

Método para expansão de uma série temporal de temperatura da água a partir de dados do sistema automático de monitoramento de variáveis ambientais (SIMA): aplicação em aquicultura no Reservatório de Furnas

Bruna Ester Dias de Cara ^{1,2}

Alfredo José Barreto Luiz ²

Marcos Correa Neves ²

¹ Faculdade de Jaguariúna - FAJ - graduanda em Engenharia Ambiental
Rod. SP 340, Km127, 13820-000 - Jaguariúna - SP, Brasil
bruna_esterdias@hotmail.com

² Embrapa Meio Ambiente
Caixa Postal 69 - 13820-000 - Jaguariúna - SP, Brasil
{alfredo.luiz, marcos.neves}@embrapa.br

Abstract. This paper describes a method to expand an annual series of water daily temperature to a larger period of time. Data collected for nearly a year by an automatic environmental system (SIMA) at high frequency in time were used to study the relationships of maximum and minimum temperatures of the air with the daily average, as well as the relationship between them and the temperature of water two meters deep. We also found a weather station near and alike and which had a long-term data of air temperature. By means of statistical calculations, we first expanded air temperatures series and subsequently water temperatures for the same period were obtained. Temperature intervals were established respecting the comfort level for the production of fish in the reservoir. The frequency of occurrence of the water temperature at each interval was estimated. The combination of high-frequency data, a series of long-term data, and statistical tools has shown promise. The results indicate that temperatures of the water in the reservoir Furnas remain between 20 and 27 ° C most of the time and are suitable for the creation of Nile tilapia.

Palavras-chave: high frequency data, aquaculture, Nile tilapia, dados de alta frequência, aquicultura, tilápia-donilo.

1. Introdução

O Brasil vem há décadas explorando seu potencial hídrico na geração de energia. A formação de grandes reservatórios, decorrente da construção das hidrelétricas, às vezes é vista como prejudicial no tocante às questões ambientais e do deslocamento de pessoas das áreas inundadas. Por outro lado, são conhecidos impactos positivos nas atividades turísticas e no uso da água para abastecimento urbano e irrigação agrícola. Existe, ainda, um grande potencial ainda pouco explorado desses reservatórios, que é a produção aquícola.

Há toda uma indústria mundial baseada na simples captura, no meio natural, de peixes e outros organismos aquáticos. Nas últimas décadas, além do aumento da pressão ambiental pela diminuição e controle da pesca, a própria redução dos estoques naturais tem levado ao desenvolvimento da chamada aquicultura, ou seja, da produção organizada de organismos aquáticos. A taxa média de crescimento mundial de produção de peixes cultivados foi de 7% ao ano nas últimas décadas, consolidando-se como um setor de grande importância econômica e participando de maneira significativa no suprimento das necessidades proteicas da humanidade. Em 2006, a produção aquícola global foi de aproximadamente 52 milhões de toneladas sendo responsável por cerca de 50% do abastecimento de pescado para consumo humano (FAO, 2009).

Favorecido com parte substancial da água doce do planeta, o Brasil finalmente despertou para o imenso potencial que os seus reservatórios continentais representam para a produção aquícola. Para desenvolver esse potencial é necessário conhecer, monitorar e preservar a qualidade da água, tanto para que ela se mantenha em condições adequadas à produção

aquícola rentável, como para que a própria aquicultura não venha a se tornar um elemento degradador da qualidade da água.

Nesse sentido, as recentes políticas do Governo Federal, em implementação pelo Ministério da Pesca e Aquicultura (MPA), têm sido fundamentais para o fortalecimento da aquicultura brasileira. Dentre as principais políticas públicas do MPA destaca-se a política de cessão de águas da União, embasada no Decreto Nº 4.895 de 25 de novembro de 2003, que dispõe sobre a autorização do uso de espaços físicos de corpos d'água de domínio da União para fins de aquicultura. Isto tem contribuído para o incremento da criação de peixes de água doce em sistemas de tanques-rede instalados em grandes reservatórios, atividade que, devidamente monitorada, possibilita a preservação na qualidade da água e eficiência na produção.

A Embrapa Meio Ambiente em parceria com o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), a Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios (APTA – Polo Regional Leste Paulista e o Ministério da Pesca e Aquicultura (MPA) iniciou um projeto que tem como objetivo desenvolver um modelo de monitoramento e avaliação de impactos ambientais de criação de peixes em tanques-rede para a gestão de parques Aquícolas (Embrapa, 2011), no qual está previsto o desenvolvimento e a instalação de uma plataforma autônoma de coleta e transmissão de dados limnológicos e meteorológicos, baseada na plataforma SIMA proposta pelo INPE (Stevenson et al., 1993)

A vantagem do uso do SIMA é que ele permite a coleta de dados com alta frequência no tempo. Isso é fundamental para o sucesso do monitoramento da qualidade da água para fins de produção aquícola. Algumas das características físicas, químicas ou biológicas da água podem se alterar significativamente em curto espaço de tempo. Caso a coleta de amostras seja feita de forma espaçada no tempo por dias ou semanas, como é costumeiro, essas variações podem não ser percebidas. E algumas delas podem ocasionar prejuízos à criação de peixes, desde redução no ganho de peso, maior predisposição às doenças e aumento de estresse, chegando até a causar a morte. Uma das características associada ao sucesso da produção é a temperatura da água, pois ela influencia diretamente no metabolismo animal ao condicionar a ingestão de alimentos e, conseqüentemente, interfere no desempenho dos peixes cultivados (Frasca-Scorvo et al., 2001; Moura et al., 2007).

Exatamente por isso, no estudo coordenado pela Secretaria Especial de Aquicultura e Pesca da Presidência da República (SEAP), realizado com o objetivo de delimitar os parques aquícolas dentro do reservatório de Furnas (UFMG, 2008), houve uma referência específica à temperatura na parte que tratava das condições meteorológicas da região do reservatório. Os autores reafirmam que a temperatura é fator de grande importância na criação de peixes, por influir no desenvolvimento corporal e reprodutivo, e alertam que extremos de temperatura, principalmente resfriamentos, podem provocar sérios danos aos animais, como períodos de inanição e redução da resistência às doenças e infecções, além da morte de alevinos e até de adultos, em casos de valores ainda mais extremos ou variações muito bruscas. Discorrem eles que, em geral, para espécies tropicais, a temperatura da água ideal está entre 20 e 27°C, sendo tolerados valores extremos de até 15 ou 38°C. Com base nisso, ressaltam que haveria a necessidade de análises climáticas na represa e em seu entorno em fases anteriores à implantação dos parques aquícolas. Entretanto, com base apenas em dados de temperatura do ar obtidos de estações meteorológicas próximas, concluem que, como a média histórica observada em Furnas é de 22°C, os riscos são mínimos para a criação e recomendam apenas atenção para os cuidados especiais no cultivo durante os meses mais frios.

O objetivo deste trabalho é apresentar um método que permite, a partir de uma série temporal anual de dados de alta frequência obtida pelo SIMA, extrapolar estimativas para um período maior baseado em relações estatísticas com dados de estações meteorológicas próximas ao reservatório. Foram utilizados dados existentes de temperatura do ar e da água,

coletados entre fevereiro de 2006 e janeiro de 2007 por um equipamento instalado no reservatório de Furnas e de estações meteorológicas do INMET, localizadas no entorno do reservatório, nos estados de Minas Gerais e São Paulo. Os valores obtidos foram comparados às recomendações térmicas para a espécie prevista para ser criada nos tanques-rede em Furnas: a tilápia-do-nilo (*Oreochromis niloticus*).

2. Material e Métodos

O reservatório de Furnas, localizado a sudoeste do Estado de Minas Gerais, se encontra dentro da bacia hidrográfica do rio Grande, e é alimentado por duas sub-bacias hidrográficas, as quais tem como cursos principais o rio Grande e o rio Sapucaí (Figura 1). A área máxima inundada do reservatório ocupa 1.440 km², com aproximadamente 3.500 km de perímetro, sendo um dos maiores reservatórios brasileiros.

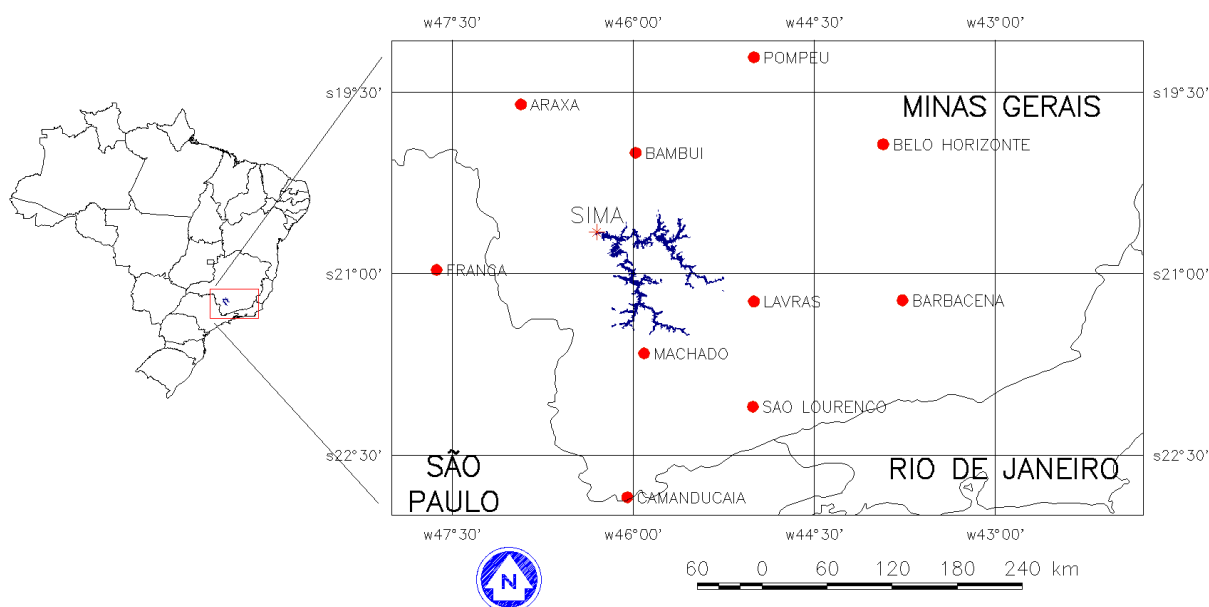


Figura 1. Localização da estação SIMA e das estações meteorológicas do INMET em relação à posição do Reservatório de Furnas.

Entre 14 de fevereiro de 2006 e 6 de janeiro de 2007 o INPE monitorou um equipamento SIMA fundeado no reservatório de Furnas, em posição bem próxima à barragem, sinalizada com uma dupla cruz vermelha na Figura 1 (latitude 20°39'S, longitude 46°18'O, altitude 762 m). Os dados foram fornecidos pelo INPE, com observações anotadas em intervalos de algumas horas. As séries apresentavam algumas falhas, ou seja, nem todos os dias tinham o mesmo número de medidas. Entre as variáveis medidas, selecionamos para este trabalho as temperaturas do ar e da água a 5, 2 e 1,5 metros de profundidade. Um dos objetivos era avaliar se a temperatura da água se manteve entre valores favoráveis para a produção da tilápia-do-nilo durante o período de funcionamento do SIMA.

Cada espécie de peixe se adapta melhor à determinada faixa de temperatura da água, na qual o desenvolvimento se dá de maneira mais eficiente do ponto de vista da aquicultura. Segundo Kubitzka e Kubitzka (2000), no caso das tilápias, o maior conforto térmico acontece entre 27°C e 32°C. Em temperaturas ligeiramente mais baixas, de 20°C a 27°C, o consumo alimentar é reduzido e o crescimento mais lento. Entre 32°C e 38°C e entre 14°C e 20°C, o apetite e a resistência ao manejo e às doenças são baixos. Finalmente, as temperaturas acima de 38°C e abaixo de 14°C geralmente são letais. Em um estudo para avaliar o efeito da temperatura sobre o desempenho da tilápia-do-nilo, Moura et al. (2007) concluíram que o efeito foi crescente com a temperatura, concordando em geral com os valores preconizados

por Kubitzka e Kubitzka (2000). Com base nesses artigos, adotou-se nesse trabalho a divisão das temperaturas da água em seis faixas: duas de alta mortalidade ($\leq 14^{\circ}\text{C}$ e $> 38^{\circ}\text{C}$); duas de baixas eficiência e imunidade (14 a $\leq 20^{\circ}\text{C}$ e > 32 a $\leq 38^{\circ}\text{C}$); uma intermediária (> 20 a $\leq 27^{\circ}\text{C}$); e uma ideal (> 27 a $\leq 32^{\circ}\text{C}$).

Na Tabela 1 são apresentados os números de ocorrência de medidas em cada faixa de temperatura da água, nas três profundidades monitoradas. Nota-se, pelo total em cada profundidade, que a série de dados para o nível de 1,5 m foi muito menor que as demais, além disso, as observações se concentraram em uma determinada época do ano. Por isso, esses dados devem ser analisados com reserva e não serão utilizados nos cálculos posteriores. Considerando que os dados de cinco metros de profundidade apresentaram uma distribuição de frequência similar aos de dois metros e como os tanques-rede normalmente tem entre 2 e 3 metros de profundidade, optou-se por efetuar as análises posteriores apenas para a profundidade de dois metros.

Tabela 1. Número de ocorrência de medidas da temperatura da água no Reservatório de Furnas, de fevereiro de 2006 a janeiro de 2007, por faixas de aptidão para a tilápia-do-nilo, em diferentes profundidades.

Temperatura da água ($^{\circ}\text{C}$)	Frequência de ocorrência por profundidade		
	5 m	2 m	1,5 m
< 14	0	0	0
14 a <20	2	0	0
20 a <27	2251	2149	281
27 a <32	133	237	9
32 a <38	0	0	0
>38	0	0	0
total	2386	2386	290

Como a única série de temperaturas diárias da água disponível para o reservatório de Furnas era de apenas um ano e isso pode não refletir toda a amplitude de variação térmica que ocorre na região, foi necessário buscar outros meios para expandir a série.

O primeiro passo foi analisar o grau de relação entre a temperatura do ar e da água, com base na série do SIMA. Para isso, os dados brutos de temperatura, coletados de forma "instantânea", associados a um determinado horário do dia, foram convertidos para valores diários. Antes, foi preciso preencher a série, para todos os dias com pelo menos uma observação, com valores para a zero hora e as 24 horas de cada dia (o valor da zero hora do dia i é o mesmo das 24 horas do dia $i-1$). Para os dias em que a temperatura não havia sido observada nesse horário, ele foi estimado por uma interpolação linear simples entre os valores imediatamente anterior e posterior no tempo.

De posse da série completa, foi utilizado o programa SAS para calcular os valores diários máximo, mínimo e médio das temperaturas do ar e da água a 2 m de profundidade. Os dias do calendário juliano foram transformados para dias do ano (dda). Como na latitude onde se localiza o reservatório a temperatura é muito dependente da posição relativa do sol, devido a radiação solar incidente, e como essa última, no topo da atmosfera, varia segundo uma função senoidal (ou cossenoidal) do tempo relativo de translação, foi criada uma variável artificial t , derivada do dia do ano, que é calculada por $t = 2\pi \times (dda/365)$ ou $t = 2\pi \times (dda/366)$ nos anos bissextos. Foram calculados o cosseno, o seno, o cosseno ao quadrado, o seno ao quadrado e o produto do cosseno vezes o seno para cada valor de t . A partir desse conjunto de dados, foram ajustados modelos de regressão entre as temperaturas da água a dois metros de profundidade e do ar, considerando os valores diários médio, máximo e mínimo. As temperaturas do ar média, máxima e mínima do dia anterior também estavam disponíveis para o ajuste do modelo de regressão. Foi utilizado o programa SAS e foram selecionadas para permanecer na equação apenas as variáveis cujos parâmetros apresentassem significância superior a 99%.

Foram, então, localizadas séries temporais de dados de temperatura do ar do INMET¹ para estações localizados no entorno do reservatório de Furnas, cujos nomes e locais podem ser observados na Figura 1. Para cada local foram obtidos os dados de temperatura máxima e mínima do ar para todo o período disponível até 2010. Dessas séries foram destacados os dados do período coincidente com a permanência do SIMA em Furnas para compor um único conjunto. A partir dos dados do SIMA e seguindo o método proposto por Dall'Amico e Hornsteiner (2006), foram estimados os fatores CD e CN que permitem calcular a temperatura média diária a partir de dados das temperaturas mínima e máxima. Em seguida foram calculados os valores das temperaturas médias diárias para todas as séries do INMET. Calculou-se então, novamente com uso do programa SAS, o coeficiente de correlação de Pearson entre as temperaturas diárias média, máxima e mínima obtidas pelo SIMA, em Furnas, e as correspondentes temperaturas medidas nas estações meteorológicas circundantes.

A partir da análise das correlações, foi escolhida a estação cujos dados mais se assemelhavam aos de Furnas para as três temperaturas (média, máxima e mínima). Para os dados dessa estação foram novamente ajustados modelos de regressão das temperaturas do ar diárias média, máxima e mínima em função do cosseno e do seno da variável t , obtida a partir do dda. Mais uma vez foram mantidos no modelo apenas os parâmetros cuja significância era superior a 99%. A equação resultante do ajuste foi resolvida numericamente para todos os dias do intervalo estudado e foram calculados os resíduos, que nada mais são que a diferença entre o valor calculado e o observado a cada dia e para cada temperatura (média, máxima e mínima). Estes resíduos, por sua vez, foram usados no ajuste de um novo modelo de regressão, agora entre as temperaturas do ar medidas pelo SIMA e um conjunto de variáveis que incluem os cosseno e seno de t e os resíduos da equação ajustada para a estação mais semelhante.

Com isso realizado, resolvendo cada modelo ajustado, é possível, a partir dos dados de temperatura do ar da estação mais semelhante a Furnas para os demais anos, estimar as temperaturas do ar em Furnas e, em seguida, estimar as temperaturas da água.

Finalmente, foi possível realizar a simples contabilidade da ocorrência de valores dentro de cada faixa de temperatura conforme a adequação à criação de tilápia-do-nilo.

3. Resultados e discussões

Na tabela 2 são apresentados os parâmetros para cada variável que permaneceu no modelo de regressão ajustado entre as temperaturas diárias máxima, mínima e média da água a 2 m de profundidade e do ar, obtidas pelo SIMA em Furnas no período estudado, e também o coeficiente de determinação ajustado (r_a^2) para cada temperatura. Os valores de r_a^2 obtidos são bastante elevados e permitem afirmar que mais de 90% da variação da temperatura da água a dois metros de profundidade pode ser explicada pelos modelos ajustados.

A Tabela 3 apresenta a lista das estações estudadas, sua posição geográfica, altitude e o coeficiente de correlação linear entre as temperaturas do ar (máxima, média e mínima) diárias, medidas pelo SIMA e pelas estações. Todos os Coeficientes de Correlação de Pearson (r) calculados foram significativos a 99,99%.

Para a continuidade dos cálculos, foi escolhida a estação de Lavras, pois apresentou os maiores valores de r para as três temperaturas, além de ser uma das mais próximas do local onde esteve fundeado o SIMA entre fevereiro de 2006 e janeiro de 2007 (Figura 1).

Na tabela 4 podemos observar as equações ajustadas entre as temperaturas diárias em Furnas, medidas pelo SIMA, e os resíduos resultantes do ajuste da função seno-cossenoidal para as temperaturas de Lavras, MG, oriundas dos dados do INMET, para o período de fevereiro de 2006 a janeiro de 2007.

¹ Disponível em: <http://www.macroprograma1.cnptia.embrapa.br/scaf/download-de-documentos/series-historicas>

Tabela 2. Parâmetros e coeficiente de determinação ajustado (r_a^2) dos modelos de regressão entre as temperaturas diárias máxima, mínima e média da água a 2 m de profundidade e do ar, obtidas pelo SIMA em Furnas para o período fev/06-jan/07.

Parâmetros	Máxima	Mínima	Média
Intercepto	20,88187	21,73106	21,01434
Cosseno	2,00739	1,89130	1,90162
Seno	1,59933	1,66650	1,62206
Cosseno ²	-0,61396	-0,66063	-0,61487
Cosseno x Seno	-0,49137	-0,43122	-0,45595
Mínima do ar do dia anterior	.	0,05564	0,04643
Máxima do ar do dia anterior	0,07372	0,06699	0,06657
Máxima do ar	0,08932	.	0,04380
r_a^2	0,94830	0,95970	0,96030

Tabela 3. Coeficiente de correlação linear de Pearson (r) entre as temperaturas do ar (máxima, média e mínima) diárias, medidas pelo SIMA e por dez estações meteorológicas do INMET localizadas no entorno do Reservatório de Furnas, fev/2006 a jan/2007.

Estação Elevação (m)	Furnas (SIMA)			Latitude (°S) Longitude
	Máxima	Média	Mínima	
	(r) número de observações			
Lavras 1104	0,70117 356	0,87611 354	0,82837 356	21,23 45,00
Araxá 1006	0,66148 356	0,85570 354	0,81522 356	19,60 46,93
Franca 1026	0,64813 356	0,83575 354	0,74802 356	20,97 47,63
Bambuí 936	0,64195 356	0,83498 354	0,81522 356	20,00 45,98
Pompeu 674	0,61401 355	0,81592 352	0,78843 355	19,21 45,00
Barbacena 1155	0,53867 132	0,67800 130	0,69564 132	21,22 43,77
Machado 857	0,49417 195	0,70669 191	0,68510 195	21,66 45,91
Belo Horizonte 878	0,53195 196	0,70621 193	0,67829 196	19,93 43,93
São Lourenço 1010	0,50377 195	0,69798 191	0,67793 195	22,10 45,01
Camanducaia 1550	0,55990 132	0,66509 130	0,52104 132	22,85 46,05

Tabela 4. Parâmetros e coeficiente de determinação ajustado (r_a^2) dos modelos de regressão entre as temperaturas diárias máxima, mínima e média do ar em Furnas, obtidas do SIMA, e os resíduos das suas correspondentes em Lavras, do INMET, para o período fev/06-jan/07.

Parâmetros	Máxima	Mínima	Média
Intercepto	26,89835	20,77263	22,82456
Cosseno	1,65328	2,66000	2,22440
Senos	.	0,44912	0,33459
Cosseno ²	-1,34652	-1,30714	-1,31730
Cosseno x Senos	1,18180	0,54728	1,31892
Temperatura do ar em Lavras (resíduo)	0,57443	0,38077	0,63081
r_a^2	0,58070	0,71540	0,77780

Foram calculadas as temperaturas médias correspondentes aos dias para os quais haviam informações sobre as temperaturas mínimas e máximas em Lavras, para toda a série, que cobria os anos de 1960 a 1978 e de 2001 a 2009. Para cada ano foi ajustado um modelo de regressão para as temperaturas do ar diárias média, mínima e máxima em função do cosseno, seno, cosseno ao quadrado e cosseno vezes o seno de t , sendo t uma função do dia do ano. Todos os modelos apresentaram significância superior a 99%. Das regressões se obtiveram os resíduos para cada temperatura a cada dia de cada ano. Os resíduos foram então utilizados nas equações cujos parâmetros constam da Tabela 4 para se obterem os valores da temperatura do ar em Furnas. Com base nos valores da temperatura do ar e na equação descrita na tabela 2, foram estimados os valores da temperatura da água a dois metros de profundidade para todo o período em que se dispunha de dados. Os resultados apresentados na Tabela 5 confirmam as conclusões do trabalho da UFMG (2008), pois a temperatura da água permanece todo o tempo nas faixas de conforto intermediário ou ideal para a tilápia-do-nylo.

Tabela 5. Número de ocorrência de dias da temperatura da água à 2m no Reservatório de Furnas, de 1960 a 1978 e de 2001 a 2009, por faixas de aptidão para a tilápia-do-nylo.

Temperatura da água (°C)	Frequência de ocorrência por temperatura		
	Máxima	Média	Mínima
< 14	0	0	0
14 a <20	0	0	0
20 a <27	8830	8850	9830
27 a <32	1030	1004	30
32 a <38	0	0	0
>38	0	0	0
total	9860	9854	9860

4. Conclusões

A temperatura da água a dois metros de profundidade no reservatório de Furnas é adequada para a criação de tilápia-do-nylo.

A coleta de dados meteorológicos e limnológicos de forma continuada e em alta frequência no tempo é fundamental para o monitoramento da qualidade da água com a finalidade de exercer a gestão da aquicultura em grandes reservatórios.

O uso combinado de dados coletados em alta frequência no reservatório, séries temporais longas de estações meteorológicas próximas e técnicas estatísticas, permite extrapolar os

dados de interesse na aquicultura para períodos de tempo maiores, permitindo a análise de risco para a atividade.

Foi encontrada uma alta e estatisticamente significativa dependência entre a temperatura da água a dois metros de profundidade, o dia do ano e a temperatura do ar medida no mesmo ponto, no reservatório de Furnas. Também significativa, mas em menor grau, foi a relação entre a temperatura do ar em Furnas e em Lavras, MG. De maneira geral, a temperatura mínima foi a que resultou em melhores ajustes para os modelos estudados, seguida da temperatura média. Os modelos ajustados para temperatura máxima, embora apresentando significância estatística, foram os que apresentaram os menores valores para o coeficiente de determinação, o que significa um comportamento mais errático ou menos previsível dessa variável em relação às duas outras estudadas.

Agradecimentos

Agradecemos aos Drs. José Luiz Stech e João Antônio Lorenzzetti pelo fornecimento da série de dados do SIMA e ao Ministério da Pesca e Aquicultura pelo suporte financeiro.

Referências

Dall'Amico, M.; Hornsteiner, M. A simple method for estimating daily and monthly mean temperatures from daily minima and maxima. **International Journal of Climatology**, v. 26, p. 1929–1936, 2006.

Embrapa Meio Ambiente. **Desenvolvimento de Sistema de Monitoramento para Gestão Ambiental da Aquicultura no Reservatório de Furnas - MG: suporte para a consolidação de indicadores para o plano de monitoramento e gestão ambiental da aquicultura**. Jaguariúna: Embrapa, 2011. 44p. (Projeto de Pesquisa).

Food and Agriculture Organization of the United Nations [FAO]. **The State of the World Fisheries and Aquaculture - 2008**. Rome: FAO Fisheries Department, 2009. 196p. ISBN 978-92-5-106029-2

Frasca-Scorvo, C. M. D.; Carneiro, D. J.; Malheiros, E. B. Comportamento alimentar do Matrinxã (*Brycon cephalus*) no período de temperaturas baixas. **Boletim do Instituto de Pesca**, São Paulo, v. 27, n. 1, p. 1-5, 2001. Disponível em: <ftp://ftp.sp.gov.br/ftppeca/arq_27_art_01.pdf>. Acesso em: 10 set. 2012.

Kubitza, F.; Kubitza, L. M. M. Tilápias: qualidade da água, sistemas de cultivo, planejamento da produção, manejo nutricional e alimentar e sanidade - Parte 1. **Panorama da Aquicultura**, v. 10, n. 59, p. 44-53, jun. 2000.

Moura, G. de S.; Oliveira, M. G. A.; Lanna, E. T. A.; Júnior, A. M.; Maciel, C. M. R. R. Desempenho e atividade de amilase em tilápias-do-nilo submetidas a diferentes temperaturas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 42, n. 11, p. 1609-1615, 2007.

Novo, E. M. L. M.; Stech, J. L.; Londe, L. R.; Assireu, A. T.; Barbosa, C. C. F.; Alcântara, E. H.; Souza, A. F. Integração de dados do sistema automático de monitoramento de variáveis ambientais (SIMA) e de imagens orbitais na avaliação do estado trófico do Reservatório da UHE Funil. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto (SBSR), 14., 2009, Natal. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2009. p. 4797-4804. DVD, On-line. ISBN 978-85-17-00044-7. Disponível em: <http://urlib.net/3ERPFRQRTBW/3485PTL>. Acesso em: 1 out. 2012.

Stevenson, M. R.; Lorenzzetti, J. A.; Stech, J. L.; Arlino, P. R. de A.; Costa, V. M. da. SIMA: an Integrated Environmental Monitoring System. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto (SBSR), 7., 1993, Curitiba. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 1993. v. 4, p. 300-310. Printed, On-line. ISBN 978-85-17-00055-3. Disponível em: <http://urlib.net/sid.inpe.br/iris@1912/2005/07.20.01.02>. Acesso em: 08 out. 2012.

Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). **Estudo Técnico-Científico Visando a Delimitação de Parques Aqüícolas nos Lagos das Usinas Hidroelétricas de Furnas e Três Marias – MG**. Relatório de Identificação de Áreas Tecnicamente Adequadas para a Instalação de Parques Aqüícolas. Reservatório de Furnas. Belo Horizonte: UFMG, 2008. 348p.