

Desempenho produtivo e qualidade de ovos de poedeiras comerciais semipesadas criadas em diferentes densidades populacionais

Elis Regina de Moraes Garcia^{1*}, Natalia Ramos Batista², Kelly Cristina Nunes², Flavia Kleszcz da Cruz³, João Antônio Barbosa Filho², Naiara Nogueira Arguelo², Rosemary Pereira de Pedro e Souza², Laura Ramos de Ávila²

¹Professora do Curso de Graduação em Zootecnia e do Programa de Pós-graduação em Zootecnia da Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, Unidade Universitária de Aquidauana, Aquidauana-MS. *E-mail: ermgarcia@uems.br

²Alunos do Curso de Graduação em Zootecnia, Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, Unidade Universitária de Aquidauana, Aquidauana-MS

³Aluna do Programa de Pós-graduação em Zootecnia, Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, Unidade Universitária de Aquidauana, Aquidauana-MS

Resumo

O presente estudo teve por objetivo avaliar o desempenho zootécnico e a qualidade dos ovos de poedeiras semipesadas criadas em diferentes densidades populacionais. Foram utilizadas 150 poedeiras com 30 semanas de idade distribuídas em gaiolas com 100 x 45 x 40 cm com duas subdivisões de 50 x 45 x 40 cm em um delineamento inteiramente ao acaso. Foram avaliadas três densidades populacionais correspondentes a oito, 10 e 12 aves por gaiola (562,5; 450,0 e 375,0 cm²/ave) com cinco repetições cada, totalizando 15 unidades experimentais. As variáveis analisadas para o desempenho foram: consumo de ração (g/ave/dia), porcentagem de postura, peso do ovo (g), massa do ovo (g), conversão alimentar (kg/kg e kg/dz) e porcentagem de ovos inteiros, quebrados, trincados e sem casca. Para avaliação da qualidade interna e externa dos ovos foram analisados: unidade Haugh, índice de gema, pH do albúmen e gema e coloração de gema crua. As aves alojadas em menor densidade populacional (562,5 cm²/ave) apresentaram maior consumo de ração, porcentagem de postura, massa de ovos e melhor conversão alimentar (kg/kg) (P<0,05). Conclui-se que a criação de poedeiras semipesadas alojadas em densidades com até 450,0 cm²/ave não prejudica o desempenho zootécnico das aves e as características qualitativas dos ovos.

Palavras-chave: *composição do ovo, consumo de ração, índice de gema, qualidade da casca, sistema de criação*

Abstract

Productive performance and egg quality of laying hens housed in different densities. The present study aimed to evaluate the performance and egg quality of laying hens housed in different population densities. We used 50 laying hens at 30 weeks age, distributed in cages with 100 x 45 x 40 cm with two subdivisions of 50 x 45 x 40 cm in a completely randomized design. Three population densities were evaluated corresponding to eight, 10 and 12 hens per cage (562.5, 450.0 and 375.0 cm²/hen) with five repetitions each, totaling 15 experimental units. The variables analyzed for performance were: feed intake (g/hen/day), egg production (%), egg weight (g), egg mass (g), feed conversion (kg/kg and kg/dz) and percentage of viable eggs, broken, cracked and shelled. To evaluate the internal and external egg quality were analyzed: Haugh unit, yolk index, pH of albumen and yolk, coloring egg yolk. The hens housed in lower population density (562.5 cm²/hen) had higher feed intake, egg production, egg mass and feed conversion (kg/kg) (P<0.05). It concludes that the rearing of laying hens housed in densities up to 450.0 cm²/hen not affect the performance of hens and the qualitative characteristics of eggs.

Keywords: *rearing system, egg composition, feed intake, shell quality, yolk index*

Introdução

Em busca da máxima eficiência produtiva e maior economia com alojamento e equipamentos por poedeira, tornou-se prática nas avícolas de postura a utilização de altas densidades populacionais em gaiolas. A maioria dos produtores acredita que com o aumento na produção de ovos em menor espaço há maximização do lucro, compensando os efeitos negativos da alta densidade (Rocha et al., 2008). Entretanto, as intensificações dos sistemas de criação estão vinculadas a conflitos entre o interesse econômico do produtor e o bem-estar dos animais de produção (Molento, 2005).

Se praticada em excesso, a redução da área de gaiola por ave e consequentemente diminuição da área do comedouro, bebedouro e restrição na movimentação, ocasiona efeitos negativos no crescimento e desempenho da poedeira, uma vez que ocorre diminuição do consumo de ração e da eficiência alimentar, redução no peso vivo, produção e tamanho dos ovos, desenvolvimento muscular e esquelético, além de incidências de osteoporose e mortalidade (Webster, 2004; Pavan et al., 2005; Rios et al., 2009).

Nos últimos anos, as campanhas movidas por diferentes segmentos e a pressão de um número crescente de organizações não-governamentais sensibilizaram a opinião pública em muitos países para adequação de práticas de manejo para atender o bem-estar dos animais de produção (Alves et al., 2007).

Em 1999 a União Europeia impôs a DIRETIVA 1999/74/EU aos seus países, a qual proíbe a partir de 2012 o uso de gaiolas convencionais, sendo utilizadas apenas gaiolas enriquecidas com no mínimo 750,0 cm²/ave (Ceu, 1999). Segundo Silva e Miranda (2009), o Brasil é um país que está apto a se beneficiar com a nova legislação e pode se tornar nos próximos anos, uns dos principais exportadores em função da sua grande área territorial, a qual é favorável ao novo sistema de produção.

Neste sentido, vários estudos científicos em relação ao bem-estar dos animais e seus impactos na produção e desempenho têm sido realizados, tanto por razões de ordem ética como pelo reconhecimento dos custos que essas mudanças implicam para produtores e consumidores (Alves et al., 2007). Diante disso, este trabalho foi desenvolvido com o

objetivo de avaliar o desempenho zootécnico e a qualidade dos ovos de poedeiras semipesadas criadas em diferentes densidades populacionais.

Material e Métodos

O estudo foi conduzido no Setor de Avicultura da Unidade Universitária de Aquidauana - Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, localizada a altitude de 174 m, longitude de 55° 40'W e latitude de 20° 27'S. O clima da região, de acordo com a classificação de Köppen é Aw, tropical-quente sub-úmido (com estação chuvosa no verão e seca no inverno).

Foram utilizadas 150 poedeiras da linhagem comercial Dekalb Brown com 30 semanas de idade, durante o período de 84 dias, divididos em quatro ciclos de 21 dias cada.

Todas as aves foram submetidas ao mesmo programa nutricional e manejo seguindo as exigências da linhagem conforme as recomendações do Manual de Produção da Linhagem Dekalb Brown (2009). O fornecimento de ração foi *ad libitum* em comedouros lineares dispostos sob os bebedouros tipo calha percorrendo toda a extensão frontal das gaiolas.

O programa de iluminação adotado foi de 17 horas por dia (iluminação natural + artificial). Para averiguação das condições térmicas do aviário durante todo período experimental as médias de temperatura, mínima e máxima, e umidade relativa do ar foram monitoradas diariamente por meio de termohigrômetro, obtendo os valores 24,0°C ± 0,9°C; 33,8°C ± 2,6°C; 84,5%, respectivamente.

Para avaliação do conforto térmico das aves durante o sistema de criação, a temperatura de globo negro foi monitorada em três horários distintos, correspondendo duas horas no período matutino (8h00m e 11h00m) e uma hora no período vespertino (16h00m) e posteriormente calculada a média para obtenção do Índice de Temperatura de Globo e Umidade (ITGU) (Buffington et al., 1981), obtendo o valor de 78,4.

Adotou-se o delineamento inteiramente ao acaso, com três tratamentos e cinco repetições, totalizando 15 unidades

experimentais compostas por gaiolas metálicas, medindo 100 x 45 x 40 cm com duas subdivisões de 50 x 45 x 40 cm. Os tratamentos foram constituídos por três densidades de alojamento, sendo elas: 562,5; 450,0 e 375,0 cm² de área por ave, correspondente a oito, 10 e 12 poedeiras por gaiola, respectivamente.

Ao 21º dia foram avaliadas as características de desempenho zootécnico: consumo de ração (g/ave/dia), porcentagem de postura, massa de ovos (g), conversão alimentar (kg/kg, kg/dz), peso dos ovos (g) e porcentagem de ovos inteiros, quebrados, trincados e sem casca.

O consumo de ração foi registrado semanalmente e calculado por meio da diferença entre a quantidade de ração fornecida e as sobras ao término de cada semana que compôs o ciclo. A produção de ovos foi registrada diariamente com duas coletas diárias (períodos matutino e vespertino). A massa de ovos (g) foi obtida por meio da multiplicação do peso médio dos ovos pela porcentagem de produção dos ovos e expressa em gramas. A conversão alimentar foi calculada por meio do consumo médio de ração (kg) dividido por quilos de ovos (conversão kg/kg) e por dúzia de ovos (conversão kg/dz).

Nos últimos quatro dias de cada ciclo, o peso médio, as porcentagens de casca, albúmen e gema e as principais características que expressam a qualidade interna e externa (peso e espessura da casca, unidade Haugh, índice de gema, cor de gema crua, pH do albúmen e da gema) dos ovos foram avaliados.

Com base nos dados de peso total e número de ovos da unidade experimental, obteve-se o peso médio dos ovos. Destes, três ovos foram utilizados para avaliar as porcentagens de casca, albúmen, gema e pH da gema e albúmen e três foram destinados para análise de qualidade interna.

Os ovos destinados à análise de porcentagem dos componentes e pH foram pesados e quebrados separadamente em recipientes de poliestireno atóxico, previamente identificados e pesados, havendo a separação total entre o albúmen, gema e casca. Cada constituinte foi pesado separadamente e calculado o seu percentual em relação ao peso do ovo, sendo dividido o peso do albúmen, da gema e da casca, pelo peso do ovo (g) e o resultado multiplicado por 100. Em seguida, com um pHmetro de bancada (Hanna

Instruments®) foi determinado o pH do albúmen e da gema.

Para a análise de qualidade, cada ovo foi pesado por meio de balança semi-analítica ($\pm 0,001$ g) e posteriormente quebrado em superfície plana e lisa de vidro. Com o auxílio de um paquímetro digital, as medidas de altura do albúmen e da gema foram determinadas e expressas em milímetros (mm). Por meio da medida da altura de albúmen (mm) e peso unitário do ovo (g), foram calculados os valores da unidade Haugh determinada pela equação (2) descrita por Nesheim et al. (1979): $UH = 100\log(H-1,7P^{0,37}+7,57)$; Em que, H = altura do albúmen (mm) e P = peso do ovo (g).

Posteriormente, com um paquímetro manual ($\pm 0,05$ mm), foi mensurado o diâmetro da gema e, com base na média dos valores obtidos calculou-se o índice de gema (mm) (altura/diâmetro). A análise de coloração da gema crua foi efetuada por meio de um leque colorimétrico DSM (Yolk Color Fan)®. Em seguida, as cascas foram lavadas e submetidas à secagem ambiente por 48 horas e pesadas para a determinação da qualidade externa, por meio do peso da casca (g) e espessura da casca (mm). A espessura de casca, incluindo as membranas foi medida por meio da leitura de quatro pontos distintos da região equatorial utilizando micrômetro digital ($\pm 0,001$ mm) e transformados em um valor médio por unidade experimental.

Os dados foram submetidos à análise de variância e para a comparação entre as médias utilizou-se o Teste de Tukey ($P < 0,05$).

Resultados e Discussão

Os valores médios obtidos para as variáveis relacionadas com o desempenho zootécnico das poedeiras alojadas em diferentes densidades populacionais encontram-se na Tabela 1.

Os dados demonstraram efeito significativo dos tratamentos sobre o consumo de ração, a porcentagem de postura, a massa dos ovos e a conversão alimentar (kg/kg), demonstrando melhores resultados para aves alojadas em menor densidade (562,5 cm²/ave). Por outro lado, não houve efeito ($p > 0,05$) das diferentes densidades estudadas para as características de peso do ovo e conversão alimentar (kg/dz).

Tabela 1. Consumo de ração (CR), porcentagem de postura (PP), peso do ovo (PO), massa do ovo (MO), conversão alimentar (CA) e ovos viáveis (OV) de poedeiras comerciais criadas em diferentes densidades de alojamento.

Densidade (cm ² /ave)	CR	PP	PO	MO	CA	CA	OV
	(g/ave/dia)	(%)	(g)	(g)	(kg/kg)	(kg/dz)	%
562,5	94,50a	80,55a	54,72	44,08a	2,26a	1,48	99,45
450,0	90,56ab	75,43ab	53,89	40,68ab	2,35ab	1,52	99,13
375,0	86,61b	69,18b	54,24	37,53b	2,43b	1,58	99,11
Média	90,56	75,05	54,28	40,76	2,35	1,53	99,22
EPM	1,01	1,28	0,27	0,77	0,03	0,01	0,15
CV(%)	3,62	5,11	2,54	0,07	6,07	4,04	0,82
P-value	0,009	0,0029	0,644	0,005	0,040	0,077	0,757

Médias seguidas de letras diferentes, na coluna, diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$); EPM = erro padrão médio; CV = coeficiente de variação

Possivelmente, o aumento da densidade resultou em menor área de comedouros disponibilizado para as poedeiras, implicando em menor consumo de ração e, conseqüentemente, menor produção e massa dos ovos e, conseqüentemente, piora da conversão alimentar (kg/kg).

Em pesquisas sobre o efeito da densidade de alojamento no desempenho de codornas japonesas (Faitarone et al., 2005; Leandro et al., 2005), poedeiras comerciais leves (Hayirli et al., 2005) e galinhas d'angola (Nahashon et al., 2006), os autores relataram a influência direta do espaço do comedouro na produção de ovos, mencionando que a alta densidade populacional em gaiola promove concorrência das aves pela ração e, conseqüentemente, menor ingestão de alimento. Desta forma, as aves não conseguem atender suas exigências nutricionais ocorrendo declínio da produção de ovos.

Os resultados observados neste trabalho corroboram os encontrados por Acosta et al. (2002), os quais demonstraram que poedeiras semipesadas alojadas em menor densidade (600,0 cm²/ave) apresentam maior consumo de ração e melhor produção de ovos, porém, sem efeito na conversão alimentar (kg/kg). Resultados semelhantes foram relatados por Sarica et al. (2008), avaliando densidades entre 2000 e 500 cm²/ave para poedeiras semipesadas.

Anderson et al. (2004) constataram redução da massa de ovos em poedeiras leves submetidas a densidade de alojamento de 361,0 cm²/ave. Por outro lado, Menezes et al. (2009) relataram que há tendência da massa de ovos aumentar para poedeiras leves alojadas em 625,0 cm²/ave quando comparadas àquelas em densidade de 357,14 cm²/ave.

Rios et al. (2009) constataram melhor conversão alimentar (kg/kg) de aves alojadas com densidade de 450,0 cm²/ave, quando comparada a maiores densidades de alojamento. Neste estudo, os valores de conversão alimentar (kg/kg) para esta densidade não diferiram dos outros tratamentos avaliados, divergindo dos resultados encontrados por Pavan et al. (2005) e Menezes et al. (2009), os quais não constataram efeito da densidade de alojamento sobre este parâmetro com densidades entre 357,14 e 625,00 cm²/ave.

Ao avaliar o desempenho de poedeiras semipesadas em função dos diferentes sistemas de criação em clima quente, Oliveira et al. (2011) constataram que aves criadas em sistema de gaiolas sem ventilação, apresentam redução no consumo de ração, postura e conversão alimentar (kg/kg), quando comparada às aves criadas em sistema tipo piso em função da densidade de alojamento. Além disso, os autores relataram que aves criadas em gaiolas sem ventilação estão propensas à menor conforto térmico e maior estresse, de forma que a redução do desempenho não pode ser atribuída apenas ao fator densidade de alojamento, mas também aos efeitos no microclima do galpão.

Em relação à porcentagem de ovos viáveis, não houve efeito significativo da densidade de alojamento sobre esta variável, corroborando com estudos de Pavan et al. (2005) e Menezes et al. (2009).

Em altas densidades de alojamento acredita-se que há maior incidência de ovos quebrados, trincados ou defeituosos, devido ao maior número de aves em uma menor área, favorecendo o contato entre as poedeiras e os ovos. Fato este constatado por Hayirli et al.

(2005) que verificaram maior número de ovos defeituosos em densidades de alojamento com 360,0 cm²/ave em poedeiras leves com 46 semanas de idade. Os valores médios

referentes às características que expressam a qualidade externa e interna de ovos de poedeiras alojadas em diferentes densidades de alojamento são apresentados na Tabela 2.

Tabela 2. Peso da casca (PC), espessura da casca (EC), unidade Haugh (UH), índice de gema (IG), cor de gema crua, pH do albúmen e da gema de ovos provenientes de poedeiras semipesadas criadas em diferentes densidades de alojamento.

Densidade (cm ² /ave)	PC (g)	EC (mm)	UH	IG (mm)	Cor de gema crua	pH albúmen	pH gema
562,5	5,81	0,41	96,57	0,46	4,75	8,10	6,00
450	5,75	0,41	95,34	0,46	4,73	8,31	6,12
375	5,78	0,41	95,40	0,46	4,73	8,28	6,14
Média	5,78	0,41	95,77	0,46	4,74	8,23	6,09
EPM	0,02	0,01	0,42	0,01	0,01	0,26	0,02
CV (%)	2,25	2,69	2,33	1,85	1,46	1,97	2,23
P-value	0,714	0,804	0,632	0,546	0,822	0,123	0,258

Médias seguidas de letras diferentes, na coluna, diferem entre si pelo teste de Tukey (p<0,05); EPM = erro padrão médio; CV = coeficiente de variação

A qualidade externa e interna dos ovos não foi influenciada (P>0,05) pelas diferentes densidades de alojamento estudadas. Esses resultados demonstram que as aves submetidas à alta densidade de alojamento mantiveram a qualidade externa dos ovos produzidos, provavelmente, em função da redução da porcentagem de postura. Além disso, as poedeiras encontravam-se em pico de produção, produzindo ovos com cascas de melhor qualidade, minimizando a perda de água pelos poros e, conseqüentemente, a redução da qualidade interna.

Resultados semelhantes foram encontrados Hayirli et al. (2005), Trindade et al. (2007) e Sarica et al. (2008), os quais relataram não haver influência da densidade de alojamento sobre a qualidade externa e interna dos ovos. Por outro lado, Mench et al. (1986) relataram que a resistência da casca foi inferior para os ovos de poedeiras criadas em alta densidade de alojamento.

Conclusão

A criação de poedeiras semipesadas alojadas em densidades de até 450,0 cm²/ave não prejudica o desempenho zootécnico das aves e as características qualitativas dos ovos

Referências

ACOSTA, I.R., MÁRQUEZ-ARAQUE, A., ANGULO, I. Respuestas de gallinas

ponedoras a diferentes densidades en jaulas y niveles de energía dietética. **Archivos Latinoamericanos de Producción Animal**, v.10, n.1, p. 1-6, 2002.

ALVES, S.P., SILVA, I.J.O., PIEDADE, S.M.S. Avaliação do bem-estar de aves poedeiras comerciais: efeitos do sistema de criação e do ambiente bioclimático sobre o desempenho das aves e a qualidade de ovos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.5, p.1388-1394, 2007.

ANDERSON, K.E., DAVIS, G.S., JENKINS, P.K., CARROL, A.S. Effects of bird age, density, and molt on behavioral profiles of two commercial layer strains in cages. **Poultry Science**, v.83, n.1, p. 15-23, 2004.

COMMISSION OF THE EUROPEAN UNION - CEU. Council Directive 99/74/EC: laying down minimum standards for the protections of laying hens. **Official Journal of the European Communities**. 1999.

FAITARONE, A.B.G., PAVAN, A.C., MORI, C., BATISTA, L.S., OLIVEIRA, R.P., GARCIA, E.A., PIZZOLANTE, C.C., MENDES, A.A., SHERER, M.R. Economic traits and performance of italian quails reared at different cage stocking densities. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, v.7, n.1, p.19-22, 2005.

HAYIRLI, A., ESENBUĞA, N., MACIT, M., LAÇIN, E., KARAOĞLU, M., KARACA, H., YILDIZ, L. Nutrition

- practice to alleviate the adverse effects of stress on laying performance, metabolic profile, and egg quality in peak producing hens: i. the humate supplementation. **Asian-Australasian Journal of Animal Science**, v.18, n.9, p.1310-1319, 2005.
- KESHAVARZ, K.; NAKAJIMA, S. Re-evaluation of calcium and phosphorus requirements of laying hens for optimum performance and eggshell quality. **Poultry Science**, v.72, n.1, p.144-153, 1993.
- LEANDRO, N.S.M., VIEIRA, N.S., MATOS, M.S., CAFÉ, M.B., STRINGHINI, J.H., SANTOS, D.A. 2005. Desempenho produtivo de codornas japonesas (*Coturnix coturnix japonica*) submetidas a diferentes densidades e tipos de debicagem. **Acta Scientiarum Animal Science**, v.27, n.1, p.129-135, 2005.
- MANUAL DE MANEJO DAS POEDEIRAS DEKALB BROWN.** Planalto, 2009, 42 p. Disponível em: <<http://www.granjaplanalto.com.br>>. Acesso em: 02 abr. 2011.
- MENCH, J.A., TIENHOVEN, A.V., MARSH, J.A., MCCORMICK, C.C., CUNNINGHAM, D.L., BAKER, R.C. Effects of cage and floor pen management on behavior, production, and physiological stress responses of laying hens. **Poultry Science**, v.65, n.6, p.1058-1069, 1986.
- MENEZES, P.C., CAVALCANTI, V.F.T., LIMA, E.R., EVÊNCIO NETO, J. Aspectos produtivos e econômicos de poedeiras comerciais submetidas a diferentes densidades de alojamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.11, p. 2224-2229, 2009.
- MOLENTO, C.F.M. Bem-estar e produção animal: aspectos econômicos – revisão. **Archives of Veterinary Science**, v.10, n.1, p. 1-11, 2005.
- NAHASHON, S.N., ADEFOPE, N.A., AMENYENU, A., WRIGHT, D. Laying Performance of Pearl Gray Guinea Fowl Hens as Affected by Caging Density. **Poultry Science**, v.85, n.9, p.1682-1689, 2006.
- NESHEIM, M. C., AUSTIC, R. E., CARD, L. E. 1979. Poultry Production. Philadelphia: **Lea & Febiger**, v.12, 1979, 339p.
- OLIVEIRA, E.L.; GOMES, F.A.; SILVA, C.C.; DELGADO, R.C.; FERREIRA, J.B. Desempenho, características fisiológicas e qualidade de ovos de poedeiras Isa Brown criadas em diferentes sistemas de produção no vale do Juruá – Acre. **Enciclopédia Biosfera**, v.30, n.13, p.339-347, 2011.
- PAVAN, A.C., GARCIA, E.A., MÓRI, C., PIZZOLANTE, C.C., PICCININ, A. Efeito da densidade da gaiola sobre o desempenho de poedeiras comerciais nas fases de cria, recria e produção. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, n.4, p.1320-1328, 2005.
- RIOS, R.L., BERTECHINI, A.G., CARVALHO, J.C.C., CASTRO, S.F., COSTA, V.A. Effect of cage density on the performance of 25- to 84-week-old laying hens. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, v.11, n.4, p.57-262, 2009.
- ROCHA, J.S.R., LARA, L.J.C., BAIÃO, N.C. Produção e bem-estar animal aspectos éticos e técnicos da produção intensiva de aves. **Ciência Veterinária nos Trópicos**, v.11, n.1, p.49-55, 2008.
- SARICA, M., BOGA, S., YAMAK, U.S. The effects of space allowance on egg yield, egg quality and plumage condition of laying hens in battery cages. **Czech Journal of Animal Science**, v.53, n.8. p.346-352, 2008.
- SILVA, I.J.O., MIRANDA, K.O.S. Impactos do bem-estar na produção de ovos. **Thesis**, n.11, 89-1159, 2009.
- TRINDADE, J. L.; NASCIMENTO, J. W. B.; FURTADO, D. A. Qualidade do ovo de galinhas poedeiras criadas em galpão no semi-árido paraibano. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.11, n.6, p. 652-657, 2007.
- WEBSTER, A.B. Welfare implications of avian osteoporosis. **Poultry Science**, v.83, n.2, p.184-192, 2004.