



ANÁLISE ESPACIAL DE ATRIBUTOS FÍSICO-QUÍMICOS DA ÁGUA EM VIVEIROS DE PISCICULTURA COM GEOMETRIAS DIFERENTES

Samuel Ferreira da Silva¹, Jéferson Luiz Ferrari²

¹ Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal da Universidade Federal do Espírito Santo – UFES, Alegre - ES (samuelfd.silva@yahoo.com.br)

² Professor do Instituto Federal do Espírito Santo-Campus de Alegre, Alegre – ES - Brasil

Recebido em: 04/05/2012 – Aprovado em: 15/06/2012 – Publicado em: 30/06/2012

RESUMO

A análise comportamental de fatores físicos e químicos existentes no ecossistema aquático é o ponto de partida para qualquer estudo que tenha por finalidade o cultivo de peixes. O objetivo deste trabalho foi estudar a variabilidade espacial de alguns parâmetros físico-químicos da água em dois viveiros de piscicultura com formatos e áreas diferentes. Para isso, malhas regulares de 5 m x 5 m foram implantadas e, nos transectos originados, foram realizadas amostragens de temperatura da água, temperatura do ar, oxigênio dissolvido, porcentagem de saturação de oxigênio e profundidade. Verificou-se por meio da análise geoestatística que as variáveis analisadas apresentaram baixa dependência espacial. No viveiro regular, a dependência foi descrita em sua maioria pelo modelo gaussiano, com alcances de 15,74 m (temperatura da água), 28,58 m (temperatura do ar), 13,12 m (oxigênio dissolvido), 12,43 m (porcentagem de saturação de oxigênio) e 11,58 m (profundidade), sendo este, o único explicado pelo modelo esférico. Já no viveiro irregular, os alcances foram menores: 6,44 m para a temperatura da água (modelo exponencial), 3,72 m para a temperatura do ar (modelo exponencial), 8,88 m para o oxigênio dissolvido (modelo esférico), 5,22 m para a porcentagem de saturação de oxigênio (modelo exponencial) e 26,64 m para a profundidade (modelo gaussiano).

PALAVRAS-CHAVE: geoestatística, manejo racional, qualidade de água

SPATIAL ANALYSIS OF PHYSICAL AND CHEMICAL ATTRIBUTES OF WATER IN FISH PONDS WITH DIFFERENT GEOMETRY

ABSTRACT

A behavioral analysis of physical and chemical factors existing in aquatic ecosystem is the starting point for any study that has as its aim the cultivation of fish. The objective was to study the spatial variability of some physical and chemical parameters of water in two fishponds with different shapes and areas. After the deployment of regular grids of 5 m x 5 m, were made in transects originated, sampling of water temperature, air temperature, dissolved oxygen, percent oxygen saturation and depth. It was found through geostatistical analysis that the variables analyzed showed low spatial dependence. In the regular fishpond, the dependence was described by the model mostly gaussian with ranges of 15.74 m (water

temperature), 28.58 m (air temperature), 13.12 m (dissolved oxygen), 12.43 m (percentage of oxygen saturation) and 11.58 m (depth), which is only explained by the spherical model. In the irregular fishpond, the ranges were smaller: 6.44 m for the water temperature (exponential model), 3.72 m for air temperature (exponential model), 8.88 m for dissolved oxygen (spherical model), 5.22 m for the percentage of oxygen saturation (exponential model) and 26.64 m depth (model gaussiano).

KEYWORDS: geostatistics, rational management, water quality

INTRODUÇÃO

A piscicultura é um importante ramo da aquicultura crescente em nosso País. Para a garantia de sucesso deste empreendimento é fundamental que a água utilizada nos tanques, viveiros, lagos e represas apresentem boa qualidade, sendo a temperatura, o oxigênio dissolvido, a porcentagem de saturação do oxigênio da água e a profundidade dos ambientes importantes parâmetros que devem ser monitorados para a otimização da produção (KUBITZA, 1998; OLIVEIRA, 2009).

É a temperatura que determina o metabolismo dos organismos vivos, sendo responsável pelas atividades fisiológicas, como a respiração, digestão, reprodução e alimentação (DIAS-KOBERSTEIN et al., 2004). Quando ocorrem oscilações de temperaturas, os peixes têm dificuldades para se alimentar, ficando susceptíveis às doenças (HEIN e BRIANESE, 2004). De uma maneira geral, as velocidades das reações químicas dobram ou triplicam para cada 10 °C de aumento na temperatura, isso significa que os organismos aquáticos usarão duas ou três vezes mais oxigênio dissolvido a 30 °C do que a 20 °C (SIPAÚBA-TAVARES et al., 2003 e SILVA et al., 2006).

O oxigênio dissolvido é de extrema importância para a sobrevivência dos organismos cultivados. Quando os níveis de oxigênio nos viveiros tornam-se baixos, os organismos cultivados podem apresentar uma condição de estresse fisiológico, enfraquecendo o seu sistema imunológico e propiciando o aparecimento de infecções (RODRIGUEZ e MOULLAC, 2000). Taxas reduzidas desse gás, segundo LIMBERGER e CORRÊA (2005), podem comprometer a sobrevivência da fauna aeróbica aquática.

Nos últimos anos tem também ocorrido um relativo interesse em estudos dos ecossistemas aquáticos em função de variáveis relacionadas com as suas respectivas características morfométricas. Dentre os atributos analisados é importante a avaliação da profundidade, uma vez que permite o conhecimento físico do ambiente em que se desenvolvem os organismos aquáticos (LANDA e MOURGUÉS-SCHURTER, 2000; FANTIN-CRUZ et al., 2008; LANDA e MOURGUÉS-SCHURTER, 2008 e BRIGHENTI et al., 2011).

Segundo VIEIRA (2000), quando o atributo estudado varia de um local para o outro, a geoestatística é uma ferramenta que permite uma visão espacial desse comportamento baseada na dependência espacial. O manejo localizado da qualidade da água é um bom exemplo dessa inovação realizada a partir do conhecimento da variabilidade espacial de atributos de interesse, permitindo um melhor entendimento das relações entre seus atributos e os fatores ambientais (GOOVAERTS, 1998), e ajudando a determinar práticas de manejo específico para sua aplicação na produção de várias culturas (PLANT, 2001).

Desta forma, o objetivo deste trabalho foi analisar a variabilidade espacial de parâmetros físico-químicos da água em viveiros de piscicultura com formatos e áreas diferentes.

METODOLOGIA

A área de estudo fica localizada no Setor de Aquicultura do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo – Campus de Alegre, Alegre - ES, nas coordenadas geográficas aproximadas de (20° 45' 30" latitude Sul e 41° 27' 23" longitude Oeste) (Figura 1).

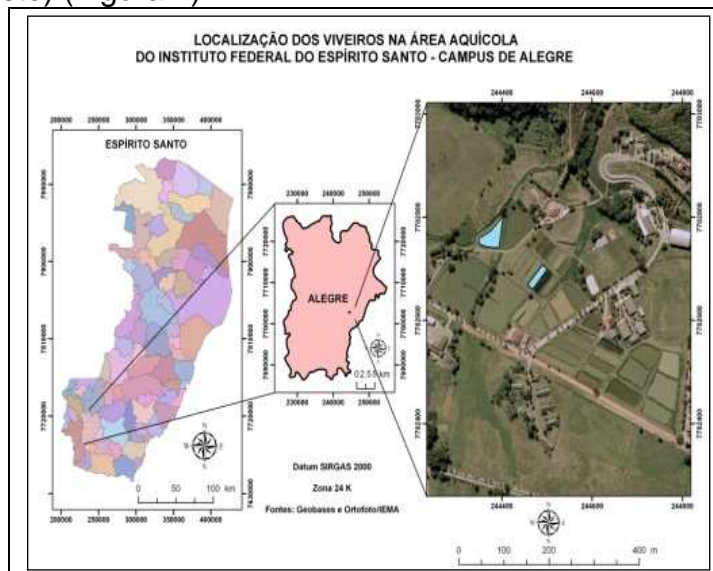


Figura 1. Localização da área de estudo.
Fonte: Acervo pessoal

Foram utilizados dois viveiros de piscicultura, sendo um com formato regular retangular de 50 x 25 m (1.250 m²), e outro com formato irregular (2.147 m²).

A primeira etapa para elaboração deste trabalho consistiu do levantamento planimétrico dos viveiros, o qual foi realizado por meio de uma Estação Total, marca FOIF OTS 856L, método da irradiação, conforme ESPARTEL (1987). Em seguida, foram implantadas malhas regulares de 5 m x 5 m, por toda a extensão desses ambientes, totalizando 46 pontos de coleta para o viveiro regular e 82 pontos para o viveiro irregular.

Nos dias 23 e 24 de junho do ano de 2010, no período das 7 às 9 horas, foram realizadas, em cada vértice resultante do transecto, as seguintes medições por meio de um oxímetro microprocessador modelo AT – 150: temperatura da água (°C), temperatura do ar (°C), oxigênio dissolvido da água (mg.L⁻¹), porcentagem de saturação de oxigênio da água (%). Além dessas medições, foi feito também um levantamento batimétrico dos viveiros, realizado por meio de uma régua limnimétrica. A Figura 2 ilustra estes levantamentos.



(a)

(b)

Figura 2. Pesquisador realizando o levantamento das características físico-químicas da água (a) e levantamento batimétrico (b).

Fonte: Acervo pessoal

Os dados coletados foram avaliados usando estatística descritiva e geoestatística. Nas análises descritivas dos dados, foram calculadas as medidas de posição, de dispersão e da forma da distribuição. A hipótese de normalidade dos dados foi testada pelo teste Lilliefors, com 5 % de significância, utilizando-se o programa computacional SAEG - versão 9.1 (RIBEIRO JÚNIOR e MELO, 2008). A análise geoestatística foi realizada ajustando modelos teóricos aos semivariogramas experimentais utilizando o *Software* GS+ (ROBERTSON, 2000). A semivariância dos dados em função da distância de amostragem é estimada pela Equação (1).

$$\gamma^*(h) = \frac{\sum [Z(x_i) - Z(x_i + h)]^2}{2N(h)} \quad (1)$$

em que,

$N(h)$ = o número de pares de valores medidos;

$Z(x_i)$, $Z(x_i + h)$ = valores medidos na posição x_i e $x_i + h$, separados por um vetor h .

O gráfico de gama asterisco (γ^*) em função da distância (h) é denominado semivariograma. A escolha dos modelos teóricos (esférico, exponencial, gaussiano, linear, sem patamar e efeito pepita puro) seguiu critérios adotados pelo *Software* GS+, que utiliza a menor soma dos quadrados do resíduo e o maior coeficiente de determinação. O ajuste dos dados, a partir dos semivariogramas, possibilitou definir os seguintes parâmetros: efeito pepita (C_0), patamar ($C_0 + C$), alcance (a) e o Índice de Dependência Espacial (IDE). O IDE foi calculado pela relação $[C/C_0 + C]$, conforme estabelecidos por ZIMBACK (2001). Conhecido o semivariograma da variável e mostrando a dependência espacial entre as amostras, interpolou-se, pelo *Software* SURFER 8.3 (GOLDEN SOFTWARE, 2005), por combinação linear, os valores medidos na posição 5 m x 5 m pelo método de krigagem ordinária.

A estimativa por krigagem ordinária segue a Equação (2).

$$Z^*(x) = \sum \lambda_i \cdot Z(x_i) \quad (2)$$

em que,

Z^* = valor estimado;

λ_i = pesos de cada valor medido;

Z = valor medido.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1, observam-se as estatísticas dos dados analisados nos pontos amostrados dos dois viveiros.

De acordo com esta tabela, pode-se observar que os valores de temperatura da água apresentam médias de 23,67 °C e 23,69 °C, nos viveiros regular e irregular, respectivamente, valores abaixo dos encontrados podem acarretar problemas na alimentação, reprodução e desenvolvimento das espécies, afetando o sistema imunológico e deixando-os susceptíveis a doenças (DIAS-KOBERSTEIN et al., 2004; HEIN e BRIANESE, 2004; SILVA et al., 2006).

Com relação ao oxigênio dissolvido (O. D.), manteve-se numa média de 3,41 mg.L⁻¹ e 2,71 mg.L⁻¹, respectivamente para o viveiro regular e irregular. Essas concentrações são consideradas baixas e podem levar os peixes à morte (RODRIGUEZ e MOULLAC, 2000 e LIMBERGER e CORRÊA, 2005). Segundo esses mesmos autores, o oxigênio dissolvido é considerado um dos parâmetros mais importantes para o bom desenvolvimento dos peixes cultivados, sendo imprescindível que seja efetuado um manejo correto de modo a garantir níveis que situem entre 5 e 12 mg.L⁻¹. Vale destacar que esses resultados referem-se a observações pontuais realizadas numa época de inverno e na parte da manhã, onde a disponibilidade de oxigênio é menor devido ao consumo ocorrido durante a noite pelos organismos aeróbicos (FERNANDES et al., 2005).

Tabela 1. Estatística descritiva e distribuição de frequências dos parâmetros analisados e da profundidade no viveiro regular e irregular

Viveiros	Variáveis	Média	Máximo	CV (%)	Assimetria	Curtose	Normal*
Regular	Prof. (m)	0,46	1,21	0,09	0,45 (b)	- 1,12 (A)	Sim
	Temp. água (°C)	23,67	24,50	0,10	0,14 (b)	- 0,43 (A)	Sim
	Temp. ar (°C)	23,05	25,50	0,96	1,97 (b)	2,25 (A)	Sim
	O. D. (mg.L ⁻¹)	3,41	4,48	0,29	0,54 (b)	- 1,15 (A)	Sim
	O. S. (%)	43,90	56,00	32,64	0,72 (b)	- 0,63 (A)	Sim
Irregular	Prof. (m)	0,48	1,05	0,04	0,43 (b)	- 0,18 (A)	Sim
	Temp. água (°C)	23,69	24,50	0,07	0,07 (b)	- 0,23 (A)	Sim
	Temp. ar (°C)	22,95	25,50	0,41	2,26 (b)	6,52 (A)	Sim
	O. D. (mg.L ⁻¹)	2,71	3,49	0,20	0,08 (b)	- 1,29 (A)	Sim
	O. S. (%)	31,53	48,00	47,68	0,68 (b)	- 0,53 (A)	Sim

* Teste de normalidade Lilliefors. Assimetria - distribuição simétrica (a), assimetria positiva (b) e assimetria negativa (c). Curtose - leptocúrtica (A), platicúrtica (B) e mesocúrtica (C).

Fazendo-se referência ao teor de saturação de oxigênio (O. S.), verificam-se altos valores de coeficientes de variação durante a coleta de dados, sendo 32,64 % para o viveiro regular e 47,68 % para o viveiro irregular, este parâmetro é muito importante para o bom desenvolvimento dos organismos aeróbicos cultivados, sendo que, boas taxas de (O. S.) possibilita a correta manutenção da cadeia trófica, o que permite o crescimento do cultivo por alimentação primária natural.

É importante salientar que este parâmetro apresenta alta capacidade de oscilação, o que é normal acontecer em ambientes de cultivo ao longo do dia (KUBITZA, 1998 e ABDO e SILVA, 2000).

De acordo com CRESPO (2009) em ambos os viveiros, todos os parâmetros apresentaram assimetria positiva, com média maior que a moda; e curtose leptocúrtica com uma curva de frequência mais fechada que a normal, ou mais aguda em sua parte superior.

Na Figura 3, são mostrados os semivariogramas ajustados dos atributos estudados, e na Tabela 2 os parâmetros e os modelos dos semivariogramas.

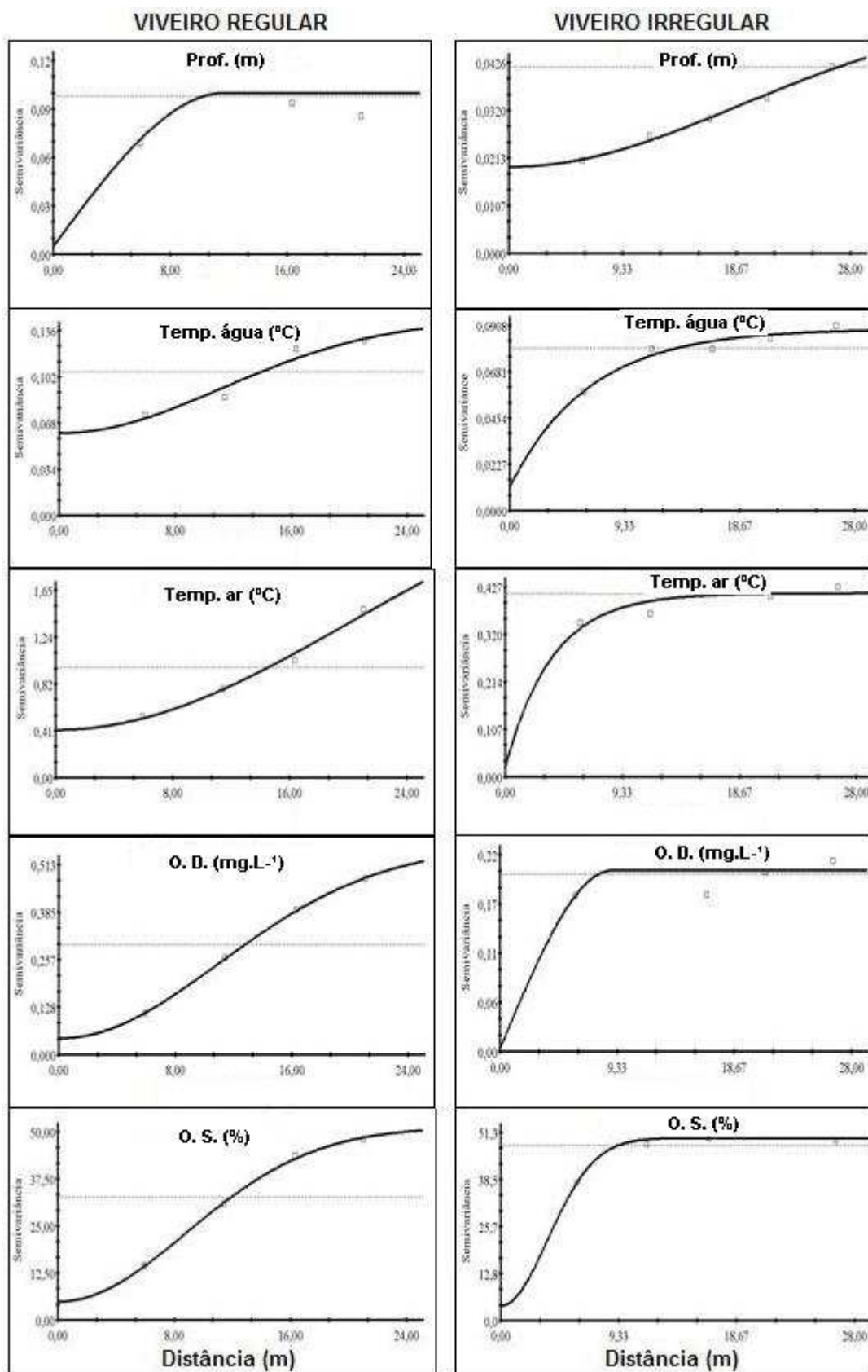


Figura 3. Semivariogramas das variáveis profundidade, temperatura da água, temperatura do ar, oxigênio dissolvido e teor de saturação nos viveiros regular e irregular

Verifica-se que as variáveis analisadas no viveiro regular tiveram seus melhores ajustes através do modelo gaussiano, exceto para o atributo profundidade que apresentou melhor ajuste para o modelo esférico. Já no viveiro irregular, os modelos que melhor explicaram os comportamentos de dependência espacial foram: exponencial (temperatura da água e temperatura do ar), esférico (oxigênio dissolvido), exponencial (teor de saturação de oxigênio) e gaussiano (profundidade).

Essas constatações, apesar da necessidade de maiores estudos para a elucidação de tais comportamentos, podem estar relacionadas ao caráter dinâmico dessas variáveis em função das diferentes geometrias dos ambientes aquáticos.

Tabela 2. Parâmetros e modelos dos semivariogramas ajustados das variáveis profundidade, temperatura da água, temperatura do ar, oxigênio dissolvido e teor de saturação nos viveiros regular e irregular

Viveiros	Parâmetros	Valores obtidos				
		Prof. (m)	Temp. água (°C)	Temp. ar (°C)	O. D (mg.L ⁻¹)	O. S. (%)
Regular	Co	0,00	0,06	0,42	0,02	4,90
	Co + C	0,10	0,14	2,85	0,49	51,11
	a	11,58	15,74	28,58	13,12	12,43
	IDE	6,30 (a)	1,13 (a)	6,21 (a)	8,52 (a)	0,74 (a)
	r ²	0,54	0,95	0,99	0,99	1,00
	Modelo	Esférico	Gaussiano	Gaussiano	Gaussiano	Gaussiano
Irregular	Co	0,02	0,01	0,02	0,00	4,10
	Co + C	0,05	0,09	0,41	0,21	49,71
	a	26,64	6,44	3,72	8,88	5,22
	IDE	2,32 (a)	3,72 (a)	1,16 (a)	1,20 (a)	4,15 (a)
	r ²	0,99	0,94	0,76	0,35	0,97
	Modelo	Gaussiano	Exponencial	Exponencial	Esférico	Gaussiano

Índice de Dependência Espacial (IDE) - fraca (a), moderada (b) e forte (c)

Percebe-se que os alcances (a), para os parâmetros analisados no viveiro regular, foram de: 15,74 m, 28,58 m, 13,12 m e 12,43 m, 11,58 m respectivamente, para os parâmetros: temperatura da água (°C), temperatura do ar (°C), oxigênio dissolvido (mg.L⁻¹), teor de saturação de oxigênio (%) e profundidade (m); já no viveiro irregular, os alcances foram: 6,44 m, 3,72 m, 8,88 m, 5,22 m e 26,64 m, respectivamente, para os parâmetros: temperatura da água (°C), temperatura do ar (°C), oxigênio dissolvido (mg.L⁻¹), teor de saturação de oxigênio (%) e profundidade (m). De acordo com ANDRADE (2002), o alcance corresponde ao conceito da zona de influência ou dependência espacial de uma amostra, marcando a distância a partir das quais as amostras tornam-se independentes. Desta forma, amostragens desses parâmetros devem ser realizadas a distância maior que os alcances para que as amostras sejam consideradas independentes. Destaca-se também que foi observado o fenômeno da isotropia, ou seja, esses alcances são válidos para todas as direções dos viveiros (DRUCK et al., 2004).

É importante salientar que as variações dos parâmetros estudados nos viveiros ocorrem principalmente devido o dinamismo desses ambientes, somados as condições climáticas e ao metabolismo dos organismos cultivados que interferem de forma direta na qualidade da água SIPAÚBA-TAVARES (1995) e MELO (1999).

Fazendo referência ainda a Tabela 2, pode-se observar que para todos os parâmetros analisados, em ambos os viveiros de estudo, os valores de IDE foram abaixo de 25 %, resultando desta forma em fraca dependência espacial (ZIMBACK, 2001). Com a comprovação da dependência espacial, mesmo que fraca, gerou-se com auxílio do interpolador krigagem ordinária, os mapas de variabilidade dos parâmetros estudados, o que é mostrado na Figura 4 e 5.

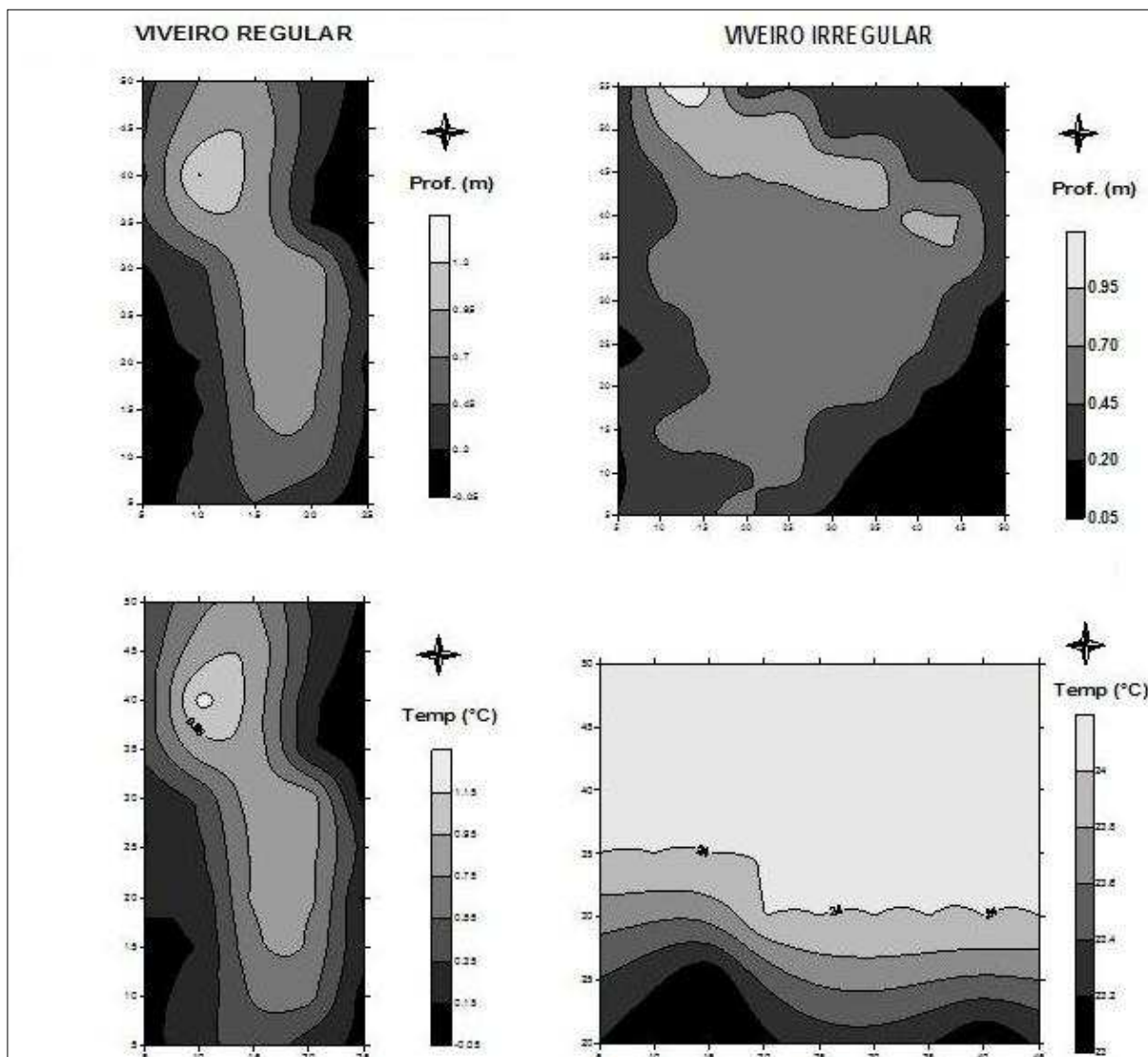


Figura 4. Distribuições espaciais das variáveis profundidade e temperatura da água nos viveiros regular e irregular pelo método da krigagem ordinária

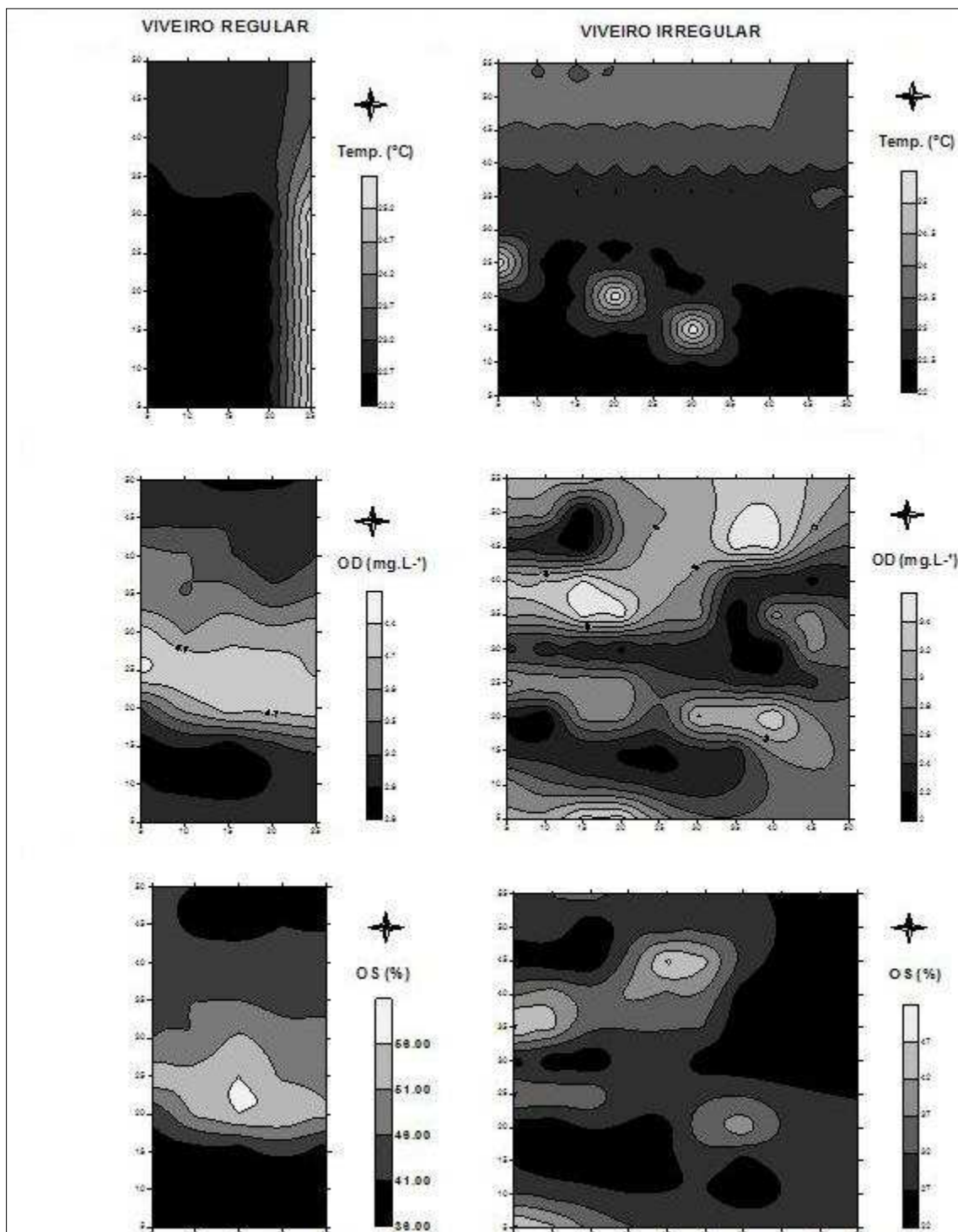


Figura 5. Distribuições espaciais das variáveis temperatura do ar, oxigênio dissolvido e do teor de oxigênio saturado nos viveiros regular e irregular pelo método da krigagem ordinária

Essas informações, geradas pelo uso de técnicas de geoestatística, possibilitam a implantação e utilização de um manejo racional nos viveiros, otimizando, o cultivo e aplicando conhecimentos limnológicos específicos e pontuais, o que pode assessorar de forma positiva a piscicultura.

CONCLUSÕES

Diante das condições que foram conduzidos este trabalho conclui-se que os atributos analisados apresentaram baixa dependência espacial. No viveiro regular, a dependência foi descrita em sua maioria pelo modelo gaussiano, com alcances de 15,74 m (temperatura da água), 28,58 m (temperatura do ar), 13,12 m (oxigênio dissolvido), 12,43 m (porcentagem de saturação de oxigênio) e 11,58 m (profundidade), sendo, este o único explicado pelo modelo esférico. Já no viveiro irregular, os alcances foram menores: 6,44 m para a temperatura da água (modelo exponencial), 3,72 m para a temperatura do ar (modelo exponencial), 8,88 m para o oxigênio dissolvido (modelo esférico), 5,22 m para a porcentagem de saturação de oxigênio (modelo exponencial) e 26,64 m para a profundidade (modelo gaussiano).

REFERÊNCIAS

- ABDO, M. S. A.; SILVA, C. J. **Variação limnológica nos períodos de estiagem e cheia na Baía Ninhal Curutubá**. In: III Simpósio de Recursos Naturais. Corumbá - MS, 2000, p.1-12, 2000.
- ANDRADE, A. R. S. **Aplicação da Teoria fractal e da geoestatística na estimativa da condutividade hidráulica saturada e do espaçamento entre drenos**. 2002. 181p, Botucatu/SP, Tese (Doutorado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2002.
- BRIGHENTI, L. S.; PINTO-COELHO, R. M.; BEZERRA-NETO, J. F.; GONZAGA, A. V. Parâmetros morfométricos da Lagoa Central (Lagoa Santa, Estado de Minas Gerais): comparação de duas metodologias. **Acta Scientiarum Biological Sciences**, v. 33, p. 281-287, 2011.
- CRESPO, A. A. **Estatística fácil**. 19ª ed. atual. São Paulo: Saraiva, 2009.
- DIAS-KOBERSTEIN, T. C. R.; CARNEIRO, D. J.; URBINATI, E. C. Comportamento alimentar de alevinos de pacu (*Piaractus mesopotamicus*, Holmberg, 1887) por meio das observações do tempo de retorno do apetite e do tempo de saciação dos peixes em duas temperaturas de cultivo. **Acta Scientiarum**, v.26, n.3, p.339-344, 2004.
- DRUCK, S.; CARVALHO, M. S.; CÂMARA, G.; MONTEIRO, A. V. M. **Análise Espacial de Dados Geográficos**. Brasília, EMBRAPA, 2004.
- ESPARTEL, L. **Curso de topografia**. 6ª ed. Porto Alegre: Globo. 1987, 655p.
- FANTIN-CRUZ, I.; LOVERDE-OLIVEIRA, S.; GIRARD, P. Caracterização morfométrica e suas implicações na limnologia de lagoas do Pantanal Norte. **Acta Science biological**, v.30, n.2, p.133-140, 2008.
- FERNANDES, L. F.; LAGOS, P. E.; ZEHNDER-ALVES, L. Comunidades fitoplanctônicas em ambientes lênticos. In: ANDREOLI, C. V.; CARNEIRO, C. (Org.). **Gestão Integrada de mananciais de abastecimento eutrofizados**. 1ªed. Curitiba: Gráfica Capital Editora, 2005, p. 239-298.
- GOLDEN SOFTWARE. **SURFER version 8.0 Surface mapping system**. Colorado, Golden Software, Inc, 1 CD-ROM. 1993-2005.

GOOVAERST, P. Geostatistical tools for e characterizing the spatial variability of microbiological and physic-chemical soil properties. **Biology and Fertility of soils**, v.27, n.4, p.315-334, 1998.

HEIN, G.; BRIANESE, R. H. **Modelo Emater de Produção de Tilápias**. Toledo. 2004.

KUBITZA, F. Qualidade da água na produção de peixes. **Panorama da Aquicultura**, Jan/fev, 1998.

LANDA, G. G.; MOURGUÉS-SCHURTER, L. R. Características físicas, químicas e biológicas (zooplantônicas) da água que abastece a estação de piscicultura da UFLA – MG. **Revista Científica de Pesca**, v.6, p.223-232, 2000.

LANDA, G.; MOURGUÉS-SCHURTER, L. R. Represas da Universidade Federal de Lavras: Características Morfométricas, Físico-Químicas e Organismos Zooplantônicos. **Acta Limnologica Brasiliensia**, v.12, n.1, p.69-83, 2008.

LIMBERGER L.; CORRÊA, G. T. Diagnóstico ambiental do ribeirão Lindóia (Londrina-PR). Aspectos físico-químicos e bacteriológicos. **Revista Eletrônica da Associação de Geógrafos Brasileiros**, v.2, n.2, p.16-23, 2005.

MELO, J. S. C. **Água e construção de viveiros na piscicultura**. 1999.102p.

OLIVEIRA, R. **Nota Técnica: Panorama Geral da Aquicultura no Brasil**. Associação Para a Produção Sustentável (APS). Ituberá, Bahia – Brasil. Ed. 1, outubro de 2009.

PLANT, R. E. Site specifies management: the application of production of information technology to crop production. **Computers and Electronics in Agriculture**, v.30, n.1, p.9-29, 2001.

RIBEIRO JÚNIOR, J. I.; MELO, A. L. P. de. **Guia prático para utilização do SAEG**. Viçosa, MG: Folha artes Gráficas Ltda, 2008, 288p

ROBERTSON, G. P. **GS+: Geoestatistic for the enviroment sciences**. User's Guide. Phainwell, Gamma Design Software. 2000, 152p.

RODRIGUEZ, J.; MOULLAC, G. State of the art of immunological tools and health control of Penaeid shrimp. **Aquaculture**, v.191, p.109-119, 2000.

SILVA, V. K.; FERREIRA, M. W.; LOGATO, P. V. R. **Qualidade da água na Piscicultura**. Lavras - Minas Gerais. Universidade Federal de lavras. Departamento de Zootecnia. 2006. 82p.

SIPAÚBA-TAVARES, L. H. **Limnologia aplicada à aquicultura**. Jaboticabal: FUNEP-UNESP, 1995. 70p.

SIPAÚBA-TAVARES, L. H.; GOMES, J. P. F.; BRAGA, F. M. S. Effect of liming management on the water quality (*Collossoma macropomum*) ponds. **Acta Limnologica Brasiliensia**, v.15, n.3, p.95-103, 2003.

VIEIRA, S. R. Geoestatística em estudos de variabilidade do solo. **Sociedade da Ciência Solo**, v.1, p.1-54, 2000.

ZIMBACK, C. R. L. **Análise espacial de atributos químicos de solos para fins de mapeamento da fertilidade do solo**. Botucatu/SP: Universidade Estadual Paulista, 2001. 114p. Tese Livre-Docência.