

# RELAÇÃO ENTRE AS TEMPERATURAS MÉDIAS MENSAIS DA SUPERFÍCIE DA ÁGUA E DE ABRIGO METEOROLÓGICO

FLÁVIO RODRIGUES SOARES<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Físico, Prof. Adjunto, Universidade Estadual do Oeste do Paraná-UNIOESTE, Centro de Engenharias e Ciências Exatas. Rua da Faculdade, 645. Jd La Salle. CEP.:85.903-000. Toledo,PR. : soaresfr@unioeste.br, Fone: (45)3379-7000. Fax: (45)3379-7002

Apresentado no XVI Congresso Brasileiro de Agrometeorologia – 22 a 25 de Setembro de 2009 – GranDarrell Minas Hotel, Eventos e Convenções – Belo Horizonte – MG.

**RESUMO:** O Engenheiro de Pesca, e outros profissionais afins, fazem uso da Agrometeorologia para gerar conhecimento que subvenciona o planejamento de atividade de criação de peixes. Uma vez que os peixes são psilotérmicos é necessário que a temperatura do ambiente aquático seja controlada ou, se o ambiente for aberto, conhecimento para aperfeiçoar o conforto térmico destes animais. Assim, foram calculadas temperaturas médias mensais de tanque e de abrigo meteorológico, com dados de uma estação meteorológica de Foz do Iguaçu/PR, para a identificação de um modelo linear que existe entre estas duas variáveis meteorológicas, qual seja:  $T_{\text{tanque}}=1,13775T_{\text{ar}}-2,89935$  ( $R=0,93085$ ;  $P<0,0001$ ), com a temperatura em °C. Com este modelo foi possível encontrar o intervalo de variação da temperatura média mensal da água para Toledo/PR, a saber:  $T_{\text{min}} = 16$  °C e  $T_{\text{max}} = 30$  °C, utilizando a temperatura medida pelo SIMEPAR e supondo-se que o vento, a nebulosidade e a radiação solar não influenciariam na correlação.

**PALAVRAS-CHAVE:** conforto térmico, criação de peixe, temperatura, modelo, água.

## RELATIONSHIP BETWEEN MONTHLY MEAN OF BOTH, SURFACE WATER TEMPERATURE AND AIR STEVENSON SCREEN TEMPERATURE.

**ABSTRACT:** The fishing engineer use science of weather to get knowledge for a strategic plan for creation of fish. Since fish are cold blood animals it is necessary that the temperature of the water environment is controlled, or if the water environment is open, known for improving the thermal comfort of animals. Thus was obtained a linear model with data from the weather station of Foz do Iguaçu, a Brazil city in the Paraná state. The model was used with the air temperature taken in the SIMEPAR's weather station, located at Toledo/PR, to estimate the range of variation of water temperature in this city. Both, the model and the range were:  $T_{\text{tanque}}=1,13775T_{\text{ar}}-2,89935$  ; (16°C, 30°C). Was supposed that the wind, cloudiness and solar radiation did not influence the correlation. The correlation coefficient and the probability of no correlation were respectively: 0,93085;<0,0001.

**KEY-WORDS:** thermal comfort, creation of fish, temperature, model, water.

**INTRODUÇÃO:** Na UNIOESTE/Campus de Toledo funciona o Curso de Engenharia de Pesca (CEP-T). O CEP-T foi implantado no ano de 1997. Funciona no período integral, ofertando anualmente 40 vagas. O grau obtido é Engenheiro de Pesca. O CEP-T é o único do Estado do Paraná e da região centro-sul do País e diferencia-se, dos demais existentes no País, por formar profissionais com conhecimento especializado em aquicultura de água doce e pesca em águas interiores.

É importante para o engenheiro de pesca, agrícola ou agrônomo, conhecer as propriedades químicas e físicas da água, como calor específico e de vaporização, tensão superficial, viscosidade e densidade, por exemplo. Além disto, é sabido que os peixes não conseguem regular sua temperatura corporal de forma eficiente, submetendo-se assim a temperatura do ambiente aquático, o qual influencia fortemente o conforto térmico de peixes.

A alta estabilidade térmica da água se explica pelo fato da água apresentar um calor específico elevado ( $1,0 \text{ cal.g}^{-1}.\text{°C}^{-1}$ ). Em regiões temperadas, segundo ESTEVES (1998), enquanto nos ecossistemas terrestres a temperatura pode variar de  $-40^{\circ}\text{C}$  a  $+40^{\circ}\text{C}$ , do inverno ao verão, nos ecossistemas aquáticos a temperatura varia de  $0^{\circ}\text{C}$  até cerca de  $22^{\circ}\text{C}$ . Neste intervalo de temperatura a viscosidade da água pode variar de 100% a 56,0% (ESTEVES, 1998). Nota-se que os organismos aquáticos têm sua cinética sensivelmente alterada indiretamente pela temperatura, principalmente os planctônicos.

ANGELOSSI & VILA NOVA (1995) estudaram um lago artificial no campus Luiz de Queiroz da USP, em Piracicaba- SP (latitude  $22^{\circ}42'30''\text{S}$ , longitude  $47^{\circ}38'00''\text{W}$  e mostraram que em um lago a variabilidade diária e sazonal da temperatura da água é bem inferior a variabilidade da temperatura do ar. Neste trabalho concluíram que as temperaturas máximas absolutas da água ocorreram em meados de janeiro (verão), com valores entre  $37,2^{\circ}\text{C}$  na profundidade de 10 cm e  $32,1^{\circ}\text{C}$  na de 120 cm, com mínimas absolutas entre  $15,6^{\circ}\text{C}$  e  $14,5^{\circ}\text{C}$  nessas profundidades, em meados de julho (inverno). Mostrou também que fatores como nebulosidade, velocidade do vento e a radiação solar influenciam a variabilidade absoluta da temperatura do lago, em várias profundidades. Ao longo de um dia, temperatura do ar supera a do lago, até 120 cm, em momentos de céu aberto (altos índices de claridade) e baixas velocidades do vento. As chances disto ocorrer é maior no verão e nas horas mais quentes do dia. Outra característica interessante é que no período noturno, há uma tendência de ocorrer uma desestratificação térmica e explica-se pela perda de calor por processos radiativos das camadas menos profundas e pelo efeito do vento em provocar redistribuição convectiva do calor.

**OBJETIVO:** Esta comunicação tem o objetivo de apresentar uma relação linear que existe entre a temperatura média mensal da superfície da água de um tanque meteorológico padrão e a temperatura média mensal medida em abrigo meteorológico. Com este modelo, obtido com dados de uma estação meteorológica da Itaipu Binacional (Foz do Iguaçu, PR), estimamos a amplitude térmica da superfície da água para Toledo-PR, a partir de dados da temperatura de abrigo média mensal obtida pela estação automática do SIMEPAR localizada em Toledo.

**MATERIAL E MÉTODOS:** Para a composição do modelo foram utilizados dados de Relatório Técnico proveniente de Estudos Climatológicos realizados pela Itaipu Binacional (Foz do Iguaçu) utilizando estação meteorológica localizada nas imediações da represa. Os dados foram cedidos ao autor em 1998. São médias mensais de vários elementos meteorológicos, como a temperatura do ar e do tanque. Para o ajuste do modelo utilizou-se 160 dias, desde setembro de 1997 até dezembro de 1990. Para a validação, foram usados dados colhidos entre janeiro de 1991 até maio de 1998. Foi suposto que os elementos climáticos como vento, radiação solar e a nebulosidade tenham pouco efeito na correlação entre a temperatura média mensal da superfície da água do tanque e do ar a nível de abrigo.

O clima de Foz de Iguaçu, é subtropical úmido mesotérmico, Cfa. Os verões costumam ser muito quentes, com máximas médias em torno dos  $33^{\circ}\text{C}$ . A temperatura podem cair abaixo de zero durante a passagem de frentes frias com massas de ar polar na retaguarda.

A cidade de Toledo, localiza-se na região oeste do Paraná a 549 km da capital Curitiba e a 150 km de Foz do Iguaçu. Com as coordenadas de  $24^{\circ}45'00''$  de latitude sul e  $53^{\circ}41'00''$  de longitude a oeste de Greenwich, está a uma altitude de 547 metros em relação ao nível médio

dos mares. O Clima de Toledo (Cfa) é subtropical úmido mesotérmico, verões quentes com tendência de concentração das chuvas (temperatura média superior a 22° C), invernos com geadas pouco frequentes (temperatura média inferior a 18° C), sem estação seca definida (SEDU, 2006).

Para quantificar a precisão do ajuste entre as temperaturas medidas e estimadas pelo modelo utilizou-se dois indicativos estatísticos: MBE ( Mean Bias Error) e RMSE ( Root Mean Square Error), conforme sugerido por Iqbal (1983). O MBE é uma indicação do desvio médio dos valores estimados dos valores medidos, enquanto que o RMSE é a medida da variação dos valores estimados em torno dos valores medidos. Um valor positivo de MBE expressa uma superestimação do modelo com relação aos dados observados. O valor de MBE igual a zero tanto pode indicar que os valores dos desvios são todos nulos mas, pode também indicar que grandes desvios positivos e negativos estão se compensando. Para se saber se realmente os valores estimados estão próximos das temperaturas medidas o RMSE deve ser conhecido e seu valor, como é proporcional a média das distâncias entre cada ponto medido e o modelo, deve ser realmente pequeno, bem próximo de zero, para um modelo realmente bom. Como o modelo ideal é impossível de ser encontrado, este procedimento é útil não só para se analisar o desempenho de um único modelo mas para se comparar modelos entre si, e nota-se que dois modelos podem apresentar um mesmo MBE mas RMSE distintos, e o melhor deve ser aquele com menor RMSE.

Em Toledo está instalada uma estação agrometeorológica do SIMEPAR e pertence a uma rede telemétrica descrita por Prates et al. (2002), de 36 estações que se distribuem por todo o estado do Paraná. A estação de Toledo foi instalada em 1997. Desde então, vem funcionando regularmente. A média horária dos parâmetros medidos é realizada sobre 360 leituras, cada leitura feita a intervalos de 10 segundos. Para identificar o intervalo de variação da temperatura da água do tanque em Toledo utilizaram-se as médias mensais determinadas a partir das médias horárias da temperatura do ar provenientes das medidas realizadas pela estação do SIMEPAR.

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** Os valores médios mensais das temperaturas da água e do ar são apresentados na Fig. 1. Vê-se que os valores estão fluando completamente em fase. Isto também nos permite buscar uma correlação entre estas duas variáveis. Os outros anos apresentam praticamente o mesmo perfil. O modelo ajustado, com a temperatura em graus Celsius, é dado por:

$$T_{\text{tanque}} = 1,13775T_{\text{ar}} - 2,89935 \quad \text{Eq. (1)}$$

Com um coeficiente de correlação igual a 0,93085 e uma probabilidade de que a correlação entre os dados fosse nula menor do que uma parte em dez mil. O modelo nos informa também que para cada grau Celsius de aumento de temperatura média mensal a uma altura de dois metros do solo, corresponderá a um acréscimo de pelo menos 1,1 °C na temperatura média mensal da superfície da água. Os valores dos indicativos estatísticos são M.B.E. = 1,3 e R.M.S.E. = 2,0. Os valores estimados são confrontados com os valores medidos por meio da Fig. 2. Nota-se uma superestimação. Este fato fica evidente não só pelo valor positivo de M.B.E., mas também verificando que a parte superior da Fig. 2, que é dividida pela reta de 45°, contém mais pontos que a parte inferior.

A Fig. 3 mostra o intervalo de variação, ao longo de um ano, estimado pelo modelo para a região de Toledo, utilizando o ano de 1998. Como já foi citada, a temperatura média mensal foi tirada de medidas feitas pela estação do SIMEPAR de Toledo.

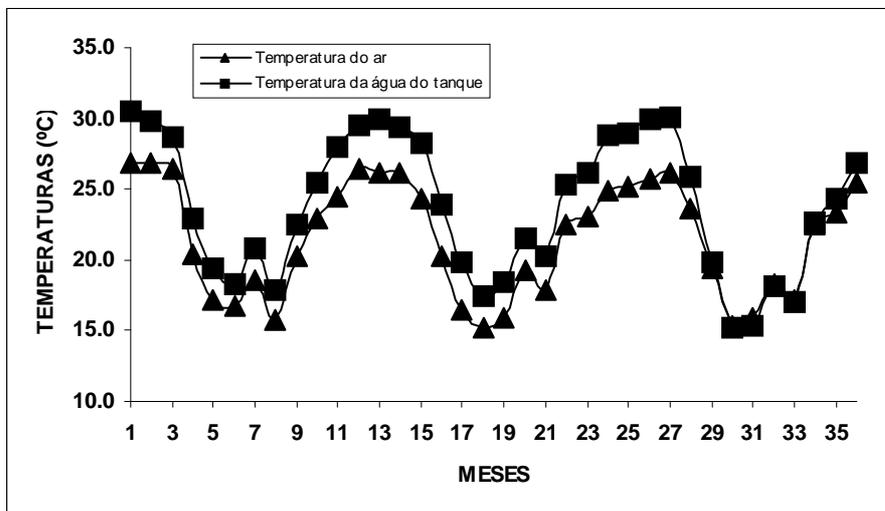


Fig. 1: Variabilidade sazonal das temperaturas médias mensais do ar e da água do tanque

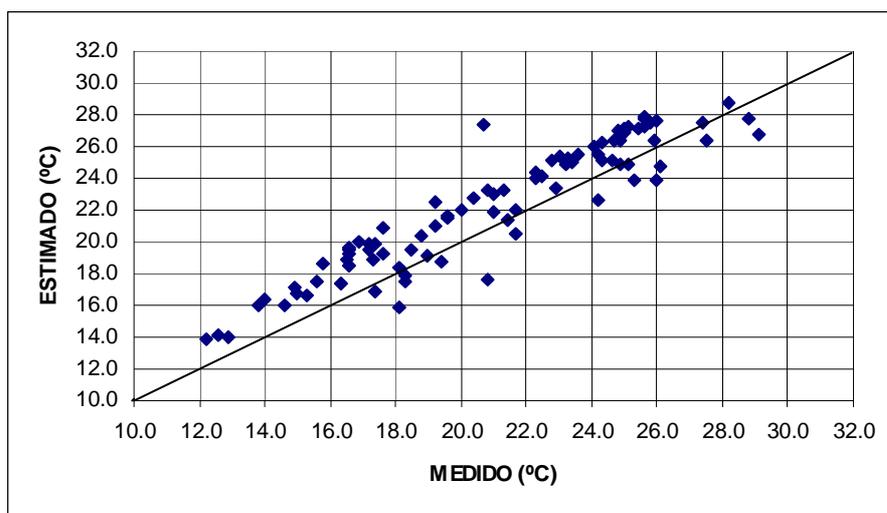


Fig. 2: Confrontação dos dados estimados e medidos da temperatura da água do tanque para Toledo/PR

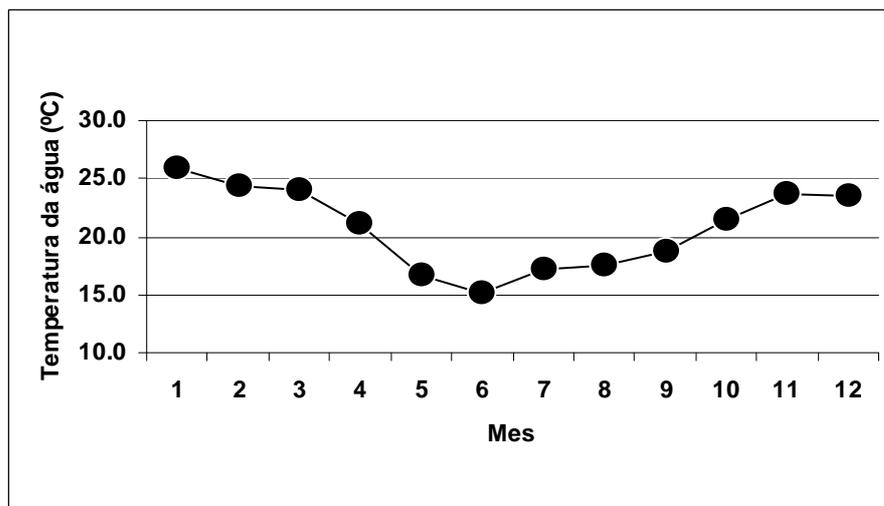


Fig. 3: Intervalo de variação da temperatura da água em Toledo/PR

**CONCLUSÕES:** Foi possível estimar, para Toledo/PR, o intervalo de variação da temperatura da superfície da água, qual seja: (16 °C ; 30 °C), a partir de um modelo composto com dados coletado em estação meteorológica situada em Foz do Iguaçu, 150 km distante. Portanto, é necessário que seja construído um modelo com dados tomados em Toledo/PR para confirmar as estimativas, além de analisar a estratificação da temperatura que deve depender da natureza do tanque, seja ele construído em terra nua ou em concreto, por exemplo.

**AGRADECIMENTOS:** O autor deste trabalho agradece ao SIMEPAR e a Itaipu Binacional por ter cedido os dados.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANGELOCCI, L.R.; VILLA NOVA, N.A. Variação da temperatura da água de um pequeno lago artificial ao longo de um ano em Piracicaba-SP, *Sci. Agric.*, Piracicaba, v.52, n.3, p.431-438, set./dez. 1995.
- ESTEVES, F.A. **Fundamentos de Limnologia**, 2ed, Rio de Janeiro: Interciência, 1998, p.575
- IQBAL, M. **An introduction to solar radiation**. Canada: Academic Press, 1983, p.249.
- PRATES, J.E.; ZAICOVSKI, M.B.; GUETTER, A. K. Inventário de energia solar no Paraná. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 12, 2002, Foz do Iguaçu, **Anais...**, Foz do Iguaçu: Sociedade Brasileira de Meteorologia, 2002, 1 CD-ROM.
- SEDU. PARANACIDADE. Disponível em:<<http://www.paranacidade.org.br>>. Data de acesso: 14 setembro 2006.