

ESTUDO DA INSOLAÇÃO DIRETA NA ÁREA CENTRAL DO PERÍMETRO URBANO DE SANTA MARIA-RS

Alexandre Pistoia SAYDELLES¹

Maria da Graça Barros SARTORI²

Resumo

No século XX, as cidades tornaram-se alvos de inúmeros estudos, pois a expansão das áreas urbanas provocou transformações no clima local, comprometendo a qualidade ambiental e a salubridade urbana. Assim, o objetivo principal deste trabalho foi avaliar a distribuição da insolação direta na área de maior densidade urbana e populacional da cidade de Santa Maria-RS, a partir da declinação do Sol ao longo do ano sobre o estado do RS. O canal de percepção climática Termodinâmico do Sistema Clima Urbano, proposto por Monteiro (1976), serviu de embasamento teórico-metodológico, pois a insolação controla os índices de temperatura e umidade do ar, responsáveis pela sensação de bem-estar e conforto térmico da população. No estudo das áreas de maior ou menor incidência solar direta, elaboraram-se cartas de hipsometria, malha urbana e orientação das vertentes. Assim, ao analisá-las, constatou-se que os bairros estudados apresentam a maioria de suas vertentes orientadas aos quadrantes que recebem intensa insolação direta, podendo comprometer o conforto térmico nos dias de verão. Desta forma, conclui-se, que a compreensão desta variável climática é indispensável ao planejamento urbano e arquitetônico, na obtenção de melhor qualidade de vida e conforto ambiental.

Palavras-Chave: Conforto Térmico; Clima Urbano; Insolação direta; Cartografia.

Abstract

Study of the direct insolation in the central area of the urban perimeter of Santa Maria-RS

In the 20th century, the cities became target of many studies, because the expansion of the urban areas provoked transformations in the local climate, compromising the environmental quality and the urban salubrity. Thus, the main objective of this work was to evaluate the distribution of the direct insolation in the area of larger urban density and populacional of the city of Santa Maria-RS, starting from the decline of the Sun along this year on the state of RS. The Thermodynamic canal of climatic perception of the Urban Climate System proposed by Monteiro (1976), it served as theoretical-methodological corpus, because the insolation controls the temperature indexes and humidity of the air, responsible for the well-being sensation and thermal comfort of the population. In the study of bigger or smaller areas with direct solar incidence, hipsometria letters were elaborated, it urban threses and orientation of the slopes. Thus, when analyzing them, it was verified that the studied quarters present most of its slopes guided to the quadrants that receive intense direct insolation, could commit the thermal comfort in the days of summer. So, it is concluded, that the understanding of this climatic variable is indispensable to the urban and architectural planning, in the obtaining of better life quality and environmental comfort.

Key-Word: Thermal Comfort; Urban Climate; direct insolation; Cartography.

¹ Aluno do Curso de Mestrado em Geografia – CCNE/ UFSM - asaydelles@mail.ufsm.br

² Prof^a. Dr.^a Tit. do Departamento de Geociências – CCNE/UFSM – magracas@base.ufsm.br

INTRODUÇÃO

A partir da Revolução Industrial ocorrida na Europa, no século XVIII, evidenciou-se no mundo inteiro o processo de urbanização e crescimento urbano das cidades.

No entanto, crescimento urbano e populacional atingiu seu auge somente no século XX, caracterizando-se como o século da urbanização. Segundo dados do relatório do desenvolvimento humano de 1995, publicado pela ONU, a taxa de urbanização no início da Revolução Industrial não passava de 2%, em 1960 a população que vivia em cidades atingiu 34% e 44% em 1992, sendo que já no início do século XXI, a população urbana mundial deverá superar os 50%.

Assim, pode-se afirmar que, no decorrer do processo da evolução humana, como sociedade, as cidades constituíram-se nos principais centros das atividades humanas, onde as intensas relações políticas, econômicas e comerciais, proporcionaram o desenvolvimento de extensos aglomerados humanos e urbanos, onde os fluxos de pessoas, bens, capitais e mercadorias existentes e originadas das relações de produção e re-produção econômica, transformaram e degradaram o espaço físico-natural e urbano.

Neste sentido, Mendonça (1994) afirma que, ao construir cidades, os homens incorporam enorme quantidade de novos materiais, equipamentos no ambiente natural originando um novo ambiente, e que a intensidade da alteração será razão direta da qualidade e quantidade de elementos nele introduzidos.

Sendo assim, o efeito resultante destas transformações no meio ambiente afetam diretamente a população local, causando-lhe desconforto, pois conforme Santos (1981, p.43), "as condições ambientais das cidades quando são ultrajadas, criam uma natureza hostil".

Essas alterações no ambiente natural propiciam a formação de um clima urbano e de vários microclimas urbanos, derivados da

retirada da cobertura vegetal, introdução de novas formas no relevo, concentração de edificações, concentração de equipamentos e pessoas, impermeabilização do solo, lançamento concentrado e acumulado de partículas e gases na atmosfera, e produção de energia artificial. (MENDONÇA, 1994, p.7).

Portanto, ao repensar as cidades para efeito de planejamento sobre uma ótica ambiental, torna-se necessário o conhecimento sistemático das diferentes funções desenvolvidas no espaço urbano, bem como sua relação com a morfologia do sítio. Mascaró (1996, p.33), considera que "Qualquer análise inicial para o estudo de um clima urbano requer observação tanto da topografia do sítio como dos modelos de morfologia urbana [...]", uma vez que as alterações imprimidas no clima local estão diretamente relacionados às complexas formas apresentadas pelo espaço urbano, tanto ao nível das edificações como da topografia urbana, as quais, conforme Lombardo (1996, p.32), "[...] respondem diferentemente, tanto à radiação solar quanto ao regime dos ventos".

Assim, no tocante a estas alterações, o presente trabalho tem como objetivo principal, estudar a distribuição da insolação direta, através da carta de orientação das vertentes, na área de maior densidade populacional e urbana da cidade de Santa Maria-RS, a partir da declinação do Sol ao longo do ano sobre o estado do Rio Grande do Sul, no intuito de auxiliar nas propostas de planejamento urbano, pois segundo Neves (1989, p.97), "A influência do sol decorre basicamente do excesso de iluminamento (a luminosidade natural no ambiente arquitetônico) e da insolação (efeito calorífico...) que causam desconforto".

A insolação aliada às transformações impostas ao clima urbano irá refletir, sobretudo, em alterações nos índices de temperatura, umidade do ar, de precipitações, no balanço térmico urbano e na formação de ilhas de calor urbanas, acarretando trocas de energia do centro em direção à periferia das cidades, alterando a circulação dos ventos e comprometendo a salubridade urbana, o conforto térmico, a sensação de bem-estar e a qualidade de vida de toda a população.

A cidade de Santa Maria (RS) está situada na Depressão Periférica Sul-riograndense, delimitada pelas coordenadas geográficas 29°39'53" a 29°43'56" de Latitude Sul e 53°50'22" a 53°45' de Longitude Oeste (Figura 1).

No sistema urbano gaúcho, Santa Maria é a 5ª maior cidade, segundo estimativa da Fundação de Economia e Estatística, RS, para o ano de 2001. É um grande pólo de atração populacional e um importante centro regional. Suas características funcionais repousam no setor terciário, salientando-se o setor comercial e principalmente o educacional.

Sua crescente projeção como centro educacional à torna, conforme observa Sartori (2000), no mais importante centro urbano do interior do Rio Grande do Sul neste setor, com ampla área de atuação, onde milhares de jovens de outras localidades (mesmo fora do Estado) se estabelecem à procura das escolas de ensino médio, cursos pré-vestibulares e dos cursos de graduação oferecidos pela Universidade Federal de Santa Maria, UNIFRA, ULBRA, FAMES, FASCLA e FADISMA.

Para Sartori (2000), o setor secundário ocupa um percentual de população ativa inferior ao setor primário. A industrialização não tem muita expressão e é pouco diversificada. No geral, são indústrias de pequeno e médio porte, voltadas para o beneficiamento de produtos agrícolas ou para os setores mobiliários, metálicos, calçadistas, de laticínios, de bebidas, entre outros. A indústria da construção civil tem aumentado cada vez mais sua importância nos últimos anos.

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Preliminarmente, partiu-se da proposta teórico-metodológica desenvolvida por Monteiro (1976) para o estudo do Sistema Clima Urbano (CSU), o qual constitui-se por três canais de percepção climática ou subsistemas: o Termodinâmico ou do Conforto Térmico, o Físico-Químico ou da Qualidade do Ar e o Hidrodinâmico ou do Impacto Meteórico.

O subsistema do Conforto Térmico ou as características Termodinâmicas tem sido, segundo Mendonça (1994, p.11), "o aspecto mais explorado nos estudos de clima urbano", e para este trabalho constituiu-se no canal norteador e mais significativo, uma vez que a insolação altera os índices de temperatura e umidade do ar, repercutindo no conforto térmico e na qualidade vida urbana.

Com a definição do problema a ser estudado e com base nos objetivos a serem alcançados, delimitou-se a área de estudo, obedecendo-se a dois critérios: o de caráter topográfico e o da densidade populacional da cidade de Santa Maria.

Assim, a área de estudo delimitada abrange os Bairros Centro, Nossa Senhora das Dores, Nossa Senhora de Lourdes, Nossa Senhora do Rosário e Medianeira.

O Bairro Centro constitui-se no núcleo urbano original e concentra a maior densidade populacional e urbana, bem como as edificações mais altas. Topograficamente, compreende as maiores altitudes, constituindo-se num grande divisor d'água da cidade, denominado por Sartori (1979, p. 133), de "festão colinoso mais elevado". Os demais bairros, com menores altitudes, estendem-se no seu entorno ao longo de suas vertentes, que são alongadas e bem definidas, orientadas em direção aos quatros

Figura 1 - Localização da área de estudo na malha urbana de Santa Maria e situação do município no estado do Rio Grande do Sul



quadrantes principais (N-S-E-W), o que permitiu sua divisão em setores para melhor estudá-los.

Para analisar as áreas de maior ou menor insolação do espaço urbano estudado, elaboraram-se cartas temáticas, com base na planta plani-altimétrica da área urbana, obtida junto à Secretaria de Planejamento da Prefeitura Municipal de Santa Maria-RS, na escala de 1:10.000, com equidistância das curvas de nível de 10 metros, onde extraíram-se todas as informações necessárias à elaboração do mapa-base e das cartas hipsométrica, malha urbana, e orientação das vertentes, utilizadas na análise.

A carta hipsométrica elaborada representou a morfologia geral do sítio urbano, possibilitando a observação tanto da variação altimétrica como das principais feições do relevo. Através da carta da malha urbana, foram extraídas todas as informações referentes ao arranjo urbano dos bairros.

Na elaboração da carta de orientação das vertentes, tendo em vista a necessidade de um maior detalhamento na análise, representou-se as 8 faces de orientação das mesmas, a partir de um ábaco em octógono. Na representação das faces de orientação das vertentes foram utilizadas cores, levando-se em consideração a insolação e a temperatura do ar durante o dia, de acordo com espectro-eletromagnético para a luz visível, e também de acordo com a disponibilidade no Software Spring 3.6, utilizado na digitalização das referidas cartas temáticas.

Assim, na análise da insolação direta, foi sobreposta à carta de orientação das vertentes a carta contendo a malha urbana e, sobre ela, uma lâmina transparente dividida em quatro setores, de acordo com os quadrantes principais que orientaram a análise:

- O Setor Norte corresponde ao quadrante norte dos bairros;
- O Setor Leste corresponde ao quadrante leste dos bairros;
- O Setor Sul corresponde ao quadrante sul dos bairros;
- O Setor Oeste corresponde ao quadrante oeste dos bairros.

A divisão em quatro setores serviu para melhor avaliar a insolação direta, a partir da declinação do Sol durante o ano e sua trajetória aparente diária de leste para oeste, e também para simplificar e objetivar a análise qualitativa e quantitativa das exposições das vertentes, que, em sua contagem, elaboraram-se gráficos fazendo-se uso do software Excel/97.

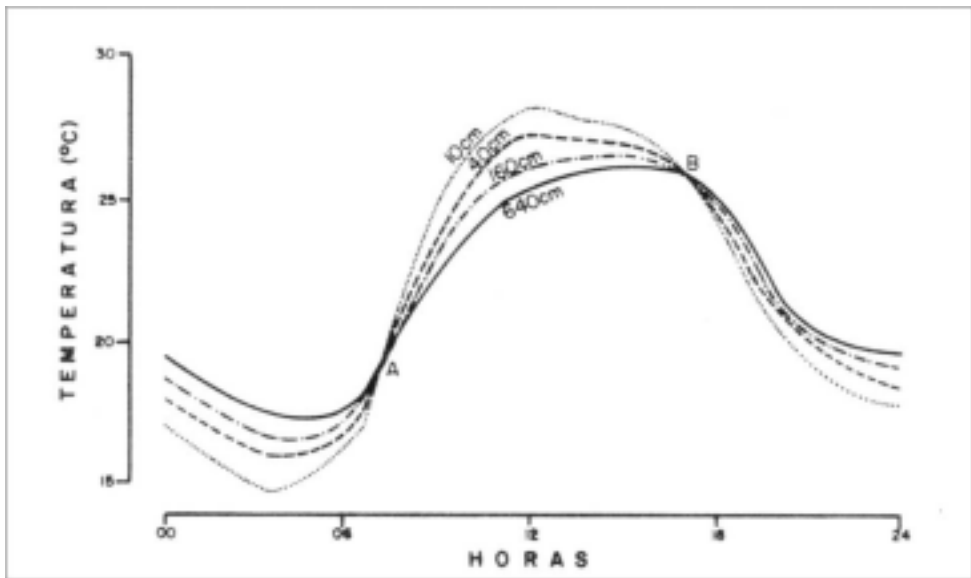
Assim, para obter melhores resultados que auxiliassem como subsídios no planejamento urbano e arquitetônico, a análise da insolação direta, foi feita para cada um dos bairros individualmente, o que proporcionou maior detalhamento das informações.

ANÁLISE DOS RESULTADOS

De acordo com a movimentação aparente do Sol ao longo do ano no Hemisfério Sul, somente nas áreas tropicais o Sol atinge o zênite entre o equinócio de primavera e o solstício de verão. Desta forma, as áreas localizadas nas regiões subtropicais apresentam menor incidência quanto à insolação anual, pois os raios solares atingem a região formando um ângulo sempre menor que 90° durante o ano inteiro. Por isso, nas regiões subtropicais austrais as vertentes inclinadas para norte recebem maior insolação do que as vertentes orientadas para sul e, por conseguinte, as áreas dos Bairros de Santa Maria compreendidas no setor norte de cada um deles são mais privilegiadas quanto à insolação do que a do setor sul.

Em relação à movimentação aparente diária do Sol, de leste para oeste, a insolação acentua-se à medida que o dia avança, proporcionando o gradativo aquecimento do ar. Assim, as vertentes orientadas para o quadrante leste recebem a insolação pela parte da manhã e caracterizam-se por apresentar as temperaturas em elevação; as vertentes orientadas para o quadrante norte recebem intensa insolação ao meio dia, horário em que as temperaturas já são mais altas; e as vertentes voltadas para o quadrante oeste recebem a insolação mais intensa pela parte da tarde, cujas temperaturas são mais elevadas e responsáveis pela sensação de desconforto térmico, principalmente nos dias de verão, como também em dias de altas temperaturas em qualquer época do ano, conforme pode ser visto na Figura 2. Esses fatos não são observados quando se trata de superfícies planas.

Figura 2 - Curso diário da temperatura do ar



Fonte: TUBELIS; NASCIMENTO, 1980, p.75.

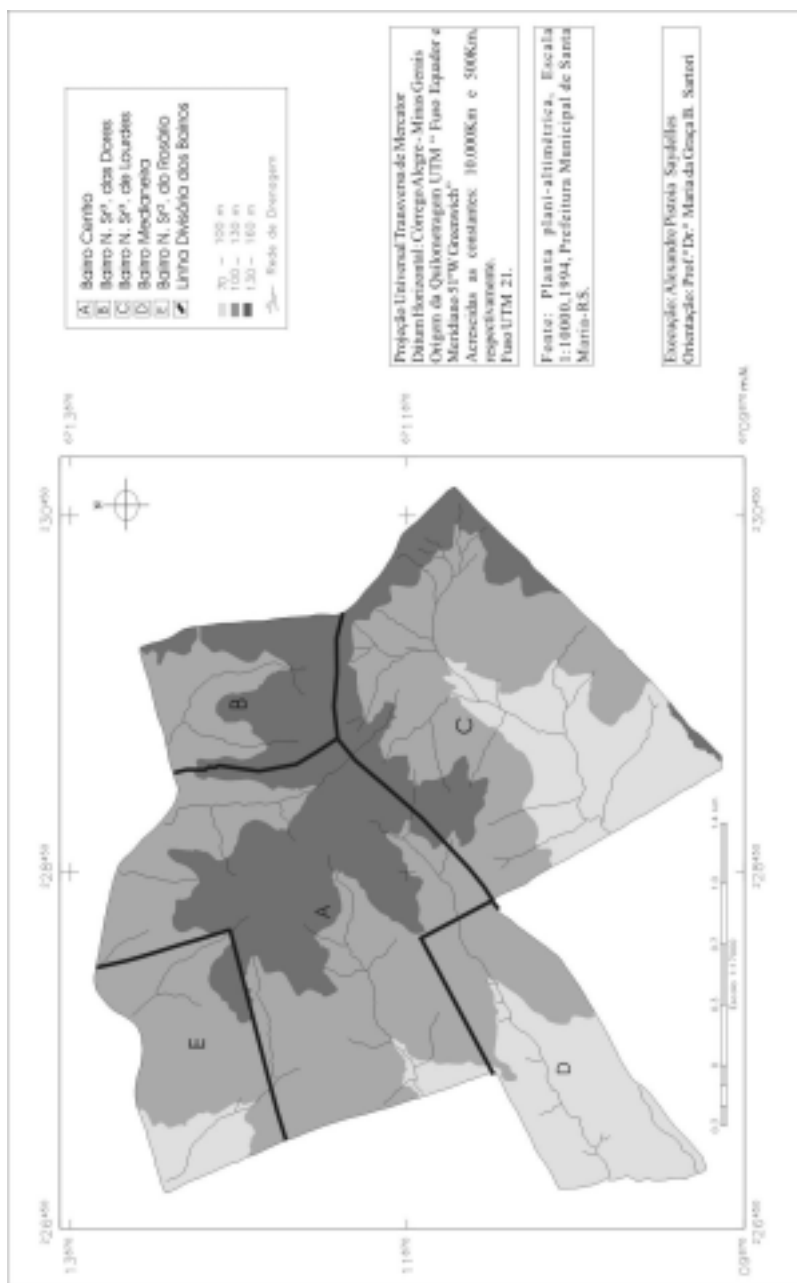
A insolação direta no Bairro Centro

O Bairro Centro foi dividido em quatro setores (N, S, E e W), e cada um deles foi analisado individualmente, conforme suas altitudes e a disposição de suas vertentes, que se constituem nas figuras 3 e 4 respectivamente.

Na análise da carta de orientação das vertentes (Figura 4), foram identificadas um total de 130 vertentes, distribuídas entre os quatro setores.

O Setor Norte está compreendido entre as altitudes que variam de 100 a 160 metros (Figura 3) e de acordo com gráfico da Figura 5A, apresenta 78% de suas vertentes orientadas para os quadrantes que recebem maior insolação durante toda manhã (E) e ao meio-dia (N), período em que as temperaturas ainda não estão altas, o que pode amenizar os efeitos de desconforto térmico no verão, aumentado pela provável ilha de calor urbano.

Figura 3 - Carta hipsométrica da área de estudo



O Setor Leste compreende altitudes entre 130 a 160 metros (Figura 3), e através da quantificação, foram identificadas 31 vertentes, distribuídas de acordo com o gráfico da Figura 5B, onde se percebe, que ele caracteriza-se por apresentar o menor índice de insolação em suas vertentes, pois apenas 25% de suas superfícies estão inclinadas para o quadrante leste. Os quadrantes oeste e norte possuem, cada um, 38% das vertentes, e o quadrante sul 48%, justificando a menor insolação direta nas vertentes desse setor, podendo causar desconforto térmico na população no inverno, já que o quadrante sul não recebe insolação direta em nenhum período do dia e do ano.

O Setor Sul compreende altitudes que variam entre 100 a 140 metros (Figura 3), e através da contagem contabilizaram-se 40 vertentes (Figura 4), que, conforme o gráfico da Figura 5C, possui a maior parte de suas superfícies inclinadas para o quadrante que recebe maior insolação durante o período da tarde, com 40% do total das vertentes para o quadrante oeste e 37,5% do total para o quadrante norte, o que nos meses de verão pode provocar sensação de desconforto térmico, gerado pelo excesso de insolação direta. Isto porque, de acordo com o curso diário de temperatura do ar (Figura 2), o quadrante oeste recebe incidência de insolação nos horários em que as temperaturas são mais altas, ou seja, durante à tarde.

O Setor Oeste do Bairro Centro, com altitudes que variam de 100 a 130 metros (Figura 3), apresenta-se privilegiado quanto à temperatura nos horários da insolação direta, pois 46% de suas vertentes estão voltadas para o quadrante leste, conforme o gráfico da figura 5D, o qual recebe a insolação pela parte da manhã quando as temperaturas são mais agradáveis.

Assim, pode-se afirmar que, o Bairro Centro da cidade de Santa Maria, caracteriza-se por apresentar a maior parte de suas vertentes orientadas para os quadrantes que recebem intensa insolação direta, com exceção apenas do Setor Leste.

Este bairro também destaca-se por apresentar a maior densidade urbana e populacional da cidade, com constante fluxo diário de veículos e pessoas. Quanto à disposição das ruas, possui duas situações distintas, uma com a presença de ruas largas, arborizadas e com edificações mais baixas, como no caso da Av. Rio Branco. Nesta situação, conforme Mascaró (1996) em estudo realizado sobre o ângulo de insolação e fator céu visível para a cidade de Porto Alegre, as ruas tendem a apresentar temperaturas mais altas no inverno e na primavera, com grande amplitude térmica diária, em consequência do maior ângulo de céu visível ocasionado pela presença das edificações mais baixas, permitindo maior insolação durante o dia. As ruas mais estreitas, sem vegetação, delimitadas por edifícios mais altos são, segundo a autora, quentes no verão e início de outono, devido ao pequeno ângulo de visão do céu, representado pela maior proporção das edificações. Neste caso, pode-se citar as ruas Floriano Peixoto e Acampamento, por exemplo.

Estes fatores, aliados ao fato do Bairro apresentar a maioria de suas vertentes expostas para os quadrantes que recebem insolação direta durante a maior parte do dia, interferem decisivamente na temperatura e umidade do ar, acentuando a ilha de calor urbano, podendo provocar sensação de maior desconforto térmico no verão e nos demais dias de altas temperatura em qualquer época do ano.

A insolação direta no Bairro Nossa Senhora de Lourdes

O Bairro Nossa Senhora de Lourdes está localizado na vertente que se alonga em direção sudeste a partir do Bairro Centro. Para se obter maior detalhamento das informações, o bairro também foi dividido em quatro setores: N, S, E e W.

O Setor Norte, com altitudes que variam de 80 a 120 metros (Figura 3) apresenta, conforme o gráfico da Figura 6A, 44% de suas vertentes orientadas para os

Figura 4 - Carta de Orientação das Vertentes da área de estudo

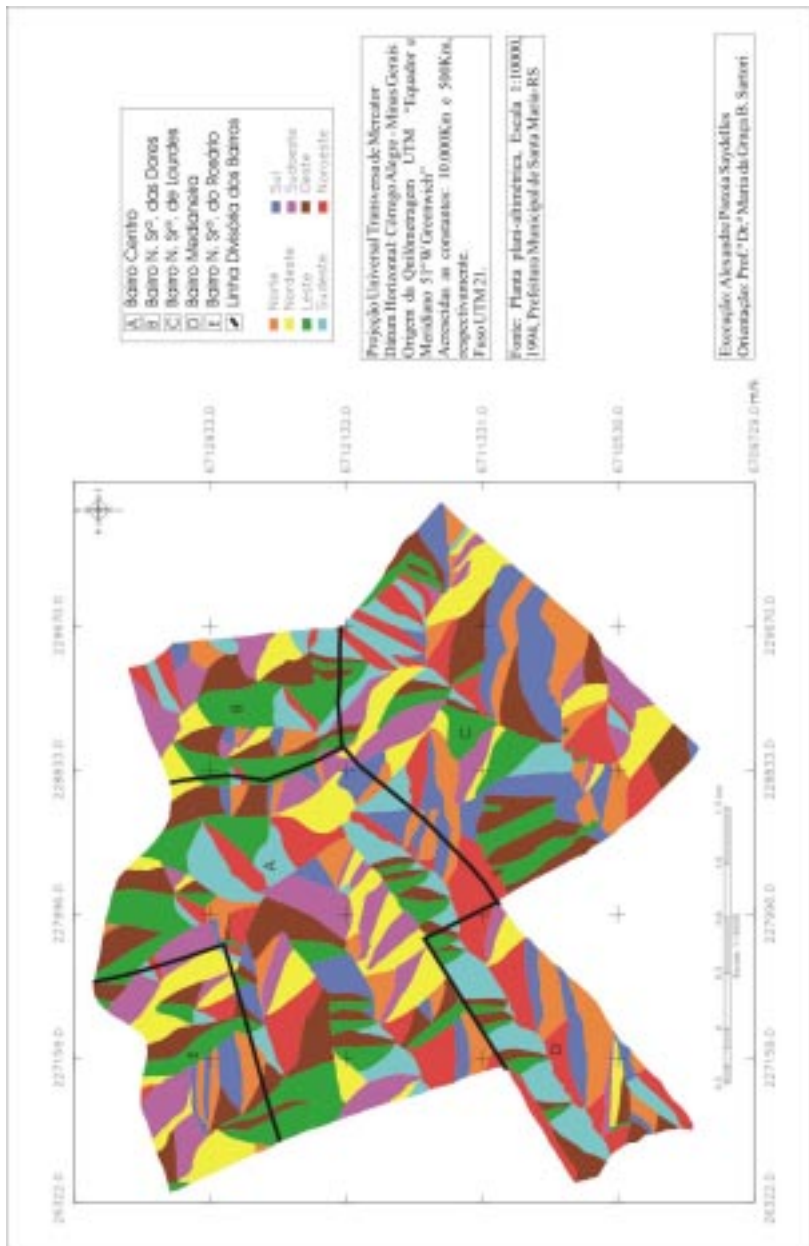
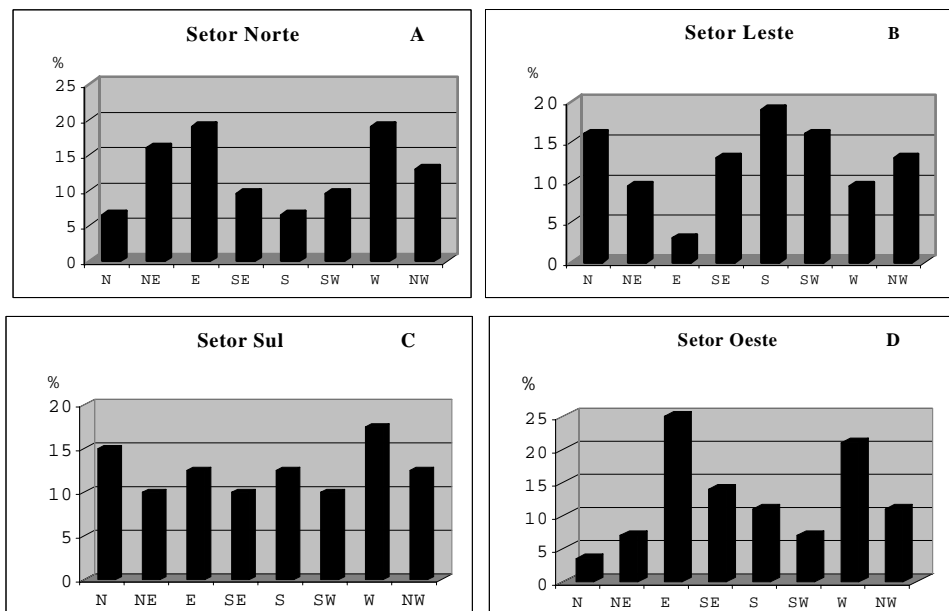


Figura 5 - Quantificação das vertentes do Bairro Centro: A) Setor Norte. B) Setor Leste. C) Setor Sul. D) Setor Oeste



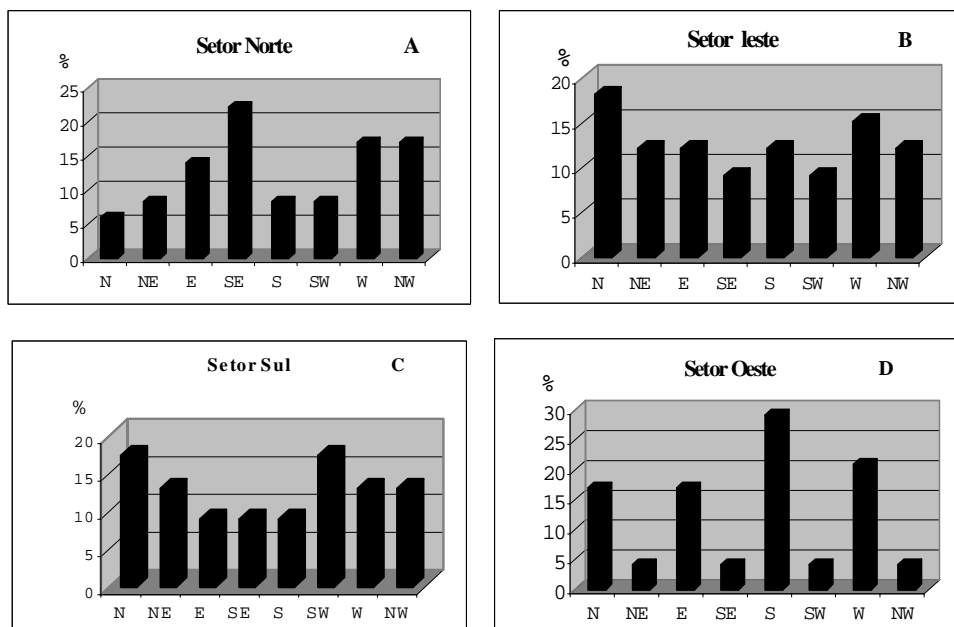
quadrantes que recebem maior insolação direta, no período da manhã (E) e tarde (W) podendo comprometer o conforto térmico nas tardes de verão, pois de acordo com o curso diário da temperatura do ar (Figura 2), as vertentes orientadas para o quadrante oeste recebem incidência solar direta no período da tarde, coincidindo com as temperaturas mais elevadas. O quadrante leste, por sua vez, proporciona, pelo turno da manhã, uma sensação térmica mais agradável mesmo nos meses de verão, justamente por apresentar neste período do dia as temperaturas mais amenas.

O Setor Leste possui a maior amplitude altimétrica do bairro, entre 80 a 150 metros (Figura 3), e caracteriza-se por ser o único privilegiado quanto à insolação, ao se considerar as temperaturas, pois apresenta 75% de suas superfícies orientadas para o quadrante norte e leste (Figura 6B), cuja maior incidência de radiação solar se dá no horário em que as temperaturas são mais amenas.

O Setor Sul compreende altitudes que variam de 80 a 120 metros (Figura 3), caracterizando-se por apresentar, apenas 23 vertentes distribuídas conforme a figura 4. Através da análise do gráfico da Figura 6C, observa-se que este Setor possui intensa incidência de insolação direta, pois 86% das suas vertentes estão voltadas para os quadrantes norte e oeste, podendo comprometer a sensação de bem-estar térmico, sobretudo nos meses de verão, pois as vertentes orientadas para o quadrante oeste recebem insolação quando as temperaturas são mais altas e desagradáveis.

O Setor Oeste, por sua vez, compreende as altitudes que variam entre 80 a 140 metros (Figura 3), e apresenta a maioria de suas superfícies orientadas para os quadrantes sul (37% do total), conforme o gráfico da figura 6D, apresentando, desta forma, ligeira deficiência quanto à insolação direta em suas vertentes, o que pode prejudicar o conforto térmico no meses de inverno.

Figura 6 - Quantificação das vertentes do Bairro Nossa Senhora de Lourdes: A) Setor Norte. B) Setor Leste. C) Setor Sul. D) Setor Oeste



Assim, o Bairro Nossa Senhora de Lourdes possui a maioria de suas vertentes orientadas para os quadrantes que recebem maior incidência solar direta. Apesar do Setor Oeste apresentar déficit de insolação e o Setor Leste receber insolação direta quando as temperaturas são mais amenas, os demais Setores (N e S) podem ter problemas com o conforto térmico nas tardes de verão, por apresentarem a maior parte de suas vertentes inclinadas para o quadrante norte e oeste.

No entanto, o Bairro caracteriza-se por ser basicamente de uso residencial, com boa presença de vegetação, e a maioria das ruas mais estreitas e sem a presença de edificações muito altas, propiciando sombreamento que, conforme Mascaró (1996), favorece a formação de brisas locais geradas no interior do ambiente urbano, amenizando de certa forma os efeitos do desconforto térmico, gerado pela insolação direta em suas vertentes. A exceção fica com a avenida Medianeira, que se assemelha à Av. Rio Branco, citada anteriormente, que tem boa arborização, é larga e com edifícios mais baixos, mas estende-se na direção oeste/leste, possibilitando um maior ângulo de céu visível, maior insolação durante o dia e maior irradiação à noite.

A insolação direta no Bairro Nossa Senhora do Rosário

O Bairro Nossa Senhora do Rosário estende-se pela vertente noroeste do setor mais elevado do sítio urbano, situando-se, portanto, ao norte do Bairro Centro, e desempenha importante função comercial e residencial.

O Setor Norte do bairro compreende altitudes que variam em torno de 100 a 120 metros (Figura 3), e através da quantificação contabilizaram-se apenas 10 ver-

tentes (Figura 4). Conforme o gráfico da figura 7A, pode-se afirmar que os quadrantes norte e leste possuem, cada um, 40% das vertentes e o quadrante oeste 50%, o que pode ser desfavorável ao conforto térmico nas tardes de verão.

O Setor Leste situa-se em altitudes entre 100 a 130 metros (Figura 3), e apresenta 16 vertentes, conforme a figura 4. Através da análise do gráfico da figura 7B, constata-se que este Setor apresenta uma distribuição equitativa da orientação de suas vertentes, N e S (31,5%), E e W (50,5%), proporcionando certo equilíbrio quanto à temperatura, não comprometendo a sensação de conforto térmico nos meses de inverno e de verão.

O Setor Sul compreende altitudes que variam entre 100 a 120 metros (Figura 3), e através da análise do gráfico da figura 7C, verifica-se que possui 55% de suas vertentes orientadas para os quadrantes norte e oeste, o que pode ser prejudicial ao conforto térmico nas tarde de verão, pois conforme o curso diário da temperatura do ar (Figura 2), estes quadrantes recebem insolação direta nos horários em que as temperaturas são mais elevadas.

O Setor Oeste, por sua vez, situa-se entre altitudes de 100 a 120 metros (Figura 3), e apresenta 13 vertentes distribuídas conforme a figura 4.

Assim, através da análise do gráfico da Figura 7D, observa-se que este Setor possui 68% de suas vertentes orientadas para os quadrantes que recebem maior incidência solar durante o período da tarde (quadrantes N e W), quando as temperaturas são mais altas, o que pode favorecer o desconforto térmico durante o verão.

Assim, pode-se concluir que o Bairro Rosário possui a maior parte de suas vertentes voltadas para os quadrantes que recebem intensa insolação direta. No entanto, o bairro destaca-se por ser basicamente destinado ao uso residencial e a prestação de serviços, com boa presença de vegetação, o que proporciona o sombreamento de suas ruas e provável formação de brisas interiores, o que poderá amenizar os efeitos do desconforto térmico no verão gerado pela intensa insolação direta na maioria de suas vertentes.

A insolação direta no Bairro Nossa Senhora das Dores

O Bairro Nossa Senhora das Dores situa-se a leste do Bairro Centro, e na sua análise foram identificadas 47 vertentes (Figura 4), distribuídas entre os quatro setores em que o bairro foi dividido.

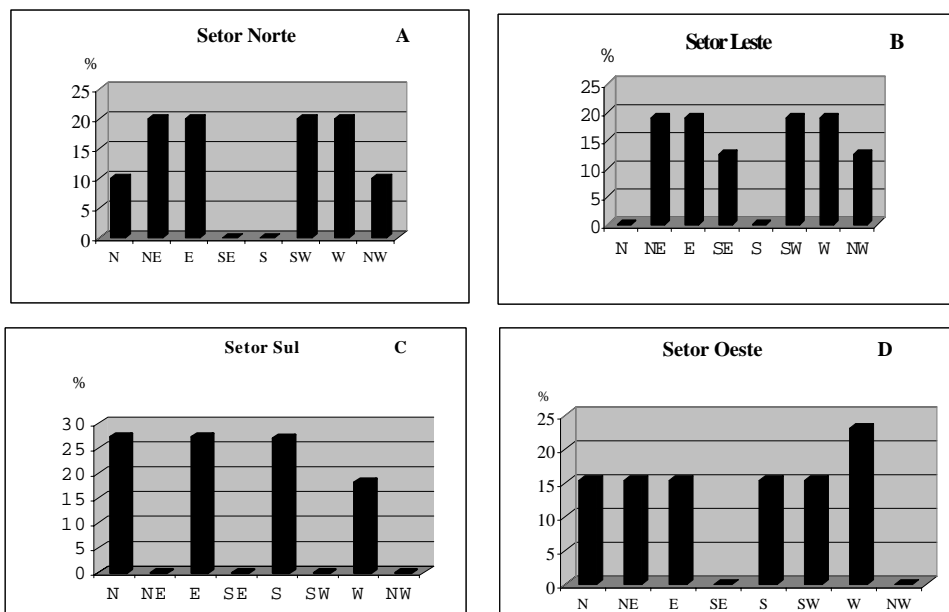
O Setor Norte do bairro, compreendido entre altitudes que variam entre 100 a 130 metros (Figura 3), apresenta 12 vertentes que, de acordo com suas orientações expressas no gráfico da Figura 8A, permite afirmar que este Setor possui o predomínio de suas vertentes orientadas para o quadrante oeste (58% do total), podendo ser prejudicial ao conforto térmico nos dias de verão, e também nos dias de altas temperaturas em qualquer época do ano, sobretudo durante o turno da tarde, horário em que as temperaturas são mais altas de acordo com o curso diário da temperatura do ar (Figura 2).

O Setor Leste do bairro apresenta altitudes em torno de 110 a 140 metros (Figura 3), e contém apenas 7 vertentes, distribuídas conforme a figura 4.

Através da análise do gráfico da Figura 8B, percebe-se que este Setor possui 42,5% do total de suas superfícies orientadas para o quadrante oeste o que pode ser desfavorável ao bem-estar térmico nas tardes de verão e nos dias de elevadas temperaturas durante o ano.

O Setor Sul do Bairro encontra-se em altitudes de 120 a 160 metros (Figura 3), e através da quantificação contabilizaram-se 14 vertentes com orientações represen-

Figura 7 - Quantificação das vertentes no Bairro Nossa Senhora do Rosário: A) Setor Norte. B) Setor Leste. C) Setor Sul. D) Setor Oeste



tadas no gráfico da figura 8C. Assim, por intermédio de sua análise, pode-se afirmar que este Setor apresenta 50% de suas vertentes expostas para o quadrante leste, sendo privilegiado quanto à temperatura no horário da insolação direta que ainda está em elevação.

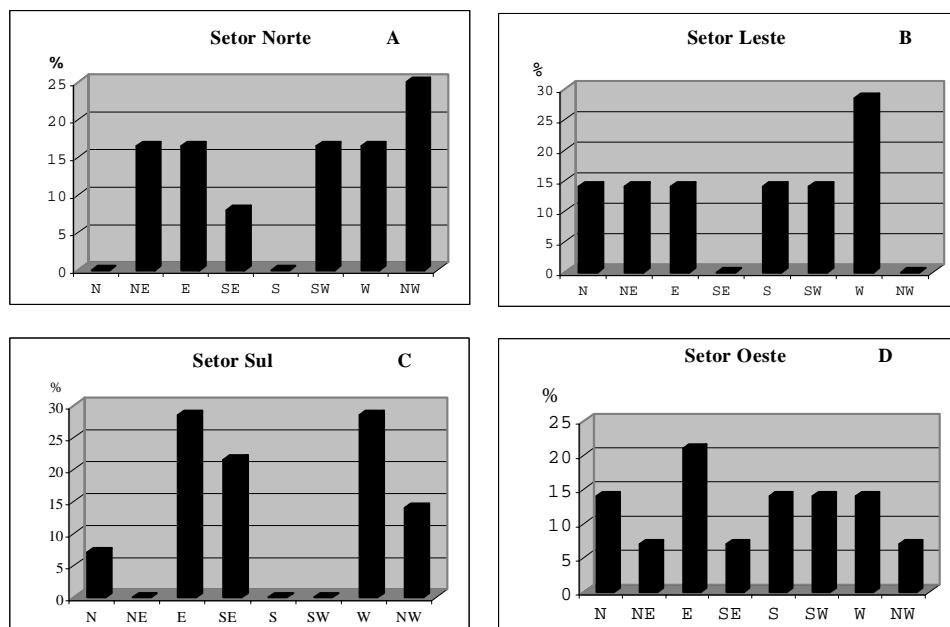
O Setor Oeste encontra-se em altitudes que variam de 120 a 140 metros (Figura 3), e apresenta 14 vertentes bem alongadas (Figura 4) e orientadas conforme aparecem no gráfico da figura 8D.

Ao se analisar o gráfico da figura acima exposto, observa-se que este Setor tem boa insolação direta em suas vertentes, fato que não compromete tanto o conforto térmico, visto que os quadrantes leste e oeste possuem a mesma quantidade de vertentes (35%, cada um).

Desta forma, conclui-se, que o bairro Nossa Senhora das Dores, apresenta a maioria de suas vertentes orientadas para os quadrantes que recebem maior insolação direta.

No entanto, como o bairro destina-se, basicamente, ao uso residencial, com predominância de ruas relativamente mais estreitas e arborizadas e sem a presença de edificações muito altas, favorece o sombreamento e menor ângulo de céu visível, o que ameniza os efeitos do desconforto térmico provocados pela intensa insolação direta no seu interior.

Figura 8 - Quantificação das vertentes do Bairro Nossa Senhora das Dores: A) Setor Norte. B) Setor Leste. C) Setor Sul. D) Setor Oeste



A insolação direta no Bairro Medianeira

O Bairro Medianeira situa-se a sudoeste do Bairro Centro, no qual foram contabilizadas 52 vertentes (Figura 4), distribuídas entre os quatro setores estudados.

O Setor Norte do bairro está compreendido altitudes que variam de 80 a 110 metros (Figura 3), em que foram quantificadas apenas 7 vertentes. Ao se analisar a distribuição das mesmas através do gráfico da Figura 9C, verifica-se que 57% do total de suas vertentes estão orientadas para o quadrante leste, que recebe incidência solar no período da manhã, horário em que, de acordo com o curso diário da temperatura do ar (Figura 2), as temperaturas são mais amenas e, portanto, propicia uma sensação térmica mais agradável.

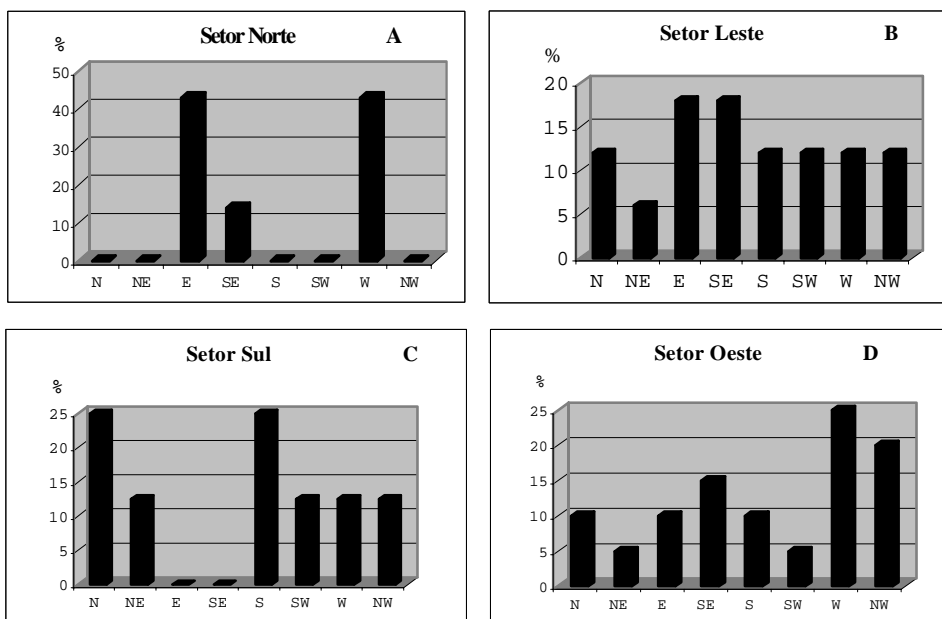
O Setor leste contém altitudes entre 80 a 120 metros (Figura 3), onde foram definidas 17 vertentes (Figura 4), orientadas conforme aparecem no gráfico da figura 9B. Através de sua análise constata-se que este Setor possui o mesmo número de vertentes voltadas para os quadrantes leste e sul (42% do total), o que de certa forma pode comprometer a sensação de bem-estar térmico nos dias de inverno, visto que o quadrante sul não recebe insolação direta em nenhum período do dia ou do ano.

O Setor Sul, compreendido entre as altitudes que variam de 80 a 100 metros (Figura 3), possui 8 vertentes, apresentadas no gráfico da figura 9C, cuja análise revela que, apesar do Setor possuir 50% de suas vertentes voltadas para o quadrante norte, há certa desvantagem quanto à temperatura nos horários desta insolação máxima, pois os quadrantes oeste e sul possuem 37% do total de vertentes, o que de

acordo com o curso diário da temperatura do ar (Figura 2), pode comprometer o conforto térmico nas tardes de verão e nos demais dias de altas temperaturas em qualquer época do ano e nos dias de inverno, respectivamente.

O Setor Oeste do bairro compreende altitudes que variam entre 80 e 100 metros (Figura 3), possui 20 vertentes dispostas de acordo com o gráfico da figura 9D. Ao analisá-lo observa-se que este Setor apresenta a maior desvantagem em termos de temperatura associada ao horário de insolação direta, pois 50% de suas vertentes estão orientadas para o quadrante oeste, que recebem a radiação direta no período da tarde, horário em que as temperaturas são mais altas.

Figura 9 - Quantificação das vertentes do Bairro Medianeira:
A) Setor Norte. B) Setor Leste. C) Setor Sul. D) Setor Oeste



Desta forma, conclui-se que o Bairro Medianeira recebe intensa insolação direta em suas vertentes nos quatro setores estudados, o que pode ser prejudicial ao conforto térmico nas tardes de verão e nos demais dias de altas temperaturas durante o ano.

No entanto, este bairro destina-se basicamente ao uso residencial, e possui a maioria de suas ruas estreitas com boa presença de vegetação, o que de certa forma favorece o sombreamento no seu interior amenizando os efeitos da insolação direta, com exceção da Av. Presidente Vargas que, por ser larga, arborizada e com predomínio de baixas edificações, pode apresentar, conforme Mascaró (1996), temperaturas mais altas no inverno e na primavera, com grande amplitude térmica diária, devido especialmente ao predomínio, ainda, de edificações baixas. Porém, apresentam maior ângulo de céu visível, o que possibilita uma maior insolação durante o dia, acentuando o desconforto térmico nos dias de verão e nos demais dias de altas temperaturas durante qualquer época do ano nesta área do bairro.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Pode-se concluir, desta forma, que os bairros analisados apresentam-se privilegiados quanto à incidência solar direta, uma vez que a maioria de suas vertentes estão voltadas para os quadrantes que recebem intensa insolação. No entanto, esse fator, aliado ao constante fluxo de pessoas e veículos e aos efeitos oriundos de um crescimento urbano sem planejamento, onde a retirada da cobertura vegetal e a introdução de materiais na pavimentação das ruas e nas edificações sem considerar estas importantes variáveis ambientais, certamente influencia nas temperaturas da ilha de calor urbano, alterando o clima urbano e o desconforto ambiental.

Assim, a compreensão desta variável climática dever ser considerada para efeito de um planejamento urbano e arquitetônico, que vise a obtenção de um maior conforto térmico e possibilite uma melhor qualidade de vida a todos os seus habitantes.

REFERÊNCIAS

- LOMBARDO, M. A. O Clima e a Cidade. **Boletim Climatológico**. Presidente Prudente: Universidade Estadual de São Paulo, Ano 1, n. 2, p. 31-34, 1996.
- MASCARÓ, L.R. de, **Ambiência Urbana**. Porto Alegre: Sagra SC Luzzatto, 1996. 199p.
- MENDONÇA, F. de A. **O Clima e o Planejamento Urbano das Cidades de Porte Médio e Pequeno**: Proposições Metodológicas para Estudo e sua Aplicação à Cidade de Londrina/PR. 1994. 299f. Tese (Doutorado em Geografia) – Departamento de Geografia/ FFLCH, Universidade de São Paulo. São Paulo.
- MONTEIRO, C. A. F. **Teoria e Clima Urbano**. 1976. 184f. Tese (Livre Docência em Geografia) - Instituto de Geografia da Universidade de São Paulo, Série Teses e Monografias, nº 25. São Paulo.
- NEVES, L. P. **Adoção do Partido na Arquitetura**, Salvador: Centro Editorial e Didático da UFBA, 1989. 206p.
- SANTOS, M. **Manual de Geografia Urbana**. São Paulo: Hucitec, 1981. 203p.
- SARTORI, M. da G. B. **O Clima de Santa Maria, RS: do Regional ao Urbano**. 1979. 160f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Departamento de Geografia/ FFCH, Universidade de São Paulo. São Paulo.
- _____. **Clima e Percepção**. 2000. 488f. Tese (Doutorado em Geografia) - Departamento de Geografia/FFLCH, Universidade de São Paulo. São Paulo.
- TUBELIS, A.; NASCIMENTO, F. J. L. do. **Meteorologia Descritiva: Fundamentos e Aplicações Brasileiras**. São Paulo: Nobel, 1980. 374p.

Recebido em março de 2004

Revisado em junho de 2004

Aceito em julho de 2004