



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CENTRO DE CIÊNCIAS NATURAIS E EXATAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA**

**O CLIMA DE CIDADES PEQUENAS:
CONFIGURAÇÃO URBANO-RURAL COM USO DE
TRANSECTOS MÓVEIS EM AGUDO/RS**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Jonathan Júlio Kegler

**Santa Maria, RS, Brasil
2016**

**O CLIMA DE CIDADES PEQUENAS:
CONFIGURAÇÃO URBANO-RURAL COM USO DE
TRANSECTOS MÓVEIS EM AGUDO/RS**

por

Jonathan Júlio Kegler

Dissertação de mestrado apresentada ao Curso de Mestrado em Geografia do Programa de Pós-Graduação em Geografia, Linha de Pesquisa, Dinâmicas da Natureza e Qualidade Ambiental do Cone Sul, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Geografia**.

Orientador(a): Prof. Dr. Cássio Arthur Wollmann

Santa Maria, RS, Brasil

2016

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

Jonathan Júlio Kegler

O clima de cidades pequenas: Configuração urbano-rural com uso de transectos móveis em Agudo/RS / Jonathan Júlio Kegler; orientador Cássio Arthur Wollmann. – Santa Maria, 2016.

1 v. : il. ; 135 p.

Dissertação (Mestrado – Programa de Pós-Graduação em Geografia) – Centro de Ciências Naturais e Exatas da Universidade Federal de Santa Maria.

Conteúdo: V. 1 ; 135 p. – (Texto, figuras).

1. Clima urbano. 2. Cidades pequenas. 3. Ilhas de calor. 4. Agudo/RS.

I

**Universidade Federal de Santa Maria
Centro de Ciências Naturais e Exatas
Programa de Pós-Graduação em Geografia**

A Comissão Examinadora, abaixo assinada,
aprova a Dissertação de Mestrado

**O CLIMA DE CIDADES PEQUENAS: CONFIGURAÇÃO URBANO-
RURAL COM USO DE TRANSECTOS MÓVEIS EM AGUDO/RS**

Elaborado por
Jonathan Júlio Kegler

como requisito para obtenção do grau de
Mestre em Geografia

COMISSÃO EXAMINADORA:

Cássio Arthur Wollmann, Dr. (UFSM)
(Presidente/Orientador)

Elsbeth Léia Spode Becker, Dr^a. (UNIFRA)
(Membro)

Roberto Cassol, Dr. (UFSM)
(Membro)

Santa Maria, 15 de abril de 2016.

Dedico este trabalho à cidade de Agudo/RS, pelos seus 57 anos de história, e em especial aos imigrantes que lutaram e continua lutando há mais de 150 anos para tornar esta terra um lugar melhor.

AGRADECIMENTOS

Agradeço inicialmente à Deus pela saúde e força para superar os desafios e por ter colocado pessoas tão especiais no meu caminho, que me ajudaram de inúmeras formas.

À Universidade Federal de Santa Maria, e em especial ao Programa de Pós-graduação em Geografia, pela oportunidade de usufruir do espaço e do conhecimento do quadro de professores com os quais tive mais contato, bem como à banca de defesa final do mestrado, pelo aceite de convite e contribuições dadas.

Ao professor e orientador, Dr. Cássio Arthur Wollmann, que me ajudou neste novo desafio, não medindo esforços e tendo paciência para o desenvolvimento do trabalho, transferindo um pouco do seu vasto conhecimento sobre a Climatologia e demais temas que eram abordados durante as saídas de campo.

Aos professores Dr. Francisco de Assis Mendonça e Dr. Mauro Kumpfer Werlang, pelas contribuições passadas na banca de qualificação do mestrado.

À minha família, pois sem eles não teria chegado a lugar algum; auxiliando-me em toda a vida acadêmica, especialmente na última saída de campo, cuja ajuda foi imprescindível para a conclusão do trabalho.

Aos colegas de laboratório que me ajudaram nas saídas de campo e coletas de dados, especialmente à Amanda Comassetto Iensse, Ismael Luiz Hoppe, Vagner Apollo Duarte e Patrícia Ziani, que dispuseram de tempo para contribuir com o meu trabalho, sem eles o trabalho não poderia ter sido feito.

Aos amigos que de alguma forma me ajudaram e me apoiaram na minha vida. Muito obrigado.

EPÍGRAFE

Debruçada nas várzeas e matas
Com cascatas e velhos juncais...
Traz o sonho colono imigrante
E mirantes vestindo chircais.
O teu riso de moça me diz:
Sou feliz nesta terra eficaz!
Tenho o pão da tua mão operosa
E uma rosa com branco da paz.
Meu Agudo, minha terra, meu chão
Na canção te venero e te digo:
Guardo no fundo do meu coração
Meu torrão, meu torrão mais amigo!
No teu seio conduzes ternura,
Água pura e o cultivo do arroz.
E, nas mentes que buscam cultura,
A bravura que a raça impôs!
(...).

(Hino do município de Agudo/RS - Composição desconhecida).

RESUMO

Dissertação de Mestrado
Programa de Pós-Graduação em Geografia
Universidade Federal de Santa Maria

O CLIMA DE CIDADES PEQUENAS: CONFIGURAÇÃO URBANO-RURAL COM USO DE TRANSECTOS MÓVEIS EM AGUDO/RS

AUTOR: JONATHAN JÚLIO KEGLER

ORIENTADOR: CÁSSIO ARTHUR WOLLMANN

Local e Data da Defesa: Santa Maria/RS, 15 de abril de 2016.

O estudo do clima urbano é de grande importância no que se refere à compreensão da relação do homem com a natureza e da relação clima-cidade, sobretudo, a partir das modificações promovidas com a urbanização. Essa perspectiva motivou este estudo sobre o Clima Urbano de Agudo/RS, especialmente no levantamento do canal termodinâmico, segundo o SCU proposto por Monteiro (1976), em quatro situações climáticas distintas, sendo duas no inverno e duas no verão. Para a realização desta pesquisa, fez-se fundamentação teórica pertinente ao tema, bem como, o levantamento de campo para reconhecimento de informações relevantes para a pesquisa. No ambiente urbano e rural próximo de Agudo, foram feitos transectos móveis para coleta de dados de temperatura e umidade relativa do ar em três horários distintos: às 6h, 15h e 21h, em quatro datas diferentes, sendo duas na estação de inverno e duas no verão, com o auxílio de datalogger e GPS. Após coleta dos dados, os mesmos foram tabulados e espacializados com auxílio de GIS para posterior análise com os dados geoecológicos e geourbanos de Agudo, com a finalidade de entender se houve, ou não, manifestação do clima urbano nesta cidade. Houve formação em dois momentos de fenômeno de ilha de frescor, sendo um no inverno, sob domínio do “Tempo Anticiclônico Polar Marítimo”, associado ao Anticiclone Polar Atlântico com trajetória marítima, e outro no verão, sob domínio do “Tempo Depressionário Continental”, associado ao domínio da Massa Tropical Continental. Ambas ilhas de frescor registradas foram de fraca magnitude, com 1 °C de diferença a menos do que em seu entorno próximo. Nesse sentido, os diferentes sistemas atmosféricos envolvidos não propiciam diferentes magnitudes, o que pode ser explicado 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. Já a formação das ilhas de calor em Agudo esteve restrita ao período do verão, e ambas associadas aos domínios atmosféricos tropicais, com a Massa Tropical Atlântica, formando o “Tempo Anticiclônico Tropical Marítimo” e Massa Tropical Continental, formando o “Tempo Depressionário Continental”. No entanto, a magnitude a ilha de calor foi mais forte quando da presença das massas tropicais continentalizadas, que trazem mais calor do que as tropicais oceânicas.

Palavras-chave: Clima urbano, cidades pequenas, ilhas de calor, Agudo/RS.

ABSTRACT

Master's Dissertation
Pos Graduate Program in Geography
Federal University of Santa Maria

**THE SMALL CITIES CLIMATE: URBAN-RURAL
CONFIGURATION WITH MOBILE TRANSECTS USE IN AGUDO/RS**

AUTHOR: JONATHAN JÚLIO KEGLER

ADVISOR: CÁSSIO ARTHUR WOLLMANN

Place and Date of Defense: Santa Maria/RS, April 15th, 2016.

The urban climate study has a great importance in regard to the understanding of man's relationship with nature and climate-city relationship, especially from the changes promoted with urbanization. This perspective has motivated this study on the Urban Climate of Agudo/RS, especially in raising the thermodynamic channel, according to the SCU proposed by Monteiro (1976), in four different climatic situations, two in winter and two in summer. For this research, it became relevant theoretical background to the topic, as well as field survey for recognition of information relevant to the search. In the urban and rural environment near Agudo, mobile transects were made to collect temperature and relative humidity at three times: at 6AM, 3PM and 9PM in four different dates, two in winter and two in summer with the aid of datalogger and GPS. After data collection, they were tabulated and spatialized with GIS support for further analysis with the geoecological and geourban data of Agudo, in order to understand if there was or not manifestation of urban climate in this city. There was training in two moments of freshness island phenomenon, one in the winter, under the control of the "Anticyclonic Polar Sea Weather", associated with the Polar Atlantic anticyclone with maritime trip, and the other in summer, in the area of "Low pressure Continental weather" associated with the field of Tropical and Continental air Mass. Both registered freshness islands were weak magnitude, with 1 °C difference less than its near surroundings. In this sense, the different weather systems involved do not provide different magnitudes, which can be explained by Agudo's urbanization not be very pronounced if the same phenomenon was recorded in a larger urban area, in the town of Agudo does not favor the formation an island of coolness medium or strong magnitude, regardless of atmospheric ruling system, given its degree of urbanization. Since the formation of heat islands in Agudo was restricted to the summer period, and both associated with tropical atmospheric domains, with Tropical Atlantic air mass, forming the "anticyclonic TropicalSea weather" and Tropical Continental air Mass, forming the "Low pressure Continental weather". However, the magnitude of the heat island was stronger when the presence of tropical masses with formation inside the south-American continent, which brings more heat than the tropical oceanic ones.

Keywords: Urban Climate, small cities, heat island, Agudo/RS.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Quadro 01 – Categorias taxonômicas da organização geográfica do clima e suas articulações com o “Clima Urbano” com destaque para categoria em estudo..... 46

LISTA DE TABELAS

Tabela 01 - Evolução populacional de Agudo (urbana, rural e total).....	25
Tabela 02 – Valores médios de temperatura (°C) para janeiro e julho, e amplitude anual registrada nas oito regiões térmicas do Rio Grande do Sul.....	59
Tabela 03 – Vantagens e desvantagens da metodologia dos transectos.....	70
Tabela 04 – Mapas a serem gerados após os trabalhos de campo e tabulação dos dados em ambiente de SIG.....	76
Tabela 05 – Dados da Estação Meteorológica da UFSM/INMET, Santa Maria/RS, para os dias de realização de coleta em Agudo/RS, no período invernal.....	79
Tabela 06 - Dados da Estação Meteorológica da UFSM/INMET, Santa Maria/RS, para os dias de realização de coleta em Agudo/RS, no período vernal.....	79

LISTA DE FIGURAS

Figura 01 – Localização do município de Agudo no RS.....	07
Figura 02 – Mapa político-administrativo do município de Agudo/RS.....	08
Figura 03 – Mapa base da área urbana de Agudo/RS e seu entorno próximo (área de estudo desta pesquisa).....	09
Figura 04 – Mapa hipsométrico do município de Agudo/RS.....	10
Figura 05 – Localização do município de Agudo no contexto hipsométrico e das províncias geomorfológicas do estado do Rio Grande do Sul.....	11
Figura 06 – Mapa hipsométrico da área urbana de Agudo/RS e seu entorno próximo (área de estudo desta pesquisa).....	12
Figura 07 - Mosaico do uso que se faz da terra em Agudo/RS.....	13
Figura 08 – Mapa de declividade da área urbana de Agudo/RS e seu entorno próximo (área de estudo desta pesquisa).....	14
Figura 09 – Mapa de orientação de vertentes da área urbana de Agudo/RS e seu entorno próximo (área de estudo desta pesquisa).....	15
Figura 10 – Áreas prioritárias de preservação dos biomas no RS, com destaque para os municípios centrais do estado, dentre os quais, Agudo.....	16
Figura 11 – Fotografia do Rio Jacuí e seu destaque na paisagem de Agudo/RS....	17
Figura 12 - Classificação climática do RS, segundo IBGE (2010).....	18
Figura 13 – Síntese do processo de ocupação histórica do território gaúcho.....	20
Figura 14 - Planta da Colônia de Santo Ângelo, um esboço do que seria a organização da Colônia, com destaque (em vermelho) para a atual localização do sítio urbano de Agudo/RS.....	22
Figura 15 – Prédio com nove pavimentos, Av. Concórdia – Agudo/RS (ao fundo, em direção oeste, o Morro Agudo, que dá nome à cidade).....	24

Figura 16 – PIB de Agudo em comparação com o RS e Brasil.....	25
Figura 17 – Área urbana de Agudo (vista de Leste para Oeste).....	27
Figura 18 – Área urbana de Agudo (vista de Oeste para Leste).....	28
Figura 19 – Área urbana de Agudo (vista de Norte para Sul).....	28
Figura 20 – Vista da cidade de Agudo (de Norte para Sul).....	29
Figura 21 – Mapa geomorfológico e unidades de paisagem de Agudo/RS.....	31
Figura 22 - Perfil geoecológico e geourbano de Agudo/RS.....	33
Figura 23 – Escalas geográficas do clima.....	44
Figura 24 – Dimensões espacial e temporal típicas dos processos atmosféricos e áreas relevantes para os fenômenos urbanos.....	47
Figura 25 – Sistematização do canal termodinâmico (Sistema Clima Urbano).....	49
Figura 26 – Radiação emitida por terrenos de formas distintas.....	51
Figura 27 – As escalas climáticas, sua organização e ordem de influência.....	53
Figura 28 - Distribuição espacial anual da precipitação e altimetria no estado do Rio Grande do Sul, com destaque para a localização de Agudo.....	57
Figura 29 - Normal Climatológica (1961-1990) de precipitação pluviométrica (total mensal) para Santa Maria/RS, cidade representativa de Agudo.....	58
Figura 30 – Normal Climatológica (1961-1990) mensal.....	60
Figura 31 – Centros de Ação da América do Sul.....	61
Figura 32 - Massas de ar dominantes na América do Sul nos meses de janeiro (esquerda) e julho (direita), apresentando a intensificação dos fluxos polares atlântico e pacífico para este último mês.....	62
Figura 33 – Posição da FPA durante o inverno e o verão na América do Sul.....	64
Figura 34 – Sistema de Circulação Atmosférica Perturbada atuante no Sul	65
Figura 35 – Transectos móveis propostos e pontos de coleta de temperatura e umidade para o estudo do clima urbano de Agudo/RS e seu entorno próximo.....	74
Figura 36 – Termo-higrômetros, com Datalogger, modelo HT 500 Instrutherm.....	75
Figura 37 – Localização aproximada da Estação Meteorológica INMET/UFSM e distância da área de estudo – Agudo/RS.....	77
Figura 38 – Cartas sinóticas e imagens de satélite do dia 16/07/2015, com destaque para o Rio Grande do Sul e a cidade de Agudo.....	81

- Figura 39** – Cartas Sinóticas e Imagens de Satélite do dia 25/08/2015, com destaque para o Rio Grande do Sul e a cidade de Agudo..... 86
- Figura 40** – Cartas Sinóticas e Imagens de Satélite do dia 28/12/2015, com destaque para o Rio Grande do Sul e a cidade de Agudo..... 91
- Figura 41** – Cartas Sinóticas e Imagens de Satélite do dia 20/01/2016, com destaque para o Rio Grande do Sul e a cidade de Agudo..... 96

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

A - Anual

ATA – Anticiclone tropical Atlântico

APA – Anticiclone Polar Atlântico

C – Ciclogênese

Cfa – Clima úmido, com verões quentes.

Cfb – Clima úmido, com verões moderadamente quentes.

ENOS – El-Niño Oscilação Sul

FE – Frente Estacionária

FPA – Frente Polar Atlântica

FQ – Frente Quente

LN – Latitude Norte

LS – Latitude Sul

MA – Massa de Ar

MPA – Massa Polar Atlântica

MPV – Massa Polar Velha

MTA – Massa Tropical Atlântica

MTC – Massa Tropical Continental

I - Inverno

P – Primavera

O – Outono

V - Verão

SA – Sistemas Atmosféricos

URA – Umidade Relativa do Ar

SCU – Sistema Clima Urbano

SIG – Sistemas de Informações Geográficas

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	1
<i>PROBLEMÁTICA E HIPÓTESE DA PESQUISA.....</i>	<i>3</i>
OBJETIVOS.....	4
<i>OBJETIVO GERAL.....</i>	<i>4</i>
<i>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</i>	<i>4</i>
1. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO.....	7
1.1 - <i>ASPECTOS FÍSICOS DE AGUDO/RS - CONDICIONANTES GEOECOLÓGICOS.....</i>	<i>7</i>
1.2 - <i>ASPECTOS HISTÓRICOS DE AGUDO</i>	<i>19</i>
1.2.1 - <i>POVOAMENTO E EVOLUÇÃO URBANA DO RIO GRANDE DO SUL</i>	<i>19</i>
1.3 - <i>ASPECTOS FUNCIONAIS DA CIDADE DE AGUDO - CONDICIONANTES GEOURBANOS.....</i>	<i>23</i>
1.4 - <i>Os PERFIS DE SÍNTESE DOS CONDICIONANTES GEOECOLÓGICOS E GEOURBANOS DE AGUDO/RS.....</i>	<i>29</i>
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	35
2.1 - <i>O ESPAÇO URBANO.</i>	<i>35</i>
2.2 - <i>O SISTEMA CLIMA URBANO (SCU)</i>	<i>36</i>
2.3 - <i>ESCALAS CLIMÁTICAS.....</i>	<i>42</i>
2.4 - <i>O SISTEMA CLIMA URBANO E O CANAL TERMODINÂMICO</i>	<i>47</i>
2.5 - <i>APORTES TEÓRICOS EM MICROCLIMATOLOGIA E SUA APLICAÇÃO EM AGUDO/RS.....</i>	<i>50</i>
2.5.1 - <i>A CAMADA DE AR JUNTO A ÁGUAS POUCO PROFUNDAS E PARADAS.....</i>	<i>51</i>
2.6 - <i>CIRCULAÇÃO ATMOSFÉRICA.....</i>	<i>52</i>

2.7 - CARACTERIZAÇÃO CLIMÁTICA DO RIO GRANDE DO SUL: ANÁLISE ESTÁTICA, DINÂMICA CLIMÁTICA E CIRCULAÇÃO ATMOSFÉRICA REGIONAL	54
2.7.1 - CLIMATOLOGIA ESTÁTICA	56
2.7.2 - CLIMATOLOGIA DINÂMICA.....	61
2.8 - DAS TÉCNICAS DE ESTUDO DO CAMPO TÉRMICO.....	70
2.8.1 - DOS TRANSECTOS MÓVEIS	70
3. MATERIAIS E PROCEDIMENTOS	73
3.1 - DOS INSTRUMENTOS UTILIZADOS E PREPARAÇÃO PARA OS TRABALHOS DE CAMPO (TRANSECTOS MÓVEIS)	73
3.2 - DO MAPEAMENTO DO SISTEMA TERMODINÂMICO VERNAL E INVERNAL DE ÁGUDO/RS.....	76
3.3 - DA ANÁLISE SINÓTICA NOS DIAS DE LEVANTAMENTO DO SISTEMA TERMODINÂMICO	77
3.4 - O SISTEMA TERMODINÂMICO DO CLIMA URBANO DE ÁGUDO – EXPLICAÇÕES DE SUAS CAUSAS E EFEITOS	78
4. ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS.....	79
4.1 – COLETA DE DADOS NA ESTAÇÃO METEOROLÓGICA DA UFSM/INMET.....	79
4.2 - O CLIMA URBANO DE ÁGUDO EM DUAS SITUAÇÕES INVERNAIS.....	80
4.2.1 - ANÁLISE SINÓTICA E DO CAMPO DE 16 DE JULHO DE 2015.....	80
4.2.2 - ANÁLISE SINÓTICA E DO CAMPO DE 25 DE AGOSTO DE 2015.....	85
4.3 - O CLIMA URBANO DE ÁGUDO EM DUAS SITUAÇÕES VERNAIS.....	90
4.3.1 - ANÁLISE SINÓTICA E DO CAMPO DE 28 DE DEZEMBRO DE 2015.....	90
4.3.2 - ANÁLISE SINÓTICA DO CAMPO DE 20 DE JANEIRO DE 2016	95
5. CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	101
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	105
LISTA DE APÊNDICES	111

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.

Com o passar do tempo, as cidades começaram a expandir-se e aglomerar-se paulatinamente, adquirindo novas funções. Santos (1993) coloca que no Brasil a agricultura comercial e a expansão mineral foram base para um povoamento e criação de riquezas redundando na ampliação da vida de relações e no surgimento de cidades no litoral e no interior do país.

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 (op. cit) 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 existências.

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 empreendida 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.

Na atualidade, com as intensas atividades do mercado imobiliário no Brasil, a expansão urbana promoveu mudanças no espaço geográfico, inclusive, de pequenas cidades.

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 decorridos 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 problemas 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.

No momento em que ocorre uma mudança no espaço através da ação do homem, o mesmo deve ser analisado e estudado. Assim sendo, a Geografia, e em especial a Climatologia Geográfica, ocasionam amplo debate sobre como as mudanças que envolvem a construção e desenvolvimento das cidades afetam o clima local, a população, e o meio ambiente (COSTA, 2014).

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.

Era comum aos pesquisadores, mesmo na área de Geografia, considerar o meio urbano isento de atenção quanto aos aspectos físicos. No tocante à Climatologia, esse quadro é mais agravante e inadmissível, conforme Garcia; Vide (2000), pois os habitantes das cidades respiram e estão sujeitos às variações termiais, ventos e chuvas, mesmo que estes sejam alterados em relação às áreas em seu entorno, da mesma forma que são afetados reciprocamente pelas mudanças de temperatura, umidade, entre outros elementos climáticos.

Deste modo, desconsiderar o fator clima no planejamento urbano torna este último inconsistente e, por fim, ineficiente no trato de problemas que derivam da variável climática. No Sul do Brasil, a negligência quanto ao clima torna-se um agravante de maior proporção, dada as condições do clima regional, sobretudo no referente às variações da temperatura do ar, e a ocorrência de eventos extremos associados a este canal de análise climática, pois frequentemente afetam as cidades com ondas de calor e de frio, levando à ocorrência de repercussões expressivas no espaço geográfico, especialmente em cidades pequenas (SAYDELLES, 2005).

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 ocorrem 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, a qual geralmente está localizada nas áreas mais centrais da cidade (SAYDELLES, op. cit.).

Nesse sentido, esta pesquisa procurará observar se a atual malha urbana do município já é capaz de produzir alguma manifestação no sistema termodinâmico do 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 eventos extremos 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.

Problemática e hipótese da pesquisa

A área urbana de Agudo está situada no sopé de um conjunto de morros que fazem parte do rebordo do Planalto da Bacia do Paraná. Possui morros ao norte,

leste e a oeste com amplitudes altimétricas médias de mais de 300 metros, porém ao sul existem áreas de inundação provenientes do rio Jacuí que são usados para o plantio de arroz irrigado.

Tais planícies de inundação estão sujeitos à grande quantidade de acúmulo de umidade, podendo haver um deslocamento desta através das massas de ar vindas principalmente do quadrante sul, podem trazer esse excesso higrométrico para a área urbana em épocas de plantio de arroz, quando as lavouras estão inundadas. Sendo este um dos fatores que ocasionam o desconforto térmico sentido na população urbana principalmente no verão. Assim sendo o estudo do clima em cidades pequenas possui relevância para o levantamento das características e dos fatores que podem influenciar no Clima Urbano.

Nesse contexto, esta pesquisa tem sido norteadada pela hipótese de que a atual malha urbana do município, somada às variáveis geológicas e geourbanas do seu entorno, e à circulação atmosférica regional sazonal, seriam capazes de propiciar alguma manifestação do subsistema termodinâmico do SCU e um clima urbano específico para Agudo?

OBJETIVOS

Objetivo Geral

Verificar a influência do sítio urbano e do uso do solo urbano e entorno rural próximo na definição do Sistema Termodinâmico de Agudo.

Objetivos Específicos

- Identificar e constatar as paisagens intraurbanas da cidade de Agudo/RS.
- 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 inverno (meses de julho e agosto) e verão (meses de dezembro e 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;
- Identificar os tipos de tempo ao longo dos quatro episódios 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.

1. CARACTERIZAÇÃO GEOGRÁFICA DA ÁREA DE ESTUDO

1.1 Aspectos Físicos de Agudo/RS – Condicionantes geocológicos

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 (FEE, 2015) (Figura 01).



Figura 01 – Localização do município de Agudo no RS.
Fonte do mapa: www.macamp.com.br - Adapt.: Kegler, J. J. (2015).

O município faz divisa com sete outros municípios, e seu principal acesso dá-se pelas rodovias RS 287 e RS 348 (Figura 02). Agudo apresenta uma extensão territorial total de 536 km², sendo que destes aproximadamente 4,0 km² são de área urbana (sede) – (Figura 03), 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).

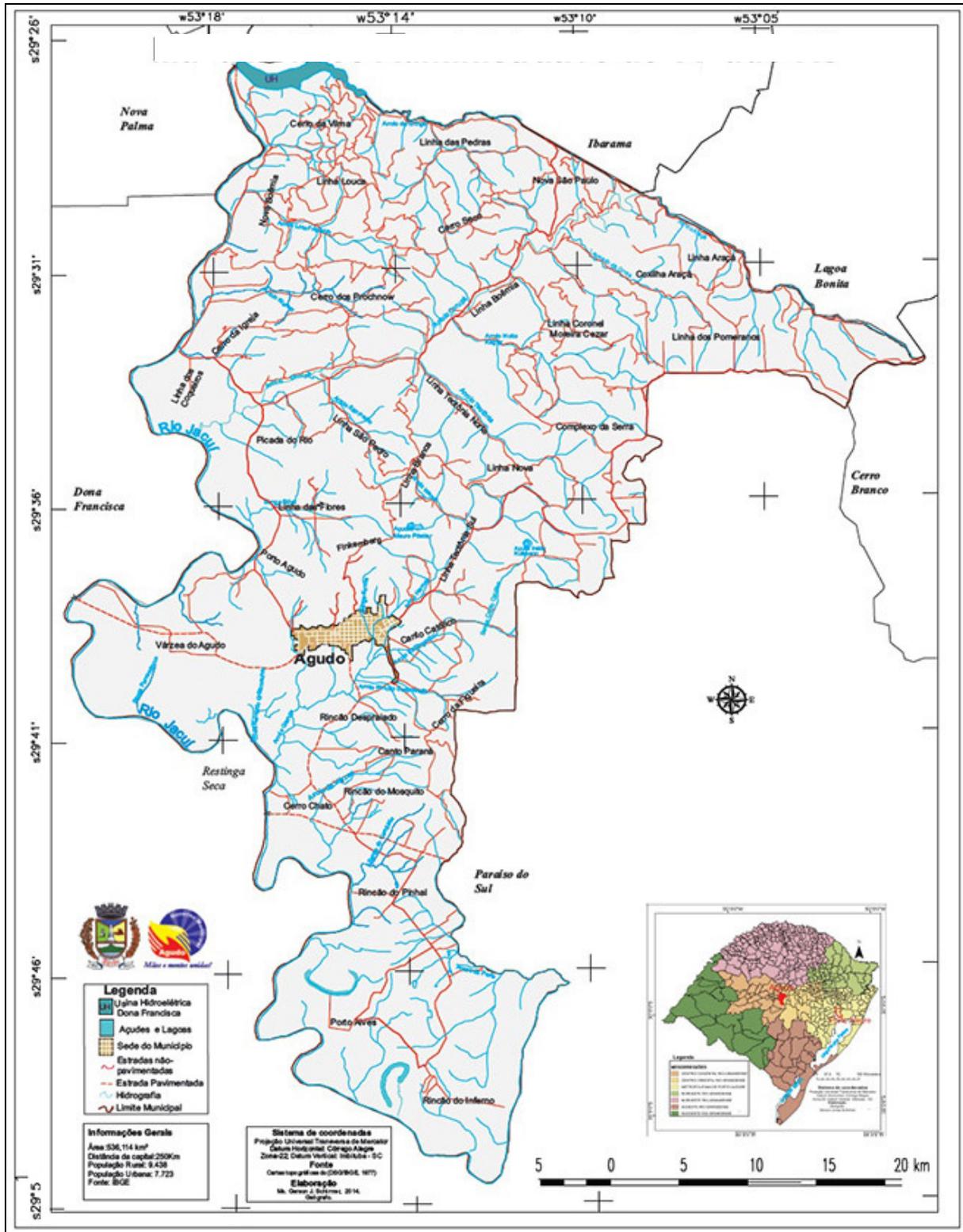


Figura 02 – Mapa político-administrativo do município de Agudo/RS.
 Fonte: Prefeitura Municipal de Agudo/RS (2015).
<http://www.agudo.rs.gov.br/o-municipio/mapa-de-agudo>

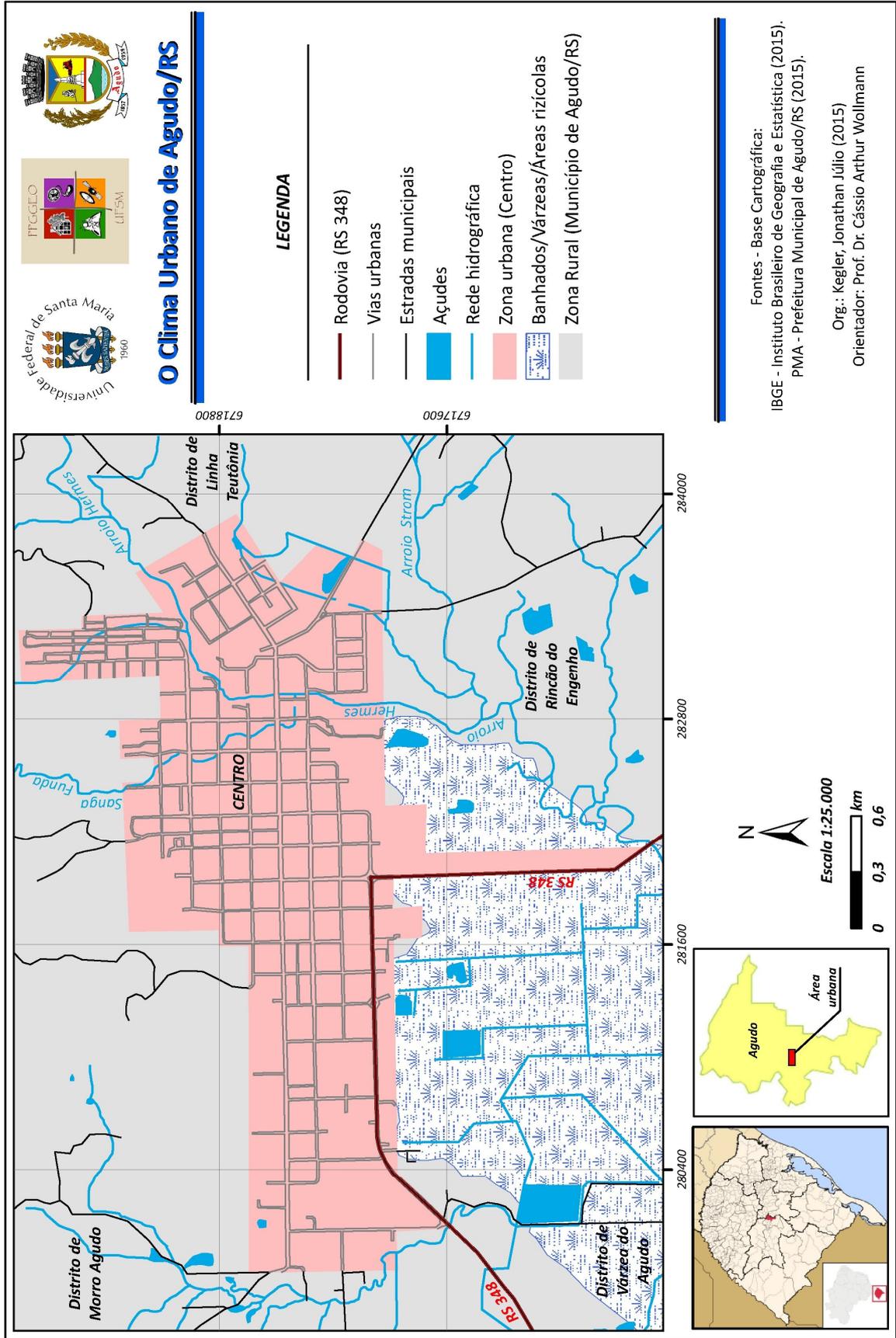


Figura 03 - Mapa base da área urbana de Agudo/RS e seu entorno próximo (área de estudo desta pesquisa).

O relevo se apresenta de forma bastante heterogênea, extensas planícies de inundação (popularmente chamadas de várzeas) ao sul, morros testemunhos e áreas do Planalto da Bacia do Paraná ao norte.

As áreas de planícies de inundação são propícias para o plantio do arroz, por apresentarem solo com alta capacidade de retenção de água e proximidade com o Rio Jacuí, maior rio do Estado, mas que não corre próximo à área urbana, e é fundamental para a irrigação. As altitudes no município variam de 83 metros, na sede, a mais de 600 metros no interior do município (Figura 04).

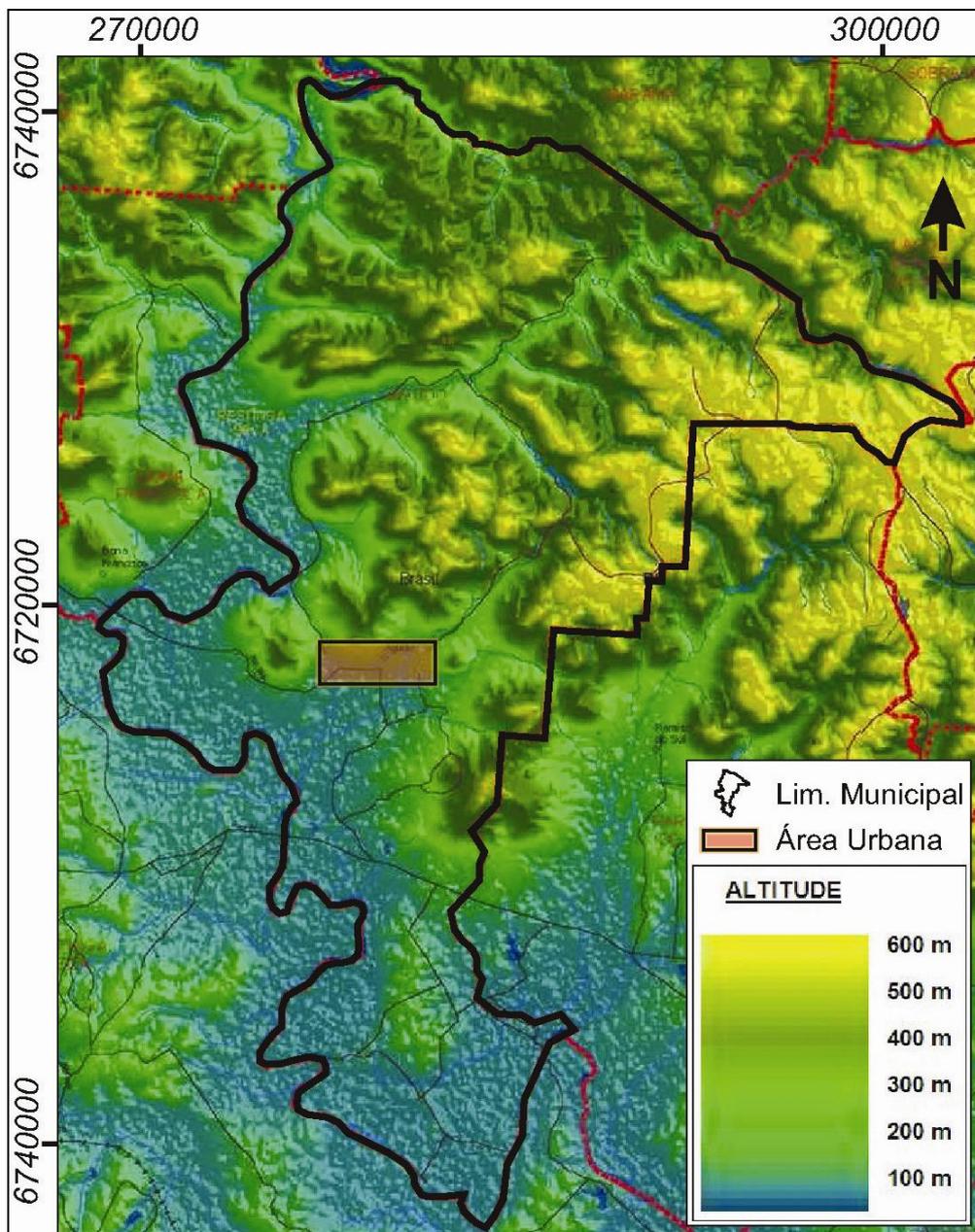


Figura 04 - Mapa hipsométrico do município de Agudo/RS.
Fonte: <http://www.mapstore.eco.br> (Acesso em dez./2015).

Observando-se o mapa hipsométrico do município de Agudo na Figura 04, pode-se dizer que, de acordo com as altitudes, têm-se as áreas de várzeas ou planícies de inundação associadas ao Rio Jacuí e seus principais afluentes, como o Arroio Corupá e Hermes (atravessando a área urbana de Agudo), a sudoeste, oeste e centro-norte do Município, áreas essas representadas no mapa pela cor vermelha.

Verificam-se, ainda, áreas representativas da Depressão Periférica Sul-rio-grandense nas proximidades das várzeas desses rios, especialmente no sul do território municipal, no trecho mais sinuoso e meandrante do Rio Jacuí. Na maior parte do Município encontram-se áreas correspondentes aos Planaltos e Chapadas da Bacia do Paraná (cores amarelas e vermelhas no mapa), no norte do município, e o Rebordo do Planalto, em transição com as áreas da Depressão Periférica (cores amarelas), conforme pode-se observar na Figura 05.

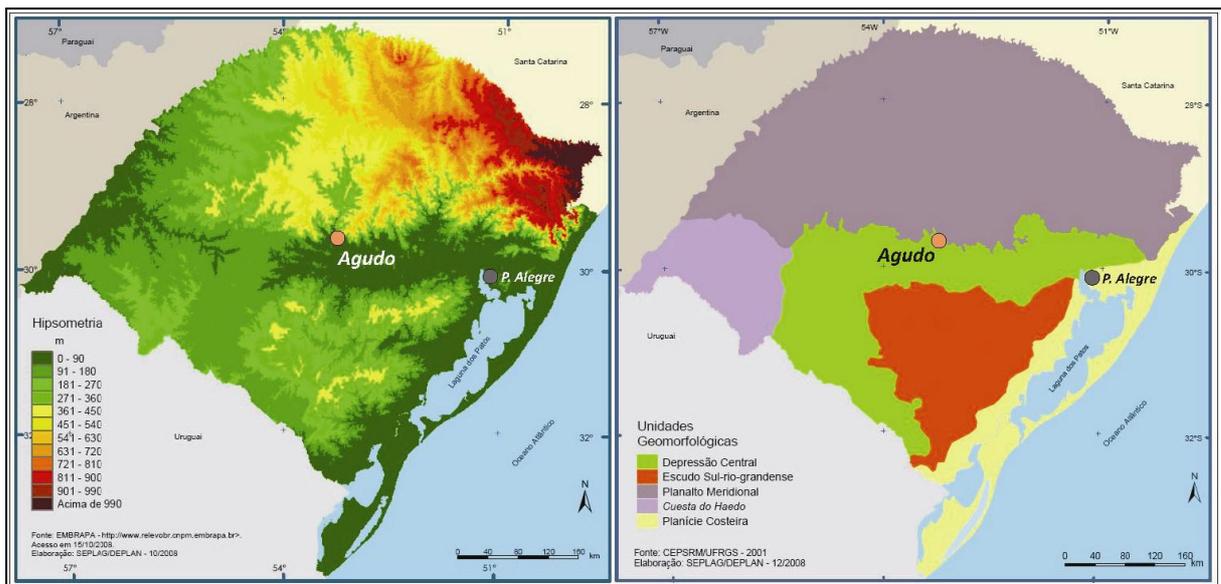


Figura 05 – Localização do município de Agudo no contexto hipsométrico e das Províncias Geomorfológicas do estado do Rio Grande do Sul.

Fonte: SEPLAG/DEPLAN – RS (2001/2008) - Adaptado: Kegler, J. J. (2015).

No que diz respeito às altitudes do perímetro urbano e seu entorno próximo, área de estudo desta pesquisa, observa-se na Figura 06 que tem-se altitudes que variam em média de pouco menos de 60m até cerca de 370m de altitude acima do nível do mar, sendo que as áreas com maior altitude aparecem no norte e leste da área urbana, e as áreas de menor altitude no centro e no sul, associadas às redes de drenagem.

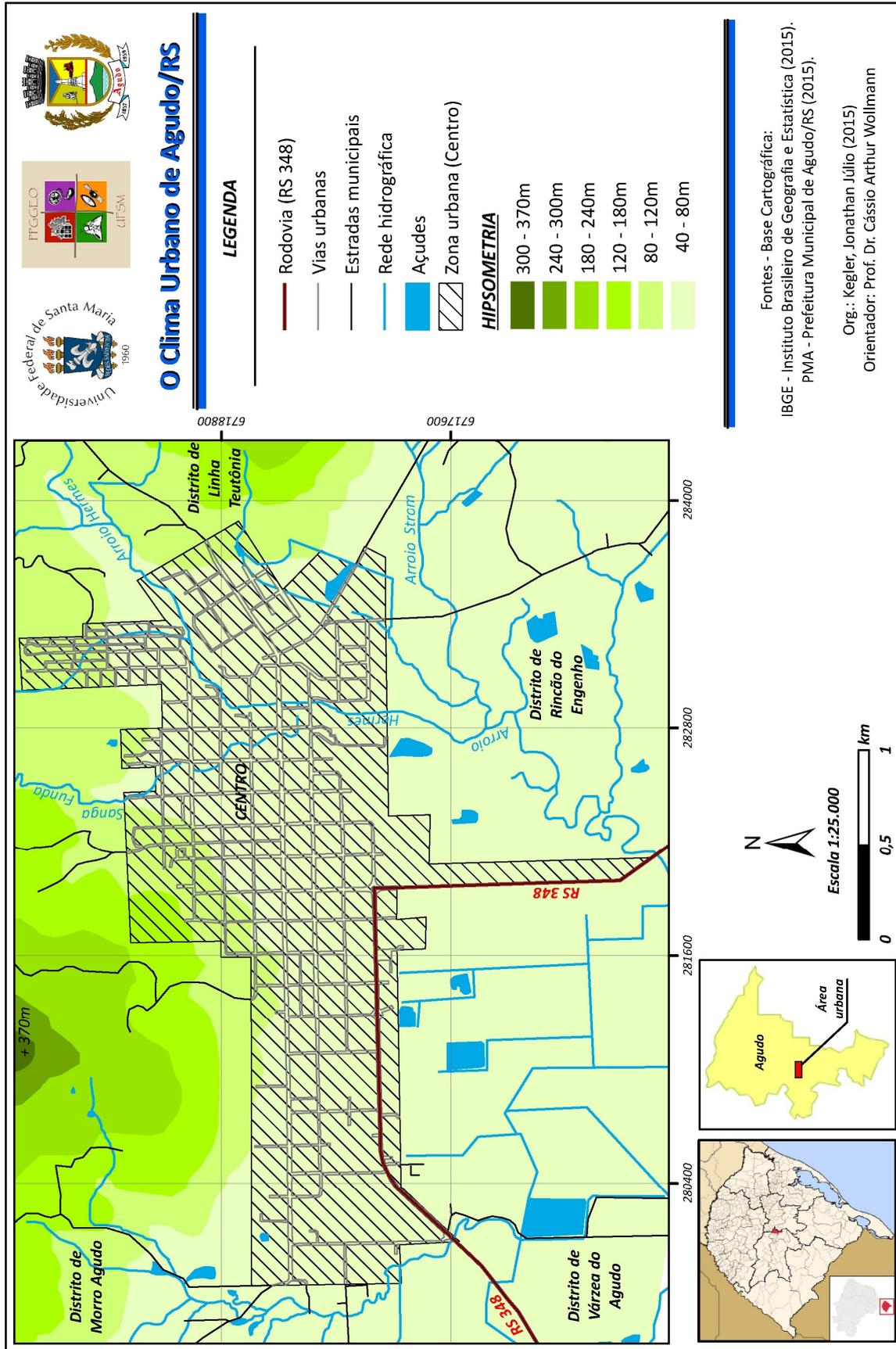


Figura 06 - Mapa hipsométrico da área urbana de Agudo/RS e seu entorno próximo (área de estudo desta pesquisa).

Diante das altitudes que o município apresenta e sua ocupação, em especial sua área urbana e o entorno próximo, a Figura 07 apresenta uma imagem de satélite com o mosaico do uso da terra em Agudo.



Figura 07 - Mosaico do uso da terra em Agudo/RS
Base: Google Earth (2014) - Org.: Kegler, J. J. (2015).

O relevo do município de Agudo possui nas suas áreas de planalto, a prática da agricultura familiar, onde se cultivam inúmeros produtos agrícolas, como feijão, milho, soja e principalmente o fumo em pequenas propriedades (IBGE, 2015). Os topos dos planaltos são utilizados pelos agricultores para a monocultura de soja, milho e trigo e para a pecuária extensiva. Nas áreas com maiores declives ainda predominam a vegetação de mata natural ou secundária que, totalizam aproximadamente 40% da área total do município.

O declive da área de estudo (Figura 6) varia, aproximadamente, entre 60 e 370 metros. Nesse sentido, os mapas das Figuras 08 e 09 apresentam as classes de declividade e orientação de vertentes da área urbana de Agudo e o seu entorno próximo.

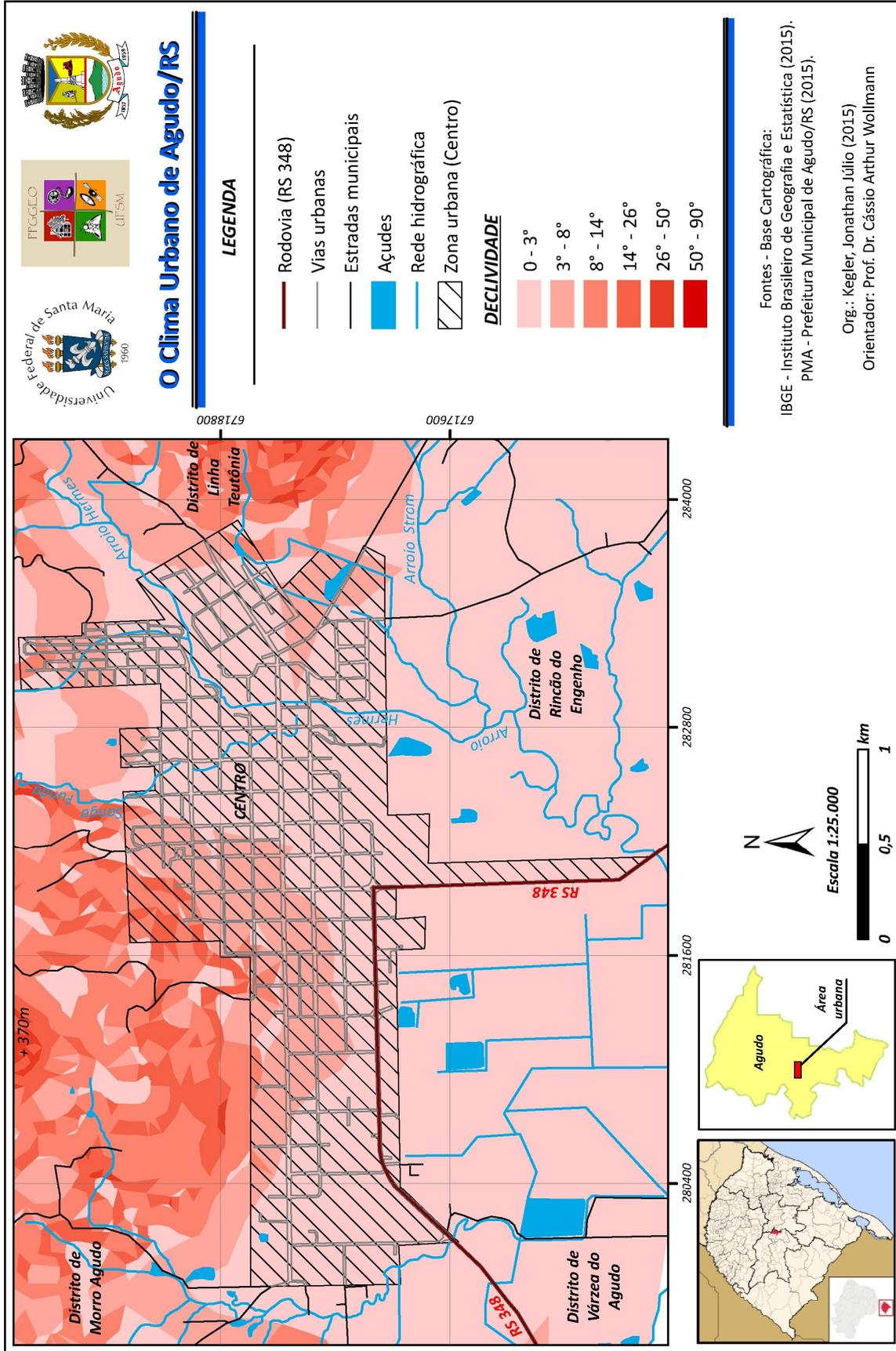


Figura 08 - Mapa de declividade da área urbana de Agudo/RS e seu entorno próximo (área de estudo desta pesquisa).

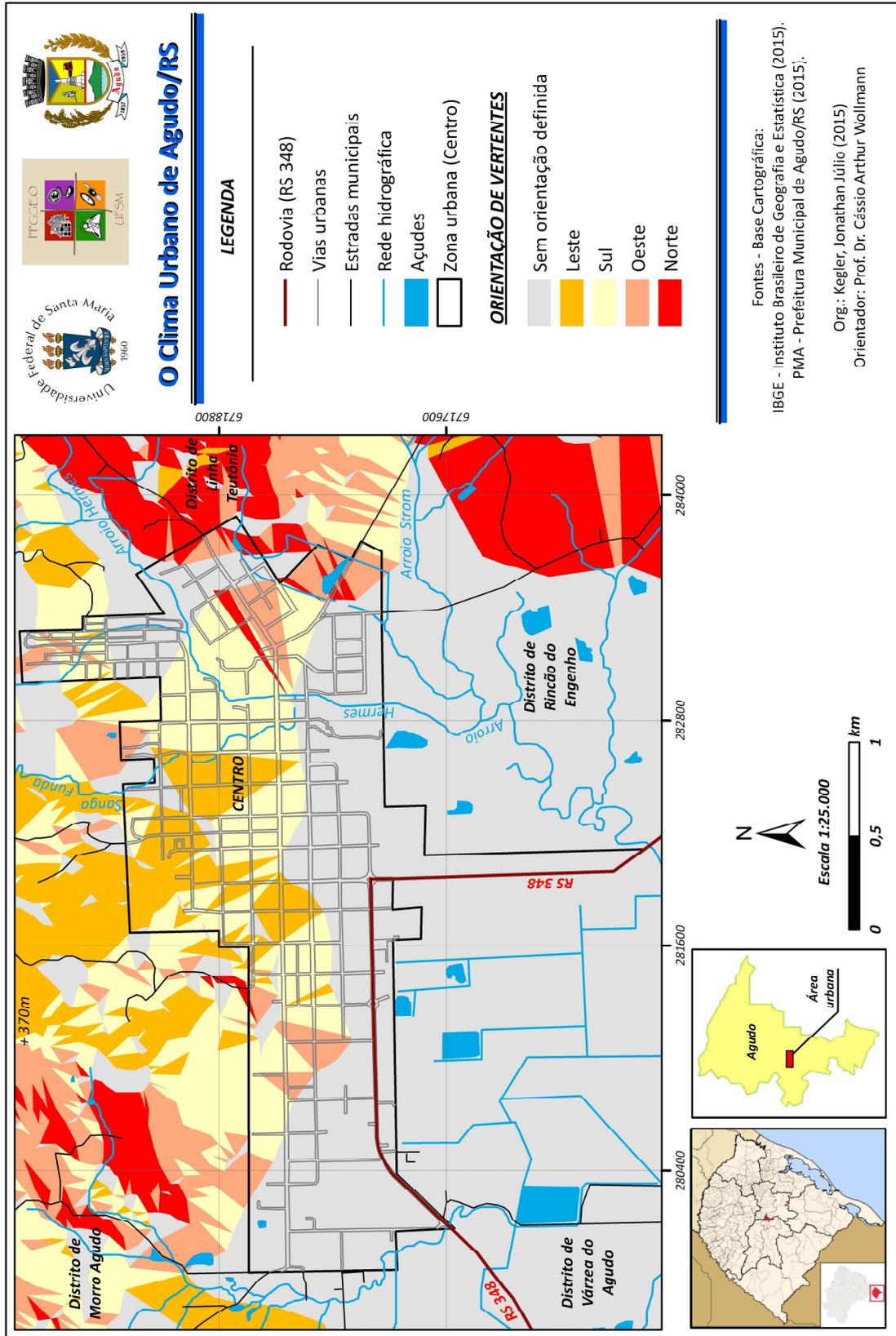


Figura 09 - Mapa de orientação de vertentes da área urbana de Agudo/RS e seu entorno próximo (área de estudo desta pesquisa).

Assim, a paisagem que a população urbana tem de sua cidade e seu entorno próximo é de morros nas mais diversas direções, e de uma extensa planície na direção sul. Tais morros, em sua maioria, ainda apresentam a Mata Subtropical (Atlântica), típica dessa região, em transição entre os biomas Mata Atlântica e Pampa, que apresenta-se bastante alterados pelo cultivo das diferentes culturas ao longo da história do município, dando maior ênfase ao cultivo do arroz e ao fumo.

Essa característica histórica de ocupação do município o coloca em uma situação peculiar de preservação, pois Agudo desponta entre os municípios destacados pelo Projeto Biodiversidade RS, do Governo do Estado do Rio Grande do Sul, como área prioritária, conforme pode ser observado no mapa da Figura 10.



Figura 10 – Áreas prioritárias de preservação dos biomas no RS, com destaque para os municípios centrais do estado, dentre os quais, Agudo.

Fonte: SCP/DEPLAN/RS (2007).

Adaptado.: Kegler, J. J. (2015).

Este destaque dado ao município pelo governo estadual coloca-se como uma justificativa importante à realização desta pesquisa, uma vez que as alterações do uso do solo estando ligadas à prioridade de preservação dos biomas, especialmente em relação à escala urbana de análise e seus projetos de expansão pelos poderes público e privado, confere às cidades as principais responsáveis pelas condições de manutenção ou destruição da qualidade da atmosfera urbana em qualquer um dos canais de estudo do SCU.

No que tange a hidrografia do município, o Rio Jacuí, o maior rio do Estado, e um dos principais do ponto de vista de navegabilidade, uso de suas águas para abastecimento urbano e potencial hidroelétrico, este possui ainda um papel de grande relevância para a produção do arroz irrigado no município, sendo uma fonte de potencial econômico de Agudo, conforme pode ser observado na fotografia da Figura 11.



Figura 11 – Vista parcial a paisagem de Agudo/RS e destacando o percurso do Rio Jacuí.

Fonte: <http://www.skyscrapercity.com/showthread.php?t=417549>

Adaptado: Kegler, J. J. (2015).

Segundo a classificação climática de Köppen-Geiger, o clima de Agudo é classificado no tipo **Cfa**, clima subtropical úmido com precipitação anual regularmente distribuída e média do total acima de 1.500 mm/ano e altas temperaturas durante o verão e baixas durante do inverno. Para o IBGE (2010), a área de estudo enquadra-se no clima mesotérmico brando, com médias térmicas anuais entre 10°C e 15°C, sem estação seca e superúmido (Figura 12).

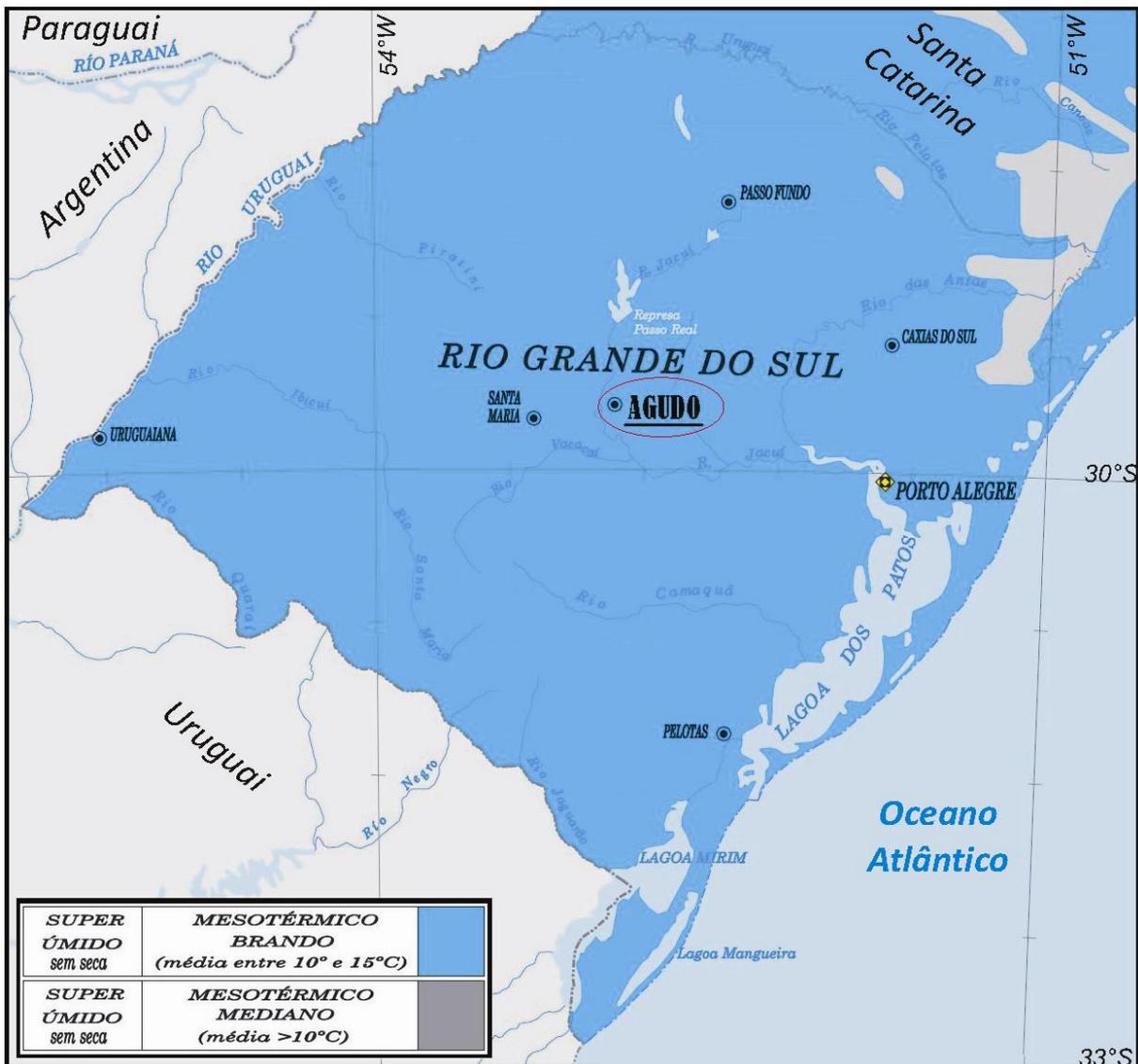


Figura 12 – Classificação climática do RS, segundo IBGE (2010).
Adapt.: Kegler, J. J. (2015).

Apenas por uma questão de ordem e pertinência nesta pesquisa, far-se-á melhor e maior uso de bibliografias relacionadas ao estudo do clima regional e local

(em pesquisas de climatologia dinâmica) no capítulo de fundamentação teórica, sendo nesta etapa, apenas uma caracterização climática geral e estática da área de estudo, para melhor situar o leitor nos aspectos físicos de caracterização da área de estudo.

1.2 Aspectos Históricos de Agudo

1.2.1 Povoamento e evolução urbana do Rio Grande do Sul

O espaço urbanizado, que implica em modificações no quadro geológico, vai de acordo com sua evolução, adquirindo diversas feições e diversificação de suas funções (MONTEIRO, 1990). Neste sentido, o espaço urbano local articula-se como regional, que por sua vez, está subordinado ao nacional e ao global. A urbanização do município de Agudo, assim, está ligada à própria evolução da urbanização no Rio Grande do Sul, que possui algumas fases características.

Pode-se distinguir dois núcleos principais de povoamento no Estado: o primeiro localizado na Serra do Sudeste e Campanha e o segundo abrangendo a Depressão Central e mais tarde o Planalto, ambas com estruturação socioeconômica bastante distintas (SINGER, 1977 apud VERDUM; BASSO; SUERTEGARAY, 2004).

O núcleo do sul concentrou grandes latifúndios baseados na pecuária (produção de charque, lã e couro), constituindo-se numa sociedade de estancieiros, peões e escravos. Já o do norte constituiu-se de imigrantes de origem açoriana, alemã, italiana, polonesa dentre outros, que se organizaram em minifúndios e dedicaram-se principalmente à agricultura.

O mapa da Figura 13 apresenta a síntese do processo de ocupação histórica do território gaúcho. Observa-se o processo de colonização alemã em direção ao centro do Rio Grande do Sul, após a chegada destes imigrantes em 1824.

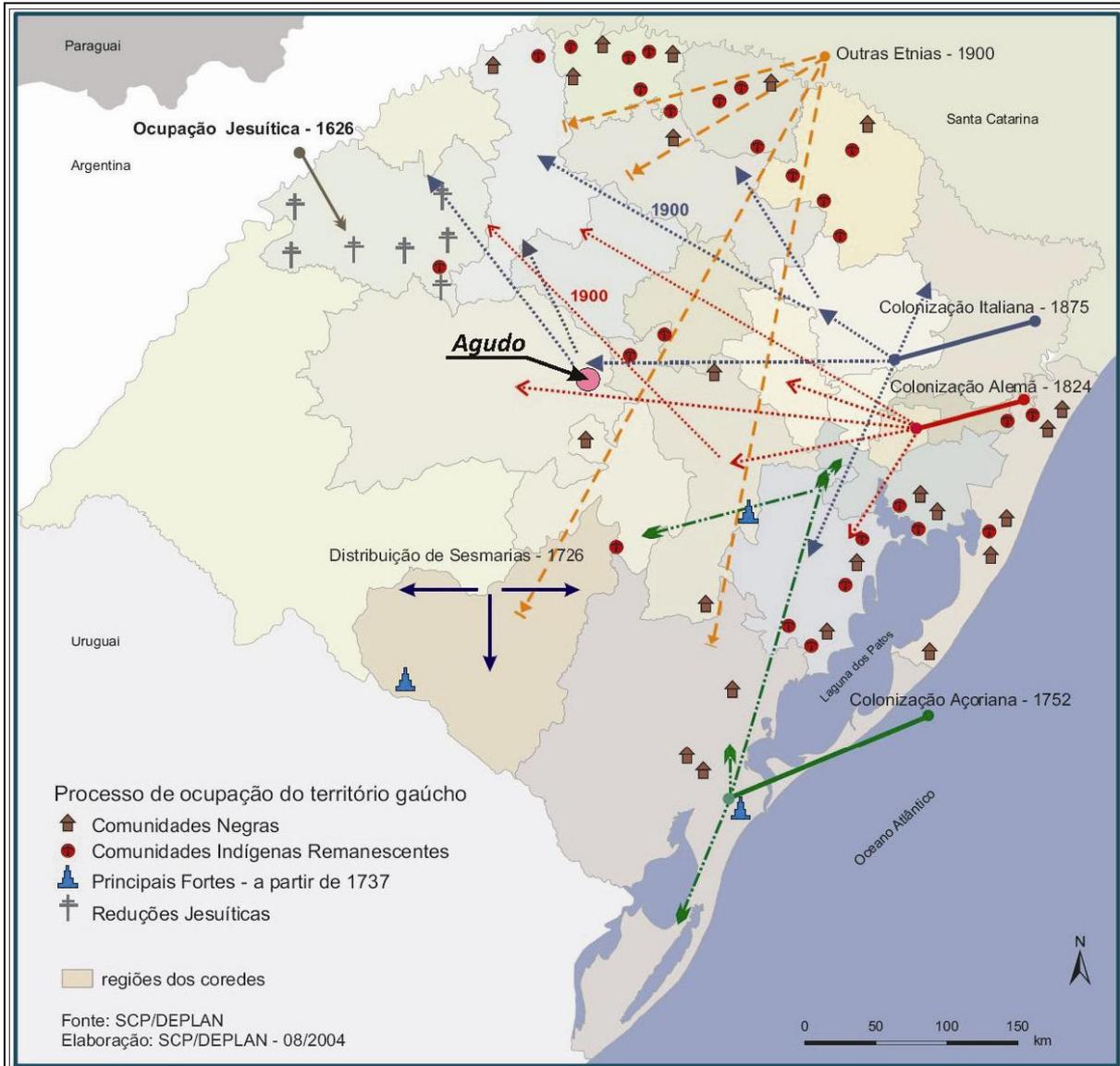


Figura 13 - Síntese do processo de ocupação histórica do território gaúcho
 Fonte: SCP/DEPLAN (2004) - Adapt.: Kegler, J. J. (2015).

A partir da década de 1950 (pós-guerra), o Rio Grande do Sul teve incentivada a diversificação econômica, com a implantação de indústrias do ramo calçadista, metalúrgico, mecânico e vinícola, principalmente no eixo Porto Alegre – Caxias do Sul.

Assim, entre 1950 e 1980 a urbanização teve como principal característica o deslocamento da população para os centros urbanos, com destaque para a Região Metropolitana de Porto Alegre (RMPA), além da ampliação significativa das taxa de urbanização no restante do Estado. O crescimento populacional da RMPA começa a sofrer decréscimo entre as décadas de 1970 e 1980, quando a concentração urbana nas cidades de porte médio começa a ganhar espaço.

Nesse contexto pós-guerra, a emancipação do município de Agudo deu-se em 1959, desmembrando-se dos municípios de Cachoeira do Sul e Sobradinho, e distante 290 quilômetros em direção oeste a partir da capital do estado do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

Na História de Agudo, com o intuito de criar uma colônia para a ocupação da Depressão Central do Rio Grande do Sul, o governo central nomeou uma comissão para avaliar as condições. MOURA (2002) apresenta que em 1847 foi criada uma comissão para avaliar a possibilidade de criação de uma colônia de alemães com a finalidade de ocupação da área, aumento da produção agrícola e o estabelecimento de uma parada entre a Depressão Central e os campos do Planalto.

O território que abrangia a Colônia de Santo Ângelo em 1875, equivalia a uma área de 55 mil hectares e uma população de 4.000 habitantes (WERLANG, 1995). Os primeiros imigrantes sofreram grandes dificuldades na viagem que era longa, cansativa e cheia de esperanças para um novo começo daquelas pessoas que tinham recebido a promessa de terras férteis e estrutura apropriada para desenvolver-se.

Terras em abundância e facilidade de enriquecimento eram temas de propagandas para estimular a vinda de milhares de europeus para o Brasil no século XIX. Relatos de camponeses serviram como complemento para a propaganda governamental instalada. Os primeiros imigrantes alemães chegaram ao Rio Grande do Sul em 1824, a distribuição de terras e a localização das colônias atenderam a uma condição das elites brasileiras, sendo favoráveis à vinda dos imigrantes, desde que não ameaçassem o latifúndio instalado. (Moura, 2002)

No caso da Colônia de Santo Ângelo as passagens da Europa até o Rio Grande do Sul foram bancadas pelo Governo Imperial, também receberam acolhimento, assistência, alimentos e víveres nas casas da cidade de Rio Grande, de Porto Alegre e nos galpões no Cerro Chato.

Nesse contexto, o município de Agudo surgiu a partir da Colônia de Santo Ângelo (Figura 14), e desta colônia também surgiram os municípios de Paraíso do Sul, Dona Francisca e Cachoeira do Sul. Werlang (1995) coloca que a fundação desta colônia foi decretada pela Lei Provincial de 30 de novembro de 1855, no entanto, o seu povoamento só se iniciou em 1857.

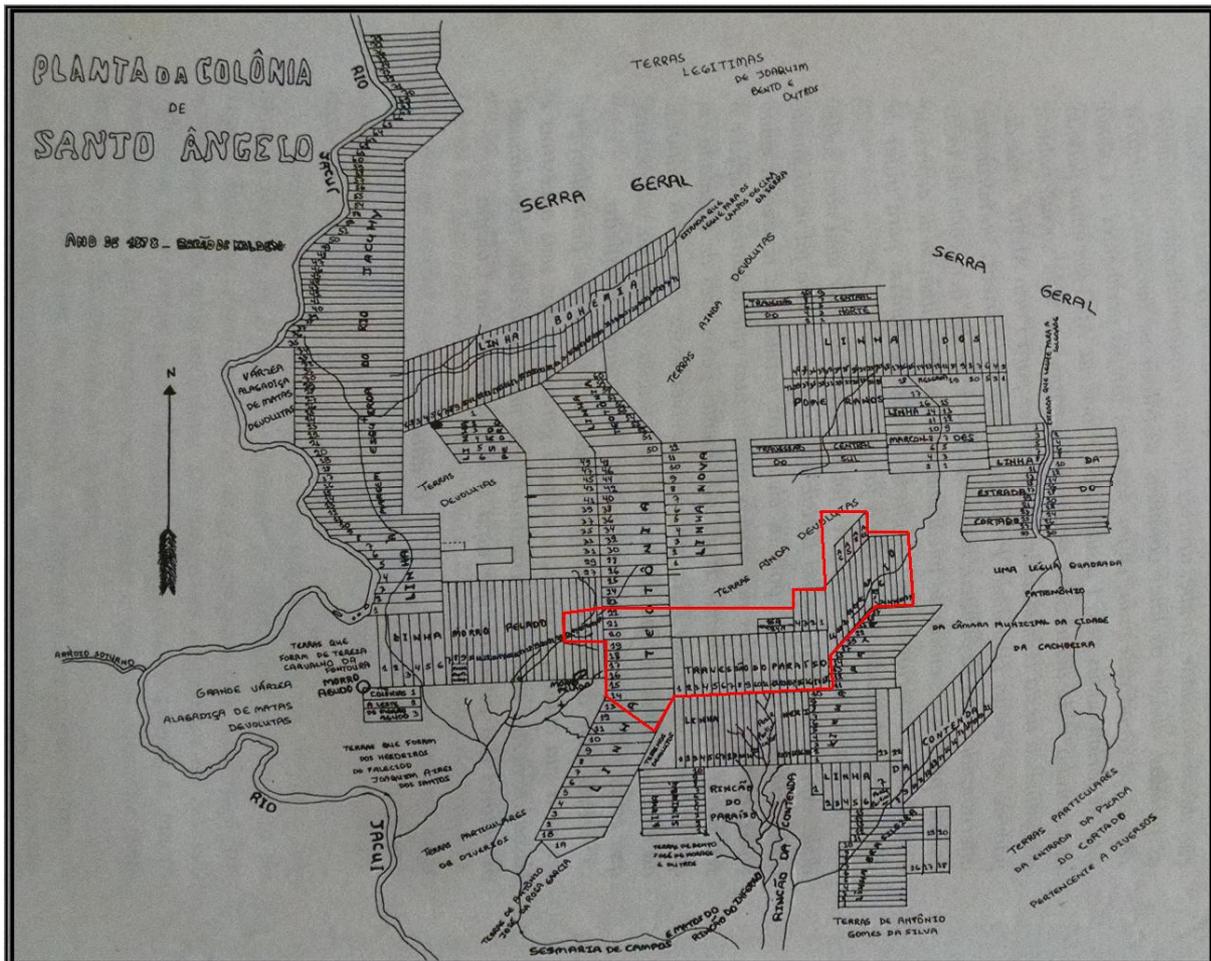


Figura 14 - Planta da Colônia de Santo Ângelo, um esboço do que seria a organização da Colônia, com destaque (em vermelho) para a atual localização do sítio urbano de Agudo/RS.

Fonte: Werlang (1995, p.10). - Adapt.: Kegler, J. J. (2015).

Em 1858, houve a abertura da Picada do Morro Pelado, este que deu origem a atual e principal avenida da cidade, a Avenida Concórdia. O nome do município surgiu em homenagem ao morro que se posiciona a oeste da sede, tendo destaque por sua beleza natural. (Walter; Valente, 2010)

A antiga colônia de Santo Ângelo passou a ser um distrito do município de Cachoeira do Sul a partir de 1865. O movimento pela emancipação política a partir de Cachoeira do Sul teve início em 1957, onde dois anos mais tarde, pela Lei n.º 3.718, de 16/02/1959, foi criado o município de Agudo, com área territorial de 556 km² (WERLANG, 1995).

1.3 Aspectos Funcionais da cidade de Agudo – Condicionantes geourbanos

Os imigrantes vindos da Alemanha tiveram grande dificuldade quanto ao seu desenvolvimento na região. A mata fechada, a falta de estrutura, abrigo, e as poucas ferramentas que possuíam para iniciar a colonização da região eram alguns problemas encontrados logo na chegada (WERLANG, 1995).

A distribuição de pequenos lotes de terra fez com que a agricultura familiar se desenvolvesse em grande escala no município ao longo de sua história, e marcam a paisagem agrícola e econômica de Agudo até a atualidade.

Destacam-se o cultivo de arroz irrigado, fumo, milho, feijão, morango, entre outras culturas. A proximidade com o Rio Jacuí e a presença de várzeas facilitam o cultivo do arroz, assim como locais mais íngremes são utilizados para o plantio de fumo e feijão (Werlang, 1995).

Nesse contexto, Friedrich (2010) salienta que a classificação dos estabelecimentos rurais se dá através do tipo de agricultura que se desenvolve, dependendo do relevo e das condições físico-químicas do solo, podendo se dividir os solos agrícolas em lavouras permanentes – cujas culturas são de longa duração e que após a colheita não necessitam de novo plantio, produzindo por vários anos sucessivos, as lavouras temporárias – aquelas em que se faz necessário um novo plantio após cada colheita, pastagens naturais e matas – sendo que estas incluem áreas de matas e florestas naturais e artificiais.

Na área urbana, a prestação de serviços, o comércio, a indústria de beneficiamento dos produtos agrícolas, em especial do arroz e fumo, são exemplos das principais funções econômicas além da agricultura em Agudo, que se apresentam de forma muito minoritária, porém com relevância dentro do contexto econômico municipal.

Apesar de ser uma cidade de pequeno porte, Agudo apresenta desenvolvimento no seu setor secundário. Friedrich (2010, p. 32) afirmava em 2010 que “... o setor secundário conta com 96 indústrias de transformação, dentre elas as indústrias de calçados, beneficiamento de cereais e de madeira, confecções, alimentos, artefatos de cimento, artefatos de couro, além das metalúrgicas e olarias”.

Nesse contexto, o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), em parceria com os órgãos estaduais gaúchos de estatística (FEE ou SEPLAN), Secretarias Estaduais de Governo e Superintendência da Zona Franca de Manaus

(SUFRAMA), colocam que o Produto Interno Bruto do município de Agudo é composto em mais de 50% pelo setor terciário, seguido pelo primário e, por último, o secundário.

Este quadro econômico não difere muito do apresentado em escala estadual e nacional, conforme pode ser observado nos gráficos da Figura 16.

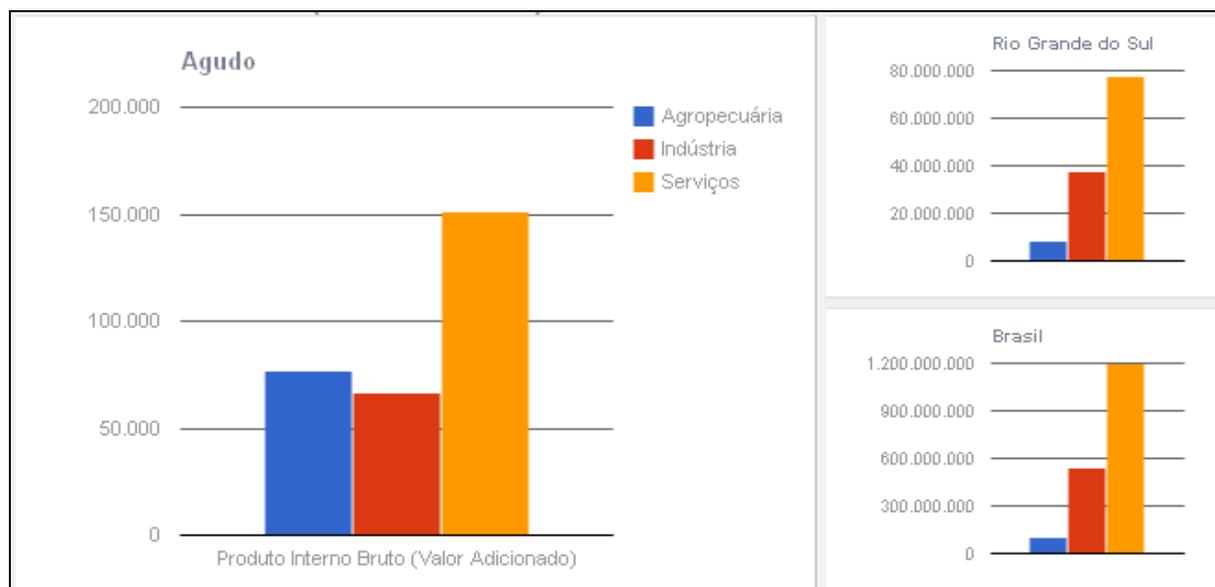


Figura 16 – PIB de Agudo em Reais (R\$) comparado com o RS e Brasil.
Fonte: IBGE (2015) - Adapt.: Kegler, J. J. (2015).

Em relação à demografia de Agudo, que possui uma densidade populacional de 31,19 hab./km² em todo seu território municipal, mas que na área urbana é de 1.721 hab./km², a tabela 01 apresenta a evolução da população urbana e rural de Agudo nos últimos 50 anos.

Tabela 01 – Evolução populacional de Agudo (urbana, rural e total).

Ano	População urbana	População rural	População total
1960	1.126	11.510	12.636
1970	1.665	12.536	14.201
1980	2.432	13.226	15.658
1991	4.206	12.407	16.713
2001	5.655	11.800	17.455
2010	6.887	9.835	16.722

Fonte: IBGE - Censo Demográfico 1991, Contagem Populacional 1996, Censo Demográfico 2000, Contagem Populacional 2007 e Censo Demográfico 2010;
Org.: Kegler, J. J. (2015).

De acordo com os dados da tabela 01, Agudo registrou ao longo de sua história demográfica nos últimos 50 anos, um aumento na população urbana e redução da população rural. A população urbana cresceu, especialmente após o ano de 1980, motivado, provavelmente, pelo êxodo rural. Pode-se deduzir que não houve redução na taxa de natalidade no meio rural, mas apenas, o aumento do êxodo associado à maior natalidade em ambiente urbano, mas que tem aumentado pouco nos últimos dois censos.

No censo de 2010 observou-se a primeira queda nos totais demográficos de Agudo, tanto na área urbana quanto rural. Pode-se inferir que em função da estrutura econômica da cidade, pouco atrativa aos mais jovens, e pela proximidade com Santa Maria e a UFSM, muitos jovens podem ter se transformado de Agudo em busca de qualificação e trabalho.

Por se tratar de um município pequeno que ainda tem uma grande área rural, o meio urbano não apresenta uma grande expansão, conforme destacou FRIEDRICH (op. cit.) em sua pesquisa, mas que recentemente, a cidade apresentou expansão no que tange os tipos de imóveis construídos, como prédios com mais de cinco pavimentos (Figura 15), o que era inexistente até o ano de 2010.



Figura 15 – Prédio com nove pavimentos, Av. Concórdia – Agudo/RS (ao fundo, em direção oeste, o Morro Agudo, que dá nome à cidade).
Fonte: Trabalho de campo (2014).

De acordo com a Figura 15, este tipo de construção tem aumentado nos últimos anos em Agudo, com lojas no térreo, e apartamentos nos vários andares, modificando a rugosidade urbana até então presente, como no outro lado da rua, com predomínio de construções de um a três pavimentos, com uso misto (comercial e residencial), neste trecho da Avenida Concórdia, principal via no sentido Leste-Oeste da cidade.

De acordo com a figura 15, o arruamento projetado para Agudo não difere da atual malha urbana já existente, conforme apresentado nos mapas das figuras 03 e 07, com predomínio de vias nos sentidos norte/sul e leste/oeste. Nesse sentido, esta pesquisa procurará observar se a atual malha urbana do município já é capaz de produzir alguma manifestação no sistema termodinâmico do SCU, e apontar medidas e formas de mitigação de problemas futuros relacionais à esse canal de pesquisa para Agudo e seu entorno próximo.

Para melhor ilustrar a paisagem urbana de Agudo, as fotografias das Figuras 17, 18, 19 e 20 apresentam um panorama de vários ângulos da cidade (área urbana e seu entorno).



Figura 17 – Área urbana de Agudo (vista de Leste para Oeste). A avenida à direita (Av. Concórdia), principal eixo comercial e de fluxos da cidade, e à esquerda (Av. Borges de Medeiros), segunda maior via da cidade. Ao fundo (Oeste), o Morro Agudo, símbolo natural que dá nome à cidade.

Fonte: PMA (2015).



Figura 18 – Área urbana de Agudo (vista de Oeste para Leste). A avenida à esquerda (Av. Concórdia), e à direita (Av. Borges de Medeiros), com trecho de terra (área de expansão urbana). Ao fundo (Leste), o Morro Pelado, e Rebordo do Planalto da Bacia do Paraná, com altitudes superiores à 400m.
Fonte: PMA (2015).

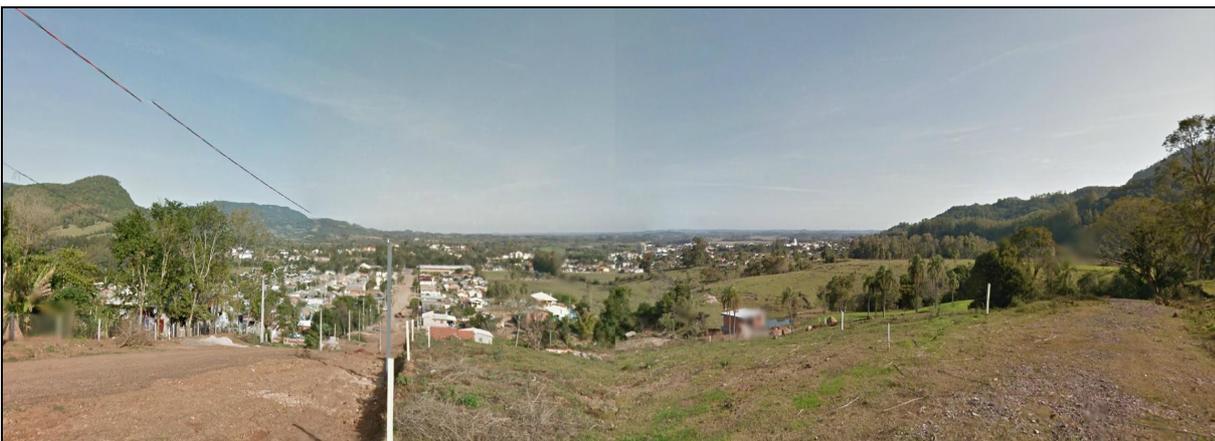


Figura 19 – Área urbana de Agudo (vista de Norte para Sul). A altitude neste ponto é de aproximadamente 120m, e observa-se ao Sul as planícies da depressão Periférica do RS, associadas ao Rio Jacuí, nas quais ocorre em sua maior parte, a cultura rizícola.

Fonte: Trabalho de campo (2014).



Figura 20 - Vista da cidade de Agudo (de Norte para Sul), de um de tantos morros que circundam a cidade. Neste local há uma pista de salto de asa delta, muito utilizada como ponto turístico da cidade. Observa-se ao Sul as planícies da depressão Periférica do RS, associadas ao Rio Jacuí, nas quais ocorre em sua maior parte, a cultura rizícola.

Fonte: <http://hotelgermanicoagudo.blogspot.com.br/>

1.4 – Os perfis de síntese dos condicionantes geocológicos e geourbanos de Agudo/RS

A fim de sintetizar as variáveis geocológicas que podem condicionar a formação do campo térmico e da(s) ilha(s) de calor e frescor urbano de Agudo-RS, ressalta-se a influência do aspecto morfológico regional, em que a cidade está assentada. Neste aspecto, a região central do Estado caracteriza-se pela Depressão Periférica Sul-rio-grandense, correspondendo a uma faixa deprimida que se estende no sentido Leste/Oeste, entre os compartimentos geomorfológicos mais elevados: ao norte, o Planalto da Bacia do Paraná e seu Rebordo, e ao sul, o Escudo Sul-rio-grandense (SAYDELLES, 2005).

O Planalto da Bacia do Paraná constitui-se em duas unidades de paisagens distintas e bem definidas: o Topo e o Rebordo do Planalto. O Planalto teve sua origem no vulcanismo fissural, do Cretáceo (Era Mesozóica), responsável por cinco sucessivos derrames de lava na região, sendo que o primeiro está assentado diretamente sobre o arenito Botucatu (MACIEL FILHO, 1990), de origem eólica, atestando a existência de um clima seco no passado. O topo possui uma morfologia fracamente ondulada, em forma de coxilhas tabulares e arredondada, que reflete à resistência das rochas aos processos morfoclimáticos, a declividade em média é pequena entre 8 e 12% e apresenta altitudes entre 300 a 500 metros.

A outra unidade de paisagem do Planalto da Bacia do Paraná é o Rebordo, também conhecido por Serra Geral, e se constitui num importante compartimento na configuração do relevo da cidade e também no seu cenário climático nas escalas meso e topoclimática.

O Rebordo representa zona de transição entre o Planalto e a Depressão Periférica, constituindo-se em escarpa com desnível de até 400 metros, que representa a fase atual da evolução do Planalto.

A Depressão Periférica Sul-rio-grandense constitui-se na base na qual a cidade está assentada, sendo constituída, segundo Bortoluzzi *apud* Sartori (1979, p.125), por “Sedimentos gonduânicos que se distribuem ao longo da região deprimida (...) e onde as formas de relevo são modestas, representadas por coxilhas baixas e alongadas e por tabuleiros areníticos, cujas cotas raramente ultrapassam os 150m”.

A morfologia da Depressão caracteriza-se pela pequena amplitude altimétrica, constituída por colinas suaves. Sua constituição vegetal é formada por campos em sua totalidade, com presença de matas ciliares ao longo de arroios e riachos e por capões de mato, com ampla atividade pastoril e agrícola, sobretudo de arroz nas extensas várzeas e planícies aluviais dos principais rios (SARTORI, 2000).

A localização aproximada do sítio urbano de Agudo na transição entre as “várzeas” e as áreas de planalto, especialmente o Morro Agudo e Pelado. Ainda, Schirmer; Robaina (2012) produziram um mapa geoambiental de Agudo, o qual pode ser melhor visualizado na Figura 21.

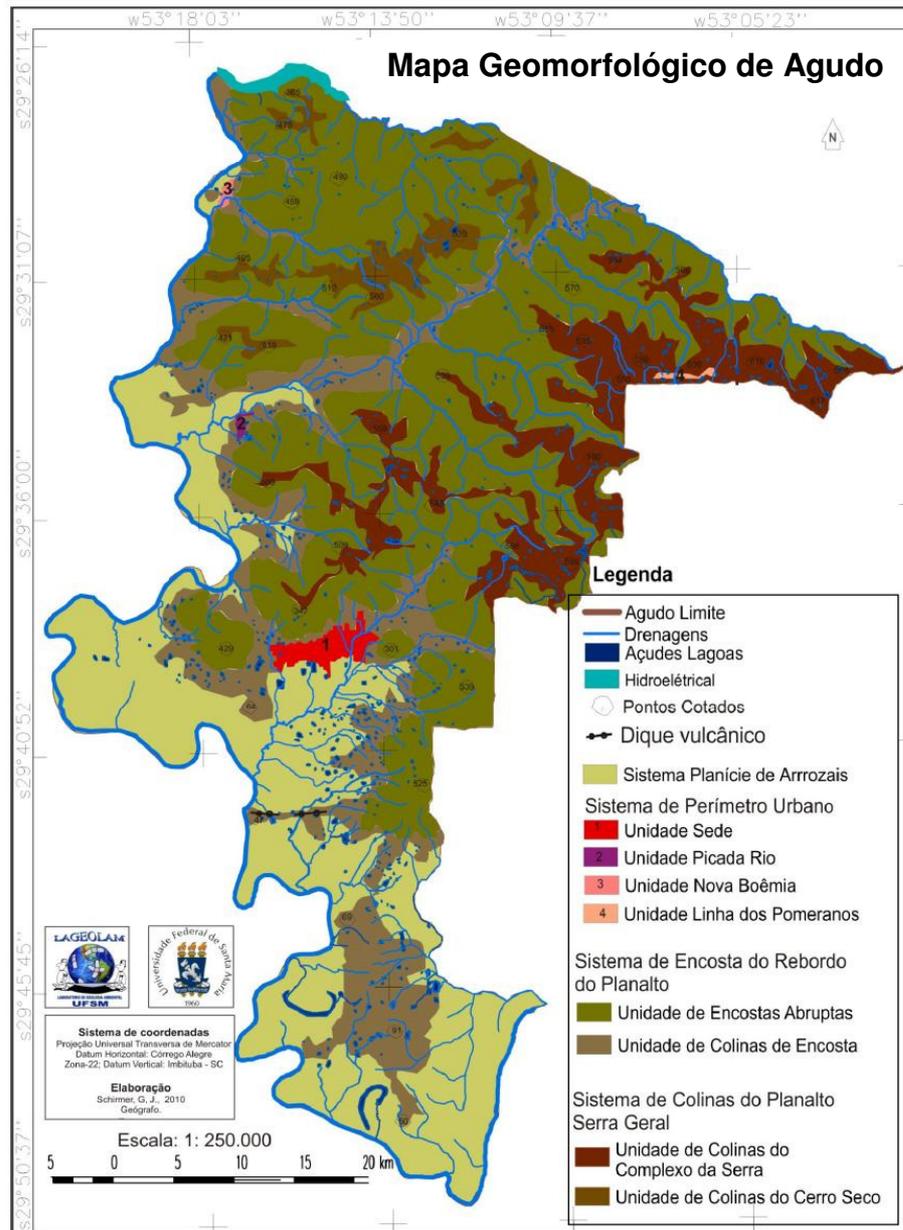


Figura 21 – Mapa geomorfológico e unidades de paisagem de Agudo/RS.
 Fonte: SCHIRMER; ROBAINA (2012, p. 96) - Adaptado: Kegler, J. J. (2015).

Em relação aos condicionantes geourbanos, o sítio urbano de Agudo está localizado, topograficamente, no setor de transição entre as maiores e menores altitudes do município, em torno dos 80m de altitude, coincidindo com o sítio urbano inicial (histórico), onde predomina a área de maior concentração das atividades comerciais, varejistas e de prestação de serviços e de uso misto, como pode ser visto na Figura 06, 15, 16 e 19.

Levando-se em consideração a posição latitudinal de Agudo (aproximadamente de 29° de Latitude Sul, ou seja, abaixo do Trópico de Capricórnio), a insolação direta

na sede urbana é favorecida pela orientação de suas vertentes (Figura 09), as quais em sua maioria estão voltadas para os quadrantes que recebem intensa incidência solar direta, (S, N e W), podendo comprometer o conforto térmico da população durante os meses de verão.

Conforme MASCARÓ (1996), essas condições favorecem a formação de brisas locais geradas no interior do ambiente urbano, amenizando de certa forma os efeitos do desconforto térmico gerado pelo excesso de insolação recebida. No entanto, uma considerável parcela da área urbana é composta por vertentes com orientação Sul, ou seja, não há incidência de radiação solar direta, somente indireta, o que pode ser um fator de frescor para o verão, mas de resfriamento para o inverno, e que pode ser tanto maior quando forem as modificações de uso e ocupação do solo, especialmente se edifícios forem construídos nessas áreas.

Há ainda áreas sem orientação definida, que não apresentam maiores riscos em relação ao conforto pela energia solar. No entanto, cabe ressaltar que o alinhamento das ruas urbanas, em sua maioria, de leste para oeste, e alinhadas com os Morros Agudo e Pelado (Figuras 17 e 18), pode retardar e antecipar o nascer e pôr do sol, respectivamente, especialmente no inverno, podendo gerar situações de desconforto por frio, e que podem ser intensificadas de acordo com as alterações da rugosidade urbana caso não sejam adotadas medidas eficazes no ordenamento de 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, a qual geralmente está localizada nas áreas mais centrais da cidade (SAYDELLES, 2005).

Certamente, outras interações se processam nas escalas meso, topo e microclimáticas, que interferem na configuração do campo térmico e por consequência na intensidade das ilhas térmicas urbanas. Porém, ao se considerar as principais variáveis urbanas e naturais que compõem a realidade geográfica da cidade, pode-se conseguir o embasamento suficiente para o entendimento e análise dos efeitos resultantes destas trocas energéticas na atmosfera urbana de Agudo, isto é, se elas ocorrerem dado ao tamanho do sítio urbano, conforme salientou ROSSATO (2010).

Nesse sentido, a Figura 22 apresenta os perfis geoecológico e geourbano de Agudo, o qual insere os transectos a serem utilizados nos trabalhos de campo.

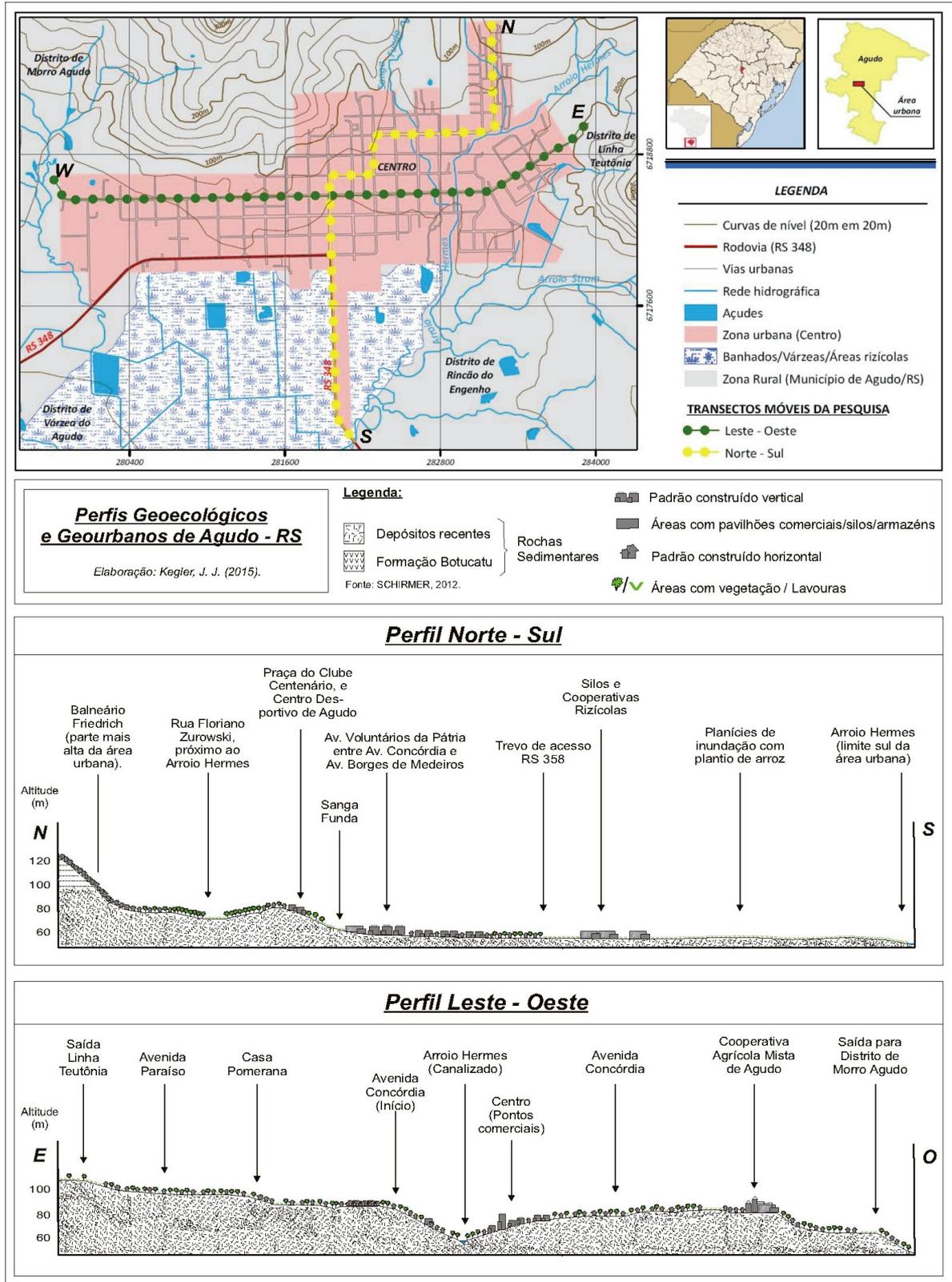


Figura 22 - Perfil geocológico e geourbanos de Agudo/RS ao longo dos transectos. Org.:Kegler; Wollmann (2016).

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 O espaço urbano

As cidades têm papel fundamental na sociedade de hoje, o Brasil segue o ritmo mundial onde a população nas cidades só cresce e já é maioria em relação a população rural. A cidade representa a união de diferentes culturas, porém possuem formas de crescimento e organização capazes de provocar grandes alterações no meio natural, assim sendo a ocorrência de problemas ambientais e sociais fazem parte do desenvolvimento dos meios urbanos.

A ausência de planejamento e organização tende a mostrar os grandes problemas que a cidade adquire no decorrer do seu desenvolvimento. Sposito (1988) afirma que o espaço é história, para se conhecer a cidade de hoje é necessário abordar a sua história, onde a atual cidade é um resultado cumulativo de todas as outras cidades de antes, transformadas, destruídas, reconstruídas, enfim produzidas pelas transformações sociais ocorridas através dos tempos, engendradas pelas relações que promovem estas transformações.

A urbanização é um processo de conversão de uma paisagem muitas vezes natural em um assentamento humano, é, por definição, acompanhado por mudanças no uso da terra drástica e quase irreversível (OKE, 1980).

Conhecer o espaço urbano e sua história é de suma importância para o estudo do seu clima urbano, sendo assim, as raízes da cidade leva-nos de encontro ao seu futuro e a maneira com a qual se comportará diante às adversidades que o próprio homem ocasionará ao alterar o meio.

O município de Agudo apesar de ser uma cidade de pequeno porte, já é um local que sofre com as mudanças do ser humano. Porém, ainda é, em tempo, para planejamentos ocasionando melhorias nas vidas das pessoas que ali habitam e também para o meio ambiente.

As mudanças mesmo que pequenas visualmente, já alteram muito o espaço e são provenientes de variados agentes transformadores. Monteiro (1990) afirma que é necessário uma análise meteorológica da atmosfera sobre as cidades, tomando-as como um fator geográfico, em sua real estruturação físico-natural de ambiente

altamente derivado pelo homem sob uma dinâmica funcional conduzida pelos condicionantes econômicos.

Os problemas encontrados são de diferentes ordens, dentre eles podem ser citados a destinação inadequada dos resíduos sólidos, o tratamento ineficiente ou inexistente de esgoto, a poluição do ar, da água, do solo e do subsolo, o deslizamento de vertentes e a geração do clima urbano (AMORIM, 2013).

Portanto, o homem através da construção do espaço urbano ocasiona várias mudanças no espaço, como a alteração do balanço hídrico e energético, que advém da retirada da cobertura vegetal original; o aumento da circulação de veículos e pessoas, a impermeabilização do solo, as mudanças no relevo em escala urbana por meio de aterros, canalizações de rios e córregos, a construção de edifícios e a verticalização urbana, que no caso de Agudo é recentíssima, a instalação de equipamentos urbanos (parques, praças, áreas industriais e residenciais, etc.), além da suspensão de partículas e gases poluentes na atmosfera provenientes do elevado número de veículos e indústrias que se localizam próximos aos centros urbanos (AMORIM, op. cit.).

A existência de cidades no mundo contemporâneo e seu processo de expansão são irreversíveis e inevitáveis no atual modelo de desenvolvimento econômico assumido, sendo assim, os transtornos proporcionados pela ação do homem sobre o meio são constantes.

Na busca de estudar e analisar este inchaço do meio urbano sobre espaços abertos é uma forma para que se possa lidar com os problemas recorrentes a estas mudanças no espaço. A prevenção é a melhor maneira que se pode ter para com os grandes problemas causados pelo homem na cidade, esta prevenção só pode vir através do estudo detalhado da cidade, e o estudo do clima urbano torna-se uma ferramenta importantíssima nesse contexto.

2.2 O Sistema Clima Urbano (SCU)

Os primeiros pesquisadores que estudaram o clima já tinham consciência que as atividades humanas pareciam causar alterações perceptíveis sobre os elementos atmosféricos. Nesse sentido, percebe-se que essa preocupação com o clima não é algo recente, e acompanha a evolução do fenômeno urbano e as mudanças que provoca em nível local. Em suas observações, Landsberg (1956, p.

95) acrescenta que “... quando os homens são gregários, a necessidade de defesa e a tendência ao aumento da divisão do trabalho levam muitas casas a ficarem próximas. Isto causa modificações no clima local com resultados muitas vezes distantes do agradável”.

A diferença do clima entre as cidades e o campo já eram mostradas nos primeiros registros meteorológicos, e então, comentadas no pioneiro estudo do clima de uma cidade, feito por Howard (1833)¹ em Londres. Este estudo passou a ser referência, e é tratado em diversas monografias que tratam do tema, e expandiu-se a literatura incluindo estudos sobre a influência dos povoados e da indústria no clima.

Segundo Ayoade (2003, p. 300) “... o homem pode também influenciar o clima inadvertidamente através de suas varias atividades e ações, tais como a urbanização, a industrialização, derrubada de árvores (desmatamento), atividades agrícolas, drenagem e construção de lagos artificiais”.

Deste modo, Ayoade (op. cit.) acrescenta que o homem provoca alterações nos elementos climáticos, sendo que o maior impacto promovido pelo homem no clima ocorre nas áreas urbanas. Assim, estas áreas apresentam clima bastante distinto daqueles observados em áreas rurais próximas, configurando por suas características próprias o clima urbano.

Segundo o autor,

“... nas áreas urbanas, altera-se a composição química da atmosfera. As propriedades térmicas e hidrológicas da superfície terrestre, assim como seus parâmetros aerodinâmicos são modificados pelos processos de urbanização e industrialização. Os pântanos são drenados e as superfícies naturais são substituídas por superfícies pavimentadas, ruas e telhados de prédios. Como resultado, a radiação em ondas longas e a de ondas curtas são reduzidas sobre as áreas urbanas. As temperaturas elevam-se, mesmo quando diminui a duração da insolação, a umidade é reduzida, mas há um certo aumento na precipitação e também na quantidade de nebulosidade (Ibid., p. 300)”.

MONTEIRO (1976, p.95), primeiro geógrafo brasileiro a tratar da temática do clima nas cidades com mais ênfase no Brasil, por sua vez, acrescenta que o ambiente construído altera os elementos meteorológicos dando origem ao clima

¹ HOWARD, L. **The climate of London deduced from meteorological observations made in the metropolis and at various places around it.** 2ª ed. V.3, London: J. & A. Arch, Cornhill; Longman & Co. 1833.

urbano, o qual define como “... um sistema que abrange o clima de um dado espaço terrestre e sua urbanização”.

Ao fazer esta afirmação, posteriormente o autor expõe que:

“... trata-se, pois, de admitir, como ponto de partida, um processo de implantação humana que, progressiva e cumulativamente derivador das condições primitivas do ambiente, atinge proporções significativas tanto pelas alterações como pela massa de edificações que, dotada de um dinamismo peculiar, vai se configurando, alterando e transformando no tempo (Monteiro, 1990b, p.81)”.

Para Mendonça (1994) o clima urbano é o resultado das interações no ambiente natural, tais como a retirada da cobertura vegetal, modificação nas formas de relevo e na rugosidade da superfície, concentração de edificações, equipamentos e pessoas, impermeabilização do solo, canalização do escoamento superficial, acumulação de partículas e gases na atmosfera e produção de energia artificial.

Nota-se assim, que as modificações provocadas no ambiente natural, no recobrimento da superfície que originalmente produz o clima local, são responsáveis por constituir um novo albedo, uma nova impermeabilidade e nova composição na atmosfera. A interação sistêmica e dinâmica dessas alterações resulta no clima urbano.

A obra “Teoria e Clima Urbano” de Monteiro (1976) representa um marco para os estudos da climatologia brasileira e, sobretudo do clima urbano. Nela, o autor considerou os problemas típicos das cidades brasileiras nos quais a climatologia poderia contribuir para solucionar ou amenizar, uma vez que os estudos considerando o clima ainda eram provenientes de adaptações ou compilações do que se aplicava em ambientes temperados e países desenvolvidos, nem sempre condizentes com a realidade brasileira.

Assim, o autor propõe o estudo do clima urbano como um sistema complexo e aberto, ou seja, passível de receber, distribuir e liberar energia a partir da interação entre seus diferentes subsistemas que o compõem. Ao propor a perspectiva de um sistema, sobre o qual devem se pautar os estudos do clima urbano, o autor o denominou de “Sistema Clima Urbano” (SCU).

Ressalte-se que o SCU proposto pelo mestre é composto por três subsistemas básicos que interagem: 1) o Subsistema Termodinâmico (Temperatura

do Ar e Conforto Ambiental), 2) Subsistema Físico-Químico (Poluição Atmosférica) e 3) Subsistema Hidromecânico (Impactos pluviais).

Nas palavras do autor,

“... embora esse sistema possa ser decomposto em diversos elementos, as íntimas associações entre tais níveis permitem vincular os elementos em conjuntos de maior afinidade e interação, conquanto nunca se possa, em verdade, desincompatibilizá-los completamente uns dos outros (Monteiro, 1976, p. 125)”.

No Sistema Clima Urbano, o clima da cidade passa a ter uma abordagem geográfica, pois considera tanto os elementos meteorológicos quanto os da dinâmica da paisagem urbana, sendo o conjunto interativo deles o clima urbano (Mendonça, op. cit.).

Ao definir o clima urbano, Monteiro (op. cit., p. 95) deixa claro que “... não há preocupação em precisar a partir de que grau de urbanização e de que características geológicas locais se poderia usar o termo clima urbano”. Esta mesma preocupação já fazia parte das afirmativas de Landsberg (1956, p.95) quando se propôs a sistematizar os estudos sobre o clima das cidades, que, conforme colocado por ele:

“... temos que estender a definição do termo cidade, passando a abranger desde algumas centenas de habitantes até cidades e áreas metropolitanas. Isto porque é muito difícil decidir de forma objetiva a partir de que densidade de população e edificações alguma influência sobre o clima começa a ser notada”.

O clima urbano é um elemento importante na dinâmica da paisagem das cidades, e neste sentido pode contribuir significativamente nos estudos que envolvem este ambiente, além de ser fundamental ao planejamento das cidades. Assim, o autor procurou problemas ambientais típicos das cidades brasileiras e propôs uma metodologia em que a climatologia pudesse contribuir na amenização desses problemas.

Monteiro (1990a) deixa essa iniciativa mais clara ainda quando no começo da década de 1990 publica o artigo “Por um suporte teórico e prático para estimular estudos geográficos de clima urbano no Brasil” e anuncia que:

“... não apenas algumas especificidades da cidade brasileira estavam a requerer uma seria reflexão sobre as derivações climáticas produzidas pelo

homem em nossa realidade socioeconômica espelhadas nas metrópoles, mas a própria concepção básica de 'clima urbano' que nos chegava dos centros produtores de conhecimento do exterior, não me satisfaziam (Id., 1990a, p.08)".

A partir daí, inúmeros estudos de caso foram feitos, entretanto, pouco subsídios foram fornecidos ao planejamento urbano dos locais estudados. Apesar dos esforços e da inovação quanto aos estudos de clima urbano no Brasil, a proposta do autor não foi inicialmente bem aceita. A aceitação inicial veio após quase 30 anos, primeiramente na arquitetura e posteriormente na geografia (SILVEIRA, 2007).

Tendo em vista a lacuna deixada pela proposta metodológica empregando o SCU, Mendonça (1994) elaborou uma metodologia para estudos em cidades médias e de pequeno porte, considerando o estudo dos climas urbanos a partir de uma abordagem geográfica. Segundo o autor, as cidades pequenas e médias embora em níveis inferiores aos apresentados em áreas metropolitanas, também apresentam problemas ambientais, mas ainda, pouco tem atraído à atenção dos pesquisadores.

O pesquisador ressalta que existem aspectos fundamentais a serem considerados nas cidades pequenas e médias para compreensão das particularidades do clima, pois quanto menor for o fenômeno urbano, menos singularidade terá este ambiente diante da dinâmica atmosférica regional.

Diante disso, considera-se que no Brasil as cidades com até 20 mil habitantes necessitam de estudos considerando o clima, ao ganhar cada vez mais importância socioeconômica, política e ambiental.

Além disso, o planejamento nessas cidades apresenta-se mais eficiente devido ao estágio de desenvolvimento em que se encontram, e por fim considera que o nível de detalhamento cartográfico urbano ganha maior riqueza, acompanhando a escala da cidade.

Nesse contexto de cidade pequena, observa-se a concepção do Sistema Clima Urbano proposta por Carlos Augusto Figueiredo Monteiro, pois esta natureza de pesquisa está ligada diretamente à percepção do habitante da cidade. "... Pelos enunciados, já foi visto que a opção por mim proposta para o SCU liga-se à percepção humana" (MONTEIRO, 1976). Sendo assim, Agudo, uma cidade pequena, é extremamente representativa no que concernem os estudos de clima urbano, pois seu espaço urbano pequeno é percebido por sua população de forma

muito mais integrada e fidedigna, e que pode contribuir em muito para a inserção dessa variável no ordenamento municipal.

Em relação aos canais de estudo e percepção do Sistema Clima Urbano, esses canais estão intimamente ligados aos principais níveis de resolução do sistema, uma vez abrangendo os três subsistemas e separando os fenômenos no universo climático.

O canal climático em que se concentram as pesquisas em clima urbano é o canal do conforto térmico (subsistema termodinâmico), isso porque o subsistema hidromecânico sugerido por Monteiro (1976) possui pouca representatividade nas cidades localizadas em países de clima subtropical, como as cidades gaúchas. Nas cidades de clima tropical e equatorial, por sua vez, essa realidade é bem diferente, pois as chuvas são um atributo de grande destaque nos climas locais, e, são comuns as ocorrências de impactos provocados a partir deste canal que, no entanto, ainda é carente de estudos.

Com o privilégio dos estudos de clima urbano sendo voltados ao subsistema termodinâmico, é comum os estudos estarem mais voltados à identificação de ilhas de calor e de frescor (MENDONÇA, op. cit.). Cabe ressaltar, no entanto, segundo Monteiro (1990a), que a análise da tipologia do sítio, as características geourbanas, como a presença de edificações, áreas verdes, fluxo de veículos e de pessoas, além da função urbana e aspectos culturais e socioeconômicos devem ser considerados nos estudos de qualquer dos três canais do clima apresentados.

Outro importante instrumento de estudo do clima urbano é a análise rítmica proposta por Monteiro (1971), ou seja, anterior às ideias sobre clima urbano do climatologista, no qual o ritmo é definido como a sucessão dos estados atmosféricos de um determinado lugar.

A análise rítmica consiste na montagem de um gráfico de representação simultânea da variação diária dos elementos do clima, acoplando a representação gráfica da sequência de alternância dos diferentes sistemas meteorológicos envolvidos na circulação atmosférica, através da medição em superfície, nas estações meteorológicas. Essa técnica tem complementação efetuada a partir das cartas sinóticas do tempo produzidas pela Marinha do Brasil e as imagens dos satélites meteorológicos.

O caráter geográfico da pesquisa climática em análise rítmica é alcançado a partir da análise dos tipos de tempo e levantamento dos sistemas atmosféricos em

sequência contínua em comparação aos anos considerados padrões da circulação atmosférica nas variações sazonais de um lugar, ou para anos propositalmente selecionados em uma pesquisa climática.

Nota-se que os estudos voltados à perspectiva do Clima Urbano vêm se constituindo com grande relevância no âmbito da climatologia, em especial no Brasil das últimas décadas. Isso já podia ser melhor percebido com os inúmeros trabalhos desenvolvidos que assinalam o papel da cidade sobre o ambiente atmosférico em escala local, dando assim maior profusão à esta linha de pesquisa (CABRAL; JESUS, 1994)

Assim, o entendimento sobre a capacidade que o homem tem em alterar o clima é, sobretudo, percebida nas modificações promovidas na dinâmica dos elementos como a temperatura, a umidade do ar, dentre muitos outros em nível das escalas inferiores do clima, ao passo que em escalas superiores o grau de interferência humana é considerado insignificante.

2.3 Escalas Climáticas

Em qualquer estudo que busca a compreensão do fenômeno climático, é imprescindível que se atribua uma escala de referência, e, neste sentido a mesma deve ser arbitrada segundo critérios que interessam à compreensão de um fenômeno em sua extensão (espaço) e sua duração (tempo).

Desta forma, a definição de uma escala climática dependerá da adequação da abordagem espaço-temporal com o conjunto de técnicas de análise empregadas na pesquisa, bem como da comunicação existente entre seus resultados.

Assim, segundo Ribeiro (1993, p. 288) o clima sendo regido "... por um conjunto integrado de fenômenos que se fundem no tempo e no espaço, revelando uma unidade ou tipo passíveis de serem medidos em seu tamanho (extensão) e em seu ritmo (duração)", considera-se então, que o clima é formado por um conjunto de elementos que possuem não apenas naturezas diversas, mas que convivem ao mesmo tempo no mesmo espaço em permanente troca de energia que são ao mesmo tempo recíprocas e interdependentes.

De posse desse conhecimento, é justificada a necessidade de adoção de um referencial escalar que abranja as possibilidades metodológicas e objetivos da pesquisa climatológica. Ainda segundo Ribeiro (1993, p. 288) "... a cada nível

escalar deve corresponder uma abordagem específica, no sentido da coerência entre extensão e duração do fenômeno climático com as técnicas analíticas, desde a obtenção dos dados [...] até a sua apresentação gráfica e cartográfica”.

Considerando essa perspectiva, o referido autor estrutura as escalas a partir de três níveis interativos. No primeiro nível, o macroclimático, corresponde à interação entre a radiação solar, a curvatura da Terra e os seus movimentos de rotação e translação. Neste nível, observa-se a relação com os aspectos dos climas de amplas áreas da Terra e com os movimentos atmosféricos em larga escala.

O segundo nível, o mesoclimático, abrange a interação entre a energia disponível e as feições do meio terrestre. Assim, os estudos do clima neste nível de estudo correspondem a áreas relativamente pequenas, compreendidas entre 10 e 100 quilômetros quadrados. Por fim, o nível microclimático corresponde à interação entre os sistemas ambientais particulares na modificação dos fluxos de energia, umidade, massa e *momentum* (tempo), considerando neste nível de análise interativa o estudo do clima próximo à superfície ou de áreas muito pequenas.

Para Lombardo (1985), o clima urbano representa um mesoclima, incluído num macroclima e que sofre influência em nível de microclima, na proximidade do solo. Da mesma forma em que se subdivide em microclimas, a cidade deve ser vista como uma parte inserida no espaço regional.

De acordo com Oke (1978) e Sellers; Robinson (1986), o clima urbano está compreendido em três escalas: *urban boundary layer* - corresponde à camada limite urbana, que abrange o fato urbano e a atmosfera alterada por este, compreende fenômenos de mesoescala; *urban canopy layer* - camada de cobertura urbana compreendida entre a atmosfera e o espaço intraurbano e definida por processo de micro-escala; *urban plume* - camada de ar sobre a área rural circunvizinha, resultado da área urbana.

A partir desses níveis de interação o autor estrutura as escalas de abordagem do clima em ordem decrescente segundo o tamanho da área de abrangência, como mostra a Figura 23, elaborada posteriormente por Monteiro (1990b).

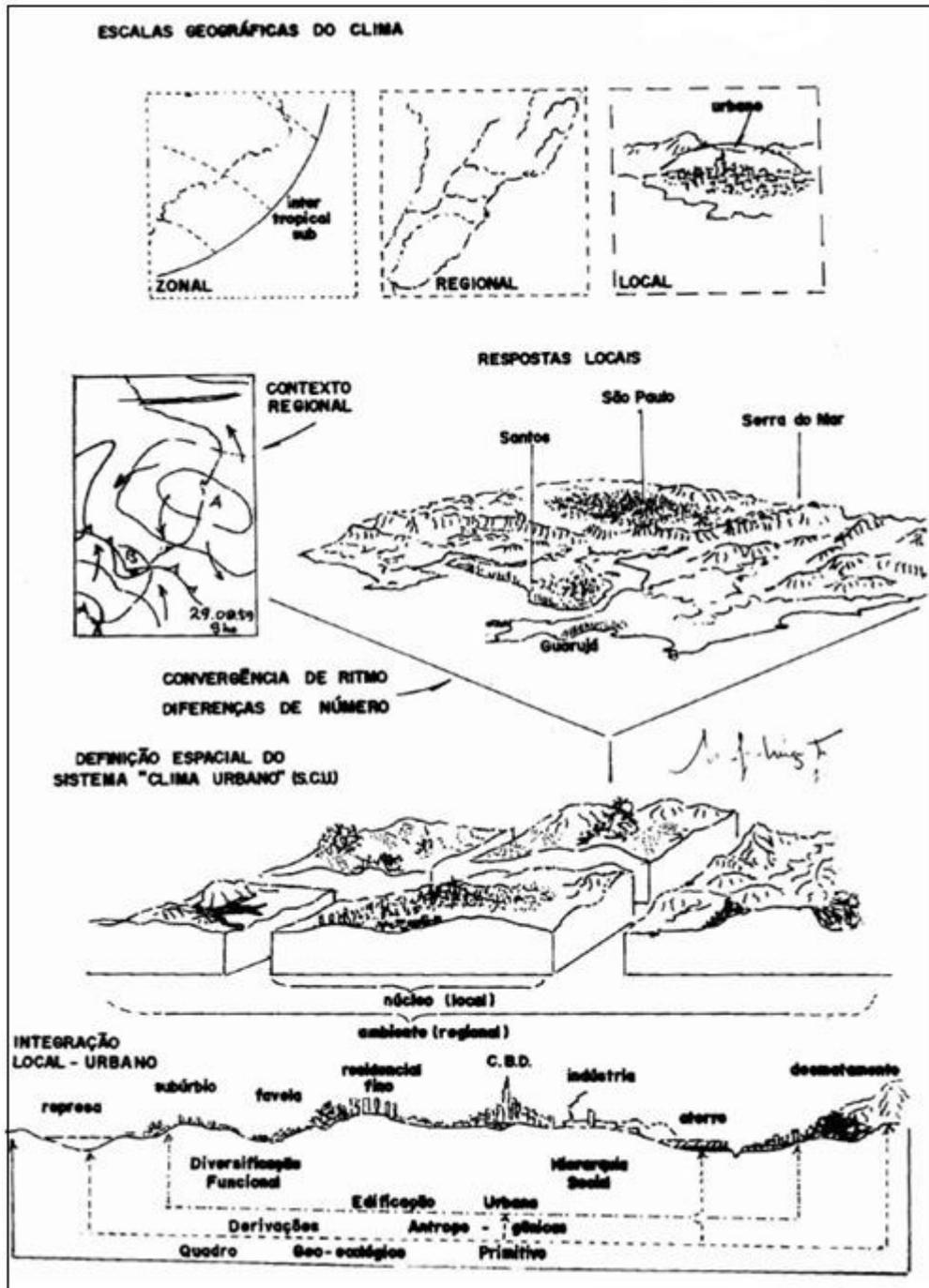


Figura 23 - Escalas Geográficas do Clima.
Fonte: Monteiro (1990b).

Nesta escala o autor define a circulação geral da atmosfera, com destaque à Zona de Convergência dos Alísios (ZCIT), aos cinturões hemisférios de altas pressões nas latitudes médias, às zonas ciclônicas circumpolares, à Oscilação Sul associada ao El Niño e à circulação monçônica. Os fenômenos do clima nessa escala possuem extensão horizontal que varia de 1000 a 5000 km, e na vertical abarcam toda a atmosfera.

O tempo de permanência de um estado climático a ser considerado nessa escala pode durar de uma semana a seis meses (sazonalidade astronômica). No entanto, para compreender o clima nesta escala, é preciso registros obtidos a partir da normal climatológica, considerando um período mínimo de 30 anos de observações, e, a representação cartográfica deve ser feita em nível de atlas planisféricos, sempre no sentido da compreensão da circulação geral da atmosfera e os fenômenos associados (RIBEIRO, 1993).

A definição do clima em escala regional é feita a partir da observação das modificações da circulação geral da atmosfera oriundas de vários fatores em superfície, como a influência da continentalidade exercida pelas superfícies continentais, suas formas e rugosidades, e pela maritimidade exercida pelas porções oceânicas, principalmente em decorrência das correntes marítimas.

Os climas nessa escala apresentam extensão horizontal entre 150 e 2500 Km e verticalmente ocorrem abaixo da Tropopausa. Os estados do tempo duram em média de 1 a 30 dias e a abordagem para a compreensão dos climas regionais apoia-se na análise de cartas sinóticas nas escalas hemisféricas e continentais, além de imagens de satélites meteorológicos com apoio de registros das estações climatológicas de superfície.

O mesoclima ou clima local é definido a partir das significativas variações no interior do clima regional devido à ação de feições fisiográficas ou antrópicas que geram interferências no fluxo energético ou no transporte de massa da circulação regional, criando subsistemas de circulação secundária. São consideradas características fisiográficas responsáveis pela modificação da circulação regional, o relevo, que influencia o fluxo da circulação de superfície e também gera condições para a condensação, provocando, por exemplo, as chuvas orográficas. O relevo também exerce importante papel na distribuição da radiação líquida, na retenção do vapor de água e armazenamento de calor sensível.

A ação antrópica na “criação” de climas locais considera-se a partir da capacidade que tem a sociedade em alterar a cobertura do solo, substituindo a vegetação natural por atividades agrícolas e por edificações bem como alterações na composição da atmosfera, introduzindo gases e matérias particulados contribuindo na retenção de umidade e calor sensível na atmosfera, sendo assim, o clima local está intimamente ligado ao estudo do clima urbano.

Considerando o SCU, Monteiro (1976) define níveis taxonômicos da organização geográfica do clima, a fim de criar uma associação ao nível de organização das unidades espaciais. Assim, através do quadro apresentado (Quadro 01) pode-se estabelecer uma relação na definição dos espaços climáticos em suas diferentes escalas e o poder de criação/alteração do homem nos espaços climáticos.

Ordens de grandeza (Cailleux & Tricart)	Unidades de superfície	Escala Cartográfica de tratamento	Espaços climáticos	Espaços urbanos	Estratégias de abordagem		
					Meios de observação	Fatores de organização	Técnicas de análise
II	(Milhões de Km)	1: 45.000.000 1: 10.000.000	Zonal	-	Satélites Nefanálises	Latitude / Centros de ação atmosférica	Caracterização geral comparativa
II	(Milhões de Km)	1: 5.000.000 1: 2.000.000	Regional	-	Cartas sinóticas Sondagens aerológicas	Sistemas meteorológicos (circulação secundária)	Redes Transectos
IV	(Centenas de Km)	1: 1.000.000 1: 500.000	Sub-regional (fácies)	Megalópole Grande área metropolitana	Rede meteorológica de superfície	Fatores geográficos	Mapeamento Sistemático
V	(Dezenas de Km)	1:250.000 1:100.000	Local	Área metropolitana Metrópole	Posto meteorológico / rede complementar	Integração geológica Ação antrópica	Análise Espacial
VI	(centenas de metros)	1:50.000 1:25.000	Mesoclima	Cidade grande, bairro ou subúrbio de metrópole	Registros móveis / Episódios	Urbanismo	Especiais
-	(Dezenas de metros)	1:10.000 1:5.000	Topoclima	Pequena cidade/ fácies de bairro/subúrbio de cidade	(Detalhe)	Arquitetura	
-	metros	1:2.000	Microclima	Grande edificação/ habitação/ setor de habitação	Bateria de instrumentos Especiais	Habitação	

Quadro 01 – Categorias taxonômicas da organização geográfica do clima e suas articulações com o “Clima Urbano” com destaque para categoria em estudo.

Fonte: Monteiro (1976).

Ainda de acordo com Monteiro (1993, p. 200): o comportamento atmosférico, integrado às demais esferas e processos naturais, “organiza” espaços climáticos a partir das escalas superiores em direção as inferiores; e a ação antrópica em derivar ou “alterar” essa organização ocorre no sentido inverso, ou seja, das escalas inferiores para as superiores. Assim, a ação humana tem a capacidade de alterar o clima nas escalas inferiores: mesoclima, topoclima e microclima (ANDRADE, 2005).

De acordo com Andrade (2005, p. 72), os fenômenos urbanos dentre eles o clima urbano, ocorrem nas escalas do micro ao meso, sendo as escalas micro, as

dimensões típicas da escala local. Em relação, segundo o autor, à escala temporal, nota-se que os fenômenos urbanos tem duração de minutos na escala micro e de horas na escala meso, que pode ser melhor compreendida e sintetizada na figura 24.

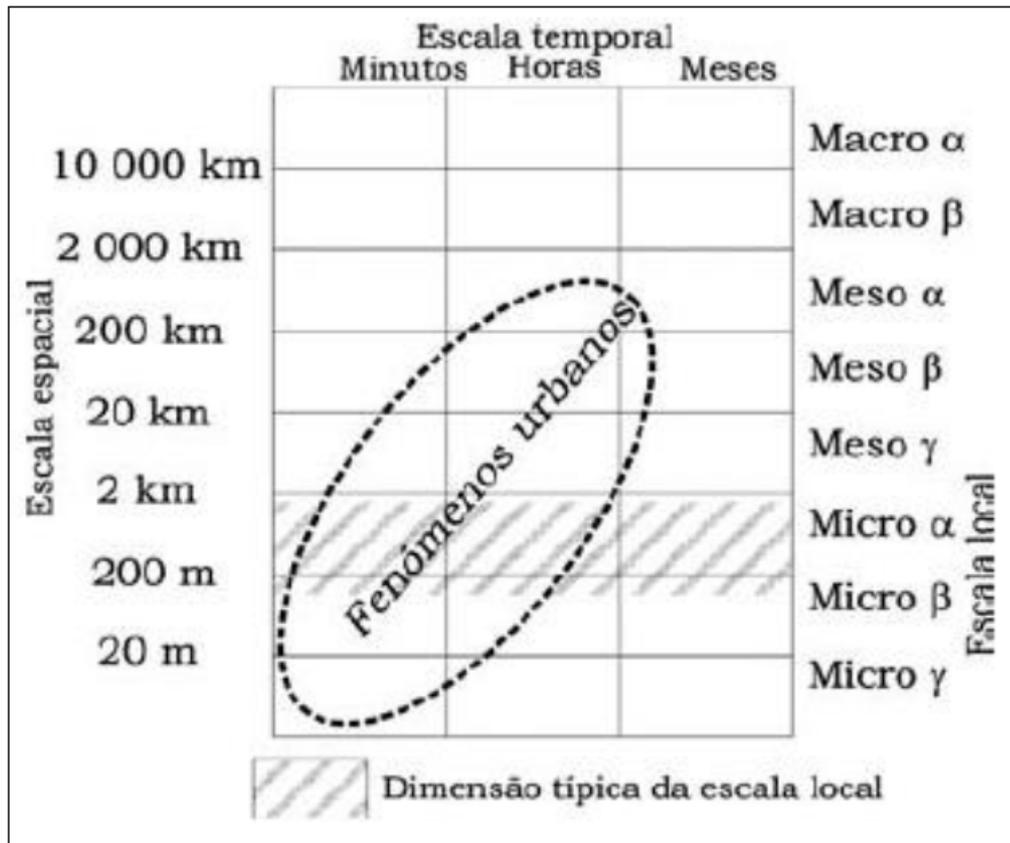


Figura 24 - Dimensões espacial e temporal típicas dos processos atmosféricos e áreas relevantes para os fenômenos urbanos.

Fonte: Orlansky (1975); Wanner; Filliger (1989 *apud* Andrade, 2005, p. 72).

2.4 O Sistema Clima Urbano e o Canal Termodinâmico

O clima urbano constitui-se em importante critério a ser analisado na dinâmica da paisagem das cidades, e neste sentido pode contribuir significativamente nos estudos que envolvem este ambiente, além de ser fundamental ao planejamento das cidades médias, especialmente aquelas em que os elementos climáticos assumem papel importante frente a problemas naturais que acometem a população.

Sendo assim, já há algumas décadas vem sendo realizados inúmeros estudos em grandes cidades de todo o mundo, com resultados que podem auxiliar no planejamento dessas cidades, na tentativa de minimizar os efeitos da urbanização sobre a atmosfera urbana e, assim, oferecer melhor qualidade de vida para sua população.

Considerando que existem espaços urbanizados com diferentes extensões espaciais representados pelas denominações de cidades de pequeno, médio e grande porte, Monteiro (2003) considera o clima urbano como um sistema que abrange o clima de um determinado local e sua urbanização, sem haver preocupação em precisar a partir de que grau de urbanização poderia se definir o clima urbano. Assim, pode-se dizer que qualquer espaço urbano, independente do seu tamanho, apresentará uma alteração do clima local.

Nos últimos anos, tem sido realizados estudos de clima urbano enfocando pequenas e médias cidades, com o intuito de diagnosticar e prevenir os possíveis problemas que essas cidades possam vir a enfrentar no futuro ao se tornarem cidades de porte maior.

Mas existem aquelas que são realmente muito pequenas, com população urbana em torno de 5.000 habitantes, onde o que prevalece, em termos de economia para o município, é o setor agrícola e/ou serviços pequenos. Não apresentam acelerado crescimento urbano que indique, a curto e médio prazo, o surgimento de uma grande cidade, mas que, mesmo assim, possui seu espaço modificado pelo homem, configurando-se em uma área urbana em expansão; portanto, segundo a reflexão anterior, possui um clima urbano.

Segundo Mendonça (2000), essas cidades se configurariam em “microclimas urbanos” pontualizados dentro de climas definidos pela geografia da área circunvizinha a essa pequena cidade. O estudo do clima urbano, ou pelo menos de alguns dos elementos que compõem a atmosfera dessas pequenas cidades, se torna interessante também pelo fato de se poder estabelecer comparações com estudos feitos em cidades maiores a fim de relacionar o grau de influência dos espaços urbanos com diferentes dimensões no clima de cada local.

Seguindo essa linha de pensamento, que um clima urbano se individualiza independente do grau de urbanização, o objetivo dessa pesquisa foi identificar e estudar o subsistema termodinâmico (Figura 25) do sistema clima urbano de Agudo, cidade de pequeno porte segundo critérios de classificação do IBGE.

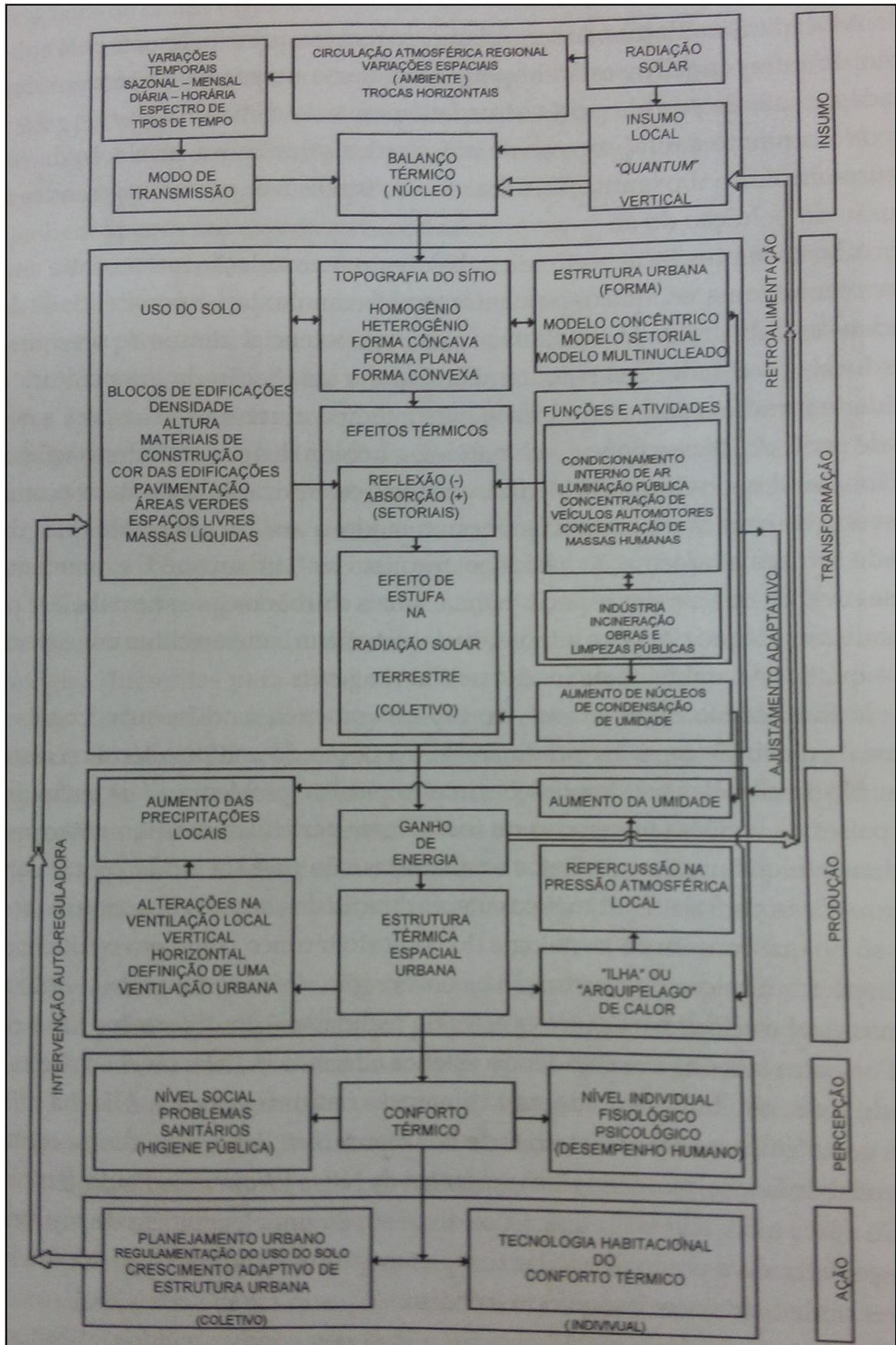


Figura 25 - Sistematização do canal termodinâmico (Sistema Clima Urbano).
Fonte: Monteiro (1976).

Sant'anna neto (1990) considera que o espaço urbano é fragmentado e segregado, e os bairros de média e alta renda apresentam estrutura urbana mais adequada para amortecer as ondas de calor e de frio, em comparação com bairros de mais baixa renda, que causam repercussões negativas, especialmente sobre a qualidade de vida da população.

Dessa forma, para se compreender a repercussão dos fenômenos atmosféricos é preciso considerar a dimensão social, pois o fato de o espaço ser um ambiente construído e apropriado de maneira desigual faz com que os efeitos da variabilidade atmosférica também se apresentem de forma desigual no espaço.

2.5 Aportes teóricos em microclimatologia e sua aplicação em Agudo/RS

A cidade de Agudo possui em seu entorno vários componentes físicos que vão influenciar diretamente sobre o clima de Agudo. O relevo ao Norte que faz parte da Serra Geral irá influenciar a insolação da cidade, na circulação dos ventos, na composição vegetal. As planícies que estão localizados ao Sul irão trazer alterações no clima da cidade, o uso do solo neste local e o deslocamento dos ventos provindos do quadrante Sul vão afetar diretamente na temperatura e umidade sobre a cidade.

Geiger (1961) aponta como causas as características peculiares do clima urbano se encontra nas alterações no balanço térmico e hídrico, estas causadas em primeiro momento pela substituição do solo natural pela pedra, esta que não permite a infiltração da água no solo escoando rapidamente, e pelos edifícios que vão sendo implantados nas cidades ocasionando o aumento da rugosidade da superfície. Acrescendo a estes fatores o calor dos lumes caseiros e pela indústria, e ainda o aumento das poeiras na atmosfera urbana e os gases emitidos pelos automóveis que só aumentam a cada ano.

Durante os dias claros do inverno a poluição sobre as cidades se apresenta de forma mais perceptível, observando de um ponto mais elevado da cidade pode-se notar uma nuvem cinzenta-escura, ou, por vezes, colorida pairando sobre a cidade. Geiger (1961) afirma que esta nuvem altera todo o balanço da radiação na sua área, onde medições realizadas no interior dessa nuvem apontaram três camadas: a primeira sobre o pavimento das ruas, entre as casas, contém poeira levantada pelos veículos e expelidos dos mesmos; a segunda camada a cerca de 20

metros de altura é alimentada pelos gases das chaminés das casas e a terceira entre 50 e 60 metros de altura, corresponde às chaminés das fábricas. A radiação influenciará diretamente na temperatura da cidade, assim como componentes que forma a cidade e o seu entorno. Geiger (1961) chama a atenção para as formas de terrenos esboçados esquematicamente na figura 26.

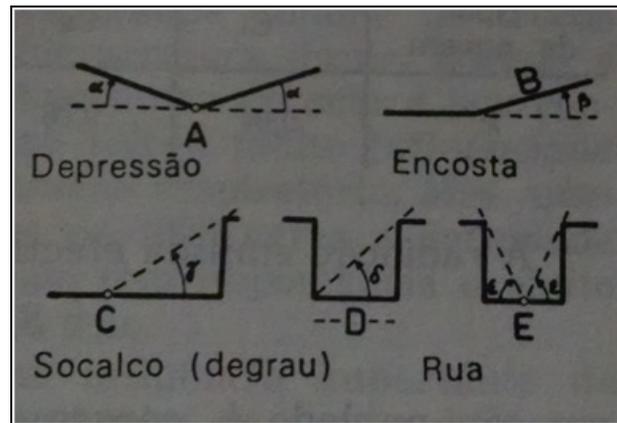


Figura 26 - Radiação emitida por terrenos de formas distintas.
Fonte: Geiger (1961)

O tipo de rua de extensão indefinida ladeada de casas de igual altura é um caso que frequentemente se encontra, não só no planejamento de cidades, mas também no caso de aceiros ou de vales extensos. A linha D da figura apresenta o valor relativo da radiação emitida da superfície horizontal do solo da rua em função do seu ângulo. A radiação emitida não se apresenta de forma homogênea ao longo da rua variando de local para local, sendo que no meio da rua a radiação é naturalmente maior, estes encontrados na linha E para o ângulo de obstrução e medido do meio da rua.

2.5.1 A camada de ar junto a águas pouco profundas e paradas

Ao sul da cidade de Agudo encontram-se planícies de inundação formadas pela presença do rio Jacuí, estas que são usadas para o plantio da cultura do arroz irrigado, onde o rio tem papel fundamental no abastecimento destas áreas. Como os ventos se deslocam do quadrante Sul para norte há uma tendência da umidade gerada nas lavouras de arroz serem carregadas para a cidade. Nesse sentido, Geiger (1961, p. 189) comenta que:

“Se o limite inferior da atmosfera não for o solo mas uma superfície de água, o seu comportamento será determinado pelas características do meio subjacente. A água apresenta uma transmissão de calor por convecção que não se verifica no solo. O comportamento da água e do solo em relação a radiação em onda curta são fundamentalmente diferentes. A evaporação efetiva só em relação ao solo, por falta de alimentação hídrica, pode ser inferior à evaporação potencial determinada pela temperatura da superfície evaporante e pelo estado do ar suprajacente. Da mesma forma a rugosidade muito menor das superfícies aquáticas conduz a um campo de vento completamente diferentes sobre a água em comparação com o da camada de ar sobre o solo e conseqüentemente também a outros valores de difusão.”

No caso das águas paradas que se encontram nas lavouras de arroz nos períodos de plantio, pode-se caracterizar como poças. Geiger (1961) define poças como “acumulações de água permanentes ou temporários em que é possível verificar o aquecimento a partir do solo, mas em que se dá durante o período diurno uma alternância de camadas (profundidade, cerca de 10 a 70 cm).” Estas poças vão apresentar umidade elevada e a sua evaporação juntamente com o deslocamento dos ventos para a cidade, afetando assim na temperatura e umidade da cidade.

2.6 Circulação Atmosférica

Ao se estudar o clima, ou os elementos do clima de um determinado local, há que se considerar as escalas climáticas superiores, ou seja, para realização de qualquer pesquisa, tem que se considerar, por exemplo, na escala local as características climáticas da região central do estado do Rio Grande do Sul, na escala regional, a circulação atmosférica secundária da Região Sul do Brasil e na escala zonal a circulação atmosférica da América do Sul.

Assim, deve-se entender o caráter geral da circulação atmosférica que, segundo Ayoade (2003) entre outros autores anteriores a ele tem como causa básica e fundamental do movimento horizontal ou vertical, é o desequilíbrio na radiação líquida, na umidade e no momentum entre as baixas e as altas latitudes e entre a superfície da Terra e a atmosfera.

Nesse contexto, a Figura 27 apresenta um esquema de entendimento do estudo do clima urbano, mesmo sendo uma escala intermediária no estudo da Climatologia Geográfica, a importância de se conhecer e estudar a dinâmica atmosférica nas escalas superiores e inferiores a esta.

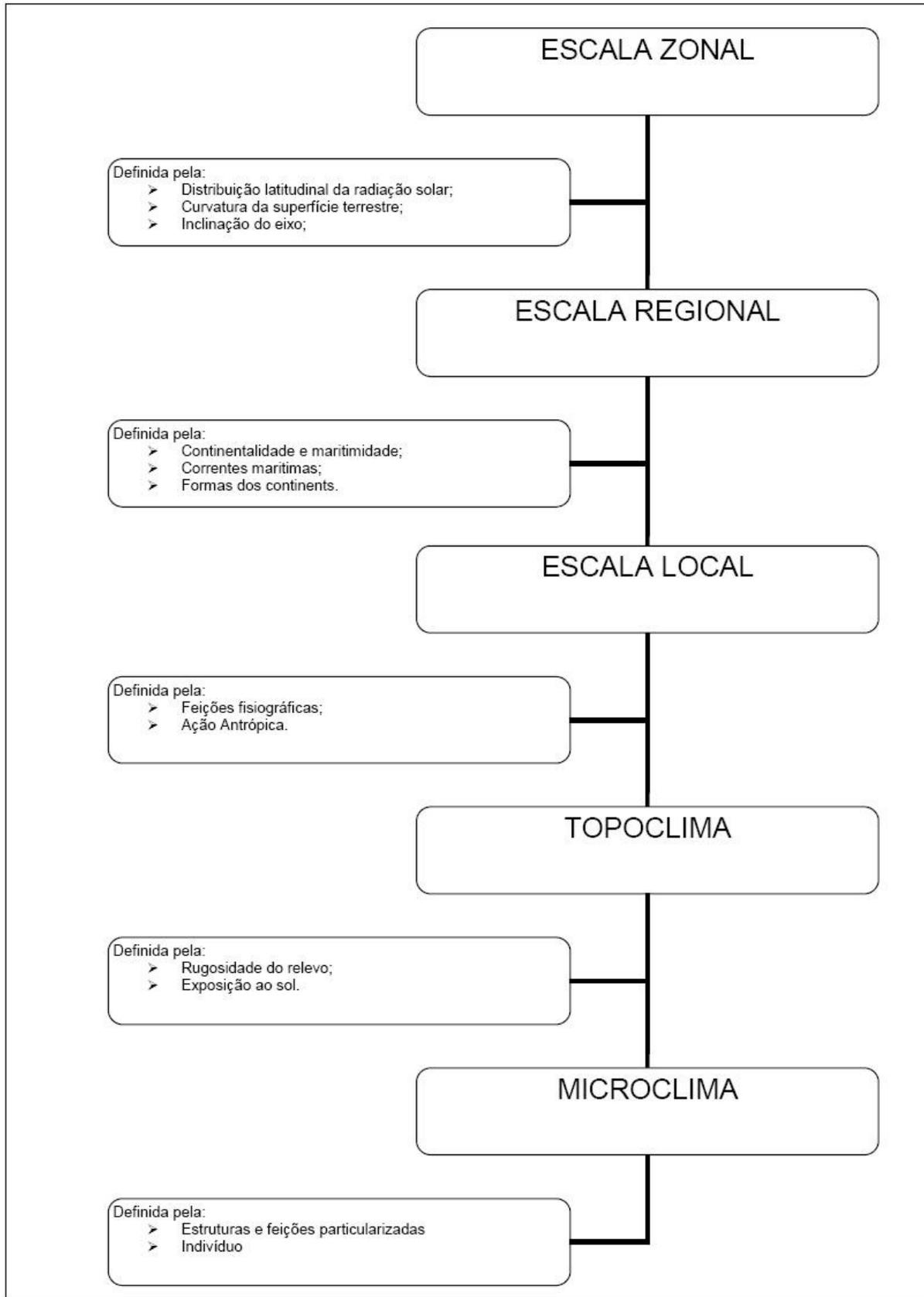


Figura 27 - As escalas climáticas, sua organização e ordem de influência.

Fonte: Ribeiro, 1993. Adaptado de: Rossato, P. S. (2010).

2.7 Caracterização climática do Rio Grande do Sul: Análise estática, dinâmica climática e circulação atmosférica regional

Conforme já salientado no Capítulo 1 desta pesquisa (caracterização geográfica da área de estudo), em termos de classificação climática geral, o Estado do Rio Grande do Sul insere-se no tipo *Cfa* e *Cfb*, proposto por Köppen (1931), sendo:

C – clima temperado chuvoso e quente

f - nenhuma estação seca

a - verão quente e mês mais quente com temperatura média maior do que 22°C e a do mês mais frio superior a 3°C.

b – Temperatura média do ar no mês mais quente é menor que 22°C e a temperatura média do ar nos 4 meses mais quentes é superior a 10°C.

Entretanto, ao se trabalhar com o clima do Rio Grande do Sul com a finalidade de entender sua dinâmica e sua influência no clima urbano de determinada cidade, depara-se com uma infinidade de pesquisas científicas abordando a temática proposta.

Neste âmbito, cabe salientar a existência de, pelo menos, duas grandes linhas teórico-metodológicas no que concernem os estudos em Climatologia Geográfica no Estado: a primeira diz respeito ao estudo estático do clima, salientando as médias e totais registrados a partir da análise dos elementos climáticos. Já a segunda remete-se à dinâmica atmosférica em escala regional e local, ou seja, salientando-se quais os sistemas atmosféricos que compõem o quadro climático sul-rio-grandense e as conseqüentes sucessões de tipos de tempo.

Na primeira perspectiva, buscou-se uma análise sobre a pluviometria e temperatura, tanto nos seus totais, quanto médias mensais e anuais. Na segunda perspectiva, buscou-se a gênese e dinâmica atmosférica para o Estado, buscando observar sua variabilidade têmporo-espacial no Estado.

2.7.1 Climatologia estática

a) Precipitação Pluviométrica

Cabe salientar que a caracterização climática de determinada área pode ser inicialmente feita através da análise da precipitação pluviométrica, pois pode refletir as condições de circulação atmosférica regional, tanto sazonal quanto anual, ficando os demais atributos climáticos conseqüentemente ligados às respostas pluviométricas observadas em determinado período sobre dada região.

Nesta primeira vertente científica, destaca-se o trabalho pioneiro de Araújo (1930, p. 48 - 49), que, ao abordar as regiões mais chuvosas do Rio Grande do Sul, enfatiza que:

“Na distribuição Geográfica das chuvas, tem entretanto, a orografia do Rio Grande do Sul sensível influencia, pois os obstáculos que a caracterizam aumentam, por si mesmo, o movimento ascensional do ar, que é a causa mais eficaz da produção de chuva. Assim, a região em que mais chove no estado é a parte mais alta da Serra do Nordeste, ultrapassando, ali, a altura da chuva anual 2000 mm”.

Para o referido autor, as chuvas no Rio Grande do Sul não possuem uma época específica onde os totais são maiores ou menores, mas destaca um pequeno aumento entre as diferentes estações do ano e os diferentes municípios do Estado, colocando que:

Há dois tipos de chuva, o primeiro é o do oeste, inicia-se em março e termina em junho, e pode ser chamado tipo de chuvas de Outono; e o segundo, é o da parte leste, inicia-se em junho e finaliza em setembro, acentuando-se em agosto e setembro na parte nordeste do estado, e pode ser determinado tipo de chuvas de inverno [Trecho com correção ortográfica e gramatical].

O autor também coloca uma breve classificação para as chuvas do Rio Grande do Sul, chamando-as de normais, escassas ou abundantes. Entretanto, Araújo (op. cit) não faz menção quanto aos valores adotados para caracterizar o total pluviométrico como normal, abaixo ou acima do esperado, mas enfatiza que a região que mais apresenta os índices dentro da classificação abundante é a Serra do Nordeste.

Além de Araújo (1930), Machado (1950) também estuda o clima do Rio Grande do Sul sob a perspectiva empírica, e chega a resultados muito semelhantes aos do primeiro autor. Dos totais anuais registrados no Estado, 27% das chuvas correspondem ao regime de primavera, de 28% a 31% aos de outono, 28% aos de inverno e o restante ao regime de verão (Machado, op. cit, p. 24).

Dessa forma, para Machado (op. cit.) não há uma estação definida para as chuvas no Estado, precipitando praticamente os mesmos valores ao longo do ano. No entanto, o autor faz rápida menção aos totais pluviométricos mais elevados na Serra do Nordeste, onde se constata a influência do relevo sobre os totais de chuvas nas diferentes regiões do Estado, resultados estes que vão ao encontro dos considerados por Araújo (op. cit.).

Ainda nessa linha de pesquisa destaca-se o trabalho de Moreno (1961, p. 19), que também explana a regularidade anual das chuvas no Rio Grande do Sul, não havendo, portanto, chuvas periódicas ou sazonais, especialmente por quê:

“Um clima para se classificar como de chuvas de inverno, precisa apresentar: chuva periódica, e no mês mais chuvoso, de inverno, as precipitações devem ser 3 vezes, ou mais, de maior altura que no mês mais seco”.

Para chegar a essa conclusão, o autor baseou-se na classificação climática de Köppen, na qual o Rio Grande do Sul pode ser classificado como **Cfa** e **Cfb**, que significam úmidos em todas as estações, com verão quente e moderadamente quente, respectivamente.

Com Moreno (op. cit, p. 21), é que começa a ser abordada a caracterização dinâmica do clima do Rio Grande do Sul no que concerne a gênese das precipitações aliado aos fatores estáticos e geográficos, como a influência do relevo sobre os totais pluviométricos do Estado. Para o autor:

“O regime pluviométrico do Estado além de sua formação pelos deslocamentos dos anticiclones de inverno e as da frente tropical, é acentuado pela orografia. Onde esta aparece, as chuvas se precipitam em maiores volumes. O relevo obriga a elevação das massas, as quais se resfriam, condensam-se, ocasionando as chuvas”.

Vê-se, portanto, que o autor faz rápida menção à circulação atmosférica responsável pelas chuvas no Rio Grande do Sul. Entretanto, hoje se sabe que algumas nomenclaturas estão incorretas quanto à zona de origem, como quando o

autor explana o termo “frente tropical”, quando se sabe que sua gênese está ligada à zona frontogênica do globo, em latitudes subpolares (50° a 70°), tanto no Hemisfério Sul quanto no Norte.

Para melhor ilustrar as colocações dos autores anteriormente analisados, a Figura 28 apresenta a distribuição espacial da pluviometria e da temperatura no território sul-rio-grandense anualmente, bem como a altimetria, a fim de visualizar melhor a distribuição temporo-espacial da precipitação e a influência do relevo como controle deste atributo climático no Rio Grande do Sul, e a localização aproximada de Agudo (em vermelho).

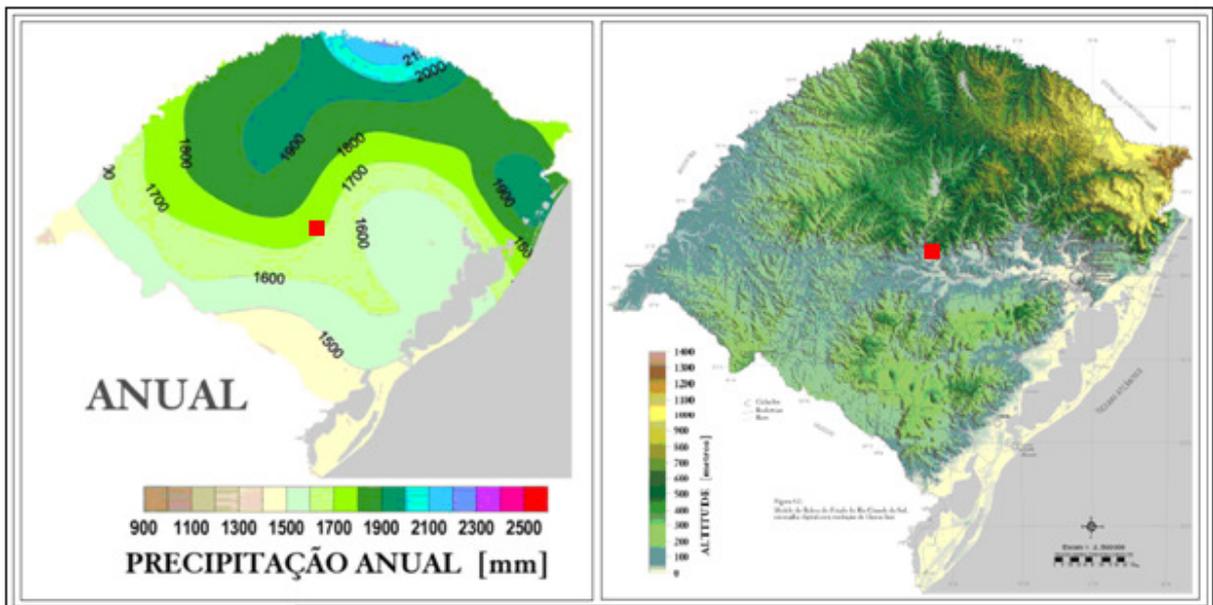


Figura 28 – Distribuição espacial anual da precipitação e altimetria no Estado do Rio Grande do Sul, com destaque para a localização de Agudo (em vermelho).

Fonte: Atlas Socioeconômico do Rio Grande do Sul / SEMA, 2006.

Adapt. e Org.: Kegler, J. J. (2015).

Como Agudo, e seus municípios vizinhos não possuem estação meteorológica oficial ligada ao Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), a estação oficial mais próxima da área de estudo está localizada no Campus da Universidade Federal de Santa Maria, em Santa Maria/RS, distante cerca de 50 km em linha reta na direção oeste. Conforme Sartori (2003), pela posição central de Santa Maria no estado do Rio Grande do Sul, esta cidade pode servir de indicador climático para o que ocorre em seu entorno, levando-se em consideração os fatores

geográficos e os fluxos atmosféricos nas localidades as quais necessitam ser estudadas, mas não possuem fonte de dados oficial.

Para melhor caracterizar a precipitação na área de estudo, que conforme a bibliografia aponta para uma regularidade mensal e sazonal, a Figura 29 apresenta a Normal Climatológica (1961-1990) de precipitação para a estação da UFSM/INMET, representativa para a área de estudo.

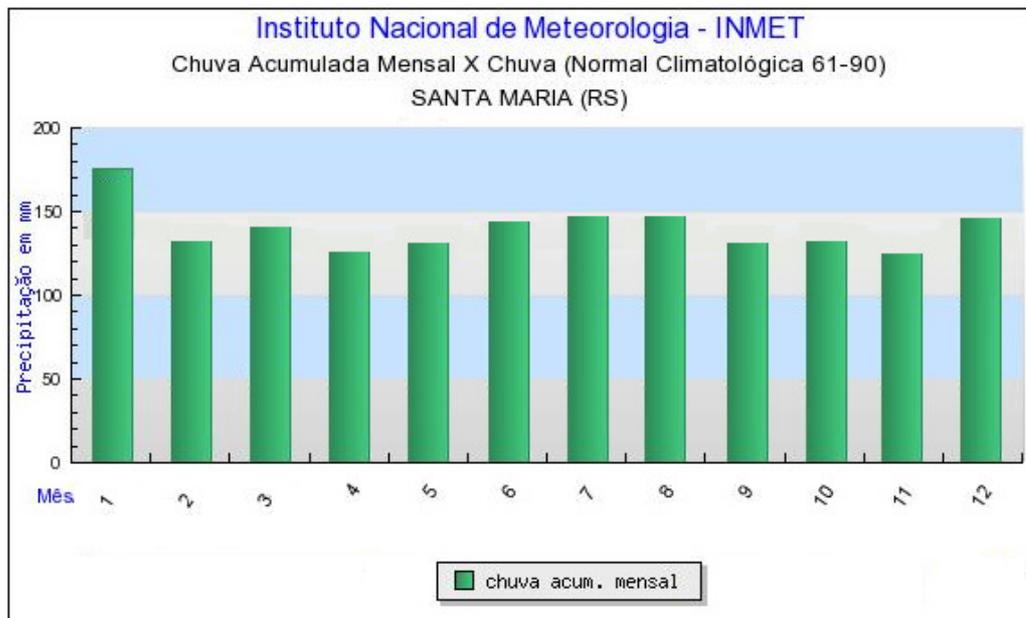


Figura 29 – Normal Climatológica (1961-1990) de Precipitação pluviométrica (total mensal) para Santa Maria/RS, cidade representativa de Agudo.
Fonte: INMET (2015) - Adapt. e Org.: Kegler, J. J. (2015).

b) Temperatura do Ar

No que se referem às temperaturas, Araújo (op. cit) enfatiza em suas pesquisas as amplitudes térmicas anuais, principalmente comparando as médias de janeiro e julho (meses representativos de verão e inverno, respectivamente) e ainda, classificando o Estado em oito regiões térmicas. Para o autor:

“No Rio Grande do Sul, as variações de altitude, a continentalidade e a vizinhança de grandes massas d’água, são os fatores físicos que produzem modificações mais sensíveis na temperatura. Assim, as isotermas do Estado, em vez de ocorrerem ao longo dos paralelos, formam, por efeito das altitudes, dois centros de valores mínimos ao redor dos pontos mais elevados das Serras do Nordeste e do Sudeste; e, seguindo as linhas de igual altura, vão aumentando de valor, até atingir o seu máximo, por efeito de

continentalidade, no Baixo Valle do Uruguai e no Oeste da Depressão Central, e não alcançam senão um valor médio anual relativamente baixo, por influência da vizinhança de grandes massas d'água no Litoral [Trecho com correção ortográfica e gramatical].

Para melhor caracterizar a temperatura no Rio Grande do Sul e a classificação do Estado em oito regiões feitas por Araújo (op. cit.), a Tabela 02 mostra de forma sucinta os valores médios de temperatura para janeiro e julho, bem como a amplitude registrada, com destaque para a Depressão Central, região climática na qual se localiza o município de Agudo.

Tabela 02 - Valores médios de temperatura (°C) para janeiro e julho, e amplitude anual registrada nas oito regiões térmicas do Rio Grande do Sul.

Regiões	Janeiro	Julho	Amplitude Anual
Campanha	24,4	12,1	12,3
S. do Sudeste	21,6	11,3	10,3
Litoral	22,5	12,0	10,5
Depres. Central	24,6	13,3	11,3
V. do Uruguai	25,9	13,8	12,1
Missões	23,2	14,1	10,1
Planalto	21,9	12,1	9,5
Serra do NE	20,6	11,1	9,5
Média Estado	23,2	12,4	10,8

Fonte: ARAÚJO, L. C. (1930).

Org.: Kegler, J. J. (2016).

Em relação às temperaturas, as conclusões de Machado (op. cit.) assemelham-se muito às de Araújo (op. cit.), bem como se utiliza da classificação do primeiro autor quanto à regionalização da temperatura no Rio Grande do Sul em oito regiões. Em análise sazonal, a respeito do verão, Machado (1950) coloca que a estação possui médias de 25°C, semelhantes a do mês de janeiro, considerado pelo autor, como o mês mais quente da estação e, conseqüentemente, do ano. Ainda para o verão, o autor aborda que o mês mais quente e menos quente são, respectivamente, fevereiro e dezembro.

Entretanto, Machado (op. cit.) vai além, ressaltando a ocorrência de ondas de frio e ondas de calor no Estado. Para o autor, onda de frio pode ser conceituada como um fenômeno meteorológico que possui como principal característica uma

forte queda de temperatura, em geral podendo alcançar valores negativos, dentro de certo período, em média de 3 a 9 dias, podendo ocorrer em geral de maio a setembro, especialmente no Planalto e Serra do Sudeste, que são as áreas com maiores altitudes do Estado. No que diz respeito às ondas de calor, elas podem ocorrer de dezembro à março, e são caracterizadas pelas temperaturas máximas ultrapassarem os 33°C e as temperaturas mínimas ficarem acima de 19°C, por 3 ou 4 dias (MACHADO, op. cit., p. 17).

Moreno (1961, p. 16), coloca que "... a variação da temperatura no Rio Grande do Sul está na dependência da movimentação das massas de ar, das diferentes altitudes, da maritimidade e da continentalidade". Como o autor baseou-se na classificação climática de Köppen, no que concernem as temperaturas, Moreno (op. cit.) também conclui a existência de climas tipo Cfa e Cfb no Rio grande do Sul. Novamente Moreno (1961), mas pioneiramente Araújo (1930, p. 27) coloca que "Em geral, os dias de mais alta temperatura do ano ocorrem entre 15 de dezembro e fins de janeiro. Há, entretanto, casos em que se tem verificado temperaturas máximas absolutas em novembro..., em fevereiro... e mesmo em março...".

Para melhor caracterizar variação mensal da temperatura média do ar na região área de estudo, a Figura 30 apresenta a Normal Climatológica (1961-1990) a estação da UFSM/INMET, representativa para a área de estudo.

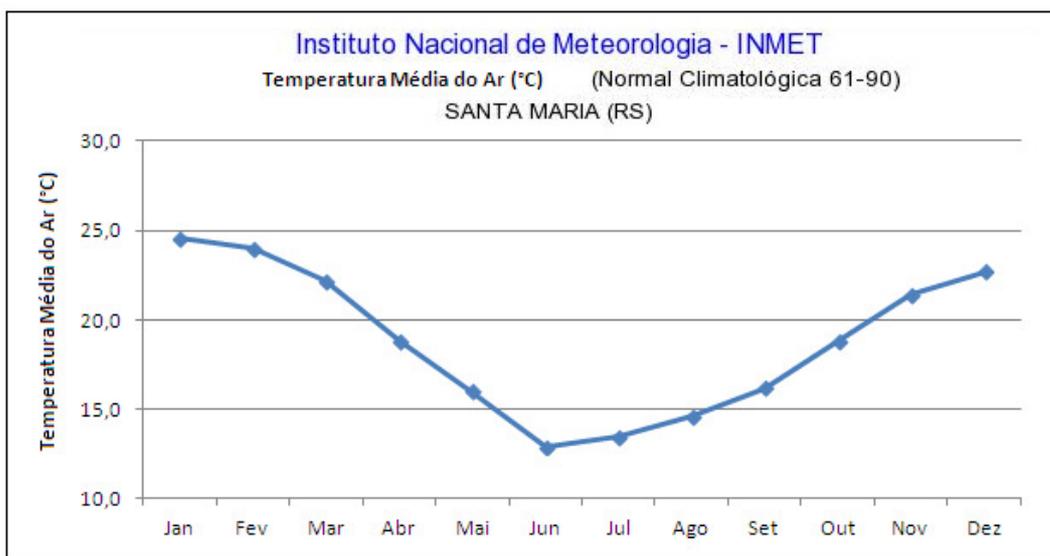


Figura 30 – Normal Climatológica (1961-1990) de temperatura média do ar mensal.
 Fonte: INMET (2015) - Adapt. e Org.: Kegler, J. J. (2015).

2.7.2 Climatologia Dinâmica

a) Centros de Ação e Participação de Sistemas Atmosféricos

Sobre os Centros de Ação que dominam sobre o Território Sul-Rio-grandense, o Anticiclone Migratório Polar (AMP), que se origina por acúmulo de ar frio em latitudes subpolares (60° S) sobre o Oceano Pacífico, possui ar frio e estável, e migra constantemente para o continente, tornando-se o “... principal responsável pela formação dos tipos de tempo da Região Sul, em virtude da atuação de Massas Polares e da ação das Frentes Frias” (MONTEIRO, 1963, p. 122).

Além do AMP, outros centros de ação e suas respectivas massas de ar que dominam sobre o Estado, principalmente a Baixa do Chaco e o Anticiclone Tropical Atlântico, que podem ser visualizados nas Figuras 31 e 32.

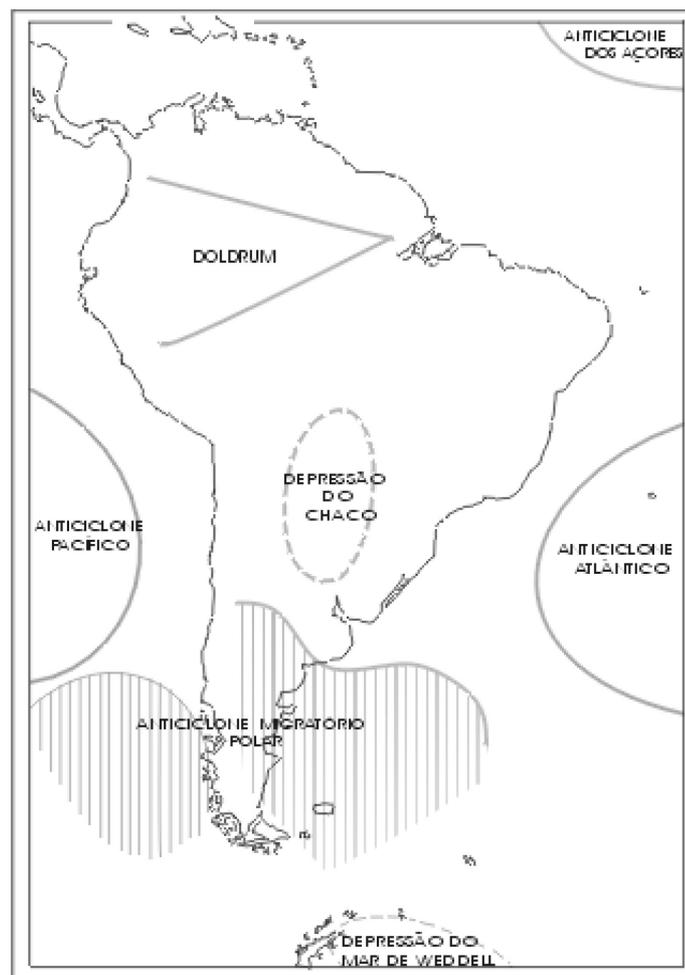


Figura 31 – Centros de Ação da América do Sul.
Fonte: MONTEIRO (1963).

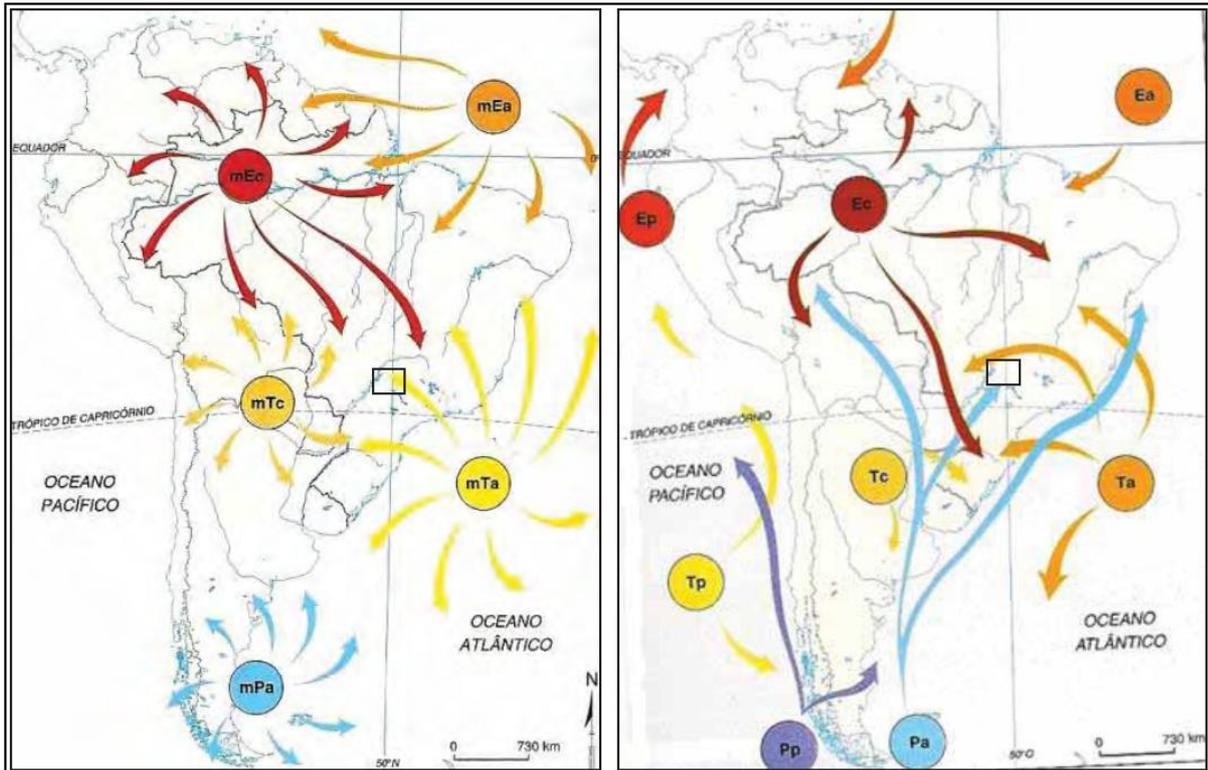


Figura 32 – Massas de ar dominantes na América do Sul nos meses de janeiro (esquerda) e julho (direita), apresentando a intensificação dos fluxos polares atlântico e pacífico para este último mês.

Fonte: Panorama Geográfico do Brasil, 2004. / Adapt. e Org.: Kegler, J. J. (2015).

Em Sartori (2003, p. 29-30), que investigou de maneira mais profunda a dinâmica dos Centros de Ação no Estado de forma sazonal, a autora coloca que a participação dos sistemas atmosféricos extratropicais na sucessão do tempo (circulação secundária regional) são mais presentes, mesmo durante o verão, colocando que:

“No verão (22 de dezembro a 20 de março), compreendendo 89 dias, a participação maior é da MPV que, em média, domina em mais de 45% dos dias da estação. A FPA aparece em segundo lugar no número de dias sob seu domínio... totalizando mais de 20% dos dias de verão, embora em sua passagem nem sempre se registrem precipitações. A MPA típica tem participação em cerca de 19% dos dias... Entre os Sistemas Intertropicais, a MTA, incluindo sua interiorização (MTAc), e a MTC são as que têm maior participação na circulação atmosférica regional, dominando em cerca de 5% dos dias cada uma... Além das massas de ar de origem tropical, há atuação das Instabilidades Tropicais ou de Noroeste e de Calhas Induzidas em cerca de 7% e 5% dos dias, respectivamente, associadas às fases pré-frontais e independentes da massa de ar dominante”.

Para o inverno, a autora abordou que:

“Nos 93 dias de inverno (21 de junho a 21 de setembro), acentua-se a atuação da MPA típica, que predomina em mais de 60% da participação geral dos Sistemas Atmosféricos, evidentemente vinculada à intensificação ainda maior do APA, devido ao resfriamento hibernal que atinge as latitudes médias e altas do Hemisfério Sul. Com a diminuição geral das temperaturas, as altas pressões de origem polar tornam-se mais intensas, fazendo com que a permanência da MPA seja de até oito (8) dias consecutivos, muitas vezes não chegando a tropicalizar-se com a aproximação de nova FPA, como ocorre nas demais estações do ano. A redução no processo de tropicalização do ar polar faz com que a MPV diminua sua frequência em relação ao verão e outono, passando a dominar em cerca de 11% do total de dias do inverno, pois restringe-se, no máximo, a dois (2) dias consecutivos, a cada domínio da massa polar e sempre nas fases pré-frontais. A participação de FPA é maior no inverno, permanecendo sobre o estado em mais de 22% dos dias, com aumento dos casos de frentes estacionárias e de ciclogêneses (formação de ciclones frontais), situações atmosféricas responsáveis pelos grandes índices pluviométricos que podem ocorrer no inverno. O aumento de perturbações no eixo frontal deve-se, em parte, ao deslocamento do ATA mais para o continente nessa época do ano, opondo-se ao APA e, conseqüentemente, dificultando o avanço normal da FPA” (SARTORI, 2003, p. 30-31).

b) Centros de Ação, Circulação Atmosférica Regional e Participação de Sistemas Atmosféricos e a Gênese dos Principais Atributos do Clima

Adentrando na caracterização climática sob o ponto de vista dinâmico da atmosfera, o primeiro autor a abordar essa linha teórico-metodológica para a Região Sul é Monteiro (1963, p. 152), que coloca:

“Assim, dentro deste ponto de vista, pode-se fazer a seguinte distinção. Em cerca das três das quartas partes mais meridionais da região, as chuvas se distribuem pelo correr do ano de modo a não haver período seco... É a característica pluvial da região. Em quase todas as localidades selecionadas não há mês de pluviosidade inferior à 60mm, há não ser em alguns poucos casos excepcionais. Dentro da circulação atmosférica regional, este resultado é logicamente compreendido: atuação de massas úmidas, mecanismos frontais, efeito orográfico, etc”.

Neste sentido, o autor também enfoca o efeito do relevo da Região Sul como um dos intensificadores da pluviometria, ao afirmar que:

“Como se sabe, a pluviosidade, em que pesem as correntes gerais da atmosfera, desencadeadores dos tipos de tempo, estão sujeitas a importantes variações segundo os fatores locais. Considerando esse fato percebe-se... as influências que as linhas gerais do relevo oferecem as correntes de descontinuidades fomentadoras da pluviosidade. Mas o que é de maior interesse geográfico é a distribuição das chuvas no decorrer do ano”.

Entretanto, na análise sazonal da pluviometria, para Monteiro (1963, p. 154) ocorre um aumento dos totais de chuva no outono, fruto das “frentes indecisas”, cujo

“... eixo principal da FPA oscila mais frequentemente entre o Rio da Prata e o Rio Grande, deixando ali, boa parte de suas precipitações”. Ainda, o autor constatou e diferenciou o deslocamento e a passagem da Frente Polar Atlântica durante o inverno e o verão, o que pode ser melhor visualizado através da Figura 33.

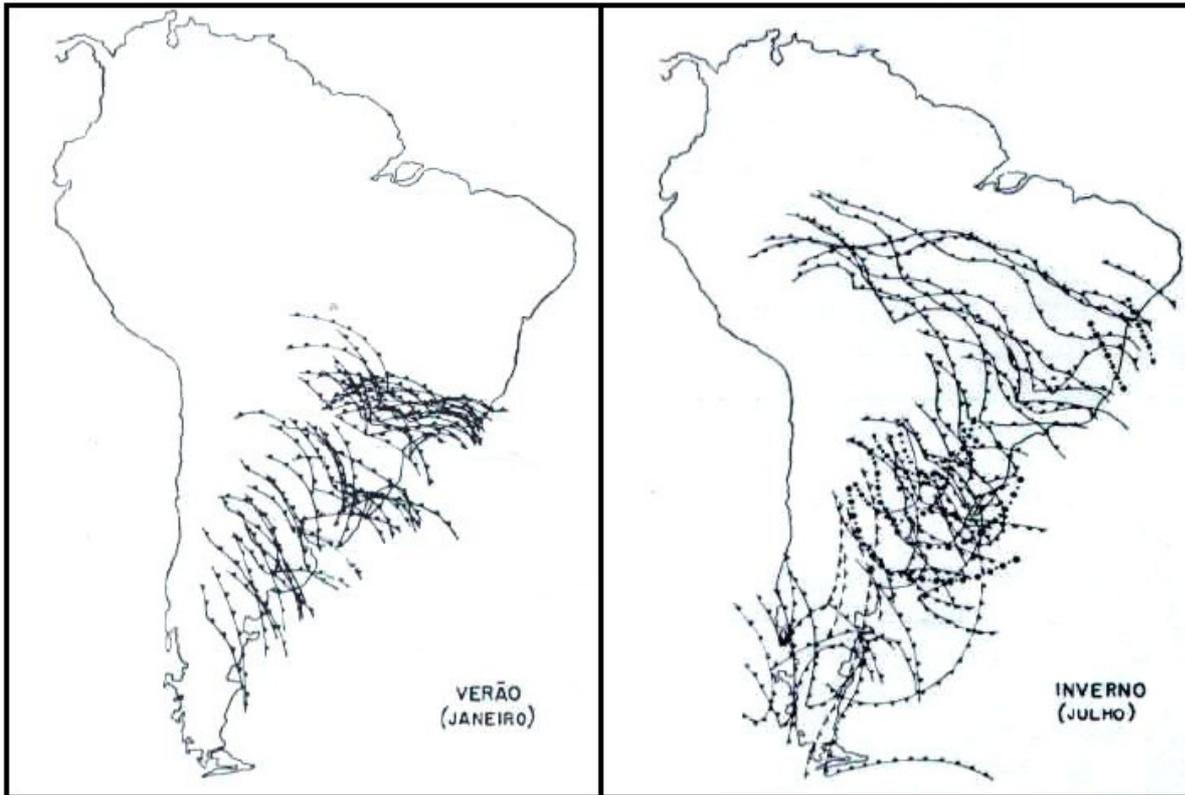


Figura 33 - Posição da Frente Polar durante o inverno e o verão na América do Sul.
Fonte: MONTEIRO, 1963.

Neste resultado, portanto, pode-se inferir que as chuvas no outono podem ocorrer na passagem desta estação com o inverno, e principalmente neste, quando há uma intensificação dos sistemas polares e tropicais, intensificando os processos frontogênicos e as precipitações frontais (MONTEIRO, op. cit; SARTORI, 1993a, 2003a).

Para Monteiro (1963), durante o outono as Frentes Polares (FPA), começam a tornar-se mais fortes devido ao resfriamento do Hemisfério Sul, intensificando a formação das massas de ar do referido hemisfério, e que tem participação no Brasil, em especial no Rio Grande do Sul, como a Massa Polar Atlântica (MPA) e a Massa Tropical Atlântica (MTA), gerando Frentes Quentes (FQ) e intensas ciclogêneses.

Para a primavera, Sartori (2003; p. 71) coloca que “... os fluxos de origem intertropical tendem a aumentar seu valor de frequência na região pelo enfraquecimento da intensidade dos fluxos polares, motivado pela redução dos gradientes térmicos latitudinais e pelo aquecimento do Hemisfério”.

De uma maneira geral, a Figura 34 apresenta a participação dos sistemas de correntes perturbadas atuantes no Sul do Brasil, na qual se observa o predomínio das Correntes Perturbadas de Sul (Frentes Polares) na gênese das chuvas.

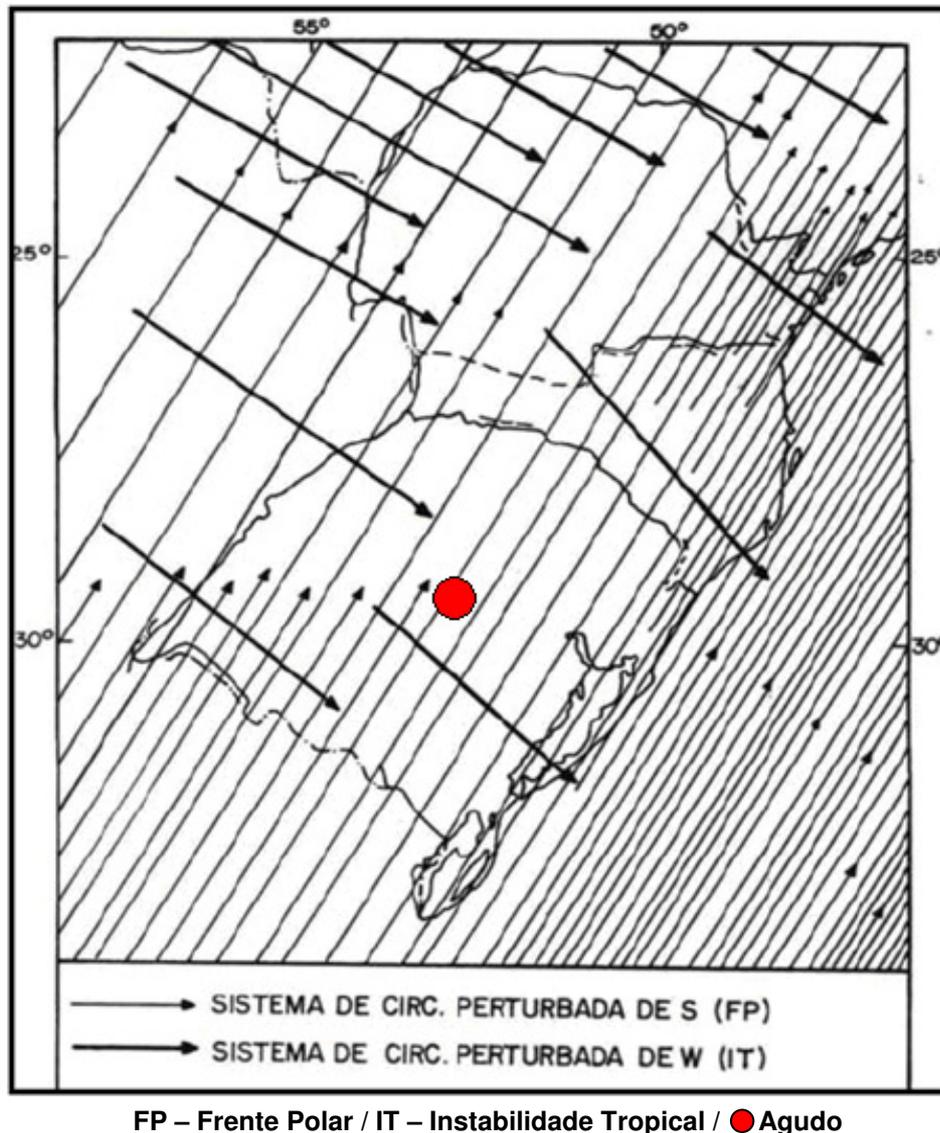


Figura 34 - Sistema de Circulação Atmosférica Perturbada atuante no Sul do Brasil.
Fonte: NIMER, 1979.

As chuvas frontais, segundo Sartori (2003), representam cerca de 90 a 92% das correntes perturbadas que causam precipitação sobre o território sul-rio-

grandense, ficando apenas 8 - 10% da precipitação sob influência de passagens de instabilidades tropicais.

No entanto, no que concerne a dinâmica atmosférica em relação ao deslocamento da Frente Polar Atlântica (FPA), a autora ressalta que esse tipo de sistema atmosférico apresenta ciclogêneses e oclusões muito mais frequentes no inverno, bem como as frentes estacionárias.

Desse modo, pode-se estabelecer que os totais pluviométricos podem elevar-se um pouco acima do normal, especialmente no inverno, em função de modificações ocorridas no eixo principal da FPA, fruto de uma circulação peculiar da atmosfera durante o inverno sul-rio-grandense.

c) Da Gênese dos Tipos de Tempo

Diversos tipos de passagens frontais originam tipos de tempo no estado do Rio Grande do Sul exposto por, Sartori (2003) às Correntes Perturbadas de Sul (Frentes Polares). Nesse sentido, podem ser 6 (seis) os tipos de tempo frontais relacionados a gênese da pluviometria no Rio Grande do Sul:

Tempo Frontal de Sudoeste de Fraca Atuação – É resultado da formação de uma fraca frontogênese sobre o Rio Grande do Sul. Ainda, define-se pela passagem rápida da frente (menos de 1 dia).

Tempo Frontal de Sudoeste de Atuação Moderada - Provocado pela passagem habitual da Frente Polar Atlântica (FPA), sem permanecer sobre o território Sul-rio-grandense, originando densa nebulosidade e chuvas de volume razoável, algumas vezes superiores a 50 mm, com relâmpagos, raios e trovoadas:

Tempo Frontal Estacionário – Quando, por pelo menos três dias, o eixo frontal permanece sobre o Estado, provocado pelo fraco fluxo polar ou bloqueio da circulação atmosférica regional pela influência do Anticiclone Tropical do Atlântico, que pode ocorrer, por exemplo, quando há a atuação do fenômeno El Niño, originando um tempo muito úmido, com chuvas de intensidade variada, e pequena amplitude térmica diária.

Tempo Frontal de Nordeste – Está relacionado à participação de uma Frente Quente, que é resultado do recuo da Frente Fria para o Rio Grande do Sul depois de

já estar em latitudes mais baixas, como os Estados de Santa Catarina e Paraná. Podem ocorrer chuvas fortes.

Tempo Frontal Ciclonal de Atuação Direta – Atua sobre o Rio Grande do Sul a FPA, com formação definida de ciclone frontal, localizado sobre o Estado, resultando em céu totalmente encoberto, com chuvas fortes, muitas vezes superiores a 50 mm.

Tempo Frontal Ciclonal de Atuação Indireta – Ocorre em situações quando o ciclone frontal está posicionado no Oceano Atlântico, na latitude do Rio Grande do Sul e Uruguai, com apenas o ramo continental da Frente, ou o vórtice, afetando o Estado. Na análise da dinâmica atmosférica, Sartori (1993) definiu a sucessão do tempo através de fases evolutivas, sendo sensivelmente observada a participação da Frente Polar Atlântica (FPA) nos seus diversos tipos de sucessão e domínio. Neste caso, deu-se a sucessão de tempo em 4 fases:

Fase Pré-frontal - Essa fase, com duração de 1 a 3 dias, pode ser caracterizada pelo aquecimento registrado antes da chegada da frente fria, com tipo de tempo muito bem definido: pressão atmosférica em declínio, e ventos do quadrante norte (N ou NW).

Fase Frontal – Fase na qual ocorre a passagem da FPA sobre o Rio Grande do Sul, impondo-lhe um tipo de tempo característico. Os ventos são variáveis (direção e velocidade), a pressão atmosférica registrada é a mínima dentre as fases que se registram, o céu apresenta-se encoberto e precipitações de maior ou menor intensidade, que podem às vezes não ocorrer.

Domínio Polar – Nesta fase as condições de tempo são impostas pelo domínio da Massa Polar Atlântica (MPA) no Rio Grande do Sul, resultando em grande declínio das temperaturas máximas e mínimas, podendo favorecer, dependendo da força desse sistema extratropical e da estação do ano, a ocorrência de geadas, orvalho, nevoeiro e até mesmo neve nas regiões mais elevadas do Planalto da Bacia do Paraná (Nordeste do Estado).

Fase Transicional - É 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. Entretanto, especialmente para invernos peculiares, Sartori (1993c, p. 92) definiu a sucessão do tempo através de fases evolutivas, e colocou que um:

“Segundo exemplo mostra uma variação significativa dos tipos de tempo, resultantes da alternância de domínio do espaço sul-rio-grandense pelos sistemas atmosféricos extratropicais e intertropicais... a frequência desse segundo tipo de sucessão não é tão rara no inverno sul-rio-grandense, provocando longos períodos de chuvas com altos índices pluviométricos”.

O segundo exemplo ao qual a autora se refere diz respeito a um ciclo de evolução do tempo no Rio Grande do Sul no qual é sensivelmente observada a participação da Frente Polar Atlântica (FPA) nos seus diversos tipos de sucessão e domínio. Neste caso, deu-se a sucessão de tempo em seis fases:

- Fase pré-frontal;
- Fase frontal para pós-frontal;
- Fase frontal de Nordeste para pré-frontal;
- Fase frontal estacionária ou semi-estacionária;
- Domínio polar;
- Fase transicional;

Além da análise de tipos de tempo associados às correntes perturbadas, a autora apresenta tipos de tempo relacionados ao domínio de sistemas atmosféricos polares e tropicais. São eles (Sartori, 2003, p. 32.34):

Tempo Anticiclona Polar Típico – Caracteriza-se por altas pressões motivadas pelo estabelecimento do centro do Anticiclone Polar Atlântico (APA), formador da Massa Polar Atlântica, sobre o Rio Grande do Sul.

Tempo Anticiclônico Polar Marítimo – Está relacionado ao domínio da MPA 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).

Tempo Anticiclônico Polar Continental – Está associado à Massa Polar Atlântica com trajetória continental, ocorrendo principalmente no inverno, quando ocorre o reforço do abastecimento do ar polar motivado pela Massa Polar Pacífica

(MPP) ao extravasar a Cordilheira dos Andes em maiores latitudes, onde a cordilheira possui menores altitudes.

Tempo Anticiclônico Polar Pós-Frontal – Tipo de tempo comum no outono-inverno sul-rio-grandense, ocorrendo logo após a passagem da FPA, que ainda encontra-se sobre o Norte do Rio Grande do Sul e parte de Santa Catarina, com o centro da MPA no oceano, na latitude da Argentina, mas próximo ao continente. Ocorrem nevoeiros classificados pela autora de “nevoeiro polar pós-frontal”.

Tempo Anticiclônico Polar em Tropicalização – Ocorre quando há o domínio da MPV, registrando aumento das temperaturas máximas ($> 25^{\circ}\text{C}$) e mínimas ($> 15^{\circ}\text{C}$), podendo as máximas absolutas atingir valores superiores a 30°C , bem como registro de grande amplitude térmica.

Tempo Anticiclônico Polar Aquecido – Semelhante ao Tempo Anticiclônico Polar Típico, pois o Anticiclone Polar localiza-se sobre o Estado, mas encontra-se aquecido. Maior comum em situações primaveris e vernais, quando ocorre enfraquecimento dos sistemas de origem polar.

Tempo Anticiclônico Tropical Marítimo – Tipo de tempo semelhante ao do Tempo Anticiclônico Polar em Tropicalização, mas relacionado ao domínio da Massa Tropical Atlântica (MTA) sobre o Rio Grande do Sul, favorecendo tempo estável.

Tempo Anticiclônico Tropical Continentalizado – Está relacionado à MTA, que ao se interiorizar pelo território brasileiro, sofre efeitos do aquecimento continental, tornando-se menos úmida e mais quente.

Tempo Depressionário Continental - Resultante da atuação da Massa Tropical Continental (MTC), devido ao aprofundamento da Baixa do Chaco, que eventualmente atinge o Rio Grande do Sul (8% dos dias do ano). Esse tipo de tempo pode ser muito bem caracterizado e individualizado, pois as temperaturas máximas são quase sempre superiores a 35°C , com pressão atmosférica muito baixa (inferiores até mesmo em comparação com as passagens frontais), ventos do quadrante oeste (W e NW) de intensidade variável. Podem ocorrer Instabilidades Tropicais.

2.8 Das técnicas de estudo do campo térmico

2.8.1 Dos transectos móveis

A metodologia dos transectos móveis permite uma maior dinamicidade e autonomia na aquisição de dados climáticos intraurbano.

De acordo com Krebs (1989):

“O método do transecto consiste em caminhar ao longo de um percurso previamente determinado, registrando as medições em pontos equidistantes. O comprimento do transecto e a distância entre os pontos amostrados dependem dos objetivos do estudo, do tempo disponível e da finalidade a amostrar”.

De acordo com Fialho (2009, p.66) a metodologia dos transectos móveis apresentam algumas vantagens e desvantagens, conforme a tabela 03.

Tabela 03 – Vantagens e desvantagens da metodologia dos transectos.

Vantagens	Desvantagens
Descreve melhor a heterogeneidade do meio urbano.	Refazer o percurso algumas vezes com o intuito de criar maior confiabilidade.
Aumenta o número de pontos de coleta dentro da área de estudo.	Não é apropriado para grandes distâncias.
Permite uma maior agilidade no processo de monitoramento.	Restrito apenas às estradas de rodagem.
Reduz custos e pessoas envolvidas no processo de observação dos instrumentos e registros dos dados.	Dificuldade de definir pontos representativos.
Obtenção dos dados logo após o término do transecto, sem necessidade de desmonte de abrigos/equipamentos.	Não mensuração simultânea dos elementos do clima.

Fonte: Fialho (2009, p. 66).

Adapt.: Kegler, J. J.; Wollmann, C. A., (2016).

Os transectos móveis correspondem a trajetos pré-estabelecidos dentro de determinada malha urbana, onde serão registrados dados climáticos, como temperatura, umidade relativa, vento, pressão atmosférica, entre outros, através do emprego de aparelhos automáticos (Dataloggers) acoplados em veículos (motocicleta, bicicleta, automóvel, e outros).

Estes veículos percorrem os trajetos pré-estabelecidos num horário padrão para a obtenção dos dados climáticos em diferentes horários (06, 09, 12, 15, 18 e 21 horas), com um tempo máximo de 50 minutos para a realização do transecto total e numa velocidade média que não ultrapasse os 40 km/h (AMORIM, 2010).

Ugeda Jr. (2012, p. 271), com base nos trabalhos de Amorim (2000, 2010 e 2012), a respeito da utilização dos transectos móveis, mas sem desmerecer as metodologias de utilização de pontos fixos (estações e miniabrigos) defende o uso dos mesmos para registros climáticos em ambientes urbanos, ao colocar que:

“A temperatura deve ser registrada, preferencialmente, através de transectos móveis em detrimento das estações fixas, pois, esse procedimento verifica a temperatura do ar das vias (chamado de ar livre), e que as estações fixas realizam o registro da temperatura dentro dos lotes, instaladas em locais abertos das construções e estariam, supostamente, registrando a temperatura do ar comprometido pela construção, e que, portanto, seria pontual, não se caracterizando como representativa do entorno”.

Em relação a Agudo, a utilização desta metodologia nesta pesquisa torna-se válida em função da total ausência de estações meteorológicas na cidade, bem como nos municípios vizinhos, sendo a estação meteorológica mais próxima, a da UFSC/INMET, em Santa Maria, que dista cerca de 50 km em linha reta. No entanto, esta estação foi utilizada apenas como forma de caracterização do clima para os dias de trabalho de campo, que será melhor descrito no capítulo das etapas metodológicas.

3. MATERIAIS E PROCEDIMENTOS

3.1 Dos instrumentos utilizados e preparação para os trabalhos de campo (transectos móveis)

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 nos dias 16 de julho e 25 de agosto de 2015 (representativos do inverno), e em 28 de dezembro de 2015 e 20 de janeiro de 2016 (representativos do verão). Foram escolhidas datas com condições meteorológicas e tipos de tempo diferentes, 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.

Esta aquisição dos dados foi realizada em duas situações atmosféricas representativas dos meses de inverno (julho e agosto) e verão (dezembro e janeiro), totalizando quatro (04) medições e coleta de dados nos meses representativos dessas estações do ano, conforme orienta Sartori (2003), definidos como meses representativos pela autora dado ao balanço de participação dos sistemas atmosféricos e a inclinação dos raios solares respeitando os solstícios. Para tal foram estabelecidos dois transectos cortando a cidade de Agudo nos sentidos leste-oeste e norte-sul, conforme o mapa da Figura 35.

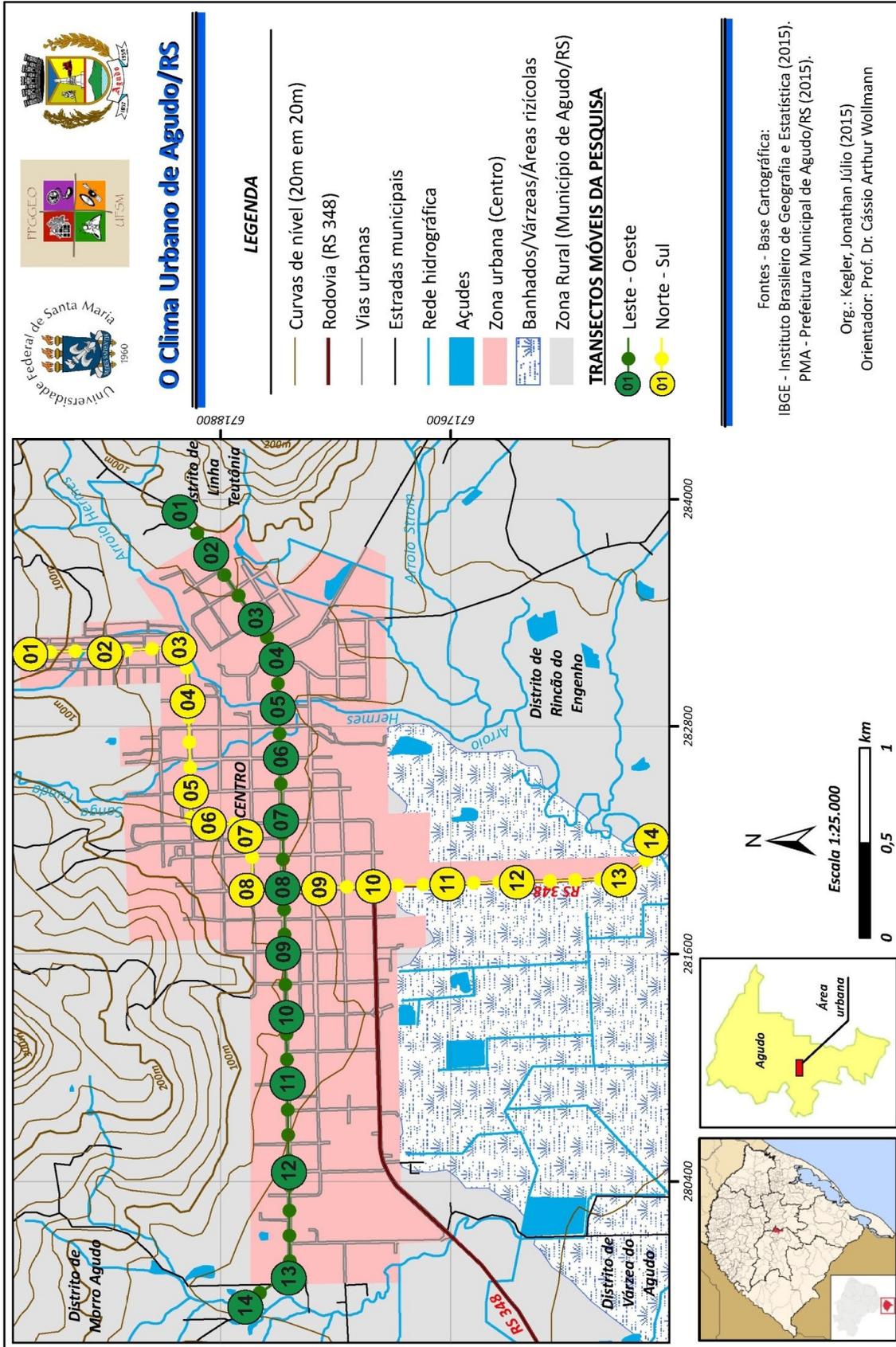


Figura 35 – Transectos móveis propostos e pontos de coleta de temperatura e umidade para o estudo do clima urbano de Agudo/RS e seu entorno próximo.

Para a aquisição dos dados foram utilizados dois termo-higrômetros, com registradores digitais, modelo HT 500 Instrutherm. Tais registradores são pré-programáveis e automáticos (Figura 36).



Figura 36 - Termo-higrômetros, com Datalogger, modelo HT 500 Instrutherm.
Foto: O autor.

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 altitudes, 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 foi feita a medição da umidade relativa do ar e temperatura instantânea do ar com a utilização do Datalogger (Figura 36).

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, os quais foram solicitados com tempo prévio para utilização em campo.

3.2 Do mapeamento do sistema termodinâmico vernal e invernal de Agudo/RS

Após a aquisição dos dados climáticos (temperatura e umidade relativa do ar) e das coordenadas UTM, em cada um dos dois trabalhos de campo em cada estação do ano (inverno e verão), e nos horários pré-estabelecidos (06, 15 e 21h), respeitando-se o horário de verão nos campos de dezembro e janeiro, 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 quatro trabalhos de campo (dois no inverno e dois no verão) um total de 24 mapas temáticos do sistema termodinâmico de Agudo/RS, conforme esquematiza a tabela 04.

Tabela 04 – Mapas gerados após os trabalhos de campo e tabulação dos dados em ambiente de SIG

Sazonalidade	Horários	Elementos	Nº de mapas
Inverno (Julho e Agosto de 2015)	06h	Temperatura do ar	02
		Umidade do ar	02
	15h	Temperatura do ar	02
		Umidade do ar	02
	21h	Temperatura do ar	02
		Umidade do ar	02
Verão (Dezembro de 2015 e Janeiro de 2016)	06h	Temperatura do ar	02
		Umidade do ar	02
	15h	Temperatura do ar	02
		Umidade do ar	02
	21h	Temperatura do ar	02
		Umidade do ar	02

Org.: Kegler, J. J. (2016).

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 geológicos da área de estudo.

3.3 Da análise sinótica nos dias de levantamento do sistema termodinâmico

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 a estação oficial mais próxima (Figura 37).



Figura 37 – Mapa de Localização aproximada da Estação Meteorológica INMET/UFSM e distância da área de estudo – Agudo/RS.
Org.: Kegler, J. J.; Wollmann, C. A., (2016).

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).

3.4 O sistema termodinâmico do clima urbano de Agudo – Explicações de suas causas e efeitos

Para explicar as derivações ambientais responsáveis pela geração do clima urbano de Agudo, em especial o estudo do canal termodinâmico, e seus subprodutos (campo térmico, ilhas de calor e de frescor), foram elaborados para compor a caracterização geográfica da área de estudo três mapas: mapa hipsométrico/altitude (Figura 06), mapa de declividades (Figura 08), e mapa de orientação de vertentes (Figura 09), além de um mosaico do uso que se faz da terra em Agudo/RS (Figura 07), e os dois perfis geoecológicos e geourbanos de Agudo (Figura 25), correspondentes à área de abrangência dos transectos móveis.

Os mapas das Figuras 06, 08 e 09 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 Geográfica (folhas Faxinal do Soturno e Agudo), disponibilizadas pela Biblioteca Central da UFSM.

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 geoecológicos e geourbanos da zona urbana por onde passam os transectos 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).

4. ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

4.1 – Coleta de dados na Estação Meteorológica da UFSM/INMET

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), localizada a 50 quilômetros de Agudo (Figura 40). Nesse sentido, os dados primários de alguns elementos climáticos podem ser melhor visualizados nas Tabelas 05 e 06, que representam os dados meteorológicos de Santa Maria para as datas de realização dos trabalhos de campo do inverno (16 de julho e 25 de agosto de 2015), e do verão (28 de dezembro de 2015 e 20 de janeiro de 2016), respectivamente.

Tabela 05 – Dados da Estação Meteorológica da UFSM/INMET, Santa Maria/RS, para os dias de realização de coleta em Agudo/RS, no período invernal.

Data	Hora	Temperatura (°C)	URA (%)	Pressão (mb)	Vento		Dados diários		
					Vel. (m/s)	Dir. (°)	Temp. Máx. (°C)	Temp. Mín. (°C)	Chuva (mm)
16/07/15	9	10,8	98	1012,7	2,6	18		9,8	0,0
	15	12,6	93	1010,6	1,5	14			
	21	13,0	98	1011,1	1,5	14	17,8		
25/08/15	9	13,6	93	1006,0	1,5	14		11,0	0,0
	15	23,0	67	1002,0	3,6	14			
	21	17,4	88	1002,3	1,5	9	20,6		

Fonte: UFSM/INMET (2015/2016).
Org.: Kegler, J. J.; Wollmann, C. A., (2016).

Tabela 06 - 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 (°C)	URA (%)	Pressão (mb)	Vento		Dados diários		
					Vel. (m/s)	Dir. (°)	Temp. Máx. (°C)	Temp. Mín. (°C)	Chuva (mm)
28/12/15	9	26,4	84	998,6	2,1	9		23,6	0,0
	15	30,8	72	996,8	2,6	14			
	21	26,8	86	997,1	2,1	9	31,6		
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			
	21	25,6	74	1002,4	1,0	14	32,2		

Fonte: UFSM/INMET (2015).
Org.: Kegler, J. J.; Wollmann, C. A., (2016).

De acordo com a Tabela 05, os dados climáticos da média de temperatura dos dias 16/07 e 25/08/2015 coletados em Santa Maria/RS, mesmo sendo dados invernais, ambos apresentaram pouca similaridade. 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 (abaixo de 1013mb), o que revela a participação de sistemas atmosférico de mesma origem, o que também pode ser evidenciado pelas medições anemométricas. Os registros higrométricos é que apresentaram-se com valores bem diferentes entre as duas datas de coletas.

De acordo com a Tabela 06, os dados climáticos dos dias 28/12/2015 e 20/01/2016 coletados em Santa Maria/RS, representam as condições vernais oficiais desta pesquisa. Em ambas datas apresentaram temperaturas médias com picos acima de 30°C. 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, especialmente para o primeiro campo (28/12/2015), o que também pode ser evidenciado pelas medições anemométricas. Os registros higrométricos é que apresentaram-se com valores bem diferentes entre as duas datas de coletas, destacando-se maior ressecamento atmosférico para o mês de janeiro.

Para a identificação dos sistemas atmosféricos, foram utilizadas as cartas sinóticas e imagens de satélite da 00h e 12h, conforme horários oficiais da Marinha do Brasil para confecção das cartas isobáricas, que podem ser melhor visualizadas na sequência deste capítulo.

4.2 – O clima urbano de Agudo em duas situações invernais

4.2.1 - Análise sinótica e do campo de 16 de julho de 2015

Após coleta dos dados em campo por meio dos Dataloggers, e coleta dos dados de Santa Maria, iniciou-se a interpretação dos mesmos associados às cartas sinóticas e imagens de satélite para identificação dos sistemas atmosféricos. Tais documentos da primeira data, 16/07/2015, puderam ser analisados por meio da Figura 38.

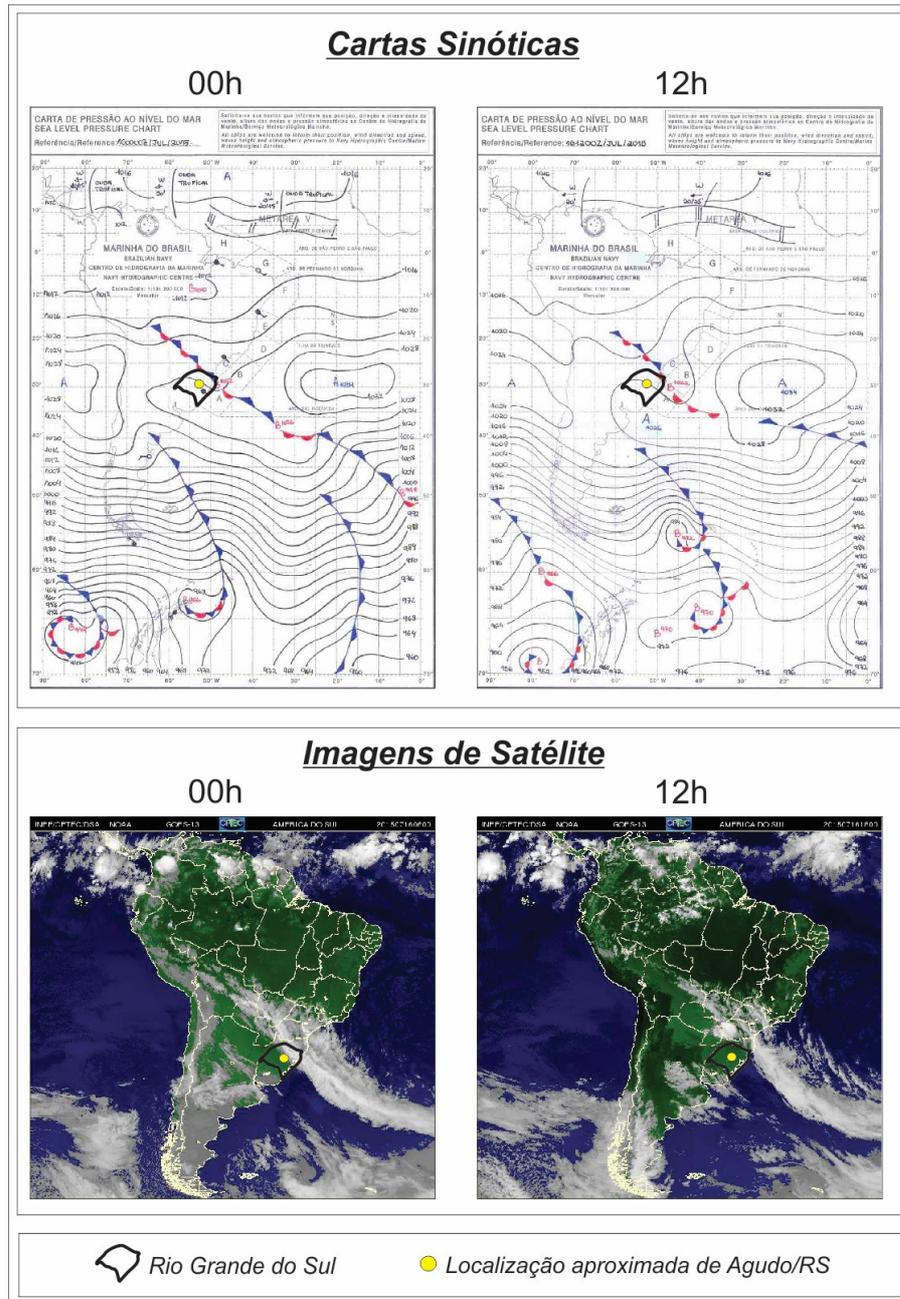


Figura 38 – Cartas Sinóticas e Imagens de Satélite do dia 16/07/2015, com destaque para o Rio Grande do Sul e a cidade de Agudo.

De acordo com a Figura 38, observa-se que o estado do Rio Grande do Sul, e consequentemente o município de Agudo estão sob domínio de um Anticiclone Polar Atlântico e consequentemente sua Massa Polar Atlântica - MPA, com centro isobárico sobre as latitudes de 40°S sobre o Oceano Atlântico no Estuário do Prata, especialmente após às 12h, registrando-se pressão atmosférica próxima de 1000 mb. No entanto, na parte da madrugada e manhã, a nebulosidade observada em

campo era efeito da presença do eixo da Frente Polar Atlântica (FPA) sobre a metade norte do Rio grande do Sul.

A nebulosidade foi predominante durante todo o dia, mas sem registro de chuva. Cruzando-se com os dados da Estação Meteorológica de Santa Maria, a direção predominante do vento neste dia era do quadrante Leste e Nordeste (E e NE), evidenciando a entrada da Massa Polar Atlântica após a passagem da FPA.

De acordo com Sartori (2003), pode-se classificar este quadro sinótico como de Domínio Polar. Segundo Sartori (op. cit., p. 37):

“Domínio Polar – Nesta fase as condições de tempo são impostas pelo domínio da Massa Polar Atlântica (MPA) no Rio Grande do Sul, resultando em grande declínio das temperaturas máximas e mínimas, podendo favorecer, dependendo da força desse sistema extratropical e da estação do ano, a ocorrência de geadas, orvalho, nevoeiro e até mesmo neve nas regiões mais elevadas do Planalto da Bacia do Paraná (Nordeste do Estado)”.

Este tipo de domínio atmosférico prevê, entre outros tipos de tempo, a participação do tipo de “Tempo Anticiclônico Polar Pós-frontal”, que, segundo Sartori (op. cit., p. 33):

“... mais comum no outono-inverno, ocorre logo após a passagem do eixo da FPA sobre a região central gaúcha, encontrando-se sobre o norte do Rio Grande do Sul e mesmo sobre Santa Catarina, com o centro do APA no oceano, na latitude da Argentina, mas próximo ao continente. Essa organização atmosférica proporciona ventos de leste (E) e sudeste (SE), moderados a regulares, céu completamente encoberto, com garoa (chuva leve, chuveiro) ou nevoeiro, pressão baixa em relação aos dias anteriores e posteriores e pequena amplitude térmica, motivada pela alta nebulosidade. Em geral, está associado à MPA que traz, por advecção, ar úmido do oceano, favorecendo a ocorrência de nevoeiros e garoa. Esse tipo de tempo persiste, no mínimo, dois dias”.

Nesse sentido, os dados coletados em campo e na estação meteorológica de Santa Maria, com temperatura entre 9,8°C e 17,8°C (e amplitude de aproximadamente 8°C), umidade relativa do ar acima de 90%, e pressão atmosférica em elevação, são as características comuns do tempo em relação à dinâmica

atmosférica pertinente no dia 16 de julho de 2015, que insere-se em condições de inverniais, já com temperaturas muitas vezes inferiores à média normal de 14°C.

No dia 16 de julho de 2015 foi realizado o primeiro trabalho de campo da pesquisa, que consistiu na coleta dos dados de umidade relativa do ar e temperatura do ar por meio de realização de transectos móveis que perfizeram a área urbana de Agudo e seu entorno rural próximo, sendo realizados nos horários das 6h, 15h e 21h. Neste dia, o houve condição favorável de tempo para as medições, e o vento apresentou-se com calma e o céu apresentou-se de forma limpa favorecendo a coleta de dados.

Após coleta em campo e já em ambiente de laboratório, na produção dos mapas de espacialização dos elementos climáticos, ao serem analisadas as temperaturas encontradas na cidade no horário das 6h da manhã (APÊNDICE 01), percebe-se que a orientação das vertentes e a maior concentração de casas na parte central da área urbana irão influenciar diretamente nas temperaturas.

No centro, isso se explica devido ao fato de que há maior concentração de habitantes e construções, e em relação ao aquecimento maior das vertentes de oeste ainda registrado pela manhã deve-se ao fato de as mesmas terem recebido maior energia ainda na tarde do dia anterior, energia essa que é liberada após o pôr-do-sol e registrada pelo datalogger no dia e horário de campo.

Já a umidade relativa do ar neste horário (APÊNDICE 02) acaba por se destacar com maiores valores nas regiões com maior presença de vegetação, especialmente as porções sul e sudoeste da cidade, que estão cercadas de lavouras de arroz, e próximo ao centro, onde está localizado o clube da cidade, que é constituído por gramados, formações arbóreas e piscinas elevando a umidade relativa do ar nestas regiões.

Já no período da tarde, na coleta das 15h (APÊNDICE 03), as maiores temperaturas foram registradas nas vertentes com orientação para o norte e leste devido à incidência dos raios solares nestas horas da tarde. A porção central da cidade e estendendo-se até as porções a leste da cidade, com predomínio de vertentes com orientação oeste, constata-se temperatura constante, que pode ser explicado pela homogênea densidade urbana.

Ao sul e oeste as temperaturas registradas foram menores, cerca de 2°C a menos que no centro da cidade, devido à esta área possuir menor número de casas

e prédios, sendo considerada a área menos urbanizada da cidade, bem como o ambiente também é mais favorável para a ocorrência de temperaturas menores, pois há a presença de lavouras de arroz à sul e sudoeste da área urbana de Agudo.

Os maiores registros de umidade relativa do ar foram constatados exatamente nos locais de menor temperatura (comportamento inverso): no centro, próximo ao clube da cidade, e na região sul, onde há o predomínio de lavouras de arroz (APÊNDICE 04), uma vez que estes ambientes favorecem a umidificação da atmosfera.

Ao final do dia, no último campo das 21h (APÊNDICE 05), horário no qual, segundo as literaturas de clima urbano afirmam a manifestação das ilhas de calor, as temperaturas coletadas apresentaram-se mais elevadas nas regiões leste e oeste da cidade, fato que pode ser explicado não só pela orientação das vertentes, especialmente as de orientação leste (a oeste da cidade, no Morro Pelado), mas também em relação à altitude, uma vez que a atmosfera à noite resfria-se basalmente de baixo para cima, logo, em altitudes menores, é comum menor registro de temperatura do que em áreas mais elevadas.

No centro, foi registrada uma temperatura de aproximadamente 10°C, cerca de 2°C a menos que nas áreas mais quentes; e temperaturas mais baixas ainda ao sul, cerca de 9°C, justificada pela inexistência de moradias e da presença de lavouras de arroz, as quais estão localizadas em áreas planas e baixas, que favorecem a perda de calor por contra-radiação terrestre no período noturno.

Os valores da umidade relativa do ar foram maiores nas porções sul e centro (APÊNDICE 06). Na região sul a umidade se apresentava elevada por apresentar maiores áreas verdes, açudes, rede hidrográfica além das lavouras já citadas anteriormente. No entanto no centro onde a umidade se apresenta de forma mais expressiva é encontrado o clube da cidade, havendo campos de futebol, piscinas e formação arbórea, favorecendo para a elevada umidade ali constatada.

Ao longo do dia a temperatura variou nas diferentes partes da cidade e seu entorno rural próximo, apresentando-se mais elevada a leste logo pela manhã, onde ao longo do dia conforme o Sol foi aquecendo a superfície fez com que temperaturas mais elevadas fossem encontradas na região norte e centro da cidade, onde a vertente norte recebe raios solares e a região centro possui maior urbanização.

Nesse sentido, o aquecimento do ar acompanhou o movimento solar aparente diário e a exposição das vertentes de acordo com o horário. Já à noite, as temperaturas sofreram influência não só da orientação oeste, mas também da altitude.

A umidade encontrada através das medições foi maior ao longo da manhã na região central, onde a presença do clube da cidade acaba por elevar os valores de umidade e na região sul da cidade também foram constatados elevados valores de umidade, justificando-se pela presença das lavouras de arroz ali presentes e um maior número de vegetação. Sendo assim ao longo do dia e a noite, variando apenas os valores, mas sendo as regiões que apresentaram maior umidade.

Observou-se que os dados coletados em campo tiveram semelhança com os dados oficiais da estação do INMET/UFSM, de acordo com a Tabela 05. As temperaturas em média sempre estiveram 1 °C para mais ou para menos em Agudo em comparação com Santa Maria. No entanto, a umidade relativa do ar registrada em campo sempre foi inferior à medição oficial, chegando a registros com mais de 30% em determinados horários.

Por fim, constata-se que neste dia não foi observada a formação de ilhas de calor no ambiente urbano de Agudo. A presença e o domínio de um forte Anticiclone Polar, especialmente após à tarde, promoveu abaixamento significativo das temperaturas e o céu limpo à noite, favoreceram à dissipação da energia acumulada durante o dia, não promovendo a formação deste fenômeno. Infere-se que o “Tempo Anticiclônico Polar Pós-frontal” (Sartori, 2003) não é um definidor do fenômeno de ilha de calor em Agudo/RS no inverno.

4.2.2 - Análise sinótica e do campo de 25 de agosto de 2015.

As cartas sinóticas e imagens de satélite para identificação dos sistemas atmosféricos referentes ao segundo trabalho de campo de coleta realizado na data de 25/08/2015 podem ser analisadas por meio da Figura 39.

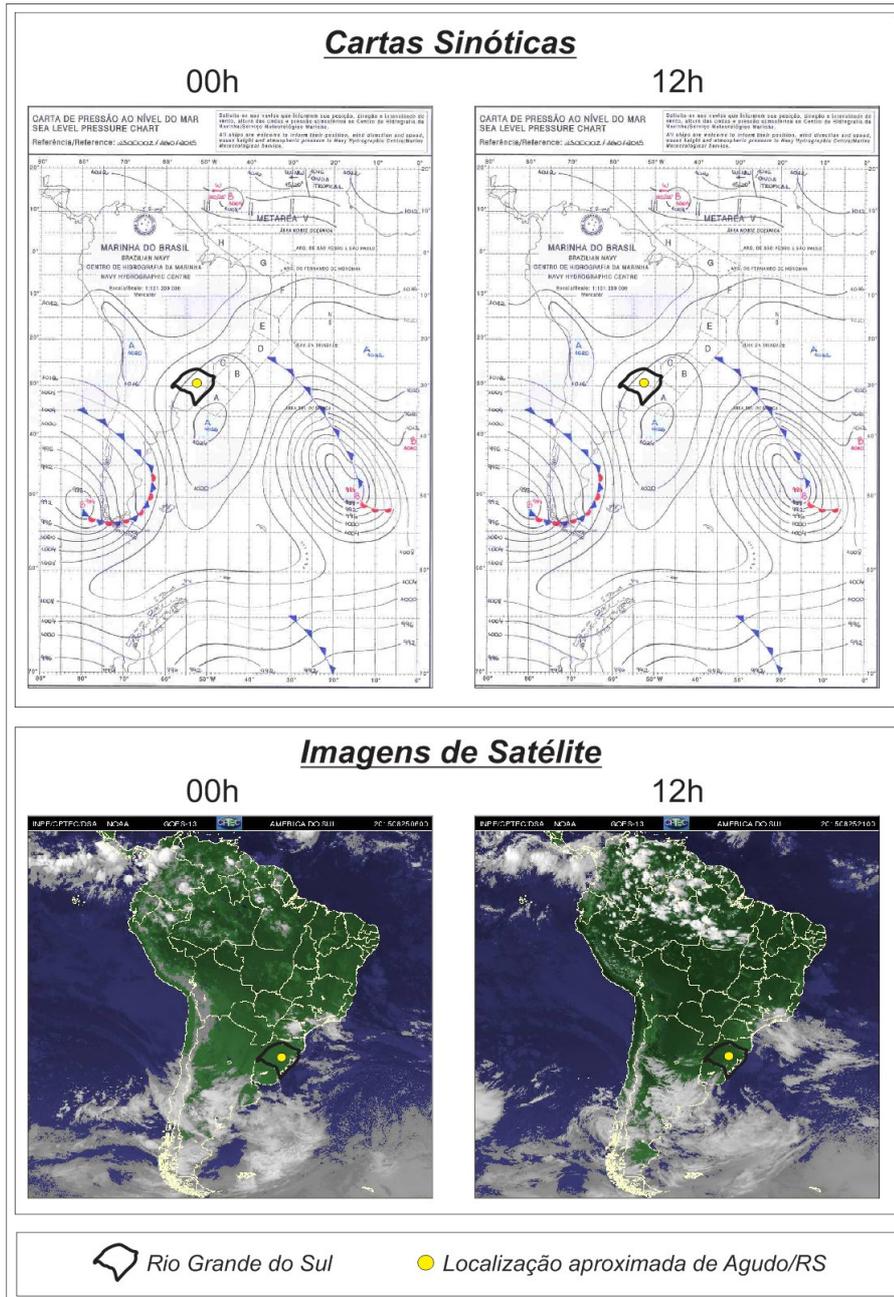


Figura 39 – Cartas Sinóticas e Imagens de Satélite do dia 25/08/2015, com destaque para o Rio Grande do Sul e a cidade de Agudo.

De acordo com a Figura 39, observa-se que o estado do Rio Grande do Sul, e consequentemente a cidade de Agudo estão sob domínio de um Anticiclone Polar Atlântico e consequentemente sua Massa Polar Atlântica - MPA, com centro isobárico sobre as latitudes de 40°S sobre o Oceano Atlântico, registrando-se 1026 mb. Cruzando-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).

De acordo com Sartori (2003), pode-se classificar este quadro sinótico como de Domínio Polar, mas já se aproximando às características de Domínio Transicional, dado que as temperaturas máximas já são maiores que 20°C. Segundo a autora:

“Domínio Polar – Nesta fase as condições de tempo são impostas pelo domínio da Massa Polar Atlântica (MPA) no Rio Grande do Sul, resultando em grande declínio das temperaturas máximas e mínimas, podendo favorecer, dependendo da força desse sistema extratropical e da estação do ano, a ocorrência de geadas, orvalho, nevoeiro e até mesmo neve nas regiões mais elevadas do Planalto da Bacia do Paraná (Nordeste do Estado). Fase Transicional - É 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, op. cit., p. 37-38).

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)”, (Sartori, 2003, p. 32) cujo quadro sinótico representa o dia da coleta dos dados em campo.

Nesse sentido, os dados coletados em campo e na Estação meteorológica de Santa Maria, com temperatura entre 11 °C e 20 °C (e amplitude de aproximadamente 9°C), umidade relativa do ar entre 67% e 93%, e pressão atmosférica elevada são as características comuns do tempo em relação à dinâmica atmosférica pertinente no dia 25 de agosto de 2015, que se inserem em condições normais de inverno quando ocorre o aquecimento basal da massa de ar.

No trabalho de campo do dia 25 de agosto de 2015, segundo episódio do inverno, foram realizadas novas medições para fim de comparação com as anteriormente realizadas. As condições do tempo foram favoráveis, com ausência de vento e o céu apresentou-se limpo o dia todo com poucas nuvens à tarde.

No horário das 6h (APÊNDICE 07) foram registradas temperaturas mais elevadas na região leste e sudeste, o que pode ser novamente explicado pela orientação desta vertente que recebeu maior insolação durante o dia e promovendo maior liberação desta durante a noite no balanço negativo de radiação. Ainda, um ponto de maior temperatura na porção oeste da área urbana, cuja temperatura mais alta que seu entorno pode ser explicado pelo andar das horas no momento da realização do transecto, já que esta parte foi uma das últimas a ter a temperatura coletada, próximo das 7h da manhã, já sendo possível o sensor ter registrado uma maior temperatura. Ainda, o centro da cidade registrou temperatura de 1 °C a menos que seu interior próximo, caracterizando a formação do fenômeno de “ilha de frescor”, porém de fraca magnitude, que é motivada pela presença de 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 relativa do ar (APÊNDICE 08) já foi mais expressiva nas porções sudeste e oeste da cidade. À sudeste, a presença de vegetação das matas ciliares e corpos d’água juntamente com o arroio Hermes justificam o nível de umidade mais elevado comparado com as outras regiões da cidade. Na região oeste onde a urbanização é menos intensa e a presença da vegetação é maior devido às matas preservadas do Morro Agudo, o nível de umidade também se apresentou mais elevado, justificando assim o nível de umidade encontrado nesta região.

Ao sul da cidade, local de presença das lavouras rizícolas, não foi registrada alta umidade relativa do ar em função de que nesta época do ano tais planícies encontram-se sem a presença de água em seus terraços, pois a cultura do arroz possui seu calendário agrícola ligado aos meses de verão.

Às 15h (APÊNDICE 09), em função do leve aquecimento basal da massa de ar, foram registradas temperaturas relativamente elevadas para o inverno, mas que são comuns para a circulação atmosférica regional analisada para esta data, conforme a Figura 39. Na porção norte da cidade foram registradas as maiores temperaturas, o que pode ser novamente explicado pela orientação que as vertentes possuem nesta parte da área de estudo, já que recebem grande incidência de raios solares ao longo das horas da tarde. As temperaturas mais elevadas também foram registradas no centro da cidade, onde a urbanização mais acentuada do que no seu entorno, mesmo que em pequena escala, pode alterar a temperatura em até 4°C com o sul da cidade, ausente de urbanização.

A umidade relativa do ar registrada às 15h (APÊNDICE 10) apresentou os menores valores para o inverno, em comparação com o campo do mês de julho. Os valores registrados atingiram valores entre 33% e 48%. As áreas com menores valores foram justamente àquelas nas quais foram registrados os maiores valores de temperatura (comportamento inversamente proporcional), ou seja, na porção norte de Agudo. Os valores pouco mais elevados foram registrados nas porções leste e oeste da cidade, onde há maior presença de vegetação.

À noite, no horário das 21h, de acordo com o mapa do APÊNDICE 11, percebe-se que as temperaturas mais elevadas foram registradas na porção norte e leste da cidade, onde as vertentes receberam grande insolação durante o dia, mantendo as temperaturas mais elevadas ainda à noite, no balanço negativo de radiação. A região central também manteve uma temperatura elevada, cerca de 16°C, onde os níveis de urbanização são maiores, havendo mais concentração de casas e movimentação de veículos.

Já a umidade relativa do ar manteve níveis elevados nas regiões oeste e centro da cidade (APÊNDICE 12). No centro da cidade, a influência dos campos e vegetação ali encontrados pertencentes ao clube da cidade, favoreceram a manutenção da água na atmosfera em ambiente urbano. Já na porção oeste da cidade, onde o menor número de casas e a maior presença de cursos d'água que deságuam nas planícies rizícolas de Agudo favoreceram o aumento da umidade nestas áreas.

Nas temperaturas constatadas neste dia de campo percebeu-se que as vertentes leste apresentaram maiores temperaturas pela manhã devido à exposição dos raios solares de forma mais direta. Ao longo da tarde, o centro e as vertentes com orientação norte mostraram-se mais quentes com relação às outras regiões da cidade. Já à noite as maiores temperaturas são constatadas em toda a região leste e centro da cidade, cujo elevado número de imóveis e a insolação que a vertente leste recebem acabam por ocasionar maiores temperaturas e liberá-la durante a noite após o pôr-do-sol.

A umidade relativa do ar, logo pela manhã, se apresentou com maiores valores na porção sudeste da cidade. O grande número de arroios e açudes, e suas matas ciliares promoveram um elevado nível de umidade nesta região, assim como a oeste da cidade, tendo a mesma justificativa. Já durante o dia a umidade foi maior a leste e oeste abrangendo o centro e vertentes com orientação leste e oeste. A

presença do Sol favoreceu a evaporação próxima à superfície e diminuiu a umidade nos outros locais da cidade. À noite, a umidade apresentou-se maior na região oeste, pois a orientação das vertentes do Morro Agudo (leste) proporcionou sua manutenção na parte da tarde, a qual foi mantida nas primeiras horas da noite.

Observou-se que os dados coletados em campo tiveram semelhança com os dados oficiais da estação do INMET/UFSM, de acordo com a Tabela 05. As temperaturas em média sempre estiveram de 1°C a 3°C para mais ou para menos em Agudo em comparação com Santa Maria, com exceção do período da tarde, na qual as temperaturas registradas em Agudo foram, em média, de 4°C a 7°C maiores. Tal fato pode ser explicado em função da orientação das vertentes e presença da urbanização na área de estudo, uma vez que tais condições ambientais não são encontradas na estação da UFSM. No entanto, a umidade relativa do ar registrada em campo sempre foi inferior à medição oficial, chegando a registros com cerca de 20% a 40% inferiores em comparação com Santa Maria em determinados horários.

Nesse sentido, constatou-se que neste dia 25 de agosto não foi observada a formação de ilhas de calor no ambiente urbano de Agudo, mas sim, uma ilha de frescor no período da manhã. A presença de um Anticiclone Polar sobre o Oceano Atlântico, e em processo de tropicalização, evidenciado pelo forte aquecimento registrado à tarde, e posterior abaixamento significativo das temperaturas à noite devido ao céu limpo, favoreceu a dissipação da energia acumulada durante o dia, não promovendo a formação deste fenômeno. Pode-se dizer que o “Tempo Anticiclônico Polar Marítimo” (Sartori, 2003) também não é um definidor do fenômeno de ilha de calor no período do inverno, mas sim, de ilhas de frescor no período matutino, quando as condições atmosféricas do dia anterior permitem isso.

4.3 – O clima urbano de Agudo em duas situações vernais

4.3.1 - Análise sinótica e do campo de 28 de dezembro 2015

As cartas sinóticas e imagens de satélite para identificação dos sistemas atmosféricos referentes ao terceiro trabalho de campo, e primeiro realizado no período do verão, e realizado na data de 28/12/2015 podem ser analisadas por meio da Figura 40.

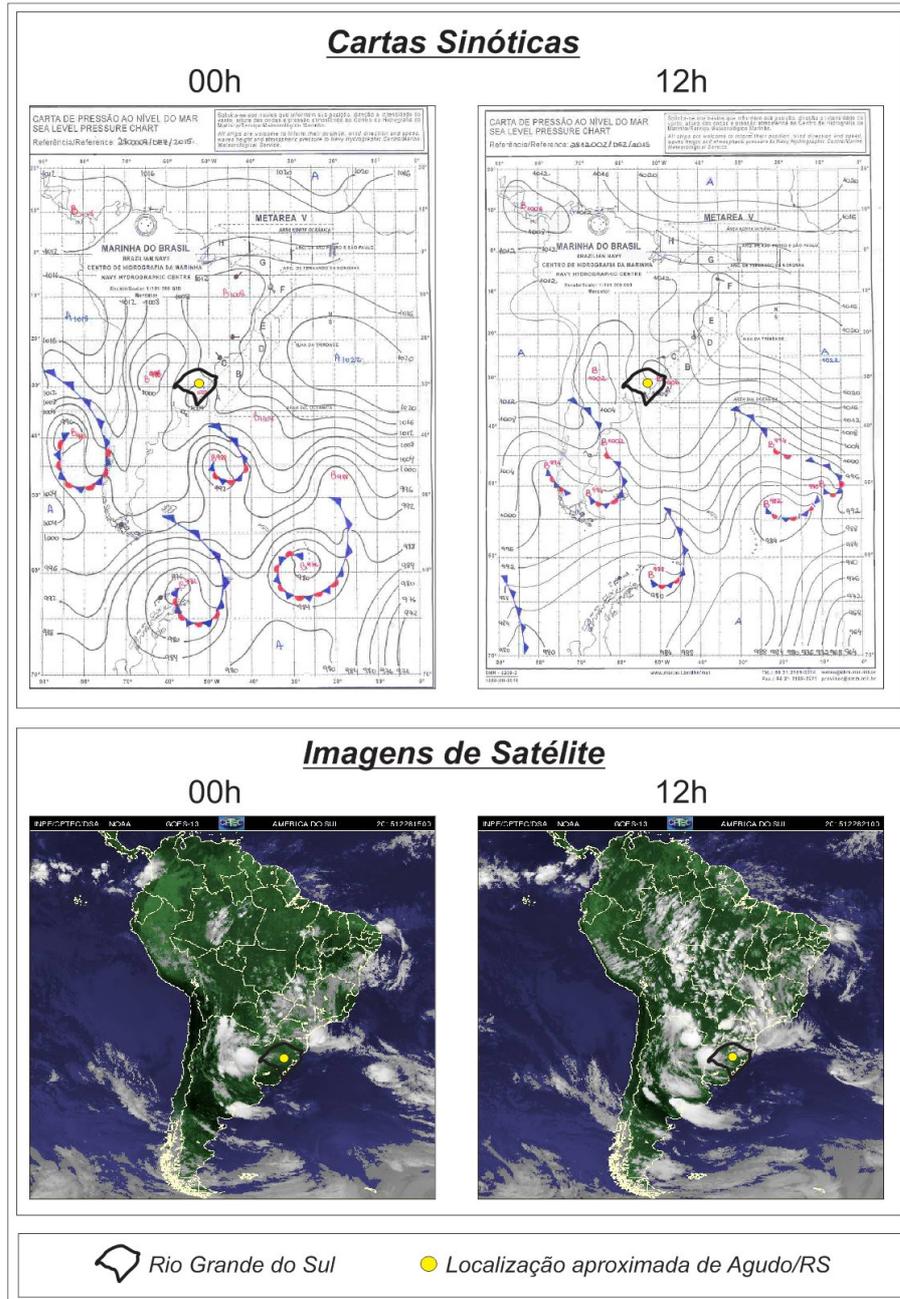


Figura 40 – Cartas Sinóticas e Imagens de Satélite do dia 28/12/2015, com destaque para o Rio Grande do Sul e a cidade de Agudo.

De acordo com a Figura 43, observa-se que o estado do Rio Grande do Sul e, conseqüentemente, Agudo estavam sob domínio de um Anticiclone Tropical Atlântico e a Baixa do Chaco e, conseqüentemente, suas Massa Tropical Atlântica (MTA) e Massa Tropical Continental (MTC) na parte da madrugada e manhã, com centros isobáricos 1022 e 1007 mb, respectivamente. Cruzando-se com os dados da Estação Meteorológica de Santa Maria, a direção predominante do vento neste dia era do quadrante Norte (N).

De acordo com Sartori (2003) pode-se classificar este quadro sinótico como de Domínio Transicional, porém com domínios atmosféricos com fluxos tropicais. Para a autora:

“Essa situação provoca um tipo de tempo caracterizado por ventos leves de E e NE, devido à circulação anticiclônica, calmas, céu limpo, que favorece a elevação das temperaturas máxima e mínima, com grandes amplitudes térmicas, formação de orvalho e declínio da umidade relativa” (SARTORI, OP. CIT., p. 38).

Este tipo de domínio atmosférico promoveu a participação de dois tipos de tempo ao Estado nesta data. Na primeira parte do dia, o domínio do “Tempo Anticiclônico Tropical Marítimo”, que segundo Sartori (op. cit. p. 33), tal tipo de tempo relaciona-se:

“... ao domínio na região da MTA, que origina tempo bom, com fluxos predominantemente de nordeste (NE) e leste (E) leves, temperaturas elevadas (entre 19°C e 35°C), céu limpo e formação de orvalho. Em geral, tem duração efêmera, isto é, no máximo dois dias, em virtude de anteceder a chegada da FPA.

Na segunda metade do dia, conforme as cartas sinóticas e imagens de satélite da Figura 43, a MTA deu lugar ao domínio dos fluxos tropicais continentais (Massa Tropical Continental), com aprofundamento da Baixa do Chaco sobre o Estado e área de estudo da pesquisa. O tipo de tempo dominante na segunda parte do dia 28 de dezembro de 2015 foi o “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”.

Os dados coletados em campo e na Estação Meteorológica de Santa Maria, os registros de temperatura ultrapassaram os 30°C, umidade relativa do ar entre

72% e 86%, e pressão atmosférica abaixo de 1000 mb. Tais características são comuns do tempo em relação à dinâmica atmosférica pertinente no dia 28 de dezembro de 2015, que se insere em condições de início de verão, já com temperaturas bem mais elevadas em comparação aos campos realizados nos meses de julho de agosto de 2015.

No dia 28 de dezembro de 2016 foi realizada a coleta de dados de temperatura e umidade na cidade de Agudo, RS, com o intuito de observar e comparar tais elementos entre as estações de verão em inverno, em mais duas situações, nos mesmos horários.

Na data referida, às 6 da manhã (APÊNDICE 13), as maiores temperaturas foram registradas na porção sudoeste da cidade que se justifica pela presença dos corpos de água e da presença da cultura de arroz irrigado, características estas que acabam preservando as temperaturas do dia anterior ocasionado os níveis observados de temperatura, ou seja, o calor acumulado no dia anterior pelo corpo hídrico representado pelas planícies inundadas é mantido durante toda a noite pela maior inércia térmica que a água tem relação aos solos menos úmidos.

Já nas porções norte e nordeste da cidade, as temperaturas foram mais amenas, em geral de 6°C a 7°C inferiores às registradas sobre as áreas rizícolas. A altitude maior nestas áreas também favoreceram menores temperaturas

A umidade relativa do ar registrada às 6h, conforme mapa do APÊNDICE 14 foi maior nas porções leste e nordeste. Acredita-se que pode ter havido um deslocamento da umidade da porção sul e sudeste para o norte e nordeste da área de estudo em função da presença dos ventos de Sul/Sudeste observados em campo nesta data. Isso poderia justificar os altos valores de umidade comparados com os demais locais da cidade para este horário. Tais valores são idênticos ao registrado pela estação meteorológica da UFSM – 84%, (Tabela 06).

No horário das 15h as temperaturas mais elevadas foram constatadas ao sul e centro da cidade (APÊNDICE 15). Ao sul, obtiveram-se maiores valores de temperatura em função do aquecimento do ar pela superfície líquida das planícies rizícolas. A área urbana também apresentou altas temperaturas com pequenas variações, de até 4°C, sendo a leste e nordeste os menores valores constatados, o que está associado à presença de maior número de árvores, amenizando os efeitos do calor.

A umidade relativa do ar constatada neste mesmo horário (APÊNDICE 16) registrou os maiores valores na porção leste da área de estudo, no entanto é preciso salientar que a região com o cultivo de arroz é a região sul onde teoricamente a umidade deveria ser maior. Porém, os ventos que se deslocam de sul para norte, registrado em campo, mas contrariamente registrado na estação da UFSM, acabaram por levar esta umidade evaporada desta área em direção a cidade onde acabou encontrando uma barreira natural, que são os morros testemunhos e o rebordo do planalto no entorno da cidade, causando uma sensação térmica elevada e abafamento, podendo levar à população a sentir mal estar ocasionado pelas elevadas temperaturas, dado que a umidade influencia diretamente no conforto térmico da população na cidade.

Mais tarde, às 21h, no último horário das medições, as temperaturas mais elevadas foram constatadas a leste e oeste da cidade (APÊNDICE 17). O que torna esta medição especial é o fato de que as temperaturas na área urbana são maiores às registradas às 6h da manhã, conforme mostrado no mapa do apêndice 13. Isto evidencia que houve formação do fenômeno de ilha de calor de magnitude fraca e média, especialmente na porção oeste da cidade, pois as temperaturas registradas à noite foram em média de 1 °C a 3 °C 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 do entorno da área urbana, especialmente à sudoeste, motivada pela presença das lavouras rizícolas, e pelo deslocamento de vento que favoreceu o deslocamento desse calor para a área urbana. Além disso, o domínio de dois sistemas atmosféricos de origem tropical propiciou um dia muito quente em todos os horários de medição, pois a temperatura diária registrada nos três momentos não foi inferior à 24 °C, mesmo às 6h da manhã, e ajudando na manutenção da mesma no período noturno. Em outras palavras, 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 em uma cidade de pequeno porte como Agudo.

A umidade relativa do ar apresentou números mais elevados na porção sul, onde a presença da cultura de arroz irrigado faz com que índices se apresentem maiores devido à evaporação da água (APÊNDICE 18). Entretanto, os maiores níveis foram constatados a oeste da cidade, onde a orientação da vertente influencia

diretamente nestes valores por evitar a exposição direta de radiação solar sobre as mesmas nas últimas horas de brilho solar.

Observou-se que os dados coletados em campo tiveram muita semelhança com os dados oficiais da estação do INMET/UFSM, de acordo com a Tabela 05. As temperaturas em média sempre estiveram de 1 °C a 2 °C para mais em Agudo em comparação com Santa Maria, com exceção do período da tarde, na qual as temperaturas registradas em Agudo foram, em média, 6 °C mais elevadas.

Nesse sentido, constatou-se que neste primeiro campo de verão, realizado no dia 28 de dezembro, com a participação de dois sistemas atmosféricos de origem tropical, foi observada a formação de ilhas de calor no ambiente urbano de Agudo de fraca e média magnitude (1 °C a 2 °C). A presença dos um Anticiclones Tropicais Atlântico e Continental favoreceu forte aquecimento durante todo o dia, e em função de serem sistemas fortes e de comum atuação no verão, não provocaram o abaixamento significativo das temperaturas à noite, mesmo com o céu limpo. Nesse sentido, pode-se dizer que os “Tempo Anticiclônico Tropical Marítimo” e o “Depressionário Continental” (Sartori, 2003), e suas recíprocas circulações atmosféricas, associadas aos condicionantes geoecológicos e geoambientais de Agudo, favoreceram a formação de ilha de calor de fraca e média magnitude.

4.3.2 - Análise sinótica e do campo de 20 de janeiro de 2016

As cartas sinóticas e imagens de satélite para identificação dos sistemas atmosféricos referentes ao quarto e último trabalho de campo, também realizado no período do verão, na data de 20/01/2016 podem ser analisadas por meio da Figura 41.

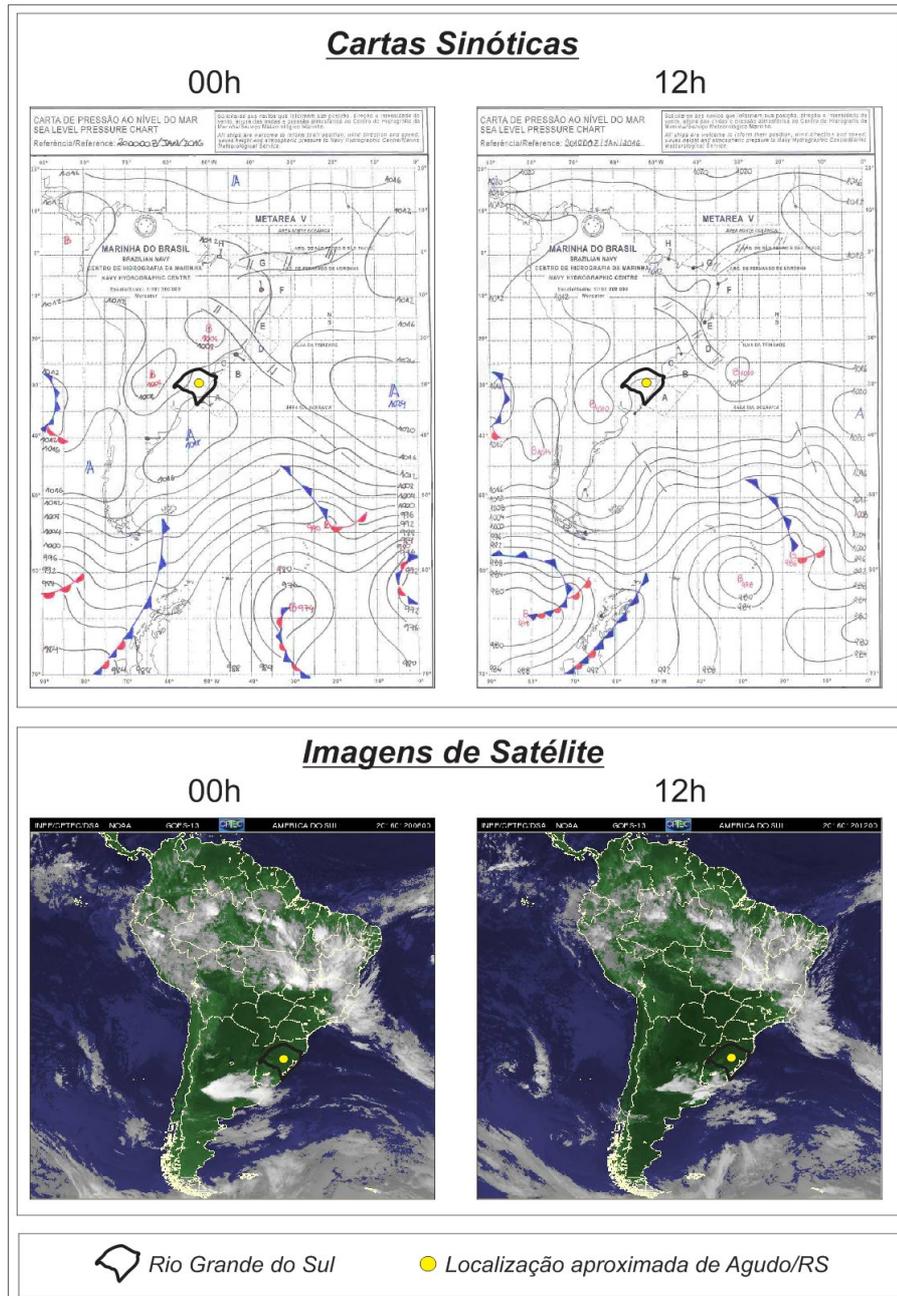


Figura 41 – Cartas Sinóticas e Imagens de Satélite do dia 20/01/2016, com destaque para o Rio Grande do Sul e a cidade de Agudo.

De acordo com a Figura 41, observa-se que o Estado do Rio Grande do Sul, e consequentemente a área de estudo desta pesquisa estavam sob domínio de um Anticiclone Polar Atlântico e consequentemente sua Massa, com centro isobárico sobre as latitudes de 40°S sobre o Oceano Atlântico, registrando-se 1018 mb. Cruzando-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 (1980; 1981; 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 “Depressiónario 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”.

No dia 20 de janeiro de 2016 foi realizada a segunda etapa de análises para a estação de verão, e a última desta pesquisa, sendo esta necessária para comparar com as medições realizadas no dia 28 de dezembro de 2015. 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.

No horário das 6h da manhã (APÊNDICE 19), as temperaturas foram bastante heterogêneas no espaço urbano. 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. Este fenômeno também foi percebido durante o inverno (ilha de frescor do apêndice 07), que é 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 (APÊNDICE 20), havendo relação com a presença dos fundos de vale dos corpos d'água e das áreas de planície rizícolas.

Às 15h, as temperaturas registradas foram típicas de um dia de verão com domínio tropical continental, sendo bastante elevadas e as maiores registradas no verão em comparação com o trabalho de campo de 28 de dezembro de 2015 (APÊNDICE 21). A forte insolação, ausência de nuvens, baixa ventilação natural e domínio atmosférico tipicamente tropical continentalizado favoreceram o registro de temperaturas elevadas entre 36°C e 39°C. Nestes casos atmosféricos 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).

Conseqüentemente a umidade relativa do ar nestes locais foram as menores registradas em todo o período da pesquisa, chegando a níveis inferiores à 30% (APÊNDICE 21). 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.

Às 21h, no último horário das medições, as temperaturas mais elevadas foram constatadas no centro, e um pequeno núcleo no oeste da cidade (APÊNDICE 23). O que torna esta medição mais especial que a do dia 28 de dezembro de 2015 é o fato de que as temperaturas na área urbana são as maiores registradas em comparação com as registradas às 6h da manhã, conforme mostrado no mapa do apêndice 19. 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, 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 muito quente 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 (APÊNDICE 24) 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.

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 06. 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.

Do mesmo modo que no dia 28/12/2015, 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).

5. CONCLUSÕES E 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 4,0km² (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 de duas, das quatro estações do ano, 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.

Nesta pesquisa ficou evidente que as principais influências no clima urbano de Agudo provêm do entorno rural próximo da cidade, ligados ao tipo de uso e cobertura do solo, e não somente, ou principalmente, das características e elementos que estão presentes no sítio urbano.

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, especialmente durante as coletas realizadas no verão. Em comparação com os dados da Estação Meteorológica de Santa Maria percebe-se que a circulação regional pode ser usada como referência, onde as temperaturas se apresentaram de forma semelhante, porém, com um maior valor sempre para a cidade de Agudo.

Tanto no inverno quanto no verão 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 e do frio 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 coletas 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 em dois momentos de fenômeno de ilha de frescor, sendo um no inverno, sob domínio do “Tempo Anticiclônico Polar Marítimo”, associado ao Anticiclone Polar Atlântico com trajetória marítima, e outro no verão, sob domínio do “Tempo Depressionário Continental”, associado ao domínio da Massa Tropical Continental. Ambas ilhas de frescor registradas foram de fraca magnitude, com 1 °C de diferença a menos do que em seu entorno próximo.

Nesse sentido, os diferentes sistemas atmosféricos envolvidos não propiciam diferentes magnitudes, o que pode ser explicado 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.

Já a formação das ilhas de calor em Agudo esteve restrita ao período do verão, e ambas associadas aos domínios atmosféricos tropicais, com a Massa Tropical Atlântica, formando o “Tempo Anticiclônico Tropical Marítimo” e Massa Tropical Continental, formando o “Tempo Depressionário Continental”. No entanto, a magnitude a ilha de calor foi mais forte quando da presença das massas tropicais continentalizadas, que trazem mais calor do que as tropicais oceânicas.

Portanto, a cidade de Agudo, que possui área suficiente para expandir-se, deve levar em consideração as condições geoecológicas e geoambientais 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

- 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.
- AMORIM, M. C. C. T. Climatologia e gestão do espaço urbano. **Revista Mercator**. Fortaleza. N. 19, p. 71-90, 2010.
- AMORIM, M. C. C. T. A produção do clima urbano em ambiente tropical: o exemplo de Presidente Prudente/SP, **Revista Geonorte Edição Especial 2**, Manaus, v.2, n.5, p.52 – 64, 2012.
- ANDRADE, H. O clima urbano – natureza, escalas de análise e aplicabilidade. Lisboa: **Finisterra**, Lisboa. N. 80, p. 67-91, 2005.
- ARAÚJO, L. C. **Memória sobre o clima do Rio Grande do Sul**. Rio de Janeiro: Serviço de Informação do Ministério da Agricultura, 1930.
- AYOADE, J. O. **Introdução à climatologia para os trópicos**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 6. Ed. 2003.
- AZEVEDO, T. R. Os climas na cidade de São Paulo. São Paulo: USP/FFLCH/Laboratório de Climatologia, **GEOUSP** - Coleção Novos Caminhos-4, p.155-164. 2001.
- AZEVEDO, T. R. Distribuição espacial da chuva: um ensaio metodológico. TARIFA, J. R. & AZEVEDO, T. R. de, (Orgs). **Os climas da cidade de São Paulo: teoria e prática**, Coleção Novos Caminhos, n. 4, Departamento de Geografia, FFLCH, Universidade de São Paulo, São Paulo. 2001.
- CABRAL, A. C.; CRUZ, N. C. C. **Transformações no espaço urbano no município de Bragança: um estudo sobre os espaços da ocupação do Portinho, no Bairro da Aldeia, e do conjunto habitacional João Alves da Mota, no bairro da Vila Sinhá**. Trabalho de Conclusão de Curso em Geografia, Instituto Federal do Pará – IFPA, Bragança-PA, 2014.
- CABRAL, E; JESUS, E. F. R. Eventos pluviiais concentrados sobre a grande São Paulo ocorridos em 1991: seus reflexos na vida urbana. **Sitientibus**, Feira de Santana – BA, n° 12, p. 31-54, 1994.
- COSTA, T. O. **Eventos de precipitação extrema associados às inundações na área urbana de Bragança – PA**. 2014. 210f. Dissertação (Mestrado em Geografia) Universidade Federal de Santa Maria - UFSM, Santa Maria - RS, 2014.
- FERREIRA, C. C. M.; BATISTA, A. J. **A importância do clima no planejamento urbano**. In: Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada. VI. Anais... Vol. II. Goiás. Departamento de Geografia. Goiânia, 1995. p. 101-105.

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.

FIALHO, E. 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.

GARCÍA, F. F. **Manual de climatologia aplicada**. Madrid: Editorial Síntesis, 1995.

GARCÍA, F. F. **Manual de climatologia aplicada**: clima, medio ambiente y planificación. Madrid: Editorial síntesis, S.A., 1996. 285p.

GARCIA, M. C. M; VIDE, M. J. **Algunas ideas propias de la climatología urbana de cara a la planificación urbana y rural**. 2000. Conferência realizada no IV Simpósio Brasileiro de Climatologia Geográfica em 28 nov. 2000.

GARCIA, M. C. M. **Climatologia urbana**. Barcelona: Universitat de Barcelona, 1999. 97 p.

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

GOVERNO DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL. **Atlas Eólico do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre, 2006. 65p.

GOVERNO DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL. **Atlas Socioeconômico e ambiental do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre, 2007. 65p.

GREGORY, K. J. **A Natureza da Geografia Física**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1992.

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

LANDSBERG, H. E. O clima das cidades. **Revista do Departamento de Geografia – USP**, v. 18, p.95-111. 2006.

LOMBARDO, M. A. **Ilhas de calor nas metrópoles**: o exemplo de São Paulo. São Paulo: HUCITEC, 1985. 244 p.

MACHADO, F. P. **Contribuição ao estudo do clima do Rio Grande do Sul**. Rio de Janeiro: Serviço Gráfico do IBGE, 1950.

MENDONÇA, F. A. **O Clima e o planejamento urbano de cidades de porte médio e pequeno**: proposição metodológica para estudo e sua aplicação à cidade de Londrina - PR. 1994. 322f. Tese (Doutorado em Geografia)-Universidade de São Paulo, São Paulo, 1994.

MASCARÓ, J.; MASCARÓ, L.; AGUIAR, C. Cidade: energia, arborização urbana e impacto ambiental. **Ciência & Ambiente**, Santa Maria, UFSM, v.1, n.1, p. 59-72, jul.1990.

MENDONÇA, F. A. O estudo do clima urbano no Brasil: evolução, tendências e alguns desafios. In: MONTEIRO, C. A. F.; MENDONÇA, F. (org). **Clima urbano**. São Paulo, Contexto, 2003.

MINISTÉRIO DAS CIDADES. **Plano Diretor Participativo**. Brasília, DF, 2001. Disponível em: <www.cidades.gov.br>. Acesso em: 01 ago. 2014.

MONTEIRO, C. A. F. O estudo geográfico do clima. **Cadernos Geográficos**, nº1, maio. p. 07-72. 1999.

MONTEIRO, C. A. F. **Clima e Excepcionalismo** (Conjecturas sobre o Desempenho da Atmosfera como Fenômeno Geográfico). Florianópolis: UFSC, 1991.

MONTEIRO, C. A. F. A cidade como processo derivador ambiental e a geração de um clima urbano: estratégias na abordagem geográfica. **GEOSUL**, Florianópolis – SC, nº 9 - Ano V – 1º semestre, p. 80-114. 1990b.

MONTEIRO, C. A. F. Por um suporte teórico e prático para estimular estudos geográficos de clima urbano no Brasil. **GEOSUL**, Florianópolis – SC, nº 9 - Ano V – 1º semestre, p. 07-19. 1990a.

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

MONTEIRO, C. A. F. **Análise Rítmica em Climatologia**: problemas da atualidade climática em São Paulo e achegas para um programa de trabalho. São Paulo: IGEOG/USP, 1971.

MONTEIRO, C. A. F. **A frente polar atlântica e as chuvas de inverno na fachada sul-oriental do Brasil – contribuição metodológica à análise rítmica dos tipos de tempo no Brasil**. 1. ed. São Paulo: Instituto de Geografia/USP,(Série Teses e Monografias, 1), 1969.

MONTEIRO, C. A. F. Sobre um índice de participação das massas de ar e suas possibilidades de aplicação à classificação climática. **Revista Geografia**, Rio de Janeiro, s/v, n. 61, p. 59-69, ago./dez. 1964.

MONTEIRO, C. A. F. O Clima da Região Sul. In: **Geografia Regional do Brasil: Região Sul**. Rio de Janeiro: IBGE, v.4, p.117-169, 1963.

MORENO, J. A. **Clima do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Secretaria da Agricultura, 1961.

MOURA, L. G. V. **Indicadores para a avaliação da sustentabilidade em sistemas de produção da agricultura familiar**: o caso dos fumicultores de Agudo. Acessado em 15 dez. 2014. Disponível em <http://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/2624/000373824.pdf?sequence=1>.

NIMER, E. Clima. In: **Geografia do Brasil: Região Sul**. Rio de Janeiro, IBGE, v.05, 1977.

NIMER, E. **Climatologia do Brasil**. Rio de Janeiro, 2ª ed. IBGE, 1989.

OKE, T. R. **Climatic impacts of urbanization**. In: in Bach, W., Pankrath, J. anal Williams, J. (Eds.) *Interactions of Energy and Climate*, D. Reidel, Dordrecht. 339-56. 1980.

RIBEIRO, A. G. As Escalas do Clima. **Boletim de Geografia Teorética**. Rio Claro, IGCE/UNESP, v 23, n° 45 – 46. p. 288 – 294. 1993.

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.

SANT'ANNA NETO, J. L. O clima urbano como construção social: da vulnerabilidade polissêmica das cidades enfermas ao sofisma utópico das cidades saudáveis. **Revista Brasileira de Climatologia**. Ano 7, vol. 8, jan - jun. p. 45-60. 2011.

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.

SARTORI, M. G. B. A percepção climática no ambiente urbano e rural da região de Santa Maria-RS. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA, 5., 2002, Curitiba. **Anais...** Curitiba: UFPR, 2002. 1 CD-ROM.

SARTORI, M. G. B. **Clima e percepção**. 2000. 488p. Tese (Doutorado em Geografia) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2000. 2 v.

SARTORI, M. G. B. Distribuição das chuvas no Rio Grande do Sul e a variabilidade têmporo-espacial no período 1912-1984. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA E APLICADA. 5., 1993a, São Paulo. **Anais...** São Paulo: USP, 1993a.

SARTORI, M. G. B. As variações pluviométricas e o regime das chuvas na região central do Rio Grande do Sul. **Boletim de Geografia Teorética**. n. 23. p. 70-84. 1993b.

SARTORI, M. G. B. A circulação atmosférica regional e os principais tipos de sucessão do tempo no inverno do Rio Grande do Sul, Brasil. **Ciência e Natura**, n. 15, p. 69-93, 1993c.

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**, n. 3, p. 101-110, 1981.

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

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

SARTORI, M. G. B. **Limite da excepcionalidade dos invernos de 1957 e 1963 na latitude de Santa Maria**. In: BOLETIM HIDROMETEOROLÓGICO DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA. Santa Maria: UFSM, 1973.

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.

SECRETARIA ESTADUAL DE MEIO AMBIENTE. Departamento de Recursos Hídricos. **1ª Etapa do Plano de Bacia do Rio Caí: Consolidação do conhecimento sobre recursos hídricos e enquadramento dos recursos hídricos superficiais – Relatório temático A2, Diagnóstico da disponibilidade hídrica**. Porto Alegre, 2006a. 186p.

SECRETARIA ESTADUAL DE MEIO AMBIENTE. Fundação Estadual de Proteção Ambiental. **Projeto de conservação da Mata Atlântica no Rio Grande do Sul**. Porto Alegre, 2006b. 272p.

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.

SCHIRMER, G. J. 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.

SILVEIRA, R. D. **Relação entre tipos de tempo, eventos de precipitação extrema e inundações no espaço urbano de São Sepé - RS**. 2007. 142f. Dissertação (Mestrado em Geografia) Universidade Federal de Santa Maria - UFSM, Santa Maria - RS, 2007.

SPOSITO, M. E. B. **Capitalismo e Urbanização**. Contexto, 2000.

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.

WALTER; V.; VALENTE; L. S. Organização socioespacial da localidade de Linha Araçá, no município de Agudo, RS. Santa Maria, RS: **Disciplinarum Scientia**, v. 11, n. 1, p. 61-78, 2010.

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

WOLLMANN, C. A. **A Gênese climática das enchentes na bacia hidrográfica do Rio Caí**. Trabalho de graduação de bacharelado em Geografia. Universidade Federal de Santa Maria – UFSM, Santa Maria – RS, 2008.

WOLLMANN, C. A; SATORI, M. G. B. Frequência mensal e sazonal da participação de sistemas atmosféricos no verão do Rio Grande do Sul: análise sobre três casos típicos (1986/1987, 1997/1998 e 2004/2005). **Revista Ciência & Natura**, UFSM, 31 (1): 141-161, 2009a.

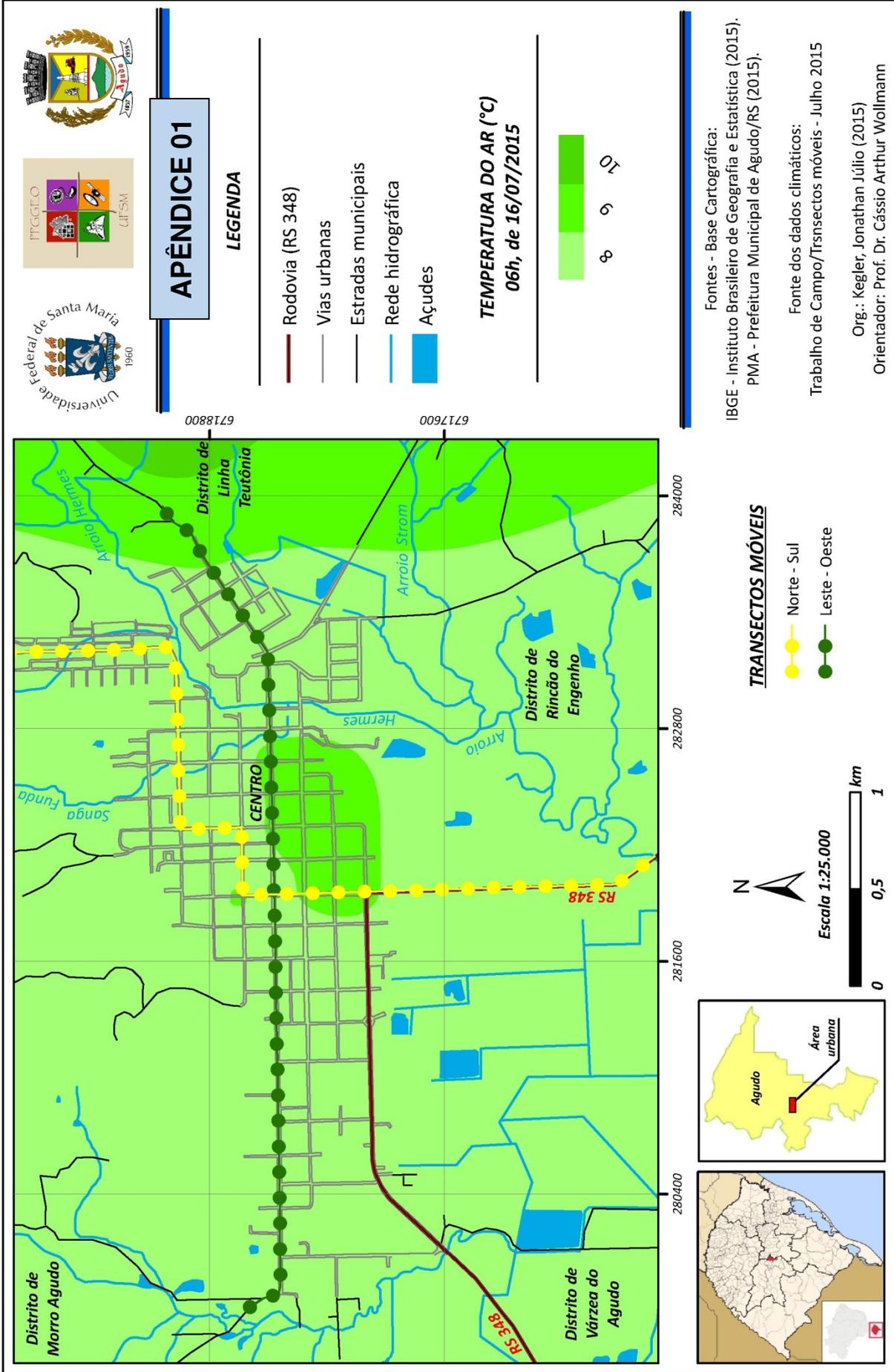
WOLLMANN, C. A; SARTORI, M. G. B. O estudo das enchentes nas diferentes linhas de pesquisa da Geografia Física – uma revisão teórica. In: XIII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA, 2009, Viçosa. **Anais...** Viçosa – MG: UFV, 2009b.

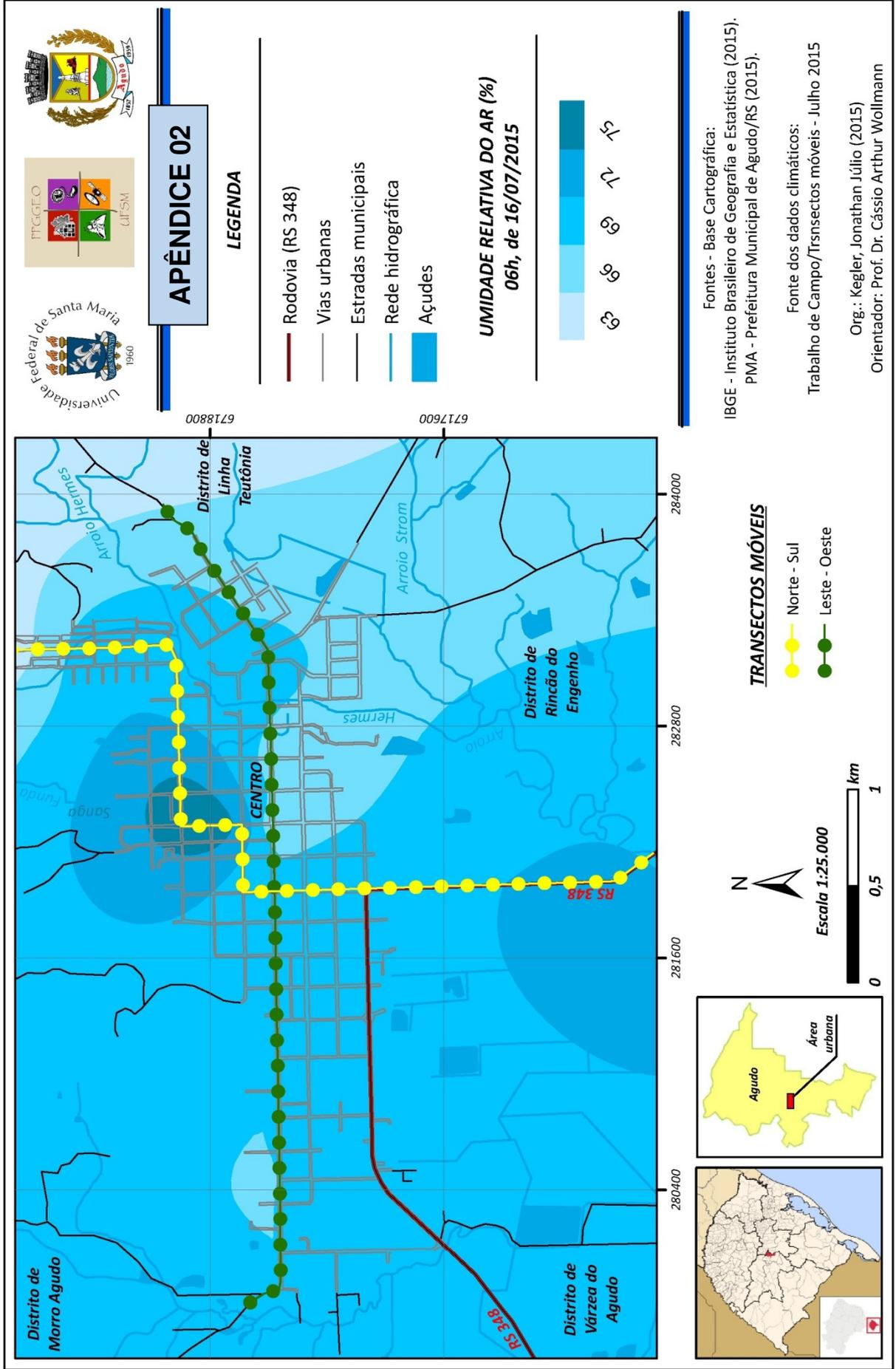
WOLLMANN, C. A. **Zoneamento agroclimático para a produção de roseiras (*Rosaceae spp.*) no Rio Grande do Sul**. 2011. Tese (Doutorado em Geografia) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011. 2 v.

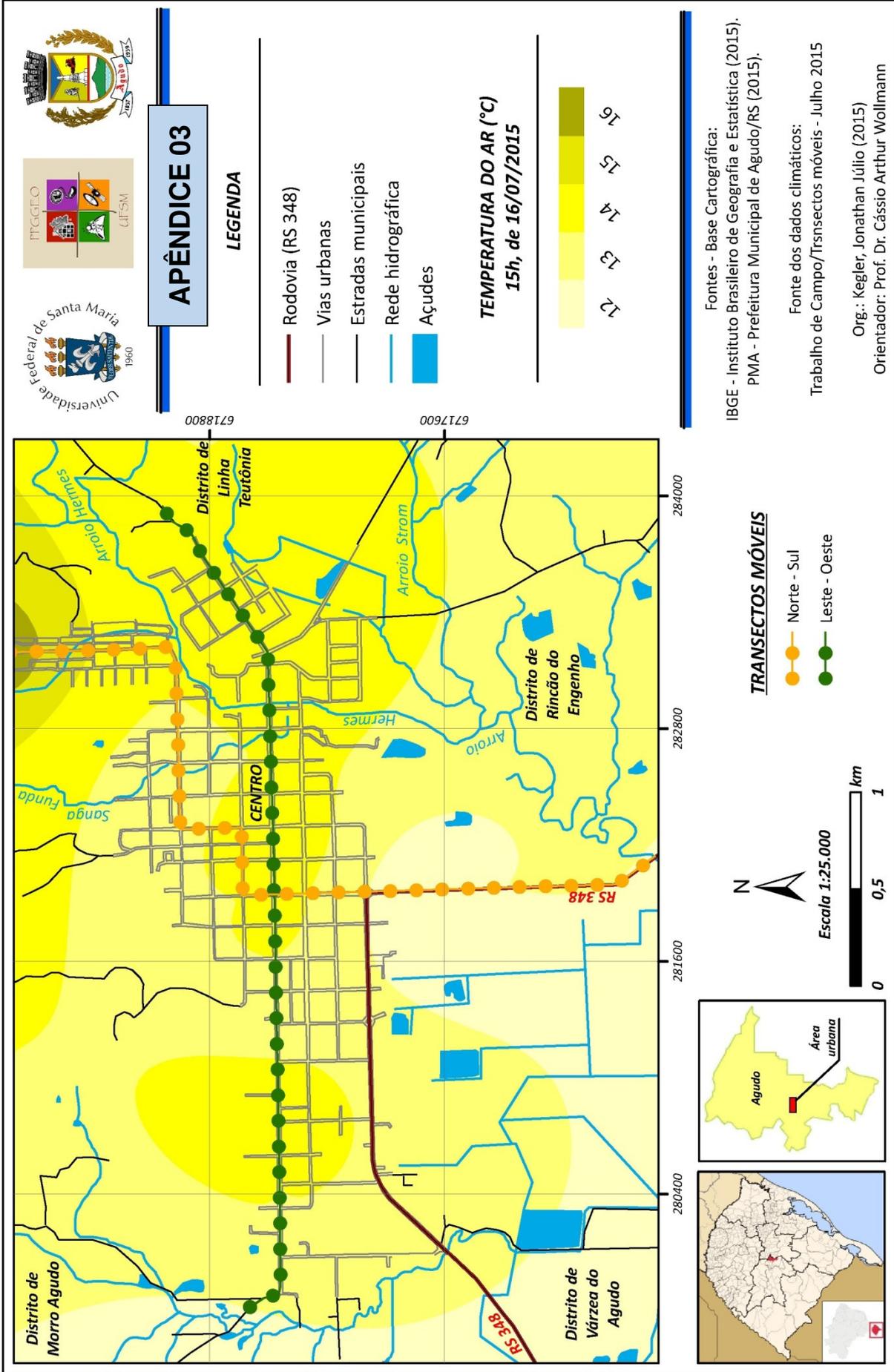
WOLLMANN, C. A; SIMIONI, J. P. D. Variabilidade espacial dos atributos climáticos na Estação Ecológica do Taim (RS), sob domínio polar. **Revista do Departamento de Geografia – USP**, Volume 25, p. 56-76. 2013.

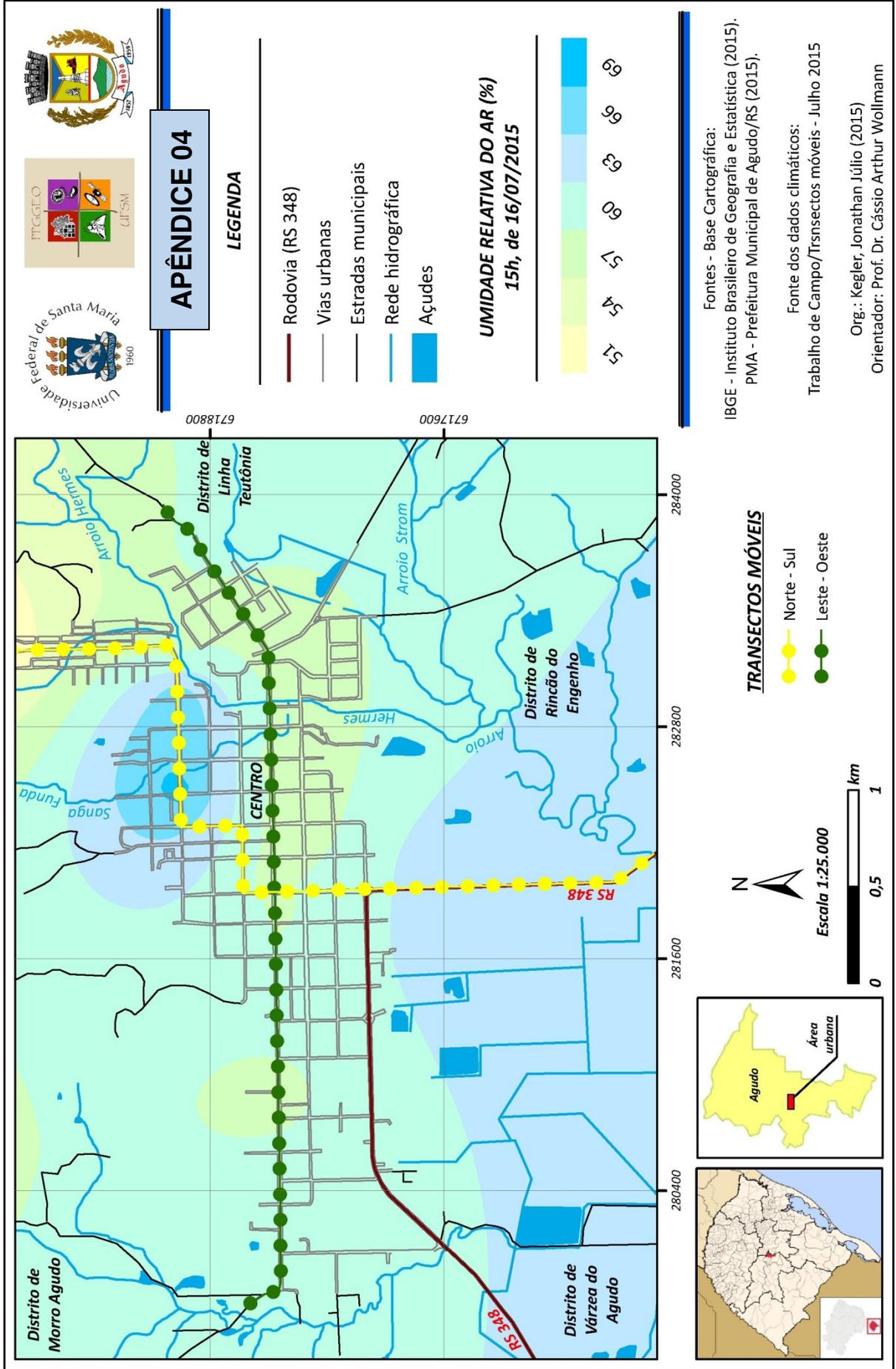
WOLLMANN, C. A.; GALVANI, E. **Zoneamento Agroclimático - Aportes teóricos, metodológicos e técnicas para o estudo das roseiras (*Rosaceae spp.*) no Rio Grande do Sul**. 1. ed. Porto Alegre: Buqui Livros digitais, 2014. v. 1. 149p.

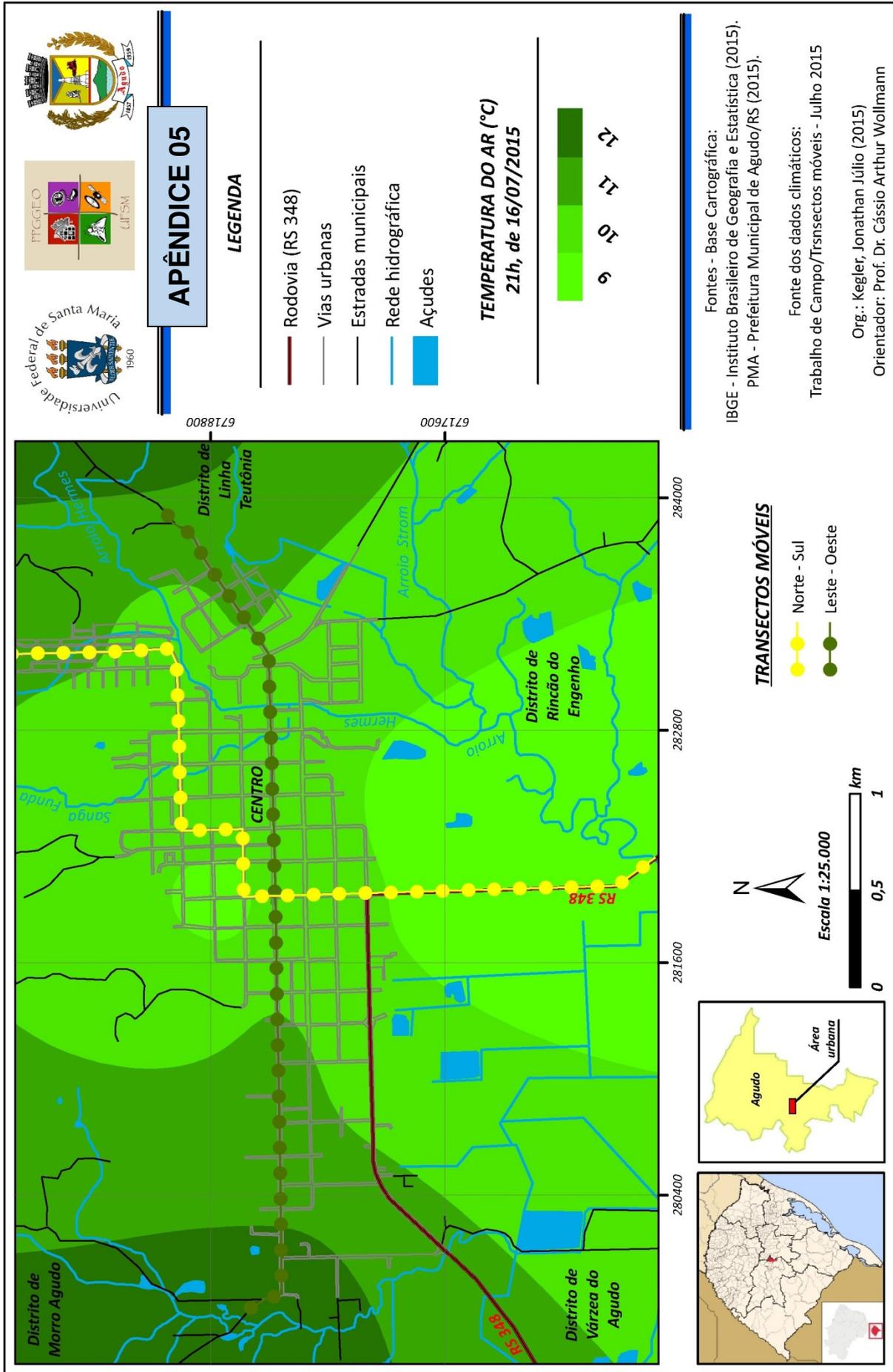
APÊNDICES

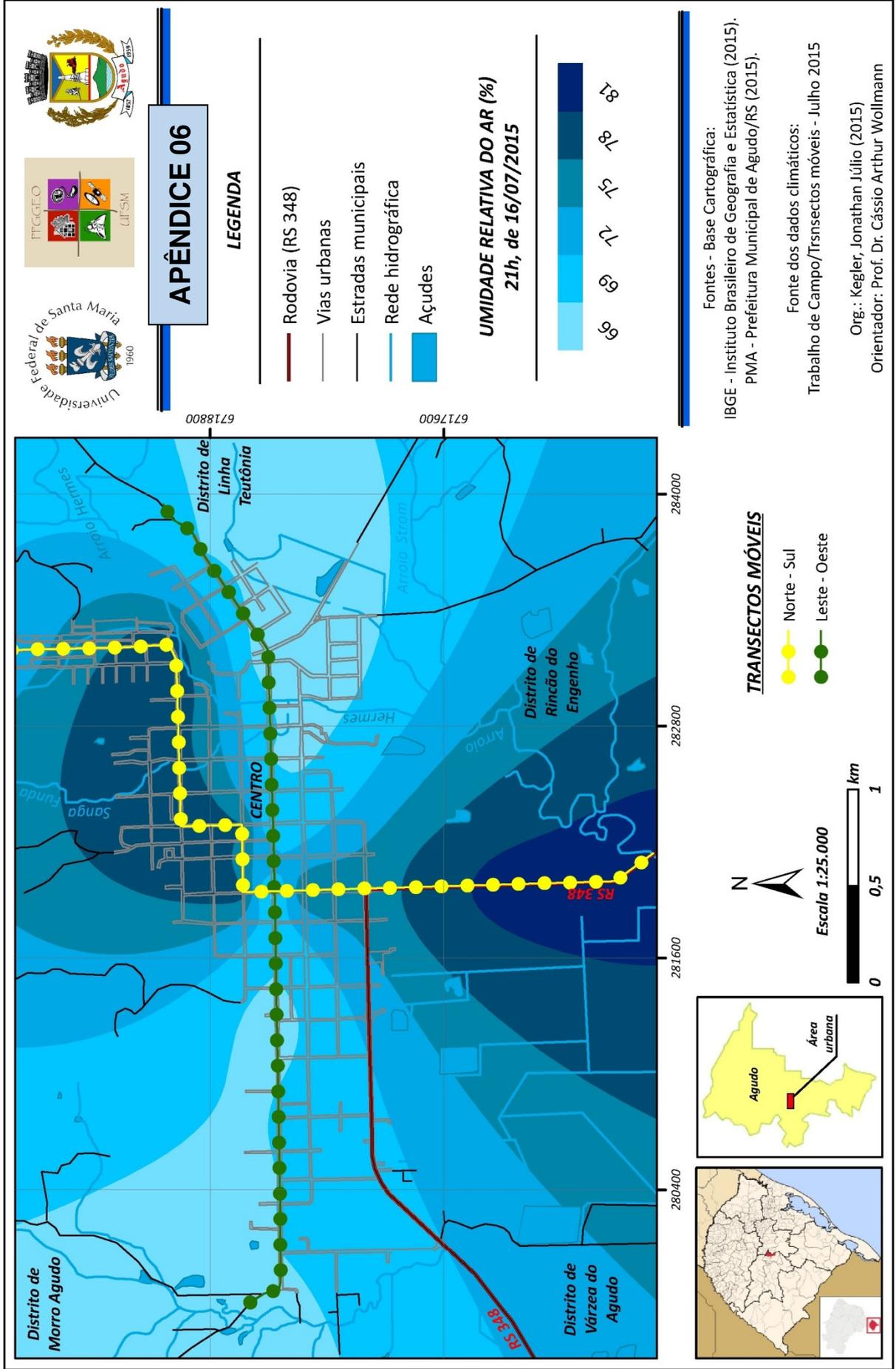












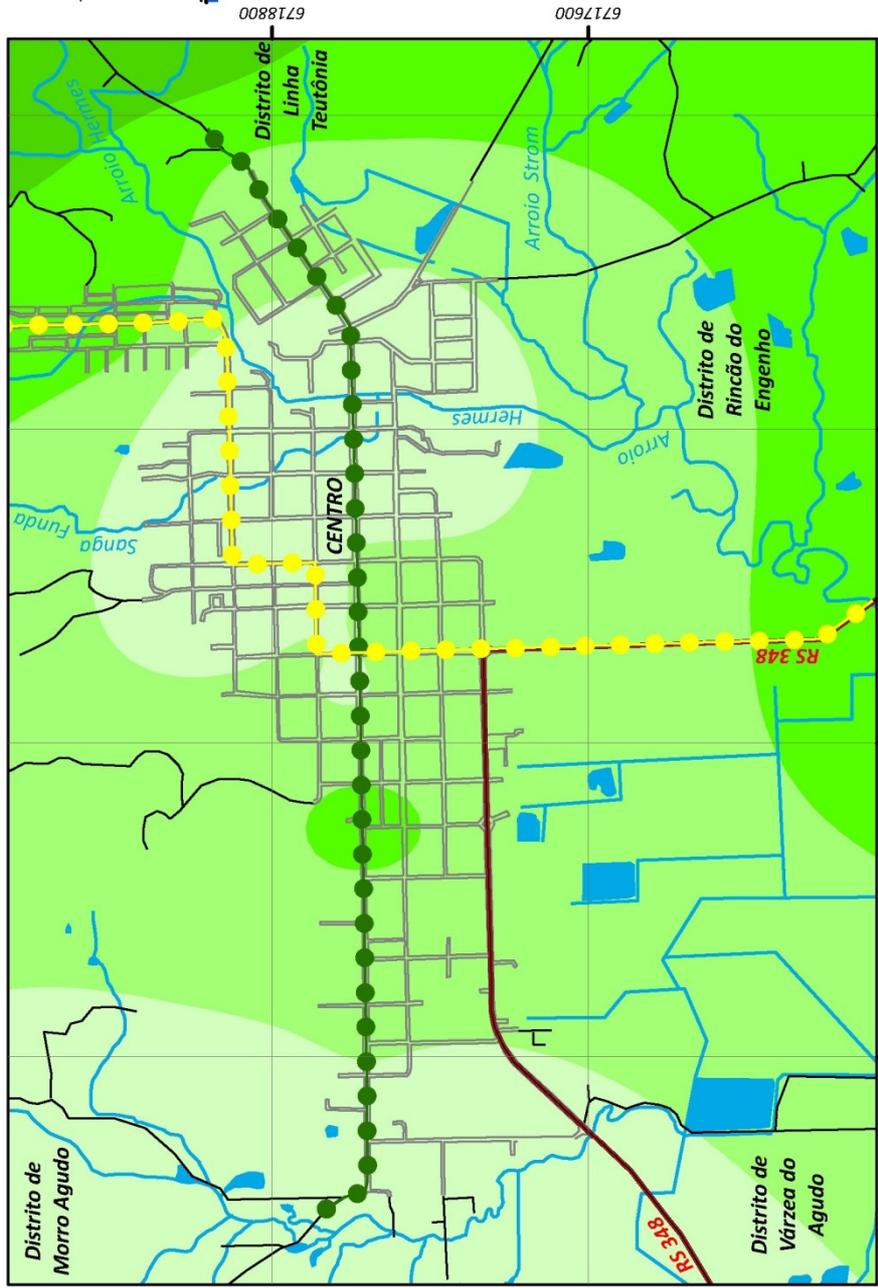
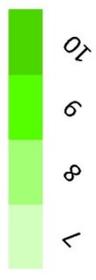


APÊNDICE 07

LEGENDA

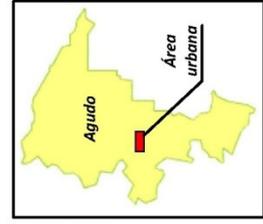
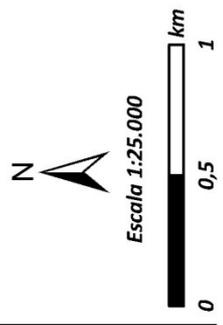
- Rodovia (RS 348)
- Vias urbanas
- Estradas municipais
- Rede hidrográfica
- Açudes

TEMPERATURA DO AR (°C) 06h, de 25/08/2015



TRANSECTOS MÓVEIS

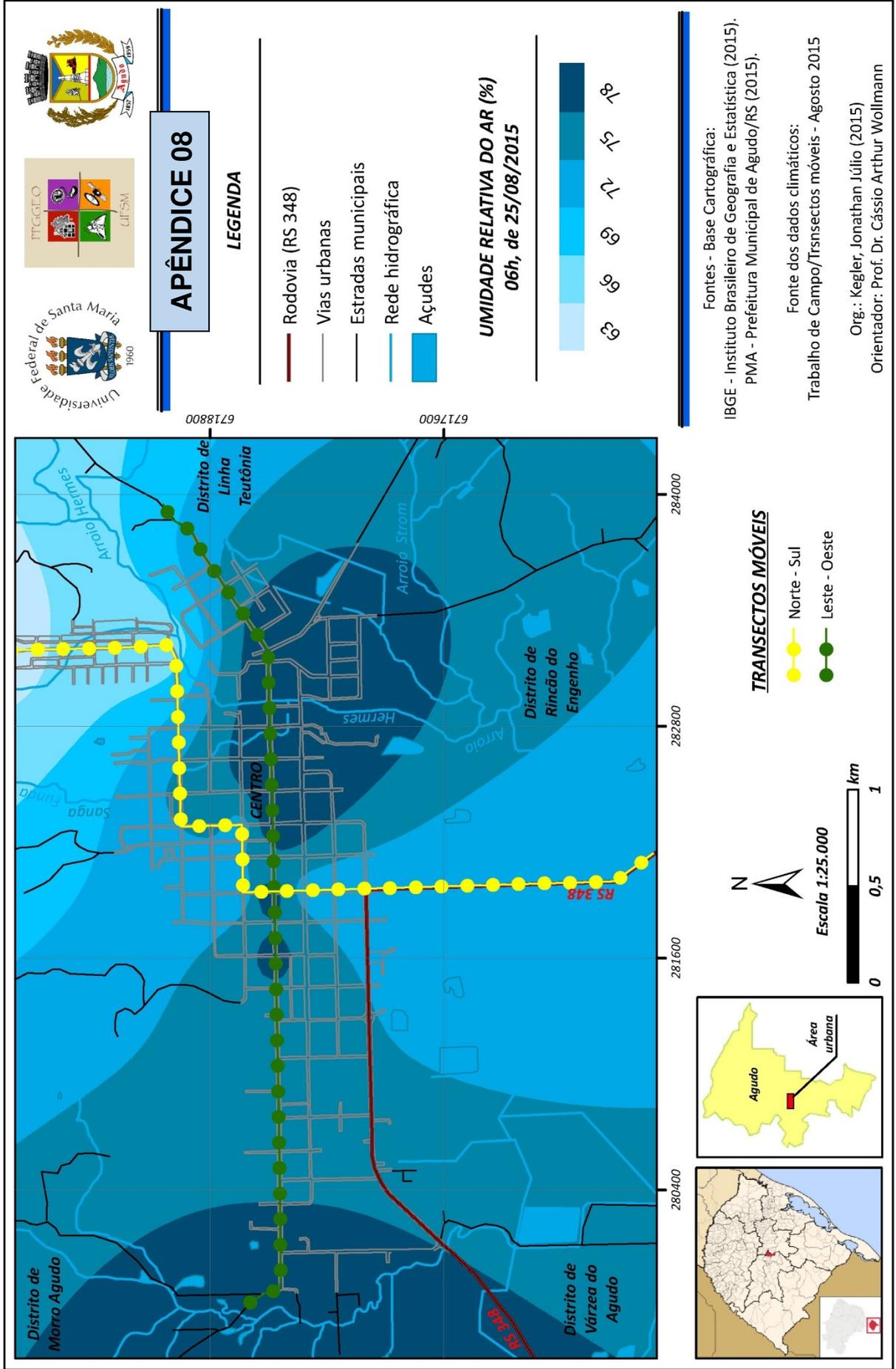
- Norte - Sul
- Leste - Oeste

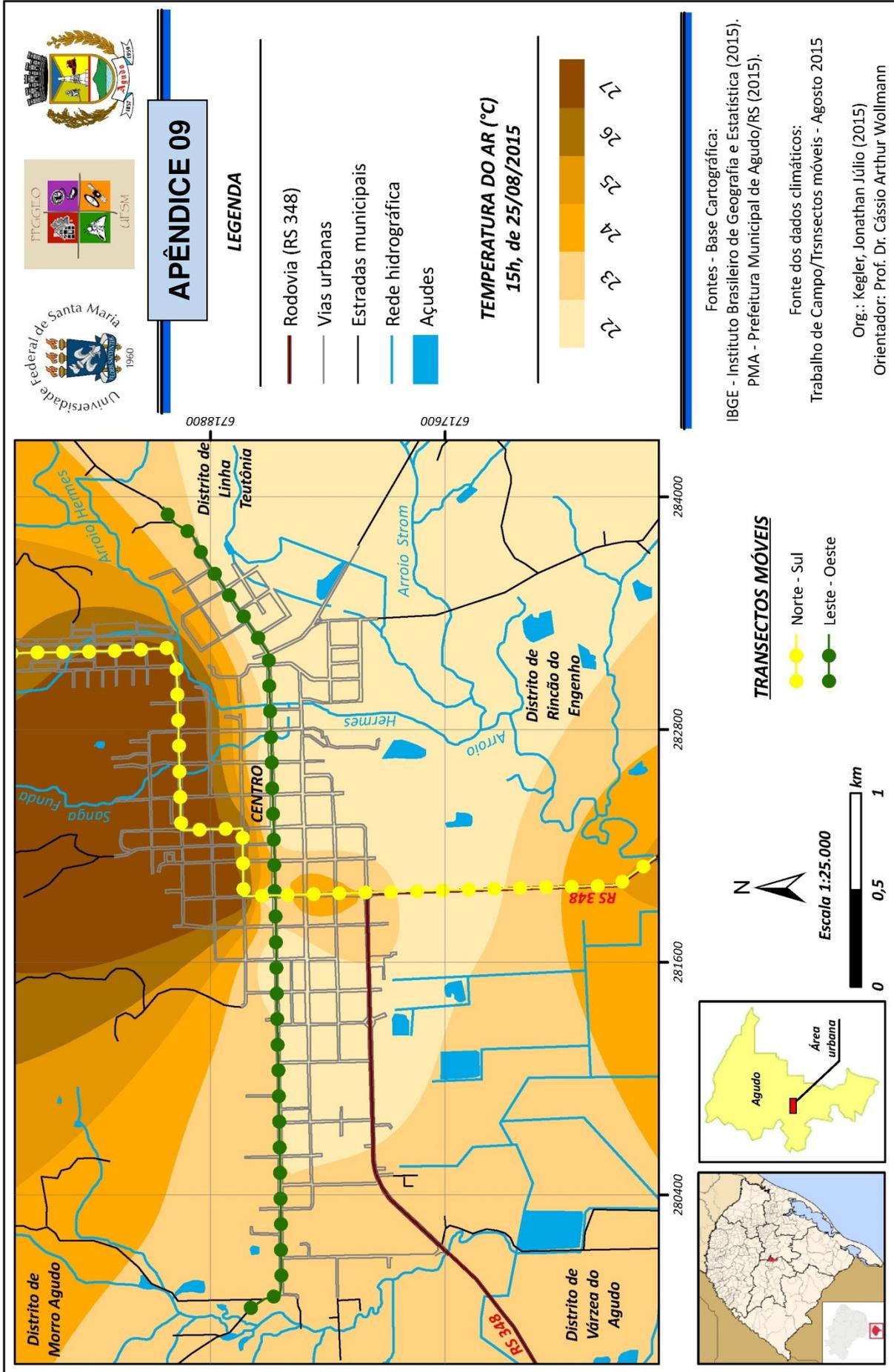


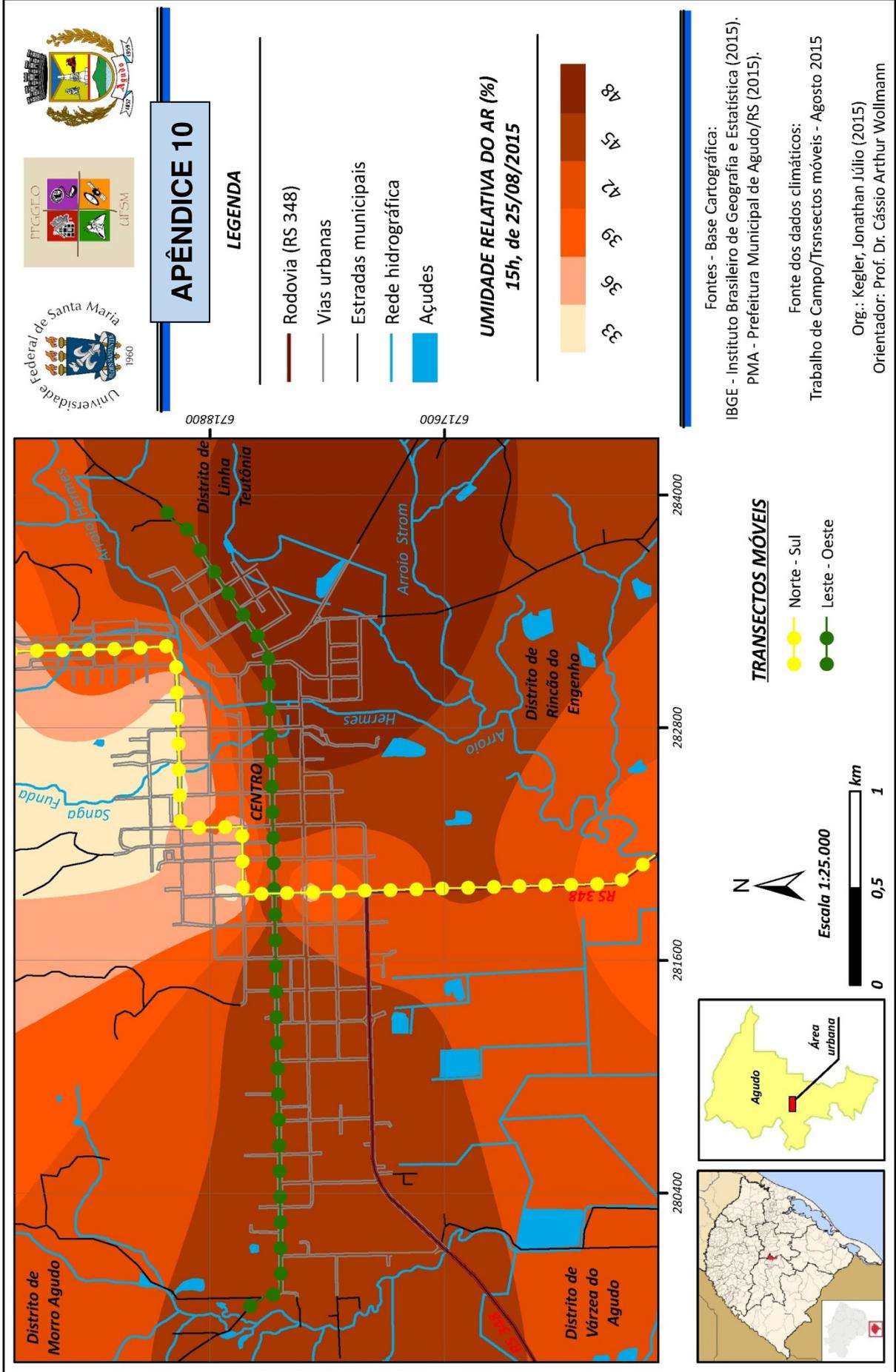
Fontes - Base Cartográfica:
 IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2015).
 PMA - Prefeitura Municipal de Agudo/RS (2015).

Fonte dos dados climáticos:
 Trabalho de Campo/Trnssectos móveis - Agosto 2015

Org.: Kegler, Jonathan Júlio (2015)
 Orientador: Prof. Dr. Cássio Arthur Wollmann







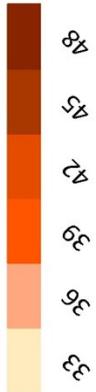
APÊNDICE 10



LEGENDA

- Rodovia (RS 348)
- Vias urbanas
- Estradas municipais
- Rede hidrográfica
- Açúdes

UMIDADE RELATIVA DO AR (%) 15h, de 25/08/2015



Fontes - Base Cartográfica:
 IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2015).
 PMA - Prefeitura Municipal de Agudo/RS (2015).

Fonte dos dados climáticos:
 Trabalho de Campo/Trnssectos móveis - Agosto 2015

Org.: Kegler, Jonathan Júlio (2015)
 Orientador: Prof. Dr. Cássio Arthur Wollmann

TRANSECTOS MÓVEIS

- Norte - Sul
- Leste - Oeste



Escala 1:25.000

