

# AGRUPAMENTO HIERÁRQUICO, NÃO HIERÁRQUICO E REDES NEURAS ARTIFICIAIS NA CARACTERIZAÇÃO DE GRUPOS DE BOVINOS MACHOS TERMINADOS EM CONFINAMENTO<sup>1</sup>

WIGNEZ HENRIQUE<sup>2\*</sup>, ANTONIO SERGIO FERRAUDO<sup>3</sup>, ALEXANDRE AMSTALDEN MORAES SAMPAIO<sup>3</sup>, DILERMANDO PERECIN<sup>3</sup>, TIAGO MÁXIMO DA SILVA<sup>3</sup>, LUIS ORLINDO TEDESCHI<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Recebido para publicação em 24/01/14. Aceito para publicação em 26/01/15.

<sup>2</sup>Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios, Polo Regional do Desenvolvimento Tecnológicos dos Agronegócios Centro Norte, Unidade de Pesquisa e Desenvolvimento (UPD), São José do Rio Preto, SP, Brasil.

<sup>3</sup>Universidade Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias (FCAV), Departamento de Ciências Exatas, Jaboticabal, SP, Brasil.

<sup>4</sup>Texas A&M University, Department of Animal Science, College Station, Texas, USA.

\*Autor correspondente: wignez@terra.com.br

RESUMO: Foram levantados os resultados experimentais individuais de 1.393 bovinos de diferentes grupos genéticos terminados em confinamento, obtidos em diversas instituições de pesquisa. Foi aplicada análise multivariada exploratória de agrupamento hierárquico, que permitiu a divisão dos bovinos em sete grupos, contendo animais com padrões similares quanto às características de desempenho. As variáveis consideradas foram: peso do animal na entrada e na saída do confinamento, porcentagem de concentrado, tempo de confinamento, ingestão de matéria seca, ganho de peso e eficiência alimentar. Os dados foram submetidos à análise de agrupamento não hierárquica k-means, quando foi possível verificar que todas as características deveriam ser consideradas. Além das variáveis utilizadas para a análise anterior, foram incluídos os teores dos nutrientes da dieta, ingestão de proteína bruta e de nutrientes digestíveis totais, peso e rendimento da carcaça quente, espessura de gordura de cobertura e área de olho de lombo, e com todas essas informações, foram formadas estruturas de três até 14 grupos, que foram investigadas utilizando os mapas auto-organizáveis de Kohonen. Exemplares da raça Nelore, sejam inteiros ou castrados, ficaram diluídos entre grupos, tanto nas análises hierárquica e não-hierárquica, quanto nas análises de redes neurais artificiais. Portanto, animais da raça Nelore não puderam ser caracterizados como tendo comportamento único quando terminados em confinamento, pois participaram de grupos formados com animais de outras raças zebuínas (Gir, Guzera) e de grupos formados com animais europeus (Hereford, Aberdeen Angus, Caracu), por apresentarem diversos potenciais de desempenho.

Palavras-chave: condição sexual, desempenho, grupos genéticos, Kohonen, método k-means, Nelore.

## *HIERARCHICAL AND NON-HIERARCHICAL CLUSTERING AND ARTIFICIAL NEURAL NETWORKS FOR THE CHARACTERIZATION OF GROUPS OF FEEDLOT-FINISHED MALE CATTLE*

ABSTRACT: The individual experimental results of 1,393 feedlot-finished cattle of different genetic groups obtained at different research institutions were collected. Exploratory multivariate hierarchical analysis was applied, which permitted the division of cattle into seven groups containing animals with similar performance patterns. The following variables were studied: weight of the animal at feedlot entry and exit, concentrate percentage, time spent in the feedlot, dry matter intake, weight gain, and feed efficiency. The data were submitted to non-hierarchical k-means cluster analysis, which revealed that all traits should be considered. In addition to the variables used in the previous analysis, the following variables were included: dietary nutrient

content, crude protein and total digestible nutrient intake, hot carcass weight and yield, fat coverage, and loin eye area. Using all of these data, structures of 3 to 14 groups were formed which were analyzed using Kohonen self-organizing maps. Specimens of the Nelore breed, either intact or castrated, were diluted among groups in hierarchical and non-hierarchical analysis, as well as in the analysis of artificial neural networks. Nelore animals therefore cannot be characterized as having a single behavior when finished in feedlots, since they participate in groups formed with animals of other Zebu breeds (Gyr, Guzará) and with animals of European breeds (Hereford, Aberdeen Angus, Caracu) that exhibit different performance potentials.

Keywords: genetic groups, k-means method, Kohonen, Nelore, performance, sexual condition.

## INTRODUÇÃO

A raça Nelore é a mais utilizada no Brasil para produção de carne bovina, com efetivo de 150 milhões de cabeças, segundo a ABIEC (2014). A pressão de seleção nessa raça vem se intensificando, provavelmente decorrente da concorrência com animais de outras raças.

Acredita-se que animais dessa raça apresentam desempenho aquém daquele de outras raças ou cruzamentos, em especial na terminação em confinamento. Os resultados experimentais mostraram variação acentuada quando o desempenho foi comparado entre diferentes raças e cruzamentos (EUCLIDES FILHO *et al.*, 1997, 2001, 2003; OLIVEIRA *et al.*, 1994; JORGE *et al.*, 1999; RESTLE *et al.*, 2000, 2001; LEME *et al.*, 2000; LEMA, 2001; SILVA, 2002; RODRIGUES *et al.*, 2003; CRUZ *et al.*, 2004; FERNANDES *et al.*, 2004; TULLIO, 2004; POLIZEL NETO *et al.*, 2009; OLIVEIRA *et al.*, 2009; MANDARINO *et al.*, 2013), impossibilitando concluir se animais da raça Nelore são inferiores ou não, a menos que essas informações fossem analisadas conjuntamente (ABREU e AMSTALDEN, 2004).

Análise multivariada refere-se aos métodos estatísticos que avaliam múltiplas medidas sobre cada indivíduo, permitindo estabelecer comportamentos, relações, interações e dinâmica entre as variáveis e os fatores que determinam mudanças em sistemas. As técnicas mais utilizadas são: análise de agrupamentos, análise de componentes principais, correlação canônica e redes neurais artificiais. A análise de agrupamento tem como finalidade agregar objetos com base em suas características, resultando em grupos que exibem elevada homogeneidade interna, ou seja, dentro do grupo, e elevada heterogeneidade entre grupos (HAIR *et al.*, 2005).

Redes neurais artificiais são constituídas de modelos computacionais paralelos baseados em uma unidade conhecida como neurônio artificial. Diferentemente das outras técnicas, não utiliza testes

de inferência estatística para pesos de ajuste geral do modelo e, portanto, não fornece interpretação quanto à importância relativa das variáveis e nem quanto às suas interrelações (HAIR *et al.*, 2005). Os mapas de Kohonen (KOHONEN, 1997) compõem um modelo de redes neurais que utiliza treinamento não supervisionado, buscando encontrar similaridades baseando-se apenas nos padrões de entrada.

O objetivo nesse trabalho foi verificar se animais da raça Nelore apresentam apenas um tipo definido quanto a desempenho em confinamento e, para isso, foram compilados resultados experimentais da terminação de bovinos machos confinados, de variados grupos genéticos, que foram classificados em grupos, utilizando análises exploratórias multivariadas de agrupamento hierárquico, não hierárquico, e mapas auto-organizáveis de Kohonen.

## MATERIAL E MÉTODOS

Foram levantados resultados experimentais da terminação de bovinos em confinamento obtidos nas regiões Sul e Sudeste do Brasil, a partir de projetos de pesquisa desenvolvidos em diversas instituições de ensino e pesquisa. Os resultados foram considerados para esse levantamento mesmo que o experimento individualmente não tenha tido como objetivo a comparação do desempenho entre animais de diferentes grupamentos genéticos (por exemplo, LEME *et al.*, 2000; BERNDT *et al.*, 2002; COUTINHO FILHO *et al.*, 2002; BRONDANI *et al.*, 2004; HENRIQUE *et al.*, 2004, entre vários outros).

Esses resultados foram utilizados na formação de um banco de dados com 1.393 animais, incluindo todas as informações disponíveis em cada experimento referentes aos animais, manejo, dietas de adaptação e experimental, instalações, desempenho, características da carcaça, corporais e de qualidade da carne. Todas essas informações foram levantadas independentemente da raça ou grupamento genético do animal, características

físicas do confinamento, condições do animal e manejo.

A partir do banco de dados original, foi formado um segundo banco com 594 animais, devido à consistência nos registros, para a análise de agrupamento hierárquico. As informações contidas nos registros e utilizadas nesta avaliação foram: peso na entrada (PESOENT) e saída (PESOSAID) do confinamento, em kg; nível de concentrado na dieta (NIVCONC), em %; tempo de confinamento (TEMPCONF), em dias; ingestão de matéria seca em kg/dia (INGMS), como porcentagem do peso vivo (INGMSPV) e em g/kg de peso metabólico (INGMSPM); ganho de peso (GPD), em kg/dia; e eficiência alimentar (EFICALIM), em kg de ganho de peso/kg de matéria seca ingerida.

A análise de agrupamento hierárquico foi aplicada inicialmente para avaliar a estrutura de grupos existentes no conjunto de dados. Foi utilizada, como coeficiente de semelhança, a medida de dissimilaridade distância euclidiana e como estratégia de agrupamento o método de Ward. A análise de agrupamento é uma técnica que permite classificar os indivíduos em subgrupos excludentes, maximizando-se a homogeneidade dos indivíduos dentro do grupo e maximizando a heterogeneidade entre os grupos. Depois de avaliada a estrutura de grupos, foi possível admitir a divisão dos animais em sete grupos, sendo esse número utilizado no processamento da análise de agrupamento não hierárquica k-means. Essa análise faz a partição em grupos utilizando como critério a diminuição da variância intragrupos, maximizando a variância intergrupos. Todas as análises foram processadas utilizando-se o módulo *Multivariate Exploratory Techniques*, pertencente ao *software Statistica*.

A partir do banco de dados original, foi formado um terceiro banco de dados, permanecendo registros de 1.165 machos inteiros e castrados cujas informações a seguir estavam completas: peso do animal na entrada e na saída do confinamento; características da dieta experimental (teor de matéria seca, matéria orgânica, proteína bruta, extrato etéreo, fibra em detergente neutro, fibra em detergente ácido, matéria mineral, carboidratos totais, cálcio, fósforo e nutrientes digestíveis totais); porcentagem de concentrado na dieta; tempo de confinamento; ingestão de matéria seca: diária, em relação ao peso vivo e em relação ao peso metabólico; ingestão diária de proteína bruta; ingestão diária de nutrientes digestíveis totais; ganho de peso diário; eficiência alimentar; peso e rendimento da carcaça quente; espessura de gordura de cobertura sobre a 12ª costela; e, área de

olho de lombo (AOL) e AOL por 100 kg de carcaça. Nesse banco de dados permaneceram animais dos seguintes grupos genéticos: Aberdeen Angus inteiro, Hereford inteiro, Brangus inteiro e castrado, Santa Gertrudes inteiro, Canchim inteiro e castrado, Caracu castrado, Nelore inteiro e castrado, Gir inteiro, Guzerá inteiro, Mocho Tabapuã castrado, Holandês inteiro, ½ Nelore inteiro e castrado, ¼ Nelore inteiro e castrado, ¾ Nelore inteiro e castrado, e cruzado inteiro e castrado. Pelo fato de não ser possível incluir os efeitos da condição sexual e do grupo genético no modelo, os registros individuais que foram utilizados para análise tiveram como denominação a condição sexual e o grupo genético.

As informações contidas nesse terceiro banco de dados foram então submetidas à análise utilizando-se o mesmo módulo da análise de agrupamento hierárquico, onde todos os 1.165 registros foram utilizados para a realização dessas análises. A estrutura de organização dos dados em grupos foi investigada de três até 14 grupos, utilizando os mapas auto-organizáveis de Kohonen.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O número de variáveis utilizado no presente trabalho esteve acima do mínimo recomendado por HAIR *et al.* (2005), uma vez que foram consideradas 9 variáveis e levantados os resultados de 594 animais no segundo banco de dados e 27 variáveis e 1.165 animais no terceiro banco de dados, o que resulta em uma razão de 66 e 43 para 1, respectivamente. Segundo os autores, o tamanho da amostra é importante na determinação do poder estatístico, e sugeriram como regra geral razão mínima de 5 para 1, ou seja, deve haver cinco observações para cada variável independente na variável estatística. Apesar disso, os autores afirmaram que o nível desejado estaria entre 15 e 20 observações para cada variável independentemente e, nos casos em que a amostra disponível não atende a esses critérios, a generalização dos resultados deve ser validada.

A análise de agrupamento hierárquica permitiu a divisão dos animais em 7 grupos: Grupo 1, 51 animais da raça Nelore, 8 animais da raça Hereford e 8 da raça Aberdeen Angus; Grupo 2, 71 animais da raça Nelore e 9 da raça Guzerá; Grupo 3, 139 animais da raça Nelore; Grupo 4, 43 animais da raça Nelore; Grupo 5, 78 animais da raça Nelore; Grupo 6, 50 animais da raça Nelore e 35 animais da raça Guzerá e Grupo 7, 101 animais da raça Nelore e apenas 1 da raça Guzerá. Assim, animais da raça

Nelore apresentaram padrões de similaridades de desempenhos diversos em confinamento, desde aqueles tipicamente zebuínos até mais próximos a animais europeus, com melhor eficiência alimentar.

A análise de variância mostrou diferença entre grupos e considerou que todas as variáveis foram importantes na discriminação dos grupos ( $P < 0,01$ ). Pela análise de variância, as variáveis ordenadas em importância, pelo valor da estatística F, foram INGMS, NIVCONC, PESOENT, INGMSPV, TEMPCONF, GPD, EFICALIM, PESOSAID e INGMSPM.

Os grupos, descritos pelas médias das características de confinamento, constam na Figura 1. O Grupo 1 caracteriza-se por ter menores valores médios de NIVCONC, INGMS, PESOSAID e PESOSAID, e alto valor médio de TEMPCONF. Nos demais grupos há evidente divisão de dois subgrupos, de um lado, quatro grupos (Grupos 3, 5, 6 e 7) com valores superiores de INGMS, INGMSPV e INGMSPM, e, por outro, os Grupos 2 e 4, com valores inferiores destas variáveis.

De modo geral, foi possível visualizar que níveis mais elevados de concentrado na dieta não necessariamente determinaram melhor eficiência alimentar e que maior tempo de confinamento não resultou em animais mais pesados no final do confinamento (Figura 1). O peso de entrada dos animais foi fator preponderante no peso final do confinamento, uma vez que com diferentes ganhos de peso, animais que entraram com maior peso no

confinamento, foram também os mais pesados na saída (Figura 1). No Grupo 1, o menor peso médio de entrada foi compensado com maior tempo de confinamento, ou seja, animais com menor peso de entrada tiveram necessariamente tempo de confinamento consideravelmente superior aos animais que entraram mais pesados. O GPD mostrou ser uma variável diferenciadora do grupo contendo animais Nelore e Guzerá, e promovendo uma compensação entre as variáveis de ingestão e dos pesos de entrada e saída. As diferentes medidas de ingestão de matéria seca, kg/dia, em relação ao peso vivo e ao peso metabólico não apresentaram comportamento consistente entre si.

Na avaliação do terceiro banco de dados por redes neurais artificiais, foi possível verificar que na formação de três até 14 grupos, todos os exemplares inteiros das raças Aberdeen Angus e Hereford sempre permaneceram juntos; em outro grupo, o mesmo aconteceu para os animais das raças Gir e Guzerá, também inteiros. Os exemplares da raça Caracu, castrados, permaneceram sempre em um terceiro grupo. Assim, para qualquer número de grupos formados, os animais desses três grupos estiveram sempre em grupos separados. Isso demonstra que, com o banco de dados utilizado, Angus e Hereford, Gir e Guzerá, e Caracu caracterizaram efetivamente animais com desempenho distintos quando terminados em confinamento. Pode-se considerar então que esses animais formaram padrões diferentes de

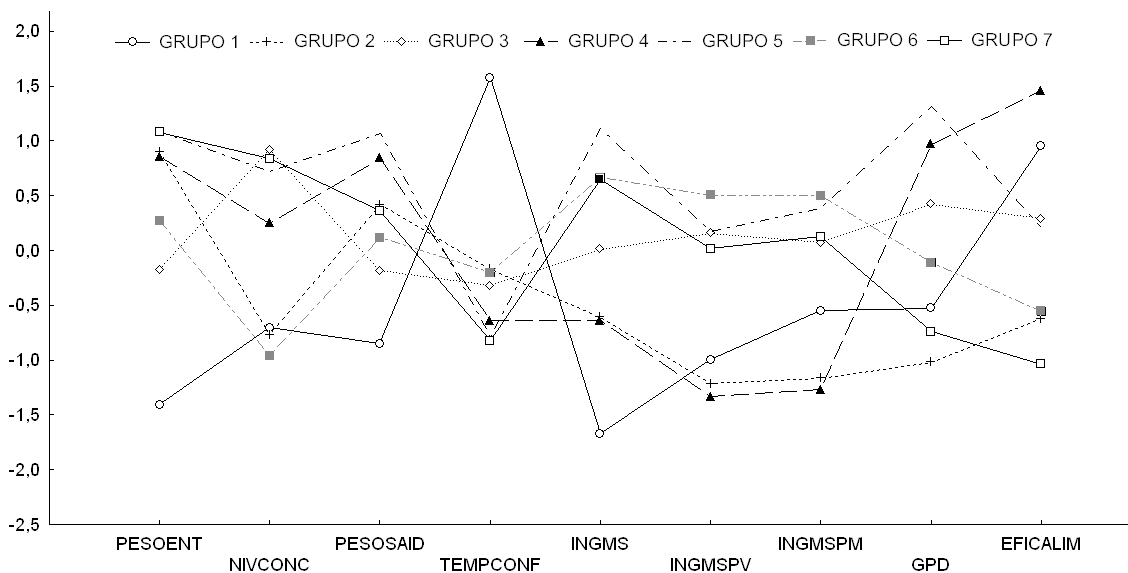


Figura 1. Caracterização dos grupos, definidos pela análise K-means, em função das variáveis utilizadas.



comportamento de desempenho. Por esse motivo, se fosse necessário determinar um número mínimo de grupos, dentro dos quais os animais tivessem comportamento produtivo diferenciado quanto ao desempenho em confinamento na fase de terminação, o mais indicado seria a formação de três grupos.

Na Tabela 1 estão apresentados o número total de animais e a participação percentual, em relação ao número total de animais do banco de dados, em cada grupo, gerado pelos mapas auto-organizáveis de Kohonen.

Considerando os resultados apresentados nas Tabelas 1 a 3, o Grupo 1 corresponde ao que engloba todos os animais das raças Aberdeen Angus e Hereford, além de outros animais; o Grupo 2, os animais da raça Caracu; e o Grupo 3, os animais das raças Gir e Guzerá. Os outros grupos, do número 4 em diante, não têm qualquer correspondência com raças ou grupos genéticos específicos. Os grupos de mesmo número não correspondem entre si quando formado outro número diferente de grupos. Por exemplo, o Grupo 5, quando foram formados sete grupos no total, não tem a mesma composição de raças que o Grupo 5, quando onze grupos foram formados no total.

Obviamente, com o aumento do número de grupos formados, a quantidade de animais por grupo foi diminuindo (Tabela 1). Não houve consistência quanto a essa diminuição, por exemplo, mesmo nos Grupos 1, 2 e 3, o número foi alterado, inclusive com aumento da participação percentual de animais quando o número de grupos formados foi maior.

Os animais das raças Canchim, Brangus e Santa Gertrudes, todos 5/8, foram participando de quase todos os grupos, conforme aumentou o número total de grupos. O mesmo ocorreu para os animais cruzados e cruzados com Nelore. Assim, pode-se inferir que os exemplares das raças Canchim, Brangus e Santa Gertrudes ainda não têm fixação das características de desempenho como as raças Angus, Hereford, Caracu, Gir e Guzerá.

Na Tabela 2 estão apresentados os resultados percentuais da participação dos animais Nelore, inteiros e castrados, em relação ao número de exemplares dentro de cada grupo, quando permitida a formação de três até 14 grupos por redes neurais artificiais de Kohonen. Assim como aconteceu com os animais das raças Canchim, Brangus e Santa Gertrudes, os animais Nelore participaram de quase todos os grupos, mesmo com o aumento permitido do número total de grupos.

Portanto, parece que animais Nelore também não apresentam padrão de comportamento quanto ao desempenho em confinamento na fase de terminação, ou não tem fixação de características, determinadas geneticamente, tão acentuada quanto as raças que vêm sendo selecionadas há mais tempo como Angus e Hereford, ou aquelas mais fechadas como Caracu, Gir e Guzerá. Essa inferência é válida para os animais Nelore inteiros e também para os castrados.

A partir da permissão de formação de seis grupos, animais Nelore castrados passaram a formar grupos nos quais participaram em mais de 95% do número total de exemplares do grupo (Tabela 2). A partir da formação de 10 grupos, os animais dessa raça e condição sexual formaram dois grupos ou mais, nos quais foram maioria. Mais uma vez fica caracterizado que animais Nelore, especialmente quando castrados, não apresentam padronização quanto ao desempenho em confinamento na fase de terminação.

Vale ressaltar que o número de exemplares Nelore castrado no banco de dados era muito maior do que o de Nelore inteiro, o que pode ter determinado a formação de grupos com a participação quase exclusiva de animais Nelore castrado, mas não ocorrendo o mesmo para os inteiros. É provável que os experimentos científicos tenham avaliado na sua maioria animais castrados em função da exigência dos frigoríficos, que penalizam animais inteiros.

Na Tabela 3 é apresentada a participação dos animais Nelore, inteiros e castrados, em cada grupo, como percentual do número total de exemplares do banco de dados para essa raça e condição sexual, quando foi formado de três até 14 grupos, por redes neurais artificiais de Kohonen. Se for considerada apenas a formação de três grupos, pode-se inferir que animais Nelore inteiros têm padrão de desempenho em confinamento mais próximo de raças mais eficientes, Angus e Hereford. Já os Nelore castrados se dividem mais equitativamente entre os grupos, desde os mais eficientes até o grupo com menor desempenho.

Segundo BALAKRISHANAN *et al.* (1994) e MICHIE *et al.* (1994), citados por HAIR *et al.* (2005), as redes neurais produzem resultados comparáveis a outras técnicas estatísticas multivariadas na maioria dos casos, como mostrado no presente trabalho. A utilização de redes neurais artificiais de Kohonen mostrou ausência de padrão no desempenho de animais Nelore terminados em confinamento, sejam inteiros ou castrados, o mesmo observado na análise de agrupamento por método hierárquico.

Tabela 1. Quantidade numérica e percentual, em relação ao número total, de animais em cada um dos grupos, na formação de três a 14 grupos por redes neurais de Kohonen

Número de grupos	Animais	Grupo														
		1 <sup>1</sup>	2 <sup>2</sup>	3 <sup>3</sup>	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
3	Número total	387	455	323												
	Percentual	33,22	39,06	27,72												
4	Número total	235	242	213	475											
	Percentual	20,17	20,77	18,28	40,77											
5	Número total	233	286	198	110	338										
	Percentual	20,00	24,55	17,00	9,44	29,01										
6	Número total	216	259	150	192	229	119									
	Percentual	18,54	22,23	12,88	16,48	19,66	10,21									
7	Número total	183	297	170	186	163	120	46								
	Percentual	15,71	25,49	14,59	15,97	13,99	10,30	3,95								
8	Número total	157	241	101	202	175	156	86	47							
	Percentual	13,48	20,69	8,67	17,34	15,02	13,39	7,38	4,03							
9	Número total	61	257	110	154	209	156	97	74	47						
	Percentual	5,24	22,06	9,44	13,22	17,94	13,39	8,33	6,35	4,03						
10	Número total	55	253	101	77	172	141	140	108	82	36					
	Percentual	4,72	21,72	8,67	6,61	14,76	12,10	12,02	9,27	7,04	3,09					
11	Número total	57	252	102	168	107	62	141	66	91	72	47				
	Percentual	4,89	21,63	8,76	14,42	9,18	5,32	12,10	5,67	7,81	6,18	4,03				
12	Número total	194	141	104	69	138	104	52	140	28	72	76	47			
	Percentual	16,65	12,10	8,93	5,92	11,85	8,93	4,46	12,02	2,40	6,18	6,52	4,03			
13	Número total	55	104	100	138	63	141	79	170	94	102	72	24	23		
	Percentual	4,72	8,93	8,58	11,85	5,41	12,10	6,78	14,59	8,07	8,76	6,18	2,06	1,97		
14	Número total	55	80	100	59	132	156	73	106	47	97	28	72	47	113	
	Percentual	4,72	6,87	8,58	5,06	11,33	13,39	6,27	9,10	4,03	8,33	2,40	6,18	4,03	9,70	

<sup>1</sup> Grupo com 100% de participação de machos inteiros das raças Aberdeen Angus e Hereford. <sup>2</sup> Grupo com 100% de participação de machos castrados da raça Caracu. <sup>3</sup> Grupo com 100% de participação de machos inteiros das raças Gir e Guzerá.

Tabela 2. Participação percentual dentro de cada grupo dos animais Nelore, inteiros e castrados, na formação de três a 14 grupos por redes neurais de Kohonen

Número de grupos	Condição sexual	Grupo													
		1 <sup>1</sup>	2 <sup>2</sup>	3 <sup>3</sup>	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
3	Inteiro	24,03	1,32	7,43											
	Castrado	26,10	40,66	43,03											
4	Inteiro	14,89	0,00	9,86	14,11										
	Castrado	11,49	57,85	55,87	29,26										
5	Inteiro	15,02	0,00	10,61	34,55	8,58									
	Castrado	12,02	59,79	60,61	12,73	27,22									
6	Inteiro	16,20	0,39	16,67	20,83	9,61	0,00								
	Castrado	6,48	59,07	27,33	34,90	13,97	99,16								
7	Inteiro	28,96	1,01	8,82	10,22	14,11	8,33	0,00							
	Castrado	8,74	53,20	53,53	16,67	3,68	64,17	100,00							
8	Inteiro	29,30	0,41	14,85	8,91	8,00	14,74	6,98	0,00						
	Castrado	5,10	58,51	27,72	16,83	52,00	3,21	82,56	100,00						
9	Inteiro	29,51	0,39	14,55	20,78	8,61	14,74	15,46	0,00	0,00					
	Castrado	1,64	58,75	28,18	23,38	16,27	3,21	49,48	97,30	100,00					
10	Inteiro	21,82	0,79	15,84	36,36	15,12	16,31	0,71	13,89	0,00	0,00				
	Castrado	1,82	56,92	29,70	0,00	14,53	0,00	33,57	55,56	100,00	100,00				
11	Inteiro	24,56	0,40	15,69	13,69	1,87	33,87	16,31	12,12	16,48	0,00	0,00			
	Castrado	1,75	57,14	29,41	14,29	14,02	0,00	0,00	68,18	52,75	98,61	100,00			
12	Inteiro	17,53	4,26	15,38	34,78	19,57	0,96	28,85	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
	Castrado	0,00	15,60	30,77	0,00	17,39	30,77	0,00	87,14	0,00	98,61	98,68	100,00		
13	Inteiro	21,82	0,00	16,00	12,32	33,33	16,31	21,52	1,18	15,96	0,00	0,00	0,00	0,00	
	Castrado	1,82	3,85	30,00	17,39	0,00	0,00	34,18	82,35	51,06	32,35	98,61	100,00	100,00	
14	Inteiro	21,82	0,00	16,00	35,59	15,91	14,74	0,00	14,15	0,00	15,46	0,00	0,00	0,00	0,00
	Castrado	1,82	2,50	30,00	0,00	18,18	3,21	28,77	30,19	65,96	49,48	98,61	100,00	100,00	100,00

<sup>1</sup> Grupo com 100% de participação de machos inteiros das raças Aberdeen Angus e Hereford. <sup>2</sup> Grupo com 100% de participação de machos castrados da raça Caracu. <sup>3</sup> Grupo com 100% de participação de machos inteiros das raças Gir e Guzerá.

Tabela 3. Participação percentual dos animais Nelore, inteiros e castrados, em cada grupo, em relação ao número total de animais da raça em cada condição sexual, na formação de três a 14 grupos por redes neurais de Kohonen

Número de grupos	Condição sexual	Grupo													
		1 <sup>1</sup>	2 <sup>2</sup>	3 <sup>3</sup>	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
3	Inteiro	75,61	4,88	19,51											
	Castrado	23,76	43,53	32,71											
4	Inteiro	28,46	0,00	17,07	54,47										
	Castrado	6,35	32,94	28,00	32,71										
5	Inteiro	28,46	0,00	17,07	30,89	23,58									
	Castrado	6,59	40,24	28,24	3,29	21,65									
6	Inteiro	28,46	0,81	20,33	32,52	17,89	0,00								
	Castrado	3,29	36,00	9,65	15,76	7,53	27,76								
7	Inteiro	43,09	2,44	12,20	15,45	18,70	8,13	0,00							
	Castrado	3,76	37,18	21,41	7,29	1,41	18,12	10,82							
8	Inteiro	37,40	0,81	12,20	14,63	11,38	18,70	4,88	0,00						
	Castrado	1,88	33,18	6,59	8,00	21,41	1,18	16,71	11,06						
9	Inteiro	4,24	0,81	13,01	26,02	14,63	18,70	12,20	0,00	0,00					
	Castrado	0,24	35,53	7,29	8,47	8,00	1,18	11,29	16,94	11,06					
10	Inteiro	9,76	1,63	13,01	22,76	21,14	18,70	0,81	12,20	0,00	0,00				
	Castrado	0,24	33,88	7,06	0,00	5,88	0,00	11,06	14,12	19,29	8,47				
11	Inteiro	11,38	0,81	13,01	18,70	1,63	17,07	18,70	6,50	12,20	0,00				
	Castrado	0,24	33,88	7,06	5,65	3,53	0,00	0,00	10,59	11,29	16,71	11,06			
12	Inteiro	27,64	4,88	13,01	19,51	21,95	0,81	12,20	0,00	0,00	0,00	0,00			
	Castrado	0,00	5,18	7,53	0,00	5,65	7,53	0,00	28,71	0,00	16,71	17,65	11,06		
13	Inteiro	9,76	0,00	13,01	13,82	17,07	18,70	13,82	1,63	12,20	0,00	0,00	0,00		
	Castrado	0,24	0,94	7,06	5,65	0,00	0,00	6,35	32,94	11,29	7,76	16,71	5,65	5,41	
14	Inteiro	9,76	0,00	13,01	17,07	17,07	18,70	0,00	12,20	0,00	12,20	0,00	0,00	0,00	
	Castrado	0,24	1,63	7,06	0,00	5,65	1,18	4,94	7,53	7,29	11,29	0,00	16,71	11,06	26,59

<sup>1</sup>Grupo com 100% de participação de machos inteiros das raças Aberdeen Angus e Hereford. <sup>2</sup>Grupo com 100% de participação de machos castrados da raça Caracu. <sup>3</sup>Grupo com 100% de participação de machos inteiros das raças Gir e Guzerá.



## CONCLUSÃO

Animais da raça Nelore não podem ser considerados como tendo um único padrão quando avaliados por características de desempenho e não necessariamente apresentam desempenho inferior aos animais de outras raças, quando terminados em confinamento. Um dos fatores que tem mais influência no peso de abate dos animais é o peso de entrada no confinamento, apesar da variação no ganho de peso. Bovinos Nelore terminados em confinamento, inteiros ou castrados, mostraram diferentes padrões de desempenho, havendo exemplares com menor desempenho e exemplares com desempenho próximo aos das raças mais eficientes.

## AGRADECIMENTOS

Sinceros, a todos os pesquisadores, professores e profissionais que gentilmente cederam os seus resultados experimentais para a inclusão no banco de dados desse trabalho. À FAPESP pelo financiamento do projeto, e ao CNPq pela bolsa de produtividade em pesquisa do terceiro autor.

## REFERÊNCIAS

- ABIEC - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS EXPORTADORAS DE CARNE. **Rebanho bovino brasileiro**. Disponível em: <www.abiec.com.br/3\_rebanho.asp>. Acesso em: 13 nov. 2014.
- ABREU, U.G.P.; AMSTALDEN, M. Uso de modelagem para análise da eficiência reprodutiva animal. In: SIMPÓSIO SOBRE A PRODUÇÃO ANIMAL E A SEGURANÇA ALIMENTAR, 2004, Campo Grande. **Anais...** Campo Grande: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2004. p.409-415.
- BERNDT, A.; HENRIQUE, W.; LANNA, D.P.D.; LEME, P.R.; ALLEONI, G.F. Milho úmido, bagaço de cana e silagem de milho em dietas de alto teor de concentrado. 2. Composição corporal e taxas de deposição dos tecidos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, p.2105-2112, 2002.
- BRONDANI, I.L.; SAMPAIO, A.A.M.; RESTLE, J.; ROSA, J.R.P.; SANTOS, C.V.M.; FERNANDES, M.S.; GARAGORRY, F.C.; HECK, I. Desempenho de bovinos jovens das raças Aberdeen Angus e Hereford, confinados e alimentados com dois níveis de energia. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, p.2308-2317, 2004.
- COUTINHO FILHO, J.L.V.; HENRIQUE, W.; PERES, R.M.; JUSTO, C.L.; SIQUEIRA, P.A.; COSER, P.S. Efeito da zeolita na engorda de bovinos em confinamento. **Archivos Latinoamericanos de Producción Animal**, v.10, p.93-96, 2002.
- CRUZ, G.M.; ESTEVES, S.N.; TULLIO, R.R.; ESTEVES, S.N.; ALENCAR, M.M.; CORDEIRO, C.A. Peso de abate de machos não castrados para produção de bovino jovem. 1. Desempenho em confinamento e custos de produção. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, p.635-645, 2004.
- EUCLIDES FILHO, K.; EUCLIDES, V.P.B.; FIGUEIREDO, G.R.; CARVALHO, J. Avaliação de animais Nelore e seus mestiços com Charolês, Fleckvieh e Chianina em três dietas. 1. Ganho de peso e conversão alimentar. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.26, p.66-72, 1997.
- EUCLIDES FILHO, K.; EUCLIDES, V.P.B.; FIGUEIREDO, G.R.; BARBOSA, R.A. Eficiência bionutricional de animais Nelore e seus mestiços com Simental e Aberdeen Angus, em duas dietas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, p.77-82, 2001.
- EUCLIDES FILHO, K.; FIGUEIREDO, G.R.; EUCLIDES, V.P.B.; SILVA, L.O.C.; ROCCO, V.; BARBOSA, R.A.; JUNQUEIRA, C.E. Desempenho de diferentes grupos genéticos de bovinos de corte em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, p.1114-1122, 2003.
- FERNANDES, H.J.; PAULINO, M.F.; MARTINS, R.G.R.; VALADARES FILHO, S.C.; TORRES, R.A.; PAIVA, L.M. Composição corporal de garrotes inteiros de três grupos genéticos nas fases de recria e terminação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, p.1581-1590, 2004.
- HAIR, J.F.; ANDERSON, R.E.; TATHAM, R.L.; BLACK, W.C. **Análise multivariada de dados**. 5.ed. Porto Alegre: Bookman, 2005. 593p.
- HENRIQUE, W.; SAMPAIO, A.A.M.; LEME, P.R.; LANA, D.P.D.; ALLEONI, G.F.; COUTINHO FILHO, J.L.V. Desempenho e características de carcaça de tourinhos Santa Gertrudes confinados recebendo dietas com alto concentrado e níveis crescentes de polpa cítrica peletizada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.2, p.463-470, 2004.
- JORGE, A.M.; FONTES, C.A.A.; PAULINO, M.F.; GOMES JÚNIOR, P.; FERREIRA, J.N. Desempenho produtivo de animais de quatro raças zebuínas, abatidos em três estádios de maturidade. 1. Características da carcaça. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.28, p.381-387, 1999.
- KOHONEN, T. **Self-organizing maps**. 2th ed. Berlin: Springer Verlag, 1997.
- LEMA, A.C.F. **Produção e qualidade de carcaças de bovinos terminados em confinamento**. 2001. 95p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2001.

- LEME, P.R.; LANNA, D.P.D.; HENRIQUE, W.; ALLEONI, G.F.; BOIN, C. Substituição do grão de milho por polpa de citros em dietas com diferentes níveis de concentrado. 2. Taxas de deposição e composição química corporal. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, p.834-839, 2000.
- MANDARINO, R.A.; BARBOSA, F.A.; CABRAL FILHO, S.L.S.; LOBO, C.F.; SILVA, I.S.; OLIVEIRA, R.V.; DIOGO, J.M.S.; GUIMARÃES JUNIOR, R. Desempenho produtivo e econômico do confinamento de bovinos zebuínos alimentados com três dietas de alto concentrado. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.65, p.1463-1471, 2013.
- OLIVEIRA, E.A.; SAMPAIO, A.A.M.; FERNANDES, A.R.M.; HENRIQUE, W.; OLIVEIRA, R.V.; RIBEIRO, G.M. Desempenho e características de carcaça de tourinhos Nelore e Canchim terminados em confinamento recebendo dietas com cana-de-açúcar e dois níveis de concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, p.2465-2472, 2009.
- OLIVEIRA, M.A.T.; FONTES, C.A.A.; LANA, R.P.; LEÃO, M.I.; VALADARES FILHO, S.C.; PERON, A.J. Consumo alimentar e digestibilidade de rações com dois níveis de concentrado em bovinos de cinco grupos genéticos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.23, p.667-677, 1994.
- POLIZEL NETO, A.; JORGE, A.M.; MOREIRA, P.S.A.; GOMES, H.F.B.; PINHEIRO, R.S.B. Desempenho e qualidade da carne de bovinos Nelore e F1 Brangus × Nelore recebendo suplemento com cromo complexado à molécula orgânica na terminação a pasto. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, p.737-745, 2009.
- RESTLE, J.; ALVES FILHO, D.C.; FATURI, C.; ROSA, J.R.P.; PASCOAL, L.L.; BERNARDES, R.A.C.; KUSS, F. Desempenho na fase de crescimento de machos bovinos inteiros ou castrados de diferentes grupos genéticos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, p.1036-1043, 2000.
- RESTLE, J.; BRONDANI, I.L.; ALVES FILHO, D.C.; BERNARDES, R.A.C.; NEUMANN, M.; FATURI, C.; PACHECO, P.S. Efeito do grupo genético e heterose na terminação de vacas de descarte em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, p.374-382, 2001.
- RODRIGUES, V.C.; ANDRADE, I.F.; FREITAS, R.T.F.; BRESSAN, M.C.; TEIXEIRA, J.C. Rendimentos do abate e carcaça de bovinos e bubalinos castrados e inteiros. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, p.663-671, 2003.
- SILVA, S.L. **Estimativa de características de carcaça e ponto ideal de abate por ultra-sonografia, em bovinos submetidos a diferentes níveis energéticos na ração**. 2002. 65p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga, SP, 2002.
- TULLIO, R.R. **Estratégias de manejo para a produção intensiva de bovinos visando a qualidade da carne**. 2004. 107p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, SP, 2004.