



ENTAC2006

A CONSTRUÇÃO DO FUTURO | XI Encontro Nacional de Tecnologia no Ambiente Construído | 23 a 25 de agosto | Florianópolis/SC

DIRETRIZES BIOCLIMÁTICAS PARA ESTRUTURAÇÃO DO PROGRAMA DE NECESSIDADES

Ana Lígia Papst

Departamento de Arquitetura e Urbanismo – UNISUL - Universidade do Sul de Santa Catarina, Brasil

– e-mail: analigia@unisul.br

RESUMO

Proposta: Para um arquiteto iniciar um projeto é necessário conhecer os aspectos climáticos do local, para então propor um ambiente construído o mais adequado àquele clima. A correta orientação solar dos ambientes em função das atividades desempenhadas e a permeabilidade da edificação ao vento para melhorar a sensação de conforto são fatores que já devem estar presentes nos primeiros esboços de uma proposta arquitetônica. Garantir conforto de forma passiva aos ocupantes de uma edificação é uma forma de eficiência energética, pois menor será o consumo de sistemas ativos utilizados para se obter condições de conforto. O projeto arquitetônico é a planificação da delimitação dos espaços de um ambiente construído e o programa de necessidades é a espinha dorsal de um projeto arquitetônico. Em um programa de necessidades é que se descrevem os ambientes, as suas dimensões espaciais, as suas funções, as atividades desenvolvidas e as vinculações entre ambientes. O presente trabalho propõe incorporar as diretrizes bioclimáticas a um programa de necessidades arquitetônico, estruturado sobre uma matriz de interações, que servirá como um facilitador na tomada de decisões de disposição espacial dos ambientes. **Método de pesquisa/Abordagens:** Caracterização do conforto ambiental em função das atividades desempenhadas na edificação, definição do programa de necessidades da edificação, escolha do método de estruturação do programa de necessidades, análise bioclimática do local, incorporação dos aspectos bioclimáticos no Programa de Necessidades Estruturado. **Resultados:** A metodologia proposta auxilia na escolha do projetista para a disposição dos ambientes antes e durante o estudo preliminar de um projeto arquitetônico. **Contribuições/Originalidade:** Metodologia de incorporação dos aspectos bioclimáticos em um programa de necessidades estruturado em uma matriz de interações.

Palavras-chave: Programa de Necessidades, Conforto Ambiental, Diretrizes Bioclimáticas, Matriz de Interações.

ABSTRACT

Propose: An architect needs to know all local climatic aspects in order to begin a project, thus he can propose a constructed environment the most adequate to that climate. The correct solar orientation of the environments as a function of the activities and the wind to increase the comfort sensation are factors that must be present in the first drafts of an architectural proposal. Comfort guarantee in a passive way to the building occupants is an energy efficiency initiative, because the active systems consumption to obtain comfort conditions will be lessened. The architectural design is the distribution of the space limits of a constructed environment and the program of necessities is the spine of the architectural design. The program of necessities describes the environments, their spatial dimensions, their functions, activities and connections between environments. The present work proposes to include bioclimatic guidelines to a program of necessities, which is structured in an interaction matrix that will be used to help in the spatial distribution of environments. **Methods:** Environmental comfort definitions to typical activities in buildings, program of necessities definition, choose of program of necessities' method, bioclimatic analysis, inclusion of bioclimatic guidelines to a program of necessities. **Findings:** The propose method helps the designer in the spatial distribution

of environments during the architectural design. **Originality/value:** Method of inclusion of bioclimatic guidelines to a program of necessities structured in an interaction matrix.

Keywords: Program of Necessities, Environmental Comfort, Bioclimatic Guidelines, Interaction Matrix.

1 INTRODUÇÃO

1.1 Ser humano, arquitetura e meio ambiente

Um projeto arquitetônico além de tratar dos aspectos técnicos, estéticos e funcionais, deve também levar em consideração os aspectos ambientais que estão envolvidos no processo construtivo.

Os termos arquitetura sustentável, arquitetura ecológica, bioconstrução, edificações eficientes, arquitetura bioclimática, entre outros, diferem um pouco nos seus conceitos, mas a fundamentação básica de todos é garantir ao ser humano um ambiente agradável de se viver. Arquitetura sustentável ou bioclimática não é um estilo arquitetônico, logo seus conceitos podem ser aplicados em qualquer tipo de edificação.

Edificações projetadas com preocupações ecológicas podem reduzir significativamente os impactos negativos associados ao meio ambiente. Quando se fala de arquitetura sustentável, normalmente está querendo se dizer que a edificação pode se manter por conta própria, ou seja, com aproveitamento de águas pluviais para limpeza, tratamento ecológico de esgoto, reuso de águas servidas, uso de energia solar para aquecimento d'água, uso de energias alternativas, utilização de materiais de baixo impacto na cadeia produtiva, sistemas passivos de aquecimento e resfriamento, entre outros. Ou seja, uma edificação que possa garantir conforto aos seus ocupantes com o mínimo consumo energético e ambiental.

O conforto do ser humano deve estar presente no pensamento do projetista nos primeiros traços do projeto. Recursos de projeto através da volumetria e correta orientação da edificação que garantem conforto térmico aos ocupantes de forma simples e natural devem ser prioritariamente utilizados. Se estes cuidados com o conforto, consumo de energia, e gestão dos recursos naturais estão expressos nos ambientes, a arquitetura influenciará além da qualidade de vida, as atitudes dos ocupantes das edificações.

A forma arquitetônica influencia no conforto ambiental, e conseqüentemente no consumo de energia, pois a forma tem relação sobre os fluxos de ar no interior e no exterior da edificação, e na quantidade de luz e calor solar recebidos pelo edifício (LAMBERTS et. al., 2004). Existindo condições ambientais ideais, os usuários não precisam recorrer a sistemas ativos para garantir o conforto, por isso, é importante orientar a edificação e seus ambientes internos conforme a necessidade de iluminação natural e ganho térmico solar.

A correta orientação solar dos ambientes de uma edificação em função do seu clima, pode ser uma solução simples de projeto, e pode resultar em conforto dos ocupantes, levando a uma menor busca de sistemas artificiais para garantir condições internas ideais.

1.2 Conforto x orientação solar da edificação

Em um clima tropical, a principal causa de desconforto térmico deve-se à energia solar incidente nas superfícies dos ambientes construídos, e se torna fundamental proteger a edificação da radiação solar (CORBELLA; YANNAS, 2003). A carga térmica proveniente da radiação solar ingressa no ambiente de duas formas: (a) através da radiação solar que passa pelas aberturas e é absorvida pelas superfícies internas do ambiente, convertendo-se em energia térmica. Estas superfícies aquecem outras superfícies internas através da radiação infravermelha emitida (onda longa – calor) e por convecção o ar que está em contato com estas superfícies; (b) as paredes externas absorvem a radiação solar que aumenta a temperatura desta superfície, que por condução vai aquecendo até a parte interna da parede. Esta parede interna emite radiação infravermelha que aquece as outras superfícies internas e também

através de convecção o ar adjacente a ela. As estratégias para evitar o ganho de calor por radiação solar podem ser divididas em 5 itens: (a) posicionar o edifício a fim de obter a menor incidência solar; (b) proteger as aberturas da entrada de sol; (c) dificultar a chegada do sol às superfícies do edifício; (d) minimizar a absorção do sol pelas superfícies externas; (e) determinar a orientação e tamanho das aberturas para atender às necessidades de luz natural.

A minimização da absorção solar pelas superfícies externas da edificação pode ser feita por meio de sombreamento pela volumetria da edificação, uso de vegetação, e uso de cores claras nas superfícies externas. Estas recomendações são para um clima tropical, onde a incidência solar é indesejável na maior parte do ano. Nos outros climas, a entrada de sol pode ser desejada dentro do ambiente para aquecê-lo, mas nem sempre em todas as estações do ano e nem em todos os horários do dia. Por isso é preciso saber quando existe a necessidade de ganho térmico solar e como a carga térmica solar está disponível para cada época do ano em cada orientação solar. A cidade de Florianópolis será apresentada como exemplificação.

A Figura 1 mostra os valores médios mensais dos totais diários de irradiação solar para superfícies horizontais e verticais de Florianópolis. Os valores de irradiação solar da Figura 1 foram medidos em superfície horizontal no LABSOLAR, Laboratório de Energia Solar da Universidade Federal de Santa Catarina, e foram calculados para as superfícies verticais (PAPST et al., 2005). Analisando somente as superfícies verticais, observa-se que a carga térmica solar mensal incidente na fachada norte na cidade de Florianópolis é maior nos meses mais frios e menor nos meses mais quentes. A face sul é a fachada que recebe a menor incidência solar ao longo do ano, sendo ideal para ambientes que necessitam de iluminação natural sem problemas de ofuscamento. Nas fachadas leste e oeste incidem a maior carga térmica solar nos meses mais quentes, e a menor carga térmica solar nos meses mais frios. Vale lembrar que no período matutino as temperaturas do ar são mais baixas, e os ganhos térmicos solares na orientação leste podem não ser tão desconfortáveis quanto os ganhos térmicos na fachada oeste, onde o sol incide quando as temperaturas do ar são mais elevadas. Por estes dados pode-se dizer que o ideal é posicionar o edifício no eixo leste-oeste, ou seja, as maiores fachadas nas orientações norte e sul, pois estará permitindo o ganho térmico na fachada norte quando as temperaturas estão mais amenas.

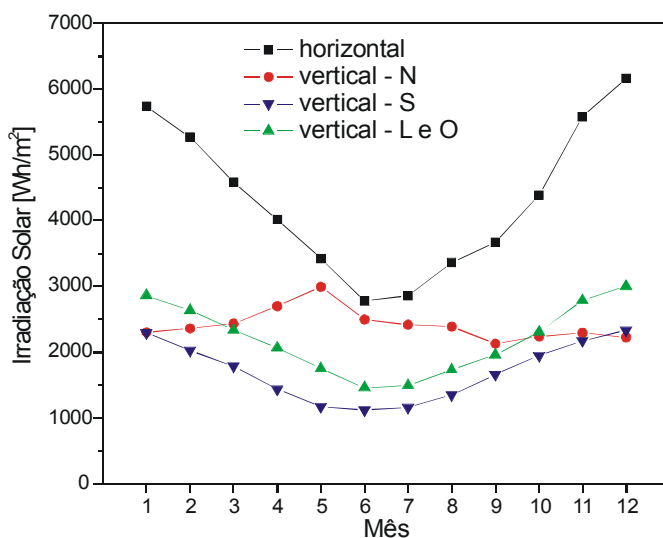


Figura 1 - Irradiação solar em superfícies inclinadas, dados do Labsolar – UFSC.

A verificação da necessidade, ou não, de radiação solar pode ser feita através da sobreposição das temperaturas horárias do ano climático de referência (TRY – Test Reference Year) de um determinado local, sobre o diagrama de trajetória solar da sua latitude. O desconforto por calor pode servir para definir o sombreamento de um ambiente, e o desconforto por frio pode indicar a necessidade de entrada de sol no ambiente. A Figura 2 exemplifica esta sobreposição dos dados climáticos de

Florianópolis (GOULART et. al, 1997) sobre seu diagrama solar, nos dois semestres do ano climático de referência.

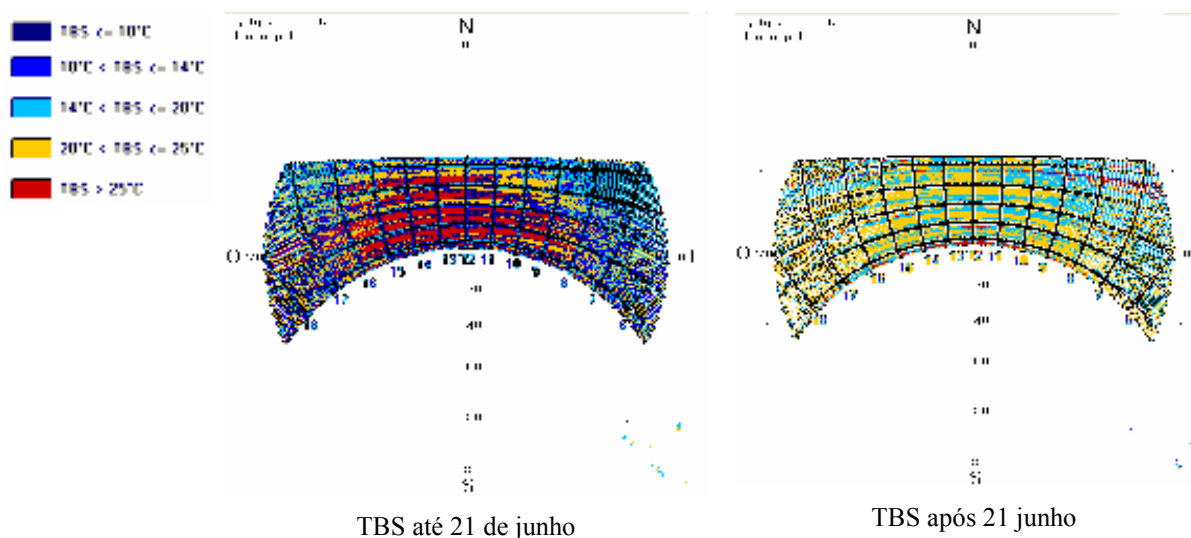


Figura 2 - Trajetória solar da cidade de Florianópolis com as temperaturas horárias do seu ano climático de referência –TRY. Fonte das imagens: software Sol-Ar (www.labeec.ufsc.br)

A irradiação solar que chega à Terra é uma onda eletromagnética composta de diferentes comprimentos de onda, que podem ser divididos em radiação visível, ultravioleta e infravermelho. A radiação visível é uma pequena faixa do espectro solar, compreendendo a banda de energia radiante situada entre 0,38 a 0,78 μm (10^{-6}m). A radiação solar é essencial ao crescimento e à saúde dos seres vivos, por isso, a qualidade, densidade e intensidade devem ser estabelecidas a partir de critérios específicos para cada ambiente (COSTI, 2002). Os raios solares são conhecidos causadores de afecções da pele, principalmente os raios ultravioletas. Os raios ultravioletas são mais eficazes para destruir as bactérias do que somente a radiação visível. Os raios infravermelhos, ou ondas longas, também são conhecidos como radiação térmica e são responsáveis pela sensação de calor. (CICARDO apud BITTENCOURT, 2000). Desta forma, a incidência ou não da radiação solar nos ambientes deve ser uma atitude consciente dos projetistas. Segundo Olgyay e Olgyay (2002), a radiação solar tem ação germicida, e é ideal que os dormitórios recebam pelo menos duas horas de insolação durante 250 dias do ano, o que corresponde a quase 70% dos dias do ano.

Num clima tropical, as aberturas devem ser orientadas e dimensionadas para atender às necessidades de iluminação natural, visto que a carga térmica solar para aquecimento não é desejada. Já no clima subtropical, numa edificação de uso residencial, a carga térmica solar é desejada nos períodos mais frios, as aberturas nesse caso, devem ser dimensionadas para atender as necessidades de ganho térmico, e a iluminação natural acaba sendo a segunda necessidade de conforto a ser atendida. A orientação da edificação deve ser definida pensando nas condições de inverno e verão, lembrando que os ganhos de calor pelo sol ocorrem tanto pelos elementos opacos (paredes, cobertura) quanto pelos elementos transparentes (janelas, clarabóias, etc.). Ao projetar proteções solares para os elementos transparentes, deve-se lembrar também da influência dos mesmos sobre a luz natural que será permitida para dentro do ambiente e a visibilidade para o exterior. O ideal é barrar o sol excessivo do verão, enquanto a iluminação natural deve ser garantida durante todo o ano. A correta orientação da edificação facilita a colocação de proteções solares. Depois de ter orientado corretamente a edificação, as proteções solares podem ser projetadas como parte da volumetria e da estética da edificação. Robbins (1986) comenta que existe diferença em dimensionar aberturas para edificações residenciais e comerciais quando existe a necessidade de ganho térmico. Na residência pode haver o uso combinado de ganho térmico e iluminação natural pela mesma abertura, sendo as aberturas dimensionadas para garantir o conforto térmico, deixando a iluminação como segundo benefício. Já as aberturas em

edificações comerciais devem ser dimensionadas para garantir a luz natural, ficando o ganho térmico como benefício posterior.

A NBR15220-3 (ABNT, 2005b) apresenta o percentual de área de abertura recomendada para permitir a ventilação natural de ambientes de habitações de interesse social, e fornece a indicação da necessidade de sombreamento das aberturas para as residências das 8 zonas bioclimáticas brasileiras. A NBR15220-3 não determina a orientação solar da edificação e das aberturas. Em edificações sem condicionamento de ar artificial, localizadas em locais com temperaturas e umidades altas, o conforto térmico pode ser alcançado através da ventilação. Os usuários de ambientes naturalmente ventilados aceitam faixas de temperaturas de conforto superiores a faixas de temperaturas de ambientes condicionados. Isto porque vão interagindo com o ambiente interno, modificando seu próprio comportamento, e gradualmente se ajustando as condições do ambiente (BRAGER e DEAR, 2000). O fluxo de ar em contato com a pele transfere o calor do corpo humano para o ar quando este tem temperatura inferior à temperatura da pele. Conhecendo-se a direção e a velocidade dos ventos predominantes de um determinado local, é possível projetar os ambientes, área de aberturas e posicionamento, para que haja uma distribuição no fluxo de ar interno. O movimento do ar de 1.5 m.s^{-1} na superfície corporal, pode aumentar a temperatura de neutralidade térmica¹ em até 6 K (SZOKOLAY, 1999).

Uma outra análise importante de ser feita é a frequência de ocorrência dos ventos quando estes são necessários, ou seja, quando o vento pode ajudar a se obter o conforto térmico porque a temperatura e umidade estão acima dos limites da zona de conforto. A Figura 3 é o resultado da uma análise de frequência de ocorrência de ventos em determinadas faixas de temperaturas e umidades. Para umidades elevadas, superiores a 80%, os ventos predominantes são do quadrante norte e sul na cidade de Florianópolis.

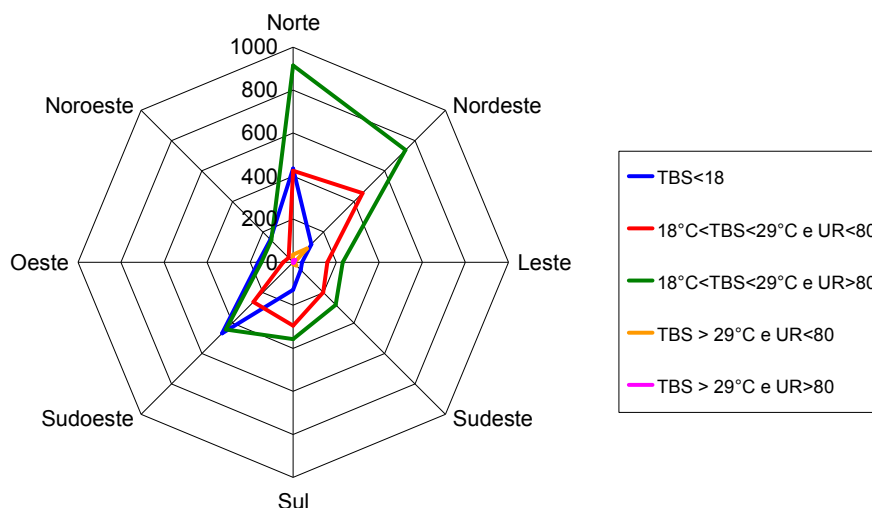


Figura 3 - Distribuição da direção dos ventos por faixa de ocorrência de temperatura e umidade – Gráfico montado com os dados climáticos do TRY de Florianópolis.

Para um bom desempenho de tarefas visuais, além da existência de um bom nível de iluminação é necessário estar bem distribuída no ambiente. É claro que não basta garantir iluminação suficiente, é preciso entre outras coisas evitar ofuscamento e garantir contrastes adequados no ambiente e na tarefa visual. O mesmo nível de iluminação é necessário para leitura tanto numa residência quanto num

¹ Neutralidade Térmica é o estado físico no qual a densidade do fluxo de calor entre o corpo humano e o ambiente é igual à taxa metabólica do corpo, sendo mantida constante a temperatura do corpo (ABNT, 2005a).

edifício de escritórios, só que em poucas residências a tarefa de leitura será desempenhada por 8 ou 10 horas por dia (ROBBINS, 1986). Portanto, os sistemas de iluminação natural de ambientes residenciais e comerciais podem e devem ser diferenciados em função das necessidades diferenciadas de espaço e uso. A incidência direta de sol sobre a execução de uma tarefa visual deve ser evitada, para minimizar contrastes excessivos e problemas de ofuscamento.

Para um projetista é importante ter critérios para definição da escolha da orientação solar dos ambientes em função das atividades a serem desempenhadas. Um dos critérios para propor a distribuição dos ambientes de uma edificação, podem ser os critérios usados em avaliações pós-ocupação para definir se um ambiente atende aos quesitos de conforto ambiental. Um dos critérios de avaliação pós ocupação no Conjunto Habitacional Jardim São Luís – SP foram as horas de insolação no verão e no inverno (ROMÉRO; ORNTEIN, 2003). Os ambientes foram qualificados como bom se o número de horas de insolação no ambiente estivesse dentro dos critérios definidos de horas mínimas e máximas de insolação. Este critério pode ser avaliado ainda em estudo preliminar, verificando se o projeto atende aos quesitos mínimos de salubridade. Se levarmos em consideração o ganho térmico solar para aquecimento dos ambientes, novos limites poderão surgir, superiores aos valores definidos para higienização interna dos ambientes de uma residência. De forma qualitativa, Vianna e Gonçalves (2001) apresentam algumas indicações de desempenho luminotécnico que devem ter os ambientes em função do seu uso.

2 OBJETIVO

O objetivo principal deste trabalho é propor um programa de necessidades que auxilie na disposição espacial dos ambientes durante as primeiras etapas de projeto, tendo como parâmetro os aspectos de conforto ambiental.

3 METODOLOGIA

3.1 Programa de Necessidades estruturado

A definição do programa de necessidades é uma das primeiras etapas de um projeto arquitetônico. O programa de necessidades de um projeto é muito mais do que uma fria lista de espaços e áreas mínimas, este é uma relação de ações humanas, é o maior vínculo do projeto com a realidade (MAHFUZ, 2004). O planejamento de um programa de necessidades é importante, pois grande parte do trabalho do arquiteto é criar e organizar espaços, sempre pensando na vinculação dos ambientes e na edificação como um todo. Segundo Szokolay (1980) são três os passos para resolver estes problemas de projeto: (a) identificar as necessidades espaciais do ambiente; (b) estudar as necessidades de movimentação de pessoas e/ou objetos entre ambientes; (c) produzir uma organização espacial que satisfaça e minimize as distâncias de movimentação de pessoas e objetos.

O presente trabalho sugere a utilização das matrizes de interações, também conhecido como carta de associação, como método de estruturar um programa de necessidades. O método da matriz de interação permite definir as vinculações dos ambientes. As matrizes de interações utilizam uma grade triangular na qual cada espaço da matriz representa a interação entre dois ambientes. Símbolos podem ser inseridos dentro destes espaços da grade triangular para indicar os requisitos de conexão, compatibilidade ou qualquer requisito de proximidade e separação entre ambientes.

A Figura 4 apresenta o programa de necessidades de uma residência para exemplificar o método da matriz de interações. Para atividades mais complexas ou edificações com diversas atividades, os ambientes podem ser agrupados para simplificar a matriz. Os conceitos e exemplos de uso das matrizes de interações podem ser encontrados em Szokolay (1980). No exemplo da Figura 4 foram usados símbolos para categorizar as relações entre ambientes, mas pode-se usar números numa escala para demonstrar qual o maior nível de conexão ou separação. Os símbolos, números ou cores também podem ser usados para demonstrar a necessidade de contato visual, separação e privacidade entre dois ambientes, a necessidade freqüente de movimentação de pessoas ou objetos de um ambiente a outro, similaridade de funções, etc.

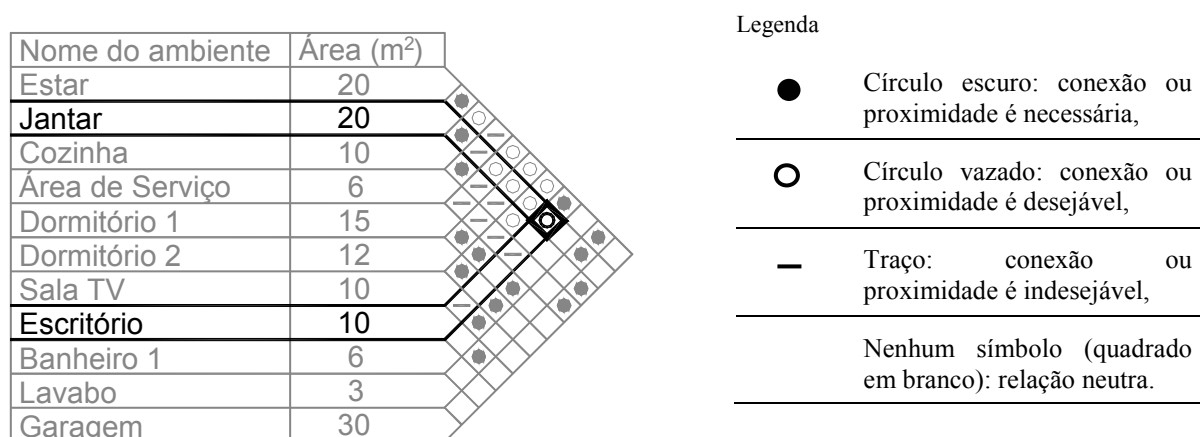


Figura 4 - Programa de necessidades de uma residência em uma matriz de interações.

Com a matriz pronta, os ambientes podem ser rearranjados manualmente para priorizar a proximidade dos ambientes, como pode ser visto na Figura 5.



Figura 5 - Programa de Necessidades de uma residência em uma matriz de interações rearranjada

3.2 Programa de Necessidades bioclimático na matriz de interações

O presente trabalho propõe mais um indicador nas matrizes de interações: os aspectos de conforto dos ambientes (Figura 6). A proposta é adicionar colunas onde serão indicados os aspectos bioclimáticos que deveriam ser observados na proposta do projeto arquitetônico. Na Figura 6 os aspectos bioclimáticos foram divididos em: ventilação natural, iluminação natural e ganho térmico solar. Uma coluna final, chamada de observações, foi proposta para indicar aspectos de uso.

Nome do Ambiente	Área (m²)	Aspectos Bioclimáticos			Obs.:
		Ventilação Natural	Iluminação Natural	Ganho térmico Solar	
Estar	20	cruzada no verão	prioridade	somente no inverno	uso pleno
Jantar	20	cruzada no verão	prioridade	somente no inverno	sem paredes com estar
Lavabo	3	preferencialmente	pode ser zenital	em alguma hora dia	
Escritório	10	cruzada controlada	prioridade	somente no inverno	uso diurno
Cozinha	10	pode ser unilateral	prioridade evitar ofuscamento	não necessário	uso pleno
Área de Serviço	6	pode ser unilateral	pode ser zenital	em alguma hora dia	
Garagem	30	pode ser unilateral	sem restrições	sem restrições	
Sala TV	10	cruzada no verão	evitar ofuscamento	somente no inverno	uso pleno
Dormitório 1	15	cruzada no verão	prioridade	sol matutino verão pleno no período frio	uso noturno
Dormitório 2	12	cruzada no verão	prioridade	sol matutino verão pleno no período frio	uso noturno
Banheiro 1	6	preferencialmente	evitar ofuscamento	sem restrições	

Figura 6 - Exemplo programa de necessidades bioclimático na matriz de interações

Uma análise das necessidades bioclimáticas dos ambientes, comparando com a trajetória solar, as temperaturas do local, e os ventos dominantes, permite então definir quais as orientações solares indicadas para os ambientes em função das atividades desempenhadas. A figura 7 exemplifica a sugestão proposta deste trabalho, onde as atividades estão dispostas num programa de necessidades, ao lado das orientações solares mais indicadas em função do uso. Uma legenda com cores foi proposta para facilitar a visualização da indicação mais apropriada da orientação solar para os ambientes.

Nome do ambiente	Área (m²)	Orientação Solar								
		N	NE	L	SE	S	SO	O	NO	
Estar	20									
Jantar	20									
Lavabo	3									
Escritório	10									
Cozinha	10									
Área de Serviço	6									
Garagem	30									
Sala TV	10									
Dormitório 1	15									
Dormitório 2	12									
Banheiro 1	6									

Legenda das cores de preenchimento

	Orientação apropriada
	Orientação parcialmente apropriada
	Orientação a ser evitada
	Sem restrições à orientação solar

Figura 7 - Exemplo de programa de necessidades bioclimático na matriz de interações – indicativo de orientação solar por ambiente

A proposta da Figura 7 é um indicativo das orientações solares dos ambientes, pois não adianta orientar um dormitório a norte se naquela orientação existe uma barreira à radiação solar e ao vento, como por exemplo uma torre de escritórios na frente de uma edificação térrea.

A proposta deste trabalho se encerra nesta etapa, sendo que o próximo passo pode ser um zoneamento no terreno num diagrama de bolhas. A Figura 8 mostra esquematicamente uma das possibilidades. A correta orientação solar dos ambientes é o primeiro e principal passo na utilização de estratégias bioclimáticas. A partir da estruturação do zoneamento dos ambientes e ou atividades, torna-se mais fácil no estudo preliminar propor estratégias para alcançar o conforto dos ocupantes de forma passiva.

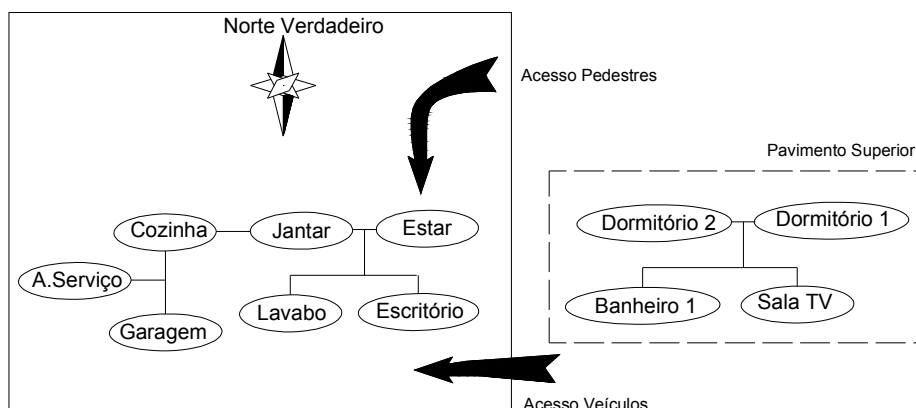


Figura 8 - Diagrama de bolhas demonstrando esquematicamente uma possibilidade de disposição dos ambientes de uma residência seguindo o programa de necessidades bioclimático

4 CONCLUSÃO

A estruturação de um programa de necessidades é uma das primeiras etapas na elaboração de um projeto. É através deste que se determinam as vinculações dos ambientes e suas necessidades espaciais. A tomada de decisões quanto à disposição dos ambientes tem que ser uma atitude consciente. O método de matriz de interações permite visualizar de maneira clara as vinculações dos ambientes num programa de necessidades mais complexo.

Este trabalho propõe inserir no programa de necessidades de uma edificação os conceitos bioclimáticos que deveriam ter os ambientes. Após isto, é possível determinar quais as orientações solares ideais destes ambientes em função do conforto de seus ocupantes. A incorporação dos indicativos de orientação solar dos ambientes, na matriz de interações de um programa de necessidades, auxilia o projetista na disposição dos ambientes antes e durante o estudo preliminar.

Esta incorporação de aspectos bioclimáticos no programa de necessidades pode parecer “receita de projeto”, mas a disposição e orientação solar dos ambientes é uma escolha do projetista, e esta estruturação espacial dos ambientes pode ser utilizada em qualquer estilo arquitetônico e tipologia que se queira adotar.

A análise do uso do ambiente e da escolha da melhor orientação solar cabe ao projetista, e a justificativa da orientação solar dos ambientes não deve ser uma consequência da proposta arquitetônica obtida, mas a proposta arquitetônica deve ser resultado de preocupações com o conforto do ser humano.

5 REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR15220-1**: Desempenho térmico de edificações - Parte 1: Definições, símbolos e unidades. Rio de Janeiro, 2005a. 10p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR15220-3: Desempenho térmico de edificações - Parte 3: Zoneamento Bioclimático Brasileiro e Diretrizes Construtivas para Habitações Unifamiliares de Interesse Social**. Rio de Janeiro, 2005b. 28p.

BITTENCOURT, L. **Uso das cartas solares: diretrizes para arquitetos**. Macéio: EDUFAL, 3a. ed., 2000. 96p.

BRAGER, G. S. e DEAR, R. J. A standard for natural ventilation. **Ashrae Journal**, v. 42 nº 10, p 21-28, 2000.

CORBELLA, O. e YANNAS, S. **Em busca de uma arquitetura sustentável para os trópicos – conforto ambiental**. Rio de Janeiro: Revan, 2003. 288p. ISBN 85-7106-268-4.

COSTI, M. **A influência da luz e da cor em corredores e salas de espera hospitalares**. Porto Alegre: EDIUPUCRS, 2002. 256p. ISBN 85-7430-264-3.

GOULART, S.V.G., LAMBERTS, R.; FIRMINO, S. **Dados Climáticos para Projeto e Avaliação de Edificações para 14 Cidades Brasileiras**. Florianópolis: Núcleo de Pesquisa em Construção Civil, 1997.

LAMBERTS, R.; DUTRA, L.; PEREIRA, F.O.R. **Eficiência Energética na Arquitetura**. São Paulo: PW Editores, 2004.

MAHFUZ, E. C. **Reflexões sobre a construção da forma pertinente**. Disponível em: <http://www.vitruvius.com.br/arquitextos/arq045/arq045_02.asp> acesso em 19/07/2005.

OLGYAY, V. e OLGYAY, A. **Design with climate - bioclimatic approach to architectural regionalism**. New Jersey: 2002.

PAPST, A.L., GHISI, E., COLLE, F., ABREU, S.L., GOULART, S., BORGES, T. **Eficiência energética e uso racional da energia na edificação**. Florianópolis: LABSOLAR, 2005. 121p. ISBN 85-87583-05-0.

ROMÉRO, M. A. e ORNSTEIN, S. W. (editores e coordenadores). **Avaliação Pós-Ocupação: métodos e técnicas aplicados à Habitação Social**. Porto Alegre: ANTAC, 2003. – (Coleção Habitare) 294p. ISBN 85-89478-01-7.

ROBBINS, C.L. **Daylighting, Design and Analysis**. Nova Iorque: Van Nostrand Reinhold Company, 1986. 877p. ISBN 0-442-27949-3.

SZOKOLAY, S. V. **Environmental Science Handbook for architects and builders**. Lancaster: The Construction Press Ltd, 1980.

SZOKOLAY, S. V. Approaches to tropical house design. In: II Encontro Latino Americano de Conforto no Ambiente Construído, 1999, Fortaleza. **Anais....** Fortaleza: 1999. 1 CD.

VIANNA, N.S., GONÇALVES, J.C.S. **Iluminação e Arquitetura**. São Paulo: Virtus s/c Ltda, 2001. 378 p.