



ILHAS DE CALOR E FRESCOR URBANAS NO BAIRRO CAMOBI, SANTA MARIA/RS, SOB DOMÍNIO DE DUAS CONDIÇÕES ATMOSFÉRICAS NO INVERNO E NA PRIMAVERA

FRANCIELE FRANCISCA MARMENTINI ROVANI¹
EDUINO RODRIGUES DA COSTA²
CÁSSIO ARTHUR WOLLMANN³
ROBERTO CASSOL⁴

Resumo: Este trabalho teve por objetivo analisar o campo termo-higrométrico e a formação de ilhas de calor e frescor no bairro Camobi, Santa Maria-RS, em um dia sob domínio da Massa Polar Atlântica no inverno e sob domínio da Massa Polar Velha na primavera. Da espacialização e análise do campo termo-higrométrico e dos mapas de orientação de vertentes e do uso da terra constatou-se que em ambos os domínios climáticos o campo termo-higrométrico está condicionado ao movimento aparente do sol, a orientação e exposição das vertentes e ao uso da terra. Verificou-se que sob o domínio polar no inverno as ilhas de calor e frescor definiram-se melhor nos horários das 18 e 21 horas, e sob o domínio polar na primavera as ilhas de calor e frescor definiram-se melhor às 15 e às 18 horas.

Palavras-chave: Clima urbano, uso do solo, campo termo-higrométrico, ilhas de calor e de frescor, Bairro Camobi.

Abstract: This paper concerns in to analyze the thermo-hygrometric field and the heat and fresh-island formation on Camobi Street in Santa Maria-RS, in a day with domain atlantic polar air mass on winter and in day with domain old polar air mass on spring. The espatialization of thermo-hygrometric and maps of the slope orientation and of the land use it was found that in both climatic domains the thermo-hygrometric field of the study are subjected to the solar orientation, and the slope orientation and exposition and land use. It was found that under the domain polar in winter the heat and fresh islands were better defined at 6 pm and 9 pm. However, under the domain polar on spring the heat and fresh islands were better defined at 3 pm and 6 pm.

Keywords: urban climate, land use, thermo-hygrometric field, heat and fresh-island, Camobi Street.

1. Introdução

As transformações espaciais nas cidades, decorrentes da ação antrópica sobre o ambiente, constituem a forma mais evidente da modificação da paisagem natural (AMORIM,

¹ Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal de Santa Maria. Email: franciele.rovani@yahoo.com.br

² Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Geografia FCT/UNESP/Presidente Prudente/SP. Email: eduinocosta@gmail.com

³ Prof. Dr. do Departamento de Geociências da Universidade Federal de Santa Maria. Email: cassio_geo@yahoo.com.br

⁴ Prof. Dr. do Departamento de Geociências da Universidade Federal de Santa Maria. Email: rtocassol@gmail.com



2005). A urbanização é um dos fatores significativos que contribui para a artificialização do espaço e para a mudança na qualidade de vida e do meio ambiente.

A influência das formas do relevo, através da altimetria (SARTORI, 2000; SAYDELLES, 2005), da vegetação (MASCARÓ, 1996; FERREIRA, 2007), e da orientação de vertentes (GEIGER, 1990; MENDONÇA, 1994), atuam em conjunto com a ação antrópica por meio da modificação da superfície natural e da introdução de elementos artificiais, interferindo no equilíbrio energético dos climas locais (SARTORI, 2000; GONÇALVES, 2003). Assim, a interferência constante da ação humana no ambiente urbano, por meio de edificações, pavimentação de ruas, poluição (água e ar) e utilização de energias é responsável direta pela formação do clima urbano e de suas consequências (ilhas de calor e de frescor, microclimas, topoclimas).

Desta maneira, a substituição de áreas verdes por grande quantidade de construções, que é tanto maior quanto mais se aproxima do centro das grandes cidades (PAZERA JUNIOR, 1976), e faz aumentar significativamente a irradiação de calor para a atmosfera em comparação com as zonas periféricas ou rurais, nas quais, em geral é maior a cobertura vegetal, constituindo-se assim ilhas de calor urbano.

A urbanização, de acordo com Sartori (1986) impõe modificações no clima local comprometendo a própria atmosfera da cidade, originando o clima urbano. Esse é um sistema que abrange o clima de um dado espaço terrestre e sua urbanização (MENDONÇA; MONTEIRO, 2003) sendo as atividades socioeconômicas urbanas os principais fatores de sua formação.

As diferenças de temperatura existentes entre a cidade e seu entorno, ocasionam diferenças de pressão entre zonas urbanas em que ocorrem as temperaturas mais elevadas e as áreas periféricas, onde ocorrem as temperaturas menos elevadas (OLIVEIRA, 1987). Essa diferença de temperatura do ar entre o centro da cidade e as áreas periféricas (ilha de calor) acentua-se mais à noite, sob condições atmosféricas de vento calmo e céu limpo, como afirma Spirn (1995, p. 69):

Durante a noite, o campo perde calor rapidamente para o céu sem nuvens. A cidade esfria mais lentamente, ela absorve mais calor, e a irradiação desse calor para o céu é inibida pelas paredes paralelas dos edifícios. Pela manhã, a diferença de temperatura entre a cidade e o campo é mínima e pode mesmo ser eliminada, mas, na metade da tarde, a cidade fica mais quente novamente.

Assim sendo, a intensidade das ilhas de calor está associada com a localização geográfica e o tamanho da cidade, com o adensamento humano e urbano. Esses centros



urbanos sofrem influência dessa anomalia térmica, resultando no aumento das temperaturas e elevação do índice pluviométrico.

Nesta perspectiva, levando-se em consideração a influência da urbanização e do uso da terra objetivou-se analisar o campo termo-higrométrico, bem como a formação de ilhas de calor e de frescor no Bairro Camobi, município de Santa Maria-RS, em duas condições atmosféricas diferentes, um dia sob domínio da Massa Polar Atlântica no inverno e outro sob domínio de Massa Polar Velha na primavera.

O município de Santa Maria possui área total de 1.788,12 km² (IBGE, 2014), com densidade populacional de 145,98 hab/ km². Está situado entre a região geomorfológica do Planalto e a Depressão Periférica e de acordo com Sartori (1980), por se localizar no centro do estado do Rio Grande do Sul, está continuamente submetida aos efeitos dos Sistemas Atmosféricos Extratropicais (Massa e Frentes Polares) de maior participação e dos Sistemas Intertropicais (Massas Tropicais Marítimas e Continentais) de alternância no Estado.

Com relação às temperaturas em Santa Maria, segundo Sartori (2000), o mês mais quente do ano é janeiro com temperaturas médias acima de 24°C, já no mês mais frio do ano (julho) as temperaturas médias variam entre 13°C a 15°C. No outono e na primavera as temperaturas são intermediárias.

2. Materiais e Métodos

No estudo do campo termo-higrométrico, das ilhas de calor e frescor do Bairro Camobi utilizou-se a metodologia dos transectos móveis, a qual consiste na coleta de dados de temperatura e umidade do ar em pontos e horários pré-estabelecidos. Quanto à coleta dos dados foram estabelecidos dois transectos: um na direção Norte/Sul (N/S) e outro no sentido Leste-Oeste (E/W) (Figura 01).



Figura 01 - Mapa de localização do Bairro Camobi, Santa Maria-RS.
Fonte – Modificado de Rovani et al. (2012).



Em cada um dos transectos foram estabelecidos pontos de coleta, sendo 15 pontos para o transecto norte/sul e 16 pontos para o transecto leste/oeste. Em ambos os transectos adotou-se uma equidistância de 200 metros de um ponto em relação ao outro. Com o auxílio do aparelho GPS (Sistema de Posicionamento Global), foram obtidas as coordenadas planas do sistema UTM (Universal Transversa de Mercator) de cada ponto. As coordenadas foram utilizadas na espacialização dos pontos quando da elaboração dos cartogramas do campo térmico-higrométrico.

Estes cartogramas foram elaborados com o auxílio do aplicativo *Surfer for Windows*® 8.0, utilizando o interpolador *Krigagem Ordinária*. Na elaboração dos cartogramas do campo térmico foram estabelecidas escalas de cores para os valores de temperatura. As cores frias foram associadas a temperaturas mais baixas e as cores quentes a temperaturas mais altas. Nos cartogramas do campo higrométrico os valores de umidade foram representados utilizando uma variação da cor azul. O azul mais claro foi utilizado para representar os valores de umidade mais baixos e a cor azul escura para os valores de umidade mais altos.

Os dados foram coletados no dia 29 de julho de 2009 em condições de tempo atmosférico sob domínio da Massa Polar Atlântica, e no dia 10 de dezembro de 2009 sob domínio da Massa Polar Atlântica Velha ou modificada, em cinco horários (09h, 12h, 15h, 18h e 21h). Os dados foram coletados com o auxílio de dois termômetros digitais a uma altura aproximada de 1,50 m em relação ao nível do solo. As coletas nos dois transectos foram realizadas simultaneamente nos horários pré-estabelecidos e com duração de no máximo 40 minutos, sem auxílio de veículo.

A magnitude das ilhas de calor e de frescor foi estabelecida com base em García (1996): - fraca magnitude (entre 0 °C e 2 °C); - média magnitude (entre 2 °C e 4 °C); - forte magnitude (4 °C e 6 °C) e muito forte magnitude (acima de 6 °C).

Com o auxílio do aplicativo *Spring 5.0.1* foram elaborados os mapas de orientação de vertentes e de uso do solo utilizando como base cartográfica as cartas topográficas de Camobi-SO (Folha SH.22-V-C-IV/2-SO) e Santa Maria-SE (Folha SH.22-V-C-IV/1-SE), na escala 1/25000, fornecidas pela 1ª Divisão de Levantamento do Exército.

Para a elaboração do mapa de orientação de vertentes, digitalizou-se as curvas de nível das cartas topográficas no SIG e executou-se as operações de fatiamento das classes. Definiu-se a orientação das vertentes em oito faces: norte, nordeste, noroeste, sul, sudeste, sudoeste, leste e oeste segundo a metodologia proposta por De Biasi et al. (1977).

Na representação foram utilizadas cores mais quentes (tons de vermelho) para representar as vertentes de orientação norte, leste e oeste, que recebem maior insolação e para as vertentes de orientação sul mais sombreadas, foram utilizadas cores frias (tons de



azul). Estabeleceu-se ainda, uma classe específica para as áreas planas mais expostas à insolação direta.

O mapa de orientação de vertentes visa apontar quais são as áreas que mais recebem insolação. De acordo com Saydelles e Sartori (2007) durante a movimentação aparente do Sol ao longo do ano no Hemisfério Sul, somente nas áreas tropicais o Sol atinge o zênite durante o solstício de verão, e nas áreas equatoriais nos equinócios de primavera e outono. Assim sendo, 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.

Desse modo, com a movimentação diária do sol, a insolação acentua-se diferentemente de leste para oeste, proporcionando o gradativo aquecimento do ar. Assim, as vertentes orientadas para o quadrante leste, recebem a insolação pela parte da manhã e apresentam 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; as vertentes voltadas para o quadrante oeste recebem a insolação mais intensa pela parte da tarde, cujas temperaturas são mais elevadas, principalmente nos dias de verão; e as vertentes voltadas para o quadrante sul recebem pouca insolação devido à inclinação dos raios solares (Figura 02). Nas áreas planas estes fatos não são observados, pois as mesmas recebem insolação direta em todas as horas do dia.

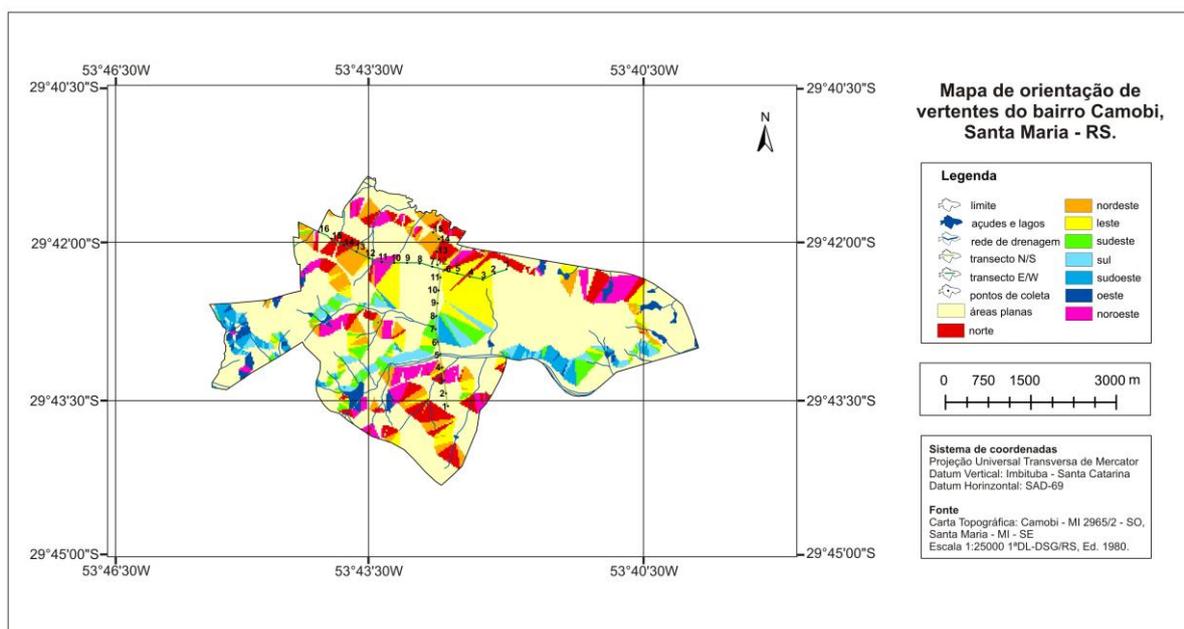


Figura 02 - Mapa de orientação de vertentes do Bairro Camobi, Santa Maria-RS.
Fonte – ROVANI *et al.* (2012).



Com base na imagem do Satélite *Landsat-5* de 30/06/2009 elaborou-se o mapa de uso de solo por meio das técnicas de processamento, em que utilizou-se a classificação supervisionada da imagem. Cinco classes foram definidas para a análise do uso e ocupação do solo: áreas agrícolas e solo exposto, áreas urbanas, campo, florestas e água (Figura 03).

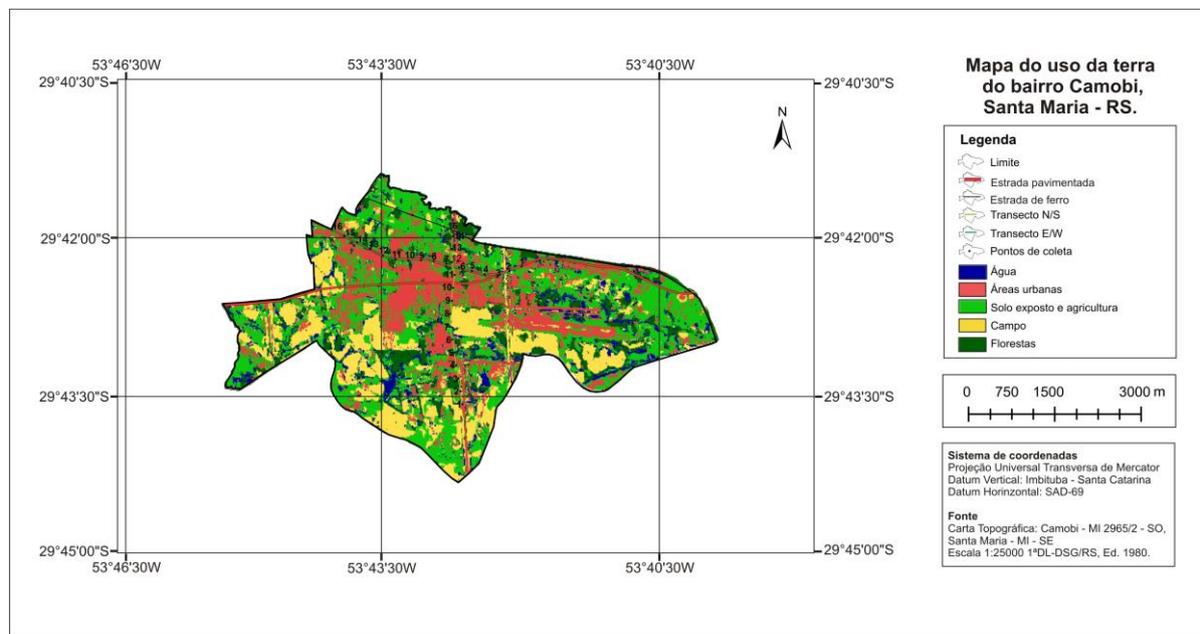


Figura 03 - Mapa do uso da terra do Bairro Camobi/Santa Maria – RS.
 Fonte – ROVANI *et al.* (2012).

Observando-se a figura 03, pode-se constatar que na porção central do bairro predomina as áreas urbanas e no seu entorno, as áreas de campos e de agricultura. Pequenas porções de florestas nativas e exóticas podem ser encontradas de forma dispersa em toda a área de estudo, mantendo a harmonia paisagística. A percentagem ocupada por cada uso pode ser verificada na tabela 1.

Classes de uso da terra	Área (ha)	Percentagem (%)
Água	335	8,47
Áreas urbanas	875	22,14
Solo exposto e agricultura	846	21,40
Campos	1520	38,46
Florestas	377	9,53

Tabela 01 - Classes de uso da terra do Bairro Camobi, Santa Maria - RS

Desse modo, pode-se observar que o Bairro está em constante crescimento e desenvolvimento de áreas residenciais, incluídas nas áreas urbanas, apresentando também grande parte de sua área ocupada por campos, solo exposto e agricultura, situados principalmente na periferia. Estas áreas verdes contribuem para um ambiente mais sadio e



harmonioso, interferindo de maneira direta em alguns fatores ambientais, bem como no conforto térmico.

3. Resultados e Discussão

Em uma situação de domínio das condições atmosféricas pela Massa Polar Atlântica, tem-se a estabilidade do tempo atmosférico com céu totalmente limpo o que facilita a entrada de radiação solar na superfície e o conseqüente aquecimento do ar (SARTORI, 1981). Além disso, os ventos fracos do quadrante sul e calmarias verificadas nesta fase contribuem para a formação localizada de ilhas de calor dificultando sua dispersão.

Analisando o campo termo-higrométrico do Bairro às 09h, 12h, 15h, 18h e 21h, sob domínio da Massa Polar Atlântica no inverno, verificou-se que as ilhas de calor e frescor definiram-se melhor nos dois últimos horários.

Às 18 horas devido ao inverno, o balanço positivo de radiação apresentava-se quase nulo (Figura 04). A superfície aquecida devido ao recebimento de calor durante o dia iniciava um lento processo de resfriamento.

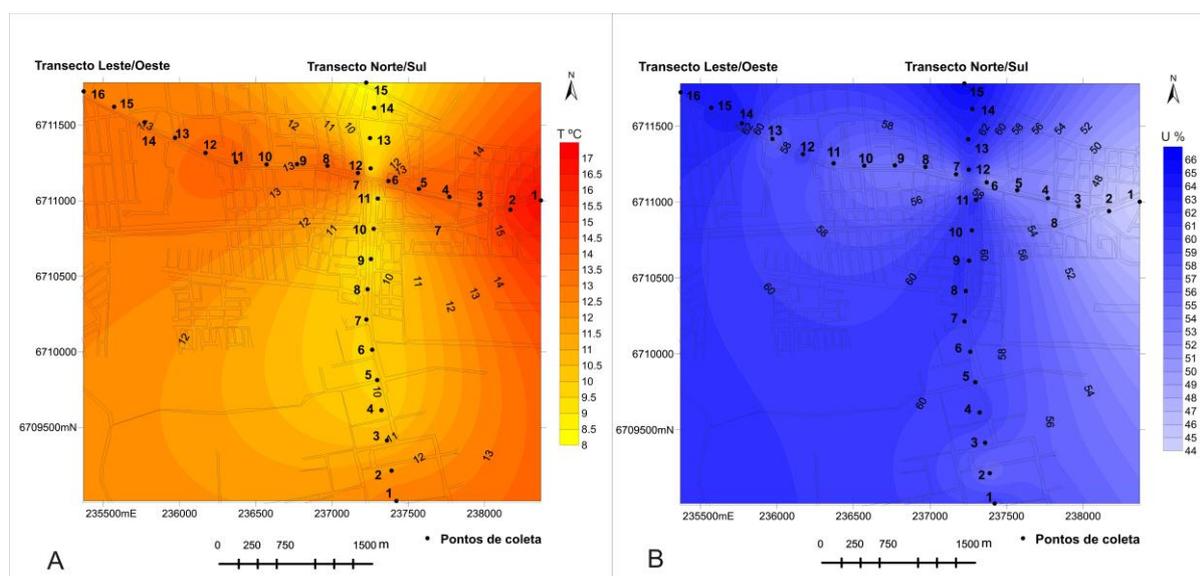


Figura 04 - Campo térmico (A) e higrométrico (B) do Bairro Camobi/Santa Maria às 18 horas, sob domínio da Massa Polar Atlântica no inverno.
Fonte – ROVANI *et al.* (2010).

O campo térmico às 18 horas (Figura 04A) apresentava duas ilhas de calor de magnitude muito forte (9 °C), ambas localizadas ao longo do transecto leste/oeste coincidindo com as áreas de mais intensa circulação de automóveis e forte ocupação urbana. O transecto norte/sul apresentou as menores temperaturas do horário. Os pontos 14 e 15 do transecto norte/sul mais próximos do Rebordo do Planalto se constituíram em uma ilha de frescor de magnitude muito forte (-9 °C).



Os pontos 4 a 10 do transecto norte/sul em área de presença de vegetação arbórea, também se constituíram em uma ilha de frescor de magnitude muito forte ($-8\text{ }^{\circ}\text{C}$). O transecto leste/oeste apresentou-se bem mais aquecido do que o transecto norte/sul.

Pode-se afirmar que a partir das 18 horas melhor se define o contraste térmico entre o núcleo urbano e sua periferia. As ilhas de calor se definem melhor sobre a malha urbanizada e assumem maior magnitude. Pois, na periferia menos urbanizada e com maior presença de vegetação o resfriamento noturno é bem mais rápido, enquanto no núcleo urbanizado, as partículas em suspensão, fumaça e poluentes impedem que o calor armazenado durante o dia pela superfície seja perdido rapidamente para o espaço.

Quanto ao campo higrométrico (Figura 04B), observa-se que os maiores valores foram encontrados ao longo do transecto norte/sul menos aquecido e na porção sul da área de estudo em virtude da maior presença de vegetação e menor adensamento urbano. Já os menores índices foram encontrados ao longo do transecto leste/oeste mais precisamente onde se localizam as duas ilhas de calor.

Às 21 horas, sob condições de céu limpo e calmaria o comportamento térmico foi semelhante ao verificado às 18 horas, principalmente em relação à localização espacial das ilhas de calor e de frescor (Figura 05).

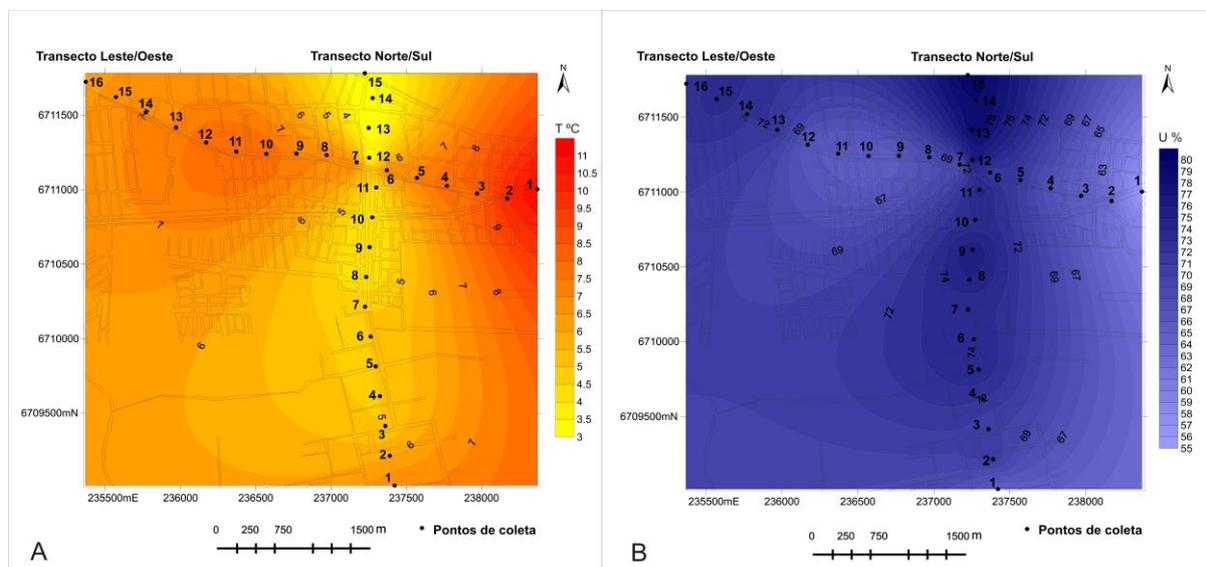


Figura 05 - Campo térmico (A) e higrométrico (B) do Bairro Camobi/Santa Maria às 21 horas, sob domínio da Massa Polar Atlântica no inverno.

Fonte – ROVANI *et al.* (2010).

O campo térmico (Figura 05A) na porção leste manteve-se mais aquecido, apresentando os maiores valores de temperatura da área de estudo (superior a $9\text{ }^{\circ}\text{C}$), similar ao campo térmico das 18 horas.



Os pontos 8 a 11 do transecto norte/sul definiram uma ilha de frescor de magnitude muito forte ($-7\text{ }^{\circ}\text{C}$). Os pontos 13, 14 e 15 do transecto norte/sul, localizados nas proximidades do Rebordo do Planalto, também se constituíram numa ilha de frescor de magnitude muito forte ($-8\text{ }^{\circ}\text{C}$).

Os pontos 10, 11 e 12 do transecto leste/oeste formaram uma ilha de calor de forte magnitude ($5\text{ }^{\circ}\text{C}$), devido ao fluxo de veículos e principalmente pela concentração de edifícios comerciais e residenciais que absorvem o calor mantendo-o armazenado próximo a superfície por mais tempo.

Ainda no transecto leste/oeste, foram verificadas as maiores temperaturas do horário nos pontos 1 e 2, que definiram uma ilha de calor de magnitude muito forte ($8\text{ }^{\circ}\text{C}$).

Com relação ao campo higrométrico (Figura 05B) verifica-se que os menores valores de umidade do ar foram registrados na porção leste da área de estudo (inferior a 65%), justamente nas áreas mais aquecidas do horário.

Os maiores valores de umidade do ar foram registrados no centro das ilhas de frescor localizadas ao longo do transecto norte/sul (superior a 74%). A porção sul e a porção norte apresentaram-se mais úmidos que a área central em função da presença de vegetação e menos edificações.

Em uma situação de domínio das condições atmosféricas pela Massa Polar Velha, temos a estabilidade do tempo atmosférico com céu totalmente limpo o que facilita a entrada de radiação solar na superfície e o conseqüente aquecimento do ar (SARTORI, 1981, p. 105). Além disto, os ventos fracos do quadrante oeste e calmarias verificadas nesta fase contribuem para a formação localizada de ilhas de calor dificultando sua dispersão. Neste dia as ilhas de calor e frescor definiram-se melhor nos horários das 15h e às 21h.

Às 15 horas o céu apresentava-se limpo, com ventos fracos de quadrante sul. As vertentes voltadas para a porção norte e oeste recebem diretamente a insolação, aquecendo-se mais rapidamente. Em contrapartida, as vertentes voltadas para o quadrante leste e sul recebem menos insolação, aquecendo-se mais lentamente. O campo termo-higrométrico das 15h pode ser verificado na figura 06.

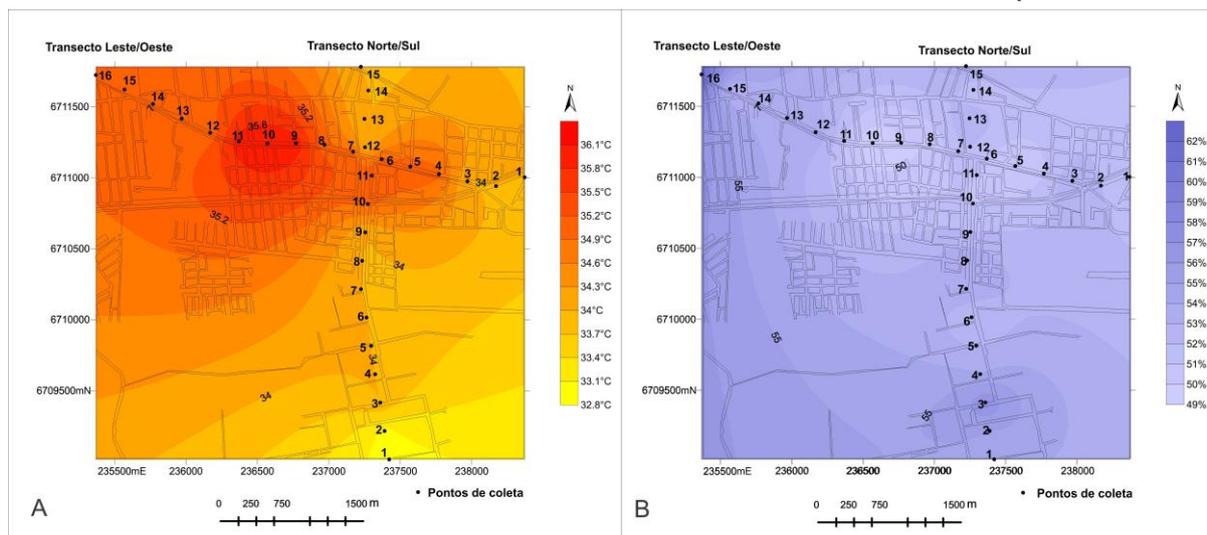


Figura 06 - Campo térmico (A) e higrométrico (B) do Bairro Camobi/Santa Maria às 15 horas, sob domínio da Massa Polar Velha.

Fonte – Trabalho de campo.

Analisando o campo térmico das 15 horas (Figura 06A), verificou-se que os maiores valores de temperatura, situavam-se justamente na porção norte, nordeste, sendo estas áreas que recebem diretamente insolação neste horário.

Neste horário ocorreram duas ilhas de calor de forte magnitude (4 °C) entre os pontos 9, 10 e 11 do transecto leste/oeste e os pontos 4, 5 e 6 do mesmo transecto, em áreas caracterizadas pelo adensamento urbano, escassa presença de vegetação, alta impermeabilização do solo e intenso fluxo de veículos. Nota-se também que todo o sítio urbano está mais aquecido em relação às áreas periféricas.

A porção sul da área de estudo, caracterizada pela presença de gramíneas, vegetação arbórea e arbustiva, baixa urbanização e por isso mais permeável, apresentou as menores temperaturas do horário (15 horas).

Quanto ao campo higrométrico (Figura 06B) verifica-se que os menores valores de umidade do ar foram encontrados justamente nas áreas em que a temperatura manteve-se elevada. Já os maiores índices de umidade do ar foram verificados na porção sul da área de estudo menos aquecida, caracterizada pela maior presença de vegetação e baixa ocupação urbana do solo. Assim, neste horário foram registrados os maiores valores de temperatura e os menores índices de umidade do ar.

Às 18 horas devido ao horário de verão e a maior duração do dia (primavera) ainda havia insolação, porém às 18 horas e trinta minutos o céu ficou parcialmente nublado (sol entre poucas nuvens). O campo termo-higrométrico pode ser observado na figura 07.

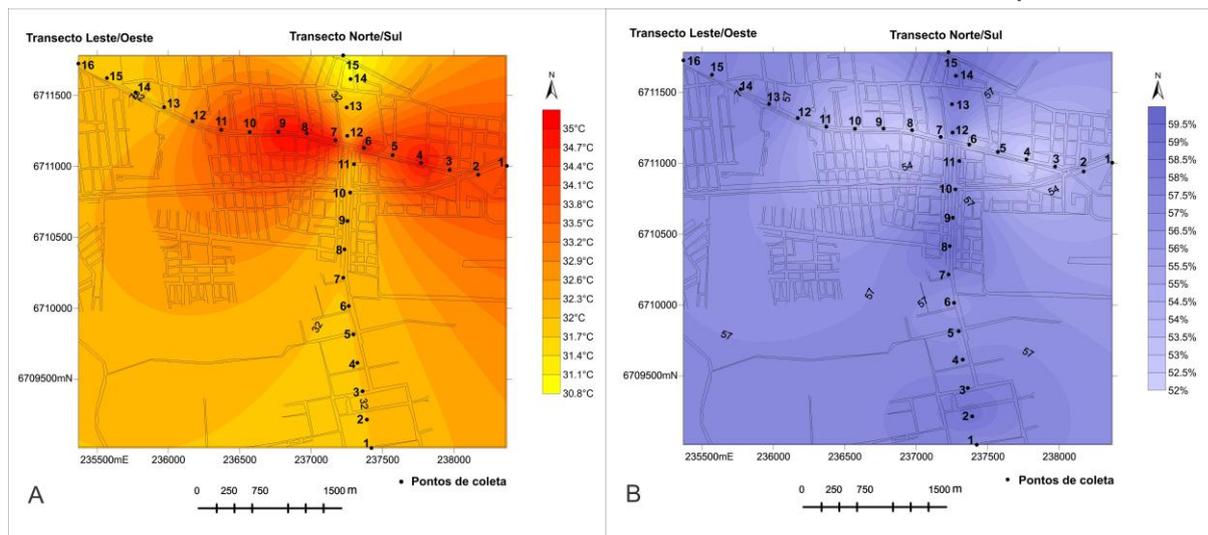


Figura 07 - Campo térmico (A) e higrométrico (B) do Bairro Camobi/Santa Maria às 18 horas, sob domínio da Massa Polar Velha.
Fonte – Trabalho de campo.

Analisando o campo térmico às 18 horas (Figura 07A) nota-se a presença de duas ilhas de calor de forte magnitude (5 °C), ambas localizadas ao longo do transecto leste/oeste coincidindo com as áreas de mais intensa circulação de automóveis e forte ocupação urbana. O transecto norte/sul apresentou as menores temperaturas do horário. Os pontos 14 e 15 do transecto norte/sul mais próximos do Rebordo do Planalto se constituíram em uma ilha de frescor de forte magnitude (-5 °C).

Os pontos 1 a 6 do transecto norte/sul (localizados no Campus da UFSM) em área caracterizada pela presença de vegetação arbórea e campos, apresentaram homogeneidade de temperatura (32 °C). O transecto leste/oeste apresentou-se bem mais aquecido do que o transecto norte/sul.

De maneira geral pode-se dizer que a partir das 18 horas melhor se define o contraste térmico entre o núcleo urbano e sua periferia. As ilhas de calor se definem melhor sobre a malha urbanizada e assumem maior magnitude. Pois, na periferia menos urbanizada e com maior presença de vegetação o resfriamento noturno é bem mais rápido, enquanto no núcleo urbanizado, as partículas em suspensão, fumaça e poluentes impedem que o calor armazenado durante o dia pela superfície se perca rapidamente para o espaço.

Quanto ao campo higrométrico (Figura 7B), observa-se que os maiores índices foram encontrados ao longo do transecto norte/sul menos aquecido e na porção sul da área de estudo em virtude da maior presença de vegetação e menor adensamento urbano. Já os menores índices foram encontrados ao longo do transecto leste/oeste mais precisamente onde se localizam as duas ilhas de calor.



4. Considerações Finais

A partir do campo termo-higrométrico da área de estudo em um dia sob domínio da Massa Polar Atlântica no inverno, pode-se verificar que o mesmo está condicionado ao movimento aparente diário do sol, da orientação e exposição das vertentes em relação à radiação solar e ao uso da terra.

Fatores geoecológicos, tais como, presença de vegetação arbórea e de campos situados na periferia, constituem-se condicionantes importantes no comportamento dos valores de temperatura e umidade do ar.

Em ambos os dias, nos horários das 09 e 12 horas a porção central e alguns pontos do transecto leste/oeste demoraram mais para se aquecer, em virtude do menor ângulo dos raios solares que intensificam o sombreamento causado por alguns prédios.

As 15, 18 e 21 horas o centro das ilhas de calor localizaram-se nas áreas mais urbanizadas e impermeabilizadas do bairro (ao longo do transecto leste/oeste) e prevaleceram as ilhas de forte magnitude (4°C e 5°C) e ilhas de forte magnitude (8°C e 9°C). As ilhas de frescor se definiram melhor na periferia do bairro, principalmente na porção sul, caracterizada pela presença de campos, florestas, solos expostos e áreas agrícolas e destacaram-se as ilhas de forte magnitude (-5°C) e de muito forte magnitude (-7°C, -8°C e -9°C).

5. Agradecimento

Agradecemos a Prof. Dr^a Maria da Graça Barros Sartori (*in memoriam*) que incentivou e participou esta pesquisa. Sua motivação e ensinamentos compartilhados continuarão a impulsionar outras pesquisas na Climatologia Aplicada. E, a Universidade Federal de Santa Maria pela concessão da bolsa de iniciação científica FIPE/SENIOR.

6. Referências Bibliográficas

AMORIM, M. C. de C. T. Ilhas de calor em Birigui/SP. **Revista Brasileira de Climatologia**, São Paulo, v. 1, n. 1, 2005, p. 121-130.

DE BIASI, M. et. al. Cartas de orientação de vertentes: confecção e utilização. **Cartografia**, São Paulo, n. 4, 1977, p. 1-12.

FERREIRA, M. J. et al. Evolução diurna do balanço de radiação na superfície da cidade de São Paulo., Brasil. In: 8º CONGRESSO IBEROAMERICANO DE ENGENHARIA MECÂNICA. 2007, Cuzco. **Anais...**, Cuzco/Peru, 2007. p. 1-9.

GEIGER, R. **Manual de microclimatologia**: o clima da camada de ar junto ao solo. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 1990.



GONÇALVES, N. M. S. Impactos pluviais e desorganização do espaço urbano em Salvador. In: MENDONÇA, F de A.; MONTEIRO, C. A. F. (Orgs.). **Clima Urbano**. São Paulo: Contexto, 2003.

GARCÍA, F. F. **Manual de climatologia aplicada: clima, medio ambiente y planificación**. Madrid: Editorial Síntesis. S. A. 1996.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Cidades @**. Rio de Janeiro, 2014. Disponível em: <<http://www.cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?lang=&codmun=431690>>. Acesso em: 10 abr. 2014.

MASCARÓ, L. **Ambiência Urbana**. Porto Alegre: Sagra, 1996.

MENDONÇA, F. de A. **O clima e o planejamento urbano das cidades de porte médio e pequeno: proposições metodológicas para o estudo e aplicação à cidade de Londrina/PR**. 1994, 322f. Tese (Doutorado em Geografia) – Departamento de Geografia/UFCLH/USP, São Paulo, 1994.

MENDONÇA, F.; MONTEIRO, C. A. F. **Clima urbano**. São Paulo: Contexto, 2003.

OLIVEIRA, P. M. P. de. Indicações para o Planejamento e o Desenho da Forma Urbana Adequada, à Região Tropical de Clima Quente – Úmido. In: CIÊNCIA PARA OS TRÓPICOS: CONGRESSO BRASILEIRO DE TROPICOLOGIA, 1987, Recife. **Anais...** Recife: Massangana, 1987, p. 313-319.

PAZERA. JR, E. A ilha de calor da cidade: fatores e atributos. **Boletim Geográfico**, Rio de Janeiro, v. 34, n. 249, 1976, p. 51-57.

ROVANI et al. Ilhas de calor e frescor urbanas no bairro Camobi, Santa Maria/RS, em situação atmosférica de domínio da massa polar atlântica no inverno. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 06, jun. 2010, p. 23-36.

ROVANI et al. Ilhas de calor e frescor urbanas no bairro Camobi, Santa Maria/RS, em um dia sob domínio da massa polar velha ou modificada na primavera. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 10, jan/jun. 2012, p. 21-29.

SAYDELLES, A. P., SARTORI, M. G. B. Análise da insolação direta nas vertentes do Bairro Centro da cidade de Santa Maria-RS. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA, 10., 2007 Santa Maria. **Anais...** Santa Maria. 2007. p. 1-10.

SARTORI, M. G. B. A. balanço sazonal da participação dos sistemas atmosféricos em 1973, na região de Santa Maria, RS. **Ciência e Natura**, Santa Maria, v.2, 1980, p. 41-53.

SARTORI, M. G. B. A circulação atmosférica regional e as famílias de tipos de tempo identificadas na região central do Rio Grande do Sul. **Ciência e Natura**, Santa Maria, v.3, 1981, p. 101-110.

SARTORI, M. G. B. Modelização do clima urbano de Santa Maria, RS. **Ciência e Natura**, Santa Maria, v. 8, 1986, p. 53-65.

SARTORI, M. G. B. **Clima e Percepção**. 2000. Tese (Doutorado em Geografia) – Departamento de Geografia/UFCLH/USP, São Paulo, 2000.



SAYDELLES, A. P. **Estudo do campo térmico e das ilhas de calor urbano em Santa Maria-RS**. 2005. 237 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Departamento de Geociências. Santa Maria, 2005.

SPIRN, A. W. **O Jardim de Granito**: a natureza no desenho da cidade. São Paulo: Ed. da USP, 1995.