

# ZONAS BIOCLIMÁTICAS BRASILEIRAS E ESTRATÉGIAS PROJETAIS

## BRAZILIAN BIOCLIMATIC ZONES AND PROJECT STRATEGIES

<sup>1</sup>SILVA, Letícia Mesquita de Brito e; <sup>2</sup>PADOVAN, Leonardo Gonçalves Diba  
<sup>1,2</sup>Departamento de Arquitetura e Urbanismo – Centro Universitário das Faculdades  
Integradas de Ourinhos-UNIFIO/FEMM

### RESUMO

No Brasil, existe atualmente uma busca relevante por soluções arquitetônicas que contemplem tais preocupações. Porém para que isso seja possível arquitetos e urbanistas devem estar atentos às características climáticas do local em que a obra será implantada. O mapeamento e o registro sistemático dessas estratégias são úteis para entender e permitir práticas mais alinhadas com a qualidade do ambiente espacial projetado. Esse fato destaca a necessidade de determinar e classificar essa diversidade em zonas bioclimáticas, para que diretrizes de construção apropriadas possam ser desenvolvidas para cada uma dessas zonas.

**Palavras-chave:** Zona Bioclimática; Estratégia Projetual.

### ABSTRACT

In Brazil, there is currently a relevant search for architectural solutions that address these concerns. However, for this to be possible, architects and urban planners must be aware of the climatic characteristics of the place where the work will be implemented. The mapping and systematic recording of these strategies are useful to understand and allow practices that are more aligned with the quality of the projected spatial environment. This fact highlights the need to determine and classify this diversity in bioclimatic zones, so that appropriate construction guidelines can be developed for each of these zones.

**Keywords:** Bioclimatic Zone; Design Strategy.

### INTRODUÇÃO

Com as novas demandas em frente ao presente estágio político-energético mundial fez-se fundamental considerar o projeto de arquitetura juntamente às respostas construtivas adequadas às características climáticas do local. Aplicar essa atitude, a partir da fase inicial de concepção da edificação, contribui para que a obra seja mais confortável e eficiente do ponto de vista energético.

No Brasil, existe atualmente uma busca relevante por soluções arquitetônicas que contemplem tais preocupações. Porém para que isso seja possível arquitetos e urbanistas devem estar atentos às características climáticas do local em que a obra será implantada.

O mapeamento e o registro sistemático dessas estratégias são úteis para entender e permitir práticas mais alinhadas com a qualidade do ambiente espacial projetado.

Devido à sua extensa expansão, o território brasileiro cobre uma ampla gama de diversidade climática e muitas características regionais. Esse fato destaca a necessidade de determinar e classificar essa diversidade em zonas bioclimáticas, para que diretrizes de construção apropriadas possam ser desenvolvidas para cada uma dessas zonas.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

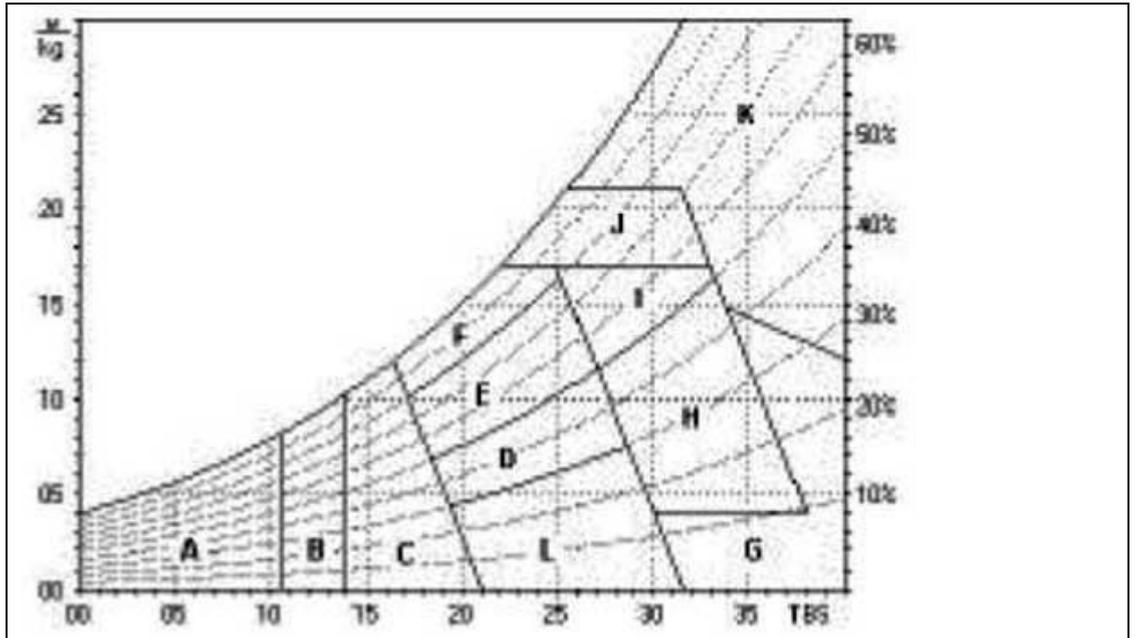
Como método para se chegar ao resultado apresentado neste trabalho, foram realizadas pesquisas devidamente fundamentadas em bibliografias relacionadas ao tema.

## **DESENVOLVIMENTO**

### **ZONAS BIOCLIMÁTICAS BRASILEIRAS**

O território brasileiro possui um mapa climático dividido em 8 zonas bioclimáticas. Essas áreas estão relacionadas às características climáticas de diferentes regiões do território, que não estão sujeitas a planejamento político ou estão divididas em estados ou zonas econômicas. Com isso a NBR 15220-3 (ABNT, 2005) introduz recomendações para diretrizes construtivas e informações detalhadas sobre estratégias de regulação térmica passiva para habitação social. Seu método de classificação é o seguinte: as informações mensais sobre temperatura e umidade do ar de cada cidade são mostradas num gráfico. Ao aplicar esses dados ao gráfico e ao cálculo, é possível determinar o clima, a estratégia bioclimática e aplica-se a cada cidade pesquisada e a porcentagem acumulada de cada estratégia durante o ano.

**Figura 1:** Carta de Givoni adaptada ao Brasil.



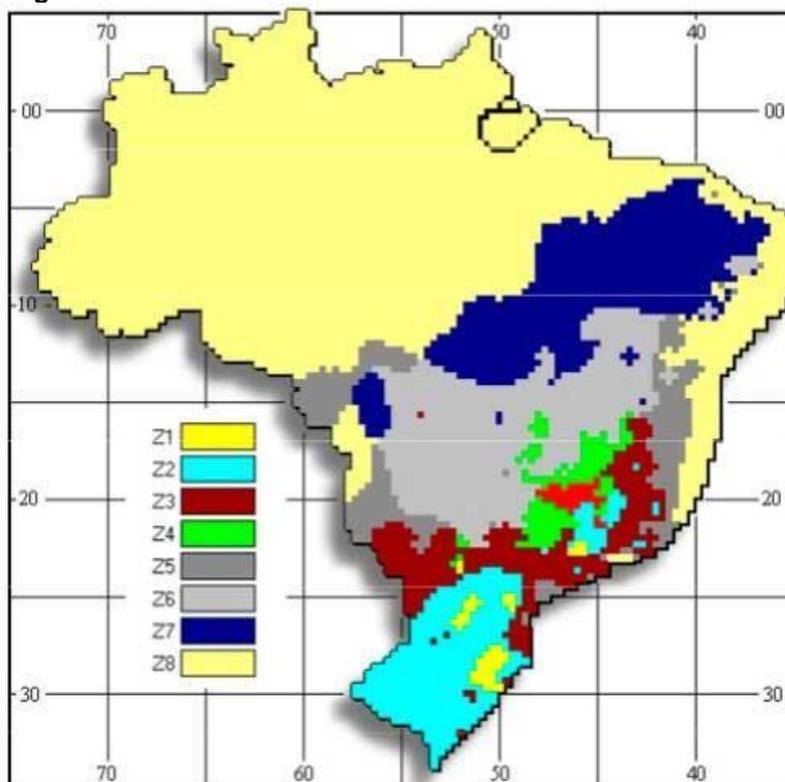
Fonte: <<http://bioclimatismo.com.br/bioclimatismo/zoneamento-bioclimatico-brasileiro/>>  
 Acesso em 15 de Abril de 2020.

As áreas indicadas pelas letras correspondem a zonas bioclimáticas, resultando em estratégias bioclimáticas:

- A – zona de aquecimento artificial (calefação);
- B – zona de aquecimento solar da edificação;
- C – zona de massa térmica para aquecimento;
- D – zona de conforto térmico (baixa umidade);
- E – zona conforto térmico pleno;
- F – zona de desumidificação (renovação de ar);
- G + H – zona de resfriamento evaporativo;
- H + I – zona de massa térmica de refrigeração;
- I + J – zona de ventilação;
- K – zona de refrigeração artificial;
- L – zona de umidificação do ar.

Partindo desta classificação, podemos derivar o zoneamento bioclimático do Brasil. Para cada zona bioclimática, foram avaliados os seguintes critérios: tamanho e aberturas (ventilação), proteção de aberturas, vedações externas (paredes e coberturas) e parâmetros e condições para condicionamento térmico passivo.

**Figura 2:** Zoneamento Bioclimático Brasileiro



**Fonte:** < <http://bioclimatismo.com.br/bioclimatismo/zoneamento-bioclimatico-brasileiro/> Acesso em 15 de Abril de 2020.

A NBR15220-3 utiliza as cidades destacadas em cada área para fornecer gráficos como parâmetros de análise para a aplicação de soluções construtivas.

Para a zona bioclimática 1, uma recomendação construtiva é usar aberturas de tamanho médio e sombrear as aberturas de forma a deixar o sol do inverno entrar nos ambientes. As paredes externas e cobertura são feitos de materiais com inércia térmica mais leve; portanto, o isolamento térmico é usado no teto. A estratégia bioclimática é usar aquecimento solar da edificação no inverno, e paredes internas robustas para aumentar a inércia térmica. Porém a norma alerta que, no período mais frio do ano, apenas o condicionamento passivo não é suficiente.

Para a zona bioclimática 2 é orientado o uso de aberturas de tamanho médio e sombrear as aberturas de forma a deixar o sol do inverno entrar nos ambientes. As paredes e cobertura são feitos de materiais com inércia térmica mais leve com uso de isolamento na cobertura. No verão as estratégias recomendadas são de ventilação cruzada, e no inverno o aquecimento solar da edificação com paredes que tenham maior inércia térmica. A norma alerta, assim como na zona 1, que apenas o condicionamento passivo não será o suficiente no inverno.

Na zona bioclimática 3, recomenda-se o uso de aberturas de tamanho médio que permitam a obtenção de radiação solar no inverno, mas com paredes externas refletoras e leves e com coberturas leve e isolada. No verão as estratégias recomendadas são de ventilação cruzada, e no inverno o aquecimento solar da edificação com paredes internas que tenham maior inércia térmica.

Para a zona bioclimática 4, sugere-se aberturas médias e sombreadas, paredes externas pesadas e cobertura leve isolada. No verão recomenda-se o uso de resfriamento evaporativo e massa térmica de resfriamento e a ventilação seletiva quando a temperatura externa é menor que a interna. Já no inverno é orientado o uso de aquecimento solar da edificação e paredes internas pesadas.

Na zona bioclimática 5 é proposto o uso de aberturas médias e sombreadas; uso de parede externa refletora e leve e cobertura leve isolada. No verão as estratégias recomendadas são de ventilação cruzada e no inverno o uso de paredes internas pesadas para que tenham maior inércia térmica.

Na zona bioclimática 6 recomenda-se aberturas médias e sombreadas; paredes externas pesadas e cobertura leve isolada. No verão recomenda-se o uso de resfriamento evaporativo e massa térmica para resfriamento e a ventilação seletiva quando a temperatura externa é menor que a interna, no inverno é sugerido o uso de paredes internas pesadas para que tenham maior inércia térmica.

Para a zona bioclimática 7, a recomendação é do uso de aberturas pequenas e sombreadas; paredes externas pesadas e cobertura pesada. No verão recomenda-se o uso de resfriamento evaporativo e massa térmica para resfriamento e a ventilação seletiva quando a temperatura externa é menor que a interna.

Para a zona bioclimática 8, onde fica a maior parte da área nacional é orientado o uso de grandes aberturas sombreadas. As paredes e cobertura devem ser leves e refletoras. No verão as estratégias recomendadas são de ventilação cruzada permanente. Porém a norma alerta, que apenas o condicionamento passivo não será o suficiente durante as horas mais quentes.

## **ESTRATÉGIAS PROJETUAIS**

Com as seguintes técnicas podemos implantar nos projetos a arquitetura ideal ao clima trazendo conforto ao indivíduo.

### **1. AQUECIMENTO SOLAR PASSIVO**

O aquecimento solar passivo é uma estratégia que envolve o uso de radiação solar direta para aquecer edifícios. Este método de aquecimento pode ser aquecimento direto ou aquecimento indireto.

No aquecimento solar direto, a radiação solar no inverno entra no ambiente diretamente através da abertura ou da superfície do vidro, obtendo assim uma resposta térmica imediata. Devido ao efeito estufa, quando a radiação passa através da superfície do vidro, porque o vidro é opaco à onda longa, a radiação é absorvida e refletida pela superfície interna na forma de uma onda longa e permanece no interior do edifício.

À noite, com a queda da temperatura externa, para evitar a perda de calor, podem ser usadas janelas com maior resistência ao calor e vidros duplos, cortinas e materiais de isolamento externo são adicionados às janelas. A penetração de ar deve ser evitada através da estrutura vedada para evitar perda de calor e penetração de ar frio à noite.

Quando a temperatura interna diminui, esses componentes retêm o calor absorvido liberando lentamente o calor absorvido no ambiente. Pode-se observar que no verão esses componentes devem ser sombreados e impedidos de serem expostos à luz solar para evitar o superaquecimento do ambiente interno.

O aquecimento solar passivo pode ser aplicado em:

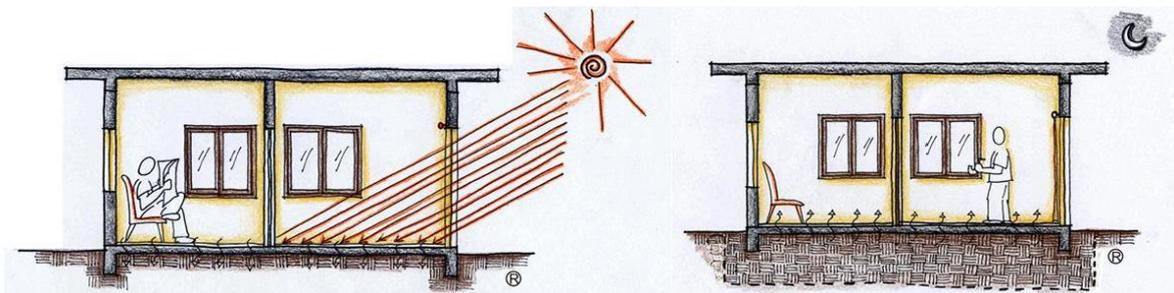
### 1.1. Paredes:

Materiais como concreto, cascalho ou tijolos reciclados podem ser usados para aumentar a inércia dos componentes. Deve-se utilizar paredes com grande inércia térmica altas expostas à luz solar direta. O aumento da espessura do material da parede aumenta ainda mais sua capacidade térmica e atraso térmico. As paredes de maior capacidade de reter calor devem ficar voltadas ao norte para receber o sol do inverno, porém dependendo da latitude é necessário fornecer medidas de proteção solar para evitar a radiação direta durante períodos indesejáveis. Para obter o calor máximo, a superfície externa da parede pode ser pintada de escuro, aumentando sua absorção.

### 1.2. Piso:

Os materiais devem ter uma alta capacidade de aquecimento. Concreto, cascalho ou tijolos reciclados podem ser usados para aumentar a inércia dos componentes. O material cerâmico possui uma alta capacidade de aquecimento e sua cor escura natural ajuda a absorver a radiação solar. Através da exposição à radiação solar direta através de aberturas ou outras fontes de calor, o calor armazenado poderá ser redirecionado ao interior do ambiente durante a noite. As grandes janelas voltadas para o norte são propícias à ocorrência de radiação solar no piso no inverno, garantindo assim a eficácia do aquecimento solar passivo no piso. Idealmente, as janelas devem ter vidros duplos para aumentar sua resistência térmica e minimizar a perda noturna. No inverno, é útil conectar a massa térmica ao solo em uma sala exposta à luz solar. As bordas da laje devem ser isoladas em climas frios e frios. Toda a laje deve ser isolada do contato com o solo em um clima frio, com uma camada de isolamento externo, ou deve ser isolada do bloco de terra integrado no piso para evitar a perda de calor.

**Figura 3:** Aquecimento solar passivo em pisos.



**Fonte:** < <http://projeteee.mma.gov.br/implementacao/piso-aquecimento-solar-passivo/?cod=asp> Acesso em 15 de Abril de 2020.

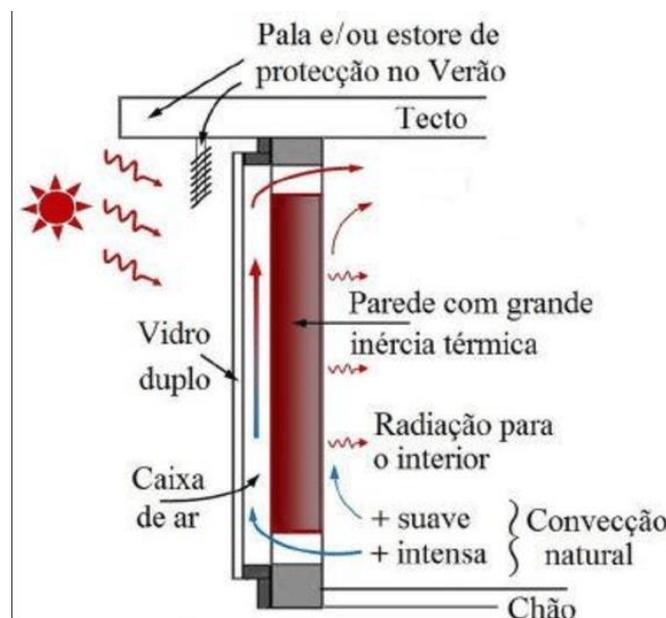
### 1.3. Parede trombe:

Uma parede de grande nível de inércia térmica que fica voltada à isolamento de inverno com uma camada de vidro externa e separada por uma pequena câmara de ar não ventilada, basicamente funcionando como uma pequena estufa. A parede tem a função de capturar e acumular energia da radiação solar. A absorção pode ser melhorada pintando a superfície externa da parede com uma cor escura aumentando sua taxa de absorção. O vidro impede a dissipação do calor.

O uso de aberturas superior e inferior na parede pode acelerar a transferência de calor por convecção e atender às necessidades de aquecimento durante o dia. No verão, é necessário sombrear as paredes e ventilar a câmara de ar que separa o vidro para minimizar o superaquecimento. Esse sombreamento pode ser conseguido usando vegetação de folhagem sazonal ou ripas móveis nas persianas externas.

Este tipo de parede pode ser usado como parede estrutural devido à sua qualidade e é uma boa barreira acústica.

**Figura 4:** Aquecimento solar passivo; Parede Trombe.



**Fonte:** < [https://www.researchgate.net/figure/Figura-46-Eschema-de-funcionamento-de-uma-parede-de-Trombe-durante-o-Inverno-1\\_fig5\\_323153791](https://www.researchgate.net/figure/Figura-46-Eschema-de-funcionamento-de-uma-parede-de-Trombe-durante-o-Inverno-1_fig5_323153791)> Acesso em 16 de Abril de 2020.

### 1.4. Estufa:

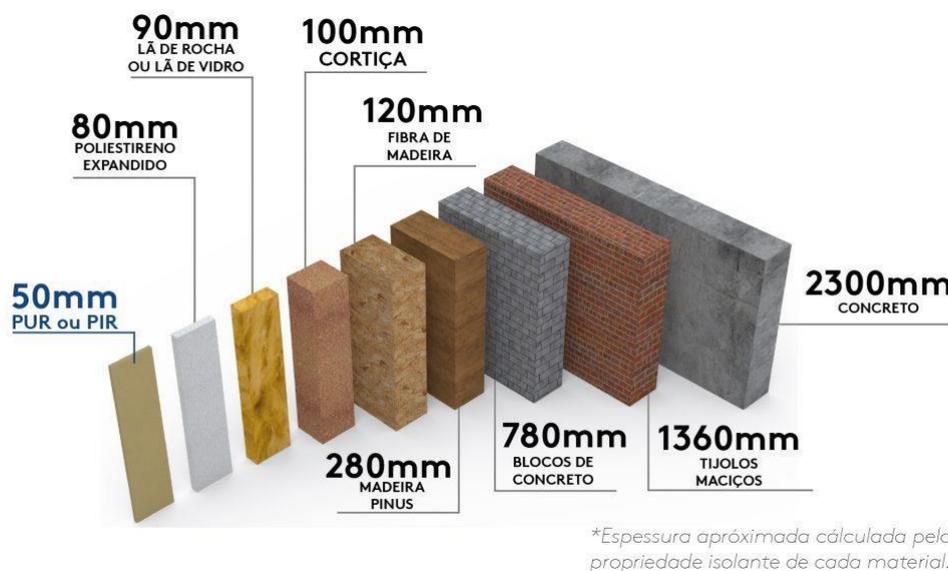
Para obter calor indireto no ambiente, acumuladores de calor e estufas ou solários são utilizados na edificação.

O regenerador consiste em uma superfície de vidro, que pode irradiar diretamente para a superfície de vidro, mas é opaca a ondas longas, por isso não permite que o calor escape. O reservatório deve estar voltado para o norte para ser exposto à radiação solar no inverno. As cortinas internas refletivas também podem reduzir a perda de calor no inverno, reduzindo assim a perda de radiação.

### 1.5. Isolamento térmico.

O sistema de isolamento causará uma diminuição significativa da temperatura interna durante o dia e um ligeiro aumento à noite. Eles são compostos de materiais com baixa condutividade e alta resistência térmica, que juntos alcançam uma menor taxa geral de transferência de calor do sistema. O efeito do isolamento térmico na temperatura interna está relacionado à posição do mesmo, à espessura da superfície e à cor externa e depende da mudança diária da temperatura do ar externo.

Figura 5: Aquecimento solar passivo; Isolamento Térmico.



Fonte: < <https://kingspan-isoeste.com.br/isolamento-termico/> > Acesso em 16 de Abril de 2020.

## 2 INÉRCIA TÉRMICA PARA AQUECIMENTO

Edifícios com alta inércia térmica, devido à sua alta capacidade de armazenar calor, reduzirão a amplitude térmica interna e o atraso térmico do fluxo de calor, resultando em histerese e atenuação do pico de temperatura interna em relação à temperatura externa. De fato, os componentes de inércia altas são como uma espécie de bateria térmica: no verão, eles absorvem o calor para manter o edifício confortável; no inverno, se a orientação estiver correta, ele pode armazenar calor para liberar calor durante a noite, ajudando a manter aquecida a edificação. Esse recurso é particularmente útil em áreas

com climas relativamente secos, onde há uma grande diferença entre a temperatura externa durante o dia e a noite (acima de 7°C). A inércia térmica total de um edifício depende das características do piso, parede e telhado que devem consistir em materiais densos que geralmente têm uma alta capacidade térmica. Além disso, a condutividade térmica do material afetará sua capacidade de absorver e armazenar calor. Materiais com alta condutividade térmica absorvem e liberam calor rapidamente.

Porém somente com a restrição da ventilação natural através dos ambientes internos ao longo do dia que o uso da estratégia de alta inércia fará efeito, porque sob condições de ventilação, o aumento da temperatura interna muda diretamente de acordo com o ambiente externo sem o atraso térmico característico do fluxo de calor através de tetos e paredes. Ao usar estratégias de alta inércia térmica em componentes de cobertura e parede à oeste, deve-se tomar extremo cuidado, pois a luz solar direta durante a maior parte do ano pode causar acúmulo de calor e causar extremo desconforto térmico no verão. Tais estratégias devem ser aplicadas cautelosamente a esses componentes, a fim de minimizar a aquisição de energia solar por meio de isolamento térmico externo ou sombreamento durante o dia.

Além dos itens 1.2 e 1.4 temos também as seguintes estratégias que podem ser adotadas:

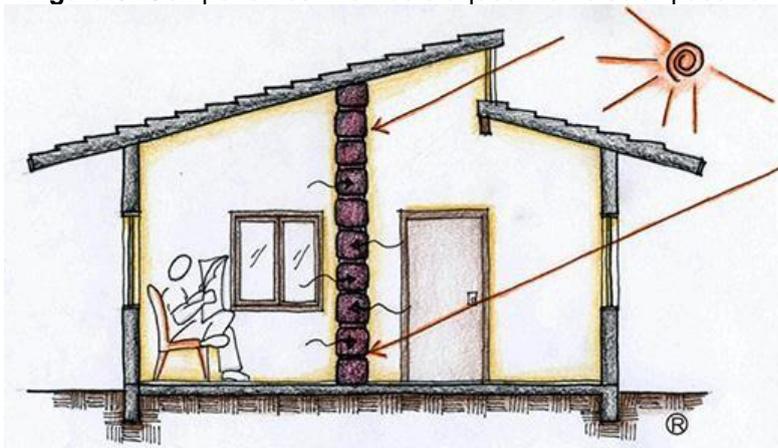
### **2.1. Edificações semienterradas:**

À medida que a massa térmica da Terra diminui e atrasa as flutuações de temperatura, torna-se uma estratégia vantajosa para o inverno e o verão, pois aproxima a temperatura interna da temperatura externa média. Para edifícios enterrados, o potencial de aquecimento solar depende da direção e do design. Se a direção estiver correta, a fundação, a camada inferior e o solo em contato com ela se tornarão baterias de armazenamento de calor. Nunca devemos cobrir a superfície interna em contato com o solo com materiais isolantes e se a umidade for alta, a condensação se tornará um problema em potencial.

### **2.2. Componentes internos e aquecimento solar passivo:**

Os elementos com a maior inércia térmica dentro do edifício devem estar expostos à radiação solar direta. Portanto, os projetos de construção devem fornecer meios que permitam essa exposição. Para edifícios de um ou dois andares, essa solução pode ser alcançada através de uma abertura zenital voltada para o norte.

**Figura 6:** Componentes internos e aquecimento solar passivo.



Fonte: < <http://projeteee.mma.gov.br/implementacao/componentes-internos-e-aquecimento-solar-passivo/?cod=ita> > Acesso em 16 de Abril de 2020.

### 3. INÉRCIA TÉRMICA PARA RESFRIAMENTO

Técnicas e materiais também podem auxiliar na diminuição da temperatura do interior do ambiente em relação a temperatura exterior.

#### 3.1. Tubos enterrados (ar ou água):

Para o resfriamento, o uso de tubos enterrados pode fornecer controle e mitigar as flutuações diárias da temperatura, porque o ar que passa através do tubo tem uma temperatura reduzida em relação ao ar externo, reduzindo assim a temperatura do ar que sai do tubo. Mantenha dentro da zona de conforto. Quando a temperatura do ar é inferior ao limite de conforto, pode ser usada em um ambiente com alta taxa de ventilação. A condensação nos tubos pode ser evitada pelo seu sistema de isolamento e ventilação forçada. Já com o uso de tubos de água o resfriamento é feito através da passagem do tubo por trocador de calor água/ar no interior da edificação. Quando o ar ambiente entra em contato com o tubo de água a uma temperatura mais baixa, ele é forçado a passar pelo trocador de calor e reduzir sua temperatura. Porém a circulação da água através da tubulação deve ser forçada por uma bomba centrífuga simples.

#### 3.2. Resfriamento radiante noturno:

Consiste no uso de sistema de isolamento móvel ou dispositivo de proteção solar no telhado. Portanto, isolando a energia solar obtida durante o dia, é possível obter o

resfriamento máximo à noite. Esta estratégia pode ser aplicada em terraços externos e terraços de descanso acima do teto.

Para pisos sombreados, materiais cerâmicos que não esmaltados são ideais. Materiais como concreto, cascalho ou tijolos reciclados podem ser usados para aumentar a inércia dos componentes.

**Figura 7:** Resfriamento Radiante Noturno.



**Fonte:** < <https://www.vrbo.com/pt-pt/arrendamento-ferias/p6973619>> Acesso em 16 de Abril de 2020.

### **3.3. Tanque de água na cobertura:**

Com esta estratégia a cobertura funciona como uma bateria térmica, absorvendo o calor do ambiente interno e liberando-o à noite. O espaço interno deve ser ventilado à noite para acelerar o processo de eliminação da energia térmica armazenada. Estes tanques devem ser construídos sobre uma laje não isolante, na qual a temperatura da superfície do telhado siga a TBU ambiente. O não isolamento da cobertura compromete sua aplicação no inverno (quando não é recomendada a perda de calor do ambiente). É importante levar em consideração fatores como o crescimento de algas e outras formas de vida.

### 3.4. Telhado jardim:

O telhado do jardim é um sistema que oferece benefícios no verão e no inverno. A vegetação bloqueia a maior parte da radiação recebida pela camada do telhado e absorve muito menos calor do que os telhados convencionais. Além disso, na vegetação bem irrigada, o calor é dissipado através do resfriamento evaporativo no verão.

A massa térmica da cobertura do solo amortiza as mudanças diárias de temperatura no verão e no inverno. Como resultado, os requisitos de isolamento podem ser bastante reduzidos em comparação às coberturas tradicionais.

**Figura 8** - Telhado Jardim.



Fonte: < <http://44arquitetura.com.br/2014/04/tenha-mais-verde-com-um-jardim-no-telhado/>> Acesso em 16 de Abril de 2020.

### 3.5. Paredes de água com isolante externo:

A água tem uma capacidade maior de armazenamento de calor por unidade de volume e sua capacidade de aquecimento é pelo menos duas vezes a dos materiais comuns de alvenaria. A água também tem a vantagem de que a convecção distribui o calor de maneira mais uniforme no meio. O material do recipiente de armazenamento de água não pode ser isolante. Paredes com maior inércia térmica devem ser expostas à brisa durante a noite, especialmente no verão. Quando a amplitude da temperatura diminui, se não houver vento durante a noite, pode-se usar sopradores e exaustores para obter ventilação noturna.

### 3.6. Parede com isolante térmico externo e ventilação noturna:

Materiais cerâmicos não esmaltados são ideais. Podem ser usados materiais reciclados, como concreto, cascalho ou tijolos. Recomenda-se o uso de isolamento externo, sombreamento e ventilação noturna neste tipo de parede para reduzir a

absorção da radiação solar.

No caso da ventilação, a parede com maior inércia térmica deve ser exposta à brisa durante a noite, principalmente no verão, quando a amplitude térmica diminui.

### **3.7. Parede verde:**

Assim como no telhado verde, a vegetação nas paredes externas pode atuar como isolante natural evaporando a água presente na camada de vegetação para reduzir os ganhos solares e diminuindo a temperatura da superfície externa no verão e no inverno restringindo as perdas térmicas.

### **3.8. Proteção de alta inércia térmica:**

O uso de componentes com alta inércia térmica em torno do edifício ajudará a reduzir as flutuações diárias de calor, e o calor armazenado durante o dia será irradiado como calor à noite. Quanto maior a inércia do componente, mais tempo levará para que libere o calor armazenado, assim sendo durante a madrugada, quando as temperaturas já são mais baixas.

Para isso é necessário que as aberturas sejam de dimensão reduzidas e em números menores. É também fundamental o uso de ventilação noturna.

### **3.9. Componentes internos sem exposição ao sol:**

Componentes internos com alta inércia térmica (como paredes) que não são expostos à luz solar podem ajudar a absorver o calor gerado no ambiente interno. Nesse caso, o entorno do edifício não precisa ter uma alta inércia, mas é recomendável que fique bem sombreado e isolado externamente.

### **3.10. Aquários ou piscinas internas sem exposição ao sol:**

Como a água possui elevada inércia térmica, o uso de piscinas ou aquários internos podem auxiliar na redução de flutuações térmicas diárias e reduzir temperaturas internas pelo resfriamento evaporativo.

Recomenda-se que os tanques fiquem expostos à ventilação natural ou forçada.

## **4. RESFRIAMENTO EVAPORATIVO**

O resfriamento evaporativo é um dos métodos eficazes para resfriar passivamente edifícios em clima seco. O processo físico é baseado no processo de evaporação da água, que remove o calor do ambiente ou do material do qual a evaporação ocorre.

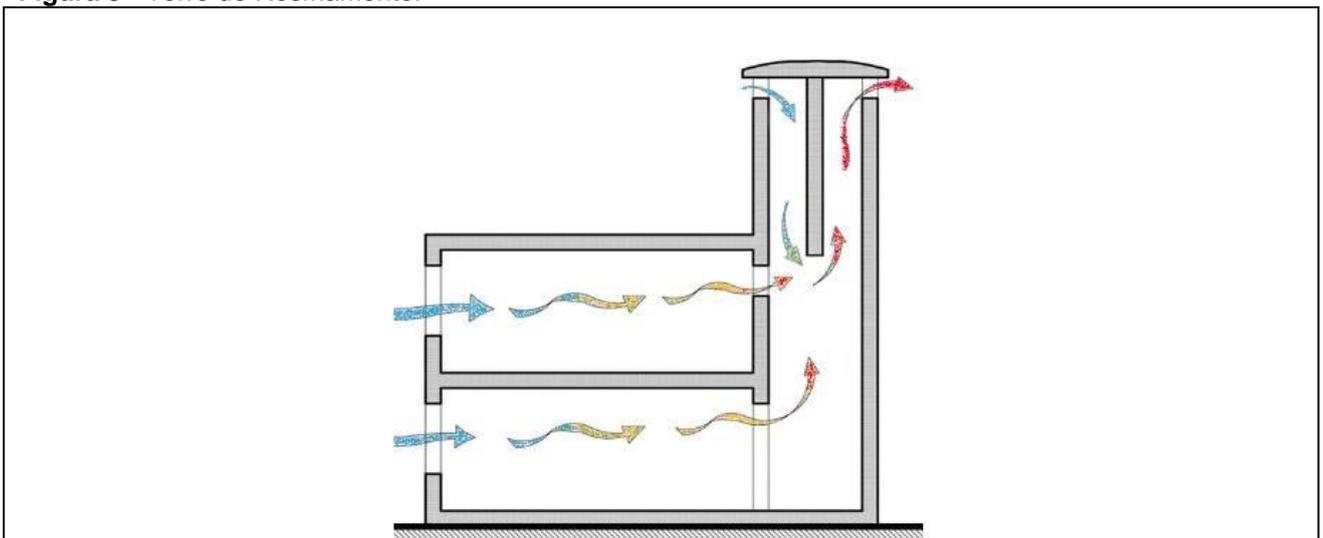
Além do uso do resfriamento evaporativo através do teto jardim e tanque água na cobertura podemos citar as seguintes estratégias:

#### 4.1. Torre de resfriamento evaporativo:

Uma variação da torre de resfriamento é usar um elemento umedecedor que trará resfriamento evaporativo na parte superior da torre para reduzir a temperatura do ar, torná-lo mais denso e aumentar a pressão. A torre é usada para fornecer ar frio sem a necessidade de ventiladores e vento. As saídas de ventilação na parte inferior da torre podem ser horizontais ou verticais e suas dimensões devem ser pelo menos iguais à seção transversal da torre.

Se forem projetados com saídas de ventilação na parte superior, poderão ser usados para ventilação por efeito chaminé durante os períodos em que a temperatura do ar externo for mais baixa que a temperatura do ar interno.

**Figura 9** - Torre de Resfriamento.



**Fonte:** < <https://sustentarqui.com.br/importancia-da-ventilacao-natural-para-arquitetura-sustentavel/>> Acesso em 16 de Abril de 2020.

#### 4.2. Resfriador evaporativo compacto:

Semelhante a um ar-condicionado de janela, pode ser instalado no interior do ambiente a ser resfriado. O ar externo se expande, evapora e esfria através de uma almofada de fibra de celulose, que é umedecida pela circulação de água por uma pequena bomba.

#### 4.3. Microclima local:

A cobertura vegetal ao redor do edifício traz grandes benefícios ao seu conforto, pois retém a água, que é evaporada por convecção natural e resfriada pela redução da temperatura do ar, promovendo assim o microclima local. A vegetação deve ser usada ao máximo e a área pavimentada deve estar sombreada. O uso de pavimentos permeáveis deve ser priorizado.

#### 4.4. Fontes de água em pátios internos:

Através do processo de evaporação, o uso de uma fonte de água no pátio interno ajuda a resfriar o ar e aumenta a pressão no seu espaço fechado, caso seja sombreado, para que o ar resfriado escape para as aberturas voltadas para o exterior. O edifício deve ter aberturas para os dois pátios, um exposto à radiação do sol e outro à área sombreada que possui a fonte, para evitar obstáculos internos que permitam que o fluxo de ar flua livremente pelo ambiente.

**Figura 10:** Espelho d'água.



**Fonte:** <https://www.blogdaarquitectura.com/espelho-dagua-muito-mais-que-uma-simples-decoracao/> Acesso em 16 de Abril de 2020.

### 5. SOMBREAMENTO

O sombreamento é uma estratégia básica para reduzir o acesso à energia solar através do envolto da edificação. Os dispositivos de proteção solar adequadamente projetados devem impedir o ganho de calor nos períodos em que se tem maior incidência solar, porém permitindo que esse ganho aconteça no inverno e que não impeçam a iluminação natural através das aberturas.

### 5.1. Pérgolas:

Seu uso horizontal é mais eficiente em sombreamentos das fachadas norte e sul. E vertical, para sombreamento de fachadas em horários que o sol está mais baixo, geralmente nas fachadas nordeste, sul e sudeste.

### 5.2. Sombreamento com vegetação:

O uso de árvores de copa larga ou vegetação arbustivas se mostra muito eficiente como elemento de sombreamento inclusive da cobertura.

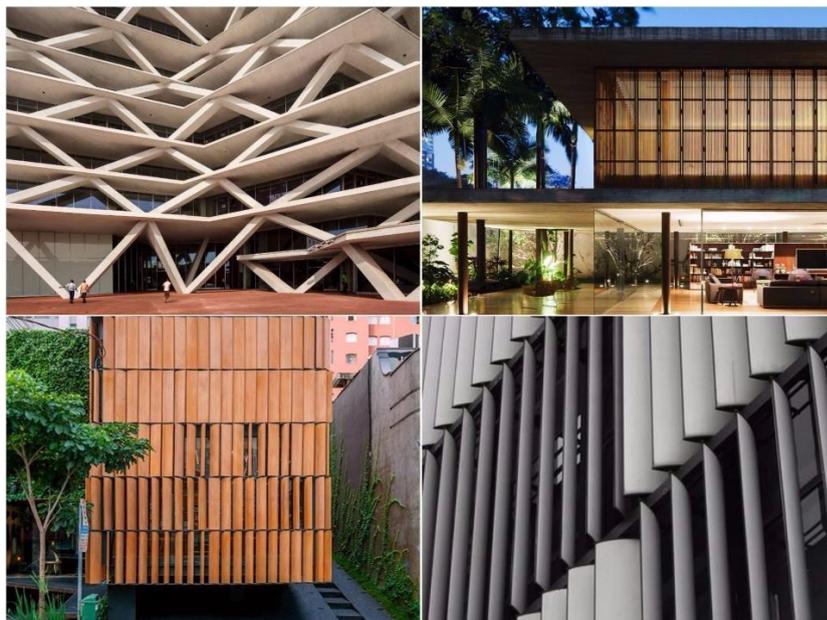
### 5.3. Cobogó:

Além de conceder sombreamento, permite a ventilação e iluminação dos ambientes mantendo ainda a privacidade.

### 5.4. Brises:

Consiste em um conjunto de lâminas externas paralelas, que são construídas em frente a uma abertura. Eles podem ser verticais ou horizontais, assim como as pérgolas. Com sua eficiência em sombrear as fachadas norte com sua execução na horizontal e para proteção do sol mais baixo com sua execução vertical.

Figura 11 - Brises.



Fonte: < <https://sustentarqui.com.br/brise-arquitetura-bioclimatica/>>  
Acesso em 16 de Abril de 2020.

## **6. VENTILAÇÃO NATURAL**

O uso extensivo da ventilação natural traz conforto térmico e eficiência energética. Além da torre de resfriamento já citada temos também alguns outros tipos de ventilação natural.

### **6.1. Ventilação cruzada:**

A ventilação cruzada natural acontece quando as aberturas são dispostas em zonas de pressão opostas permitindo que o ar entre e saia. Seu uso é eficiente em climas de temperaturas mais altas trocando continuamente o ar de dentro do edifício ajudando assim a reduzir sua temperatura interna.

Para maximizar os efeitos da ventilação cruzada a disposição e tipos de aberturas devem ser cuidadosamente estudadas.

### **6.2. Torres de vento:**

Com sua origem na arquitetura persa, as torres de vento direcionam ventos captados acima da cobertura os direcionando para o interior do edifício. Funciona como a torre de resfriamento evaporativo, porém sem uso de um umedecedor na sua abertura superior.

### **6.3. Cobertura e parede ventilada:**

Aberturas entre a cobertura e o forro na direção dos ventos predominantes e o uso de uma câmara de ar entre as paredes externas da edificação são eficazes na redução de ganhos de calor. Se forem feitas aberturas na base e no topo da parede o calor subirá por convecção natural.

## **CONCLUSÃO**

O artigo demonstrou as características arquitetônicas que os edifícios devem compor, com a finalidade de proporcionar um alto índice de qualidade de vida aos seus moradores.

Ao desenvolver um projeto, deve-se iniciar os estudos pela zona bioclimática, onde haverá a execução da obra, para que a partir dos dados coletados seja possível reconhecer as variáveis e possibilidades de materiais e técnicas a serem usados na construção e confecção dos layouts.

Deste modo após o reconhecimento das características do clima podemos adotar as estratégias projetuais e pontuais, que proporcione eficiência energética, conforto térmico e sustentabilidade da edificação.

## REFERÊNCIAS

ABNT. **Desempenho térmico de edificações Parte 3: Zoneamento bioclimático brasileiro e diretrizes construtivas para habitações unifamiliares de interesse social**. Disponível em [http://www.labeee.ufsc.br/sites/default/files/projetos/normalizacao/Termica\\_parte3\\_S\\_ET2004.pdf](http://www.labeee.ufsc.br/sites/default/files/projetos/normalizacao/Termica_parte3_S_ET2004.pdf). Acesso em 14 de abril de 2020.

BIOCLIMATISMO. **Zoneamento Bioclimático Brasileiro**. Disponível em <http://bioclimatismo.com.br/bioclimatismo/zoneamento-bioclimatico-brasileiro/>. Acesso em 15 de abril de 2020.

LABCON. **Bioclimatologia**. Disponível em <http://www.labcon.ufsc.br/anexosg/431.pdf>. Acesso em 15 de abril de 2020.

PROJETEEE. **Estratégias Bioclimáticas**. Disponível em <http://projeteee.mma.gov.br/estrategias-bioclimaticas/>. Acesso em 14 de abril de 2020.

UFRGS. **Zoneamento Bioclimático e Arquitetura Brasileira: Qualidade do Ambiente Construído**. Disponível em <https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/78378/000897077.pdf?sequence=1>. Acesso em 15 de abril de 2020