

Ciência e Natura

ISSN: 0100-8307

cienciaenaturarevista@gmail.com

Universidade Federal de Santa Maria

Brasil

Guimarães Correa, Márcio Greyck; de Bodas Terassi, Paulo Miguel; Galvani, Emerson
Aplicação da metodologia de estimativas da temperatura média do ar para a bacia
hidrográfica do rio Piquiri-PR

Ciência e Natura, vol. 39, 2017, pp. 99-109
Universidade Federal de Santa Maria
Santa Maria, Brasil

Disponível em: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=467553604008>

- ▶ Como citar este artigo
- ▶ Número completo
- ▶ Mais artigos
- ▶ Home da revista no Redalyc

Aplicação da metodologia de estimativas da temperatura média do ar para a bacia hidrográfica do rio Piquiri-PR

Application of the mean-air-temperature estimation methodology for the drainage basin of Piquiri river, Paraná State, Brazil

Márcio Greyck Guimarães Correa¹, Paulo Miguel de Bodas Terassi² e Emerson Galvani³

¹Universidade de São Paulo, São Paulo, Brasil

mgreyckcorrea@gmail.com

²Universidade de São Paulo, São Paulo, Brasil

pmbterassi@gmail.com

³Universidade de São Paulo, São Paulo, Brasil

egalvani@usp.br

Resumo

Este trabalho apresenta a aplicação da metodologia proposta por Pinto e Alfonsi (1974) para as estimativas da temperatura do ar na bacia hidrográfica do rio Piquiri-Paraná. Esta metodologia apresenta-se como uma alternativa para o desenvolvimento dos estudos climatológicos em bacias hidrográficas que não possuem dados meteorológicos suficientes. A metodologia foi aplicada na bacia hidrográfica do rio Piquiri-Pr, e para testar a confiabilidade da técnica realizou-se uma correlação entre o método da estimativa e a temperatura observada em quatro estações meteorológicas do IAPAR, que apresentaram correlação superior a 0,98. Os valores estimados foram calculados para 73 localidades com suas respectivas latitudes e altitudes, pré-estabelecidas pelo Instituto Águas do Paraná, e por meio da interpolação produziu-se mapas de isotermas com a média anual e mensal. Observou-se que o padrão de distribuição das maiores e menores temperaturas médias do ar condizem com os valores apresentados pela classificação climática de Köppen (1948), pois o norte da bacia apresentou as maiores temperaturas, enquanto o centro-sul as menores. A proposta metodológica apresentou-se eficaz e pode ser utilizada para outros estudos como o balanço hídrico climatológico, na determinação da evapotranspiração e dos períodos de excedentes e deficiências hídricas em bacias hidrográficas.

Palavras-chave: Temperatura do ar. Bacia hidrográfica. Metodologia.

Abstract

This study presents the application of the methodology proposed by Pinto and Alfonsi (1974) to estimate the air temperature in the drainage basin of Piquiri River, Paraná State, Brazil. This methodology is an alternative for the development of climatic studies in drainage basis that do not have sufficient meteorological data. The methodology was applied to the drainage basin of Piquiri River; to test the reliability of the technique, a correlation analysis was performed between the estimation method and the observed temperature in four meteorological stations of IAPAR, revealing a correlation greater than 0.98. The estimated values were calculated for 73 locations with their respective latitudes and altitudes pre-defined by Instituto Águas do Paraná, and isotherm maps were developed with the annual and monthly means via interpolation. The distribution pattern of the highest and lowest air temperatures agree with the values presented by Köppen (1948)'s climatic classification system — the north of the basin exhibited the highest temperatures, while the center-south area had the lowest values. The methodological approach showed to be effective and can thus be used for other studies such as the climatic water balance to determine evapotranspiration and periods of surplus and deficit in drainage basins.

Keywords: Air temperature. Drainage basin. Methodology.

1 Introdução

A bacia hidrográfica é uma importante unidade de análise da paisagem, pois possibilita compreender à dinâmica e os processos decorrentes da interação dos componentes naturais e antrópicos neste recorte de estudo (BOTELHO; SILVA, 2004). A análise climática em bacias hidrográficas aponta para a necessidade de aprimoramento dos estudos sistêmicos, uma vez que a precipitação é a principal fonte de matéria para um sistema hidrográfico, e a radiação solar, expressa no sistema por meio da temperatura do ar, a maior fonte de energia (ZAVOIANU, 1985).

A variação espacial e temporal da temperatura do ar é uma importante ferramenta de análise do clima de uma região, sendo que os fatores como continentalidade, maritimidade, altitude e latitude influenciam substancialmente na distribuição espacial e temporal da temperatura (GOMES et al., 2014). Essa interação de controles e atributos resultam nas diferenciações termo-pluviométricas em toda a superfície terrestre.

Segundo Ferreira (2006, p. 50), “a radiação proveniente do Sol é responsável pelo abastecimento de energia para todos os fenômenos meteorológicos que ocorrem na atmosfera”. As faixas latitudinais climáticas da Terra são determinadas pela incidência da radiação solar na superfície; os raios solares incidem diferentemente tanto espacialmente quanto temporalmente.

As variações na incidência da radiação resultam em diferentes processos de aquecimento da superfície, ou seja, “a temperatura do ar expressa de maneira simples a energia contida no meio. Essa energia, por sua vez, vai-se propagando em processos de difusão turbulenta, envolvendo-se contínua e parcialmente na tentativa de busca de equilíbrio” (OMETTO, 1981, p. 132). A atmosfera terrestre “processa” toda a energia disponível, para isso existem as trocas verticais e horizontais de energia.

Para Dias e Silva (2009), as ondas atmosféricas e as frentes são as encarregadas de redistribuir o calor ao longo das baixas, médias e altas latitudes horizontalmente. As frentes quando se direcionam dos pólos para o equador, carregam características de frentes frias, tendo menor teor de umidade e baixas temperaturas e, quando essas frentes se direcionam do equador em direção aos pólos, constituem-se de maior temperatura e umidade. Especificamente, a bacia hidrográfica do rio Piquiri está localizada ao sul do Trópico de Capricórnio, e recebe a atuação direta dos sistemas frontais polares, que são os responsáveis por trazerem temperaturas mais baixas, especialmente durante o inverno.

Milanesi e Galvani (2011) explicam que, independentemente do porte do relevo, a orografia exerce controle sobre a dinâmica climática e que os processos interativos entre a atmosfera e a crosta terrestre são os gradientes de temperatura e pressão, a obstrução e a bifurcação dos ventos e a geração de brisa e nuvens. Desta forma, a altitude exerce influência sobre o clima, especialmente na distribuição da temperatura, o gradiente vertical médio da troposfera é de 0,6°C/100 m, ou seja, em média a cada 100 metros de elevação diminui-se aproximadamente 0,6°C (SELLERS, 1974).

A proximidade dos oceanos também influencia na distribuição da temperatura do ar, de acordo com Varejão-Silva (2006, p. 78), “o mar atua como um regulador da temperatura do ar, tendendo a suavizar as flutuações e, portanto, reduzindo a sua amplitude anual”. Quanto mais longe do mar for a localidade a tendência é que a amplitude térmica aumente, efeito conhecido como continentalidade.

No Brasil existe uma carência histórica de estações meteorológicas oficiais. A rede de estações do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) não tem uma cobertura adequada para todo o território nacional. Quando se necessita de estudos na escala sub-regional/local os pesquisadores recorrem aos órgãos e institutos estaduais, que muitas vezes apresentam dados deficitários em quantidade e qualidade, especialmente, dados de temperatura do ar.

O estado do Paraná tem três importantes órgãos que desenvolvem pesquisa e medição de dados meteorológicos, o Instituto Agronômico do Paraná (IAPAR), Sistema Meteorológico do Paraná (SIMEPAR) e o Instituto Águas do Paraná, ligado ao Instituto Ambiental do Paraná (IAP).

O Instituto Águas do Paraná tem uma farta rede de dados de precipitação pluviométrica, que possibilita estudos detalhados com mais de 30 anos de coleta (348 postos pluviométricos). Entretanto, o maior empecilho é a disponibilidade de outros dados meteorológicos, como a temperatura do ar, pois as estações meteorológicas do IAPAR, com um total de 22 estações manuais e do SIMEPAR, com 37 estações automáticas, muitas vezes são insuficientes e inadequados para estudos com maiores detalhes, localizados, sub-regionais, ou em bacias hidrográficas.

Partindo-se do problema da ausência de registros de temperatura, algumas técnicas e metodologias foram desenvolvidas para amenizar as lacunas metodológicas nos estudos climáticos que envolvem principalmente a temperatura do ar, como trabalhos desenvolvidos por Buriol et al. (1973), Coelho et al. (1973), Pinto e Alfonsi (1973), Sandanielo (1987), Camargo e Ghizzi (1991), Pedro Júnior et al. (1991), entre outros, que apresentam técnicas e aplicações de metodologias de estimativa da temperatura do ar.

Estas técnicas consistem em correlacionar por meio de análise de regressão múltipla a correlação entre os dados de temperatura do ar (e suas derivadas máximas, médias e mínimas) com os controles do meio geográfico, em especial latitude e altitude. Alguns modelos introduzem, também, o controle da longitude numa tentativa de expressar o efeito da maritimidade e continentalidade, contudo, nem sempre acrescentando melhorias aos modelos.

Baseando-se nessa perspectiva e na falta de dados de temperatura do ar suficientes para desenvolvimento desta pesquisa, este trabalho apresenta uma proposta de aplicação da metodologia de Pinto e Alfonsi (1974) para as estimativas da temperatura média do ar e sua espacialização na bacia hidrográfica do rio Piquiri, no estado do Paraná.

2 Localização e caracterização da área de estudo

A bacia hidrográfica do rio Piquiri localiza-se na região centro-oeste do estado do Paraná, entre as latitudes de 23°00'S, 25°30' S e longitudes 52°00' W, 55°30' W (Figura 1). O rio Piquiri é afluente da margem esquerda do rio Paraná e tem sua nascente na região da Serra do São João, divisa entre os municípios de Turvo e Guarapuava e percorre aproximadamente 480 km até sua foz no rio Paraná. A área de drenagem de toda a bacia é de aproximadamente 24.7.00 km² e limita-se ao norte e a leste com a bacia do rio Ivaí, ao sul com a bacia do rio Iguaçu e a oeste o rio Piquiri tem sua foz junto ao rio Paraná (ITCG, 2016).

O relevo exerce uma importante influência no clima. As médias altimétricas variam entre 200 m nas proximidades do rio Paraná e ao norte da bacia, onde predomina o arenito, enquanto no sul e sudeste as médias altimétricas elevam-se gradualmente, ultrapassam os 1.000 m de altitude nas áreas de embasamento geológico do basalto (Figura 2).

A classificação climática segundo Köppen (1948) aprimorada pelo IAPAR (1978) mostra para a bacia do rio Piquiri a predominância do clima tipo Cfa em todo o setor centro-oeste e se estende ao longo do vale do rio Piquiri e caracteriza-se por ser um clima subtropical, mesotérmico com verões quentes e geadas pouco freqüentes. À medida que a altitude eleva-se, o tipo climático predominante é o Cfb, com temperatura média no mês mais frio abaixo de 18°C (mesotérmico) e com verões frescos sem estação seca definida, comprehende parte do planalto de Cascavel e toda a área da nascente do rio Piquiri no planalto do Alto/Médio Piquiri. O norte da bacia predomina o tipo climático Cwa, caracteristicamente apresenta-se com chuvas de verão e estações bem definidas (verão-inverno) e temperaturas médias no mês mais quente superior a 22°C, como se pode observar na figura 3.

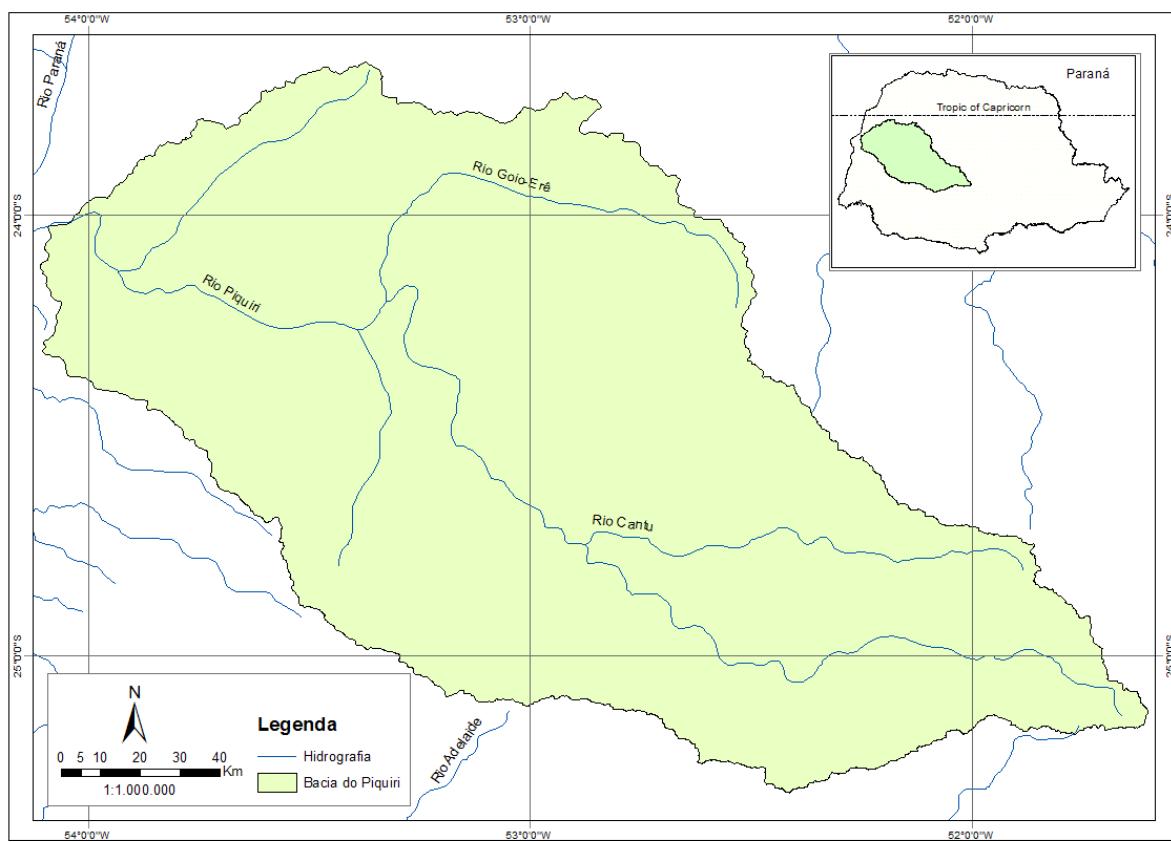


Figura 1 - Mapa de localização da bacia hidrográfica do rio Piquiri - PR.

Fonte: Correa (2013).

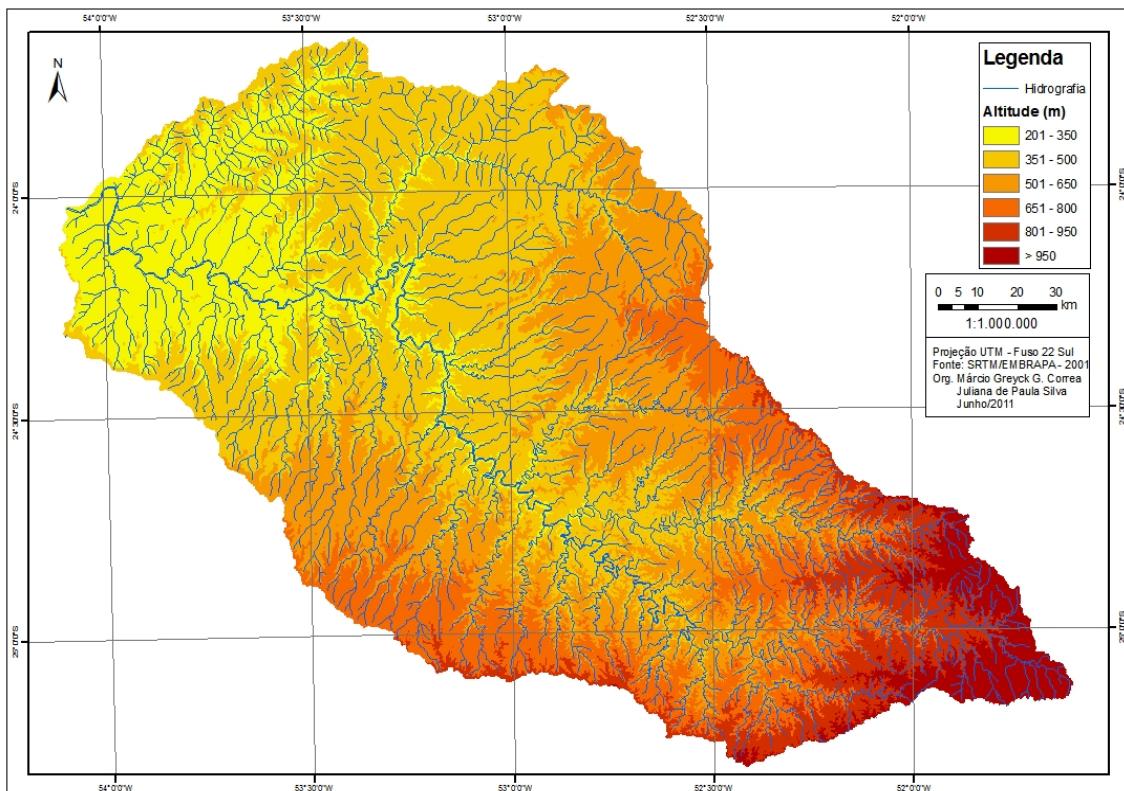


Figura 2 - Mapa hipsométrico para a bacia hidrográfica do rio Piquiri - PR.

Fonte: Correa (2013).

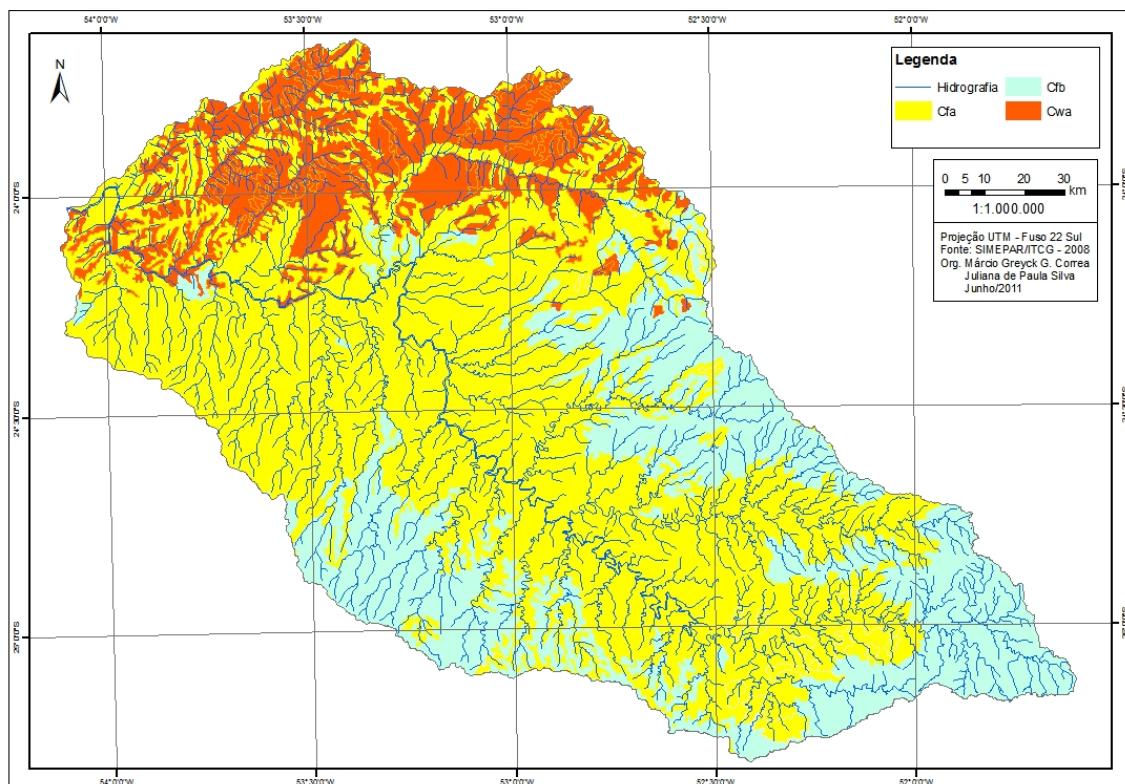


Figura 3 - Mapa da classificação climática de Köppen (1948) para a bacia hidrográfica do rio Piquiri - PR.
Adaptado de IAPAR (1978). Fonte: Correa (2013).

3 Procedimentos Metodológicos

A bacia hidrográfica do rio Piquiri não dispõe de uma rede de coleta de dados de temperatura do ar tão consistente como a rede de coleta de precipitação pluviométrica do Instituto das Águas do Paraná, são 73 postos pluviométricos com série histórica de mais de 30 anos, localizados em torno da bacia hidrográfica do rio Piquiri, sendo 41 postos localizados intrabacia. O Instituto Agronômico do Paraná (IAPAR) possui quatro estações meteorológicas próximas à bacia, o que é insuficiente para a interpolação e produção de material cartográfico em escala adequada de representação (Figura 4).

A partir da insuficiência de dados de temperatura do ar, propõe-se utilizar-se da estimativa da temperatura média do ar proposta por Pinto e Alfonsi (1974) através do emprego de uma regressão linear múltipla. Esta metodologia possibilita a estimativa média mensal da temperatura do ar a partir da seguinte equação (1).

$$T_{med} = a + b (\text{altitude}) + c (\text{latitude}) + d (\text{longitude}) \quad (1)$$

Os coeficientes a , b , c e d já são pré-determinados por Pinto e Alfonsi (1974) para o estado do Paraná e podem ser observados na Tabela 1.

Segundo Pereira et al. (2002) este procedimento de estimativa da temperatura média do ar é baseada na latitude do local devido a sua relação com a irradiância global, na altitude devido o efeito da variação da pressão, e em regiões litorâneas acrescenta-se o coeficiente d (longitude). No caso do estado do Paraná, o último coeficiente é descartado devido a sua pequena variação nos limites geográficos do estado e sua introdução no modelo não resultou em melhora dos indicadores estatísticos da equação de regressão.

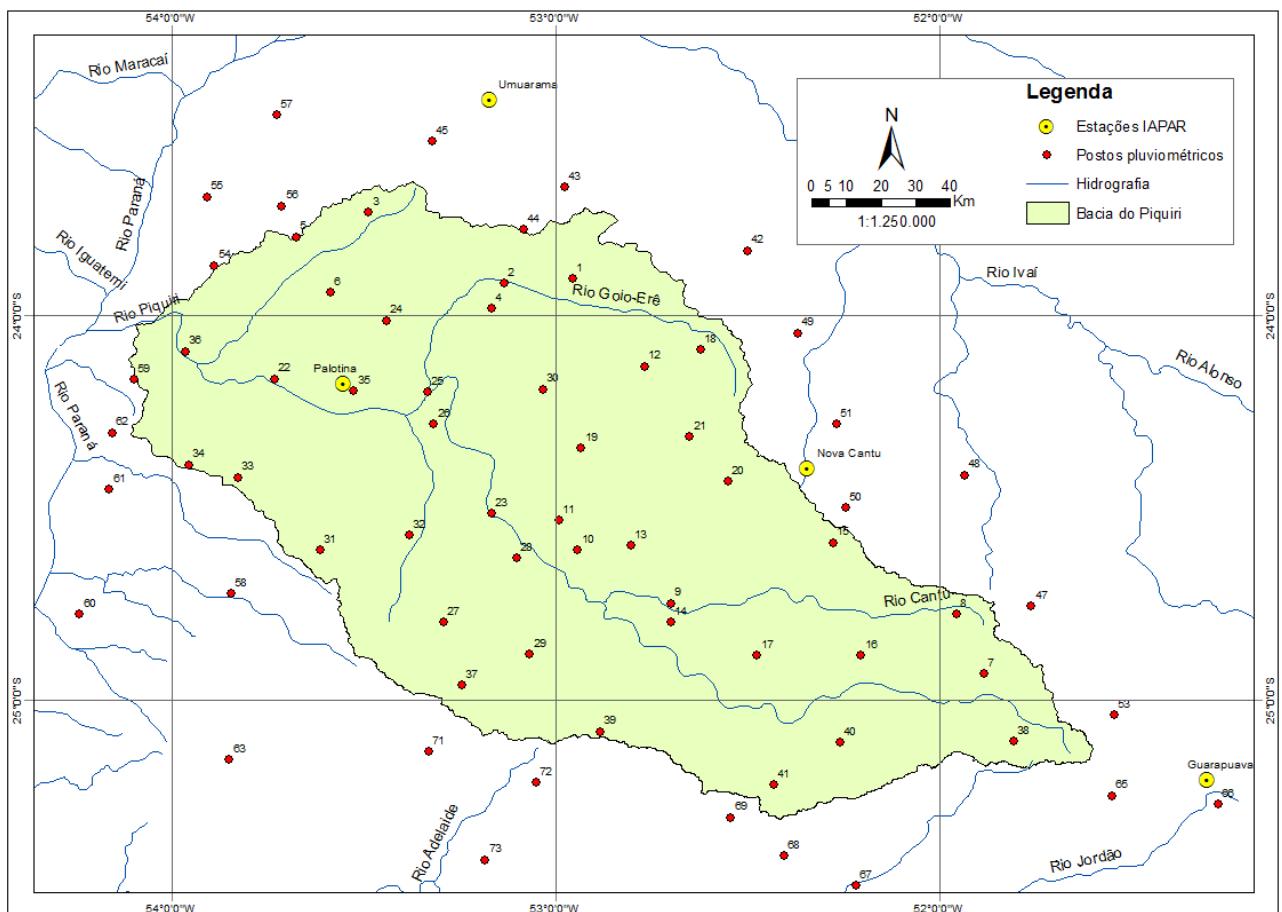


Figura 4 - Mapa de localização dos postos pluviométricos do Instituto das Águas do Paraná e das estações meteorológicas do IAPAR na região da bacia hidrográfica do rio Piquiri-PR. Fonte: Correa (2013).

Tabela 1 - Valores dos coeficientes a , b , c e d da equação da estimativa da temperatura média mensal para o estado do Paraná.

Fonte: Pinto e Alfonsi (1974).

| | Jan | Fev | Mar | Abr | Mai | Jun | Jul | Ago | Set | Out | Nov | Dez |
|-----|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| a | 37,00 | 38,70 | 40,50 | 47,20 | 46,60 | 46,50 | 49,50 | 54,00 | 54,30 | 48,30 | 46,40 | 37,80 |
| b | -0,0056 | -0,0055 | -0,0053 | -0,0046 | -0,0038 | -0,0036 | -0,0034 | -0,0037 | -0,0038 | -0,0052 | -0,0055 | -0,0060 |
| c | -0,0072 | -0,0084 | -0,0105 | -0,0170 | -0,0190 | -0,0199 | -0,0220 | -0,0238 | -0,0229 | -0,0172 | -0,0148 | -0,0081 |
| d | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |

Para averiguar a seguridade estatística deste procedimento de estimativa da temperatura do ar, realizou-se um teste comparando a metodologia da regressão linear múltipla para quatro estações meteorológicas do Instituto Agronômico do Paraná (IAPAR) localizadas próximas à bacia do rio Piquiri, respectivamente nos municípios de Guarapuava, Nova Cantu, Umuarama e Palotina com a temperatura média medida pelos termômetros localizados nas estações meteorológicas. A figura 5 mostra os gráficos de correlação entre o método de estimativa e a temperatura do ar observada nas estações para as médias mensais. Nas quatro estações utilizadas o R^2 ficou próximo de 1, variando entre 0,98 e 0,99, o que indica uma boa correlação, o que é favorável para a aplicação do método para toda a área da bacia do rio Piquiri.

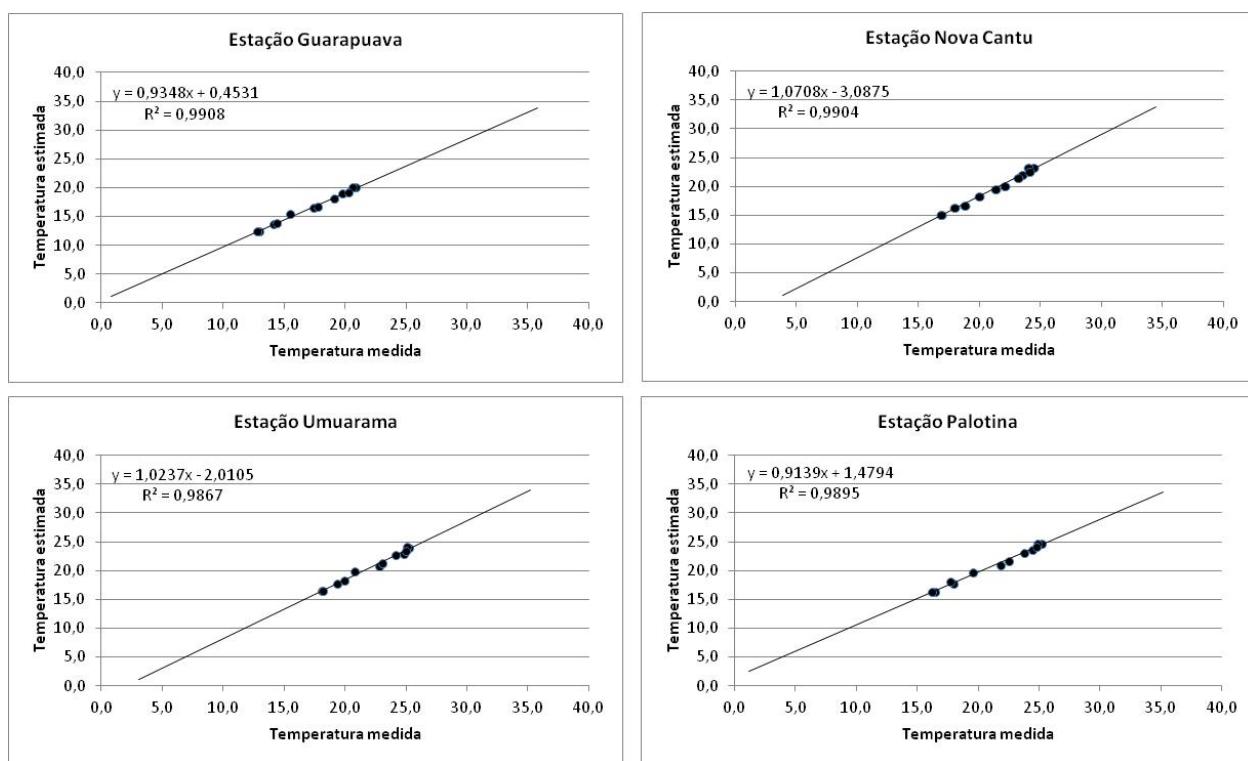


Figura 5 - Correlação entre o método de estimativa e a temperatura observada nas quatro estações do IAPAR para as médias mensais.

A análise espacial da temperatura do ar foi realizada por meio da correlação espacial, uma estatística que mensura a correlação entre dados distintos. A autocorrelação espacial preconiza que os fenômenos mais próximos entre si tem maior correlação que os fenômenos mais distantes. Através da variação contínua é possível inferir uma superfície contínua dos valores de temperatura média até então dispostos pontualmente, para isso é necessário utilizar-se de métodos de interpolação (*krigagem*), Camargo et al. (2004).

Para a interpolação utilizou-se da localização dos 73 postos pluviométricos adotados para a distribuição da precipitação do Instituto das Águas do Paraná, usualmente um método mais apropriado tem sido usado por pesquisadores quando relacionam com a altitude do local baseado em *GeoTiff*, com resolução de 30 metros, oriundos do SRTM, neste estudo optou-se por utilizar a localização dos postos pluviométricos pois os resultados obtidos com a interpolação da temperatura média do ar podem servir para a realização de novos estudos que envolvam a precipitação, o balanço hídrico climatológico, por exemplo.

Para cada posto dotado das respectivas altitudes e latitudes estimou-se a temperatura média do ar por meio da regressão linear múltipla proposta por Pinto e Alfonsi (1974). Os resultados obtidos foram espacializados utilizando-se do método da *krigagem* no software ArcGis. Nos mapas temáticos que representam as características térmicas optou-se por dividir a escala de cores a cada 1°C, com tons de cores variando do verde nas temperaturas menores para os tons de vermelho nas temperaturas mais elevadas.

4 Análise e Discussão dos Resultados

Obtiveram-se intervalos de temperatura média anual entre 15°C e 23°C, sendo o padrão das isotermas dispostos no sentido NW-SE. O setor centro-norte da bacia apresenta as temperaturas médias anuais mais elevadas, entre 19° e 23°C, enquanto o setor centro-sul apresenta as menores temperaturas médias, variando entre 15°C e 19°C (Figura 6). A bacia do rio Piquiri possui uma altimetria que varia entre 200 m nas regiões mais baixas, próximo ao rio

Paraná e ao norte, onde se verificam as maiores temperaturas médias anuais. As menores temperaturas médias no centro-sul coincidem com a área que possui as altitudes mais elevadas, chegando próximo a 1.000 m.

Portanto, esta significativa variação espacial da temperatura média anual se deve a junção de fatores como o relevo, determinando as maiores médias térmicas com a redução das altitudes, e à dinâmica atmosférica, uma vez que o Centro-Sul da bacia hidrográfica recebe de forma mais incisiva a participação dos sistemas frontais e da massa polar atlântica, contribuindo para uma redução mais significativa das temperaturas, principalmente nos meses de outono e inverno (ICHIBA, 2006; SILVA et al., 2015).

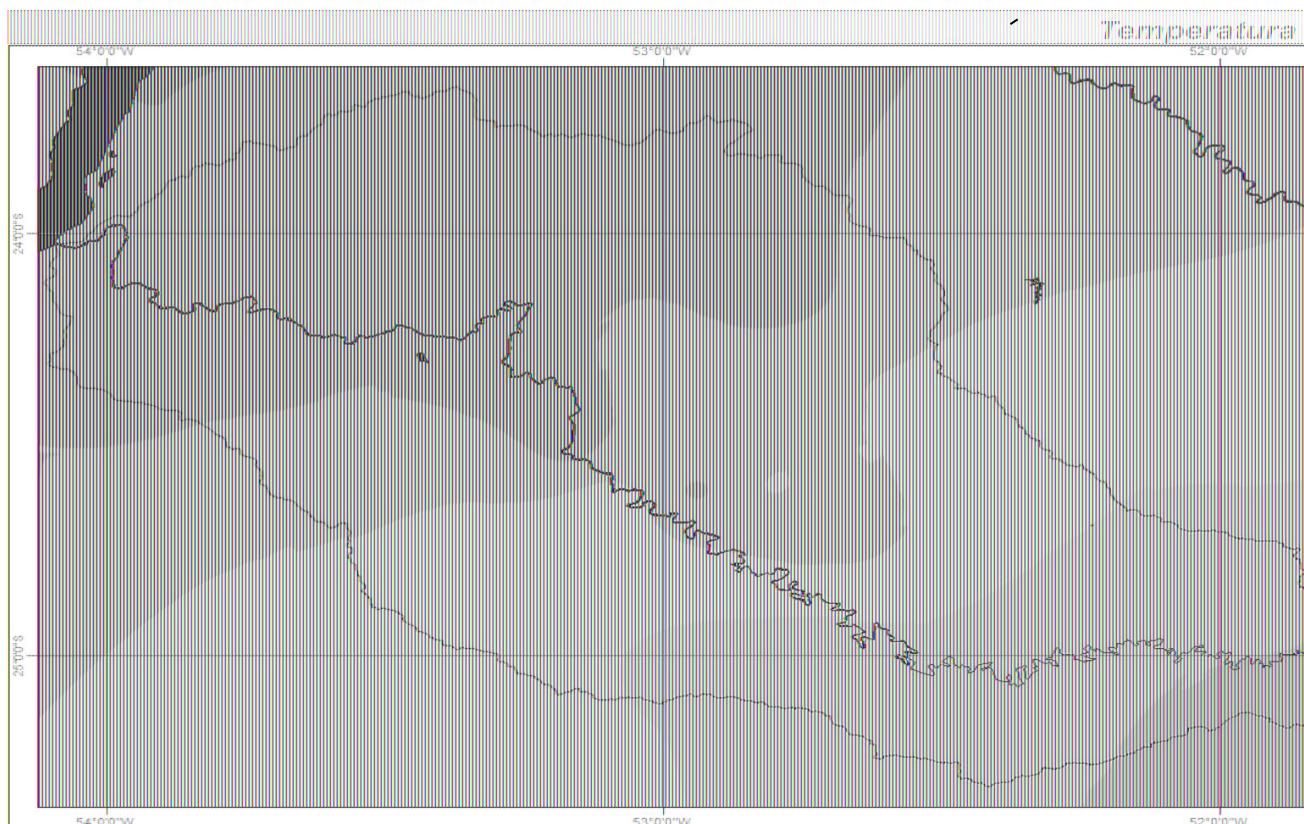


Figura 6 - Estimativas de temperatura média anual para a bacia hidrográfica do rio Piquiri - PR.
Fonte: Correa (2013).

Observando a temperatura média do ar para a bacia do rio Piquiri mensalmente, a sazonalidade térmica fica evidenciada com a queda da temperatura a partir do mês de abril até setembro (outono e inverno) e aumenta durante os meses de outubro a março (primavera e verão), com padrão de isotermas de NW-SE (Figura 7). Os resultados de temperatura média mensal estão em conformidade com os indicados por Nimer (1989) Ichiba (2006) e Silva et al. (2015), que destacam o máximo de temperatura no mês de janeiro e o mínimo em julho para o recorte deste estudo.

Durante o período do outono e inverno há uma predominância dos sistemas frontais. Estudos feitos por Oliveira (1986) analisaram os sistemas frontais em quatro bandas latitudinais, concluindo que o máximo de penetrações de frentes no continente ocorre durante o mês de julho, concordante com as observações de Monteiro (1968) e Nimer (1989). Como análise comparativa, Baldo (2006) discorre sobre a defasagem da atuação da frente polar atlântica em Maringá, ao norte da bacia hidrográfica do rio Ivaí, em relação à Guarapuava, localizada ao sul desta mesma bacia hidrográfica e nas proximidades do setor a montante da bacia hidrográfica do rio Piquiri, o que possibilita supor que o

setor centro-sul da bacia hidrográfica do rio Piquiri é diretamente mais influenciado por estes mecanismos atmosféricos na maior redução térmica.

A frequente incursão desses sistemas de origem polar auxilia na diminuição da temperatura do ar, principalmente a partir de maio quando as médias térmicas observadas na bacia do rio Piquiri variam de 15°C a 18°C, mas é durante junho e julho que as menores temperaturas dominam sobre a região (12°C a 16°C). Importante ressaltar que mesmo no período de maior redução da temperatura, o setor norte da bacia apresenta-se mais quente que o centro-sul. Correa (2013) aponta que o setor norte da bacia hidrográfica do rio Piquiri apresenta condições próximas ao clima tropical, o que pode ser confirmado com a classificação climática de Köppen (1948).

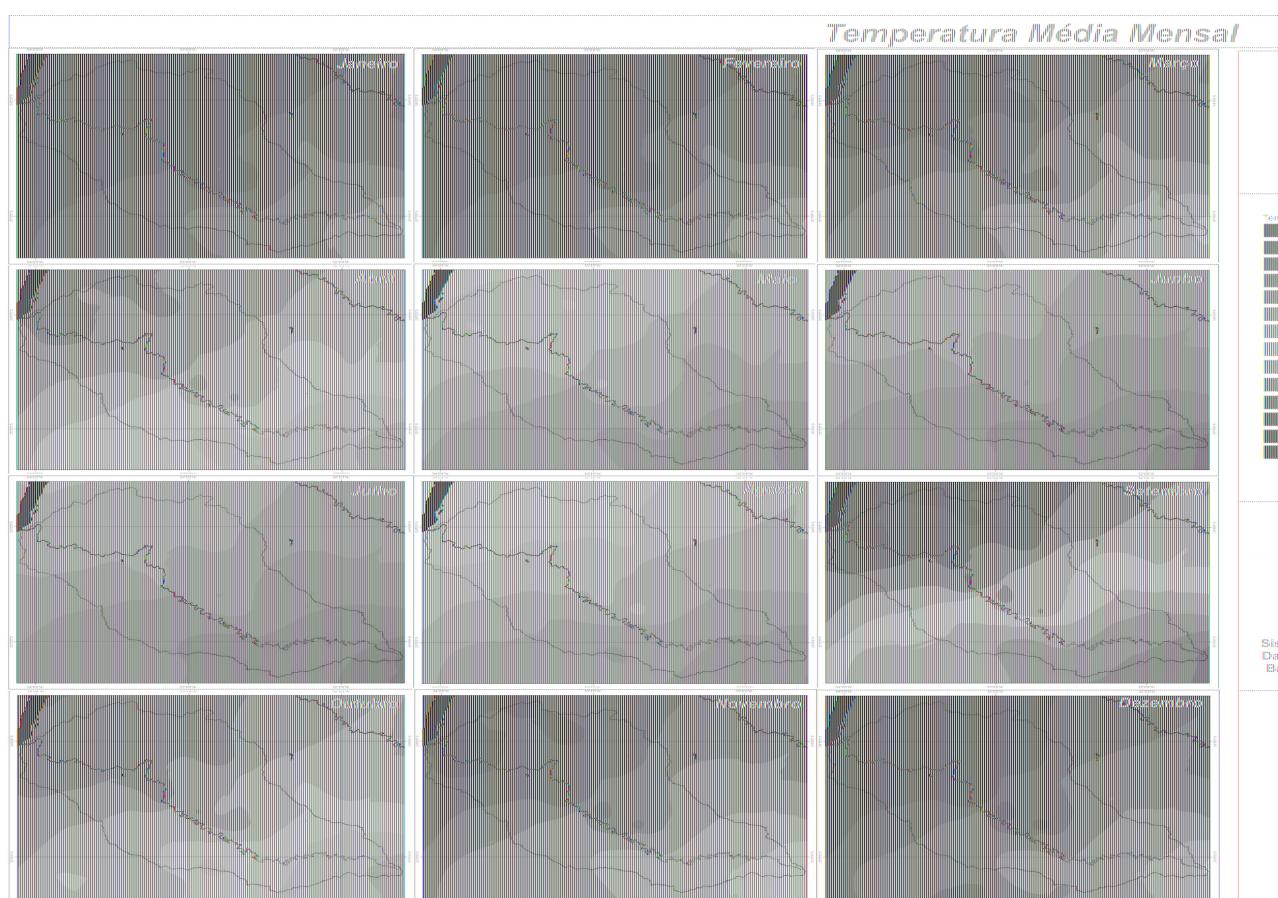


Figura 7 - Estimativas de temperatura média mensal para a bacia hidrográfica do rio Piquiri - PR.

5 Conclusões

O padrão de isotermas direcionado no sentido NW-SE se repete em todos os mapas, evidenciando a relação entre a altitude e a temperatura do ar, bem como o centro-sul da bacia com as menores temperaturas, reforçando o papel da latitude na distribuição da temperatura do ar, variáveis utilizadas pela metodologia de Pinto e Alfonsi (1974). Quando comparado à classificação climática de Köppen (1948), os mapas das isotermas sugerem o mesmo padrão de temperaturas mais elevadas no setor norte da bacia e as mais baixas no setor centro-sul.

A metodologia proposta apresentou-se satisfatória, apesar de não proporcionar a análise detalhada na escala temporal, como por exemplo, a análise de anos específicos, ou análises de temperaturas mínimas e máximas. A metodologia de estimativa da temperatura do ar apresenta-se como uma alternativa para estudos em áreas que carecem de dados de temperatura do ar, e pode ser aplicada para outros estudos, como o balanço hídrico climatológico, na determinação da evapotranspiração e dos períodos de excedentes e deficiências hídricas em bacias hidrográficas.

Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com apoio do Programa Nacional de Cooperação Acadêmica da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES/Brasil – Edital CAPES 071/2013 – Processo número 88881.068465/2014-01 e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq pelo apoio financeiro por meio da bolsa da cota institucional processo nº. 165217/2014-6.

Referências

- BALDO MC. Variabilidade Pluviométrica e a Dinâmica Atmosférica da Bacia do Rio Ivaí [Tese]. Presidente Prudente: Programa de Pós-Graduação em Geografia/UNESP; 2006. 153p.
- BOTELHO RGM, SILVA AS. Bacia hidrográfica e qualidade ambiental. In: VITTE AC, GUERRA AJT. Reflexões sobre a geografia física no Brasil. 1ªEdição. Rio de Janeiro, Bertrand do Brasil; 2004. p.153-192.
- BURIOL GA, ESTEFANEL V, FERREIRA M, PINTO H.S. Estimativa das médias das temperaturas máximas mensais e anuais do Estado do Rio Grande do Sul. Revista do Centro do Ciências Rurais. 1973, v. 3 (1/4), 131-150.
- CAMARGO AP, GHIZZI SM. Estimativa das temperaturas médias com base em cartas do temperatura potencial normal ao nível do mar para a região sudeste do Brasil. Boletim Técnico IAC. 1991, n. 141. 17p.
- CAMARGO ECG, FUCKS SD, CÂMARA G. Análise de superfícies por geoestatística linear. In: DRUCK S, CARVALHO MS, CÂMARA G, MONTEIRO AVM (Editores). Análise espacial de dados geográficos. Brasília, EMBRAPA; 2004. p.1-25.
- COELHO DT, SEDYAMA G, VIEIRA M. Estimativas das temperaturas médias mensais e anuais no Estado de Minas Gerais. Ceres, 1973, v.20 (112), 455-459.
- CORREA, MGG. Distribuição espacial e variabilidade da precipitação pluviométrica na bacia do rio Piquiri – PR [Dissertação]. São Paulo: Programa de Pós-Graduação em Geografia Física/FFLCH/USP; 2013.102p.
- DIAS MAFS, SILVA MGAJ. Para entender Tempo e Clima. In: CAVALCANTI IFA, FERREIRA NJ, JUSTI DA SILVA MGA, SILVA DIAS MAF (Editores). Tempo e Clima no Brasil. 1ª Edição. São Paulo, Oficina de Textos; 2009. p 15-21.
- FERREIRA AG. Meteorologia prática. São Paulo, Oficina de Textos; 2006. 188p.
- GOMES DP, CARVALHO DF, OLIVEIRA NETO DH, SANTOS CAB. Estimativa da temperatura do ar e da evapotranspiração de referência do estado do Rio de Janeiro. Irriga, 2014, v.19 (2), 302-314.
- ICHIBA SHK. Estudo das temperaturas do ar no estado do Paraná [Dissertação]. Maringá: Programa de Pós-Graduação em Geografia/Universidade Estadual de Maringá; 2006. 124p.
- INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ. Cartas climáticas do Estado do Paraná. Londrina, 1978.

ITCG (Instituto de Terras, Cartografia e Geodésia). Produtos Cartográficos. Disponível em:
<<http://www.itcg.pr.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=47>. Acesso em 28 de agosto de 2016.

KÖPPEN W. Climatología: com un estudio de los climas de la tierra. México: Ed. Fondo de Cultura Econômica; 1948. 479p.

MILANESI MA, GALVANI E. Efeito orográfico na Ilha de São Sebastião (Ilha Bela - SP). Revista Brasileira de Climatologia. 2011, 9 (2), 68-79.

MONTEIRO CAF. Clima. In: Geografia do Brasil: Grande Região Sul. 2^a Ed., v. 4, Tomo I, Rio de Janeiro, IBGE, p. 114-166.1968.

NIMER E. Climatologia do Brasil. 2^a Edição. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística; 1989.

OLIVEIRA AS. Interações entre sistemas frontais na América do Sul e a convecção da Amazônia [Dissertação]. São José dos Campos: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais; 1986. 115p.

OMETTO JC. Bioclimatologia vegetal. 1^a Edição. São Paulo, Editora Agronômica Ceres; 1981. 425p.

PEDRO JR MJ, MELLO MHA, ORTOLANI AA, ALFONSI RR, SENTELHAS PC. Estimativa das temperaturas médias mensais, das máximas e das mínimas para o Estado de São Paulo. Boletim Técnico IAC. 1991; n.142. 11p.

PEREIRA AR, ANGELOCCI LR, SENTELHAS PC. Agrometeorologia: fundamentos e aplicações práticas. Porto Alegre, Editora Guaíba: Agropecuária; 2002. 487p.

PINTO HS, ALFONSI RR. Estimativa das temperaturas médias, máximas e mínimas mensais no estado do Paraná, em função de altitude e latitude. Caderno de Ciências da Terra. 1974. 20p.

SANDANIELO A. Estimativa das temperaturas médias mensais e anuais para a região do programa polo noroeste - PDRI/MT. Boletim de Pesquisa. 1987, v.1 (3), 20p.

SELLERS WD. Physical Climatology. Chigago, The University of Chicago Press; 1974. 272p.

SILVA WL, DEREZYNSKI C, CHANG M, FREITAS M, MACHADO BJ, TRISTÃO L, RUGGERI J. Tendências observadas em indicadores de extremos climáticos de temperatura e precipitação no Estado do Paraná. Revista Brasileira de Meteorologia. 2015, 30 (2), 181-194.

VAREJÃO-SILVA M A. Meteorologia e Climatologia. Recife, Versão digital 2; 2006. 449p.

ZAVOIĀNU I. Morphometry of drainage basins. Amsterdam, Elsevier; 1985. 237p.