

ATLAS CLIMÁTICO DO TAIM: CONTRIBUIÇÃO AO ESTUDO DO CLIMA EM UNIDADES DE CONSERVAÇÃO

Cássio Arthur Wollmann

Doutor em Geografia Física - USP

Professor Doutor Adjunto do Departamento de Geociências - UFSM

E-mail: cassio_geo@yahoo.com.br

João Paulo Delapasse Simioni

Geógrafo - UFSM

Mestrando em Geografia - UFRGS

E-mail: jpaulosimioni@hotmail.com

Amanda Comassetto Iensse

Geógrafa - UFSM

Mestranda em Geografia - UFSM

E-mail: comassettoamanda@gmail.com

RESUMO

O presente artigo consiste na apresentação de um atlas climático e na definição das unidades climáticas na Estação Ecológica do Taim/RS. Para a realização desta pesquisa, necessitou-se a realização de 03 (três) trabalhos de campo na ESEC Taim/RS, onde foram instalados 06 (seis) mini abrigos meteorológicos em pontos distintos, que consistem nas bases de segurança da ESEC, contendo em cada mini abrigo um *Datalogger* de temperatura e umidade do ar, os quais ficaram permanentemente instalados na ESEC durante a pesquisa. Mediu-se a temperatura e a umidade relativa do ar, além também da aquisição de dados de pressão atmosférica e velocidade dos ventos. Para a análise e definição das unidades climáticas da ESEC Taim, realizou-se o cruzamento e a espacialização dos dados de temperatura, umidade relativa do ar, evapotranspiração e precipitação pluviométrica (mensal, sazonal e anual) através de técnicas de geoprocessamento. Após análise climática e cartográfica, pode-se perceber que o microclima da ESEC Taim é tão diverso e dinâmico quanto à natureza viva do local, especialmente nas variações térmicas e higrométricas, que nesta pesquisa, sugeriu-se a divisão da ESEC Taim em quatro unidades climáticas, influenciadas diretamente pelos ambientes naturais, como os banhados, as lagoas e as dunas eólicas, e também, pelas atividades antrópicas como a rizicultura, silvicultura e pela BR 471 que passa dentro dos limites do Taim.

PALAVRAS-CHAVE: Atlas, Climatologia, Unidades Climáticas, ESEC Taim, Microclimatologia.

30

CLIMATE ATLAS OF TAIM: CONTRIBUTION TO CLIMATE STUDIES IN PROTECTED AREAS

ABSTRACT

This article is to present a climatic atlas and in the definition of climate units in the Taim Ecological Station. For this research, we needed to carry out three (03) field work at ESEC Taim/RS, which were installed six (06) weather shelters at different points, comprising the security foundations of ESEC, containing in each under a temperature datalogger and humidity, which were permanently installed in the ESEC during the search. Measured the temperature and relative humidity, in addition also the acquisition of atmospheric pressure and wind speed data. For the analysis and definition of climate units ESEC Taim, there was the intersection and the spatial

distribution of temperature data, relative humidity, evaporation and rainfall (monthly, seasonal and annual) through geoprocessing techniques. After climate and cartographic analysis, you can be seen that the microclimate of ESEC Taim is as diverse and dynamic as the living of local nature, especially in the thermal variations and hygrometric, which in this research, it was suggested the division of ESEC Taim into four units climate, influenced directly by natural environments such as marshes and ponds wind dunes, and also by human activities like rice farming, forestry and the BR 471 passing within the Taim limits.

KEYWORDS: Atlas, Climatological, Climate Unit, ESEC Taim, Microclimatology.

INTRODUÇÃO

Um atlas climático constitui-se em um meio de representar, na forma gráfica, uma síntese dos conhecimentos referentes ao clima de um País, Estado, região ou recortes especialmente selecionados do espaço geográfico, e que se destina a uma ampla gama de usuários. Utilizando-se de uma base de dados importante para uso estratégico – as normais climáticas – tais dados sustentam decisões políticas e de gestão, em vários setores socioeconômicos como o planejamento urbano, a agricultura, as florestas, a energia, os transportes, o turismo e o meio ambiente, entre outras.

O principal objetivo da publicação de um Atlas Climático, portanto, é apresentar, na forma de mapas, alguns padrões de variabilidade mensal e sazonal dos atributos de uma área de interesse especial, seja para fins de pesquisa, ou para uso do Estado, e que podem ser facilmente lidos e interpretados por qualquer pessoa.

No Brasil, diversos trabalhos voltados diretamente à confecção de atlas climáticos estão sendo desenvolvidos dentro da ciência climatológica. No Ano de 2001 o Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) publicou o Atlas climatológico para a Amazônia Legal, sanando uma lacuna de estudos envolvendo o clima na Amazônia brasileira.

Wrege et. al. (2009) publicaram um Atlas climático dos Estados da Região Sul do Brasil, produzindo um trabalho com mais de duzentos mapas em escala de 1:250.000 apresentando dados de precipitação pluviométrica, temperatura do ar e evapotranspiração.

Tratando-se especialmente do Estado do Rio Grande do Sul, Matzenauer; Radin; Almeida (2011) publicaram o Atlas Climático do Rio Grande do Sul, onde os autores especializaram as variáveis de precipitação, temperatura do ar, umidade relativa, evapotranspiração, radiação solar, insolação total e horas de frio com análise de dados de 30 anos.

Abordando exclusivamente a variável climática vento, Amarante; Silva (2002) produziram o Atlas eólico do Rio Grande do Sul, apresentando informações detalhadas sobre os regimes dos

ventos no Rio Grande do Sul, calculadas a partir de uma rigorosa metodologia, utilizando técnicas modernas e tendo como base medições de alta qualidade, realizadas entre 2000 e 2002.

No entanto, apesar dos atlas climáticos apresentarem um ramo crescente de estudos, atlas climáticos de Unidades de Conservação com maiores níveis de detalhamento, são materiais de consulta bibliográfica científicos ainda inexistentes no Brasil.

Deste modo, este trabalho tem por objetivo geral a apresentação de um atlas climatológico, e também a definição das unidades climáticas na Estação Ecológica do Taim/RS, através da coleta de dados climáticos *in situ*, trabalhos de campo e mapeamentos através de técnicas de geoprocessamento.

Localização espacial da ESEC Taim

A Estação Ecológica (ESEC) do Taim foi criada através do Decreto Federal nº 92.963, de 21 de Julho de 1986, e segundo o Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC, 2000) é classificada como uma “unidade de conservação de Proteção Integral, cujo Artigo 2º, Parágrafo VI coloca que sua principal função é a manutenção dos ecossistemas livres de alterações causadas por interferência humana, admitido apenas o uso indireto dos seus atributos naturais”.

Localizada no extremo sul do Brasil, no Estado do Rio Grande do Sul (Figura 01), na Planície Litorânea, com altitudes não superiores a 20 metros acima do nível do mar, a Estação Ecológica do Taim (ESEC Taim) é considerada, pelo Ministério do Meio Ambiente (ICMBio, 2011) a “Unidade de Conservação Federal mais ao Sul do território brasileiro”, e segundo a Fundação Zoobotânica do Estado do Rio Grande do Sul (FZBRS, 2012), a ESEC “localiza-se dentro do Bioma Pampa, em litoral lagunar, mas em duas ecorregiões com vegetação distintas: os Campos Sulinos e a Vegetação de Restingas da Costa Atlântica”.

Figura 1 - Localização Espacial da ESEC Taim.



Fonte: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (2004)

Diante dessa variedade ambiental podem ser encontradas várias espécies de animais, tais como o João-de-barro, tartarugas, capivaras, rato-do-banhado, jacaré-de-papo-amarelo, além de uma presença marcante de aves migratórias, vindas principalmente da Patagônia (FLOOR, 1999). Em relação ao clima, a ESEC Taim está localizada na porção menos chuvosa do Rio Grande do Sul (SARTORI, 1993; ROSSATO, 2011; WOLLMANN, 2011), com grande variação térmica (amplitude) anual e é a área do Estado mais afetada pela Corrente Marítima Fria das Falklands, além das passagens semanais de Ciclones Extratropicais (PANCOTTO, 2007) que conferem à região, especialmente no inverno, o clima mais frio e hostil do Estado. Do ponto de vista socioeconômico, a região destaca-se pela sua grande preservação ambiental, mas possui o desenvolvimento das atividades rizícolas e silvicultoras, além da ligação direta com o Uruguai, através da BR 471 que liga Pelotas e Rio Grande a Santa Vitória do Palmar e Chuí, e que atravessa a ESEC.

Os limites oficiais da ESEC Taim estendem-se por dois municípios: Rio Grande e Santa Vitória do Palmar (com 30% e 70% de seu território para cada município, respectivamente), e estendendo-se por uma área de 33.815 hectares. Ainda, atividades turísticas em balneários (Hermenegildo e Cassino), além do Porto de Rio Grande constituem-se nos principais impactos nas áreas do entorno da ESEC, mas localizados a mais de dez quilômetros dos limites legais da estação.

Usos e problemas da área de estudo

No ano de 1916, o engenheiro Ildefonso Simões Lopes, realizou um levantamento topográfico na área onde hoje situa-se a ESEC Taim, com o objetivo de implantar um grande canal artificial para escoar as águas excedentes da Lagoa Mirim para o Oceano atlântico, com a justificativa de melhor aproveitamento destes campos de meia-vida para a agricultura, visto que ora apresenta-se alagada e ora seca (VIANNA, 2012).

Devido aos altos investimentos o projeto foi arquivado, até que na década de 1960 o Departamento Nacional de Obras e Saneamento (DNOS) deu início a criação de um dique para a contenção das águas da Lagoa Mangueira, com o intuito de preservar as lavouras rizícolas.

Com a obra do dique já em andamento, a extinta Superintendência de Desenvolvimento da Região Sul (SUDESUL) contratou o pedólogo Roquero de Aramburu, da Universidade de Madri para realizar um estudo de viabilidade do prosseguimento das obras de contenção das águas. Foi então que o pesquisador sugeriu a não criação do dique, visto que o solo da área do Taim é extremamente rico em matéria orgânica (elevada presença de turfa), e a atividade agrícola iria expô-lo a um alto índice de oxidação, tornando o solo estéril em poucos anos (VIANNA, 2012).

Deste modo, a parte já construída do dique foi utilizada como rodovia, e hoje abriga a BR 471, no trecho que liga o Taim ao Chuí, sendo desde a criação da ESEC Taim, um dos problemas mais graves enfrentados pela equipe gestora da estação, pois é verificado na rodovia a ocorrência mensal de centenas de mortes de animais por atropelamento (MOTTA, 1999).

Motta (op. cit.) realizou um estudo sobre a mortalidade de animais na BR 471, e constatou que entre julho de 1995 e setembro de 1998, morreram por atropelamento na BR 471, 1.611 animais, sendo 1.507 mamíferos, 44 aves e 60 répteis.

As espécies de animais mais afetadas pelos atropelamentos verificadas na pesquisa de Motta (2009) foram o Ratão-do-Banhado (*Myocastorcoypus*), a Capivara (*Hydrochaerishydrochaeris*) e a Preá (*Caviaaperea*) com 835, 565 e 38 animais mortos, respectivamente.

Além disto, a Estação Ecológica do Taim passa frequentemente por problemas como o despejo de lixo na rodovia e os incêndios ocorridos na área da ESEC, como o verificado em março de 2013, devastando mais de 1.500 ha da área do Taim (BRAZ, et al., 2015).

MATERIAIS E MÉTODOS

Para a realização desta pesquisa e adequação metodológica à escala de trabalho, foram adquiridos *Dataloggers* de temperatura e umidade relativa do ar da marca Instrutherm modelo HT 500 (Figura 2a), bem como a confecção de seis miniabrigos meteorológicos de baixo custo (Figura 2b) conforme metodologia de Armani; Galvani (2006), e testada por Hoppe, et. al. (2015).

Figura 2a – Datalogger de temperatura e umidade utilizado para a pesquisa.

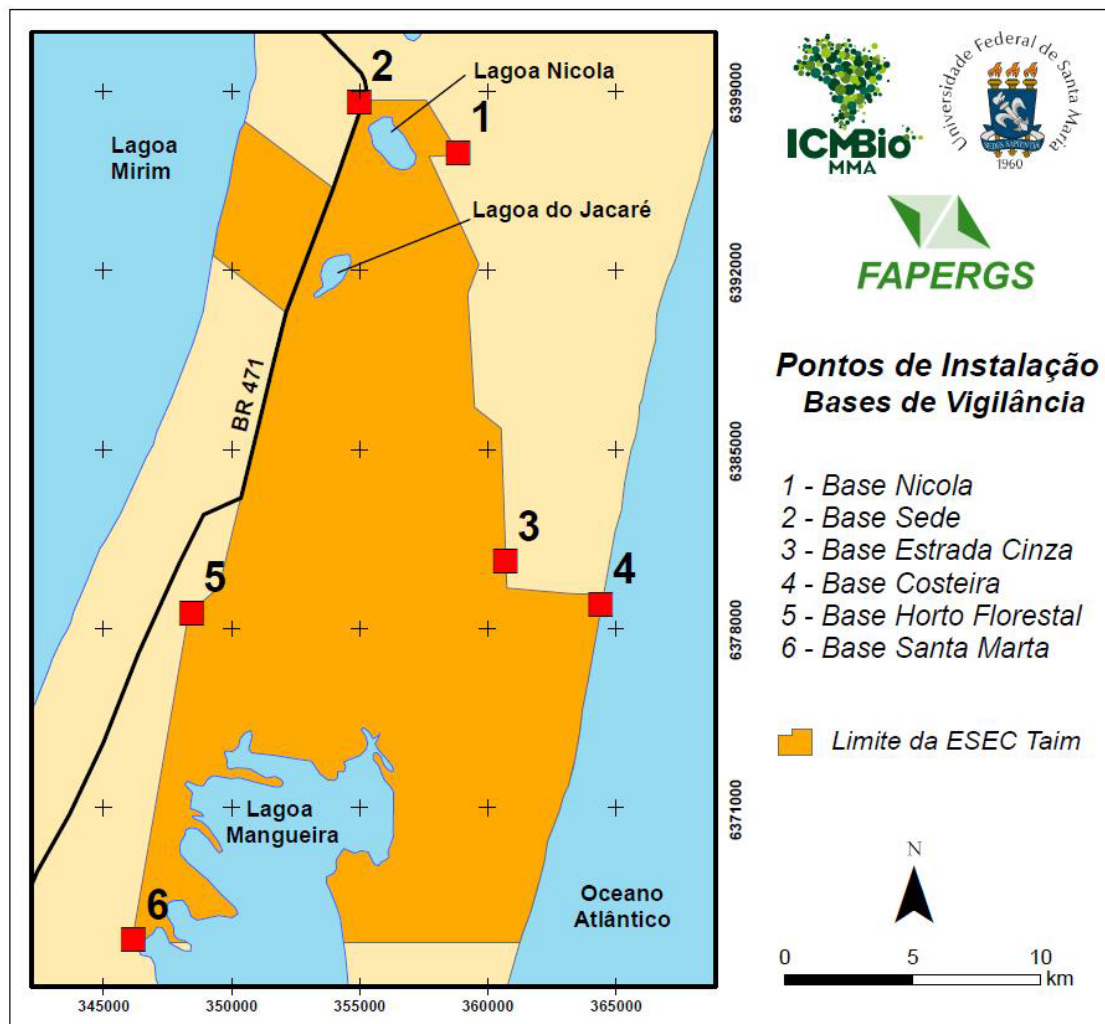
Figura 2b – Miniabrigo meteorológico de baixo custo.



35

Após a aquisição dos *Dataloggers* e confecção dos miniabrigos meteorológicos, deu-se a realização de 03 (três) trabalhos de campo na Estação Ecológica do Taim/RS sendo que no primeiro trabalho de campo, o primeiro ocorrido no final de fevereiro de 2013, foram instalados os miniabrigos meteorológicos, sendo selecionados 06 (seis) pontos distintos dentro da ESEC Taim (Figura 03), os quais correspondem às bases de segurança e pesquisa da Unidade de Conservação (UC).

Figura 3 – Pontos de instalação dos equipamentos.



Para a instalação dos miniabrigos meteorológicos, foram selecionadas as bases de vigilância da ESEC Taim como locais de mensuração dos atributos climáticos por dois motivos: em primeiro, por serem locais que ofereceriam segurança aos equipamentos, por sempre ter equipe de vigilância da Unidade de Conservação nestas bases; e, em segundo, por serem locais com grandes diferenças paisagísticas entre eles.

Para o transporte até todas as bases de vigilância da ESEC Taim para instalação dos equipamentos, foi necessário o auxílio da equipe técnica da ESEC Taim, pois devido à distância e acessibilidade dos mesmos, só teria sido possível apenas com a utilização de veículos com tração, os quais pertencem ao Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio)/ESEC Taim. As Bases 3 e 4 (Figura 03), por exemplo, estão a aproximadamente 20km de distância da sede da ESEC (Base 02), sendo necessário a utilização de estradas particulares para alcance destes

pontos, cuja autorização de passagem só foi permitida com a presença dos funcionários ligados à ESEC.

O segundo trabalho de campo foi realizado no início do mês de setembro de 2013, no qual foram coletados os dados salvos pelos equipamentos referentes aos meses de março, abril, maio, junho, julho e agosto (outono e inverno). Após a coleta dos dados (download), os *Dataloggers* foram instalados novamente nos seus respectivos miniabrigos meteorológicos.

O terceiro e último trabalho de campo foi realizado no início do mês de março de 2014, no qual foram coletados os dados referentes aos meses de outubro, a fevereiro (primavera e verão), completando assim um ano de coleta de dados.

Dos pontos de instalação e coleta dos atributos climáticos

De acordo com a Figura 03, o Ponto 01 (Base Lagoa Nicola) fica ao lado de uma lagoa de mesmo nome, que possui uma variabilidade sazonal hidrológica bastante definida, pois a lâmina de água aparente diminui sua área durante os meses de verão e amplia-se durante os meses de inverno (GUASSELLI, 2005). O Ponto 02 (Base Sede Administrativa) é o ponto mais ao norte e mais próximo da Lagoa Mirim, e é rodeado por campos pampeanos e próximo às dunas que têm avançado desde o litoral nos últimos anos.

O Ponto 03 (Base Estrada Cinza) fica ao lado de uma das maiores áreas silvicultoras de pinus e eucalipto do Rio Grande do Sul, e é divisa da ESEC. Tem esse nome em função do nome da estrada que dá acesso a esse ponto. O Ponto 04 (Base Costeira) fica em meio às dunas do sistema costeiro sul-rio-grandense, na base científica da ESEC. O Ponto 05 (Base Horto Florestal) fica próximo ao Horto Florestal e junto a uma área pouco habitada às margens da BR 471, à sudoeste dos limites da ESEC. Por fim, o Ponto 06 (Base Santa Marta) fica ao lado da Lagoa Mangueira, terceira maior lagoa do Rio Grande do Sul, dentro dos limites lagunares da ESEC, e é o ponto mais ao sul do Taim.

Para melhor caracterizar os ambientes, a Figura 04 apresenta uma fotografia da paisagem em cada uma das bases selecionadas, nas quais foram feitas a instalação dos miniabrigos e monitoramento automático e permanente dos *Dataloggers*. Os *Dataloggers* foram configurados para medição em intervalos de hora em hora, totalizando 24 medições ao longo de 1 dia, para os 365 dias do ano (dados de temperatura e umidade relativa), em todos os 6 pontos, totalizando 17.520 dados para cada ponto (8.760 dados de cada atributo do clima), somando-se ao final de 1 ano, 105.120 dados horários de toda a ESEC.

Figura 4 – Paisagens dos ambientes onde foram instalados os miniabrigos meteorológicos



Análise dos dados climáticos e mapeamento

De posse dos dados coletados em campo, deu-se início ao tratamento dos dados, com o auxílio do software Microsoft Excel 2010. Para a confecção das isolinhas de temperatura do ar, umidade relativa, evapotranspiração, precipitação pluviométrica e definição das unidades climáticas utilizou-se primeiramente o software Surfer 10 (Golden). Após a criação das isoietas, exportou-se os dados para o software ArcGIS 10.2.2 (ESRI) onde foi possível a definição das classes e edição final dos mapas.

Para a espacialização dos dados optou-se pela utilização do método geoestatístico de krigagem, pois, conforme Jakob (2002) este método utiliza o dado tabular e sua posição geográfica para calcular as interpolações onde, as unidades de análise mais próximas entre si são mais parecidas do que unidades mais afastadas.

Deste modo a krigagem utiliza funções matemáticas para acrescentar pesos maiores nas posições mais próximas aos pontos amostrais e pesos menores nas posições mais distantes, criando assim novos pontos interpolados.

a) Temperatura e Umidade Relativa Média do Ar (URA)

Para o cálculo da temperatura e umidade relativa média do ar, em escala temporal mensal (M), sazonal (S) e anual (A), após coleta dos dados, cujo instrumento automático foi programado para registrar de hora em hora, desde o início até o término do período de 12 meses (março de 2013 a fevereiro de 2014), calculou-se a média aritmética das temperaturas para cada um dos períodos destacados, e em cada um dos 06 *Dataloggers* instalados, utilizando-se a seguinte fórmula (Figura 05).

Figura 5 – Fórmula utilizada para o cálculo das variáveis climáticas.

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n}$$

Onde:
n é a quantidade de coletas durante cada período proposto
X é o somatório de todos os dados coletados

O traçado das cartas de temperatura foi definido com intervalo de 1,0°C para as temperaturas e 3,0°C para a umidade relativa e suas variantes.

b) Temperatura e Umidade Relativa Máxima e Mínima Média do Ar

Para o cálculo da temperatura e umidade relativa máxima e mínima média do ar, em escala temporal mensal (M), sazonal (S) e anual (A), foram selecionados inicialmente, em escala de análise diária, os valores de maior e menor temperatura do ar registrado, respectivamente. De posse desses dados, aplicou-se a mesma fórmula da Figura 05, tanto para encontrar-se o valor de temperatura máxima média do ar, quanto de e mínima média do ar, para as três escalas temporais selecionadas, nos 06 pontos de coleta. O traçado das cartas de temperatura foi definido com

intervalos idênticos aos descritos no item a deste capítulo, referente aos valores de temperatura e umidade relativa média do ar.

c) Temperatura e Umidade Relativa Máxima e Mínima Absoluta do Ar

Para a definição da temperatura e umidade relativa máxima e mínima absoluta do ar, em escala temporal mensal (M), sazonal (S) e anual (A), foi selecionado inicialmente, mas analisado em escala de análise diária, os valores de maior e menor temperatura do ar registrado, para cada um dos 12 meses do ano, estação (3 meses) e do ano todo (março de 2013 a fevereiro de 2014).

Com os referidos valores extremos, ou seja, a maior temperatura registrada em cada um dos 06 pontos de coleta nos períodos analisados correspondeu à temperatura e umidade relativa máxima absoluta, e o menor valor, aos dados de temperatura e umidade relativa mínima absoluta.

O traçado das cartas de temperatura foi definido com intervalos idênticos aos descritos no item a deste capítulo, referente aos valores de temperatura e umidade relativa média do ar.

d) Horas de Frio abaixo de 10°C e 07°C

Para definição das horas de frio, tanto abaixo de 10°C quanto 7°C, fez-se a contagem (cotação diária) do número de horas nas quais as temperaturas estiveram com este valor ou abaixo, com auxílio de ferramentas e fórmulas de contagem de caracteres do MS Excel 2010. Ambos os registros (abaixo de 10°C e 7°C) ocorreram apenas entre os meses de março e outubro, compreendendo as estações do outono, inverno e primavera. Não houve registros de temperaturas com valores inferiores a 10°C nos meses referentes ao verão.

O intervalo de classe do total médio de horas de frio para representação espacial das cartas de horas de frio foi definido como 50 horas.

e) Precipitação Pluviométrica

Lançado no ano de 1997, através de um programa de colaboração entre a *National Aeronautics and Space Administration* (NASA) e a *Japan Aerospace Exploration Agency* (JAEA), o satélite *Tropical Rainfall Measuring Mission* (TRMM) possui um sensor capaz de estimar a quantidade mensal de chuva através de um radar de precipitação pluviométrica (*Precipitation Radar* – PR) acoplado em sua base.

O índice de precipitação pluviométrica obtido é em milímetros mensais e faz referência a cada pixel da imagem, sendo que um pixel do sensor TRMM tem uma área mínima de aproximadamente 0,25 graus (latitude e longitudinalmente).

No que concernem os estudos realizados utilizando esta base de dados, os trabalhos restringem-se em pesquisas recentes, principalmente a de Anderson; Aragão; Arai (2013), cujos autores caracterizaram a precipitação pluviométrica de áreas remotas da Amazônia brasileira.

Nesse contexto, avaliou-se a possibilidade de aplicação dessa metodologia com base em estimativas para a ESEC Taim. Buscaram-se junto ao site da Agência Espacial Norte-americana (NASA¹), os dados para a precipitação mensal em milímetros para a área de estudo, já pertencentes à estimativa do TRMM para todo o país.

Devido a cada pixel da imagem abranger uma área de 0,25 graus, a ESEC Taim ficou casualmente em um ponto estratégico de análise, pois a área total da ESEC contempla 4 (quatro) pixels, sendo assim possível a utilização da geoestatística na análise e interpolação dos dados. A partir da seleção dos quatro pixels que abrangem a área, deu-se início a montagem do banco de dados da precipitação pluviométrica mensal.

f) Evapotranspiração Potencial (ETP)

A evapotranspiração potencial – ETP, expressa em milímetros (mm), foi determinada em função da temperatura média mensal e da precipitação registrada, usando-se os registros mensais, sazonais e anual do de março de 2013 a fevereiro de 2014. A evapotranspiração média foi calculada de acordo com a metodologia de Thornthwaite; Mather (1955), e simplificada pela utilização das planilhas de Rolim; Sentelhas; Barbieri (1998). Utilizou-se CAD de 100,0 mm, e a cidade de Rio Grande/RS como referência espacial.

Os valores de evapotranspiração estacional e a anual foram obtidos pela soma desses valores mensais para cada estação ou para o ano todo. As cartas de evapotranspiração potencial representam as médias mensais, estacionais e anuais de água perdida por evaporação direta do solo e transpiração pelas plantas. As classes foram divididas em intervalos de 2,0 mm de água evapotranspirada para os mapas mensais; 5,0 mm para os mapas sazonais e anual.

¹<http://trmm.gsfc.nasa.gov>

Definição das Unidades Climáticas da ESEC Taim

Para a definição das unidades climáticas da ESEC Taim, utilizaram-se as metodologias propostas por Serafini Júnior (2005, 2010), Wollmann (2011) e Wollmann; Galvani (2014), os quais delimitaram, através da interpolação, dados dos atributos climáticos e técnicas de geoprocessamento, as unidades climáticas no Parque Nacional da Caverna do Peruaçu e o zoneamento da Roseira no Rio Grande do Sul, respectivamente, cuja metodologia pode ser utilizada em qualquer interpolação de dados climáticos, desde que respeitados critérios específicos de cada interpolador.

Devido à quantidade de dados disponíveis, tanto em séries históricas como em trabalhos de campo, Serafini Júnior (2005) adotou critérios para a definição das unidades climáticas, levando em consideração as unidades de paisagem e unidades geomorfológicas.

A discussão sobre unidades de relevo não será contemplada neste trabalho, devido ao fato da área de estudo inserir-se apenas na planície costeira do Rio Grande do Sul, com altitudes não superiores a 20 metros, mas apresenta diferentes paisagens e coberturas de solo.

Assim como na pesquisa de Serafini Júnior (op. cit.), os dados finais apresentados serão relativos aos 12 meses pesquisados. Ainda, para a definição das unidades climáticas da ESEC Taim, optou-se pela análise e interpolação das temperaturas e umidade relativa (e as variantes de ambos atributos do clima), horas de frio (10°C e 7°C) e a evapotranspiração, pois, além de serem os atributos climáticos mais marcantes na ESEC Taim (VIEIRA; RANGEL, 1988), não existem dados especializados de pressão atmosférica, ventos, radiação solar e temperatura do solo, bem como a precipitação pluviométrica, ainda que obtida por técnicas de sensoriamento remoto, não possui variabilidade significativa dentro dos limites da ESEC Taim.

RESULTADOS: LAYOUT E LEITURA DOS MAPAS

Para a confecção dos mapas das variáveis climáticas da ESEC Taim, tomou-se por base as palavras de Loch (2006), a qual sugere que “a função de um mapa quando disponível ao público é a de comunicar o conhecimento de poucos para muitos, e por isto, ele deve ser elaborado de forma a realmente comunicar”. Para o atlas climático do Taim é evidente a preocupação dos autores em confeccionar mapas que possam ser apreciados por toda a população, seja leiga ou científica.

Tratando-se de um atlas cuja primeira edição é totalmente digital e disponível gratuitamente pela internet, segue o endereço eletrônico para download das análises textuais e o mapeamento dos atributos do clima comentado ao longo deste artigo.

<http://w3.ufsm.br/geografia/index.php/nossas-pesquisas/atlas-taim>

Deste modo, a organização dos mapas apresentados no Atlas Climático segue um roteiro com variáveis interdependentes, pois como mencionado nos procedimentos metodológicos deste material, o *datalogger* coleta dados de temperatura do ar e umidade relativa do ar, sendo estas as variáveis bases para o cálculo dos outros elementos do clima.

Primeiramente apresentou-se a distribuição espaço-temporal da temperatura do ar média, que é coletada diretamente do *datalogger*, seguido dos mapas de média das temperaturas máximas e média das temperaturas mínimas. Ainda, trabalhou-se também com os dados de temperaturas máximas e mínimas absolutas, verificadas, mensal, sazonal e anualmente, a fim de revelar quais os locais da ESEC Taim apresentam as maiores e também as menores temperaturas absolutas.

Calcularam-se também as horas de frio abaixo de 7°C e 10°C, respectivamente. O mapeamento das horas de frio constitui-se em um parâmetro que possibilita avaliar a aptidão climática de determinada região em função de exigências específicas de certas espécies e variedades de fruteiras de clima temperado. Do mesmo modo, permitem prever a adaptabilidade de determinadas plantas em regiões com clima capaz de satisfazer as suas necessidades básicas de hibernação.

Posteriormente deu-se a apresentação dos mapas referentes à umidade relativa do ar, que, conforme Ayoade (2003) “embora o vapor de água represente apenas 2% da massa total da atmosfera e 4% de seu volume, é o componente atmosférico mais importante na determinação do tempo e do clima”.

Foram elaborados mapas das médias da umidade relativa do ar, média da umidade relativa máxima e mínima e também umidade relativa do ar máxima e mínima, a fim de mostrar a distribuição espaço-temporal, bem como os locais com maior e menor presença de umidade na ESEC Taim.

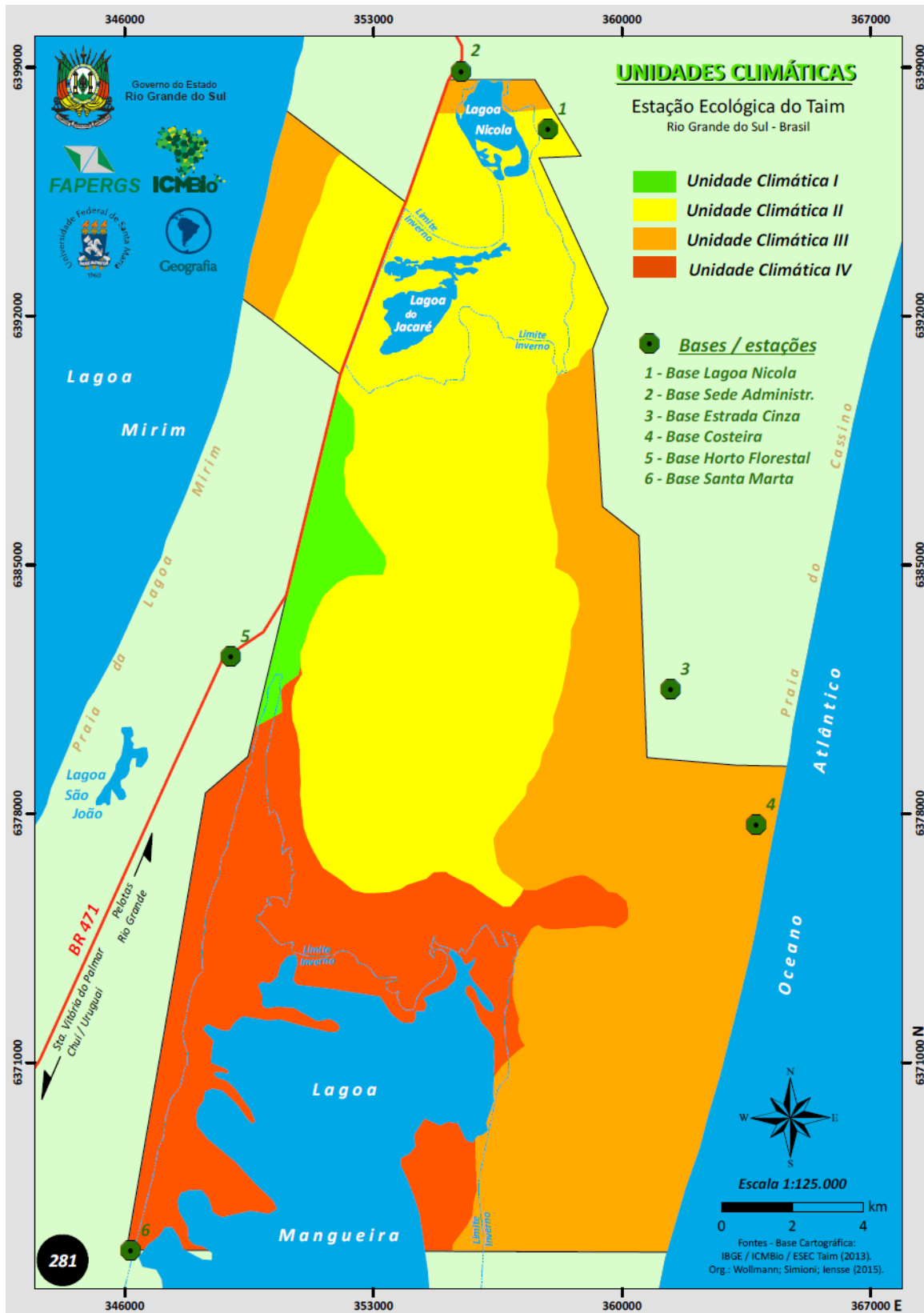
Após a apresentação dos mapas de temperatura do ar e umidade relativa chegou-se aos mapas de precipitação pluviométrica. Apresentaram-se as isoietas mensais, sazonais e anuais das médias da precipitação, que foram buscadas do satélite TRMM, devido a escassez de dados pluviométricos na área da ESEC.

Através do cálculo dos dados de precipitação pluviométrica e temperatura do ar, chegou-se ao mapa de evapotranspiração, a qual pode ser definida como um processo físico de mudança de

fase, passando do estado líquido para o estado gasoso. A evaporação de água na atmosfera ocorre de oceanos, lagos, rios, do solo e da vegetação úmida (evaporação do orvalho ou da água interceptada das chuvas).

Por fim, interpolaram-se todos os dados mapeados anteriormente (temperatura do ar, umidade relativa, precipitação e evapotranspiração) e gerou-se o mapa das unidades climáticas da ESEC Taim (Figura 06).

Figura 6 – Unidades climáticas da ESEC Taim.



Observa-se na figura 6 a definição de quatro unidades climáticas para a ESEC Taim, são elas:

Unidade Climática I – caracterizada por temperaturas médias anuais inferiores à 16°C, URA anual média superior a 80%, evapotranspiração anual inferior à 800mm, precipitação anual total superior à 1400mm. O somatório de horas de frio abaixo de 7°C é mais de 500h anuais, e as temperaturas máximas não ultrapassam os 40°C, porém as mínimas atingem valores abaixo de 0°C.

Unidade Climática II – caracterizada por temperaturas médias anuais inferiores à 16°C, URA anual média superior a 80%, evapotranspiração anual superior à 800mm, precipitação anual total superior à 1400mm. O somatório de horas de frio acima de 7°C é menor que 500h anuais, e as temperaturas máximas não ultrapassam os 40°C, porém as mínimas atingem valores abaixo de 0°C.

Unidade Climática III – caracterizada por temperaturas médias anuais superiores à 16°C, URA anual média superior a 80%, evapotranspiração anual inferior à 800mm, precipitação anual total superior à 1400mm. O somatório de horas de frio abaixo de 10°C é mais de 1000h anuais, e as temperaturas máximas ultrapassam os 40°C, e as temperaturas mínimas podem atingir valores abaixo de 0°C.

Unidade Climática IV – caracterizada por temperaturas médias anuais superiores à 16°C, URA anual média superior a 80%, evapotranspiração anual superior à 800mm, precipitação anual total superior à 1400mm. O somatório de horas de frio abaixo de 10°C é menor que 1000h anuais, e as temperaturas máximas ultrapassam os 40°C, e as mínimas atingem valores abaixo de 0°C.

46

Ainda, a fim de contemplar a beleza e a exuberância das lagoas, das dunas, da flora e da riquíssima fauna formada por aves, anfíbios, répteis e mamíferos os autores trazem ao final do Atlas um relatório fotográfico com imagens obtidas durante os trabalhos de campo neste magnífico ambiente. Também são trazidas imagens de áreas do entorno da ESEC Taim, como é o caso da igreja da Capilha, construída ao lado da lagoa Mirim e inaugurada em 1832.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O atlas climático da ESEC Taim não se trata de um trabalho climático e cartográfico utilizando-se uma normal climatológica padrão, ou de registros climáticos de longo prazo, mas de um experimento de 12 meses que obviamente esteve sob influência de desvios meteorológicos e/ou eventos climáticos inerentes às hierarquias superiores da atmosfera, que influenciaram a variabilidade nas escalas inferiores tratadas aqui.

Dessa forma, este atlas pode não representar a realidade de clima de acordo com a análise de, pelo menos, 30 anos, conforme orienta a Organização Meteorológica Mundial (OMM), mas que para este momento, por questões infraestruturais e financeiras, seria impossível ser realizada uma pesquisa dessa natureza com tamanha extensão temporal de dados.

Ao tratar-se de unidades de conservação, o monitoramento climático das mesmas ainda constitui-se em ramo científico pouco estudado no Brasil, o que pode auxiliar significativamente no Plano de Manejo das UCs, não só na sua construção, como também na sua plena execução de monitoramento e gestão.

Com relação aos problemas originados pela ação antrópica, o principal deles é a elevada temperatura e a diminuição da umidade relativa do ar, sobretudo em áreas que apresentam maior grau de antropização, como nas áreas próximas a BR 471 e no Horto Florestal com área destinada à silvicultura. Nesse contexto, tais atividades antrópicas são elementos condicionantes na alteração microclimática no entorno da ESEC. No entanto, a área localizada entre os limites leste do Taim e o Oceano Atlântico, na qual há grande atividade silvicultora, a mesma não se mostrou capaz de influenciar no clima em escala topoclimática na ESEC.

No âmbito de problemas naturais verificados, observou-se principalmente que nos períodos com registro de temperaturas elevadas somados aos menores totais pluviométricos e abaixamento do nível de água nos banhados e lagoas menores (Nicola e Jacaré), podem proporcionar um quadro de estiagem favorável à ocorrência de incêndios, como o que ocorreu em março de 2013 (Unidade Climática II).

Ainda, por ser uma área com a presença de restinga e majoritariamente plana, os ventos predominantes de sudoeste transportam areia fina da praia, fazendo com que ocorra, paulatinamente, o avanço de dunas eólicas para dentro dos limites da ESEC Taim, ocasionando uma elevação da temperatura local, pois as áreas de dunas eólicas apresentam pouca ou nula presença de vegetação (Unidade Climática III).

A Estação Ecológica do Taim reúne diferentes tipos de paisagens naturais representadas, predominantemente, por áreas de banhados, grandes lagoas e vegetação de restingas remanescentes (Unidade Climática IV). No entanto, são as áreas com a presença de dunas eólicas e com intenso uso do solo por atividades agrossilvopastoris, que há maior expressão na inter-relação entre a atmosfera e o meio, ocasionando a variabilidade climática que responde à natureza física daquele local.

Com a elaboração deste Atlas Climático do Taim espera-se suprir humildemente uma lacuna nos estudos de climatologia em Unidades de Conservação, em especial, as do Estado do Rio Grande do Sul, com informações climáticas detalhadas orientadas principalmente à formulação de políticas de gestão das unidades protegidas, bem como servir de subsídio aos estudos realizados pelas mais diversas áreas da ciência, como Geografia, Biologia, Meteorologia, Hidrologia, Ecologia, Oceanografia e demais ciências da Terra.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, L.; DIVÉRIO, R. Incêndio pode ter atingido mais de 1,4 mil hectares na Estação Ecológica do Taim. **Diário de Santa Maria**. Santa Maria, mar. 2013. p. 13-13. Disponível em: <<http://diariodesantamaria.clicrbs.com.br/rs/noticia/2013/03/area-atingida-por-incendio-dobra-de-tamanho-no-taim-no-sul-do-estado-4088814.html>>. Acesso em: 28 mar. 2013.

AMARANTE, O. A. C.; SILVA, F. J. L. **Atlas Eólico do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: SEMC, 2002.

ANDERSON, L. O.; ARAGÃO, L. E. O. C.; ARAI, E. Avaliação dos dados de chuva mensal para a região Amazônica oriundos do satélite Tropical Rainfall Measuring Mission (TRMM) produto 3b43 versões 6 e 7 para o período de 1998 a 2010. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 16. (SBSR). 2013. Foz do Iguaçu. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2013. p. 6743-6750

ARMANI, G.; GALVANI, E. Avaliação do desempenho de um abrigo meteorológico de baixo custo. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Piracicaba-SP, v. 14, n.1, p. 116-122, 2006.

AYOADE, J. **Introdução à climatologia para os trópicos**. 9a ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2003.

BRASIL. Constituição (1986). Decreto nº 92.963, de 21 de julho de 1986. **Cria A Estação Ecológica do Taim, em áreas de Terra Que Indica, e Dá Outras Providências**. Brasília, Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/1980-1989/1985-1987/D92963.htm>. Acesso em: 24 mar. 2014.

BRASIL. Constituição (2000). Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000. **Institui O Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e Dá Outras Providências**. Brasília, Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=322>>. Acesso em: 23 mar. 2014.

BRAZ, N. G. S.; CASCAIS, L. B.; DA SILVA, L. H. G.; MIURA, A. K. Detecção de áreas queimadas na Estação Ecológica do Taim (RS), causada pelos incêndios de 2008 e 2013. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 17. (SBSR). 2015. João Pessoa. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2015. p. 6735-6742.

FLOOR, A. S. **Estação Ecológica do Taim**. 1999. Disponível em: <http://www.arroiogrande.com/especiais_estacaoecologicadotaim.html>. Acesso em 09 de março de 2012.

FUNDAÇÃO ZOOBOTÂNICA DO RIO GRANDE DO SUL (FZBRS). **Mapa das Ecorregiões do Rio Grande do Sul**. Disponível em: <http://www.biodiversidade.rs.gov.br/arquivos/1162476674ecorreg_rs.jpg.html>. Acesso em: 05 de março de 2012.

GUASSELLI, L. **Dinâmica da Vegetação no Banhado do Taim**. Tese (Doutorado) - Programa de Pós-graduação em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2005. 173 p.

HOPPE, I. L.; IENSSE, A. C.; SIMIONI, J. P. D.; WOLLMANN, C. A. Comparação entre um abrigo meteorológico de baixo custo e a estação meteorológica oficial no INMET, em Santa Maria (RS). **Ciência & Natura**, v. 37, n. 1, p. 132-137, 2015.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Mapa dos Biomas Brasileiros**. 2004. Disponível em: <ftp://ftp.ibge.gov.br/Cartas_e_Mapas/Mapas_Murais/>. Acesso em 23 de jul. de 2015.

INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE - ICMBIO. **ESEC Taim**. 2011. Disponível em: <<http://www.icmbio.gov.br/portal/biodiversidade/unidades-de-conservacao/biomas-brasileiros/marinho/unidades-de-conservacao-marinho/2257-esec-do-taim.html>>. Acesso em: 03 abr. 2014.

49

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA – INMET. **Atlas Climatológico da Amazônia Legal**. Brasília: INMET, 2001.

JAKOB, A. A. E. A Krigagem como Método de Análise de Dados Demográficos. In: ENCONTRO DA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ESTUDOS POPULACIONAIS, 12., 2002, Ouro Preto, MG. **Anais...** Ouro Preto: Abep, 2002. p. 1 - 21.

LOCH, R. E. N. **Cartografia**: representação, comunicação e visualização de dados espaciais. Florianópolis: EDUFSC, 2006.

MATZENAUER, R.; RADIN, B.; ALMEIDA, I. R. **Atlas Climático do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: FEPAGRO, 2011.

MOTTA, A. S. **Avaliação da mortalidade de animais sobre a BR 471 no trecho de influência com a Estação Ecológica do Taim**. Monografia (Graduação) - Curso de Ecologia, Universidade Católica de Pelotas, Pelotas, 1999.30p.

PANCOTTO, L. P. Influência Dos Eventos Oceano Climáticos Na Costa Sul Do Brasil. In: ENCONTRO ESTADUAL DE GEOGRAFIA. 27. 2007, Santa Maria. **Anais...** Santa Maria: UNIFRA, 2007.

ROLIM, G. S.; SENTELHAS, P. C.; BARBIERI, V. Planilhas no ambiente EXCEL para os cálculos de balanços hídricos: normal, sequencial, de cultura e de produtividade real e potencial. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v.6, p.133-137, 1998.

ROSSATO, M. S. **Os Climas do Rio Grande do Sul**: variabilidade, Tendências e Tipologia. Tese (Doutorado em Geografia). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2011, 253p.

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. 1993, São Paulo. **Anais...** São Paulo: USP, 1993.

SERAFINI JR, S. **O Microclima de uma Vereda Degradada: Estudo de Caso no Parque Estadual Veredas do Peruaçu – MG**. 2010. Tese (Doutorado) - Programa de Pós-graduação em Geografia Física, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010. 140 p.

SERAFINI JR, S. **Delimitação de unidades climáticas locais no Parque Nacional Cavernas do Peruaçu**. 2005. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-graduação em Geografia Física, Universidade de São Paulo, São Paulo, São Paulo, 2005.190 p.

THORNTHWAITE, C. W.; MATHER, J. R. **The water balance**. Publications in Climatology. New Jersey: Drexel Institute of Technology, 1955.104p.

VIANNA, M. L. **Extremo Sul do Brasil**: um lugar esquecido. Pelotas: Textos, 2012. 185 p.

VIEIRA, E. F.; RANGEL, S. R. S. **Planície Costeira do Rio Grande do Sul**: geografia física, vegetação e dinâmica sócio demográfica. Porto Alegre: Sagra, 1988. 256 p.

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 .

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**. São Paulo, v. 25, n. 1, p. 56-76, jun. 2013.

WOLLMANN, C. A. **Zoneamento Agroclimático para a Produção de Roseiras (Rosaceae spp.) no Rio grande do Sul**. Tese (Doutorado em Geografia Física). Programa de Pós-graduação em Geografia Física, Universidade de São Paulo, 2011.386p.

WREGE, M. S; STEINMETZ, S.; GARRASTAZU, M. C.; REISSER JUNIOR, C.; ALMEIDA, I. R. de; CARAMORI, P. H.; MATZENAUER, R.; RADIN, B.; BRAGA, H. J. **Atlas climático dos Estados da Região Sul do Brasil**: Estados do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2011. 336p.

Recebido em: 24/11/2015
Aceito em: 04/02/2016