

184 - TAO: Uma Metodologia para Implantação de Edificação: Ênfase no Desempenho Térmico, Acústico, Luminoso e Eficiência Energética

Marcia Peinado Alucci

FAUUSP- Faculdade de Arquitetura e Urbanismo – Universidade de São Paulo, Brasil

e-mail: marcialu@usp.br

Resumo

Proposta: a implantação de uma edificação no terreno necessariamente atende à requisitos legais, que em geral são estabelecidos por códigos de obra e leis de zoneamento. Tais instrumentos não contemplam aspectos relativos ao desempenho térmico, acústico, luminoso, ou mesmo energético da edificação.

O objetivo deste artigo é a apresentação de uma metodologia para implantação de uma edificação em um dado terreno, de modo a otimizar o desempenho térmico, acústico, luminoso e energético de seus ambientes. A definição de tal metodologia baseia-se na hipótese de que “existem” alternativas de implantação nas quais os requisitos de conforto dos usuários podem ser atendidos, com a máxima eficiência energética. Metodologia: a estrutura da metodologia está construída com dois objetivos específicos: avaliar os resultados de diferentes hipóteses de implantação da edificação num determinado terreno, e introduzir modificações no projeto arquitetônico que otimizem uma dada implantação. Resultados: a multiplicidade de hipóteses em busca da solução ideal implicou na necessidade de elaboração de um software, desenvolvido em 2007 e denominado “TAO 2007”¹[1]. Contribuições/Originalidade: critérios para implantação de uma edificação.

Palavras-chave: Edificação; Implantação; Conforto Térmico; Conforto Luminoso; Conforto Acústico; Eficiência Energética.

Abstract:

Proposal: the site planning of a building has to fulfil legal requirements, which in general are established by legal codes and buildings regulations. Such guidelines do not include aspects of the construction with regards to thermal, acoustics, lighting or even energy-related matters. Within this context, the aim of the paper is the presentation of a methodology to locate a building on a certain site, focusing on the optimization of the thermal, acoustics, lighting and energy performance. The definition of such methodology is based on the hypothesis that there are alternatives to the position a building on a particular site, in which the environmental requirements can be matched with maximum energy efficiency. Methodology: the structure of the methodology is built up with two main specific objectives: to evaluate the results of different possibilities of site planning, and introduce modifications in the architectural design, which can optimize a certain option for the site planning of a building. Results: the multiplicity of hypotheses in searching for a ideal solution implied in the development of a software in

2007, denominada TAO 2006[1]. Contribution/Originality: environmental criteria for the site planning of a building.

Keywords: Building; Site Planning; Thermal Comfort; Lighting Comfort; Acoustic Comfort; Energy Efficiency.

1.Introdução

A implantação de uma edificação no terreno necessariamente atende à requisitos legais, que em geral são estabelecidos por códigos de obra e leis de zoneamento. Tais instrumentos não contemplam aspectos relativos ao desempenho térmico, acústico, luminoso, ou mesmo energético da edificação. Evidentemente seria desejável que assim fosse, mas a questão que se coloca seria: qual a viabilidade de tal legislação? Nenhuma. Dada a especificidade de cada caso, determinada pelo programa a ser cumprido, pelas características climáticas locais e a geografia da região, pelas características da área urbana, pela geometria do entorno imediato, pelas características culturais dos usuários e, particularmente, pelo partido arquitetônico defendido pelo projetista, nenhuma ação regulatória se tornaria viável. Assim, a alternativa aponta para a criação de instrumentos de avaliação que flexibilizem as decisões dos projetistas, considerando a realidade local e contemplando, principalmente, as intenções e o partido adotado pelo arquiteto.

Não existe ganho algum em engessar as decisões de projeto ou prescrever “modelos” que procurem garantir qualidade do espaço construído. Por outro lado, a prática arquitetônica tem mostrado, que mesmo o conhecimento robusto da teoria do conforto ambiental por parte do arquiteto, não implica necessariamente na produção da “boa arquitetura”.

Tendo o exposto acima como cenário, foi desenvolvida uma metodologia cujo objetivo é contribuir para a integração dos aspectos de conforto térmico, acústico, luminoso e energético das edificações, na fase de desenvolvimento do projeto arquitetônico. As hipótese que deram origem ao desenvolvimento de tal metodologia, poderiam ser resumidas nas seguintes assertivas:

- O desenvolvimento de um projeto arquitetônico sem uma avaliação que permita estimar as condições de conforto e consumo de energia elétrica na fase de uso da edificação implica em problemas irremediáveis depois de executada a obra, não só pelas dificuldades construtivas como também pelo custo envolvido nessas correções;
- A irresponsabilidade no projetar uma edificação, isto é, o desconhecimento do desempenho da edificação quando na sua fase de operação, em geral implica em transferir o ônus de possíveis erros para os usuários e para o meio ambiente;
- Disponer de um instrumento de avaliação que facilite a análise integrada de todos os aspectos do conforto e da conservação de energia elétrica não limita o processo de projetar dos arquitetos, mas, ao contrário, estimula a busca de soluções inovadoras e adequadas à realidade climática e atende ainda ao apelo nacional relativo à necessidade de racionalização do consumo de energia elétrica e preservação do meio ambiente.
- A ampliação da capacitação dos profissionais da arquitetura, implica no aumento do grau de exigência dos mesmos junto aos fabricantes, que não poderão colocar no mercado produtos sem as devidas informações técnicas.

-A ampliação da capacitação dos profissionais da arquitetura, implica no aumento do grau de exigência dos mesmos junto ao poder público, que não poderá se omitir da responsabilidade social de integrar-se ao clamor do planeta quanto à incontinência de buscar soluções de sustentabilidade e preservação do meio ambiente.

No presente artigo está descrita a metodologia proposta, ilustrada a partir de um estudo de implantação de um edifício comercial a ser implantado na cidade de São Paulo.

2. Objetivo

A metodologia proposta tem por objetivo identificar as alternativas “ideais” para implantação de uma edificação num dado terreno, considerando conjuntamente os aspectos climáticos locais, as características físicas das edificações do entorno, o ambiente sonoro gerado pelo tráfego urbano e as características do projeto arquitetônico da edificação a ser implantada.

A aplicação de tal metodologia responde, basicamente, a seguinte pergunta:

- qual a implantação “ideal” para uma edificação num dado terreno, considerando os aspectos do desempenho térmico, acústico, luminoso e energético da mesma?

A resposta à tal questão implica em identificar:

- a implantação que minimiza o ganho de carga térmica pela envoltória, eliminando ou minimizando o condicionamento artificial e conseqüente consumo de energia elétrica, sem comprometer o conforto térmico dos usuários;

- a implantação que maximiza a iluminação natural e minimiza o consumo de energia elétrica decorrente do uso do sistema de iluminação artificial, sem comprometer o conforto luminoso dos usuários;

- a implantação que minimiza o ruído gerado pelo tráfego local, promovendo o conforto acústico dos usuários, com janelas abertas.

Para obter tais respostas, a presente metodologia (TAO 2007) sugere os procedimentos listados a seguir.

- identificar as condições de exposição às quais a edificação será submetida na fase de uso;
- selecionar as características construtivas e dados do programa que orientaram o desenvolvimento do projeto de arquitetura;
- aplicar os procedimentos de cálculo que permitem a caracterização do desempenho térmico, acústico, luminoso e energético da edificação em questão;
- comparar os resultados obtidos na caracterização do desempenho, para diferentes orientações da edificação no terreno, obtidos para as quatro fachadas, considerados os requisitos de conforto do usuário.
- identificar a alternativa “ideal” para implantação da edificação

3. Metodologia

3.1 Condições de Exposição

As condições de exposição às quais a edificação será submetida na fase de uso, inclui:

- características climáticas locais;
- entorno construído imediato determinado pelas construções vizinhas, calçadas e vias;
- ambiente sonoro, caracterizado pelo tipo de via e tráfego.

As variáveis climáticas que devem ser identificadas são:

- a temperatura e umidade do ar;
- irradiação solar,
- ventos (direção e velocidade);
- nebulosidade e pressão atmosférica.

A seleção de cada uma dessas variáveis é função do tipo de avaliação desejado: a avaliação de desempenho térmico e energético deve ser realizada para o mês mais quente e mais frio do ano e dessa forma os valores de umidade e temperatura do ar necessários dizem respeito apenas à esses períodos (valores horários). Já a irradiação solar e nebulosidade devem ser obtidas (ou calculadas) para todas as horas do dia durante todos os dias do ano, uma vez que o desempenho luminoso é avaliado para situações com frequência de ocorrência 80% das horas do ano.

O procedimento completo para levantamento e tratamento das variáveis climáticas necessárias à aplicação da metodologia está detalhado em (Alucci, 1992). Os dados climáticos para principais cidades brasileiras podem ser acessados no software CLIMATICUS (Alucci, 2005).

3.1.1 Entorno Construído

O entorno construído da edificação (objeto de estudo) caracteriza-se:

- pela localização e geometria (largura, altura e profundidade) das edificações do entorno do terreno onde será implantada a edificação (figura 1), e,
- pela localização e dimensão dos passeios (calçadas) e vias de tráfego que “contornam” o terreno (figura 1).

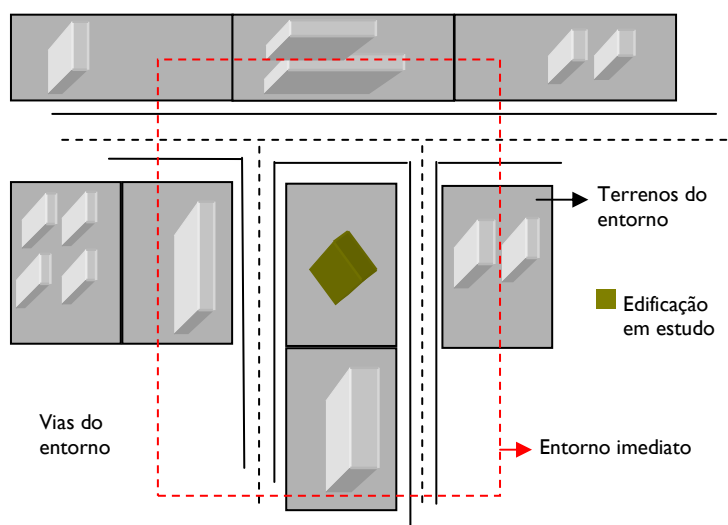


Figura 1: Caracterização do entorno imediato da edificação em estudo a ser considerado na identificação da implantação ideal da mesma no

Nos casos em que mais de uma obstrução está presente em um dos lados do terreno, recomenda-se substituí-las por uma obstrução equivalente, adotando-se, preferencialmente, uma equivalência geométrica que considere a altura como parâmetro relevante. Este critério decorre da importância dos horários de sombreamento provocados pelas edificações vizinhas, que passam a se comportar como obstruções.

Nota: Em alguns casos, as obstruções mais significativas para avaliação das diferentes alternativas de implantação da edificação no terreno, não são exatamente aquelas que se situam no terreno vizinho. A decisão de considerar uma ou outra situação deve ser tomada caso a caso.

3.1.2 Ambiente Sonoro

O ambiente sonoro, que permite avaliar o impacto do ruído de tráfego nos ambientes da edificação, caracteriza-se:

- pelo tipo de via (expressa, coletora, local),
- pelo número de veículos que trafegam em cada uma das vias (veículos/hora),
- pela parcela de veículos pesados, em cada uma das vias,
- pela velocidade média dos veículos.

Para efeito da metodologia aqui proposta não são consideradas outras fontes ruído eventualmente presentes no entorno da edificação (como ruídos de obras, fábricas, ,etc)

3.2 Características Construtivas

Estão incluídas como características construtivas as informações relativas à envoltória, pavimento tipo e terreno. Para cada uma dessas características, os dados necessários, são:

-Envoltória:

- dimensões da edificação (largura, altura e comprimento);
- relação entre e áreas transparentes (ou translúcidas) e áreas opacas, para cada uma das quatro fachadas;
- aberturas:
 - dimensões (largura e altura);
 - fator solar e transmissão luminosa dos vidros;
 - dimensões da proteção solar (brise);
- vedos opacos:
 - coeficiente global de transmissão térmica dos vedos verticais e horizontais;
 - cor dos revestimentos externos

-Pavimento tipo:

- largura e profundidade (média) de um ambiente típico de cada fachada;
- pé direito médio de um ambiente típico de cada fachada;

-Terreno:

- dimensões (largura, comprimento);

- orientação (observar que o “Norte “ a ser indicado é o “Norte Verdadeiro”).

3.3 Programa e Uso

Com relação ao programa de uso dos ambientes da edificação em estudo, devem ser selecionadas as seguintes informações:

- atividade a ser realizada nos ambientes do pavimento tipo, por fachada;
- período do dia ao longo do qual as atividades serão realizadas;
- número de dias no mês durante os quais as atividades serão realizadas;
- período de uso da luz artificial (somente para complementar a iluminação natural ou tempo integral);
- condicionamento natural ou artificial (observar que esta decisão já deve ter sido tomada na fase do ante-projeto da edificação);
- prioridade do aspecto de conforto (térmico, acústico, luminoso e energético) que deverá ser atendido.

Nota: Em função das atividades a serem realizadas no interior dos ambientes da edificação, do partido adotado pelo arquiteto e de variáveis culturais da região, será possível identificar qual dos aspectos de conforto terá prioridade. Se o aspecto “eficiência energética” for eleito como prioritário, tal decisão implicará no uso da ventilação natural e conseqüente “sacrifício” do conforto acústico. Evidentemente, a situação ideal seria o atendimento de todos os aspectos, mas na impossibilidade de fazê-lo, o resultado obtido com a aplicação da metodologia aqui discutida, permitirá introduzir alterações no projeto que minimizem os aspectos “sacrificados”.

3.4 Avaliação do Desempenho

Com base nas informações reunidas nos itens acima, a caracterização de desempenho luminoso, térmico, energético e acústico, da edificação em estudo, devem considerar :

- dois ambientes “tipo” em cada uma das quatro fachadas da edificação, sendo um localizado no primeiro pavimento tipo e o segundo localizado no último pavimento tipo (figura 2).

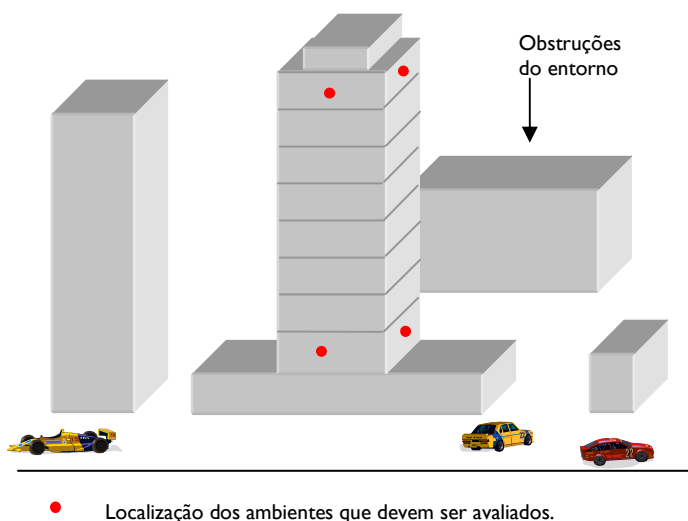


Figura 2: Localização dos ambientes que devem ser avaliados nas quatro fachadas.

- o pavimento tipo se caracteriza por ambientes definidos, isto é, compartimentados com divisórias (ou paredes) de piso a forro.

3.4.1 Critérios de Avaliação

Para efeito de avaliação do desempenho térmico acústico, luminoso e energético devem ser selecionados oito critérios, aplicados aos oito ambientes selecionados (ver figura 2):

1. temperatura do ar interior dos ambientes às 15h (**Ti às 15h**);
2. % de horas em conforto térmico (sem condicionamento artificial) (**% Tc**);
3. profundidade do ambiente que permite dispensar a iluminação artificial durante 80% das horas do ano ("**d**");
4. percentagem da área do piso (por fachada) que pode ser atendido com iluminação natural (**% IN**);
5. consumo de energia elétrica decorrente do uso do sistema de iluminação artificial (**kWh SIA**);
6. consumo de energia elétrica decorrente do uso do sistema de condicionamento artificial (**kWh SAC**);
7. consumo total de energia elétrica (ar condicionado + iluminação artificial) (**kWh TOT**);
8. nível sonoro que atinge a fachada (**NS**).

Os oito critérios acima mencionados são verificados para azimutes compreendidos entre 0° e 345° (figura 3). Para alguns desses parâmetros, como no caso da temperatura de conforto do ar interior e nível sonoro, os critérios para avaliação das condições de conforto são limites recomendados em norma ou são consensuais no meio técnico, assim sendo podem ser adotados. Para os demais, sugere-se comparar os resultados obtidos para cada implantação e assumir o menor (ou maior) valor como ideal. Por exemplo:

- os resultados obtidos para consumo total de energia elétrica em um "ambiente tipo" da edificação variaram de 12 kWh/mês/m² a 30 kWh/me/m² em função da implantação da edificação no terreno: neste caso, o valor de 12kWh/mês/m² será tomado como referencia, descrevendo assim o melhor desempenho. Já para o caso da profundidade "d" do ambiente que dispensa iluminação artificial, o maior valor de "d" será considerado "ideal". Evidentemente, ao conhecer o conjunto dos resultados, o projetista poderá introduzir alterações no projeto arquitetônico para atingir o "melhor resultado" possível.

A título de exemplo, o quadro da figura 3 resume, para uma dada fachada sem obstruções no entorno, os resultados obtidos para os oito parâmetros de avaliação de desempenho em 14 (quatorze) alternativas de implantação da edificação no terreno. Na referida figura, pode-se observar que a opção de implantação "Norte" (azimute 0°) da fachada atende à quatro critérios, enquanto a implantação de azimute 120°, atende à cinco os critérios. Assim sendo, a escolha do projetista deverá considerar:

- opção pelo condicionamento artificial: neste caso, a orientação "ideal" para a fachada em questão será 120°, uma vez que o consumo de energia elétrica será o mínimo (no conjunto dos azimutes) e o aspecto do ruído estará resolvido pelo fechamento das janelas ;
- opção pela ventilação natural (sem ar condicionado): neste caso, a orientação "ideal" para a fachada em questão será 0° (norte), uma vez que a temperatura do ar interior dos ambientes estará dentro

dos limites de conforto. Observar que o critério de conforto acústico (NS) está atendido, o que permitirá manter as janelas abertas.

Diante de tal cenário, caberá ao projetista fazer a escolha, considerando também outros aspectos que decorrem da implantação adotada, como acessos, características visuais do entorno, etc. Ao optar por qualquer alternativa de implantação, será possível estimar o desempenho da edificação para todos os parâmetros de desempenho, ou seja, o cliente poderá ser informado quanto:

- a temperatura do ar interior dos ambientes no verão;
- a necessidade de condicionamento artificial e custo estimado de energia elétrica decorrente;
- a área de piso que dispensará iluminação artificial durante 80% das horas do ano;
- o consumo de energia elétrica estimado decorrente do uso da iluminação artificial;
- o ruído gerado pelo tráfego local que atingirá as aberturas, se abertas.

Critérios de avaliação		Azimute da fachada(°)													
		0	30	60	90	120	150	180	180	180	210	240	270	300	330
1	Ti às 15h		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
2	% Tc		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
3	“d”	x	x	x	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x
4	%IN	x	x	x	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x
5	kWh SIA	x	x	x	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x
6	kWh SAC	x	x	x	x							x	x	x	x
7	kWh TOT		x	x	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x
8	x	Não atende ao critério de desempenho				x	Atende o critério								
Numero de critérios atendidos		4	1	1	1	5	1	1	1	1	2	1	1	1	1

Figura 3: Exemplo do conjunto de resultados obtidos a partir da avaliação de desempenho de diferentes implantações de uma dada fachada da edificação no terreno. Com base nessas informações deve ser escolhida a implantação a ser adotada pelo projetista.

4. Análise dos Resultados

No exemplo da figura 3, foi analisada apenas uma fachada de uma edificação. A metodologia aqui proposta sugere a avaliação de dois ambientes por fachada (primeiro e ultimo pavimento tipo), o que implica em 8 ambientes, que devem ser analisados para 24 alternativas de implantação (de 0° a 345°, a cada 15°). O resultado assim obtido (para as 24 alternativas), para o caso de verão, está representado na figura 4. Observar que o critério atendido está assinalado com a letra “S” e os não atendidos com a letra “N”.Estão também indicados os azimutes que atendem o maior numero de critérios, para cada fachada..



Figura 4: Tela indicativa do conjunto dos resultados da avaliação de desempenho da edificação em função de 24 opções de implantação da mesma no terreno, com indicação dos azimutes que atendem o maior número de critérios.

Combinadas as situações de verão e inverno, a aplicação da metodologia permite a identificação do conjunto de azimutes que atende ao maior número de critérios. Esse resultado está indicado na figura 5.



Resumo dos resultados

fausp - depto de tecnologia labaut
profa dra marcia peinado alucci
são paulo 2006

Fachada A		azimute	0	15	30	45	60	75	90	105	120	135	150	165	180	195	210	225	240	255	270	285	300	315	330	345
primeiro pavimento	verão	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	165	180	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	inverno	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	165	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
pavimento superior	verão	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	165	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	inverno	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	165	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Fachada B		azimute	90	105	120	135	150	165	180	195	210	225	240	255	270	285	300	315	330	345	360	15	30	45	60	75
primeiro pavimento	verão	-	-	-	-	-	165	180	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	inverno	-	-	-	-	-	165	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
pavimento superior	verão	-	-	-	-	-	165	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	inverno	-	-	-	-	-	165	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Fachada C		azimute	180	195	210	225	240	255	270	285	300	315	330	345	360	15	30	45	60	75	90	105	120	135	150	165
primeiro pavimento	verão	180	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	165
	inverno	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	165
pavimento superior	verão	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	165
	inverno	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	165

Fachada D		azimute	270	285	300	315	330	345	360	15	30	45	60	75	90	105	120	135	150	165	180	195	210	225	240	255
primeiro pavimento	verão	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	165	180	-	-	-	-	-
	inverno	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	165	-	-	-	-	-	-
pavimento superior	verão	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	165	-	-	-	-	-	-
	inverno	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	165	-	-	-	-	-	-

Figura 5: Conjunto dos resultados da avaliação de desempenho da edificação em função de 24 opções de implantação da mesma no terreno, para condições de verão e inverno. Estão indicados os azimutes ideais para cada fachada.

Observar na Figura 5, que para cada fachada é possível identificar o azimute ideal, o que pode sugerir uma alteração da planta inicial sugerida pelo projetista.

Cabe ressaltar ainda, que a identificação dos azimutes ideais sugeridos pela presente metodologia, NÃO dispensa uma avaliação detalhada do desempenho térmico, acústico, luminoso e energético dos ambientes da edificação em questão.

Nota: Esta metodologia foi objeto da tese de livre de docência da autora, defendida em maio de 2007, na FAUUSP.

5. Referencias Bibliográficas

- ALLARD, F. Natural ventilation in buildings: a design handbook. James & James Science Publishers. London, 1998.
- ALUCCI, M. P. Conforto térmico, conforto luminoso e conservação de energia elétrica: procedimentos para desenvolvimento e avaliação de projeto de edificação. Tese Doutorado – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1992.
- ALUCCI, M. P. Recomendações para adequação de uma edificação ao clima, no Estado de São Paulo (2vol). São Paulo, FAUUSP, 1981.
- AMERICAN NATIONAL STANDARDS INSTITUTE & ASHRAE.-Thermal environment conditions for human occupancy, ANSI/ASHRAE 55-2004.
- ASHRAE- American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers. Handbook of Fundamentals. Atlanta: ASHRAE, 2005.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT: NBR 6401 - Instalações centrais de ar condicionado para conforto: parâmetros básicos de projeto- Procedimentos. Rio de Janeiro, 1980.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT: NBR 15215-2 -Iluminação Natural – Parte 2:Procedimento de cálculo para estimativa da disponibilidade de luz natural. Rio de Janeiro, 2003.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT: NBR 10152-Níveis de ruído para conforto acústico. Rio de Janeiro, 2001.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT: 10151-Avaliação do ruído em áreas habitadas visando o conforto da comunidade.. Rio de Janeiro, 2001.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT: NBR 5413 - Iluminância de interiores. Rio de Janeiro, 1982.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT: NBR 15220-2 – Desempenho térmico de edificações. Parte 2: Métodos de cálculo da transmitância térmica, da capacidade térmica, do atraso térmico e do fator solar de elementos e componentes de edificações. Rio de Janeiro, 2005.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT: NBR 6123 Forças devidas ao vento em edificações. Rio de Janeiro, 1988.
- ATHIENITS, A.K.; TZEMPELIKOS, A. A method for simulation of daylight room illuminance distribution and light dimming for a room with a controlled shading device. Solar Energy, 4, 271-281, 2002.
- AVSAR, Y.; GONULLU, M.T. Determination of safe distance between roadway and school buildings to get acceptable school outdoor noise level by using noise barriers. Building and Environment, 40, 1255-1260, 2005.
- BATURIN, V.V. Fundamentos de ventilación industrial. Barcelona :Editorial Labor, 1976.
- BRITISH STANDARD INSTITUTION. - BSI-BS 5250:Code of basic data for the design of buildings: the control of condensation in dwellings. London, 1985.
- BRITISH STANDARD INSTITUTION. – BSI-BS 5925: Code of practice for ventilation principles and designing for natural ventilation. London, 1991.
- BRITISH STANDARD INSTITUTION. – BSI-BS 8206:Lighting for buildings. Part I: Code of practice for artificial lighting. London, 1985.

BRITISH STANDARD INSTITUTION. BSI-DD 73:Basic Data for The Design of Buildings: daylight. London, 1982.

BRITISH STANDARD INSTITUTION. BSI-DD 63 :Basic data for design of buildings: sunlight. London,1980

Brown,G.Z.; DeKay, M. Sol, vento & luz: estratégias para projeto de arquitetura.Porto Alegre: Bookman, 2004.

BRUNGER,P.A.;HOOPER,C.F. Anisotropic sky radiance model based on narrow field of view measurements of shortwave radiance. Solar Energy,51,53-64;1993.

CALIXTO, A.;DINIZ,B.;ZANNIN,P.H.T. The statistical modeling of road traffic noise in a urban setting.Cities,20(1),23-29,2003.

EVOLA,G.; POPOV,V. Computational analysis of wind driven natural ventilation in buildings. Energy and Buildings, 38, 491-501,2006.

FROSETH,S.E.; LAMBERT,R.F. Elevated measurement of traffic noise above an ideal reverberant city. Journal of Sound and Vibration,50(3),353-368,1977.

FROTA, A.B.;SCHIFFER,S.R.- Manual de conforto térmico. (2 ed).São Paulo:Nobel,1995.

FROTA, A.B. Geometria da Insolação.São Paulo: Geros, 2004.

GHIAUS,C.(ed); ALLARD,F. (ed).Natural ventilation in the urban environment. London: Earthscan, 2005.

GIVONI, B.Climate considerations in urban and building design. New York: John Wiley & Sons, 1998.

GIVONI, B. Passive Cooling of Buildings. New York: John Wiley & Sons, 1994.

LITTLEFAIR,J.P. Daylight, sunlight and solar gain in the urban environment. Solar Energy, 70,177-185, 2001.