

O CAMPO TÉRMICO DE QUATRO BAIROS DA ZONA URBANA DE ESPUMOSO/RS DURANTE SITUAÇÃO ATMOSFÉRICA PRÉ-FRONTAL

Eduino Rodrigues da Costa- Aluno de Doutorado do Programa de Pós-Graduação em Geografia/Faculdade de Ciências e Tecnologia/UNESP/Presidente Prudente/SP-
eduinocosta@gmail.com

Eixo-temático 4: O clima das cidades

RESUMO

A urbanização impõe modificações ao ambiente natural alterando o clima na escala local, produzindo o clima urbano. A falta de planejamento urbano e o crescimento desordenado das cidades brasileiras na segunda metade do século XX e nos dias atuais vêm concorrendo para alterar o meio ambiente urbano produzindo bolsões climáticos (ilhas de calor), que influenciam na redução da qualidade de vida e ambiental dos cidadãos. A zona urbana de Espumoso/RS está em crescimento o que demanda estudos acerca do clima urbano. Desta forma estudos sobre o campo térmico tornam-se importantes para fins de planejamento urbano e para o conhecimento sobre a dinâmica do clima local. Este trabalho teve por objetivo geral estudar o campo térmico de quatro bairros da zona urbana de Espumoso/RS (Bairro Centro, União, Santa Júlia e Cooperativa Velha), durante situação atmosférica pré-frontal no inverno. Dentre os objetivos específicos temos: a) analisar as diferenças de aquecimento centro-periferia, relacionando-as ao tipo de uso da terra urbana; b) espacializar a ocorrência de ilhas de calor nos bairros pré-selecionados, determinando sua magnitude; c) estudar o campo térmico dos bairros pré-selecionados em cinco horários diferentes (9h, 12h, 15h, 18h e 21h), com o intuito de verificar as diferentes respostas da superfície urbana em relação à entrada de radiação solar. Dentre os procedimentos metodológicos utilizados temos primeiramente o levantamento bibliográfico acerca do clima urbano e seus produtos (ilhas de calor). Para estudar o campo térmico de quatro bairros da zona urbana de Espumoso/RS foram levantados dados de temperatura do ar. Para o levantamento destes dados foi utilizado a metodologia de transectos. Foi estabelecido um transecto móvel com orientação mais ou menos norte/sul ao longo do qual foi implantado 12 pontos de coleta de dados térmicos. Foram feitas cinco coletas de temperatura do ar ao longo do transecto em cinco horários diferentes (09, 12, 15, 18 e 21 horas), sendo que para tal foi utilizado um termômetro digital da marca Matsutec®. Para confeccionar os cartogramas do campo térmico foi utilizado o programa *Surfer for Windows 10*®. Com o intuito de determinar o tipo de tempo e a circulação atmosférica regional no dia de coleta dos dados de temperatura do ar foram utilizadas uma imagem de satélite GOES-12 canal-2, e uma carta sinótica de superfície, ambas disponíveis no site do CPTEC/INPE. Para determinar a magnitude das ilhas de calor foi utilizado (GARCIA, 1996). Dentre os principais resultados destaca-se que o bairro Centro é o mais quente e o bairro Cooperativa Velha é o menos quente, em função do tipo de uso da terra. Foram identificadas cinco ilhas de calor na área de estudo. Destas cinco, quatro se localizaram no bairro Centro e uma no bairro Santa Júlia. A magnitude das ilhas de calor variaram de fraca a muito forte. A maior diferença de temperatura entre o centro e a periferia ocorreu às 18 horas, horário em que melhor se definiu a ilha de calor na área de estudo.

ABSTRACT

Urbanization requires modifications to the natural environment by changing the climate on a local scale, producing the urban climate. The lack of urban planning and uncontrolled growth of Brazilian cities in the second half of the twentieth century and today have occurred to change the urban environment producing pockets climate (heat islands), which influence the reduction of environmental quality and life of citizens. The urban area of Espumoso/RS is a growing demand that the studies on urban climate. Thus studies on the thermal field become important for urban planning and the knowledge about the dynamics of the local climate. This work aimed to study the overall thermal field of four neighborhoods in the urban area of Espumoso/RS (Neighborhood Centro, União, Cooperativa Velha e Santa Julia) during the atmospheric pre-frontal in winter. The specific goals are: a) analyze the differences in heating

center-periphery, serving as a kind of urban land use; b) spatialize the occurrence of heat islands in the pre-selected neighborhoods, determining their magnitude, c) study the thermal field of pre-selected neighborhoods in five different time (9h, 12h, 15h, 18h and 21h), in order to observe the different responses of the urban surface in relation to the input of solar radiation. Among the methodological procedures used have first the literature on urban climate and its products (heat islands). To study the thermal field of four neighborhoods in the urban area of Espumoso/RS data were collected in air temperature. In order to collect these data was used to transect methodology. We established a transect mobile oriented roughly north / south along the 12 points which was deployed to collect thermal data. Five samples were performed in air temperature along the transects in five different times (09, 12, 15, 18 and 21 hours), and was used for such a digital thermometer Matsutek ®. To cook the cartograms of the thermal field was performed using the Surfer ® for Windows 10. In order to determine the type of weather and atmospheric circulation on regional data collection of air temperature were used an image from GOES-12 satellite channel-2, and a synoptic surface chart, both available at CPTEC / INPE. To determine the magnitude of the heat islands was used (Garcia, 1996). Among the main results is that the neighborhood Centro is the hottest and Cooperativa Velha neighborhood is the old cooler, depending on the type of land use. We identified five heat islands in the study area. Of these five, four were located in the neighborhood Centro and one in neighborhood Santa Julia. The magnitude of heat islands ranged from weak to strong. The greater the temperature difference between center and periphery occurred at 18 hours, a time that best defined the heat island in the study area.

OBJETIVOS

Objetivo Geral

Este trabalho teve como objetivo geral estudar o campo térmico de quatro bairros da zona urbana de Espumoso/RS (Bairro Centro, União, Santa Júlia e Cooperativa Velha), durante situação atmosférica pré-frontal no inverno.

Objetivos Específicos

- a) Analisar as diferenças de aquecimento centro-periferia, relacionando-as ao tipo de uso da terra urbana;
- b) Espacializar a ocorrência de ilhas de calor nos bairros pré-selecionados, determinando sua magnitude;
- c) Estudar o campo térmico dos bairros pré-selecionados em cinco horários diferentes (9h, 12h, 15h, 18h e 21h), com o intuito de verificar as diferentes respostas da superfície urbana em relação à entrada de radiação solar.

REFERENCIAL TEÓRICO E CONCEITUAL

A cidade é a mais fiel manifestação da materialidade da ação humana sobre a natureza e onde se tornam nítidas as relações entre o social e o natural, bem como suas contradições. Neste contexto, Mendonça (1994, p. 198) destaca que o fato urbano é a expressão máxima e paradoxal da alteração e dependência humana de um substrato natural que a contém e lhe dá sustentação.

Encarada como produto resultante do meio físico e/ou natural e da ação humana, a cidade é a maior expressão social do espaço produzido e sua realidade mais complexa e transformada (LOMBARDO, 1985, p.17).

As cidades, em menor ou maior grau, apresentam problemas sócio-ambientais advindos em sua maioria do crescimento horizontal e vertical desordenado e pouco planejado; da falta de infra-estrutura relacionada aos transportes, moradia, saneamento básico, saúde, educação; das alterações provocadas à dinâmica natural, como a impermeabilização do solo, ocupação irregular de morros e encostas, supressão da vegetação, entre outros, tendo como resultado a perda ou redução da qualidade de vida e/ou ambiental.

Várias e complexas são as alterações ambientais provocadas pela urbanização, principalmente aquelas que ocorre de forma rápida e desordenada. Neste sentido, Lombardo (1985, p. 16) destaca que a urbanização desordenada causa problemas ecológicos como o desequilíbrio crescente entre a população e os meios materiais e, em contrapartida, a contaminação em todas as suas manifestações.

Gonçalves (2003, p. 76), ressalta que o processo de urbanização é bastante significativo em termos de modificação do clima na escala local. A materialidade física da cidade e as atividades dela decorrentes promovem alterações nos balanços energético, térmico e hídrico resultantes, trazendo como consequência modificações importantes nas propriedades físicas e químicas da atmosfera, propiciando, assim, a criação de condições climáticas distintas das áreas não urbanizadas.

A cidade modifica o clima através das alterações em sua superfície, produzindo aumento de calor, modificações no fluxo de vento, diminuição da umidade relativa, e diminuição da infiltração da água das chuvas, em função do aumento da superfície impermeável formada pela pavimentação e área construída. Isso ocorre porque a substituição dos materiais naturais pelos materiais urbanos provoca mudanças nos processos de absorção, transmissão e reflexão, e nas características da atmosfera local (DUARTE, 2000).

O espaço urbano como resultado da ação humana sobre um dado espaço natural é palco de profundas transformações e alterações ambientais, tais como impermeabilização do

solo, ocupação de áreas de risco, canalização de arroios e riachos, retirada da vegetação natural, entre outras.

Neste sentido, Amorim (2005, p. 122) ressalta que a cidade constitui a forma mais evidente de transformação da paisagem natural. A modificação nos elementos do clima possui grande repercussão ecológica, pelo fato de afetar de maneira imediata os habitantes através do desconforto térmico e da concentração de poluentes.

Como resultado das transformações impostas pelas atividades humanas nas cidades, Amorim (2005, p. 122) destaca o fenômeno da ilha de calor urbana caracterizada pelo aumento da temperatura do ar nas cidades em relação ao meio rural e as áreas menos urbanizadas.

Garcia (1996, p. 123) destaca que a formação da ilha de calor se deve à pouca energia consumida em evaporação, à maior capacidade térmica dos materiais urbanos e à redução do albedo, ao calor gerado pelos habitantes e pelas atividades urbanas, e à diminuição das perdas de calor por irradiação noturna.

Segundo Ayoade (1998, p. 302), o fenômeno das ilhas de calor urbano é causado pelos seguintes fatores:

- a) a capacidade térmica de calor e a condutividade das superfícies urbanas que acarretam absorção da radiação durante o dia e sua liberação na atmosfera, à noite;
- b) o acréscimo de calor por combustão, aquecimento do espaço e metabolismo do corpo humano;
- c) a secura das superfícies urbanas implica que não será usada muita energia para evaporação. A maior parte da energia será usada para aquecer o ar. A secura das superfícies urbanas deve-se a remoção do escoamento superficial por sistemas de esgotos urbanos, por falta de extensa cobertura vegetal e ausência de lagoas ou reservatórios de água, nos quais possa ocorrer a evaporação/transpiração;
- d) a diminuição no fluxo dos ventos por causa do efeito de fricção das estruturas urbanas reduz a troca de ar da cidade com o ar mais frio da zona rural circundante, afetando os processos evaporativos que podem contribuir para os resfriamentos;
- e) o efeito de estufa da camada da poluição sobre as cidades também ajuda no desenvolvimento do fenômeno da ilha de calor urbano. Há redução na radiação terrestre infravermelha para o espaço à noite, de modo que a energia fica conservada dentro da atmosfera urbana, abaixo da camada de poluição.

Para Eriksen (1978 apud LOMBARDO, 1985.p. 25), a ilha de calor urbana pode ser atribuída aos seguintes fatos:

- a) efeitos da transformação de energia no interior da cidade, com formas específicas

(estruturas verticais artificialmente criadas), cores e materiais de construção (condutibilidade);
b) redução do resfriamento causado pela diminuição da evaporação (poucas áreas verdes, transporte de água da chuva através de canalização);
c) produção de energia antropogênica, por meio da emissão de calor pelas indústrias, trânsito e habitações.

METODOLOGIA

Dentre os procedimentos metodológicos utilizados temos primeiramente o levantamento bibliográfico acerca do clima urbano e seus produtos (ilhas de calor). Para estudar o campo térmico de quatro bairros da zona urbana de Espumoso/RS foram levantados dados de temperatura do ar.

Para o levantamento destes dados foi utilizado a metodologia de transectos, os quais consistem em coletas móveis ao longo de trajetos e pontos pré-selecionados. Empregando tal metodologia foi estabelecido um transecto móvel com orientação mais ou menos norte/sul (figura 1) ao longo do qual foi implantado 12 pontos de coleta de dados térmicos. Para fins de confeccionar os cartogramas do campo térmico foram tomadas as coordenadas UTM de cada ponto de coleta. Para tal utilizou-se um GPS Garmim Etrex®.

Foram feitas cinco coletas de temperatura do ar ao longo do transecto em cinco horários diferentes (09, 12, 15, 18 e 21 horas), sendo que para tal foi utilizado um termômetro digital da marca Matsutek®. Os dados de temperatura foram registrados numa planilha Excel para posterior confecção de cartogramas do campo térmico. Para confeccionar os cartogramas do campo térmico foi utilizado o programa *Surfer for Windows 10*®. Na confecção dos cartogramas do campo térmico foi utilizada uma escala de cores do vermelho ao amarelo, sendo que as temperaturas mais altas foram representadas pela cor vermelha e as temperaturas mais baixas em cor amarela.

Com o intuito de determinar o tipo de tempo e a circulação atmosférica regional no dia de coleta dos dados de temperatura do ar foram utilizadas uma imagem de satélite GOES-12 canal-2, e uma carta sinótica de superfície, ambas disponíveis no site do CPTEC/INPE: <http://www.cptec.inpe.br/>. Para determinar a magnitude das ilhas de calor foi utilizado (GARCIA, 1996) como referencial.



Figura 1: Mapa de localização do transecto na Zona Urbana de Espumoso/RS.
 Fonte: Mapalink, 2012.
 Org: COSTA, E.R (2012).

DESENVOLVIMENTO

Localização da área de estudo

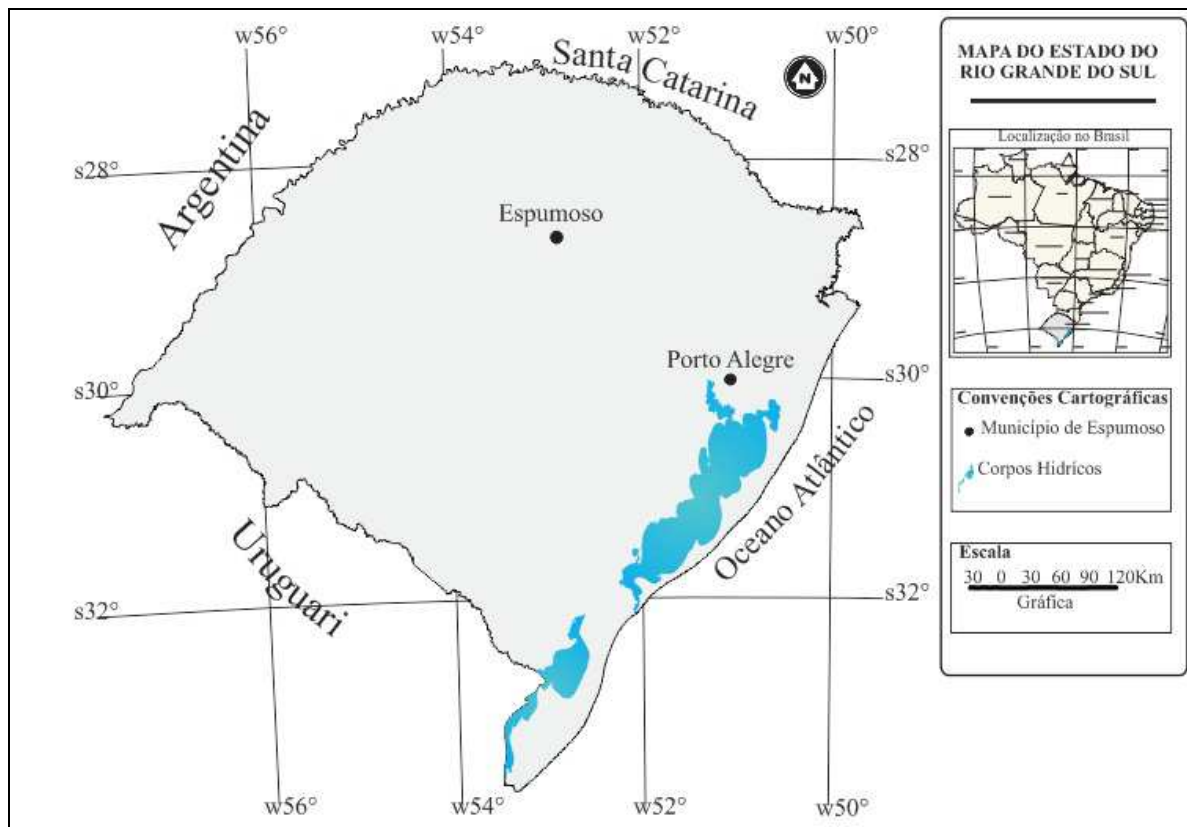


Figura 2: Mapa de localização do município de Espumoso/RS.
 Fonte: IBGE.
 Org.: COSTA, E.R (2012).

O município de Espumoso/RS localiza-se na Região Norte do Estado do Rio Grande do Sul (figura 2). Segundo o IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística) o município pertence à Mesorregião Noroeste Rio-grandense fazendo parte da Microrregião de Cruz Alta. A população do município está estimada em 15.240 habitantes segundo o Censo IBGE 2010.

Circulação atmosférica regional e as condições meteorológicas verificadas no dia 31 de agosto de 2009

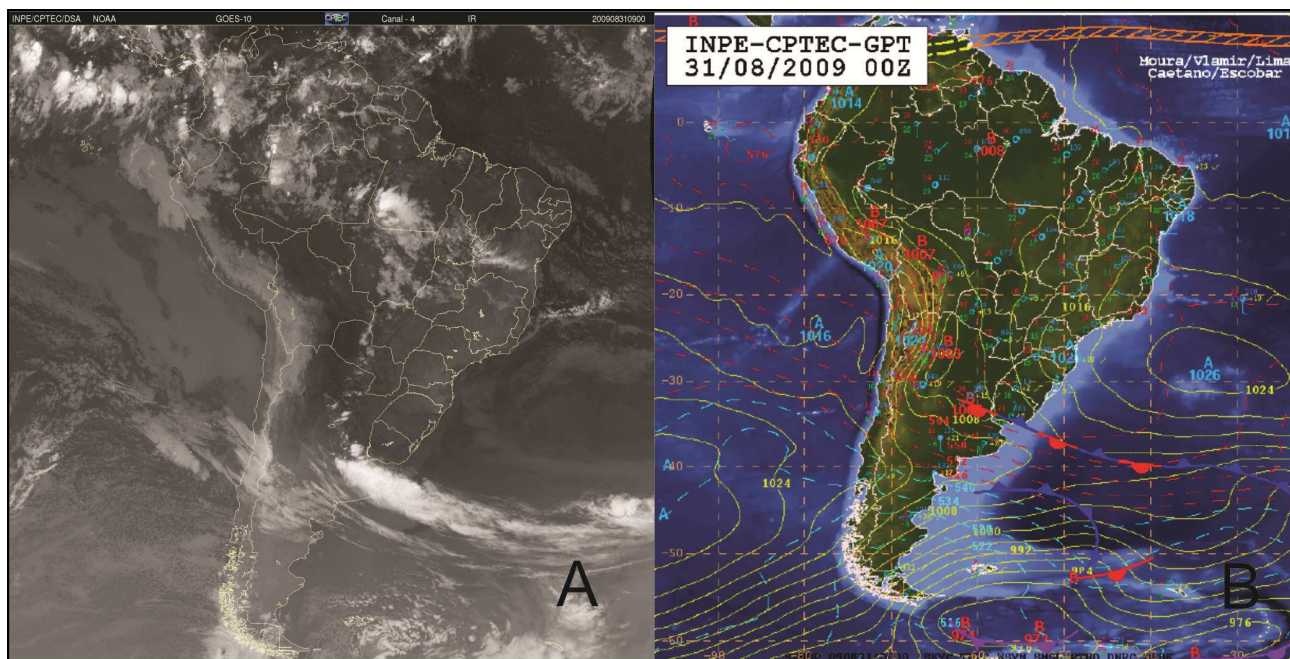


Figura 3A: Imagem de satélite GOES-10 Canal-4 do dia 31 de agosto de 2009 às 09 da manhã; Figura 3B: Carta Sinótica de superfície do dia 31 de agosto de 2009.

Fonte: CPTEC/INPE, 2009.

Org.: COSTA, E.R. da, 2012.

De acordo com as figuras 3A e 3B o Estado do Rio Grande do Sul no dia 31 de agosto de 2009, estava numa fase pré-frontal com domínio das condições de tempo atmosférico pela Massa Polar Aquecida. No Rio Grande do Sul no dia 31 de agosto de 2009, o tipo de tempo dominante era o *Tempo Anticiclônico Polar em Tropicalização* que segundo (Sartori, 2003, p. 33) está ligado ao domínio da Massa Polar Aquecida, registrando aumento das temperaturas máximas ($> 25^{\circ}\text{C}$) e mínimas ($> 15^{\circ}\text{C}$), podendo as máximas absolutas serem superiores a 30°C , com grande amplitude térmica, céu limpo, diminuição da umidade relativa especialmente à tarde ($< 60\%$), pressão atmosférica em declínio em relação aos dias anteriores, ventos de leste (E) e nordeste (NE) fracos e calmas, com formação de orvalho.

O céu estava totalmente limpo e havia calmaria o que facilitou a entrada da radiação solar e a melhor definição do campo térmico.

Campo térmico dos bairros Centro, União, Santa Júlia e Cooperativa Velha de Espumoso/RS durante o episódio de domínio das condições atmosféricas pela Massa Polar Aquecida

Analisando a figura 4 referente ao campo térmico das 09 horas, verifica-se que os pontos 1, 2 e 3 localizados ao sul da zona urbana de Espumoso, no Bairro Cooperativa Velha, com características rururbanas, presença de lavouras, campos e capões de mato e menor quantidade de áreas impermeabilizadas e construídas, apresentou as menores temperaturas do horário (19°C).

O Bairro Centro apresentou-se mais quente do que os demais bairros, em função da alta impermeabilização do solo e maior presença de áreas urbanizadas. A diferença de aquecimento entre a área central e a periferia, porém foi de apenas 1°C, notando-se a presença de uma ilha de calor de fraca magnitude englobando partes dos Bairros Centro, Santa Júlia e União.

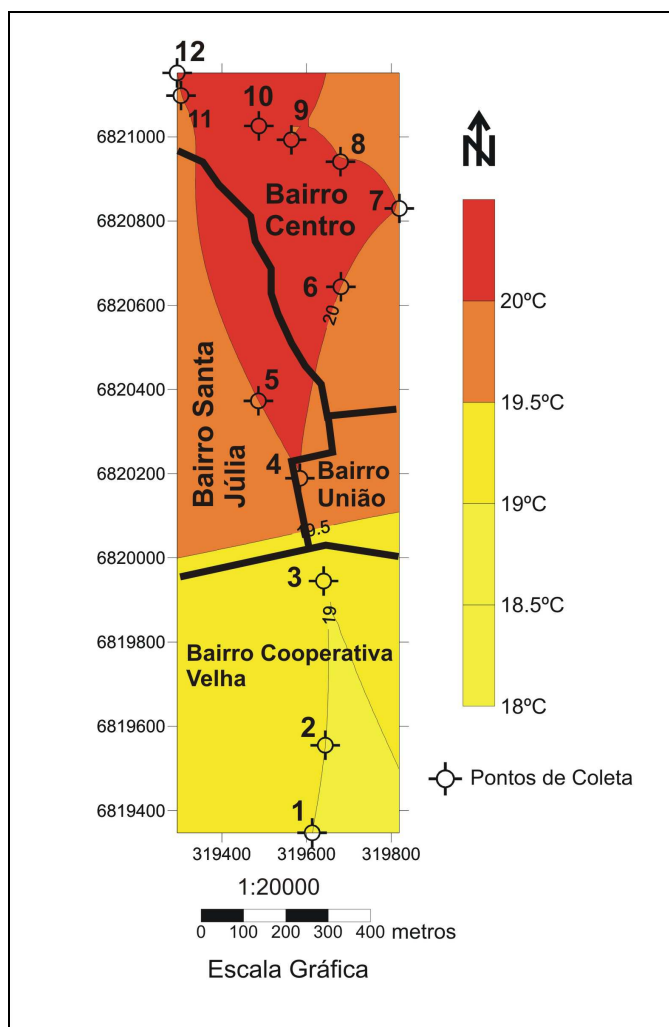


Figura 4: Campo Térmico dos quatro bairros da zona urbana de Espumoso/RS às 09 horas do dia 31 de agosto de 2009.

Fonte: Trabalho de Campo.

Autor: COSTA, E.R (2012).

Analisando o campo térmico das 12 horas (figura 5) verifica-se que o ponto 1 localizado no extremo sul do Bairro Cooperativa Velha, apresentou a menor temperatura do horário, em função da presença de campos e áreas de vegetação arbórea. A porção norte do Bairro Cooperativa Velha apresentou-se bem mais aquecido do que o sul do mesmo, em função da presença de áreas residenciais.

O Bairro Centro apresentou-se 2°C mais quente do que o Bairro Cooperativa Velha, em função da maior presença de áreas pavimentadas e construídas.

Verifica-se que o ponto 5 localizado no Bairro Santa Júlia apresentou a maior temperatura do horário (31°C), configurando uma ilha de calor de média magnitude (3°C), conforme (GARCIA, 1996). O que explica o maior aquecimento do ponto 5 talvez seja sua localização em uma área plana e aberta a insolação direta.

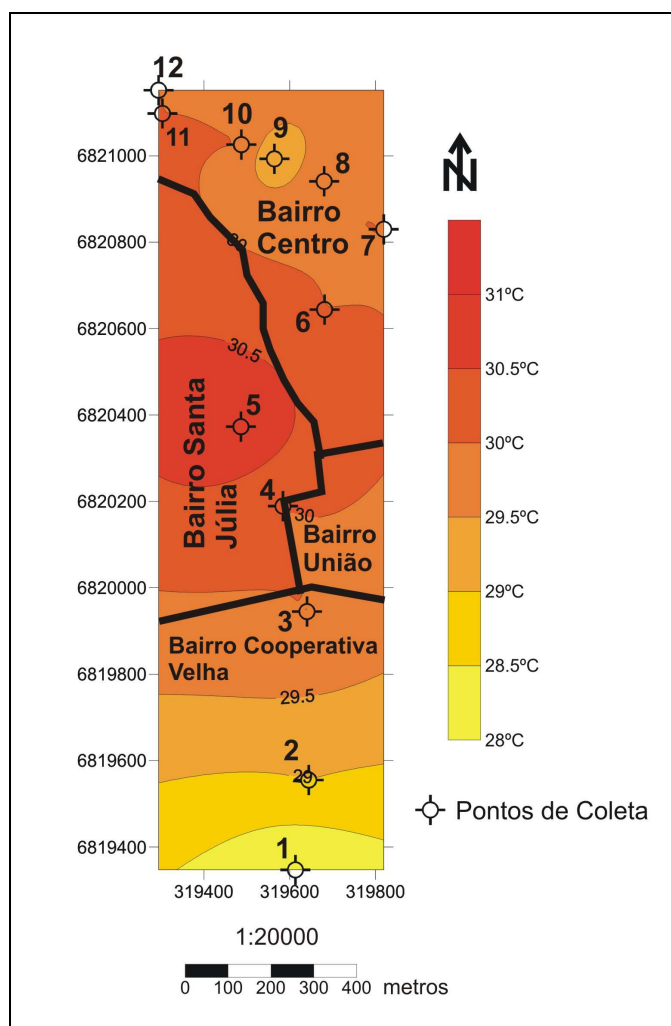


Figura 5: Campo Térmico dos quatro bairros da zona urbana de Espumoso/RS às 12 horas do dia 31 de agosto de 2009.

Fonte: Trabalho de Campo.

Autor: COSTA, E.R (2012).

Analisando o campo térmico das 15 horas (figura 6), verifica-se a presença de uma ilha de calor alongada no sentido sudoeste/nordeste englobando os pontos 4, 5, 6, 7 e 8

localizados nos bairros Centro e Santa Júlia. Esta ilha de calor apresentou fraca magnitude (2°C), conforme classificação proposta por (GARCIA, 1996).

As menores temperaturas do horário (31°C) foram verificados no ponto 1 localizado no bairro Cooperativa Velha justamente na porção sul do mesmo numa área pouco urbanizada e com a presença de áreas verdes e nos pontos 11 e 12 localizados no bairro Centro próximo as margens do Rio Jacuí. O bairro União apresentou a mesma temperatura de partes dos bairros Centro e Santa Júlia, em torno de 32°C.

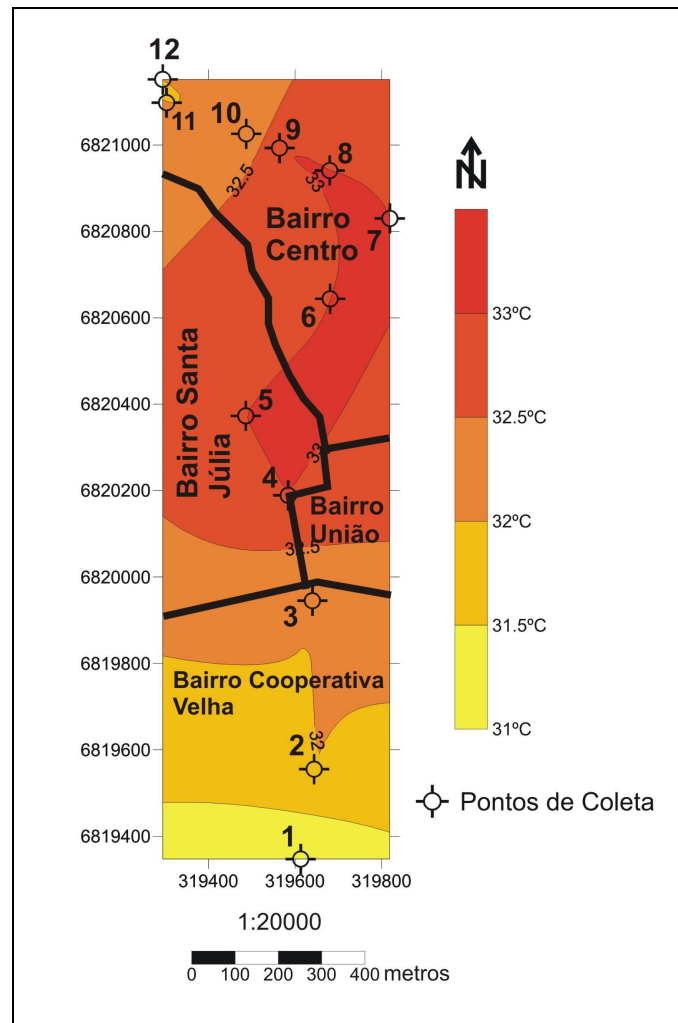


Figura 6: Campo Térmico dos quatro bairros da zona urbana de Espumoso/RS às 15 horas do dia 31 de agosto de 2009.

Fonte: Trabalho de Campo.

Autor: COSTA, E.R (2012).

Analisando o campo térmico das 18 horas (figura 7), verifica-se uma diferença de aquecimento entre o bairro Centro mais urbanizado e o bairro Cooperativa Velha menos urbanizado de 7°C, sendo esta a maior diferença de aquecimento verificado entre o centro e a periferia. As menores temperaturas do horário em torno de 22°C foram encontrados no bairro Cooperativa Velha e as maiores (29°C) no bairro Centro. Já os bairros Santa Júlia e União apresentaram temperaturas intermediárias entre 23°C e 28°C.

Verifica-se uma ilha de calor de magnitude muito forte (7°C) no norte do bairro Centro entre os pontos 7 e 12 (figura 10). O resfriamento noturno em condições de céu limpo é maior na periferia menos urbanizada com a presença de áreas verdes, o que explica as menores temperaturas registradas no bairro Cooperativa Velha às 18 horas. Já o bairro Centro consegue conservar o calor armazenado durante o dia, em função da alta absorção de calor de suas áreas pavimentadas e construídas contribuindo para torna-lo mais aquecido a noite em relação as áreas periféricas.

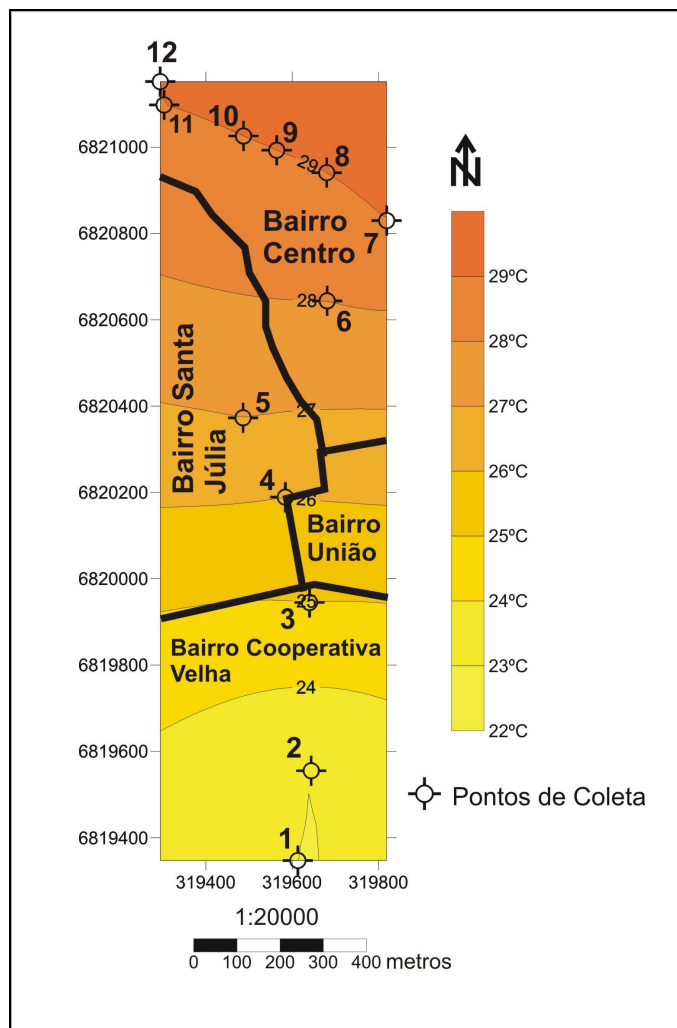


Figura 7: Campo Térmico dos quatro bairros da zona urbana de Espumoso/RS às 18 horas do dia 31 de agosto de 2009.

Fonte: Trabalho de Campo.

Autor: COSTA, E.R (2012).

Analisando o campo térmico das 21 horas (figura 8) verifica-se que o Bairro Centro apresentou-se mais aquecido do que os demais bairros. Verificou-se a presença de uma ilha de calor de média magnitude (3°C) no bairro Centro entre os pontos 8, 9 e 10, com temperatura de 17°C .

Os bairros Santa Júlia, União e Cooperativa Velha apresentaram as menores temperaturas do horário (14°C), em função da menor densidade de urbanização comparado ao

bairro Centro. Neste horário semelhante ao das 18 horas verificou-se a melhor definição da ilha de calor urbana localizada no bairro Centro.

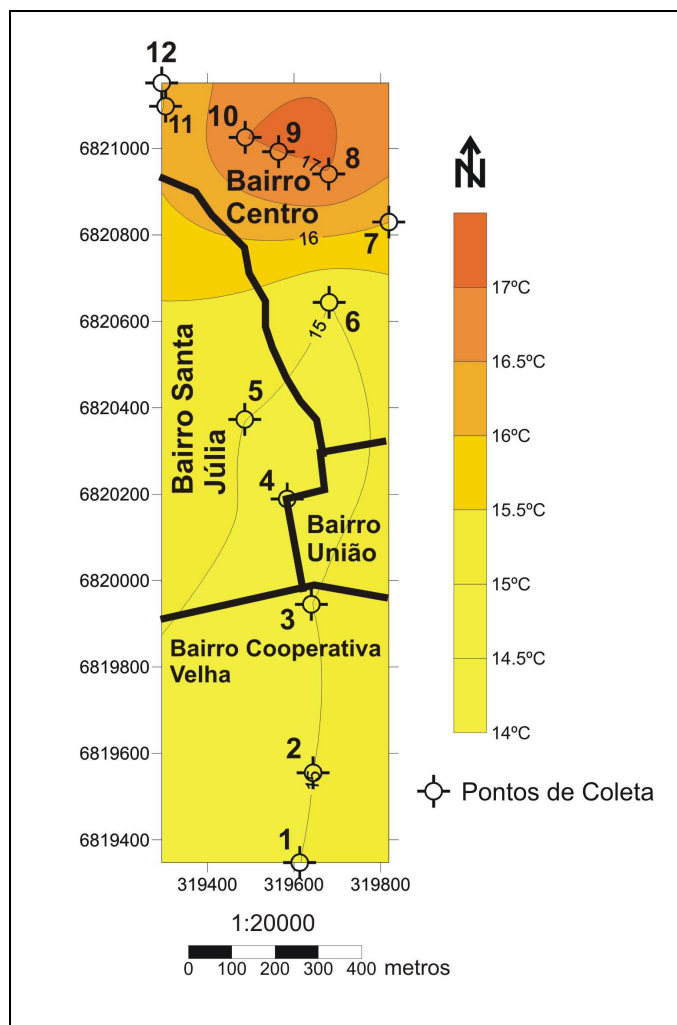


Figura 8: Campo Térmico dos quatro bairros da zona urbana de Espumoso/RS às 21 horas do dia 31 de agosto de 2009.

Fonte: Trabalho de Campo.

Autor: COSTA, E.R (2012).

RESULTADOS E CONCLUSÕES

O bairro Cooperativa Velha apresentou-se menos aquecido do que os demais nos 5 cinco horários estudados, em função da menor densidade de urbanização, menor presença de áreas impermeabilizadas e construídas e da maior presença de áreas verdes (campos e vegetação arbórea). Já o bairro Centro apresentou-se mais aquecido do que os demais bairros, sendo que das cinco ilhas de calor registradas quatro foram verificadas no mesmo. A magnitude das ilhas de calor observadas na área de estudo variaram de fraca à muito forte.

A maior diferença de temperatura entre o centro e a periferia foi verificada no horário das 18 horas, em que melhor se definiu a ilha de calor no bairro Centro. Com exceção do horário das 18 horas, nos demais horários houve pouca diferença de aquecimento entre o

centro e a periferia, o que permite chegar a conclusão de que a pequena extensão territorial da área estudada associada a menor degradação ambiental fazem com que o contraste térmico não seja tão acentuado. A área estudada apresentou características do padrão universal do clima urbano em que o centro da cidade geralmente é mais quente do que sua periferia e também onde se localiza o “peak” ou cume da ilha de calor.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMORIM, M.C.C.T. Ilhas de Calor em Birigüi/SP. **Revista Brasileira de Climatologia Geográfica**, v. 1, n.1, p. 121-130, 2005.

AYOADE, J.O. **Introdução à Climatologia para os Trópicos**. Tradução.: Maria Juraci Zani dos Santos. 5.ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1998. 332p.

DUARTE, D.H.S. **Padrões de ocupação do solo e microclimas urbanos, na região de clima tropical continental**. São Paulo: USP, 2000.

GARCÍA, F.F. **Manual de climatología aplicada: clima, médio ambiente y planificación**. Madrid: Editorial Síntesis, S.A., 1996. 285p.

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-SP: Contexto, 2003.192p.

LOMBARDO, M.A. **Ilha de Calor nas metrópoles: o exemplo de São Paulo**. São Paulo: Hucitec, 1985.224p.

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

SARTORI, M.G.B. A dinâmica do clima do Rio Grande do Sul: indução empírica e conhecimento científico. **Revista Terra Livre**, São Paulo, v.I, n.20, p.27-49, jan/jul.2003.