

O SISTEMA TERMODINÂMICO DE CIDADES PEQUENAS: CONFIGURAÇÃO URBANO-RURAL COM USO DE TRANSECTOS MÓVEIS EM AGUDO/RS, SITUAÇÃO VERANIL DE JANEIRO DE 2016

Jonathan Júlio Kegler

Universidade Federal de Santa Maria, Departamento de Geografia, Santa Maria, RS, Brasil
jonathankegler@hotmail.com

Cássio Arthur Wollmann

Universidade Federal de Santa Maria, Departamento de Geografia, Santa Maria, RS, Brasil
cassio_geo@yahoo.com.br

Bruna Cassiele Bandeira

Universidade Federal de Santa Maria, Departamento de Geografia, Santa Maria, RS, Brasil
brunacbandeira@hotmail.com

Recebido em: 16/06/16; Aceito em: 29/05/17

RESUMO

O objetivo geral desta pesquisa foi o de verificar a influência do sítio urbano e do uso do solo urbano e entorno rural próximo na definição do Sistema Termodinâmico de Agudo em condições climáticas veranil em um dia de janeiro de 2016. Fez-se levantamento de campo. No ambiente urbano e rural próximo de Agudo, foram feitos transectos móveis para coleta de dados de temperatura e umidade relativa em três horários distintos: às 6h, 15h e 21h, com o auxílio de datalogger e GPS. Os dados coletados foram tabulados e espacializados com auxílio de SIG para posterior análise com os dados geoecológicos e geourbanos de Agudo, com a finalidade de entender o clima urbano nesta cidade. Houve formação de ilha de frescor de fraca magnitude, com 1°C, sob domínio do "Tempo Depressionário Continental", associado ao domínio da Massa Tropical Continental. A formação de ilhas de calor esteve associada aos domínios atmosféricos tropicais, como a Massa Tropical Atlântica, formando o "Tempo Anticiclônico Tropical Marítimo".

Palavras-chave: Sistema termodinâmico, cidades pequenas, verão, transecto móvel.

THE THERMODYNAMIC SYSTEM IN SMALL CITIES: URBAN-RURAL CONFIGURATION WITH MOBILE TRANSECTS USE IN AGUDO/RS, 2016 JANUARY SUMMER SITUATION

ABSTRACT

This research concerns in to determine the influence of the urban site and the use of urban land and rural surroundings near the definition of Thermodynamic System, in Agudo/RS, in summery weather conditions in one day of January 2016. There was made field survey. In the urban and rural environment near Agudo, they were made mobile transects to collect temperature data and relative humidity at three times: at 6AM, 3PM and 9PM, with the aid of data logger and GPS. Data were tabulated and spatialized with GIS support for further analysis with the geoecological and geourban data in Agudo, in order to understand the urban climate in this city. There was formation of the island of freshness of weak magnitude, with 1°C, in the area of "Low Pressure Continental Weather", associated with the field of Tropical Continental Air Mass. The formations of heat islands were associated with tropical atmospheric areas such as Tropical Atlantic Air Mass, forming the "Anticyclonic Tropical Sea Weather".

Keywords: Thermodynamic system, small towns, summer, mobile transects.

INTRODUÇÃO

A urbanização é um processo pertinente na história do ser humano, surgindo inicialmente, e em pequena escala, como uma forma de proteção ao ambiente externo, e tornando-se, recentemente, mais necessária à medida que as atividades do homem no espaço geográfico tornam-se mais susceptíveis às adversidades ocasionadas pela natureza.

Na segunda metade do século XX, a mecanização do campo ocasionou uma demanda populacional para as cidades na busca de novas oportunidades de emprego, já que a mão de obra no campo foi substituída pelas máquinas. As cidades começaram a receber novas funções, as quais atraíam cada vez mais a população excedente do meio rural, proporcionando um aumento no número de pessoas, e por consequência deste aumento, problemas começaram a surgir relacionados com a ocupação e modificação do meio natural de forma pouco ordenada. Ainda nesse contexto, Santos (1993) aborda que com a grande demanda para as cidades, a população se deparou com a falta de empregos necessários, nem a existência de bens e serviços essenciais, um empobrecimento da população e uma degradação de suas condições de existência.

O processo de urbanização se intensificou a partir da década de 1970, e a referida mecanização da mão de obra no campo foi o principal contribuinte para a expansão dos centros urbanos no país. Na busca de novas oportunidades de trabalho, o êxodo rural foi eminente e o inchaço dos grandes centros urbanos logo foi perceptível, juntamente com problemas que lhe acompanharam. A urbanização corporativa também é um grande problema no desenvolvimento das cidades brasileiras. Santos (op. cit.) afirma que a urbanização corporativa é compreendida sob o comando dos interesses das grandes firmas, constitui um receptáculo das consequências de uma expansão capitalista devorante dos recursos públicos, uma vez que estes são orientados para os investimentos econômicos, em detrimento dos gastos sociais.

As cidades grandes e médias, por sua vez, apresentam problemas variados e já conhecidos pela comunidade científica que as estudam no âmbito da Climatologia Geográfica e do clima urbano. Dentre as soluções para a minimização dos problemas decorrentes dessa expansão consolidada, pode-se destacar preliminarmente o estudo para diminuição dos problemas causados pela alteração do meio de forma desordenada.

Já para as cidades pequenas, cujos efeitos de seu crescimento ainda são inexistentes ou pouco perceptíveis, os estudos de clima urbano e ordenamento espacial possuem caráter informativo e preventivo aos órgãos de planejamento responsáveis, com o intuito de não alterar o equilíbrio entre a ocupação do espaço e as modificações dele decorrentes. Para o ambiente urbano, o clima também é considerado uma das características naturais marcantes (WOLLMANN; SIMIONI, 2013) e por tal razão, merece especial atenção quando do planejamento da ocupação dessa área. Mesmo com essa importância, o clima não é tratado com a devida atenção pelos planejadores e governantes.

A presente pesquisa busca, ao considerar o clima local e regional da região central do Rio Grande do Sul, dar maior visão à variabilidade do canal termodinâmico que ocorre nos espaços urbanos, em especial, das pequenas cidades, como Agudo. A soma destas variáveis oriundas das atividades humanas com aquelas de natureza ecológica propicia a formação de um clima urbano específico, e uma de suas mais notáveis manifestações é a ilha de calor e de frescor urbano, as quais geralmente estão localizadas nas áreas mais centrais da cidade (SAYDELLES, 2005).

Nesse sentido, esta pesquisa procurou observar se a atual malha urbana do município já é capaz de produzir alguma manifestação no sistema termodinâmico do Sistema Clima Urbano (SCU), e apontar medidas e formas de mitigação de problemas futuros relacionados a esse canal de pesquisa para Agudo e seu entorno próximo.

Considerando a dinâmica atmosférica e os sistemas atmosféricos que favorecem a ocorrência desses fenômenos na cidade, em especial pela conformidade de seu sítio urbano e as condições geoecológicas locais, torna-se possível traçar um perfil das ocorrências e repercussões de modo à inclusão desta variável no planejamento da expansão urbana futura,

pois excluir a perspectiva climática ou não dar a sua devida importância no planejamento da cidade pode ter efeitos contrários aos desejados.

Nesse sentido, o objetivo geral desta pesquisa foi o de verificar a influência do uso do solo urbano e entorno rural próximo na definição do Sistema Termodinâmico de Agudo/RS em duas situações vernais. Como objetivos específicos tiveram-se: Identificar os tipos de tempo ao longo dos dois episódios vernais de coleta de dados e avaliar a variabilidade dos elementos observados ao relacioná-los ao campo termo-higrométrico e o uso do solo da cidade de Agudo/RS e seu entorno rural próximo; Espacializar os valores de temperatura e umidade relativa do ar obtidos em observações por transecto móvel na área urbana de Agudo/RS e seu entorno rural próximo, em situação de verão (janeiro); Avaliar a configuração dos elementos climáticos supracitados e a influência dos fatores geocológicos, geourbanos e o uso do solo no entorno rural próximo que definem o subsistema termodinâmico no clima urbano de Agudo/RS.

LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

O município de Agudo localiza-se entre as coordenadas geográficas 29° 19' e 29° 43' de latitude Sul, e entre as longitudes 53° 01' e 53° 21' Oeste, e está localizado na região central do estado do Rio Grande do Sul, oficialmente pertencendo à Mesorregião Geográfica Centro Ocidental Rio-grandense e à Microrregião Geográfica de Restinga Seca (IBGE, 2015) (Figura 01).

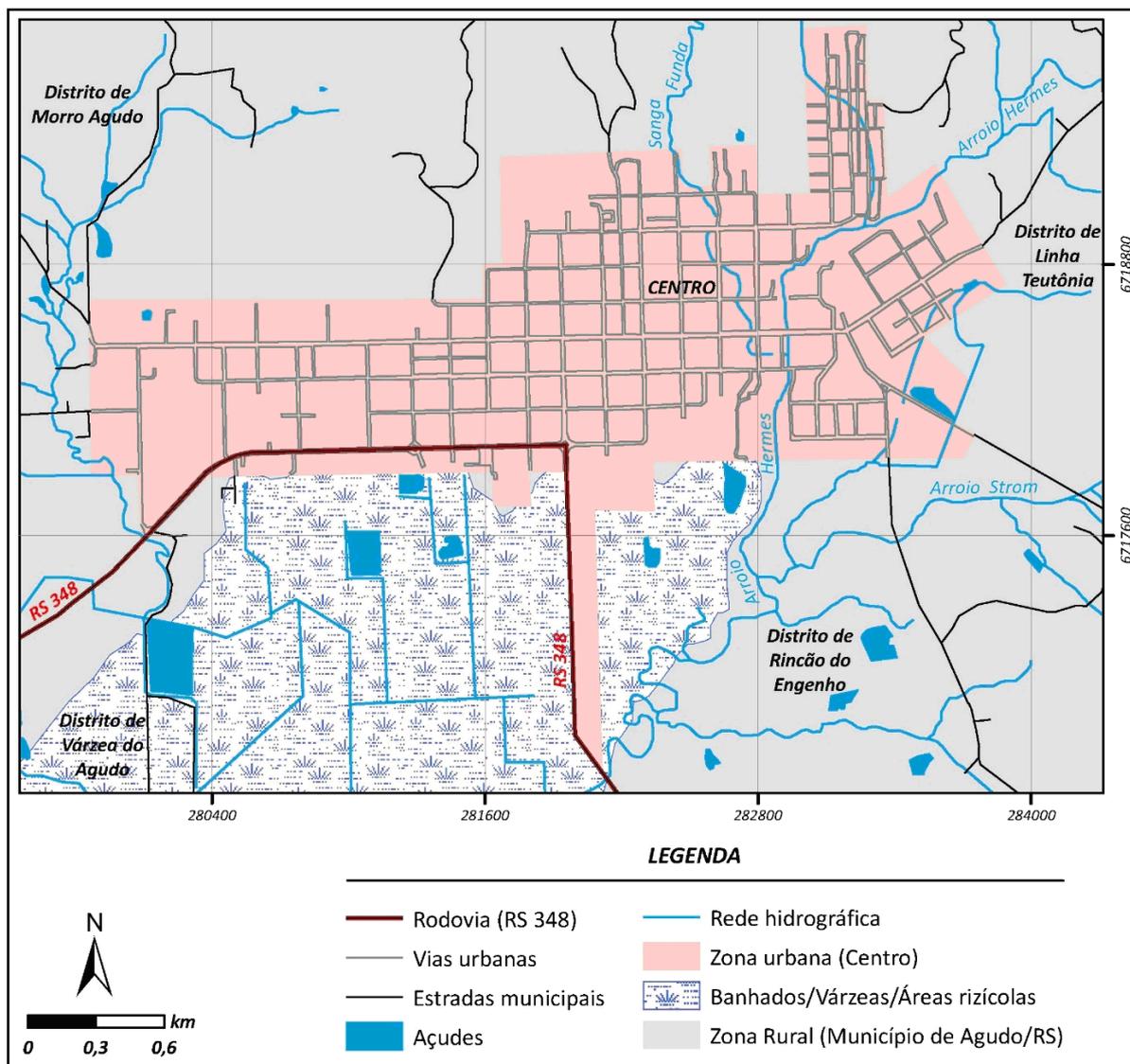
Figura 01. Localização do município de Agudo no RS.



Fonte: www.macamp.com.br - Adapt.: Os autores (2017).

O município faz divisa com sete outros municípios, e seu principal acesso dá-se pelas rodovias RS 287 e RS 348. Agudo apresenta uma extensão territorial total de 536 km², sendo que destes aproximadamente 4,0 km² são de área urbana (sede) – (Figura 02), e população absoluta de 16.722 habitantes (Censo IBGE, 2010), sendo 6.887 habitantes da área urbana (41,2% do total), e 9.835 habitantes da área rural (58,8% do total).

Figura 02. Mapa base da área urbana de Agudo/RS e seu entorno próximo, com predomínio de áreas de cultivo de arroz (área de estudo desta pesquisa).



Org.: Os autores (2017).

MATERIAIS E PROCEDIMENTOS

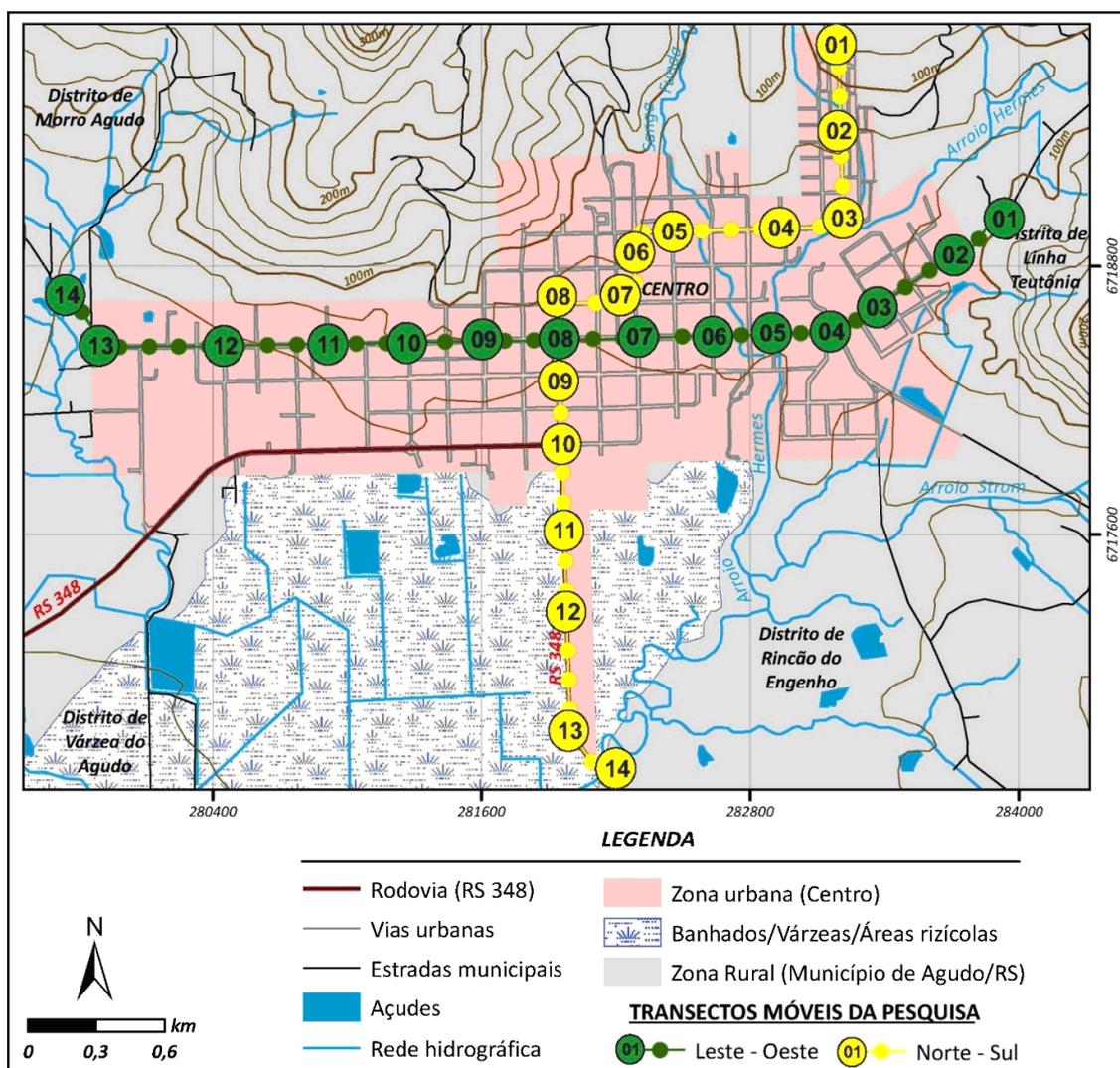
Para a realização plena deste trabalho referente ao estudo do campo térmico e da qualidade ambiental urbana de Agudo/RS, utilizou-se de alguns procedimentos metodológicos a seguir discriminados. A proposição metodológica adotada nesta pesquisa segue a já consagrada Teoria do Sistema Clima Urbano (SCU) de Monteiro (1976), que é um referencial teórico-metodológico da Geografia, amplamente utilizado nas pesquisas do clima urbano das cidades brasileiras.

Para a aquisição dos dados de temperatura do ar e umidade relativa atmosférica na zona urbana de Agudo foi empregada a metodologia dos transectos móveis (AMORIM, 2000; 2010),

a qual consiste na aquisição automática e simultânea de dados climáticos ao longo de trajetos preestabelecidos dentro de determinada malha urbana.

A realização dos transectos ocorreu nos horários das 06, 15 e 21 horas, procurando escolher dias que representassem a estação e ainda com céu limpo e pouco vento (calmaria). Os trabalhos de campo ocorreram no dia 20 de janeiro de 2016 (representativo do verão). A data foi escolhida devido às condições meteorológicas e tipos de tempo inerentes à circulação atmosférica de verão, a fim de que se pudessem estabelecer relações entre a ambiência atmosférica e o espaço geográfico estudado em diferentes condições dentro dos extremos do ponto de vista da estação do ano. Para tal foram estabelecidos dois transectos cortando a cidade de Agudo nos sentidos leste-oeste e norte-sul, conforme o mapa da Figura 03.

Figura 03. Transectos móveis propostos e pontos de coleta de temperatura e umidade para o estudo do clima urbano de Agudo/RS e seu entorno próximo.



Org.: Os autores (2017).

Para a aquisição dos dados foram utilizados dois termo-higrômetros, com registradores digitais, modelo HT 500 Instrutherm. Tais registradores são pré-programáveis e automáticos. Para a aquisição dos dados ao longo dos transectos foram utilizados dois automóveis particulares, e cada um fez um trajeto (transecto), tendo o mesmo horário de início. Foram necessários dois integrantes em cada carro: um condutor e um para o manuseio dos equipamentos. O trajeto dos transectos foi pré-determinado com a ajuda do *software* Google Earth, observando-se e levando em consideração a altitude, o nível de urbanização e o tamanho da cidade. Assim

foram estabelecidos 14 pontos nos sentidos Norte-Sul, e 14 pontos no sentido Leste-Oeste, cujos pontos foram feitas as medições da umidade relativa do ar e temperatura instantânea do ar com a utilização do Datalogger Instrutherm HT-500.

Portanto, os carros saíram pontualmente dos locais de partida no mesmo instante realizando a coleta dos dados ao longo dos diferentes trajetos. O tempo para a realização foi de aproximadamente 45 minutos, para cada coleta. As medições foram realizadas em três horários (6, 15 e 21h). Foram utilizados também dois localizadores GPS de navegação, um em cada carro, (marca Garmin modelo 400), para a aquisição de coordenadas planas do Sistema UTM (Universal Transversa de Mercator) ao longo dos transectos. Estes instrumentos pertencem ao Departamento de Geociências da Universidade Federal de Santa Maria/RS, os quais foram solicitados com tempo prévio para utilização em campo.

Após a aquisição dos dados climáticos (temperatura e umidade relativa do ar) e das coordenadas UTM, no dia do trabalho de campo e nos horários pré-estabelecidos (06, 15 e 21h), respeitando-se o horário de verão, os dados primários foram tabulados em planilhas do Microsoft Excel 2010 e exportados para o Sistema de Informação Geográfica Surfer 8.0 para a elaboração de cartogramas do campo termo-higrométrico da zona urbana de Agudo. O método de interpolação utilizado na elaboração dos cartogramas foi a krigagem ordinária do Surfer, conforme orientam Wollmann (2011) e Wollmann; Galvani (2014). Foram elaborados ao final dos dois trabalhos de campo um total de 12 mapas temáticos do sistema termodinâmico de Agudo/RS.

Na elaboração dos cartogramas do campo termo-higrométrico da zona urbana de Agudo, ao longo dos transectos, foram usadas escalas de cores que variaram do verde claro para representar temperaturas mais baixas até o vermelho escuro para temperaturas mais elevadas. Os mapas espacializaram os dados térmicos e higrométricos dos transectos realizados em Agudo, e ao final, estabelecem a relação destas com a presença de elementos geourbanos e geocológicos da área de estudo.

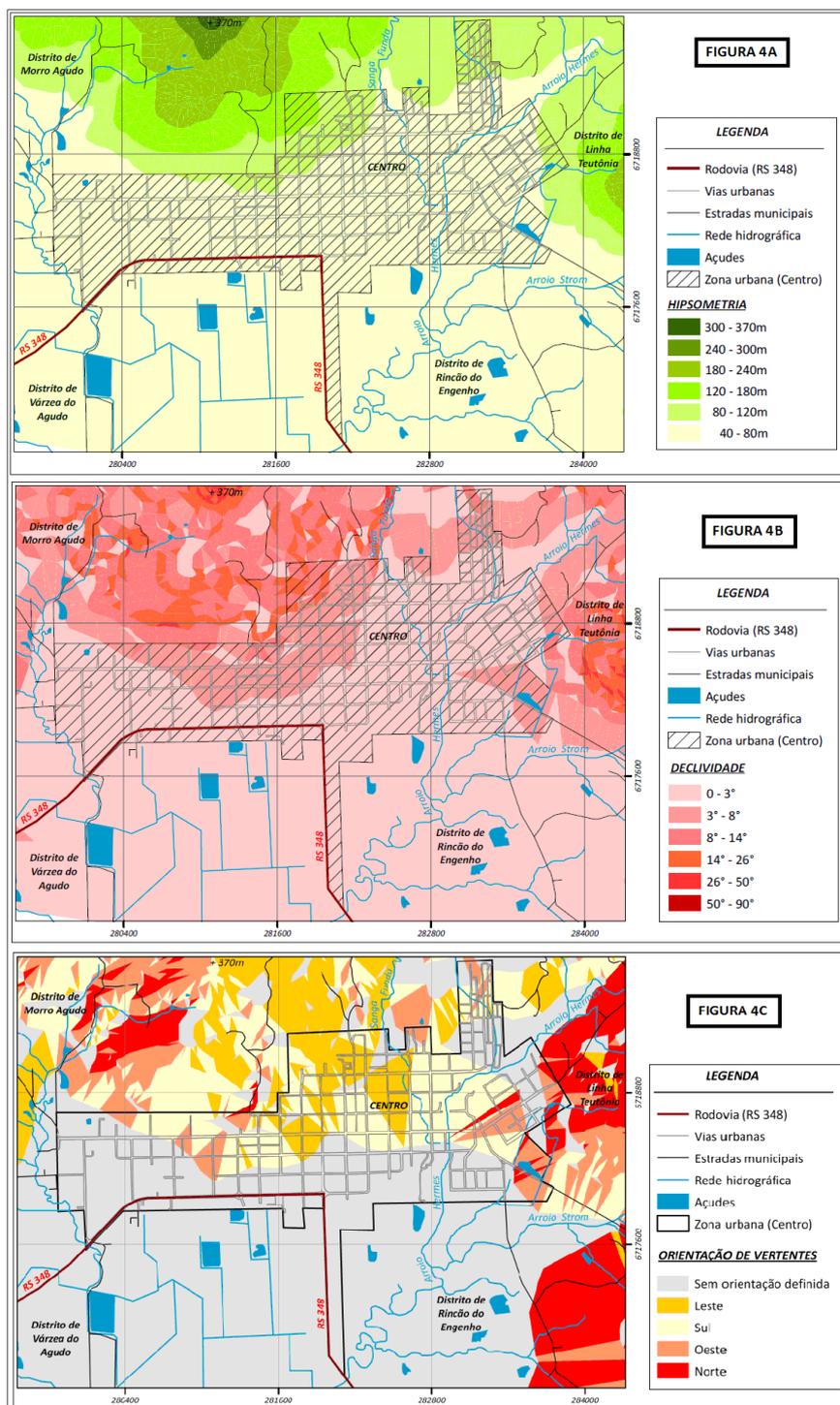
Para a análise sinótica dos dias de ocorrência dos trabalhos de e definição dos sistemas atmosféricos atuantes, bem como a relação entre os dados coletados em campo e a comparação com dados oficiais, foram coletados dados diários dos elementos climáticos, especialmente de temperatura do ar, umidade relativa do ar, pressão atmosférica e direção do vento da Estação Meteorológica da UFSM/INMET, que dista 50 km da área de estudo e é única estação oficial mais próxima da área de estudo.

Sobre o fato de a estação estar distante em 50 quilômetros da área de estudo, justifica-se pelo fato de que não há estação meteorológica oficial a uma menor distância. Ainda, a área de abrangência e representatividade de uma estação meteorológica varia em função de vários fatores que podem agir como interferentes. Recomenda-se selecionar áreas que sejam representativas da região, abrangendo um raio de até 100 quilômetros ao redor da estação (WMO, 2010).

Com o intuito de se determinar o tipo de tempo, os sistemas atmosféricos dominantes e a circulação atmosférica regional nos dias de aquisição dos dados foram coletadas e utilizadas imagens de satélite GOES-13 e cartas sinóticas de superfície, ambas disponíveis nas páginas do CPTEC/INPE (www.cptec.inpe.br) e Marinha do Brasil (www.mar.mil.br/dhn/chm/meteo/prev/cartas/cartas).

Para explicar as derivações ambientais responsáveis pela geração do clima urbano de Agudo, em especial o estudo do canal de percepção termodinâmico do SCU, e seus subprodutos (campo térmico, ilhas de calor e de frescor), foram elaboradas para compor a caracterização geográfica (geocológica, geoambiental e geourbana) da área de estudo, três mapas (Figura 04): mapa hipsométrico/altitude (Figura 04A), mapa de declividades (Figura 04B), e mapa de orientação de vertentes (Figura 04C), além de um mosaico do uso que se faz da terra em Agudo/RS e os dois perfis geocológicos e geourbanos de Agudo, correspondentes à área de abrangência dos transectos móveis. Tal análise segue a metodologia proposta em Sartori (1979).

Figura 04. Mapas caracterização geográfica da área de estudo, como hipsométrico/altitude (Figura 04A), mapa de declividades (Figura 04B), e mapa de orientação de vertentes (Figura 04C).



Org.: Os autores (2017).

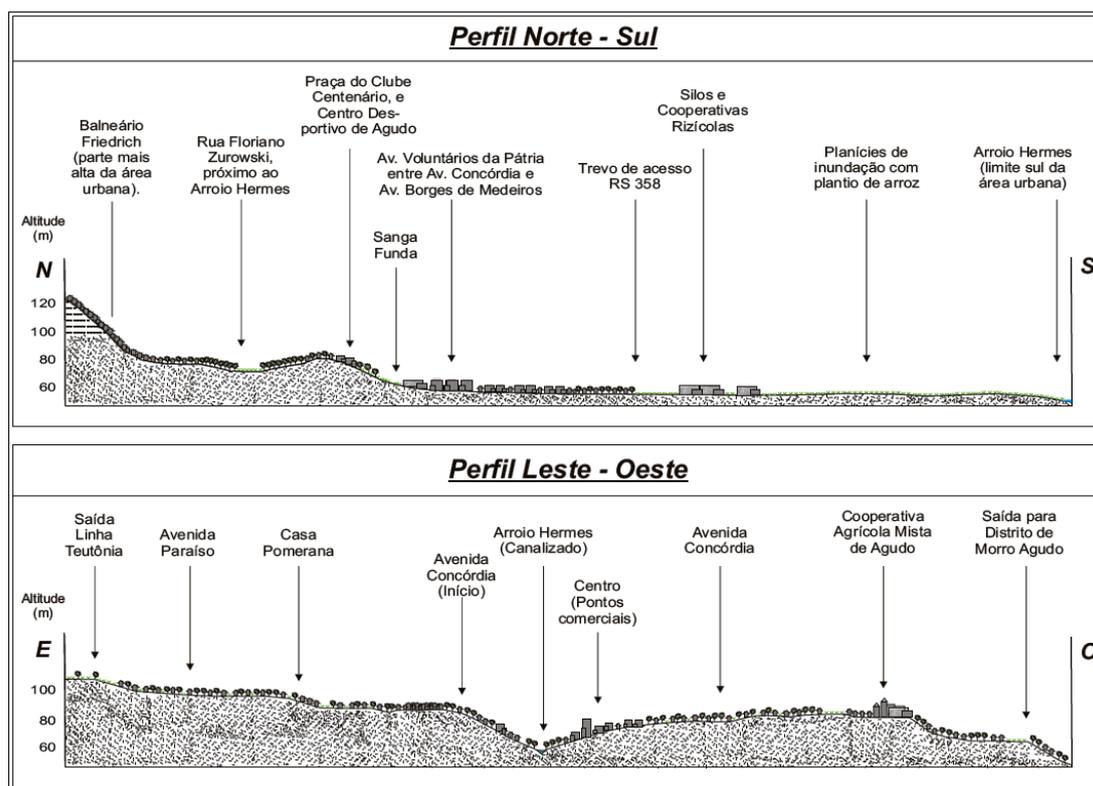
Os mapas foram elaborados com o auxílio do aplicativo de geoprocessamento ARCGIS 9.3. A base cartográfica utilizada foi a digitalização a partir das cartas topográficas, em escala 1:50.000, da Diretoria do Serviço Geográfico (folhas Faxinal do Soturno e Agudo), disponibilizadas pela Biblioteca Central da Universidade Federal de Santa Maria/RS.

O mosaico de uso da terra foi elaborado a partir da interpretação visual da imagem de satélite do Google Earth, dado que Agudo, por ser muito pequena, o uso da terra em seu perímetro

urbano é muito homogêneo, e tece-se a hipótese de que o espaço geográfico do entorno próximo (áreas rizícolas e morros com vegetação original) possam ser os grandes amortizadores ou definidores do clima urbano desta pequena cidade.

Por fim, os perfis geocológicos e geourbanos da zona urbana por onde passam os transectos (Figura 05) foram elaborados com base nas cartas topográficas de Faxinal do Soturno (Folha SH 22-V-C-V/1) e Agudo (Folha SH 22-V-C-V/2), escala 1:50.000. Além disso, foi realizado trabalho de campo para levantamento das informações relacionadas à rugosidade urbana (elementos urbanos, naturais e humanos).

Figura 05. Perfis geocológicos e geourbanos de Agudo/RS. Os perfis acompanham os traçados percorridos pelos transectos móveis na área urbana e entorno rural próximo.



Org.: Os autores (2017).

ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Concomitantemente à coleta dos dados em campo foi feita a coleta dos dados da Estação Meteorológica de Santa Maria, pertencente à rede do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). Nesse sentido, os dados primários de alguns elementos climáticos podem ser melhor visualizados na Tabela 01 que representa os dados meteorológicos de Santa Maria para a data de realização dos trabalhos de campo do verão (20 de janeiro de 2016).

Tabela 01. Dados da Estação Meteorológica da UFSM/INMET, Santa Maria/RS, para os dias de realização de coleta em Agudo/RS, no período vernal.

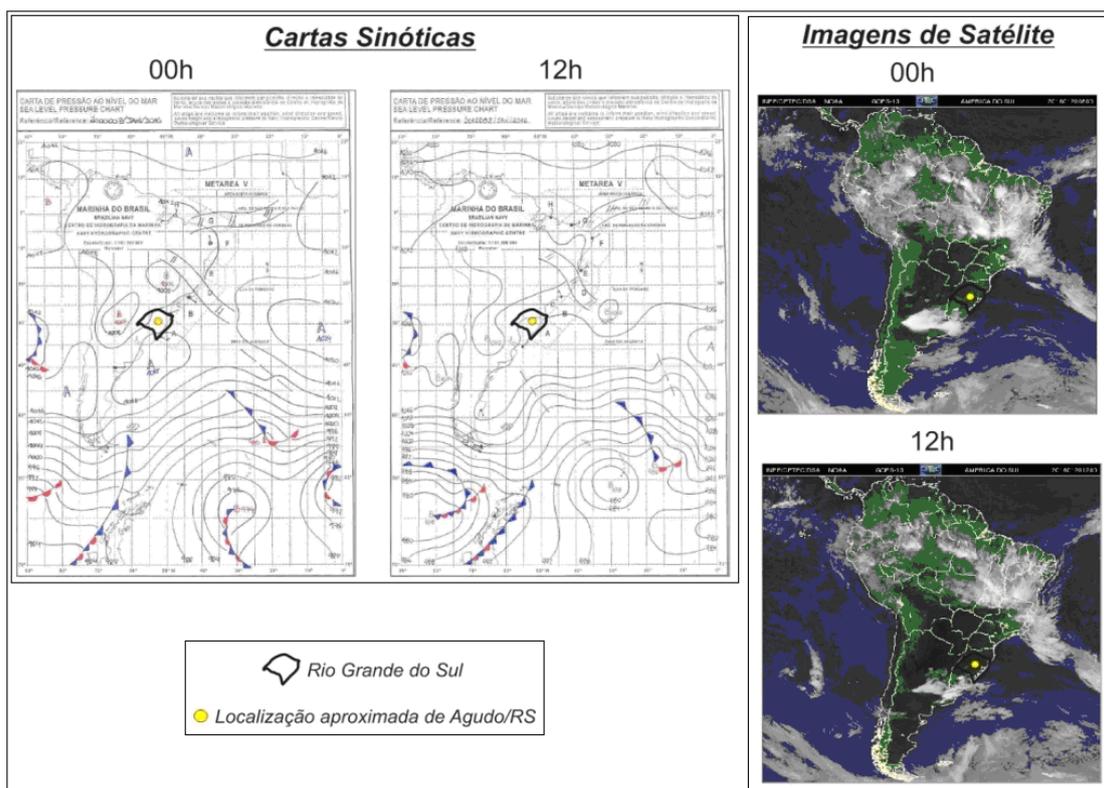
Data	Hora	Temperatura	UR	Pressão	Vento		Dados diários		
					Vel. (m/s)	Dir. (°)	Temp. Máx. (°C)	Temp. Mín. (°C)	Chuva (mm)
20/01/16	9	25,8	76	1004,6	3,1	14		21,4	0,0
	15	32,2	45	1002,2	2,6	18			0,0
	21	25,6	74	1002,4	1,0	14	32,2		0,0

Fonte: UFSM/INMET (2015 / 2016); Org.: Os autores (2017).

De acordo com a Tabela 01, os dados climáticos do dia 20/01/2016 coletados em Santa Maria/RS, representam as condições vernais oficiais desta pesquisa. As temperaturas médias com picos acima de 30°C, e em relação às temperaturas (máxima e mínima), a estação da UFSM/INMET apresentou amplitude maior para a segunda data analisada.

A pressão atmosférica apresentou-se relativamente baixa, o que revela a participação de sistemas atmosféricos de mesma origem, o que também pode ser evidenciado pelas medições anemométricas. Para os registros higrométricos, destaca-se o ressecamento atmosférico para o mês de janeiro. As cartas sinóticas e imagens de satélite para identificação dos sistemas atmosféricos referentes ao segundo e último trabalho de campo realizado na data de 20/01/2016 podem ser analisadas com a Figura 06.

Figura 06. Cartas Sinóticas e Imagens de Satélite do dia 20/01/2016, com destaque para o Rio Grande do Sul e a cidade de Agudo.



Org.: Os autores (2017).

De acordo com a Figura 06, observa-se que o Estado do Rio Grande do Sul, e conseqüentemente a área de estudo desta pesquisa estavam sob domínio de um Anticiclone Polar Atlântico e conseqüentemente sua massa, com centro isobárico sobre as latitudes de 40°S sobre o Oceano Atlântico, registrando-se 1018 mb. Comparando-se com os dados da Estação Meteorológica de Santa Maria, a direção predominante do vento neste dia era do quadrante Norte e Nordeste (N e NE) e as temperaturas médias acima de 25°C.

De acordo com Sartori (2003), tais condições de domínio de massas de origem polar, mas com temperaturas elevadas garantiram ao estado as condições de domínio da Fase Transicional que consiste em:

“... uma fase de “transição” entre o domínio da MPA e nova fase Pré-Frontal. Caracteriza-se pelo domínio da Massa Polar modificada pelo aquecimento basal sobre latitudes mais baixas (Massas Polar Velha (MPV) ou Tropicalizada) em função do tempo de permanência do ar frio no Sul do Brasil. Em função da superfície continental e da forte insolação facilitada pelo céu limpo, a MPA é modificada no interior do

continente, aquecendo-se basalmente, resultando em uma massa de ar de origem polar mais quente e seca (SARTORI, 2003, p. 38).

Este tipo de domínio atmosférico prevê, entre outros tipos de tempo, a participação do tipo de “Tempo Anticiclônico Polar Marítimo”, que possui como característica típica, o domínio da “... Massa Polar Atlântica típica (marítima) com o centro barométrico sobre o oceano, mas próximo ao continente, na latitude do Estuário do Rio da Prata e Uruguai (trajetória marítima)”, cujo quadro sinótico representa o dia da coleta dos dados em campo (SARTORI, 2003, p. 32-33). Na segunda metade do dia 20 de janeiro de 2016, o Anticiclone Polar Atlântico funde-se ao Anticiclone Tropical Atlântico. Segundo Sartori (op. cit), esta circulação atmosférica é comum no verão, salientando que:

“Esses sistemas, de permanência efêmera, prevalecem na região somente nas fases pré-frontais em substituição à MPV, devido à fusão entre o Anticiclone Polar Atlântico (APA) e o Anticiclone Tropical Atlântico (ATA), gerando um único centro de alta pressão. Quando da sua atuação, registram-se elevação das temperaturas e declínio da pressão atmosférica e da umidade relativa, mais acentuado no domínio da Tropical Continental” (SARTORI, 2003, p. 30).

Exatamente como explanado pela pesquisadora, após a fusão entre a MPV e o ATA, aprofundou-se ao domínio da Massa Tropical Continental, configurando-se o domínio do tempo “Depressão Continental”, cujas características principais, descritas em Sartori (op. cit., p. 34) são resultado:

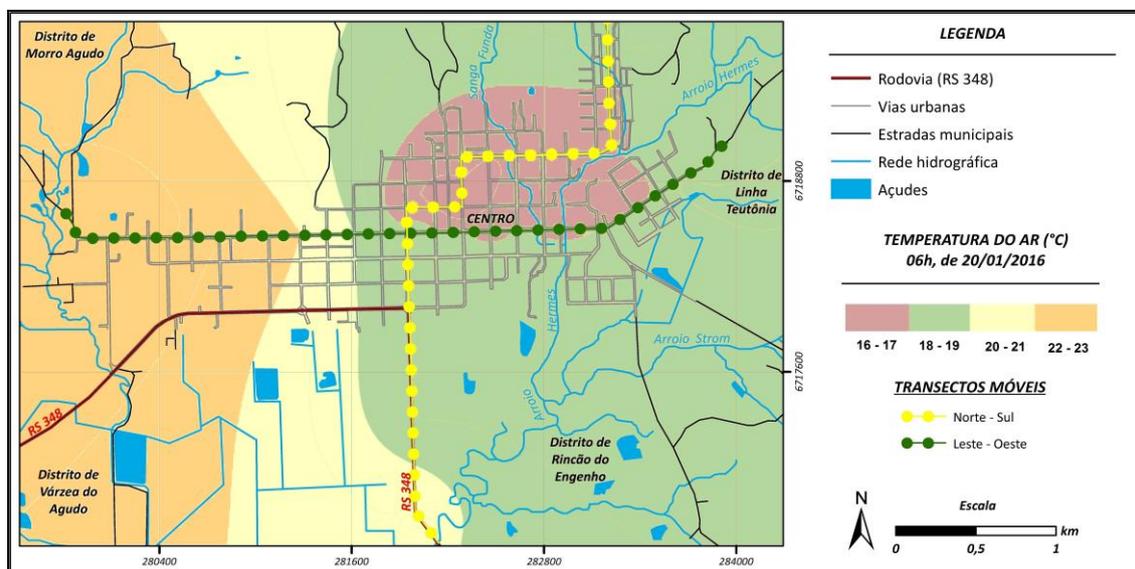
“... da expansão da Massa Tropical Continental, devido ao aprofundamento da Depressão do Chaco, que eventualmente atinge o Rio Grande do Sul. Esse tipo de tempo é dos mais característicos, pois as temperaturas máximas são quase sempre superiores a 35°C, com pressão atmosférica muito baixa (inferiores às demais situações pré-frontais sob domínio da MPV, da MTA ou da MTAc), baixa umidade relativa pela origem continental da massa de ar e pela forte insolação, ventos do quadrante oeste (W e NW) de intensidade variável”.

Nesse sentido, os dados coletados em campo e na Estação Meteorológica de Santa Maria, com temperatura acima de 32°C, umidade relativa abaixo de 50%, e pressão atmosférica em declínio. Ainda, vale salientar que Sartori (2003) descreve com minúcias este tipo de circulação atmosférica regional, haja visto registro de elevadíssimas temperaturas em campo, e situação de leve estiagem na segunda quinzena de janeiro de 2016. Para a autora

“... pode-se afirmar que as causas determinantes das ondas de calor na região central e em todo o Rio Grande são: 1) domínio persistente, por ordem de importância, da MPV, da MTAc ou da Tropical Continental (MTC), imposto pelo seu lento deslocamento; 2) efeito da continentalidade, que, pela manutenção das condições de céu limpo, provoca o superaquecimento da massa de ar dominante nas regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste do Brasil. A organização dos Sistemas Atmosféricos persiste por vários dias em função da fraca atividade dos Anticiclones Polares, únicos capazes de impor mudanças nas condições de tempo ao invadirem a região com maior energia. Em certas ocasiões, um fraco APA com Massa Polar descaracterizada e aquecida (MPV) invade o estado, sem provocar frontogênese pela falta de contraste com o centro de ação e a massa de ar dominante, mantendo as condições de tempo bom e quente por mais alguns dias, o que resulta na fusão da APA com a ATA (...). A manutenção do tempo bom gera estiagem, mais ou menos prolongada, repercutindo nas atividades do meio rural, em face do calor e da alta evaporação que comprometem o balanço hídrico do solo”.

O dia escolhido apresentou boas condições para a prática do trabalho de campo não apresentando nebulosidade e deslocamento de ar que alterassem os dados obtidos, elevadas temperaturas e valores de umidade em pontos específicos, e foram constatadas semelhanças com a data anterior de coleta e análise do verão. Já no horário das 6h da manhã (Figura 07), as temperaturas foram bastante heterogêneas no espaço urbano.

Figura 07. Temperatura do ar (°C), das 6h da manhã, de 20 de janeiro de 2016, na área urbana e entorno rural próximo de Agudo/RS, evidenciando a formação da ilha de frescor.



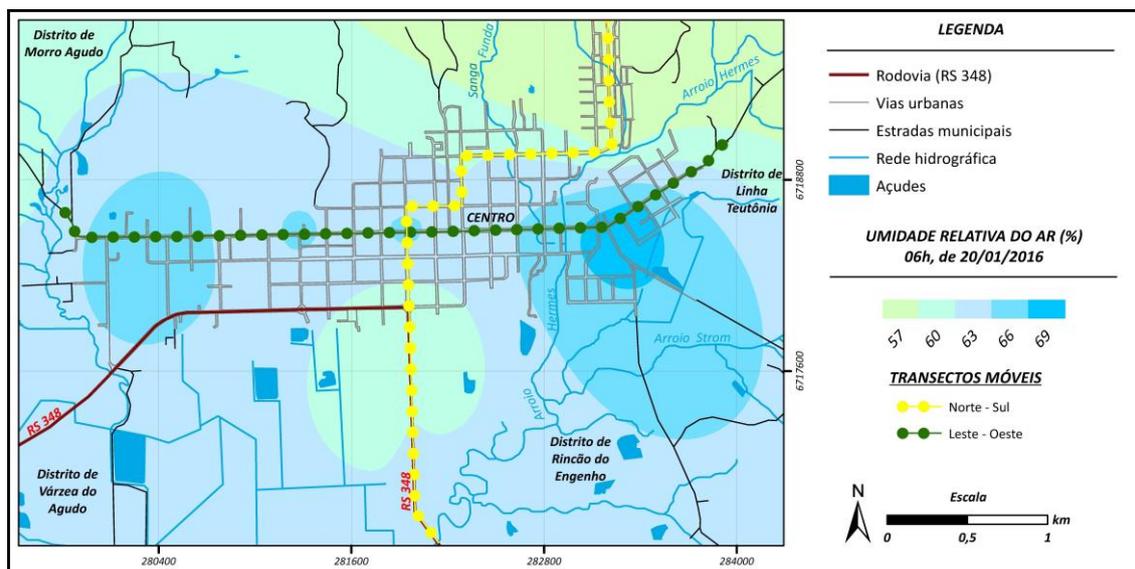
Org.: Os autores (2017).

A porção central da cidade, próxima ao clube da cidade registrou a menor temperatura – ilha de frescor, elevando-se gradativamente no seu entorno (variação de 4°C somente na área urbana). Já as temperaturas mais elevadas foram registradas na porção oeste, fato que se justifica pelo rápido aquecimento do ar já nas primeiras horas da manhã de verão e associada à orientação destas vertentes para o leste no Morro Agudo. Ainda a região central da cidade possui uma maior tendência à perda calorífica durante a noite, ocasionando um frescor neste local nas primeiras horas da manhã, que foi motivado pelas edificações e casas que promovem o sombreamento de ruas com orientação norte e sul no período da manhã, mesmo o sol já tendo aparecido no horizonte.

A umidade constatada durante o primeiro horário foi mais elevada na região leste, oeste e sul (Figura 08), havendo relação com a presença dos fundos de vale dos corpos d'água e das áreas de planície rizícolas.

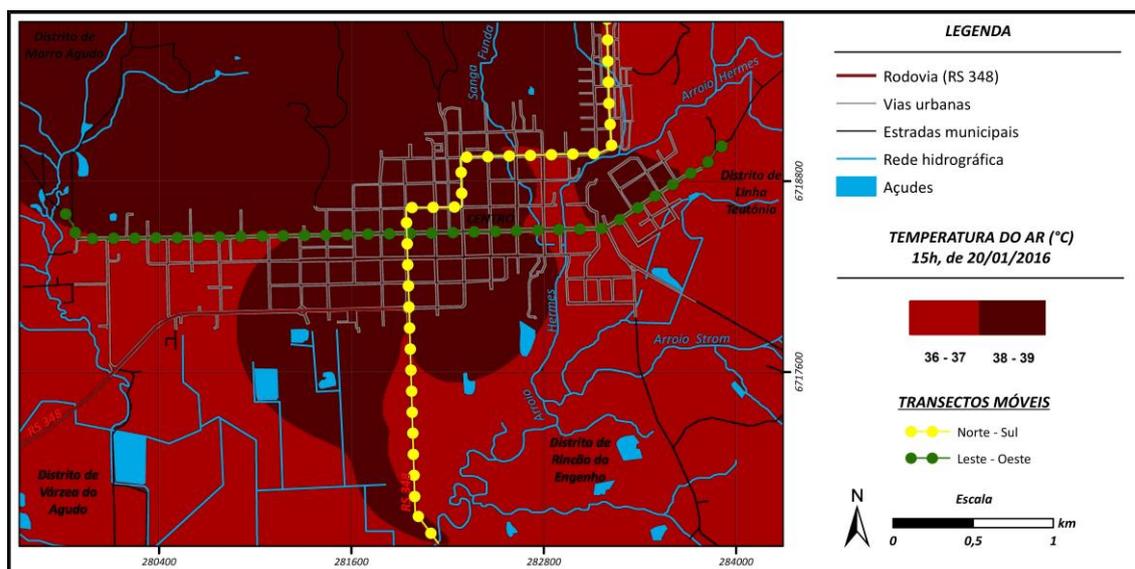
Às 15h (Figura 09), as temperaturas registradas foram típicas de um dia de verão com domínio tropical continental, sendo bastante elevadas. A forte insolação, ausência de nuvens, baixa ventilação natural favoreceram o registro de temperaturas elevadas entre 36°C e 39°C. Nestes casos específicos, somente a urbanização e a orientação de vertentes favorecem maior aquecimento do que o naturalmente registrado, tanto que uma pequena porção do centro da cidade alcançou 39°C de temperatura, e as áreas com vertentes voltadas para o norte também registraram elevadas temperaturas (38°C).

Figura 08. Umidade Relativa do Ar (%), das 6h da manhã, de 20 de janeiro de 2016, na área urbana e entorno rural próximo de Agudo/RS.



Org.: Os autores (2017).

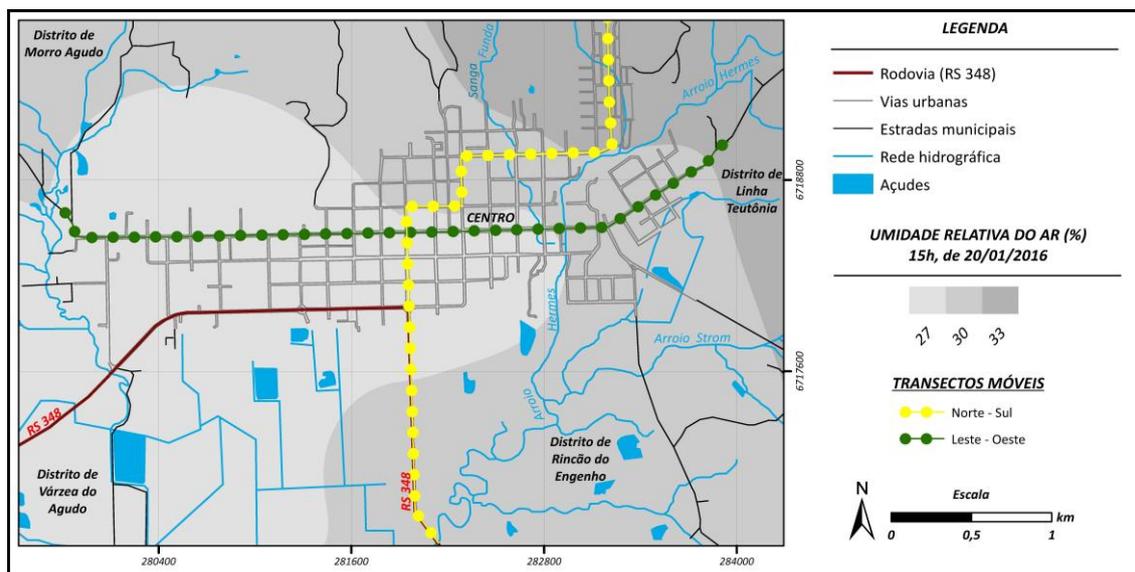
Figura 09. Temperatura do ar (°C), das 15h da tarde, de 20 de janeiro de 2016, na área urbana e entorno rural próximo de Agudo/RS.



Org.: Os autores (2017).

Consequentemente, a umidade relativa do ar nestes locais foram as menores registradas em todo o período da pesquisa, chegando a níveis inferiores à 30% (Figura 10). As áreas um pouco menos secas, cerca de 36% de umidade relativa, correspondem às áreas de morros vegetados (Morro Pelado), o que pode ter contribuído para o não abaixamento significativo da umidade relativa do ar nesse horário.

Figura 10. Umidade Relativa do Ar (%), das 15h da tarde, de 20 de janeiro de 2016, na área urbana e entorno rural próximo de Agudo/RS.



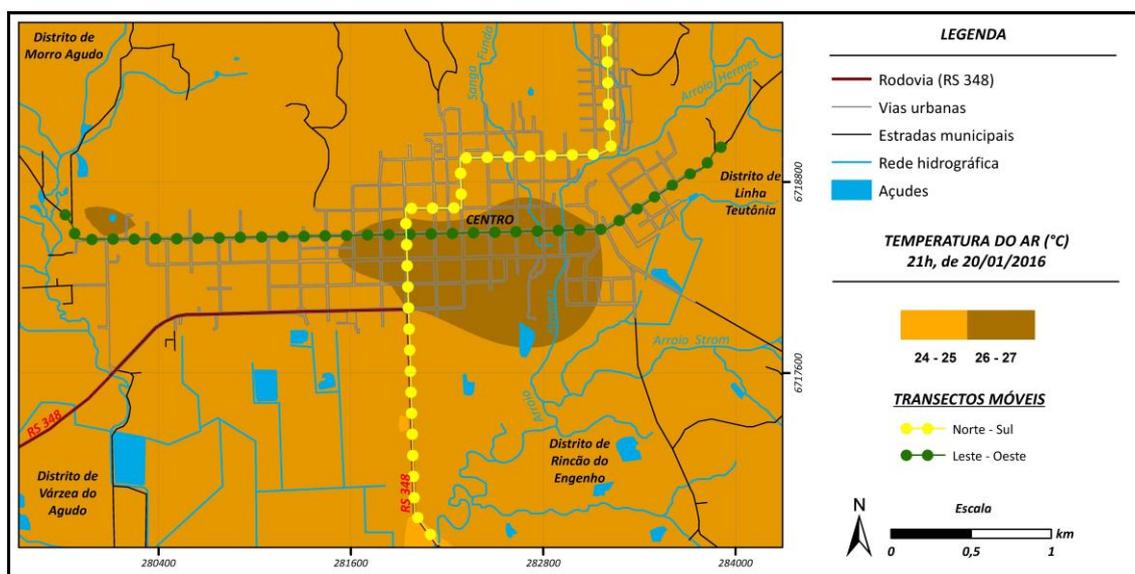
Org.: Os autores (2017).

Às 21h, no último horário das medições, as temperaturas mais elevadas foram constatadas no centro, e um pequeno núcleo no oeste da cidade (Figura 11). A temperatura chega a ser de 9°C a 10°C maiores que as registradas de manhã. Isto evidencia que houve formação do fenômeno de ilha de calor de magnitude forte (FIALHO 2009, 2012), pois as temperaturas registradas à noite foram maiores do que pela manhã.

A formação do fenômeno da ilha de calor nesse caso esteve associada à produção de calor pelo uso do solo da própria área urbana, somada à presença das lavouras rizícolas, e pelo deslocamento de vento que favoreceu o deslocamento desse calor do centro da área urbana um pouco para o sul. Além disso, o domínio de um sistema atmosférico extremamente quente de origem tropical continental propiciou um dia com temperaturas superiores à 20°C em todos os horários de medição, pois a temperatura diária registrada nos três momentos não foi inferior à 24°C (com exceção do centro na parte da manhã, com 16°C, formando uma ilha de frescor).

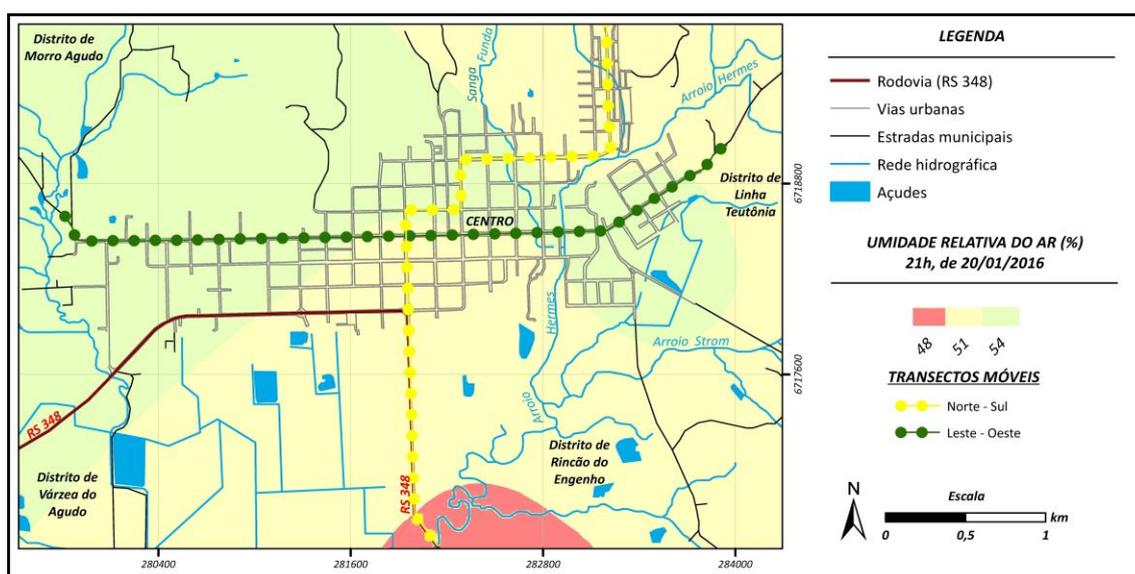
A umidade relativa do ar às 21h (Figura 12) apresentou-se maior sobre a área urbana, devido ao deslocamento do vento de sul, percebido durante a realização do campo, trazendo a umidade das planícies rizícolas para o sítio urbano, contribuindo para a sensação de calor e fortalecimento da ilha de calor no período noturno em Agudo.

Figura 11. Temperatura do ar (°C), das 21h da noite, de 20 de janeiro de 2016, na área urbana e entorno rural próximo de Agudo/RS, evidenciando a formação da ilha de calor.



Org.: Os autores (2017).

Figura 12. Umidade Relativa do Ar (%), das 21h da noite, de 20 de janeiro de 2016, na área urbana e entorno rural próximo de Agudo/RS.



Org.: Os autores (2017).

Neste dia observou-se que os dados coletados em campo tiveram semelhança com os dados oficiais da estação do INMET/UFSM, de acordo com a Tabela 01. As temperaturas em média sempre semelhantes em comparação com Santa Maria no horário das 6h e 21h. Somente à tarde, às 15h, que em Agudo as temperaturas estiveram, em média 7°C mais quentes que na estação oficial. A umidade relativa do ar registrada em campo sempre foi inferior à medição oficial, chegando a registros com mais de 30% de diferença em determinados horários.

A soma de fatores como o uso do solo, topografia circundante da cidade, deslocamento do vento e sistemas atmosféricos dominantes favoreceram a formação de ilha de calor, mas também a formação de ilha de frescor no mesmo dia em uma cidade de pequeno porte como Agudo, quando ocorre domínio da Massa Tropical Continental durante todo o dia, com participação do tempo “Depressiónario Continental” (SARTORI, 2003).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O município de Agudo/RS, que apresenta uma extensão territorial total de 536 km², possui como área urbana (sede) uma área de aproximadamente 4,0 km² (menos de 1% do território municipal), mas que apresenta definições climáticas em escala de topoclima bem acentuadas.

Os elementos do subsistema termodinâmico (temperatura do ar e umidade relativa do ar) coletados dentro da área urbana de Agudo e de seu entorno em meses representativos do verão, e sob domínio de diferentes sistemas atmosféricos, revelaram que são influenciados, primeiramente, pelo sistema atmosférico atuante; depois pelo grau de insolação de cada ponto considerando o relevo e a exposição das vertentes ao sol, estações do ano e, por último, pelos condicionantes geourbanos, como cobertura de solo, densidade de área construída, quantidade de massa líquida (rios e lavouras de arroz do entorno rural próximo) e arborização junto aos pontos de coleta dos transectos realizados.

A cidade de Agudo é uma cidade pequena, motivo pelo qual ainda não apresenta problemas ambientais e habitacionais tão graves e salientes como pode ser observado nas grandes cidades. A cidade possui uma área urbana pequena, não havendo indústrias de grande porte, sendo na sua maioria construções familiares que acabam por não influenciar no clima urbano. Nesse contexto, a disposição das moradias em ruas bastante largas, a presença de casas e apenas alguns prédios também não modificam o clima local e a qualidade ambiental urbana que contemplam o bem viver na cidade.

Na análise dos dados que foram coletados percebe-se que o posicionamento do relevo e a disposição das vertentes foram determinantes na definição do sistema termodinâmico do clima urbano de Agudo/RS. A presença da cultura do arroz irrigado somado com a direção dos ventos, que deslocam a umidade proveniente da evapotranspiração em direção à cidade influenciaram diretamente na umidade e temperatura percebidas no meio urbano.

Foram constatadas temperaturas e valores de umidade relativa do ar heterogêneas, com variações na região central e também no seu entorno rural próximo. A influência da orientação das vertentes, e principalmente do relevo (altimetria) acabam se tornando barreiras naturais para a dissipação ou permanência do calor na cidade; os corpos de água e arroios que passam pela cidade, bem como as lavouras rizícolas do entorno rural próximo que circundam a cidade também tem ação direta no clima urbano. Estes componentes, portanto, influenciam na configuração do clima urbano de Agudo/RS

O sistema termodinâmico da cidade demonstrou temperaturas elevadas durante o verão, porém estas são justificadas somente em algumas situações pelas características da cidade, ainda de pequeno porte refletindo pouco nos dados coletados nos quatro dias das duas estações e em condições de tempo diferentes. A sensação de abafamento e calor percebido no verão se justifica mais pelo entorno da cidade, onde lavouras de arroz e o relevo influenciaram diretamente no clima urbano.

Apesar de ser uma cidade de pequeno porte e com área urbana reduzida, o clube que está situado no centro da cidade influenciou diretamente na temperatura e umidade naquele local, evidenciando que a presença de árvores no meio urbano torna-se importante para amenizar a temperatura do ambiente. Praças e parques têm fundamental importância para o bem estar dentro das cidades, assim como a manutenção destes locais pelo poder público e privado.

Houve formação de fenômeno de ilha de frescor no verão, sob domínio do “Tempo Depressionário Continental”, associado ao domínio da Massa Tropical Continental. Esta ilha de frescor registrada foi de fraca magnitude, com 1°C de diferença a menos do que em seu entorno próximo, que pode ser explicada pela urbanização de Agudo não ser muito pronunciada, caso o mesmo fenômeno fosse registrado em uma área urbana maior, ou seja, a cidade de Agudo não favorece a formação de uma ilha de frescor de média ou forte magnitude, independente do sistema atmosférico reinante, dado ao seu grau de urbanização. Houve também o registro de formação das ilhas de calor em Agudo, associada ao domínio atmosférico tropical, com a Massa Tropical Atlântica, formando o “Tempo Anticiclônico Tropical Marítimo”.

Portanto, a cidade de Agudo, que possui área suficiente para expandir-se, deve levar em consideração as condições geológicas e geambientais do seu entorno rural próximo como

as principais características definidoras do clima urbano da cidade, especialmente no verão. Nesse contexto, este estudo sobre o clima urbano de cidades pequenas como Agudo vem sanar parte das lacunas existentes nos estudos desta linha de pesquisa da Climatologia, contribuindo não só para as indagações dos autores, mas também para o rol de pesquisas da Climatologia Geográfica brasileira e sul-rio-grandense, servindo, portanto, como fonte que possa motivar investigações futuras.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS E BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

AMORIM, M. C. C. T. **O clima urbano de Presidente Prudente /SP**. 2000. 374 f. Tese (Tese de Doutorado em Geografia) Universidade de São Paulo – USP, São Paulo. 2000.

_____. Climatologia e gestão do espaço urbano. **Revista Mercator**. Fortaleza. N. 19, p. 71-90, 2010.

FIALHO, E. **Ilha de calor em cidade de pequeno porte**: caso de Viçosa, na zona da mata mineira. 2009, 279f. Tese (Doutorado em Geografia Física). Faculdade de Filosofia Letras e Ciências Humanas. Universidade de São Paulo. São Paulo, 2009.

_____. Ilha de calor: reflexões acerca de um conceito. **ACTA Geográfica**, Boa Vista, p.61-76, 2012.

FRIEDRICH, A. C. **A rizicultura no município de Agudo/RS**: Uma análise a partir do conceito de rede geográfica. 2010. 128f. Dissertação (Mestrado em Geografia) Universidade Federal de Santa Maria - UFSM, Santa Maria - RS, 2010.

GEIGER, R. **Manual de Microclimatologia – O clima da camada de ar junto ao solo**. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 1961. 556 p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, **Dados Demográficos Censo 2010**. IBGE, 2014. Disponível em <www.ibge.gov.br>. Acesso em 13 fev. 2015.

MONTEIRO, C. A. F. **Teoria e Clima Urbano**. São Paulo, EDUSP, (Série teses e monografias), nº25, 1976.L

ROSSATO, P. S. **O sistema termodinâmico do clima urbano de Nova Palma/RS**: contribuição ao clima urbano de pequenas cidades. 2010. 121f. Dissertação de Mestrado (Mestrado em Geografia e Geociências) - Universidade Federal de Santa Maria - UFSM, Santa Maria - RS, 2010.

SANTOS, M. **A urbanização brasileira**. São Paulo: Edusp. 1993. 1. ed. 174p.

SARTORI, M. G. B. A dinâmica do clima do Rio Grande do Sul: indução empírica e conhecimento científico. **Revista Terra Livre**, São Paulo, v. 1, n. 20, p. 27-49, jan./jul. 2003.

_____. **O clima de Santa Maria**: do regional ao urbano. 1979. 163f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 1979.

SAYDELLES, A. P. **Estudo do campo térmico e das ilhas de calor urbano em Santa Maria-RS**. 2005. 219f. Dissertação de Mestrado (Mestrado em Geografia e Geociências) - Universidade Federal de Santa Maria - UFSM, Santa Maria - RS, 2005.

SCHIRMER, G. J.; ROBAINA, L. E. S. Zoneamento geoambiental em municípios do Rio Grande do Sul: Município de Agudo. **Geociências**, São Paulo, UNESP. v. 31, n. 1, p. 93-102, 2012.

SCHIRMER, G. J. **Mapeamento geoambiental dos municípios de Agudo, Dona Francisca, Faxinal do Soturno, Nova Palma e Pinhal Grande – RS**. 2012. 156f. Dissertação (Mestrado em Geografia) Universidade Federal de Santa Maria - UFSM, Santa Maria - RS, 2012.

_____. Análise do uso do solo e a sua relação com o relevo no município de Agudo, RS. **Revista Geográfica de América Central**. Costa Rica, II Semestre 2011, pp. 1-18.

UGEDA JR. J. C. **Clima Urbano e Planejamento na Cidade de Jales-SP**. 2011. 383f. Tese (Doutorado em Geografia) Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho - UNESP, Presidente Prudente - SP, 2011.

WERLANG, W. **A História da Colônia de Santo Ângelo**. Santa Maria, RS: Pallotti, 1995.

WOLLMANN, C. A. **Zoneamento agroclimático para a produção de roseiras (*Rosaceae spp.*) no Rio Grande do Sul**. 2011. Tese (Doutorado em Geografia) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011. 2 v.

WOLLMANN, C. A.; SIMIONI, J. P. D. Variabilidade espacial dos atributos climáticos na Estação Ecológica do Taim (RS), sob domínio polar. **Revista do Departamento de Geografia – USP**, Volume 25, p. 56-76. 2013.

WOLLMANN, C. A.; GALVANI, E. **Zoneamento Agroclimático - Aportes teóricos, metodológicos e técnicas para o estudo das roseiras (*Rosaceae spp.*) no Rio Grande do Sul**. 1. ed. Porto Alegre: Buqui Livros digitais, 2014. v. 1. 149p.

WORLD METEOROLOGICAL ORGANIZATION (WMO). **Guide to the global observing system**. n. 488, Genebra, Suíça. 172p. 2010.