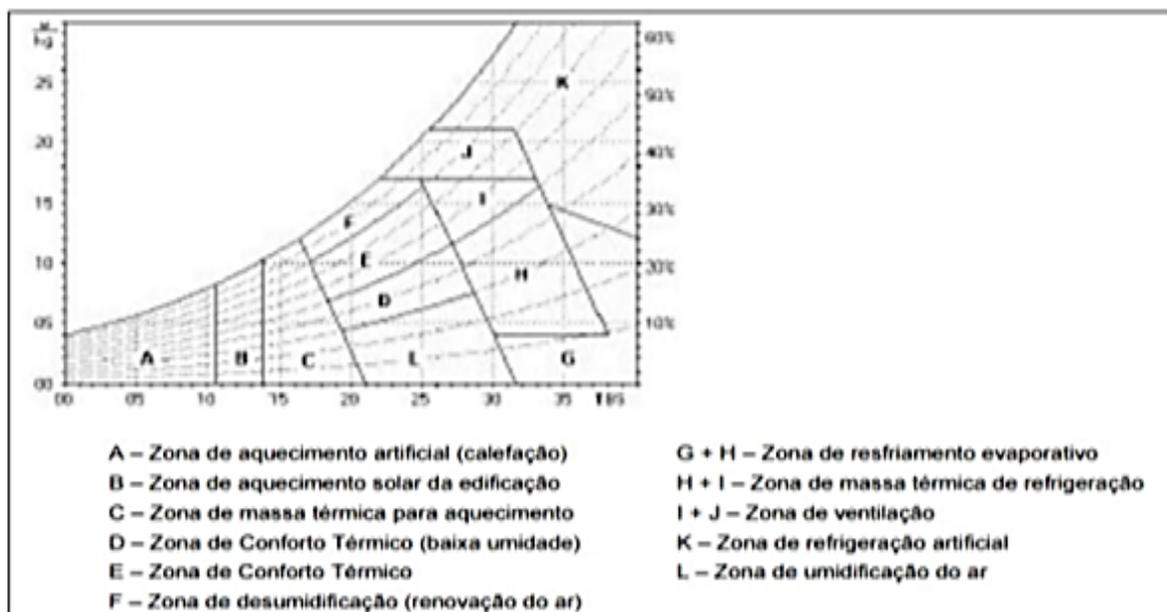


Figura 2 - Carta bioclimática adaptada
Fonte: NBR 15220-3, ABNT (2005).

2.3.1 Estratégia bioclimática: ventilação

Segundo Lamberts et al. (2014), quando a estratégia da ventilação se torna necessária ao projeto, ela pode ser explorada por meio da orientação solar de modo a maximizar a exposição do edifício às brisas de verão. O projetista deve pensar, inclusive, em espaços fluídos que permitam a circulação do ar entre todos os ambientes, conforme Figura 3.

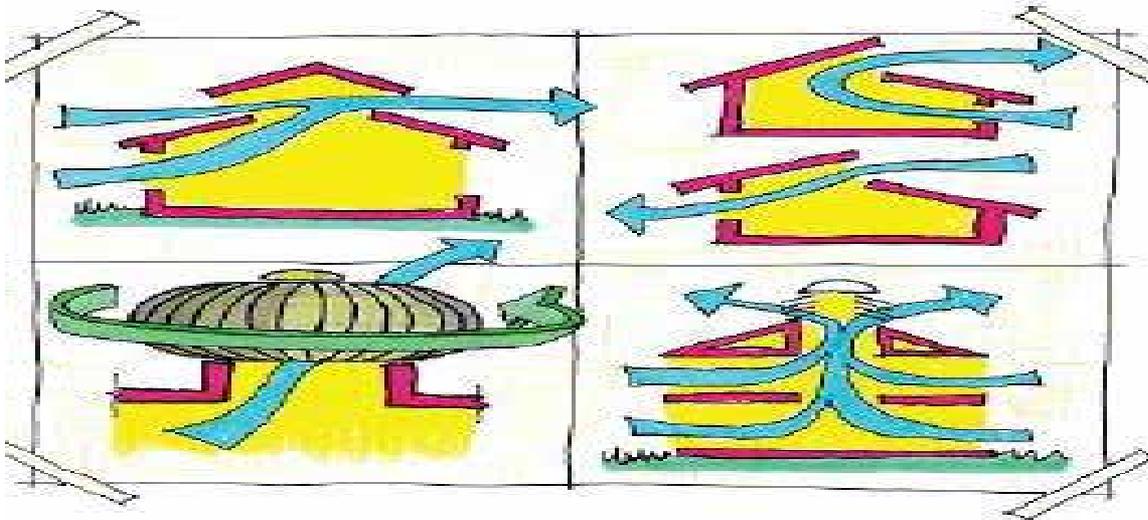
Figura 3 - Ilustração de circulação de ar



Fonte: Lamberts et al. (2014).

Outra prática é promover a ventilação vertical, conforme Figura 4, que retira o ar quente, que se acumula nas partes mais elevadas no interior da edificação, por intermédio de um fluxo de ar ascendente gerado por aberturas em diferentes níveis.

Figura 4 - Ilustração de ventilação vertical

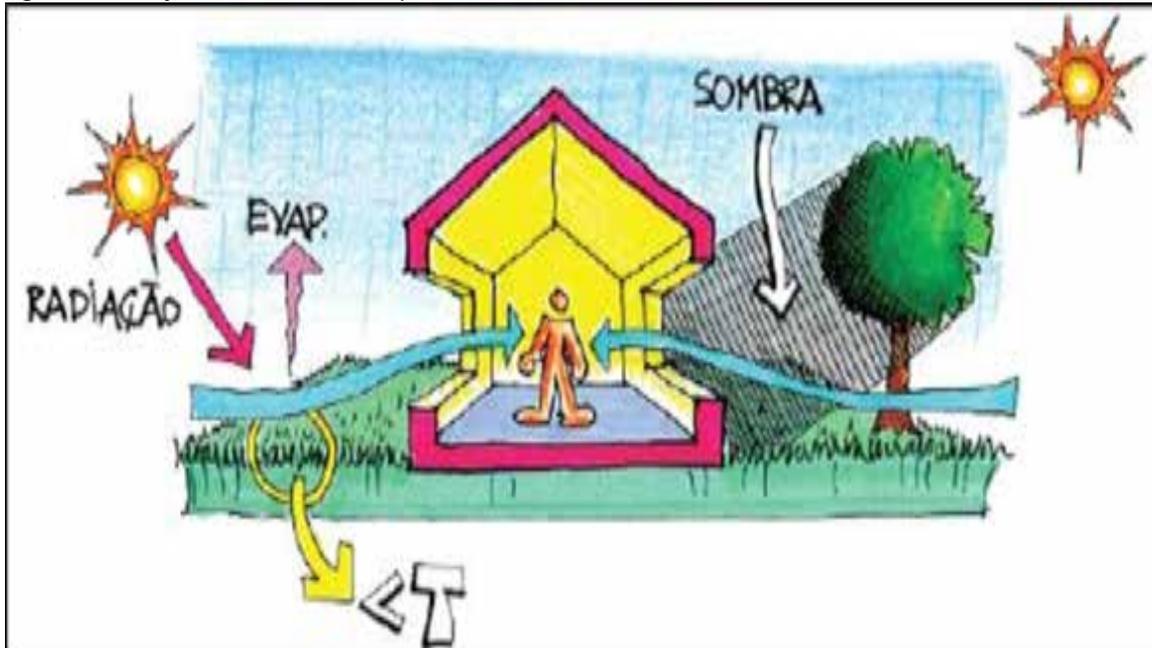


Fonte: Lamberts et al. 2014.

2.3.2 Estratégia bioclimática: resfriamento evaporativo e umidificação

Para Lamberts et al. (2014), a estratégia de resfriamento evaporativo e umidificação promove a retirada de calor do ar por meio da evaporação de água ou da evapotranspiração das plantas, conforme Figura 5. Essa técnica pode ser alcançada via a construção de áreas gramadas ou arborizadas.

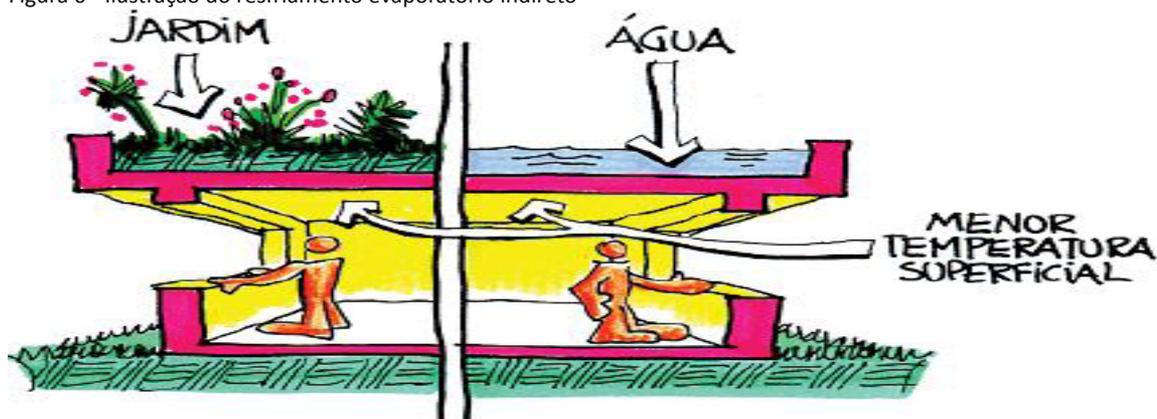
Figura 5 - Ilustração do resfriamento evaporatório



Fonte: Lamberts et al. (2014).

Para um resfriamento evaporativo indireto, cabe o uso de um jardim ou tanque de água sobre o telhado, conforme Figura 6.

Figura 6 - Ilustração do resfriamento evaporatório indireto

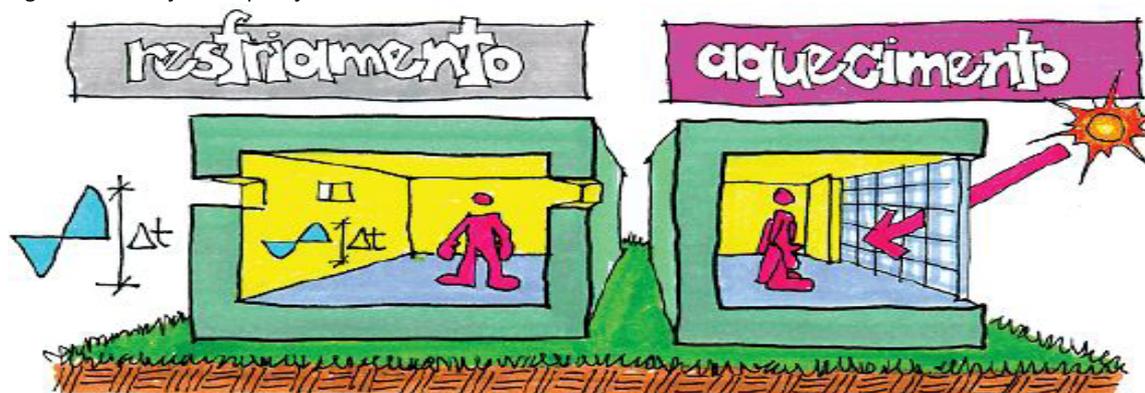


Fonte: Lamberts et al. (2014).

2.3.3 Estratégia bioclimática: inércia térmica

Segundo Lamberts et al. (2014), a inércia térmica pode ser usada para aquecer ou resfriar a edificação, dependendo das características climáticas da região, tais como umidade relativa, amplitude térmica e insolação. Em regiões de clima quente, a inércia pode colaborar para resfriar o ambiente interno da edificação. Para tanto, deve-se evitar a ventilação diurna e fazer uma ventilação seletiva no período noturno. Em regiões frias, a insolação direta pode aquecer as paredes e a cobertura da edificação, conforme Figura 7.

Figura 7 - Ilustração da aplicação da inércia térmica

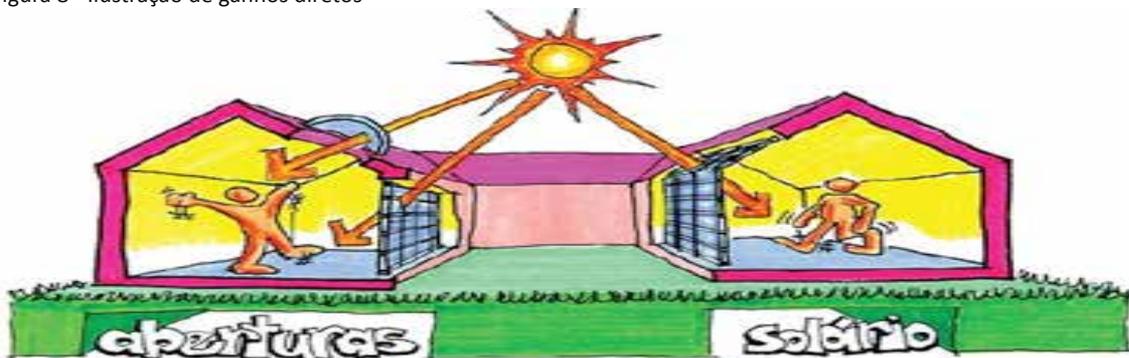


Fonte: Lamberts et al. (2014).

2.3.4 Estratégia bioclimática: aquecimento solar passivo

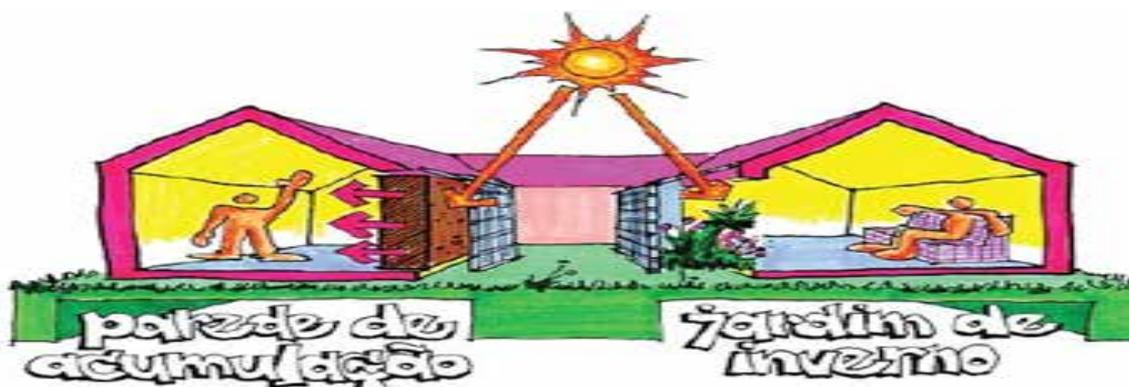
De acordo com Lamberts et al. (2014), há diversas formas de obter aquecimento solar passivo, seja mediante ganho direto ou indireto de radiação solar. O ganho direto pode ser conseguido por meio de aberturas laterais ou zenitais conforme Figura 8. A adoção de um jardim de inverno que capta a radiação solar e a distribui indiretamente aos ambientes interiores é uma forma de ganho indireto, conforme Figura 9.

Figura 8 - Ilustração de ganhos diretos



Fonte: Lamberts et al. (2014).

Figura 9 - Ilustração de ganhos indiretos



Fonte: Lamberts et al. (2014).

2.3.5 Estratégia bioclimática: ar-condicionado

Segundo Lamberts et al. (2014), o ar-condicionado é a intervenção mais adequada a ser feita para garantir o conforto térmico dos usuários em certas condições climáticas. Porém, é importante garantir a estanqueidade dos ambientes, de forma a evitar a entrada do ar exterior, e preocupar-se com a aquisição de aparelhos de condicionamento de ar mais eficientes.

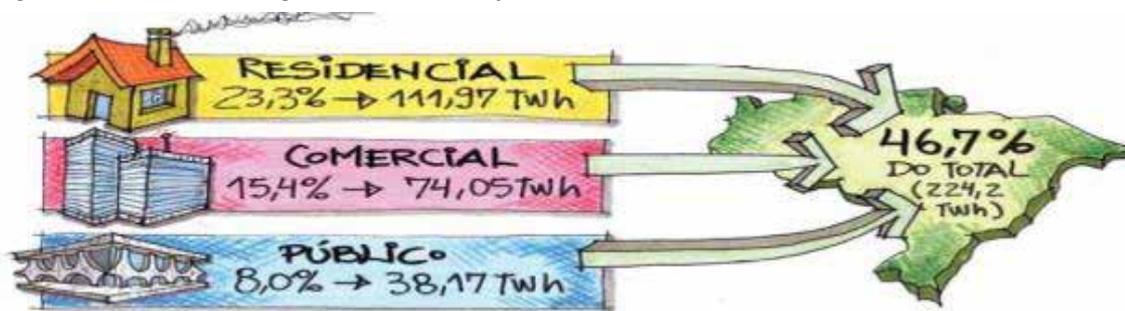
2.3.6 Estratégia bioclimática: aquecimento artificial

Para Lamberts et al. (2014), o aquecimento artificial é aconselhável quando a temperatura do exterior não ultrapassa 10,5 °C. Nesse caso, é importante o bom isolamento térmico dos fechamentos, procurando evitar a ventilação da cobertura e a infiltração do ar externo, adotando, inclusive, aberturas com vidro duplo e concebendo paredes com materiais de baixa condutividade térmica.

2.4 CONSUMO ATUAL

Toda a energia produzida no Brasil provém de fontes como água, gás, petróleo, lenha, óleo diesel e óleo combustível. De acordo com a Empresa de Pesquisa Energética (EPE, 2012), em 2011 a eletricidade total ofertada foi de 531,76 TWh, dos quais 428,33 TWh resultaram da geração hidrelétrica, significando 80,5% do total produzido. No mesmo ano de 2011, a referida empresa apontou que o consumo de energia elétrica no país foi de 480,12 TWh e que as edificações representaram 46,7% desse total: o setor residencial, o setor comercial e o setor público representaram, respectivamente, 23,3%, 15,4% e 8% do total nacional, conforme ilustra a Figura 10.

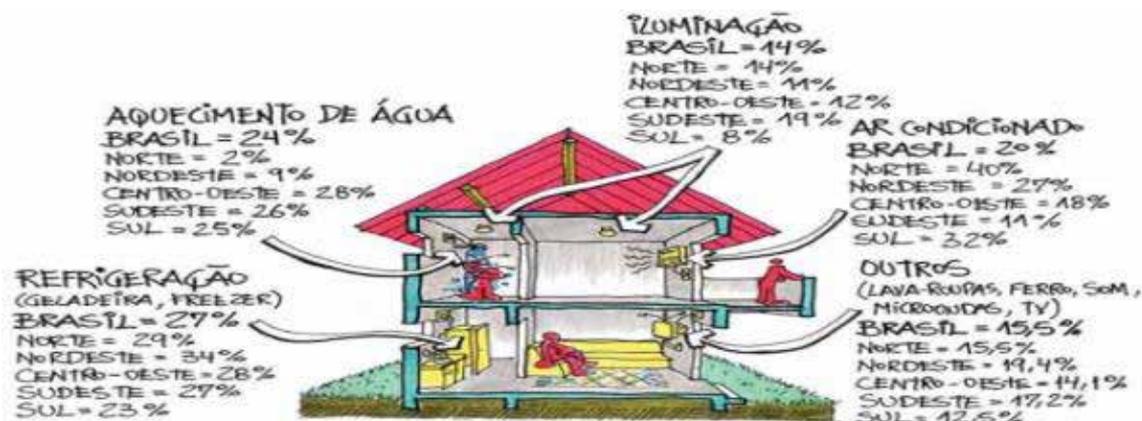
Figura 10 - Consumo de energia elétrica em edificações no Brasil em 2011



Fonte: Lamberts et al. (2014).

Dos 23,3% da energia elétrica destinada ao uso residencial, verifica-se que a maior parte do consumo ocorre pelo uso de geladeiras, chuveiros, lâmpadas e ar-condicionado, sendo este último responsável pelo maior consumo na média nacional, cerca de 20%, conforme Figura 11.

Figura 11 - Consumo de energia elétrica em edificações no Brasil em 2011



Fonte: Lamberts et al. (2014).

Dessa forma, é importante que empresas do ramo de construção civil incorporem em suas estratégias empresariais os conceitos bioclimáticos, tornando-os um diferencial em seu portfólio de produtos/serviços, já que construir um desenvolvimento socioeconômico com sustentabilidade ambiental é um paradigma da sociedade a ser quebrado. Para Montibeller (2007), a partir dessa percepção, as esferas do conhecimento que trabalham elementos articulados buscam contribuir para uma integração conceitual e da prática analítica na busca de soluções econômicas e ambientais. O mesmo autor salienta que fazer um diagnóstico da realidade e projetar um futuro desejado é um dos caminhos para um novo paradigma de desenvolvimento sustentável que pode corresponder aos anseios da sociedade.

Os aspectos conjunturais, ou de conjuntura, mesmo sendo pequenos, não deixam de ser importantes, segundo Montibeller (2007), pois todo acontecimento social, independentemente de sua intensidade, deixa sequelas. Nesse aspecto, a edificação aqui estudada traz essa contribuição que pode, eventualmente, ser diferente daquela com a qual se está habituado a conviver. Nesse sentido, Montibeller (2007) salienta, também, que mesmo um fato, ainda que pareça pequeno, pode trazer como consequência profunda alteração estrutural.

Conforme Fernández Ziegler (2014), muitas empresas executam suas atividades de olhos fechados, sem compreender o jogo que estão jogando. Isso pode levar a uma direção de

produção equivocada quanto aos processos de transformações que são necessários ao desenvolvimento sustentável. Por isso, o uso de alternativas construtivas com a análise bioclimática certamente será um diferencial na racionalização do uso e consumo de energia. Ainda segundo o mesmo autor, uma conduta empresarial de cada elemento tem um efeito sobre a conduta do todo, o que indica que uma conduta constituída de práticas que considerem as estratégias bioclimáticas terá efeitos sobre o todo.

3 METODOLOGIA

Para Gil (2008), um estudo de caso consiste no estudo profundo de um ou poucos objetos de maneira que permita seu amplo e detalhado conhecimento. O mesmo autor define a pesquisa exploratória como sendo aquela que proporciona maior familiaridade com o problema, além de explicitá-lo para que possa ser mais bem entendido.

Assim, a presente pesquisa, um estudo de caso exploratório realizado nos meses de abril, maio e junho de 2016, observando os conceitos de Gil (2008), é dividida em quatro etapas. Na primeira etapa, efetua-se uma revisão bibliográfica sobre os assuntos pertinentes ao tema principal do trabalho, utilizando, no que concerne às estratégias bioclimáticas, os conceitos e as práticas recomendadas na obra “Eficiência Energética na Arquitetura”, da autoria de Lamberts et al. (2014) por tratar-se de uma clássica referência na área da construção civil.

Na segunda etapa, foram verificadas as estratégias bioclimáticas relativas ao município de Itaara, local da edificação pesquisada. Nessa etapa, foi usado o programa ZBBR – Classificação Bioclimática dos Municípios Brasileiros – versão 1.1 (2004), para averiguar a classificação e as diretrizes construtivas para a cidade em questão. Na terceira etapa, aconteceu a visita à edificação, que usa sistemas de eficiência energética baseados nos conceitos e nas práticas recomendadas por Lamberts et al. (2014). Na quarta e última etapa, realizam-se as análises das estratégias bioclimáticas verificadas na edificação objeto de estudo, comparando-as com as práticas referidas na revisão da literatura.

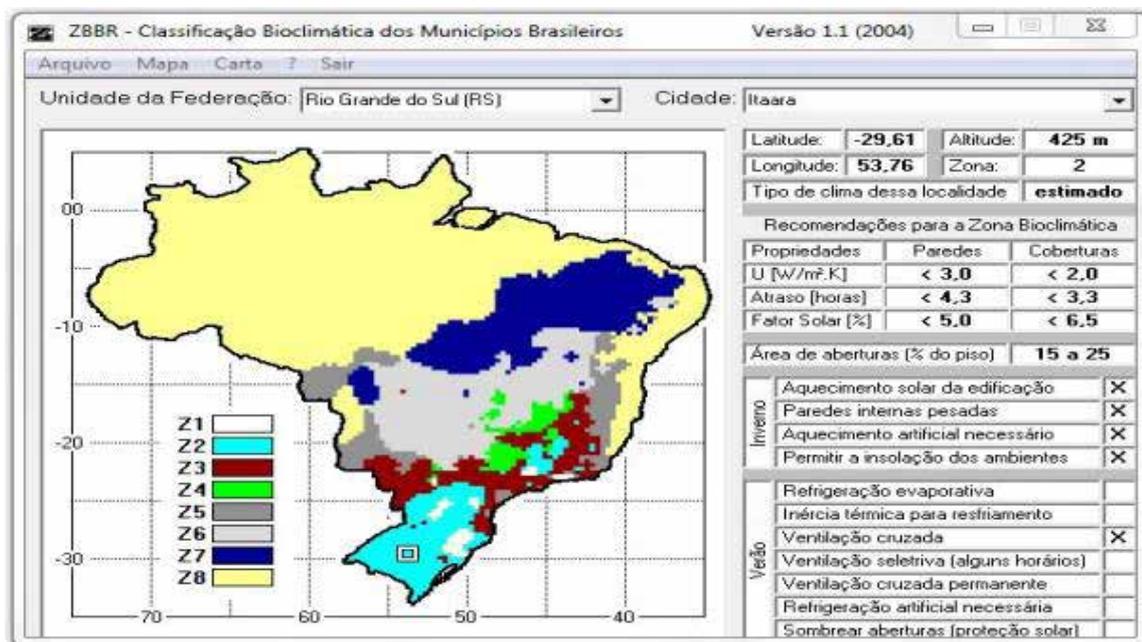
4 RESULTADOS

Nesta seção, são demonstrados os principais resultados encontrados no estudo empreendido.

4.1 VERIFICAÇÃO DAS ESTRATÉGIAS BIOCLIMÁTICAS PARA O MUNICÍPIO DE ITAARA

De acordo com a NBR 15.220-3, a cidade de Itaara está localizada na Zona Bioclimática 2 (Z2). Por meio do programa ZBBR – Classificação Bioclimática dos Municípios Brasileiros – versão 1.1 (2004), verificou-se as recomendações para essa zona bioclimática, conforme Figura 12.

Figura 12 - Zoneamento Bioclimático e diretrizes construtivas para o clima de Itaara



Fonte: Roriz (2004).

Para épocas de inverno, sugere-se que a edificação tenha aquecimento solar, paredes internas pesadas e aquecimento artificial e que permita insolação nos ambientes. A recomendação para o verão é que a edificação tenha ventilação cruzada. Além disso, o programa fornece dados referentes à área de aberturas, que devem ser compreendidas entre 15 e 25% da área total de piso. Propriedades como transmitância térmica, atraso térmico e fator solar também são disponibilizadas para parâmetros de cálculo de paredes e coberturas de forma que não ultrapassem os valores tabelados.

4.2 VISITA À EDIFICAÇÃO EM ITAARA

O objetivo da visita à edificação estudada foi conhecer e identificar algumas estratégias bioclimáticas empregadas na construção, bem como detalhes técnicos, materiais e equipamentos. A obra visitada foi um edifício construído no município de Itaara, localizado na Estrada Syllas Bauler, s/nº. A edificação possui 1600m² e está situada em uma área rural de aproximadamente 130 hectares. O prédio está implantado de forma a aproveitar os desníveis naturais do terreno, conforme indica a Figura 13.

Figura 13 - Edificação estudada em Itaara



Fonte: Os autores.

A edificação conta com quatro pavimentos. No subsolo, há uma biblioteca, uma lavanderia, um espaço para depósito e uma garagem. No térreo, local onde fica o acesso principal da edificação, estão a sala de estar, o refeitório, a sala de reuniões, a capela, a cozinha, o escritório, uma dependência com sala, quarto e banheiro, uma sala pequena de reuniões e sanitários. O segundo e terceiro pavimentos, por sua vez, são compostos de 16 dormitórios no total, com cada quarto contendo três camas e um banheiro. De acordo com os relatos do proprietário, antes de iniciar a construção da obra, ainda na fase de projeto, houve a preocupação com o condicionamento térmico da edificação, pois, segundo o Sr. Ernesto, haveria uma grande demanda de energia elétrica e, conseqüentemente, um alto custo mensal com o uso de condicionamento de ar artificial.

Com o objetivo de minimizar os gastos com energia elétrica, o proprietário buscou um profissional que lhe orientou a usar uma captação de ar natural para manter a edificação confortável térmicamente. Porém, além dessa captação de ar, o profissional mencionou que a edificação deveria conservar a temperatura interna. Para isso, a edificação deveria ser construída empregando o uso de paredes duplas e vidros duplos bem vedados. Seguindo as orientações do profissional, o proprietário começou a construção no ano de 2003, prevendo algumas estratégias bioclimáticas que beneficiariam a obra.

Primeiramente, houve a preocupação em implantar um túnel de ar abaixo do subsolo. Tal túnel, construído com pedras de basalto, possui 25m de comprimento, 2,80m de largura e 1,80m de altura e tem a função de captar o ar natural da mata que permeia os fundos da edificação e conduzi-lo até uma grande abertura no subsolo, conforme Figura 14.

Figura 14 - Abertura do túnel de vento no subsolo



Fonte: Os autores.

Para distribuir esse ar natural para os dormitórios, localizados no segundo e terceiro pavimentos, os construtores conceberam pequenos dutos com aberturas voltadas para a saída de ar do túnel, de forma a captar esse ar e conduzi-lo a todos os dormitórios, conforme Figura 15.

Figura 15 - Dutos para ventilação vertical



Fonte: Os autores.

O ar natural captado por esses dutos é introduzido nos dormitórios por meio de aberturas próximas ao piso (Figura 16), retirando o ar quente por aberturas dispostas na parte superior do ambiente (Figura 17), porém construídas do lado oposto para que haja a ventilação cruzada. Esse movimento do ar acontece devido a uma abertura na cobertura (abaixo das telhas), que proporciona ao sistema uma diferença de pressão, conduzindo todo o ar quente para fora da edificação. Essa ventilação vertical é benéfica em dias quentes, mas em dias frios tornaria os ambientes desconfortáveis. Para controlar a entrada de ar no túnel, foi previsto, então, um fechamento manual da captação do ar, conforme Figura 18.

Figura 16 - Abertura próxima ao piso



Fonte: Os autores.

Figura 17 - Abertura na parte superior do ambiente



Fonte: Os autores.

Figura 18 - Fechamento manual da captação de ar do túnel



Fonte: Os autores.

Além da ventilação vertical, a obra foi confeccionada com paredes duplas de tijolos maciços. O espaçamento deixado entre o vão dessas paredes duplas foi de dois centímetros. Cabe salientar que, para os dias frios, a edificação conta com uma caldeira com sistema denominado Pex, que consegue aquecer os ambientes, conforme Figura 19.

Figura 19 - Caldeira com Sistema Pex



Fonte: Os autores.

4.3 ESTRATÉGIAS BIOCLIMÁTICAS UTILIZADAS

Constatou-se, na visita à edificação, a aplicação de algumas estratégias bioclimáticas que estão de acordo com Lamberts et al. (2014), também descritas conforme com a NBR 15.220-3 e verificadas no Programa ZBBR – Classificação Bioclimática dos Municípios Brasileiros – versão 1.1 (2004). Dentre elas, está a ventilação cruzada, que ocorre por meio de dutos (ventilação vertical) no período de verão. Já para o período de inverno, ocorre o uso de paredes internas pesadas, ou seja, de paredes duplas com um vão de ar de dois centímetros entre elas, que garantem, juntamente com o aquecimento artificial gerado por uma caldeira e um sistema chamado Pex, onde a água passa por um radiador de aquecimento de água e é distribuída entre os cômodos, a conservação da temperatura ambiente interna. A orientação do edifício também permite o aquecimento solar e a insolação nos ambientes.

O proprietário relata que, em dias em que a temperatura ambiente no exterior da edificação passa dos 35 °C, os ambientes internos permanecem termicamente confortáveis, proporcionando

uma temperatura em torno dos 25 °C devido à ventilação vertical decorrente do túnel de vento e ao isolamento térmico das paredes duplas e dos vidros duplos. Em dias frios, a edificação aproveita a insolação, e, quando a temperatura ambiente externa é inferior a 10 °C, é acionada a caldeira e, da mesma forma que no verão, as paredes e os vidros conservam a energia, não perdendo calor para o meio.

Com essas estratégias bioclimáticas, a edificação consegue, segundo o Sr. Ernesto, reduzir o consumo de energia elétrica e manter os ambientes sempre saudáveis, evitando o que se chama de síndrome do edifício doente. Nesse sentido, verificou-se que as estratégias bioclimáticas são de extrema importância ao projeto arquitetônico e proporcionam eficiência energética à edificação. Nesse contexto, sugere-se que o proprietário também use recursos como captação da água da chuva e emprego de energia fotovoltaica, o que contribuiria de forma positiva à edificação.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A relação entre arquitetura e clima tem recebido maior importância por parte dos arquitetos e urbanistas, visando sempre à preservação do meio ambiente e à economia de energia. Com esse objetivo, a arquitetura bioclimática corre em busca de soluções adequadas para a integração do homem com o meio, propondo mudanças no processo de criação e execução dos espaços habitáveis que repercutem em toda a cadeia produtiva da construção civil.

Diante disso, esta pesquisa traz como contribuição o apontamento das estratégias bioclimáticas utilizadas em uma edificação situada no município de Itaara, por meio do estudo da NBR 15220-3 (ABNT, 2005), verificando que a aplicação de tais estratégias visa ao melhor conforto ambiental aos usuários, com consequente economia de energia. Essas informações servirão de base para arquitetos, engenheiros e empresários da construção civil que atuam no desenvolvimento de projetos em Itaara, que em sua grande maioria desconhecem os fundamentos e as possibilidades de aplicação de tais estratégias, bem como para estudantes de arquitetura da região, que poderão ter referências para desenvolver projetos adequados ao clima local. O uso de tais estratégias, aliado à correta seleção dos materiais, impulsiona o aumento do conforto ambiental, bem como a economia de recursos e a eficiência energética.

Assim, considera-se que o estudo apresenta uma importante contribuição para a conscientização da necessidade do uso de estratégias bioclimáticas na construção de novas edificações, contemplando, dessa forma, a racionalização da eficiência energética.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 15220-3** - Desempenho térmico de edificações. Rio de Janeiro, 2005.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA (EPE). **Balço energético nacional 2012: ano base 2011**. Rio de Janeiro: EPE, 2012. Disponível em: https://ben.epe.gov.br/downloads/Relatorio_Final_BEN_2012.pdf. Acesso em: janeiro/2013

ESTAÇÃO METEOROLÓGICA. Base Aérea de Santa Maria. **Médias mensais de temperaturas**. Base Aérea de Santa Maria, 2016.

FERNÁNDEZ ZIEGLER, R. O. **Planificación y control de gestión**. – 1.ed. – Ciudad Autónoma de Buenos Aires : Ediciones del CCC: Universidad Nacional de Quilmes, 2014

GIL, A.C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4.ed. São Paulo: Atlas, 2008.

KÖPPEN, W. **Climatologia: con un estudio de los climas de la tierra**. México. Fondo de Cultura Económica, 1948. 478 p.

LAMBERTS, R.,DUTRA, L.,PEREIRA, F.O.R. **Eficiência Energética na Arquitetura** – 3ª ed. Rio de Janeiro, 2014

MONTIBLELLER F. G. **Empresas, desenvolvimento e ambiente: diagnóstico e diretrizes de sustentabilidade**. Barueri, SP: Manole, 2007.

RORIZ, M. **ZBBR. Versão 1.1**. Universidade Federal de São Carlos, Programa de Pós-Graduação em Construção Civil. Laboratório de Eficiência Energética em Edificações - LABEEE.São Carlos,2004.Disponívelnosite: <<http://www.labeee.ufsc.br/downloads/software/zbbz>>. <<http://www.labeee.ufsc.br/downloads/software/zbbz>>Acesso em:/ 09 jul. 2017.