

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS
CAMPUS DE BOTUCATU

**AVALIAÇÃO DA VENTILAÇÃO E INSOLAÇÃO EM EDIFICAÇÕES
NA REGIÃO DE BAURU - SP**

MÔNICA MARIA DONIDA

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agronômicas da UNESP - Campus de Botucatu, para obtenção do título de Mestre em Agronomia - Área de Concentração em Energia na Agricultura.

BOTUCATU-SP
Setembro - 2002

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS
CAMPUS DE BOTUCATU

**AVALIAÇÃO DA VENTILAÇÃO E INSOLAÇÃO EM EDIFICAÇÕES
NA REGIÃO DE BAURU - SP**

MÔNICA MARIA DONIDA

Orientador: **Prof. Dr. Luiz Antonio Targa**

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agronômicas da UNESP - Campus de Botucatu, para obtenção do título de Mestre em Agronomia - Área de Concentração em Energia na Agricultura.

BOTUCATU - SP
Setembro - 2002

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉCNICA DE AQUISIÇÃO E
TRATAMENTO DA INFORMAÇÃO
SERVIÇO TÉCNICO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - FCA
UNESP - LAGEADO - BOTUCATU (SP)

Donida, Mônica Maria, 1967-
D683a Avaliação da ventilação e insolação em edifícios na re-
gião de Bauru - SP / Mônica Maria Donida. -- Botucatu,
[s.n.], 2002
xi, 74 f. : il.

Dissertação (mestrado) -- Universidade Estadual Pau-
lista, Faculdade de Ciências Agrônomicas
Orientador: Luiz Antonio Targa
Inclui bibliografia

1. Habitação popular 2. Construções rurais 3. Confor-
to térmico I. Targa, Luiz Antonio II. Universidade Esta-
dual Paulista "Júlio de Mêsquita Filho" (Campus de Botuca-
tu). Faculdade de Ciências Agrônomicas III. Título

Palavras-chave: Construções; Conforto térmico; Ventilação; Inso-
lação

“O homem nunca cessa de buscar; seja quando é marcado pelo drama da violência, da solidão e da insignificância, seja quando vive na alegria e serenidade, essa busca não cessa jamais”.

João Paulo II

Ofereço esta dissertação a **Cristo**, por tudo que me foi dado, e pelas oportunidades que se abrem, por me acompanhar no caminho.

AGRADECIMENTO

A **TODOS** que direta ou indiretamente ajudaram nesta dissertação, mas em especial:

Ao **Prof. Dr. Luiz Antonio Targa**, pela orientação e incentivo;

Ao **Coordenador, professores e colegas** do Programa de Pós-Graduação Energia na Agricultura da FCA, pela nova visão da arquitetura, acolhendo-me neste trabalho e enriquecendo-me nas diversas áreas de pesquisa;

Ao **Dr. Adriano Wagner Ballarin**, pela acolhida e direcionamento no trabalho;

À **Dra. Maria Aparecida Mourão Brasil**, pela acolhida, carinho, amizade, orientação e ensinamentos, neste momento particular de minha vida;

Ao **Dr. Adilson Renóbio**, pela amizade e ajuda, contribuindo e incentivando para que este objetivo fosse alcançado;

Aos Amigos **Arq. Paulo C. F. Burgo** e **Eng. Ricardo Ramos Rocha**, pela paciência e companheirismo nos momentos de inestimável ajuda com as discussões sobre o desenvolvimento de nossas vidas profissionais;

Aos **professores e funcionários do DAUP** – Departamento de Arquitetura, Urbanismo e Paisagismo da FAAC - UNESP – Bauru, pelo apoio e respeito a este momento;

À **Dra. Maria Solange Gurgel de Castro Fontes**, pela amizade, paciência, e sugestões nesta dissertação;

A **Msc. Vera Maria Junqueira Villela**, pela amizade sempre presente com resignação e respeito, durante o desenvolvimento desta dissertação;

Aos **meus alunos e ex-alunos** dos cursos de arquitetura e urbanismo e artes plásticas da FAAC - UNESP – Bauru, pela descoberta deste novo caminho profissional;

De modo especial aos meus pais, **Odacyr e Mafalda**, bem como aos familiares, por respeitarem o caminho por mim escolhido, privando-se dos particulares e ricos momentos de convívio;

Ao **Vô Pedro**, pela provocação das razões de “Continuar estudando!!”

A todos os meus **familiares e amigos de Botucatu**, não só pela hospedagem, mas principalmente, pelo apoio, respeito e paciência com a correria;

A todos, o meu muito obrigado e que Deus lhes pague.

SUMÁRIO

	Página
LISTA DE QUADROS	IX
LISTA DE FIGURAS	X
RESUMO.....	01
SUMMARY.....	02
1. INTRODUÇÃO	04
2. REVISÃO DA LITERATURA	07
2.1. Arquitetura	07
2.1.1. Arquitetura primitiva	08
2.1.2. Arquitetura vernacular	09
2.1.3. Arquitetura moderna.....	12
2.1.4. Arquitetura bioclimática.....	15
2.2. Conforto do usuário.....	18
2.2.1. No abrigo do animal	26
2.2.1.1. A edificação.....	26
2.2.1.2. Localização e orientação	27
2.2.2. No abrigo do homem	27
2.3. O Clima	29
2.3.1. Generalidades	30
2.3.2. Ventilação.....	30
2.3.2.1. Ventilação e Conforto Higrotérmico	32
2.3.2.2 Ventilação higiênica e térmica	33
2.3.2.3 Mecanismos de ventilação.....	34
2.3.2.3.1 Ventilação artificial ou mecânica.....	36
2.3.3. Considerações sobre Insolação.....	38
2.4. Caracterização do clima de Bauru - SP.....	43
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	47
3.1. Material	47
3.2. Método	48

4. RESULTADO E DISCUSSÃO.....	50
4.1. Ventilação na edificação	50
4.2. Insolação na edificação	57
5. CONCLUSÃO.....	65
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	67

LISTA DE QUADROS

Quadro	Página
1. Relação de temperatura – umidade para conforto humano	21
2. Temperatura equivalente	21
3. Classificação da radiação conforme o comprimento de onda	41

LISTA DE FIGURAS

Figura	Página
1. Habitat troglodítico em cavernas naturais.....	9
2. Casa da aldeia do Perigara, 1971.....	11
3. Edifício estufa	12
4. Pavilhão de Sevilha na Expo - 92	13
5. Edifício do Ministério da Educação – Riscos de Le Corbusier.....	14
6. Exemplo de arquitetura bioclimática.....	16
7. Fluxo de ar no interior do edifício	31
8. Exemplos de ventilações higiênica no inverno e térmica no verão.....	34
9. Ventilação Térmica	35
10. Ventilação Dinâmica	36
11. Sistema de Coordenadas fixado na Terra	39
12. Declinação Solar.....	40
13. Espectro Radiante.....	41
14. Formas de orientação da edificação	42
15. Mapa do Estado de São Paulo	44
16. Implantação do abrigo animal 1	51
17. Fotografia do abrigo animal 1	52
18. Barreiras vegetais contra vento	53
19. Direcionamento da ventilação	54
20. Implantação do abrigo humano 1	55
21. Perspectiva do abrigo humano 1.....	55
22. Direcionamento da ventilação para o interior do edifício	56
23. Elemento vazado no muro, direcionando a ventilação.....	56
24. Posição do Sol no inverno e no verão	57
25. Área de acesso do Sol no inverno.....	58
26. Área de acesso do Sol no verão.....	58
27. Implantação do abrigo animal 2	59

28. Fotografia do abrigo animal 2	60
29. Proteção solar com cobertura vegetal.....	61
30. Isolamento com forro de bambu	61
31. Implantação do abrigo humano 2	62
32. Fotografia do abrigo humano 2	63
33. Proteção solar com pérgula e cobertura vegetal	63
34. Proteção solar com árvore de porte médio	64

RESUMO

O objetivo principal deste trabalho foi o de analisar algumas edificações de abrigos animais e destinadas à habitação popular, tanto no meio rural como no urbano, existentes na região de Bauru – SP, e apresentar sugestões arquitetônicas que sejam tecnicamente viáveis e de baixo custo, de forma a melhorá-las em termos de conforto térmico. Para isso, foi realizado um breve histórico sobre o panorama destas edificações e seu sistema de ventilação e insolação, objetivando torná-las mais confortáveis. Foram propostos, também, dispositivos de proteção solar capazes de reduzir a carga térmica incidente sobre as mesmas bem como o direcionamento do fluxo da ventilação.

EVALUATION OF THE VENTILATION AND INSOLATION IN CONSTRUCTIONS IN
THE BAURU AREA

Dissertação (Mestrado em Agronomia, Energia na Agricultura) – Faculdade de Ciências
Agronômicas. Universidade Estadual Paulista “ Júlio de Mesquita Filho”.

Author: MÔNICA MARIA DONIDA

Adviser: PROF. DR. LUIZ ANTONIO TARGA

SUMMARY

The chief purpose of this study is to analyze some animal shelter structures and the ones designed for public housing, both in the rural and urban areas situated in the region of Bauru – SP. It is also intended to present feasible technical and economic architectonic suggestions with the aim of enhancing their thermal comfort. For this reason a brief report about these structures was carried out and their ventilation and insulation system with view to make them more comfortable. Solar protection devices capable of reducing the heat load, which falls upon them, and the ventilation flux direction, were also presented. Considering the comfort rate differences for each user, anent climatic,

human and architectonic variable, to adjust the thermo regulator of each user. Therefore solutions were proposed to be employed in a simple way, that is, without high-qualified manual work, with available resources to make these solutions both economically and technically feasible for the existing structures.

Key words: Building, thermal comfort, ventilation, insolation.

1. INTRODUÇÃO

O conforto térmico da edificação é um parâmetro bastante importante, que pode contribuir para o bem-estar do usuário e influir diretamente na produtividade do homem ou do animal confinado no abrigo.

O desempenho térmico do abrigo ocorre em função de variáveis climáticas, arquitetônicas e aquelas relativas ao usuário, as quais, interagindo, produzem conforto ou desconforto a este último. As variáveis climáticas são determinadas pela radiação solar, temperatura, vento e umidade, que influenciam no microclima da edificação. Já as variáveis humanas, pelos mecanismos termorreguladores, como as atividades físicas e vestimentas; enquanto as arquitetônicas, pela forma, função e sistemas construtivos.

As edificações, segundo Izard e Guyot (1983), devem utilizar-se das variáveis arquitetônicas de acordo com o clima em que estão inseridas, de maneira que atendam às necessidades básicas de seus usuários. Apesar da simplicidade de algumas construções, elas devem ser capazes de proporcionar àqueles que usufruem, um nível mínimo de conforto ambiental (térmico, lumínico e acústico).

Dentro das variáveis climáticas, a ventilação e a insolação são fatores determinantes no estudo do conforto térmico de uma edificação e merecem muita atenção do projetista.

O clima na região de Bauru – SP tem características que, durante o verão, podem causar certo desconforto térmico no interior das edificações em geral, de tal modo que o uso de condicionamento artificial se faz bastante comum nessa época, muitas vezes como forma de compensar problemas gerados por falhas no projeto arquitetônico da mesma.

O problema do desconforto térmico é particularmente mais agudo nas edificações rurais e populares, para as quais, na maioria das vezes, prioriza-se a redução de custo, desprezando-se outros fatores, principalmente aqueles ligados ao conforto ambiental. O problema é agravado com a dificuldade do usuário de acesso a sistemas de condicionamento artificiais, os quais poderiam minimizar esse problema.

Com a crescente demanda e a falta de investimentos na produção de energia convive-se, com a expectativa como em um passado recente, com metas de consumo, racionamento e cortes de energia elétrica. Por isso, é fundamental que o projeto de edificações contribua para minimizar as características adversas do clima e proporcione o bem-estar térmico dos usuários.

Cabe, então, buscar como alternativa o condicionamento térmico natural dessas edificações, através de soluções arquitetônicas criativas e inteligentes, e que sejam capazes de melhorar esse desempenho. Um sistema de ventilação natural mais eficiente, dispositivos de proteção solar capazes de proteger ambientes, redução de carga térmica

incidente na edificação, uso de materiais, técnicas e sistemas construtivos mais adequados, certamente, poderá contribuir para isso.

Neste trabalho estar-se-á focalizando como os fatores climáticos locais influenciam a insolação e a ventilação nos edifícios estudados.

Sendo assim, este trabalho é uma contribuição sobre o assunto, ao estudar ventilação e insolação na região de Bauru. Para isso, foi realizada uma revisão bibliográfica sobre a insolação e a ventilação, com a análise de influências no conforto térmico das edificações, com o objetivo de minimizar o consumo de energia, através da iluminação e ventilação adequadas aos usos de cada edifício. Considerando o problema de interação do animal com o ambiente, que segundo Aguiar (1999), pode provocar o stress térmico, reduzindo a produção, no meio rural; e a carência habitacional, no ambiente urbano, a proposta deste trabalho é colaborar para a melhoria da qualidade de vida, e procurar dar soluções que possam diminuir o desconforto térmico nessas edificações já existentes, sem, contudo aumentar o consumo de energia.

2. REVISÃO DE LITERATURA

Para o desenvolvimento desta pesquisa abordou-se inicialmente, de forma breve, a evolução da arquitetura, e mais particularmente os conceitos e fatores relativos ao conforto térmico nos abrigos dos homens e animais.

2.1. Arquitetura

Pode-se dizer que o termo arquitetura está relacionado à arte de bem edificar.

A arquitetura evoluiu junto com o desenvolvimento do homem, e com ela, também as edificações.

Diversos autores muito têm contribuído para o desenvolvimento da arquitetura, Zevi (1978). Alguns até definem a arquitetura ou o próprio arquiteto de forma particular:

- *“O arquiteto deve ser um artista, e um técnico bem informado”.*

Le Corbusier

- *“A arquitetura é a arte de construir sob o signo da beleza”.*

Moreux

- *“A arquitetura é como uma grande escultura escavada, em cujo interior o homem penetra e caminha”.*

Bruno Zevi

Assim, pode-se dizer que arquitetura é a arte de edificar para bem morar, trabalhar, estudar e divertir. Para isso, é importante ter o conforto, em seus aspectos acústico, lumínico e térmico, como um elemento fundamental a ser considerado. Como esses aspectos são subjetivos e, portanto, de influência variável, até entre indivíduos de uma mesma espécie, deve ser priorizado, considerando-se a maioria deles.

A arquitetura começou a despontar no Renascimento, e teve um impulso com a Revolução Industrial, a qual contribuiu com novos materiais, equipamentos e métodos construtivos. Mas somente no século XX, com as transformações sociais, econômicas e técnicas, houve uma mudança significativa nas formas da arquitetura.

2.1.1. A Arquitetura Primitiva

A necessidade de proteger-se dos rigores climáticos, acompanha o homem desde a sua origem. Muito antes de dominar a técnica de construção, o homem compensava as diferenças térmicas entre ele e o meio, através da utilização de peles de

animais e buscava refúgio em cavernas naturais, (Figura 1) como os animais, que instintivamente sempre procuraram um abrigo.

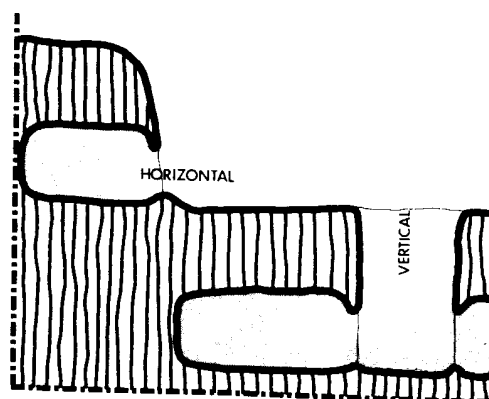


Figura 1: Habitat troglodítico em cavernas naturais

Fonte: Izard e Guyot, (1983)

O termo abrigo, segundo Jacques (2001), vem de ‘apricare’, que significa resguardar-se dos rigores do tempo, proteger-se, pôr-se em um lugar coberto; a idéia de abrigar equivale a de cobrir, de revestir de uma matéria para se proteger, de se esconder ou de se esquentar num interior. Abrigar é criar um interior para nele entrar, é constituir uma delimitação entre exterior e interior.

Essa separação pode existir em diversos níveis, nos animais, iniciando-se com o próprio corpo a ser abrigado, primeiramente os pêlos, depois as cobertas, o abrigo; e nos seres humanos, com sua pele, vestimentas, abrigo, habitação, bairro, cidade.

Isso muda a relação de temporalidade, já que a grande diferença entre abrigar e habitar vem do fato de que abrigar é da ordem do temporário e do provisório, enquanto habitar é da ordem do durável e do permanente. O abrigo é provisório, mesmo que ele deva durar para a eternidade; a habitação, ao contrário, é durável, mesmo que vá

desmorrar amanhã. É essa relação com a temporalidade que faz a diferença. Por exemplo, habitamos nosso corpo em permanência, mas o abrigamos provisoriamente com uma vestimenta. É a diferença entre ser e estar. E, segundo Jacques (2001), como a noção de “se tornar” está ligado ao estado provisório, o abrigo pode vir a se tornar habitação.

A arquitetura começa a se desenvolver depois que o homem domina a agricultura. Fixando-se, assim, na terra, necessitou das primeiras construções para seu próprio abrigo e também para seus animais domesticados.

Com relação aos animais domesticados, produtores de alimentos, a necessidade de dar-lhes condições de conforto, para que haja um ganho em produtividade, faz com que o conceito de abrigar seja entendido como habitabilidade, pois é o homem quem o constrói e adapta às suas necessidades.

2.1.2. Arquitetura Vernacular

Segundo Villela e Moreno (1971), o interesse do homem pela arquitetura anônima é um fenômeno relativamente recente, mas que progrediu muito na década de 60 do século XX, no mundo. Mas particularmente no Brasil, ainda temos muito a descobrir, pois só começamos a nos interessar através de pesquisas que valorizam esta configuração de arquitetura, com a criação de grupos e associações de pesquisa e divulgação de construção com terra e madeira a partir da década de 80 do mesmo século.

As primeiras construções eram intuitivas, construídas sempre de forma artesanal e quase sempre fruto de uma experiência histórica.

A arquitetura que foi desenvolvida empiricamente, hoje é chamada de vernacular. Lemos (1986), a descreve como arquitetura informal ou usualmente doméstica, que está enraizada nas tradições locais e é geralmente produzida por artesão, com pouco ou nenhum treino acadêmico e cuja identidade é desconhecida.

A arquitetura vernacular, de qualquer região, pode ser caracterizada pelo uso de um material particular, facilmente disponível na área, prevalecendo um tipo característico de edifício, quase sempre relacionado com a atividade local dominante ou pelo uso de um estilo próprio, provavelmente resultante desses materiais locais e das técnicas disponíveis. Uma definição abrangente é impossível, pois existe pouca concordância entre os teóricos a respeito de qual seria a qualidade essencial de um trabalho arquitetônico, técnica ou características que podem caracteriza-lo como vernacular.

Por essa razão, a arquitetura vernacular é, às vezes, identificada negativamente, pois ela não está compreendida na atividade dos edifícios que formam parte do valor acadêmico ou do bom gosto da tradição arquitetônica, nos quais os critérios convencionais de estética são usualmente percebidos como impróprio, quando aplicado ao vernacular. Assim, nas regiões onde tais distinções entre dois tipos de tradições são desconhecidas, como a África do Sul do Saara, e grande parte da Ásia, a discussão específica de arquitetura vernacular tem pouco significado.

Pela mesma razão, a identificação e caracterização do vernacular são mais simples na Europa, onde a oposição ao formal ou tradição de auto-estilo é mais proeminente e mais facilmente reconhecível. Na América do Norte, entretanto, a discussão da arquitetura vernacular é necessariamente mais complexa, pois desde as formas vernaculares

aos tipos e técnicas foram introduzidos por diferentes comunidades imigrantes, assim como evoluíram organicamente.

Segundo Lemos (1986), na América Central e do Sul, a assimilação desta técnica, pelas comunidades indígenas é notória. As habitações indígenas são exemplo da arquitetura vernacular brasileira, (Figura 2) dos estilos e técnicas de auto-estilos e dos espanhóis e portugueses “e especialmente religiosa” a arquitetura pode ela mesmo ser dita para constituir uma distinta, talvez altamente não usual tradição vernacular. Nas terras islâmicas, por outro lado, é mais natural identificar a tradição vernacular rica e variada de grande parte dos edifícios domésticos que existiram juntamente com a arquitetura religiosa islâmica.



Figura 2: Casa da aldeia do Perigara, 1971.
Fonte: Novaes (1983)

2.1.3. Arquitetura Moderna

O modelo tecnológico parece ter deixado de lado o conforto ambiental. Foi neste período que o arquiteto francês, Mies Van Der Rohe, criou a técnica do aço e do vidro, conhecida hoje como fachadas de vidro, que foram reproduzidas no mundo todo como símbolo de poder e ficaram conhecidas como Edifício Estufa, (Figura 3).

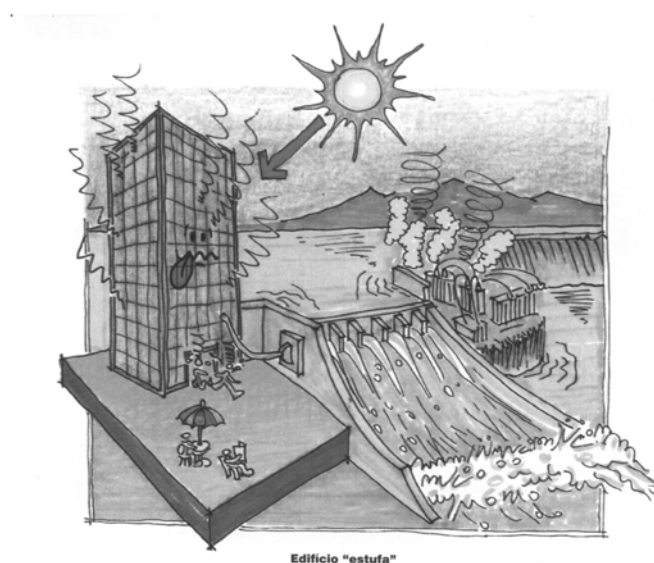


Figura 3: Edifício Estufa

Fonte: Lamberts, et al., (1997)

Um dos grandes problemas da arquitetura moderna, caracterizada pelo uso de grandes painéis de vidro em substituição aos fechamentos de alvenaria, é a necessidade do emprego de processos artificiais para a sua climatização. Isso ocorre devido ao desconforto gerado pelo efeito estufa no interior dos edifícios, causado por esses painéis. O uso de equipamentos de climatização artificial, entre outros inconvenientes, implica em um elevado consumo energético, cujo custo é crescente, em virtude da escassez cada vez maior de energia.

A crise energética da década de 70, e a explosão demográfica das décadas de 80 e 90, já haviam exigido um incremento na produção de energia, o que foi parcialmente conseguido através da construção de grandes usinas hidrelétricas, uma vez que o potencial hídrico nacional favorecia esta maneira de produção. Entretanto isso acabou provocando grandes impactos ambientais. Atualmente, a crise se agravou e houve necessidade de racionamento de energia.

Preocupados com esses problemas, alguns arquitetos têm procurado soluções criativas para minimizar as deficiências térmicas das edificações. Como exemplo desse esforço, pode-se citar o Arquiteto Nicholas Grimshaw, Meyhöfer (1994), que usou no Pavilhão de Sevilha para a EXPO 92, (Figura 4) uma cascata, ventilação na cobertura, protetores solares, além de outros elementos arquitetônicos e materiais apropriados, de forma a obter uma redução de setenta e cinco por cento da energia que seria necessária, se fosse climatizado de maneira totalmente artificial.

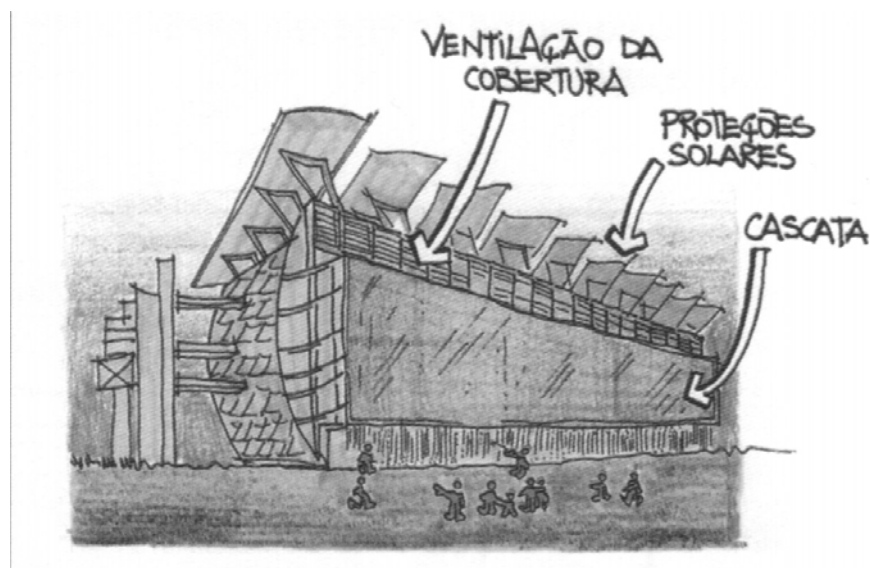


Figura 4: Pavilhão de Sevilha na Expo - 92

Fonte: Lamberts, et al., (1997).

No Brasil, muitas vezes a arquitetura moderna levou em consideração as características de nosso clima, e valorizou materiais e sistemas de ventilação e de proteção solar, tais como os elementos vazados, quebra-sois, conhecidos como brises e treliçados, como no edifício do Ministério da Educação, (Figura 5) na cidade do Rio Janeiro.

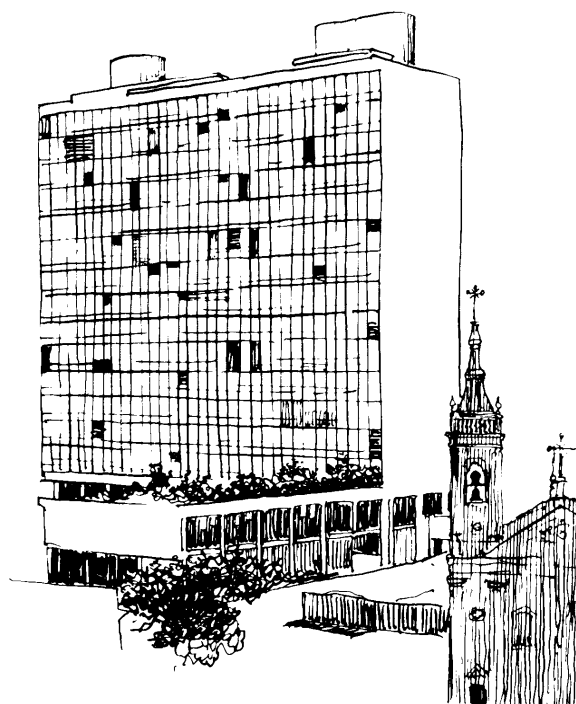


Figura 5: Edifício do Ministério da Educação - Riscos de Le Corbusier.

Fonte: Carvalho (19--)

Hoje, com a crescente demanda e a carência de investimentos na produção de energia, estamos convivendo com metas de consumo, racionamento e cortes no fornecimento de energia elétrica, fatos que sinalizam para a arquitetura bioclimática, caracterizada pelo uso de técnicas que privilegiam, entre outros, o condicionamento térmico natural da edificação.

2.1.4. Arquitetura Bioclimática

A arquitetura bioclimática, em geral, é uma arquitetura pensada em função do clima do lugar (com ênfase ao aproveitamento da energia do sol e do vento), da vegetação e da topografia, entre outros elementos, e com um desenho que permite tirar proveito das condições naturais do lugar, estabelecendo condições adequadas de conforto físico e mental dentro do espaço físico em que se desenvolve.

O modelo tecnológico de industrialização implantado na construção civil no Brasil, a partir da década de 70 do século XX, desconsiderou todo o potencial de recursos naturais existentes, e pior, introduziu sérios preconceitos em relação à nossa arquitetura tradicional, em madeira, terra e utilização de materiais alternativos nas obras em geral, mas principalmente nas edificações mais simples.

Assim, como a ecologia, a arquitetura bioclimática está prosperando, como uma das formas de contribuição para a preservação ambiental. Ela procura fazer uso de recursos naturais através do emprego de técnicas e materiais que conduzam a uma resposta térmica adequada da edificação.

Lamberts et al. (1997) definem arquitetura bioclimática ou arquitetura adaptada ao clima, como aquela em que a qualidade ambiental e a eficiência energética são obtidas mediante o aproveitamento racional dos recursos naturais, de modo a contribuir com o equilíbrio do ecossistema que está inserido. Suas principais características são:

- Adequação do espaço construído ao meio bioclimático e as necessidades humanas;
- Racionalização do consumo de energia;

- Obtenção do conforto ambiental mediante o uso otimizado de recursos renováveis.

Engloba vários conceitos, e pode ser definida como forma de reunir soluções de desenho, com a intenção de criar um nível satisfatório de conforto em um determinado edifício, mas com baixo consumo de energia.

Os procedimentos desta arquitetura baseiam-se na técnica do condicionamento térmico natural, que estuda os métodos para que todo o espaço habitado apresente as condições térmicas exigidas pelos seres vivos, sem recorrer a nenhum outro tipo de energia.

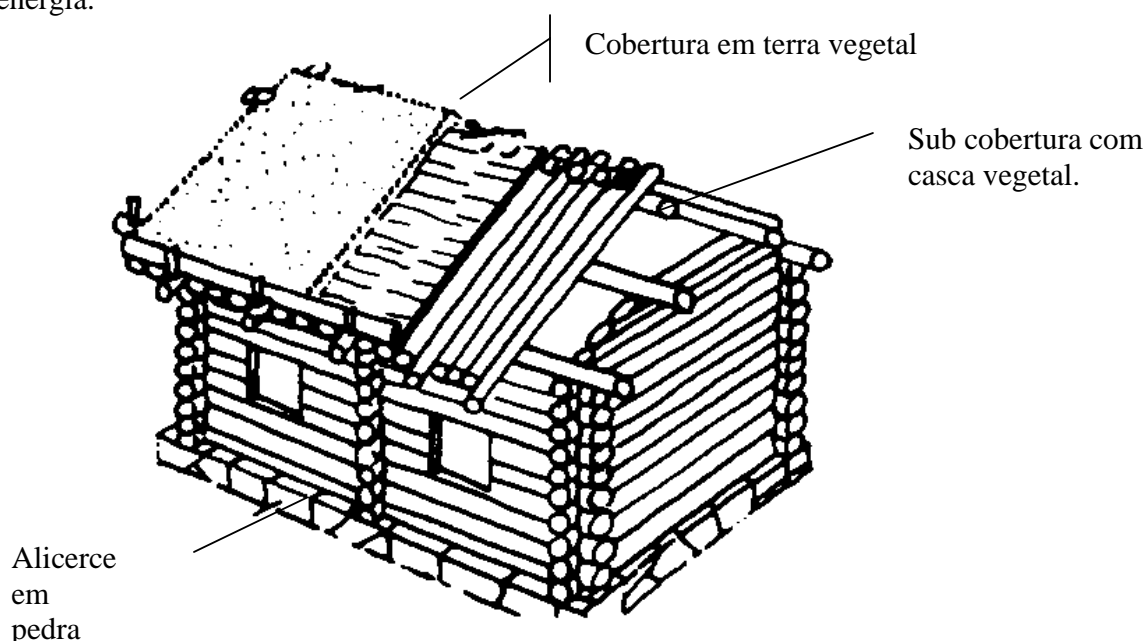


Figura 6: Exemplo de Arquitetura bioclimática

Fonte: adaptado de Neufert (1981)

Os elementos principais dessa técnica são o meio, o ser vivo e envolvente do edifício, como paredes e coberturas, (Figura 6). A inter-relação dos mesmos é regida pela transmissão de calor. Uma das funções dos envolventes é controlar as variações físicas e químicas do meio, através de intercâmbios térmicos, que devem ser compreendidos, a

fim de ajudar na adoção da forma, orientação, materiais de construção, dimensões das janelas e portas, bem como o tipo de cobertura, ajudando, assim, nas recomendações projetuais.

De acordo com Machado (1986) dispõem-se de alguns critérios gerais para uma abordagem bioclimática;

- a) Regiões de estações quentes e desérticas.

Os edifícios devem ter soluções arquitetônicas mais rígidas que evitam o calor, minimizam e eliminam a incidência solar direta sobre as superfícies expostas. O controle da ventilação natural varia conforme a umidade do ar.

- b) Regiões que combinam estações quentes e frias, com grandes amplitudes térmicas.

Edifícios com soluções flexíveis, adaptáveis às variações climáticas, no frio otimizando a radiação solar, através de uma correta orientação, evitando perdas por deficiência de isolamento térmico; e no calor, evitando a radiação solar e intensificando a ventilação natural.

- c) Faixas polares, onde o frio é constante.

As soluções arquitetônicas são mais rígidas, e devem combinar ganhos por radiação solar, evitando perdas por ventilação ou isolamento deficitário.

Na concepção bioclimática, os métodos de idealização e técnicas de construção, distintas das que hoje são utilizadas, envolvem, segundo Pietrobon (1989), três níveis de atuação: a captação energética, o controle energético e a defesa energética.

Uma boa arquitetura bioclimática é aquela que permite que o edifício se beneficie com variações mínimas de temperatura no seu interior, ainda que as variações exteriores sejam amplas, sem os recursos de ventilação forçada. Para Izard e Guyot (1983), a arquitetura solar bioclimática faz um intermediário entre o clima exterior e interior.

As novas exigências de compreensão das respostas do usuário aos aspectos ambientais, ampliaram as perspectivas dos métodos avaliativos. Viana (1991) propõe avaliações que busquem o porquê dos vários comportamentos detectados no ambiente, ou intermedializem formas diferenciadas de serem conferidas qualidades aos produtos e sistemas em uso. Neste sentido, Lee (1977) enfatiza que os estudos de compatibilidade ampliaram seu conceito e uso.

Assim, o exercício da arquitetura bioclimática permite reconciliar a forma, o material e a energia, integrando todos estes parâmetros com a ajuda de instrumentos para saber as características do clima local, as exigências de conforto térmico dos usuários nas condições climáticas as quais estão expostas e as características de desempenho do ambiente.

Na era do meio ambiente e da ecologia, a arquitetura bioclimática também está em grande evidência, sendo que uma das qualidades da arquitetura é o belo, aquilo que nos faz sentir bem, o conforto nos edifícios é fundamental para o aumento da produtividade dos usuários.

2.2. Conforto do usuário

Os requisitos de conforto podem ser verificados através do comportamento do usuário frente às características do ambiente construído. Para tanto, é necessário apoiar-se em métodos de avaliação que permitam, dentre as condições teóricas existentes, subsidiar a análise, tanto do comportamento do usuário, como do desempenho das condições do ambiente em uso.

O conforto do usuário é o somatório dos confortos acústico, lumínico e térmico, e suas implicações no ambiente. A sensação de temperatura que o corpo humano experimenta é freqüentemente afetada por vários fatores.

O corpo humano, assim como dos animais homeotérmicos, funciona de maneira semelhante a uma máquina térmica que constantemente troca calor com o ambiente para manter sua temperatura dentro de uma faixa estreita. Assim, qualquer fator que interfira nessa troca, afeta sua sensação de conforto. Além da temperatura do ar, outros fatores significativos que afetam o conforto térmico são: umidade relativa do ar, vento e radiação solar.

Segundo os dados obtidos de Grimm (2002), o índice de temperatura-umidade (ITU) é um avaliador do conforto humano para o verão, baseado em condições de temperatura e umidade.

$$ITU = T - 0,55 (1 - UR)(T - 14) \dots\dots\dots(1)$$

onde:

T: temperatura do ar, °C;

UR: umidade relativa do ar, decimal.

Como a evaporação é um processo de resfriamento, o suor é uma maneira natural de regular a temperatura do corpo. Quando o ar está muito úmido, contudo, a perda de calor por evaporação é reduzida. Por isso, um dia quente e úmido parecerá mais quente e desconfortável que um dia quente e seco. Valores de ITU acima de 25 indicam que a maior parte dos humanos se sentirá desconfortável, enquanto valores entre 15 e 20 são aceitos, pela maioria, como confortáveis.

No inverno, o desconforto humano com o frio é aumentado pelo vento, que afeta a sensação de temperatura. O vento não apenas aumenta o resfriamento por evaporação, devido ao aumento da taxa de evaporação, mas também aumenta a taxa de perda de calor sensível (efeito combinado de condução e convecção) devido à constante troca do ar aquecido junto ao corpo por ar frio. Por exemplo, quando a temperatura é -8°C e a velocidade do vento é 30Km/h , a sensação de temperatura seria aproximadamente -25°C . A temperatura equivalente "wind chill" ou índice "wind chill" ilustra os efeitos do vento.

Temperatura		Umidade Relativa (%)									
$^{\circ}\text{F}$	$^{\circ}\text{C}$	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
70	21,1	64	64	65	66	66	67	68	68	69	70
75	23,9	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75
80	26,7	69	70	71	72	73	75	76	77	78	80
85	29,4	71	73	74	76	77	79	80	82	83	85
90	32,2	74	75	77	79	81	82	84	86	88	90
95	35,0	76	78	80	82	84	86	88	90	92	95
100	37,8	79	81	83	86	88	90	93	95	97	100
105	40,6	82	84	87	89	92	95	97	100	102	105

Legenda	
	<i>Sensação de frio</i>
	<i>Nenhum desconforto</i>
	<i>Pequeno desconforto</i>
	<i>Desconforto considerável</i>
	<i>Grande desconforto</i>
	<i>Máximo desconforto</i>

Quadro 1 – Relação de Temperatura-Umidade para conforto humano

Fonte: Grimm (2002)

No Quadro 1, são apontados os ITU (índice de temperatura-umidade), para humanos, calculados com temperaturas em grau Fahrenheit e Celsius.

		Velocidade do Vento (km/h)										
		6	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
Temperatura Real (oC)	20	20	18	16	14	13	13	12	12	12	12	12
	16	16	14	11	9	7	7	6	6	5	5	5
	12	12	9	5	3	1	0	0	-1	-1	-1	-1
	8	8	5	0	-3	-5	-6	-7	-7	-8	-8	-8
	4	4	0	-5	-8	-11	-12	-13	-14	-14	-14	-14
	0	0	-4	-10	-14	-17	-18	-19	-20	-21	-21	-21
	-4	-4	-8	-15	-20	-23	-25	-26	-27	-27	-27	-27
	-8	-8	-13	-21	-25	-29	-31	-32	-33	-34	-34	-34
	-12	-12	-17	-26	-31	-35	-37	-39	-40	-40	-40	-40
	-16	-16	-22	-31	-37	-41	-43	-45	-46	-47	-47	-47
	-20	-20	-26	-36	-43	-47	-49	-51	-52	-53	-53	-53

Quadro 2 - Temperatura equivalente

Fonte: Grimm (2002)

Examinando o Quadro 2, nota-se que o efeito de resfriamento do vento aumenta quando a velocidade do vento aumenta e a temperatura diminui. Portanto, o índice "wind chill" é mais importante no inverno. No exemplo acima, não se deve imaginar que a temperatura da pele realmente desça a -25°C . Através da transferência de calor sensível, a temperatura da pele não poderia descer abaixo de -8°C , que é a temperatura do ar nesse exemplo. O que se pode concluir é que as partes expostas do corpo perdem calor a uma taxa equivalente a condições induzidas por ventos calmos com -25°C .

Deve-se lembrar que, no inverno, além do vento, outros fatores podem influir no conforto térmico dos seres, como umidade e aquecimento ou resfriamento radiativo, fortemente influenciado pelas nossas edificações.

A definição da norma ASHRAE (American Society of Heating, refrigeration and Air-Conditioning Engineers) 55-64, diz que: "o conforto térmico é um estado de espírito que reflete satisfação com o ambiente térmico que envolve a pessoa". Nesse sentido, o desempenho durante qualquer tipo de atividade deverá ser otimizado, desde que o ambiente ofereça condições de conforto.

Segundo Marta (1993), numa edificação quase sempre existe uma diferença de temperatura entre duas regiões do espaço. Esta tende a desaparecer, espontaneamente, pela transferência de calor de uma região para outra. As paredes externas da edificação possuem o papel regulador dessa troca de calor entre o ambiente interior e exterior.

Costa (1982) analisou o conjunto de fenômenos que caracterizam essa passagem de transmissão de calor, a qual pode efetuar-se de três maneiras distintas,

designadas como condução, convecção e radiação, obedecendo, cada uma dessas formas, a leis próprias, embora admitindo em comum as seguintes características:

1. necessidade de uma diferença de temperatura entre duas regiões;
2. o fluxo térmico sempre se verifica no sentido das temperaturas decrescentes.

O homem, segundo Frota e Shiffer (1995), deve liberar calor suficiente para que sua temperatura interna se mantenha na ordem de 37°C. Já para as aves, segundo Oliveira (2001), a temperatura oscila dentro de um estreito limite em torno de 41°C.

Entretanto, não há concordância absoluta entre alguns autores, quanto ao limite de termoneutralidade para os bovinos de origem europeia. Segundo Rhoad (1936), a temperatura confortável varia entre 11 a 23°C e para as vacas em lactação, segundo Johnson e Vanjonack (1976), a zona de termoneutralidade varia, em geral, entre 17 e 21°C, dependendo da raça, grau de aclimação, produção de leite e ingestão de alimentos.

Para Hahn (1981), a amplitude é um pouco maior, de 4° a 24 °C, com umidade relativa simultânea menor que 75%, referindo-se que amplitude deve ser deslocada para baixo em pelo menos 3° C, quando as cargas de calor radiante são altas. De acordo com Shearer e Beede (1990), a zona de conforto térmico de vacas holandesas, em lactação, varia de 5° a 25° C, enquanto para Huber (1990) a variação é de 4° a 26° C.

Quando as trocas de calor entre os seres vivos e o meio ocorrem sem maior esforço, a sensação de conforto térmico e sua capacidade de trabalho, sobre este ponto de vista, é máxima. Se as condições térmicas ambientais causam sensação de calor ou frio, é devido ao organismo estar perdendo mais ou menos calor que o necessário para a manutenção da homotermia, a qual passa a ser conseguida por um esforço adicional que sempre representa

sobrecarga, com queda do rendimento no trabalho, até o limite, sob condições de rigor excepcionais, perda total de capacidade de realização de trabalho e ou problemas de saúde que podem chegar a óbito, principalmente nos animais, que além de ter um estreito limite para o conforto térmico, não possui vestimentas como os seres humanos, que facilita a adaptação ao clima.

Mesmo assim, Frota e Shiffer (1995) observaram que o conforto térmico é um conceito subjetivo, portanto em um determinado ambiente, pode propiciar um adequado conforto a uma pessoa, porém o mesmo pode causar um certo desconforto, com uma sensação de frio ou calor, a outra. Por isso, o estudo que envolve o conforto térmico, deve-se preocupar em obter condições ambientais que propiciem neutralidade ao maior número de seres possíveis.

Para os seres humanos, alguns parâmetros podem ser citados, quando se trata de conforto térmico, dentre os quais, a atividade associada à produção de energia no interior do corpo humano, resistência térmica da roupa, temperatura do ar ambiente, temperatura radiante média do meio ambiente, velocidade relativa do ar e pressão parcial do vapor d'água do ar ambiente.

Para os animais, deve-se procurar, de forma geral, considerar alguns aspectos importantes na construção de seus abrigos, tais como a localização, orientação e sua forma geométrica, os quais também devem atender às necessidades particulares de cada animal quanto ao espaço, aspectos nutricionais, fisiológicos e sociais; suas exigências quanto ao microclima e aos parâmetros associados a ele, de forma que a produção proporcione lucro compatível com o investimento realizado.

O corpo de um animal, assim como do ser humano, é um sistema termodinâmico aberto, com geração interna de energia, interagindo termicamente com o meio que o circunda. Essa interação pode e realiza-se através das leis físicas da transmissão de calor, seja por radiação, condução ou convecção.

Segundo Viana (1991), como o calor flui só em uma direção, ao estar um corpo quente colocado no ar frio, gera-se um fluxo de troca de calor por convecção do corpo de maior temperatura para o de menor temperatura. O ar em contato com o corpo vai-se aquecendo com esse fluxo e expandindo-se, diminuindo sua densidade, e é substituído pelo ar frio, produzindo uma corrente convectiva.

A irradiação também pode fazer com que o corpo ganhe ou perca calor. A pele é um bom irradiador, e por ser uma superfície não refletante da radiação térmica, absorve parte da energia que incide sobre ela, aquecendo-se facilmente e emitindo mais energia radiante que objetos polidos.

Do mesmo modo que os corpos, os fechamentos de uma edificação (paredes), possuem características de perdas e ganhos de calor, podendo tanto emitir radiações térmicas, como também retê-las, as quais, quando absorvidas ou não, conferem aos seus usuários maior ou menor índice de conforto térmico.

Através de um projeto arquitetônico em que leve em consideração esse fator pode-se chegar a um abrigo, que além de racional e funcional, traga estímulos biológicos e até mesmo psicológicos, como retrata Tuan (1980), conceituando o comportamento como maneira através da qual o indivíduo responde ao seu ambiente, resumida na percepção de importância que nele coloca. Ao diferenciar atitudes, capacidades sensitivas e percepção, enfatiza o comportamento como algumas atividades dirigidas por valores culturais.

Para estabelecer parâmetros relativos às condições térmicas, requer incorporar, além das variáveis climáticas, as temperaturas das superfícies presentes no ambiente, além de relacioná-las aos materiais de construção, a fim de chegar na racionalização do uso de energia, evitando ou reduzindo os sistemas de condicionamento artificial de ar, quer seja, para refrigerar ou aquecer os ambientes.

Os controles térmicos naturais propiciam a redução de excesso de calor resultante no interior do edifício, minimizando os efeitos de clima excessivamente quentes.

O conhecimento do clima, aliado ao dos mecanismos de trocas de calor e do comportamento térmico dos materiais, incorporando os dados relativos ao meio ambiente externo de modo a aproveitar o que o clima apresenta de positivo, amenizará seus aspectos negativos.

2.2.1. No Abrigo do Animal

2.2.1.1. A edificação

Para Marta (1991), as edificações destinadas a abrigos para animais têm a função principal de regular as condições ambientais de forma a proporcionar a eles condições de equilíbrio fisiológico.

Nããs (1986) afirma que para essa proteção ser efetiva em termos de produção animal, faz-se necessária a interação animal, clima e edificação. Para a autora, no balanço térmico de uma edificação, devem ser levados em consideração os calores produzidos dentro da estrutura, bem como aquele proveniente da incidência da radiação solar, principalmente na cobertura.

Um sistema construtivo adequado proporciona condições de controle dos fatores climáticos que mais interferem no conforto térmico dos usuários destas edificações.

2.2.1.2. Localização e orientação

Peixoto (1987) sugere que deve ser dada preferência a terrenos de solo seco e bem drenados, com pequena declividade (2% a 4%).

Silva (1990) afirma que a orientação das construções é um fato relacionado ao clima do local. Em alojamentos abertos, num clima frio, essa preocupação é ainda maior, porque além de permitir a máxima insolação no inverno, garante a proteção contra os ventos dominantes e frios. Em regiões tropicais e subtropicais, a grande ênfase está na cobertura, comumente, com seu eixo longitudinal na direção leste-oeste para proporcionar maior área sombreada, possibilitando a exposição de maior número de animais a um ambiente mais confortável. Conclui, afirmando que a temperatura ambiente, sob uma cobertura com orientação leste – oeste é menor que sob orientação norte-sul, porque o seu interior se encontra sombreado.

2.2.2. No abrigo do homem

Para minimizar o problema do déficit habitacional no país, que hoje é de mais de seis milhões de habitações populares, sem contar com os loteamentos irregulares ou favelas, têm surgido vários projetos na busca de soluções, principalmente no incentivo à iniciativa individual, via abertura de linhas de crédito, por parte do governo federal. Como ressalta Donida et al. (2001), na experiência do município de Bauru, no intuito de ajudar a

população de baixa renda a construir com orientação profissional, os projetos são personalizados e de acordo com as condições de localização do terreno.

Estimativas do IBGE (2002) (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística) mostram o Brasil com cerca de 39 milhões de famílias, sendo que, desse total, 27 milhões residem em moradias adequadas, construídas em loteamentos regulares, com redes de água e esgoto. Para o restante, seria necessário o financiamento de áreas urbanas com benefícios que incluiriam infra-estrutura de loteamentos e onde as pessoas pudessem construir suas casas, estimulando a ocupação de áreas ociosas.

Além disso, deve-se estudar sistemas construtivos mais adequados que os atuais, buscando além do baixo custo, qualidade para essas habitações. Alguns núcleos de pesquisa já desenvolvem estudos nesse sentido, tais como Ghab – Grupo de Pesquisas em Habitação, grupo de pesquisa da Escola de Engenharia de São Carlos (EESC) da Universidade de São Paulo–USP, ligado ao Departamento de Arquitetura e Urbanismo (SAP), ao Laboratório de Madeiras e Estruturas de Madeira (LaMEM) e à Universidade Federal de São Carlos–UFSCar, cujo histórico é marcado por pesquisas e realizações em diversas localidades do Brasil. Seus trabalhos, situados basicamente no campo da habitação social, têm como objetivo o estudo e a produção de soluções espaciais e tecnológicas, alternativas àquelas comumente utilizadas no projeto da habitação social brasileira, incluindo materiais presentes de longa data em nosso universo construtivo, mesmo que, no entanto, ainda alternativos em nossa cultura, como a madeira e a terra crua.

O InfoHab – Centro de Referência e Informação em Habitação, um projeto liderado pela ANTAC –Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, com o apoio de sete universidades, UFF – Universidade Federal Fluminense, UFRJ –

Universidade Federal Rio de Janeiro, UFRGS – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, UFSCar – Universidade Federal de São Carlos, UFBA – Universidade Federal da Bahia, UFSC – Universidade Federal Santa Catarina e USP – Universidade de São Paulo, voltado para a difusão da produção técnica nacional na área do Ambiente Construído, tem como objetivo disponibilizar uma base de dados permanente e atualizada com referências e, sempre que autorizado, o texto completo de trabalhos, estudos e pesquisas na área do Ambiente Construído, estimulando a interação dos diferentes grupos técnicos acadêmicos entre si e com as empresas do setor da construção.

2.3. O clima

O nível de desempenho de um abrigo, em termos de saúde e conforto, ou seja, o seu nível de habitabilidade, será o resultado direto do comportamento da edificação face aos fatores climáticos.

Uma edificação erigida em um determinado local, deverá promover a seleção e correção dos fatores climáticos locais, gerando um abrigo com determinado nível de desempenho.

A diversidade de interferências que envolvem o estudo do clima e seus desdobramentos à adaptação do ser vivo, obrigou-nos a delimitar a sua abrangência, e neste sentido, é feita a apresentação dos fatores climáticos globais, ou seja, aquelas dos quais se originam todas as características climáticas particulares.

2.3.1. Generalidades

Romero (1988), assegura que é importante saber que o clima é resultante da interação entre fatores geomorfológicos e espaciais, como o sol, latitude, altitude, ventos, massa de água e terra, vegetação etc., com os fatores que caracterizam como temperatura do ar, umidade do ar, precipitação.

Os fatores climáticos globais, que condicionam, determinam e dão origem ao clima, são radiação solar, latitude, longitude e altitude, ventos e massa de água e terra.

2.3.2. Ventilação

A ventilação é um processo de renovação de ar de um recinto, capaz, dentro de certos limites, de controlar sua temperatura e a umidade e proporcionar uma qualidade de ar adequada às necessidades fisiológicas do usuário desse recinto.

Para a ventilação, segundo Toledo (1999), as mais favoráveis são as que permitem a entrada do ar exterior por abertura inferior e a saída do ar interior por abertura superior (Figura 7). Isso, porque o ar se torna menos denso ao aquecer-se. Por isso, o ar quente sobe numa atmosfera de ar frio, e o ar frio desce numa atmosfera de ar quente. Entre as duas correntes, encontra-se o plano de equilíbrio (zona neutra), aproximadamente, no meio da distância, entre as aberturas de entrada e saída de ar.

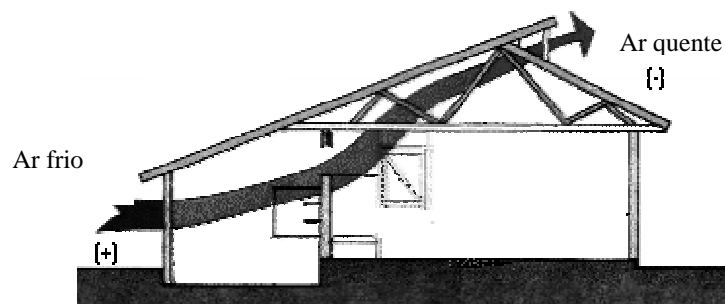


Figura 7: Fluxo de ar no interior do edifício.

Em regiões quentes, o movimento do ar é muito importante para o bem estar. Este benefício se estende a todos os elementos que compõem o espaço interior, como fechamentos e os móveis, que são sempre depósitos de calor. Com a ventilação, procura-se sua eliminação, diminuindo a temperatura superficial.

Para Rivero (1985), este processo requer grandes quantidades de ar. Como exemplo, mostra que necessita de 460m³ de ar a 20°C para diminuir 1°C da temperatura de uma parede de 40 m² de fechamentos de tijolos, com espessura média de 7,5cm.

Nããs (1986) afirma que a renovação de ar pode ocasionar ganho ou perda de calor. Sugere que a carga térmica transferida pela ventilação seja calculada por:

$$Q_{\text{vent.}} = 0,26 N.V. (t_i - t_e) \dots \dots \dots (2)$$

Onde:

$Q_{\text{vent.}}$ = carga térmica da ventilação, em W/h,

Calor específico do ar = 0,26W/m³. °C,

N = número de renovação por hora,

t_i = temperatura interna, em °C

t_e = temperatura externa, em °C

$V =$ volume do recinto, em m^3

A ventilação, afirma Fontes (2000), influencia o desempenho térmico dos espaços construídos e constitui um recurso respeitável da arquitetura bioclimática. O projeto de ventilação favorece o conforto para o usuário, otimizando o uso de energia na edificação e acelera ou não as trocas térmicas entre o ser vivo - meio e a envolvente e o meio, tendo como finalidade controlar a pureza do ar.

A seriedade desses efeitos depende das características de cada região e estação, tipo de atividade desenvolvida e número de ocupantes no ambiente.

2.3.2.1. Ventilação e conforto higrotérmico

A principal função da ventilação, segundo Toledo (1999), é o conforto higrotérmico dos usuários. A ventilação influencia o desempenho térmico dos espaços construídos e constitui uma exigência, sob o aspecto qualitativo, de resfriar o ambiente e facilitar as trocas térmicas, e sob o aspecto quantitativo, de garantir uma vazão de ar mínima, de tal forma que remova o excesso de calor, com uma velocidade de ar conveniente para provocar sensação de refrescamento.

É importante ressaltar que isolamento térmico, pulverização de água, ou mesmo vegetação em cima das coberturas têm por finalidade impedir o aquecimento do ar interno, e não substitui a ventilação, no máximo melhora os seus efeitos.

2.3.2.2. Ventilações Higiênica e Térmica

Segundo Rivero (1985), muitas das atividades realizadas pelo homem produzem alterações na composição do ar que o envolve, afastando-a daquela que sua constituição biológica necessita.

Marta (1991), afirma que o confinamento de animais tende a reduzir o nível de oxigênio do ar no abrigo e aumentar o de dióxido de carbono, vapor e outros gases (como a amônia), poeira de ração e “cama”. Com o objetivo de manter um ambiente adequado, deve-se garantir a entrada de ar em volume suficiente, a fim de que possa remover os gases tóxicos para os animais e proporcionar simultaneamente um resfriamento do ambiente em regiões quentes.

Evidentemente, isso também ocorre nos abrigos de animais confinados, como já citado anteriormente, o que obriga a garantia de entrada de ar suficiente para remover vapores de água e gases em geral, para permitir um ambiente saudável e confortável ao animal.

Ainda citado por Rivero (1985), os dois tipos de ventilação, por exigências higiênicas e térmicas, obedecem a necessidades diferentes, já que a primeira tem caráter permanente e deve ser satisfeita a qualquer época do ano, enquanto que a segunda só importa quando o microclima interno é quente e o ar exterior tem uma temperatura menor que a interior.

O posicionamento das aberturas em lados opostos da edificação e em cotas diferentes, com o emprego de dispositivos de controle, produz uma ventilação cruzada, mais eficiente e dirigível (Figura 8).

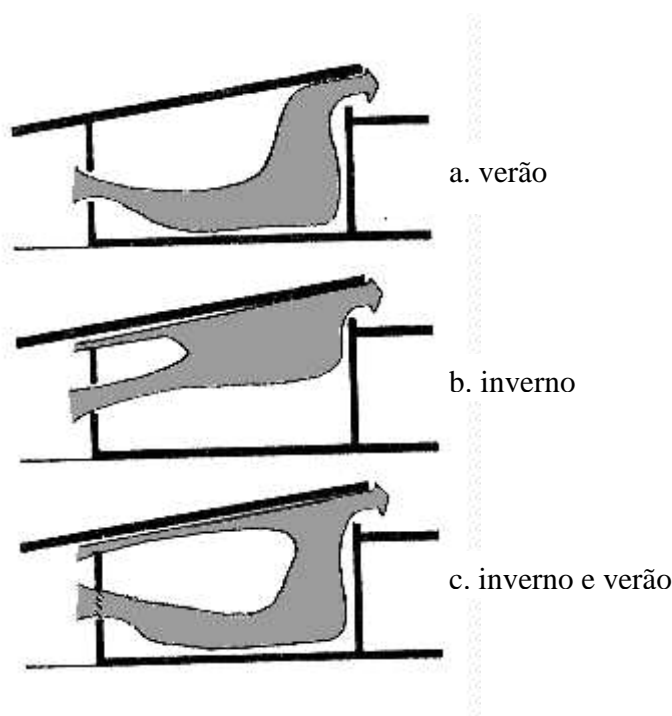


Figura 8: Exemplos de ventilações higiênica no inverno e térmica no verão

2.3.2.3. Mecanismos de ventilação

Há duas formas de ventilar e se classificam, a origem da energia utilizada para deslocar a massa de ar, em natural e artificial. Segundo Rivero (1985), a ventilação natural é originada pelas diferenças das pressões causadas pela ação dinâmica do vento ou pelas temperaturas diferentes dos meios; e a ventilação artificial, produzida por equipamentos que requerem algum tipo de energia.

A ventilação natural pode ser térmica ou dinâmica. A ventilação térmica é baseada na diferença de temperatura do ar interno e externo que origina pressões diferentes, provocando deslocamento da massa de ar da zona de maior para a de menor

pressão. Desta forma, a existência de aberturas em diferentes alturas, contribui para o estabelecimento de uma circulação de ar de uma até a outra, conhecido como efeito chaminé. A velocidade do ar depende, entre outras coisas, da diferença entre as alturas dos vãos (Figura 9).

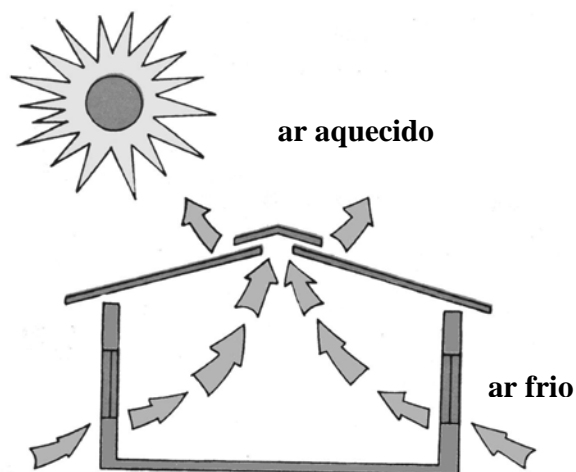


Figura 9: Ventilação térmica.

A ventilação dinâmica é causada pelas pressões e depressões que são geradas nos volumes como consequência da ação mecânica dos ventos. Assim, (Figura 10) deve-se colocar aberturas para a entrada de ar em paredes submetidas a pressões positivas do vento e aberturas para a saída do ar em paredes submetidas a pressões negativas (sucção).

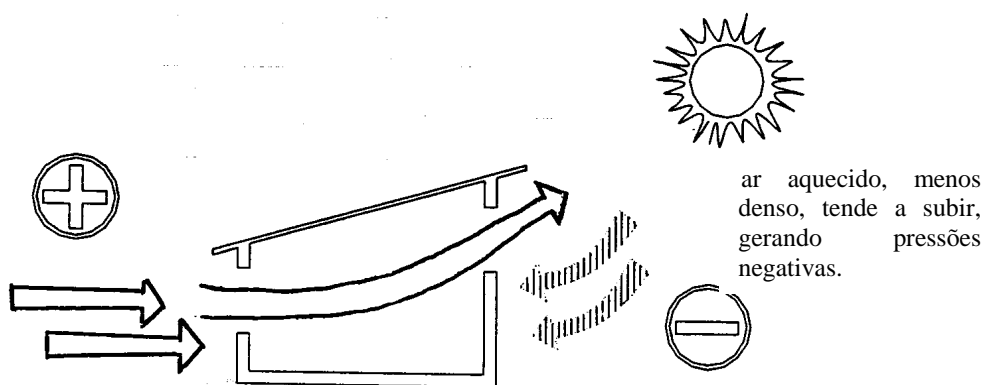


Figura 10: Ventilação dinâmica

Fonte: Fontes - 2000

Segundo Silva (1979), na prática, as pressões geradas pelo vento e pela diferença de temperatura entre o interior e o exterior atuarão ao mesmo tempo, e o fluxo efetivo de ar será resultante de uma combinação entre essas pressões atuantes. Entretanto, o autor considera desprezível o erro cometido quando se toma o maior dos valores estimados, ou para o efeito do vento ou para o efeito térmico (efeito chaminé).

A ventilação natural, para ser eficiente, necessita de condições climáticas adequadas e dispositivos de ventilação eficiente e controláveis, de forma a permitir e direcionar o fluxo de ar com o uso de janelas, elementos vazados e até mesmo captadores de vento.

2.3.2.3.2. Ventilação Artificial ou Mecânica

Em determinadas condições climáticas, em climas quentes e úmidos, o uso do ar condicionado é fundamental para garantir o conforto térmico dos usuários. Para isso,

deve-se proporcionar a estanqueidade dos ambientes, para evitar a infiltração do ar exterior, optar por aparelhos eficientes e proteger da radiação solar.

Já em climas frios, o aquecimento artificial também é de fundamental importância, porém é aconselhável quando a temperatura exterior não ultrapassar os 10,5 °C, sendo necessário um bom isolamento térmico dos fechamentos, evitando a ventilação e a infiltração do ar externo, adotar vidros duplos e construir paredes com materiais de baixa condutibilidade térmica.

Há décadas, esta questão de qualidade do ar interno é um tema importante. Mas foi a partir dos anos 70 do século XX, que o tema ganhou contornos mais relevantes, principalmente pelo crescimento da automação dos escritórios. Por outro lado, segundo Leite (2001), utilizam-se cada vez mais materiais plásticos, feitos a partir de derivados de petróleo, madeiras compensadas, carpetes, tendo como consequência a liberação lenta, porém contínua de gases voláteis. Sendo assim, criou-se a expressão *Síndrome de Edifício Doente*, para definir ambientes que podem provocar algum tipo de desconforto humano, tais como irritação dos olhos, garganta seca, dores de cabeça, fadiga, entre outros pontos.

A contaminação interior, causada pela diluição dos componentes citados, não é a única causa para a baixa qualidade do ar, outros fatores que influenciam negativamente a qualidade do ar interior são a ventilação inadequada, contaminação externa e biológica. Reforça a preocupação, o fato das pessoas passarem a maior parte do seu tempo em ambientes fechados.

Para reduzir as chances de um edifício 'saudável' se tornar 'doente', é necessário um sistema de monitoramento, que investigue o projeto e as práticas operacionais do sistema de distribuição de ar.

2.3.3. Considerações sobre a Insolação

A Terra em Escobedo (2001), move-se em torno do Sol (translação), descrevendo uma órbita elíptica, completando uma revolução por ano e girando em torno de seu eixo polar uma vez por dia (rotação). Esse eixo possui uma inclinação de $23,45^\circ$ com a normal do plano da órbita terrestre. Devido a esta inclinação, à medida que a Terra orbita em torno do Sol, os raios solares incidem mais diretamente em um hemisfério que no outro.

No Equador, todas as estações são muito parecidas; todos os dias do ano, o Sol fica 12 horas acima do horizonte e 12 horas abaixo. A única diferença é a altura do Sol: em 21/06, o Sol cruza o meridiano em $23,45^\circ$ ao norte do Zênite; em 21/09, o Sol cruza o meridiano em $23,45^\circ$ ao sul do Zênite; e no resto do ano, entre esses dois pontos. Portanto, a altura do Sol ao meio-dia no Equador não muda muito ao longo do ano, por isso não existe muita diferença entre inverno, verão, primavera ou outono. À medida que se afasta do Equador, as estações ficam mais acentuadas. A diferença torna-se máxima nos pólos.

As rotações e a inclinação do eixo polar são responsáveis pelas sucessões do dia e da noite e pelas estações. Para descrever as variações do ângulo de incidência ao longo do dia e ao longo do ano na superfície terrestre, é conveniente adotar um sistema de coordenadas fixado na Terra e assumir que o sol se move em uma órbita circular em torno da Terra, (Figura 11).

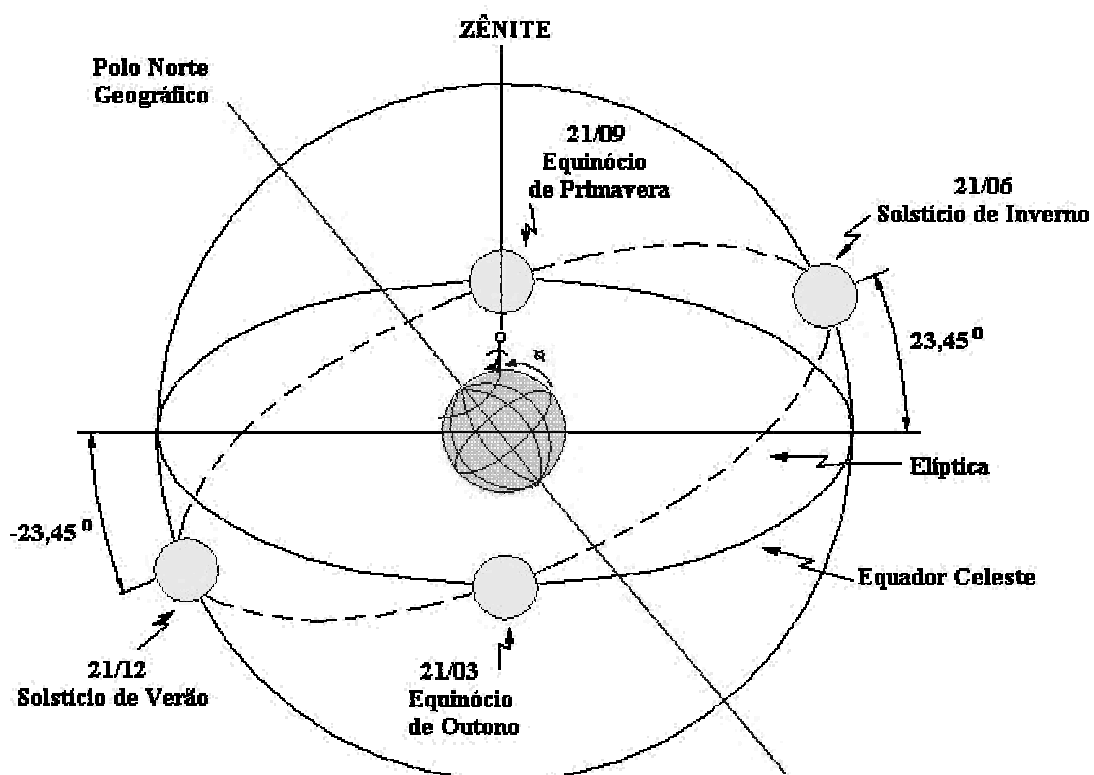


Figura 11: Sistema de Coordenadas fixado na Terra

Declinação solar

Posições aparentes do Sol, visto por um observador na Terra

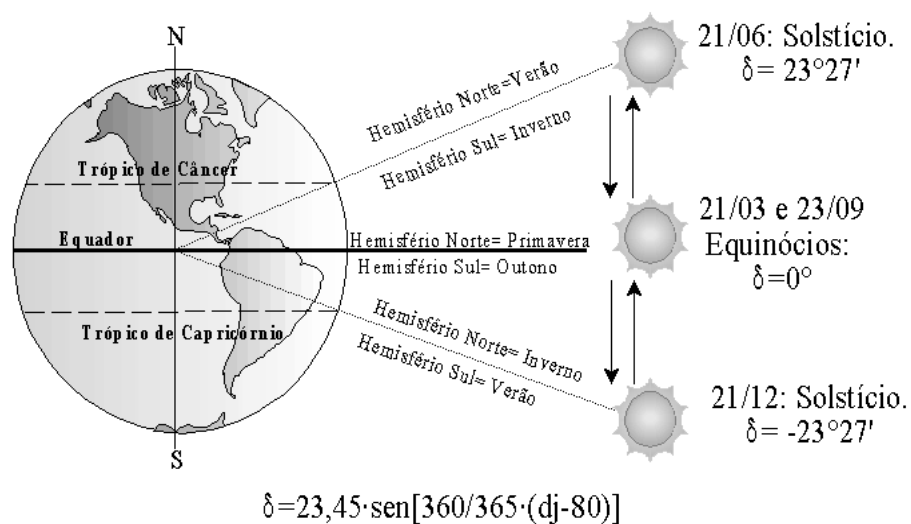


Figura 12: Declinação Solar.

Fonte: Escobedo (2001)

A distribuição espectral da radiação solar que chega à superfície da Terra é uma função dos constituintes atmosféricos.

A radiação eletromagnética é geralmente classificada pelo comprimento de onda, conforme a Quadro 3 (Figura 13).

comprimento da onda λ (μm)	Tipo de Radiação
< 0,001	Raios X e γ
0,001 a 0,200	Ultravioleta distante
0,200 a 0,300	Ultravioleta médio
0,300 a 0,400	Ultravioleta próximo
0,400 a 0,700	Visível
0,700 a 1,500	Infravermelha próxima
1,500 a 5,600	Infravermelha média
5,600 a 1000	Infravermelha distante
> 1000	Microondas e ondas de rádio

Quadro 3: Classificação da radiação conforme o comprimento de onda

Fonte: Escobedo (2001)

Espectro radiante

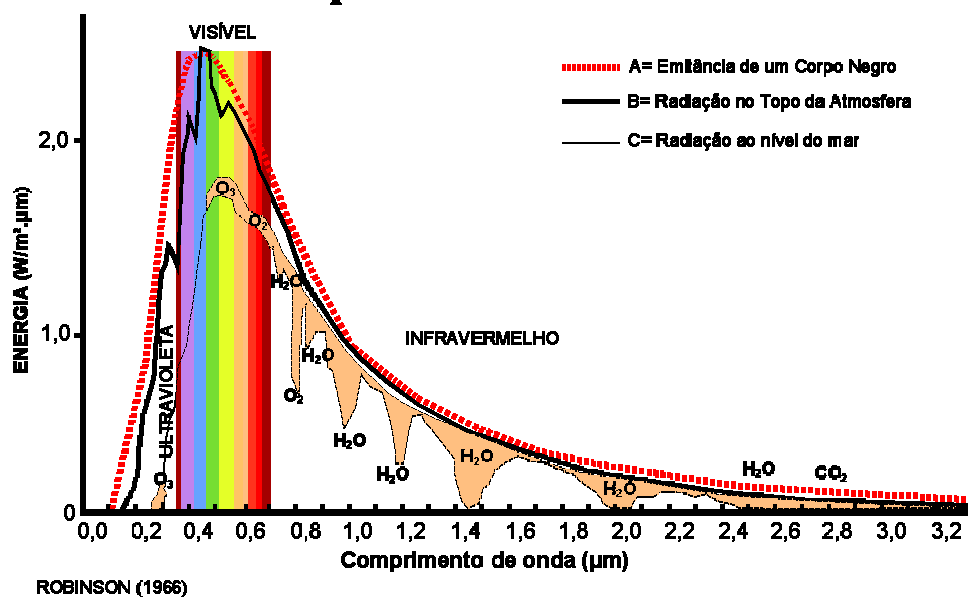


Figura 13: Espectro radiante

Fonte: Escobedo (2001)

A energia transmitida pelo sol é responsável por toda a possibilidade de vida no planeta através da luz, do calor, dos movimentos do ar, da água e do solo. Também é responsável pela distribuição da temperatura do globo terrestre. Sendo o Sol, a fonte maior de quantidade de energia na Terra, é um fator primário na determinação do ambiente térmico de um local. Pode-se considerar que a maior influência da radiação solar é quanto à distribuição da temperatura no globo, que varia em função da época do ano e da latitude.

Portanto, segundo Rivero (1985), a orientação da edificação é uma determinante de grande influência e que muitas vezes decide o partido arquitetônico. Para o autor, a composição de um edifício deve adequar-se às solicitações do meio exterior, de maneira a satisfazer, na melhor forma possível, as exigências térmicas do usuário. Como a quantidade de radiação solar que incide sobre cada plano varia durante o ano, o mesmo volume de espaço interior pode obter formas diversas, (Figura 14) que vão apresentar comportamentos térmicos globais diferentes.

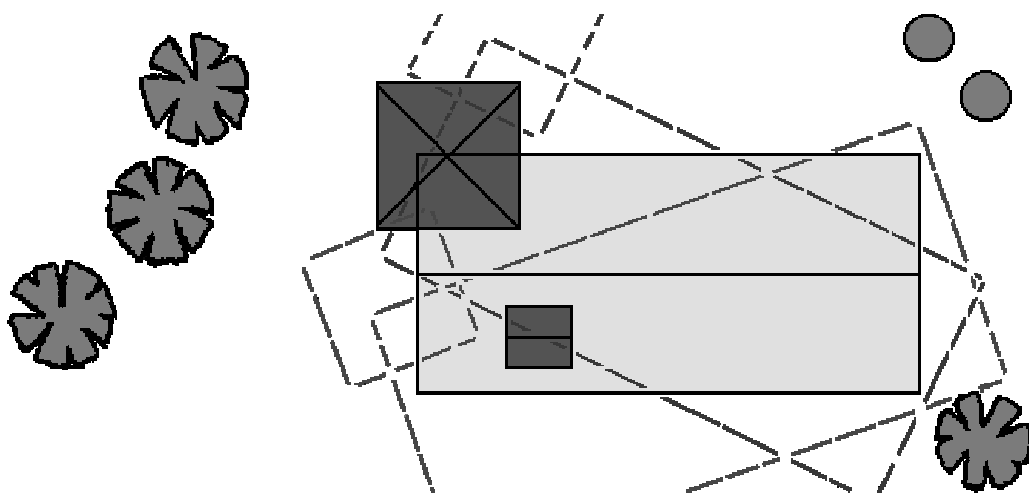


Figura 14: Formas de orientação da edificação

Todos os corpos com temperatura acima do zero absoluto são emissores de radiações eletromagnéticas. Quanto maior é a sua temperatura, maior potencial de emissão ele tem. Nas edificações, os fechamentos opacos se aquecem devido à radiação solar e assim se tornam fontes importantes de emissão de calor para o interior das edificações.

Segundo diversos autores, o telhado é o elemento da construção que recebe a maior carga térmica. Assim, torna-se um importante fator de influência no comportamento térmico da edificação.

Silva et al. (1995) afirmam que o fluxo de calor através da cobertura pode vir a ser a causa principal do desconforto térmico no interior da edificação destinada ao abrigo de aves para produção de ovos, e que a proteção contra isso pode ser feita com uso de telhas com alto poder reflexivo, de forro, de isolantes térmicos e de materiais de grande inércia térmica. Segundo esse autor, a proteção mais econômica e permanente é conseguida com a formação de uma camada de ar móvel, junto à cobertura.

2.4. Caracterização Climática de Bauru –SP.

O local de análise das edificações é a região do município de Bauru, (Figura 15) localizada no centro oeste paulista ($22^{\circ}31'47''S$, $49^{\circ}06'05''$).



Figura 15: Mapa do Estado de São Paulo

Fonte: Almanaque Abril (2002)

Os subsídios sobre o clima da região de Bauru são originários do IPMET (1974) e de Faria (1997), que em estudos sobre a cidade de Bauru e a partir de dados do Departamento Nacional de Meteorologia do Ministério da Agricultura, de 1961 a 1974, classificaram o clima de Bauru como subtropical de altitude (Cwa, na classificação de Köppen).

O período anual é basicamente formado por duas estações: uma chuvosa, com início em outubro e término em março do ano seguinte, e o período restante é caracterizado, principalmente, pela baixa umidade diurna do ar e pela ausência quase total de precipitações, principalmente entre os meses de julho e agosto.

A temperatura média anual é de 21,4°C, indicando um clima predominantemente quente. Já a temperatura média mensal é bastante estável no decorrer do ano, com uma variação de 6,0°C. Sendo a amplitude média diária, sempre maior que 10°C,

com valores mínimos em janeiro ($12,7^{\circ}\text{C}$) e máximos em agosto e setembro ($15,9^{\circ}\text{C}$), coincidindo, assim, com as variações de umidade do ar e precipitações.

A umidade relativa média do ar apresenta uma variação anual de 18%, com valores máximos, em fevereiro, chegando a 75% e mínimos, em agosto, com 57%. A amplitude diária é novamente elevada, com valores máximos, em agosto, chegando a 36% e mínimos, em novembro, com 19%.

A precipitação total média anual é da ordem de 1300mm, com valores máximos de 225,7 mm, registrados em janeiro e mínimos em agosto com 22,1 mm. Em dezembro, apresentam-se as maiores intensidades de precipitações médias em 24 horas, com 58,1 mm e em janeiro, apresenta-se o maior número de dias chuvosos com 16,4.

Em relação à insolação, os meses centrais do ano apresentam fotoperíodos menores, em função da proximidade do solstício de inverno. Estes meses estão associados a períodos secos, o que resulta céus mais limpos. Assim a insolação diária não varia muito ao longo do ano. O maior período de insolação corresponde a abril, com 251,6 horas mensais, com média diária de 7,7 horas, quando já terminou o período de chuvas e o solstício de inverno ainda não se encontra tão próximo.

A nebulosidade média diária varia entre 3 e 6 décimos ao longo do ano. Os menores valores ocorrem nos meses de maio a agosto. Em relação à variação diurna, ocorrem maiores valores pela manhã e menores valores à noite, com manhãs nubladas e noites de céu limpo.

Os ventos apresentam comportamento bastante definido ao longo do dia, e se apresenta constante ao longo do ano, com grande proporção de calmaria no período

noturno; direcionalidade mais acentuada no período matutino e presença de ventos predominantes fracos de Norte no horário vespertino.

Essa variação diária de curto período está associada ao ciclo médio de variação da pressão atmosférica ao longo do dia e, conseqüentemente, à taxa horária de radiação solar.

3. MATERIAL E MÉTODOS

Para analisar algumas edificações de abrigos para animais e as destinadas à habitação popular, tanto no meio rural como no urbano, existentes na região de Bauru – SP, apresentando sugestões arquitetônicas que sejam técnica e com baixo custo financeiro, de forma a melhorar o desempenho térmico, foram necessários os seguintes materiais e métodos.

3.1. Material

No desenvolvimento deste trabalho, foram empregados os seguintes materiais e equipamentos para medições, anotações, e desenho:

- Projetos arquitetônicos das unidades construídas;
- Máquina fotográfica,
- Materiais e equipamentos de informática, tais como computadores, com diversos programas.

3.2. Métodos

O desenvolvimento deste trabalho foi baseado na revisão bibliográfica sobre edificações de abrigos para animais e as destinadas à habitação popular, tanto no meio rural como no urbano, e sobre conforto térmico e suas interferências nos seres vivos.

Para isso, procurou-se, em vários livros e periódicos, que tratam destes conceitos, consolidados pelo desenvolvimento profissional do autor, em experiências com estas edificações.

Visando oferecer uma contribuição a todos que participam direta ou indiretamente da construção e utilização destes edifícios, foram escolhidas as mais representativas, em função da orientação solar, quatro edificações na região de Bauru – SP, e inventariadas, através de documentação, tais como projetos, croqui de levantamentos locais e registros fotográficos com suas características arquitetônicas, sistemas construtivos, localização e orientação. Todas essas informações serviram para identificar os desafios arquitetônicos sobre estas edificações já existentes, objetivando sugerir soluções para melhorá-las.

O estudo da ventilação visou identificar as áreas com tendência a aceleração ou estagnação de fluxos. Para verificar a eficiência da ventilação, em cada construção, foi feita observação no local e entrevista com os usuários, e no caso das aves entrevistas com os funcionários, indicando as alterações a serem propostas para melhor ventilar o ambiente.

O estudo da insolação foi feito com o auxílio da carta solar (latitude 22°), que é a representação da trajetória aparente do Sol. Analisaram-se as edificações

escolhidas para cada orientação, durante todo o período de insolação, tanto na situação do solstício de verão como para o solstício de inverno.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Baseando-se na revisão de literatura, a hipótese é que o desenvolvimento de projetos, e conseqüentemente de construções, sem um compromisso com o desempenho térmico das edificações, gera um prejuízo na qualidade de vida do usuário.

Em geral, existem alguns mecanismos que utilizados corretamente, controlando a incidência de sol e vento, amenizam o desconforto térmico. Para isso, buscou-se, neste trabalho, sugerir soluções para melhorar o desempenho térmico das edificações.

A orientação da edificação nem sempre tem como prioridade o conforto térmico, ficando, assim, em função de outros fatores, tais como área disponível, acessos, topografia e fluxo entre as edificações, o que pode provocar desconforto ao usuário.

4.1. Ventilação na edificação

A ventilação no interior da edificação é importante para a salubridade do edifício e para o conforto do usuário.

Os estudos mostram que a vazão de ar varia em função da direção do vento, densidade e tipo de entorno, ainda para um mesmo edifício, com localizações idênticas de janelas em função da altura.

A ventilação natural é o recurso mais eficiente para amenizar o estresse térmico gerado pelo excesso de calor e umidade. Para se obter maior ou menor aeração em uma edificação, é importante criar condições de atuação de diferenças de pressões, com aberturas em diferentes alturas nas paredes e, principalmente, na cobertura.

O abrigo analisado localiza-se na área rural do município de Bauru – SP, e se destina à criação de frango de corte. Foi construído em alvenaria de tijolos de oito furos e com concreto armado, sem forro, com cobertura em telhas cerâmicas, apoiadas em tesouras de madeira. A sua forma é retangular para facilitar o manejo e tem uma orientação posicionada no eixo longitudinal leste / oeste, conforme levantamento, (Figura 16).

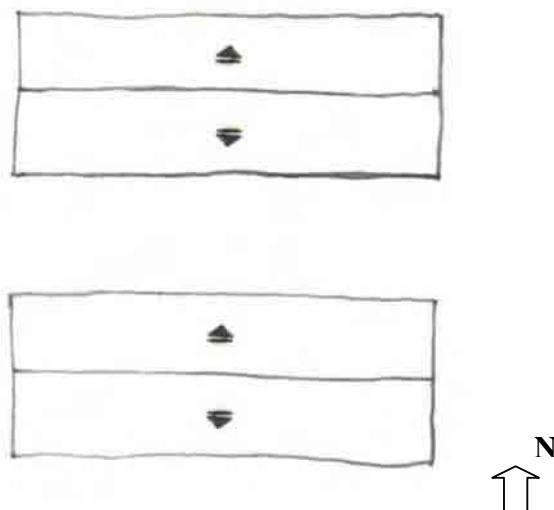


Figura 16: Implantação abrigo animal - 2

Em um o edifício construído de forma geométrica retangular para facilitar o manejo, a orientação leste / oeste em seu eixo longitudinal é boa, pois faz com que tenha uma exposição ao sol em uma pequena área do edifício. Neste caso, é necessário o uso de proteção para a ventilação e insolação.

A proteção utilizada, neste exemplo, é lona plástica amarela, o que provoca um aquecimento dentro do abrigo e impede a entrada de ar, mas prejudica o efeito chaminé de ventilação higiênica para o qual o abrigo foi construído, com desencontro no telhado, (Figura 17).



Figura 17: Fotografia do abrigo animal - 1

A sugestão, quando isso ocorre, é o uso de outro tipo de proteção para a ventilação, como a barreiras vegetais contra o vento, facilmente utilizadas nas edificações rurais, pois diminui a velocidade do vento, amenizando seus efeitos sobre a edificação; porém, faz-se necessário conhecer as espécies vegetais para aplicá-las corretamente, evitando, assim, as com pouca massa vegetal, ou que estejam com uma copa acima das aberturas dos edifícios.

A planta geralmente utilizada na região é o “sansão do campo”, pois é um vigoroso arbusto, que proporciona uma excelente cerca-viva. Por ser uma planta duradoura e resistente, suporta o impacto de grandes animais, funcionando assim como quebra-vento.

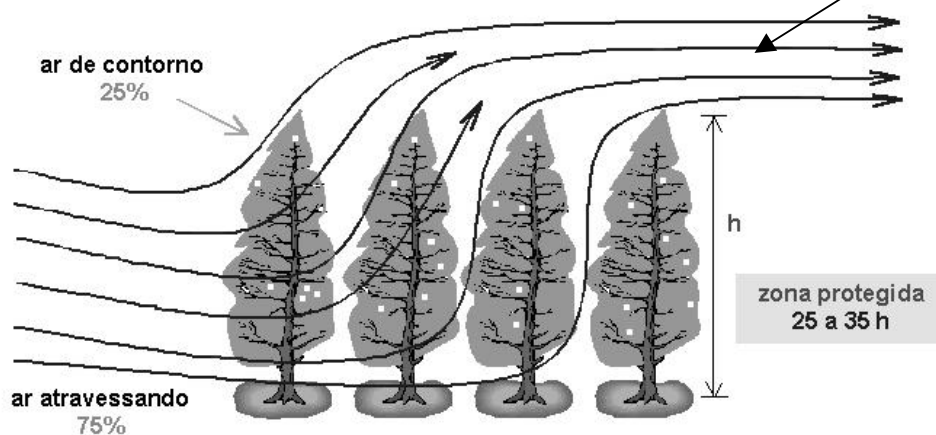


Figura 18: Barreiras vegetais contra vento

Fonte: Targa (2002)

Utiliza-se arborização para proteção da insolação no abrigo e produção de resfriamento evaporativo, ou seja, o vento em contato com a camada vegetal, retira umidade e produz resfriamento, assim esta arborização, quando próxima do edifício, ameniza a insolação e produz um resfriamento evaporativo. Para isso, é importante observar a espécie, o tamanho da vegetação, bem como a distância entre ela e o edifício, buscando, assim, um maior aproveitamento.

O abrigo em análise destina-se à criação de frango de corte e tem uma faixa de limite de conforto térmico muito restrito, o que prejudica a produtividade, se não for bem monitorada a temperatura interna do abrigo. A ventilação higiênica é importante, pois ajuda na retirada dos componentes do ar viciado, para tanto, a sugestão é que sejam plantadas

árvores a dez metros, fazendo uma barreira vegetal, produzindo assim um novo direcionamento para a ventilação, (Figura 19).

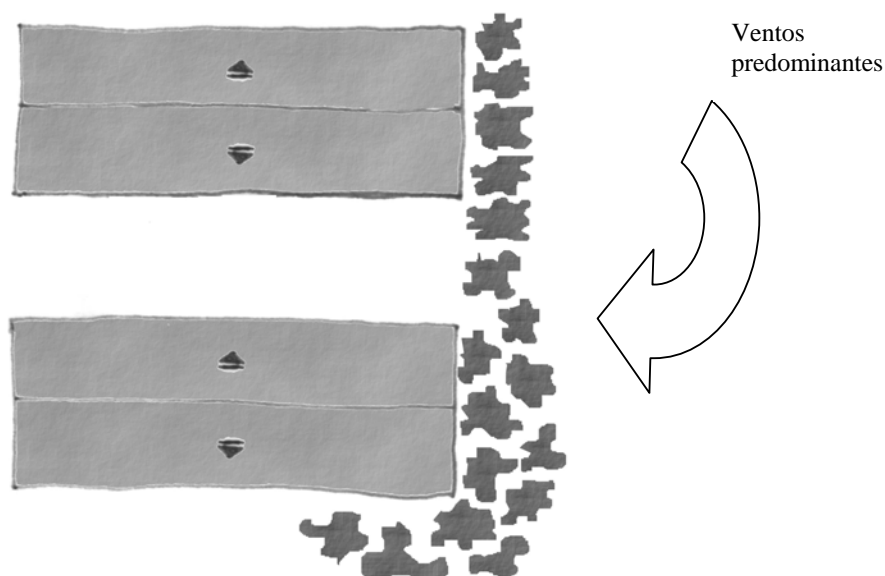


Figura 19: Direcionamento da ventilação

O abrigo estudado como exemplo de insolação em edificações para abrigo humano, localiza-se na área urbana do município de Bauru – SP, destinado à habitação popular. Foi construída em estrutura de concreto armado e alvenaria de tijolos de oito furos, laje pré-fabricada, estrutura de cobertura em tesouras de madeira, com telhas cerâmicas e tendo uma orientação posicionada longitudinalmente no eixo leste /oeste conforme levantamento (Figura 20).

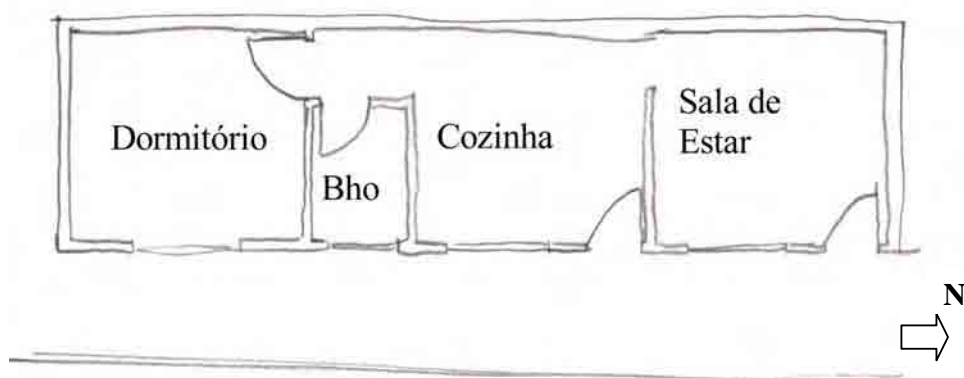


Figura 20: Implantação do abrigo humano - 1

O edifício construído de forma retangular, para melhor aproveitamento do terreno, que é de 6m x 30m, tem uma orientação leste / oeste em seu eixo longitudinal, o que é ruim em relação à ventilação. Apesar de possuir uma insolação matutina nos cômodos, através de suas aberturas de portas e janelas, há dificuldade com relação à ventilação, por não ter aberturas em outras direções, dificultando a ventilação interna da edificação, (Figura 21).

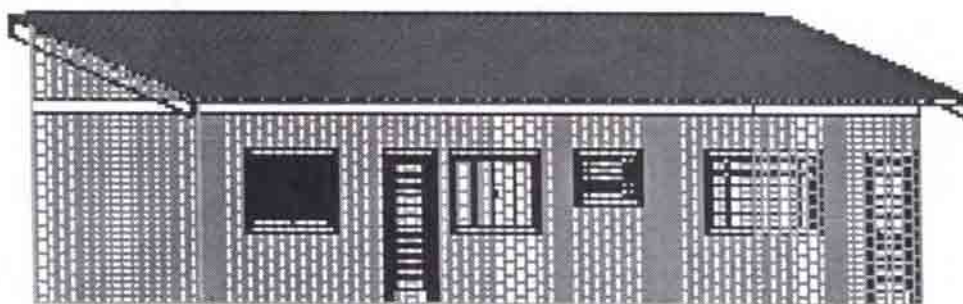


Figura 21: Perspectiva do abrigo humano - 1

A sugestão, quando isso ocorre, é colocar uma barreira de vento, para que possa direcioná-lo para o interior da edificação, (Figura 22).

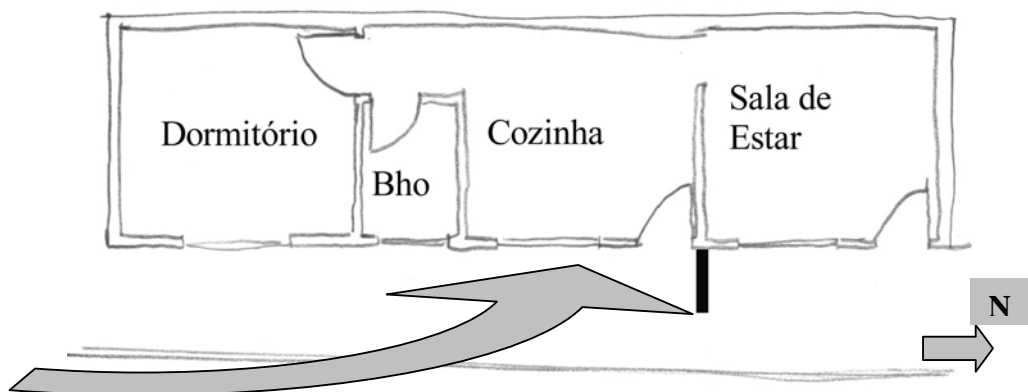


Figura 22: Direcionamento da ventilação para o edifício

Outra sugestão é eliminar o muro ou permitir a passagem do vento, direcionando-o através de elementos vazados em determinados intervalos, (Figura 23).

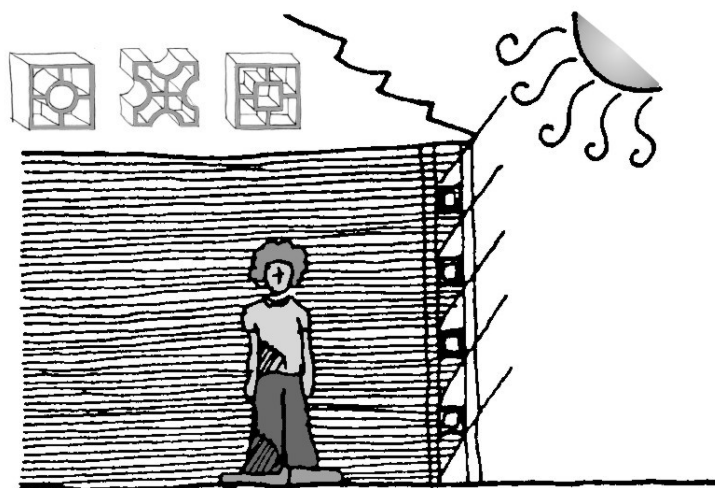


Figura 23: Elemento vazado no muro, direcionando a ventilação.

Fonte: Adaptado de Machado et.al. (1986)

4.2. Insolação na edificação

O sol é a maior fonte de energia da Terra responsável por toda forma de vida do planeta, através da luz, do calor, dos movimentos do ar, da água e do solo.

A exposição ao sol dos diferentes componentes do sistema construtivo de uma edificação é fundamental para o comportamento térmico do edifício, por isso a sua orientação necessita ser prioridade ao definir o partido arquitetônico de uma nova edificação.

Conhecendo a projeção do movimento aparente do sol, é possível conhecer a incidência solar, hora a hora, em todo o ano, em qualquer orientação. Analisou-se, neste trabalho, a incidência na região de Bauru - SP, que está localizada entre as latitudes $22^{\circ}15' S$ e $22^{\circ}5'S$ e as longitudes $49^{\circ}00' W$ e $49^{\circ}10' W$.

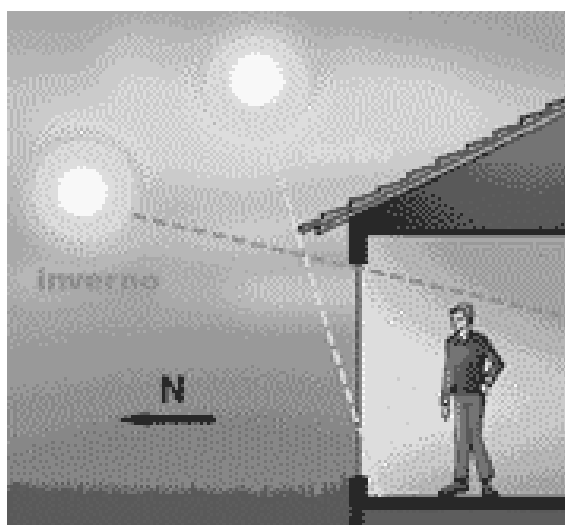


Figura 24: Posição do sol no inverno e no verão

Fonte: Copel – 2002

Durante o inverno, em nossa latitude, a incidência solar tem uma inclinação maior, (Figura 24) o que gera uma maior insolação dentro do edifício. Assim,

quando isso ocorre, é importante o correto posicionamento e dimensionamento das aberturas, protegendo a incidência solar nas paredes, através de beirais e quebra sol, (Figura 25).

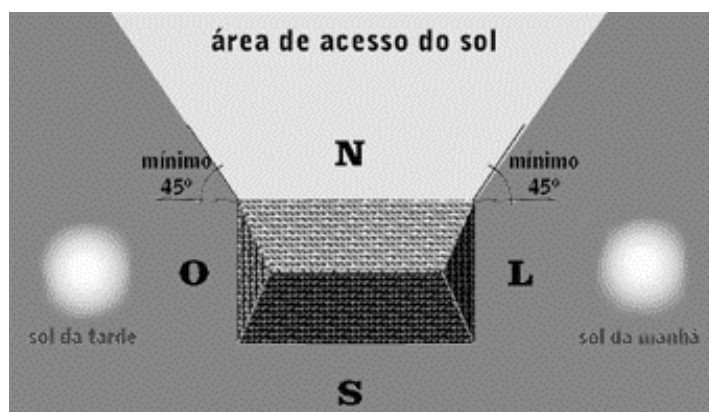


Figura 25: área de acesso do sol no inverno

Fonte: Copel (2002)

Já no verão, em nossa latitude, a incidência solar é perpendicular ao edifício, o que aumenta a carga térmica pela cobertura. Assim, quando isso ocorre, é importante ter uma cobertura que isole ao máximo, para evitar um aquecimento indesejado dentro do edifício (Figura 26).

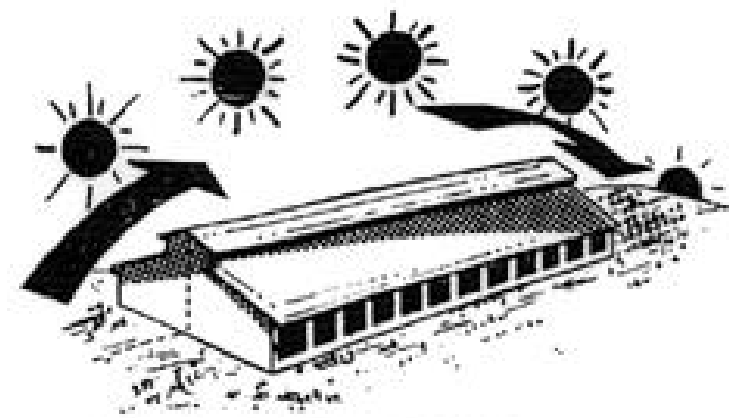


Figura 26: Área de acesso do sol no verão

O abrigo estudado como exemplo de insolação em edificações no ambiente rural, destina-se à criação de frango de corte. Foi construído em alvenaria de tijolos de oito furos e com concreto armado, sem forro e com cobertura em telhas cerâmicas apoiadas em tesouras de madeira. A sua forma é retangular para facilitar o manejo e tem uma orientação posicionada em norte / sul em seu eixo longitudinal, conforme levantamento, (Figura 27).

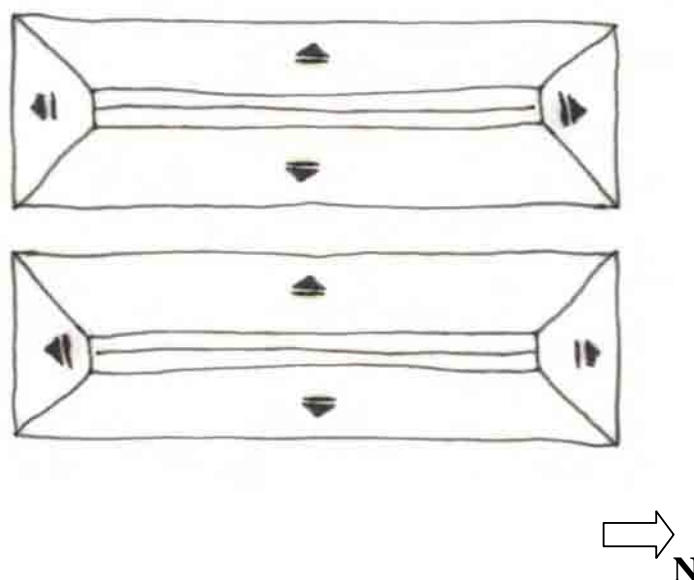


Figura 27: Implantação do abrigo animal - 2

Como o edifício foi construído de forma retangular para facilitar o manejo, sua orientação norte / sul em seu eixo longitudinal é aceitável, pois faz com que tenha uma exposição ao sol durante todo o período, mas neste caso é necessário o uso de proteção para os raios solares.

A proteção utilizada com lona plástica amarela é inadequada, pois provoca um aquecimento dentro do abrigo e impede a entrada de ar, prejudicando, assim, o efeito chaminé de ventilação para o qual o abrigo foi construído, (Figura 28).



Figura 28: Fotografia do abrigo animal – 2

A sugestão, quando isso ocorre, é a colocação de uma pérgula com três metros, (Figura 29) para que possa aumentar o beiral e suportar uma parreira para a plantação de uma planta do tipo ‘trepadeira’, de tal forma que minimize o aquecimento de cobertura e aumente o beiral para não entrar uma insolação excessiva dentro do abrigo.

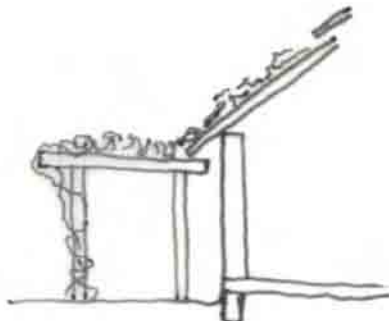


Figura 29: Proteção solar com cobertura vegetal

Outra possibilidade, que também ajuda no isolamento do abrigo, é colocação de forro de bambu, pois funciona como um bom isolante térmico, uma vez que consegue reter grande parte da insolação, melhorando o conforto e conseqüentemente, o aumento da produção, (Figura 30).

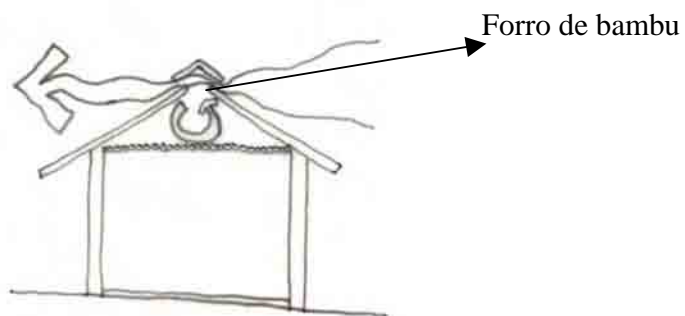


Figura 30: Isolamento com forro de Bambu

O abrigo estudado como exemplo de insolação em edificações para abrigo humano, localiza-se na área urbana do município de Bauru – SP, destinado à habitação popular. Foi construída em estrutura de concreto armado e alvenaria de tijolos cerâmicos de

oito furos, laje pré-fabricada, estrutura de cobertura em tesouras de madeira em telhas cerâmica, tem uma orientação posicionada em leste/oeste no seu eixo longitudinal, conforme levantamento. (Figura 31).

E apesar de suas características térmicas, no Brasil, é pouco utilizado nos edifícios para abrigo humano somente por preconceitos quanto ao material.



Figura 31: Implantação abrigo humano - 2

O edifício é construído de forma quadrada, sua orientação norte /sul em seu eixo longitudinal é aceitável, pois permite a distribuição dos cômodos, que necessitam de uma insolação matutina, e evitar uma insolação excessiva na sala de estar, que faz com que tenha uma exposição ao sol durante todo o período. Neste caso é necessário o uso de proteção para os raios solares, apenas na sala de estar, (Figura 32).



Figura 32: Fotografia do abrigo humano - 2

A sugestão, quando isso ocorre, (Figura 32) é a colocação de uma pérgula, (Figura 33) para que possa aumentar o beiral e suportar uma parreira para a plantação de uma ‘trepadeira’, evitando uma insolação excessiva dentro do abrigo.

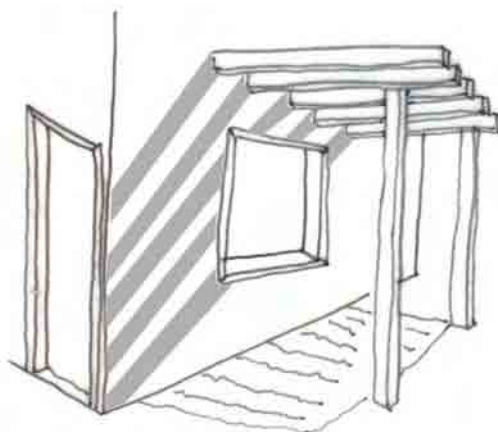


Figura 33: Proteção solar com pérgula e cobertura vegetal

Outra sugestão é plantar uma árvore na calçada, (Figura 34) na direção da janela, pois o recuo frontal da edificação é de apenas três metros.

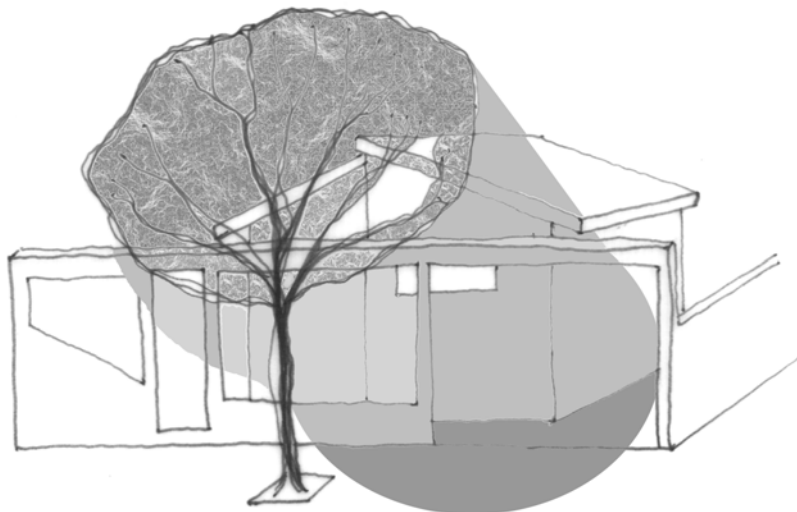


Figura 34: Proteção solar com árvore de médio porte

5. CONCLUSÃO

Embasado na revisão bibliográfica e análise de algumas edificações localizadas no ambiente urbano e rural na região de Bauru – SP, conclui-se que, o conforto térmico é de fundamental importância, pois contribui para o bem-estar do usuário e influencia diretamente na produtividade tanto do homem, quanto do da criação, no caso dos animais confinados.

O desempenho térmico do edifício ocorre em função das variáveis climáticas, das interferências dos usuários, da arquitetura, e dos materiais utilizados na sua construção, as quais interagindo, produzem conforto ou desconforto, influenciando diretamente na qualidade de vida e na produtividade.

Apresenta-se, assim, algumas soluções arquitetônicas para as edificações existentes, tanto no meio rural, como no urbano, onde a prioridade do projetista não foi o conforto térmico, através de soluções técnicas e economicamente viáveis para o público a que se destina, como o uso de barreiras vegetais, que tem um baixo custo, mas produz uma agradável sensação de conforto térmico pelo resfriamento evaporativo que

proporciona, assim como as pérgulas que são colocadas de modo impedir o sol e ser apoio as espécies vegetais, como também para evitar o calor transmitido pelo telhado com o isolamento através dos forros de bambus, são soluções simples e eficaz que melhoram as condições de conforto dos usuários nestes edifícios.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUIAR, I.S. de. Respostas termoreguladoras, armazenamento de calor corporal e produção de leite de vacas holandesas mantidas ao sol e com acesso a sombra natural. Botucatu, 1999. 76p. Tese (Doutorado em Agronomia – Área de concentração Energia na Agricultura) Faculdade de Ciências Agrônômicas – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”.

ALMANAQUE ABRIL, São Paulo: Editora Abril, 2002. Presidente e Editor Roberto Civita 2002.

ASHRAE (American Society of Heating, refrigeration and Air-Conditioning Engineers) 55-64.

CARVALHO, B. A história da arquitetura, Rio de Janeiro: Edições de Ouro. 19---. 318p.

COSTA, E.C. Arquitetura Ecológica: condicionamento térmico natural. São Paulo. Edgard Blucher, 1982.

COPEL - Companhia Paranaense de Energia, disponível em <http://www.copelconforto.com/confortoresidencial>. Consultado em 15 de junho de 2002.

DONIDA, M.M.; BURGO, P.C.F.; RENOFIO, A.; VILLELA, V.M.J. Arquitetura e Engenharia Social: A experiência do Promore – Programa de Moradia Econômica. In: 9ª REUNIÃO ANUAL DA SBPN, 9, 2001, Bauru. Anais da 9ª Reunião Anual da SBPN, Scientific Journal. Bauru: Sociedade Brasileira de Pesquisadores Nikkeis, 2001 p.261-2.

ESCOBEDO J. F. Apostila da disciplina de Radiação Solar, Botucatu, 2001. (Programa de Pós Graduação em Agronomia – Área de concentração Energia na Agricultura), Faculdade de Ciências Agronômicas – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”.

FARIA, J.R.G. de. Ventilação na camada intra-urbana: o caso de Bauru. São Carlos, 1997. 202p. Tese (Doutorado em Ciências da Engenharia Ambiental) Escola de Engenharia de São Carlos – Universidade de São Paulo.

FONTES, M.S.G. de C. Apostila de Conforto Térmico, Curso Conforto Ambiental em espaços Comerciais – 2000, NUCAM – Núcleo de Conforto Ambiental, DAUP – Departamento de Arquitetura, Urbanismo e Paisagismo, FAAC – Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicações, UNESP – Universidade Estadual Paulista “ Júlio de Mesquita Filho”.

FROTA, A.B., SHIFFER, S.R. Manual de Conforto Térmico. São Paulo: Nobel, 1995. 228p.

GRIMM, A. M. Meteorologia Básica – Notas de Aula, disponível em <http://fisica.ufpr.br/grimm/aposmeteo/cap3/cap3-4.html>. Consultado em 15 de junho de 2002.

HAHN, G.L. Housing and management to reduce climatic impacts on livestock. J. Anim. Sci., v.52, p.175-86, 1981.

HUBER, J.T. Alimentação de vacas de alta produção sob condições de stress térmico. In: Bovinocultura leiteira. Piracicaba: FEALQ, 1990. p. 33-48.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geográfica e Estatística. Apresenta dados sobre as características , geográfica, sociais e estatísticas dos municípios brasileiras. Disponível em: www.ibge.gov.br. Consultado em 15 de janeiro de 2002.

IPMET Instituto de Pesquisas meteorológicas. Classificação Climática e o aspecto climatológico da cidade de Bauru. Bauru: (s.e.), 1974, 11p.

IZARD, J.L, GUYOT, A. Arquitectura bioclimática. México: Gili, 1983. 200p.

JACQUES, P.B. Estética da Ginga: a arquitetura das favelas através da obra de Hélio Oiticica; Rio de Janeiro; Casa da Palavra, 2001. 160p.

JOHNSON, H.D., VANJONACK,W.J. Effects of environmental and other stressors on blood hormone patterns in lactating animals. J.Dairy Sci., v.59, p.1603-17, 1976.

LAMBERTS, R., DUTRA, L. PEREIRA, F.O.R., Eficiência Energética na Arquitetura. São Paulo: PW Editores, 1997. 188p.

LEE, T. Psicologia e meio ambiente. Rio de Janeiro: Zahar Editores, 1977. 159p.

LEITE, B. C.C. Avaliação de desempenho de edifícios sob o ponto de vista do conforto térmico, Revista Abrava N.188 p.40-5, 2001.

LEMOS, C., O que é Arquitetura, São Paulo: Brasiliense. 1986. 81p.

MACHADO, I.F., RIBAS, O.T., OLIVEIRA,T.A. Cartilha: Procedimentos básicos para uma arquitetura no trópico úmido. Brasília: Editora Pini, 1986.183p.

MARTA FILHO, J. Análise de índices de conforto térmico com aplicações de técnicas estatísticas. Botucatu, 1991. 130p. Dissertação (Mestrado em Agronomia, área de concentração Energia na Agricultura) Faculdade de Ciências Agrônômicas – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”.

MARTA FILHO, J. Método Quantificativo de Avaliação de edificações para animais, através da análise do mapeamento dos índices de conforto térmico. Botucatu, 1993. 174p. Tese (Doutorado em Agronomia, área de concentração Energia na Agricultura) Faculdade de Ciências Agrônômicas – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”.

MEYHÖFER, D. Contemporary European architects. Germany. Vol.2. Nenedikt Taschen, 1994.

NÃÃS, I.A. Estudo de Ventilação natural em Edificações de abrigo a suínos. Campinas, 1986. 136p. Tese (Livre-docência da cadeira de Construções Rurais) Faculdade de Engenharia Agrícola – Universidade Estadual de Campinas.

NEUFERT, E. A arte de Projetar em Arquitetura, Barcelona: Gustavo Gili, 1981.432p.

NOVAES, S.C. (Org.), LADEIRA, M.E., SILVA, A.L. da, VIDAL, L., SÁ, C., GALLOIS, D., VELTHEM, L.H.V. Habitações Indígenas. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 1983. 196p.

OLIVEIRA, M.E.A.de. Utilização de forro de bambu e seus efeitos sobre os índices de conforto térmico e parâmetros zootécnicos de frangos de corte criados em diferentes densidades populacionais. Botucatu: 2001. 80p. Tese (Doutorado em Agronomia / Energia na Agricultura) - Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”.

PEIXOTO, A.M. et al, Confinamento de bovinos de corte. Série atualização em zootecnia. Volume 2. FEALQ, Piracicaba, São Paulo, 1987.

PIETROBON, C.E. Um Processo Sistemático para o projeto arquitetônico bioclimático – o caso de Maringá. São Carlos: 1989. v.1, 266p. Dissertação (Mestrado em arquitetura) - Escola de Engenharia de São Carlos – Universidade de São Paulo.

RHOAD, A.O. The influence of environmental temperature on the respiratory rhythm of dairy cattle in the tropics. J. Agric. Sci., v.26, p. 36-44, 1936.

RIVERO, Arquitetura e clima: Acondicionamento térmico natural. Porto Alegre: D.C. Luzzato Editores, 1985. 239p.

ROMERO, M.A.B. Princípios Bioclimáticos para o desenho urbano. São Paulo: Projeto, 1988. 128p.

SILVA, I.J.O. et aliii. Materiais de Cobertura para instalações animais. Engenharia Rural, 1979, V. 1, p.51-60, Piracicaba, São Paulo.

SILVA, I.J.O. et aliii. Materiais de Cobertura para instalações animais. In: Engenharia Rural, 1990, p.5-10, Piracicaba, São Paulo.

SILVA, I.J.O., SEVEGNANI, K.B., MOURA, D.J., MUNIZ, F.A.S., NÃÃS, I.A. Avaliação de dados climático, para as principais regiões produtoras de ovos do Estado de São Paulo, visando o conforto térmico. In: Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola, 24, viçosa-MG, 1995. Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola, Viçosa, 1995.

SHEARER, J.K., BEEDE,D.K. Thermoregulation and physiological responses of dairy cattle in hot weather. Agri-Practice., v. 11, p. 5-17, 1990.

TARGA, L. A. Apostila da disciplina de Conforto Térmico, Botucatu, 2001. (Programa de Pós Graduação em Agronomia – Área de concentração Energia na Agricultura), Faculdade de Ciências Agronômicas – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”.

TOLEDO, E. Ventilação Natural das Habitações; Maceió; EDUFAL, 1999.

TUAN, Y.F. Topofilia Um Estudo da Percepção, Atitudes e Valores do Meio Ambiente.
Editora Difel. 1980. 288p.

VIANA, V. de B. Exigências de Conforto Térmico por usuários do conjunto de São Carlos.
São Carlos: 1991. 83p +anexos Dissertação (Mestrado em arquitetura) - Escola de
Engenharia de São Carlos – Universidade de São Paulo.

VILLELA, V.M.J., MORENO, V.G.N., Aspectos Ergonômicos da Arquitetura Primitiva
Vernácular: análise de exemplos observados nas Américas, Ásia e África. Paris: 1971.
“não pag.” (Mestrado Ergonomia) Faculdade de Medicina de Paris e Conservatório
Nacional de Artes e Ofícios.

ZEVI, B. Saber Ver a Arquitetura. Editora Martins Fontes. 1978. 219p.