



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM  
ZOOTECNIA**



**CAMILA DA COSTA BARROS**

**ESTIMATIVAS DE PARÂMETROS GENÉTICOS PARA CARACTERÍSTICAS  
PRODUTIVAS E REPRODUTIVAS EM BÚFALAS LEITEIRAS**

Rio Largo – AL

2013

CAMILA DA COSTA BARROS

**ESTIMATIVAS DE PARÂMETROS GENÉTICOS PARA CARACTERÍSTICAS  
PRODUTIVAS E REPRODUTIVAS EM BÚFALAS LEITEIRAS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia do Centro de Ciências Agrárias, da Universidade Federal de Alagoas, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Zootecnia.

**Orientadora:** Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Angelina Bossi Fraga

**Coorientador:** Dr. Rusbel Raul Aspilcueta-Borquis

Rio Largo – AL

2013

**Catálogo na fonte**  
**Universidade Federal de Alagoas**  
**Biblioteca Central**  
**Divisão de Tratamento Técnico**  
Bibliotecária Responsável: Fabiana Camargo dos Santos

B277e Barros, Camila da Costa.  
Estimativas de parâmetros genéticos para características produtivas e reprodutivas em búfalas leiteiras / Camila da Costa Barros. – 2013.  
22 f.  
  
Orientadora: Angelina Bossi Fraga.  
Co-orientador: Rusbel Raul Aspilcueta-Borquis.  
Dissertação (Mestrado em Zootecnia)– Universidade Federal de Alagoas. Centro de Ciências Agrárias. Rio Largo, 2013.  
  
Bibliografia: f. 21-22.  
  
1. Búfalos – Criação. 2. Búfalos – Produção de leite. 3. Produção de leite – Correlação genética. 4. Herdabilidade. I. Título.

CDU: 636.293.2

## TERMO DE APROVAÇÃO

Camila da Costa Barros

### ESTIMATIVAS DE PARÂMETROS GENÉTICOS PARA CARACTERÍSTICAS PRODUTIVAS E REPRODUTIVAS EM BÚFALAS LEITEIRAS

Esta dissertação foi submetida a julgamento como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Zootecnia, outorgado pela Universidade Federal de Alagoas. A citação de qualquer trecho desta dissertação é permitida, desde que seja feita de conformidade com as normas da ética científica.

Aprovado em 22/02/2013



\_\_\_\_\_  
Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Angelina Bossi Fraga  
Orientadora (CECA-UFAL)



\_\_\_\_\_  
Membro da Banca: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Aline Zampar  
(CECA-UFAL)



\_\_\_\_\_  
Membro da Banca: Dr. Rusbel Raul Aspilcueta-Borquis  
(FCAV/Unesp)

Rio Largo – AL

2013

## AGRADECIMENTOS

*Agradeço primeiramente a Deus por me dá forças para seguir em frente e alcançar meus objetivos.*

*À querida orientadora Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Angelina Bossi Fraga pela oportunidade e confiança durante todo o período de mestrado, além de sua orientação nesta pesquisa e conselhos valiosos que, sem dúvidas, contribuíram para a minha formação profissional.*

*Ao Prof. Dr. Humberto Tonhati, que me acolheu em seu grupo de estudos na Unesp/Jaboticabal e ofereceu a oportunidade de aprender sobre a bubalinocultura, além de suas valiosas contribuições e orientação nesta pesquisa.*

*Ao Dr. Rusbel Raul Aspilcueta-Borquis pela sua coorientação e dedicação, as quais foram fundamentais para o andamento desta pesquisa. Agradeço pela paciência, ensinamentos e conselhos amigos durante a minha estadia em Jaboticabal.*

*À Prof<sup>ª</sup>. Dr. Patrícia Mendes Guimarães Beelen e à Prof<sup>ª</sup>. Dr. Aline Zampar pelas valiosas contribuições neste trabalho.*

*Aos meus pais, Robson e Sandra, às minhas irmãs, Patrícia e Rafaela, e à minha avó Mariinha, pelos incentivos dados e compreensão nos momentos de ausência durante o andamento deste trabalho.*

*Aos amigos do CECA/UFAL e da FCAV/Unesp-Jaboticabal que se fizeram presente durante a realização desta pesquisa, seja contribuindo de alguma forma neste trabalho ou proporcionando-me momentos de alegria que ficarão eternizados em minha memória.*

*À Universidade Federal de Alagoas.*

*Aos Professores e funcionários do Centro de Ciências Agrárias/UFAL.*

*À Universidade Estadual Júlio de Mesquita Filho/ Unesp-Jaboticabal.*

*A CAPES pelo auxílio financeiro recebido durante todo o período de mestrado.*

*A todos a minha sincera gratidão!*

## RESUMO

Conhecer os parâmetros genéticos das características produtivas e reprodutivas de búfalas leiteiras é essencial para o planejamento e a implantação de um programa de seleção genética. No Brasil, essas informações ainda são escassas. Com a realização desta pesquisa objetivou-se verificar a existência de variação genética na produção do leite de búfalas e seus constituintes, além das características reprodutivas, para a possibilidade de seleção. Foram usadas 9.318 lactações provenientes de 3.061 búfalas para estimar as herdabilidades das características produção de leite (PL), porcentagem de gordura (%G), porcentagem de proteína (%P), duração da lactação (DL), intervalo entre partos (IEP) e idade ao primeiro parto (IPP), além das correlações genéticas e fenotípicas entre as mesmas. Os componentes de covariância foram estimados por inferência Bayesiana em análises multicaracterísticas utilizando um modelo animal e o programa computacional GIBBS2F90. No modelo das análises foram incluídos os grupos de contemporâneos e o número de ordenhas (1 ou 2) como efeitos fixos, a idade da búfala ao parto (efeitos linear e quadrático) como covariáveis e os efeitos genético aditivo, ambiental e residual como efeito aleatório. As estimativas da herdabilidade e seus desvios-padrão para PL, %G, %P, DL, IEP e IPP foram  $0,24 \pm 0,02$ ;  $0,34 \pm 0,05$ ;  $0,40 \pm 0,05$ ;  $0,09 \pm 0,01$ ;  $0,05 \pm 0,01$  e  $0,16 \pm 0,04$ , respectivamente. As correlações genéticas entre a PL e %G, %P, DL, IEP e IPP foram -0,29; -0,18; 0,66; 0,08 e 0,24, respectivamente. A produção de leite e seus constituintes apresentaram variação genética suficiente para responder a um programa de seleção. As estimativas das correlações genéticas negativas entre a produção de leite e seus constituintes sugerem que a seleção de uma ocasiona em redução da outra.

**Palavras-chave:** Búfalo. Correlação genética. Herdabilidade. Produção de leite.

## ABSTRACT

Knowing the genetic parameters of productive and reproductive traits in milking buffaloes is essential for planning and implementing of a program genetic selection. In Brazil, this information is still scarce. The objective of this study was to verify the existence of genetic variability in milk yield of buffaloes and their constituents, and reproductive traits for the possibility of application of the selection. A total of 9,318 lactations records from 3,061 cows were used to estimate heritabilities for milk yield (MY), fat percentage (%F), protein percentage (%P), length of lactation (LL), calving interval (CI) and age of first calving (AFC) and the genetic and phenotypic correlations among traits. The (co)variance components were estimated using multiple-trait analysis by Bayesian inference method, applying an animal model, through Gibbs sampling. The model included the fixed effects of contemporary groups (herd-year and calving season), number of milking (2 levels), and age of cow at calving as (co)variable (quadratic and linear effect). The additive genetic, permanent environmental, and residual effects were included as random effects in the model. Estimated heritability values for MY, %F, %P, LL, CI and AFC were  $0.24\pm 0.02$ ,  $0.34\pm 0.05$ ,  $0.40\pm 0.05$ ,  $0.09\pm 0.01$ ,  $0.05\pm 0.01$  and  $0.16\pm 0.04$ , respectively. The genetic correlation estimates among MY and %F, %P, LL, CI and AFC were, respectively, 0.24, 0.34, 0.40, 0.09, 0.05 and 0.16. The milk yield and its constituents showed enough genetic variation to respond to a selection program. Negative estimates of genetic correlations between milk yield and its components suggest that selection entails a reduction in the other.

**Key-words:** Buffalo. Genetic correlation. Heritability. Milk yield.

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Estrutura dos dados e estatística descritiva da produção de leite (PL), porcentagem de gordura (%G), porcentagem de proteína (%P), duração da lactação (DL), intervalo entre partos (IEP) e idade ao primeiro parto (IPP)	12
Tabela 2	Parâmetros, média, desvio-padrão (DP) e intervalo de alta densidade (IAD), limite inferior (LI) e limite superior (LS) das características produção de leite (PL), porcentagem de gordura (%G) e porcentagem de proteína (%P)	15
Tabela 3	Parâmetros, média, desvio-padrão (DP) e intervalo de alta densidade (IAD), limite inferior (LI) e limite superior (LS) das características duração da lactação (DL), intervalo entre partos (IEP) e idade ao primeiro parto (IPP)	16
Tabela 4	Estimativas das correlações genéticas (triangular superior) e fenotípicas (triangular inferior) entre as características produção de leite (PL), porcentagem de gordura (%G), porcentagem de proteína (%P), duração da lactação (DL), intervalo entre partos (IEP) e idade ao primeiro parto (IPP)	16

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>8</b>
<b>2</b>	<b>REVISÃO DE LITERATURA .....</b>	<b>9</b>
<b>3</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>12</b>
<b>4</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>14</b>
<b>5</b>	<b>CONCLUSÃO .....</b>	<b>19</b>
	<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>20</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Os búfalos chegaram ao Brasil pela Ilha de Marajó a pouco mais de um século e adaptaram-se tão bem as diversas condições climáticas do país, que atualmente, podem ser encontrados em quase toda a sua extensão territorial, se destacando como importantes fontes de carne, leite e trabalho.

Após anos de permanência no Brasil, com acanhada exploração para corte, os búfalos alcançaram recente destaque no mercado de produtos de origem animal em virtude da qualidade dos seus produtos derivados do leite. Esses produtos apresentam sabor singular e encontraram lugar especial na culinária brasileira. A crescente demanda por produtos da bubalinocultura, dando ênfase para o queijo tipo mozzarella, tem contribuído significativamente para o crescimento dessa cadeia produtiva.

A atividade tem se tornado mais atrativa para os produtores, pois a rentabilidade é melhor quando comparada à bovinocultura de leite. Além disso, os animais são extremamente rústicos o que facilita bastante o manejo e a adaptação dos animais às diferentes regiões do país. Por essas razões, vários criadores têm optado pela atividade da criação de búfalos.

Todos esses fatores têm contribuído com o considerável crescimento do rebanho bubalino brasileiro. Entretanto, apenas o crescimento não é suficiente para atender essa demanda em alta e para a consolidação dessa atividade pecuária. Os rebanhos apresentam baixos índices produtivos. A melhoria da produtividade desses rebanhos se faz necessária para alavancar o setor. Para isto é indispensável o aprimoramento nas técnicas de manejo e melhoramento genético dos animais. Como na maioria das atividades pecuárias, com o desenvolvimento e aplicação de técnicas ajustadas no setor é possível incrementar os índices produtivos praticados atualmente.

Dentro desse contexto, para o planejamento e a escolha adequada das técnicas de melhoramento genético é indispensável a obtenção das estimativas dos parâmetros genéticos das características produtivas e reprodutivas. Essas informações ainda são escassas no Brasil, pois se trata de uma atividade relativamente recente no país e ainda são poucas as pesquisas publicadas com esse tipo de informação.

Com a realização dessa pesquisa objetivou-se verificar a existência de variação genética na produção e qualidade do leite de búfalas, além das características reprodutivas, para posterior aplicação de seleção, com o intuito de melhorar as médias populacionais.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

Os búfalos (*Bubalus bubalis*) são originários do continente Asiático, mais precisamente da Índia. Segundo Borghese e Mazzi (2005) sua domesticação ocorreu há, aproximadamente 5.000 anos, tempo relativamente recente em relação à espécie bovina, que foi domesticada há cerca de 10.000 anos. Em seguida, por terem se tornado importante fonte de carne, leite e trabalho, esses animais foram levados à África, à Europa e, somente depois introduzidos no continente Americano.

No Brasil, sua entrada se deu pela Ilha de Marajó através de importações realizadas pelo paraense Vicent Chermont de Miranda, em fevereiro de 1895 (MARQUES et al., 2000). Entretanto, a importação de vinte reprodutores selecionados puros das raças Jafarabadi e Murrah em 1962, trouxe grandes estímulos aos criadores e selecionadores devido à contribuição desses animais para o melhoramento genético do rebanho nacional. Este fato representou um marco na exploração e expansão dos búfalos no país (SANTIAGO, 2000).

São quatro as raças bubalinas oficialmente reconhecidas pela Associação Brasileira de Criadores de Búfalos (ABCB). Dentre elas, três raças são pertencentes ao grupo dos búfalos de rio (Murrah, Mediterrâneo e Jafarabadi) e uma ao grupo dos búfalos de pântano (Carabao).

A adaptabilidade desses animais aos mais variados ambientes, sua elevada fertilidade e longevidade produtiva, permitiram que o rebanho bubalino brasileiro tivesse uma evolução significativa e, dos poucos mais de 200 animais introduzidos no país, resultaram num rebanho de 495 mil búfalos na década de 80. No início sua exploração destinava-se exclusivamente à produção de carne, porém, a partir dos anos 90, verificou-se um aumento no interesse em sua exploração leiteira e pela produção dos derivados de leite de búfalas devido a um maior valor agregado, permitindo remunerar a matéria-prima a preços cerca de duas vezes maiores que aqueles pagos pelo leite bovino (BERNARDES, 2007).

Em 2011, o número de búfalos no Brasil foi de 1.277.199, sendo o Estado do Pará o maior detentor do rebanho nacional com 485.033 cabeças. Entre os anos de 2010 e 2011, o crescimento do rebanho bubalino foi de 7,8%, superando o de bovinos, que chegou a marca de 1,6% (INSTITUTO FUNDAÇÃO BRASILEIRA DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2011). Este fato pode estar associado ao aumento da demanda dos consumidores por produtos de origem bubalina. Dentre eles, destaca-se o queijo tipo mozzarella, o qual tem sido muito utilizado na culinária em virtude do seu sabor e de suas qualidades organolépticas.

Segundo Aspilcueta-Borquis (2008) é no sudeste onde se concentra a maior demanda por produtos lácteos de qualidade, principalmente pelo queijo tipo mozzarella. Depois de elaborado, este tipo de queijo chega às prateleiras de redes de supermercados exigentes e às mesas de restaurantes sofisticados. Portanto, a produção de bubalinos nesta região do país volta-se quase totalmente para a produção de leite.

O retorno atrativo que esta atividade proporciona é devido ao maior rendimento na obtenção dos derivados pela indústria do leite, principalmente na fabricação do queijo mozzarella (TONHATI et al., 2008). Este rendimento é atribuído a maior quantidade de gordura e proteína no leite de búfala, as quais podem apresentar em média de 8,59% e 4,55% (ROSATI e VAN VLECK, 2002), enquanto que o leite de vaca apresenta em média 3,33% e 3,06% de gordura e proteína, respectivamente (DE PAULA et al., 2008).

Assim como a produção, a reprodução é um evento fisiológico que pode determinar a rentabilidade econômica da pecuária leiteira (LOPES et al., 2008). De acordo com Cassiano et al. (2004) a importância do estudo das características reprodutivas, em programas de melhoramento genético, deve-se a relação existente entre tais características e as taxas de ganho genético anual. Ainda de acordo com estes autores, menores idades ao primeiro parto possibilitam a redução de intervalo de gerações, enquanto menores períodos de serviço e menores intervalos entre partos disponibilizam maiores números de novilhas de alto potencial genético que possam substituir as fêmeas que vão para descarte.

Em virtude do aumento das oportunidades de negócio e do atrativo econômico que a bubalinocultura oferece aos produtores, verifica-se a necessidade de incrementar os índices de produção dos rebanhos bubalinos a fim de atender a demanda do mercado. Com a obtenção do conhecimento do potencial produtivo dos animais é possível realizar ajustes no manejo empregado, além de estimar os parâmetros genéticos de características produtivas e reprodutivas, os quais são fundamentais para o planejamento das técnicas adequadas de melhoramento genético.

O método Bayesiano tem sido utilizado na avaliação genética dos animais, desde a sua introdução na década de 90, pelo pesquisador Daniel Gianola, em estudos de praticamente todas as áreas do melhoramento animal. Este método permite estimar os componentes de covariância e os parâmetros genéticos das características de interesse econômico por meio da obtenção de densidades posteriores tanto de pequenos como de grandes conjuntos de dados, não sendo necessário o conhecimento da distribuição inicial do parâmetro a ser estimado (FARIA et al., 2007).

A estimativa da herdabilidade permite prever o progresso a ser obtido por meio da seleção. Alguns autores na literatura obtiveram valores moderados da herdabilidade para a produção de leite e seus constituintes, variando de 0,20 a 0,25 (MALHADO et al., 2007; ASPILCUETA-BORQUIS et al., 2010; RODRIGUES et al., 2010; SENO et al., 2010). Estes resultados sugerem a existência de variabilidade genética aditiva suficiente para responder a programas de seleção. No entanto, para as características reprodutivas, os baixos valores relatados de herdabilidade apontam que o aperfeiçoamento do manejo dos animais seria mais indicado.

A correlação genética entre duas características fornece uma ideia da probabilidade de os mesmos genes atuarem na expressão de ambas. Portanto, quando positiva e elevada, a seleção aplicada para uma característica, resultará em ganho genético na outra. Rosati e Van Vleck (2002), em pesquisa com búfalas na Itália, encontraram estimativa de correlação genética entre as porcentagens de gordura e proteína de 0,31. Entretanto, entre a produção de leite e as porcentagens de gordura e proteína, reportaram estimativas de -0,08 e -0,12, respectivamente. Indicando a dificuldade de praticar a seleção simultânea para a produção de leite e seus constituintes. Nesses casos, em que há necessidade de selecionar características antagônicas é possível o uso de índices de seleção, o qual considera todas elas de forma ponderada. Entretanto, a resposta à seleção é menor quando comparada à prática de seleção para apenas uma das características.

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizadas informações da produção de leite provenientes de 3.061 búfalas mestiças Murrah, pertencentes a cinco rebanhos, sendo quatro localizados no Estado de São Paulo e um no Estado do Rio Grande do Norte, nascidas entre os anos de 1986 e 2009.

As características analisadas foram produção total de leite (PL), porcentagem de gordura (%G), porcentagem de proteína (%P), duração da lactação (DL), intervalo entre partos (IEP) e idade ao primeiro parto (IPP). Na Tabela 1 é apresentada a estrutura do conjunto de dados de cada característica estudada.

**Tabela 1 Estrutura dos dados e estatística descritiva da produção de leite (PL), porcentagem de gordura (%G), porcentagem de proteína (%P), duração da lactação (DL), intervalo entre partos (IEP) e idade ao primeiro parto (IPP)**

	PL (Kg)	%G	%P	DL (dias)	IEP (dias)	IPP (meses)
Número de registros	9.318	2.877	2.872	9.318	5.672	2.389
Número de búfalas	3.061	1.281	1.281	3.061	2.054	2.389
Número de grupos de contemporâneos	161	161	161	161	161	178
Média	1.872,75	6,55	4,26	258,83	422,76	37,57
Desvio-padrão	637,59	1,00	0,28	58,87	73,16	5,73
CV%	34,04	15,27	6,61	22,74	17,30	15,25

Fonte: Autora

As análises descritivas das características estudadas nesta pesquisa foram realizadas por meio do software SAS® (1999).

Foram excluídas das análises DL menores que 90 dias, idades ao primeiro parto superiores a 60 meses, assim como intervalo entre partos maiores que 650 dias.

Duas estações de parto e de nascimento foram definidas. Estação das águas que compreendiam os meses de abril a setembro no rebanho localizado no Estado do Rio Grande do Norte e os meses entre outubro e março, nos rebanhos localizados no Estado de São Paulo. Por sua vez, a estação da seca compreendia os meses de outubro a março, no rebanho localizado no Estado do Rio Grande do Norte e abril a setembro nos rebanhos localizados no Estado de São Paulo.

Grupos de contemporâneos (GC) foram formados de acordo com o rebanho, ano de nascimento e estação do nascimento para a característica IPP, e rebanho, ano do parto e estação do parto para as características PL, %G, %P, DL e IEP. Grupos de contemporâneos que possuíam menos de 3 animais foram excluídos da análise.

Os componentes de covariância foram estimados por inferência Bayesiana em análises multicaracterísticas utilizando o programa computacional GIBBS2F90 (Misztal, 2007). No

modelo das análises foram incluídos como efeitos fixos os grupos de contemporâneos e o número de ordenhas (1 ou 2), como covariáveis a idade da búfala ao parto (efeitos linear e quadrático) e como efeito aleatório os efeitos genético aditivo, ambiental e residual. O modelo animal pode ser representado em notação matricial como:

$$y = X\beta + Za + Wp + e$$

Em que  $y$  é o vetor da característica observada,  $X$  é a matriz de incidência dos efeitos fixos,  $\beta$  é o vetor dos efeitos fixos (GC, número de ordenhas e idade da búfala no parto),  $Z$  é a matriz de incidência dos efeitos aleatórios genéticos aditivos,  $a$  é o vetor dos efeitos aleatórios genéticos aditivos,  $W$  é a matriz de incidência do efeito aleatório de ambiente permanente,  $p$  é o vetor do efeito aleatório de ambiente permanente e  $e$  é o vetor dos efeitos aleatórios residuais.

Uma distribuição uniforme a priori para os efeitos fixos ( $\beta$ ) foi definida. Para os efeitos aleatórios e para os componentes de covariância, foram adotadas as distribuições de Gaussian e Wishart invertida, respectivamente.

$\mathbf{B} \propto$  constante;

$$a | \mathbf{G} \sim MVN[0, (\mathbf{G} \otimes \mathbf{A})];$$

$$p | \mathbf{P} \sim MVN[0, (\mathbf{P} \otimes \mathbf{I}_n)];$$

$$\mathbf{G} | S_g, \nu_g \sim IW[S_g \nu_g, \nu_g];$$

$$\mathbf{P} | S_p, \nu_p \sim IW[S_p \nu_p, \nu_p];$$

$$\mathbf{R} | S_r, \nu_r \sim IW[S_r \nu_r, \nu_r];$$

Em que  $\mathbf{A}$ ,  $\mathbf{G}$ ,  $\mathbf{P}$ ,  $\mathbf{R}$  e  $\mathbf{I}_n$  são as matrizes de parentesco, covariâncias dos efeitos genéticos aditivo, efeitos de ambiente permanente, residual e identidade, respectivamente;  $\otimes$  é o produto Kronecker;  $S_g$  e  $\nu_g$ ;  $S_p$  e  $\nu_p$ ;  $S_r$  e  $\nu_r$  são, respectivamente, os valores a priori e graus de liberdade das covariâncias genética aditiva, de ambiente permanente e residual.

Um total de 1 milhão de amostras foram geradas na análise, com um burn-in de 100 mil ciclos, retirando-se uma amostra a cada 100 ciclos. A convergência foi verificada através de visualização gráfica e também utilizando o programa Gibbanal.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após a observação dos resultados e dos gráficos obtidos pelo Programa Gibbanal, pode-se verificar que o número de amostras nas cadeias de Markov e burn-in foram suficientes para conseguir a convergência em todas as estimativas dos parâmetros, além das medidas de tendência central e do intervalo de alta densidade ao nível de 95% (IAD).

A estimativa da herdabilidade para a produção de leite foi moderada (Tabela 2), sugerindo a existência de variação genética aditiva suficiente para responder a programas de seleção. Resultados semelhantes ao encontrado nesta pesquisa foram observados na literatura em pesquisas realizadas no Brasil, os quais variaram de 0,20 a 0,25 (TONHATI et al. 2000a; MALHADO et al., 2007; RODRIGUES et al., 2010; SENO et al., 2010). No entanto, Rosati e Van Vleck (2002), trabalhando com búfalas na Itália, obtiveram estimativa da herdabilidade para a PL de 0,14. Essas diferenças se devem, provavelmente, não somente as diferenças entre as localidades, mas também em virtude das diferenças genéticas entre os rebanhos.

As estimativas das herdabilidades estimadas para as porcentagens de gordura e proteína foram moderadas (Tabela 2). Esses resultados sugerem que ambas as características responderiam bem a um programa de seleção. Os valores moderados para as variâncias ambientais eram previstos em virtude das diferenças no manejo dos rebanhos envolvidos, além do fato de os animais não terem sido submetidos a programas de seleção. Aspilcueta-Borquis et al. (2010) encontraram valores semelhantes, aos encontradas nesta pesquisa, das estimativas da herdabilidade para %G e %P, que foram 0,32 e 0,39, respectivamente. Estimativas inferiores de herdabilidade para as porcentagens de gordura e proteína foram registradas por Tonhati et al. (2000a) e Rosati e Van Vleck (2002).

Para a duração da lactação, o valor estimado da herdabilidade (Tabela 3) foi semelhante aqueles reportados por Aziz et al. (2001), Malhado et al. (2009) e Rodrigues et al. (2010), cujos valores variaram entre 0,08 e 0,09. A baixa magnitude de herdabilidade da DL indica que essa característica é influenciada em grande parte por fatores não genéticos, sendo possível a obtenção de melhores desempenhos por meio do manejo adequado no rebanho.

**Tabela 2** Parâmetro, média, desvio-padrão (DP) e intervalo de alta densidade a 95% (IAD), limite inferior (LI) e limite superior (LS) das características produção de leite (PL), porcentagem de gordura (%G) e porcentagem de proteína (%P)

Característica	Parâmetro	Média	DP	IAD	
				LI	LS
PL	$\sigma_a^2$	66.882,80	7.949,40	45.320	93.190
	$\sigma_{ep}^2$	57.868,30	6.166,10	38.470	81.910
	$\sigma_r^2$	149.267,60	2.740,20	140.100	159.500
	$\sigma_p^2$	274.217,10	5.954,50	254.680	295.220
	$h^2$	0,244	0,026	0,169	0,330
	$c^2$	0,211	0,023	0,139	0,296
	%G	$\sigma_a^2$	0,269	0,048	0,153
$\sigma_{ep}^2$		0,138	0,033	0,052	0,221
$\sigma_r^2$		0,356	0,013	0,309	0,399
$\sigma_p^2$		0,763	0,029	0,684	0,879
$h^2$		0,349	0,053	0,207	0,524
$c^2$		0,181	0,045	0,066	0,288
%P		$\sigma_a^2$	0,028	0,004	0,017
	$\sigma_{ep}^2$	0,013	0,003	0,005	0,024
	$\sigma_r^2$	0,027	0,001	0,024	0,032
	$\sigma_p^2$	0,069	0,003	0,059	0,078
	$h^2$	0,408	0,051	0,230	0,553
	$c^2$	0,197	0,045	0,066	0,335

Fonte: Autora

$\sigma_a^2$  = estimativa da variância genética aditiva;  $\sigma_{ep}^2$  = estimativa da variância de ambiente permanente;  $\sigma_r^2$  = estimativa da variância residual;  $\sigma_p^2$  = estimativa da variância fenotípica;  $h^2$  = estimativa da herdabilidade;  $c^2$  = estimativa da variância de ambiente permanente como proporção da estimativa da variância fenotípica.

O valor da herdabilidade para o intervalo entre partos (Tabela 3) foi baixo e indica que a melhoria do manejo e da nutrição pode ser mais eficiente que a seleção. Esse resultado está em concordância com os resultados de pesquisas realizadas no Brasil e no Egito, os quais variaram de 0,00 a 0,07 (AZIZ et al., 2001; CASSIANO et al., 2004; RAMOS et al., 2006; MALHADO et al., 2009).

A herdabilidade da idade ao primeiro parto (Tabela 3) indica que esta característica responderia razoavelmente a um programa de seleção, por se tratar de uma característica reprodutiva. Esse valor foi superior ao registrado (0,07) por Seno et al. (2010). Porém, inferior aos valores obtidos por Tonhati et al. (2000b), Cassiano et al. (2004) e Malhado et al. (2009), que foram 0,20; 0,24 e 0,41, respectivamente. Entretanto, esta característica é fortemente influenciada pelo manejo reprodutivo do rebanho. Durante a implantação das estações de monta é necessário sincronizar as coberturas das búfalas e esse procedimento pode alterar a verdadeira aptidão de apresentação deaios precoces dos animais.

**Tabela 3** Parâmetro, média, desvio-padrão (DP) e intervalo de alta densidade a 95% (IAD), limite inferior (LI) e limite superior (LS) das características duração da lactação (DL), intervalo entre partos (IEP) e idade ao primeiro parto (IPP)

Característica	Parâmetro	Média	DP	IAD	
				LI	LS
DL	$\sigma_a^2$	251,210	50,127	117,800	454,000
	$\sigma_{ep}^2$	337,159	45,487	208,000	502,600
	$\sigma_r^2$	2162,848	37,311	2.035,00	2.300,00
	$\sigma_p^2$	2750,262	45,628	2.571,400	2.914,900
	$h^2$	0,091	0,018	0,043	0,160
	$c^2$	0,123	0,016	0,076	0,181
IEP	$\sigma_a^2$	275,132	63,520	108,000	543,000
	$\sigma_{ep}^2$	399,013	58,763	218,900	576,700
	$\sigma_r^2$	4.061,479	84,864	3.772,00	4.417,00
	$\sigma_p^2$	4.737,829	93,034	4.414,20	5.100,70
	$h^2$	0,057	0,013	0,028	0,104
	$c^2$	0,084	0,012	0,048	0,121
IPP	$\sigma_a^2$	7,746	1,134	3,178	15,056
	$\sigma_r^2$	16,406	1,376	12,560	20,160
	$\sigma_p^2$	23,973	0,748	21,566	26,498
	$h^2$	0,166	0,037	0,054	0,274
	$c^2$	0,156	0,047	0,039	0,350

Fonte: Autora

$\sigma_a^2$  = estimativa da variância genética aditiva;  $\sigma_{ep}^2$  = estimativa da variância de ambiente permanente;  $\sigma_r^2$  = estimativa da variância residual;  $\sigma_p^2$  = estimativa da variância fenotípica;  $h^2$  = estimativa da herdabilidade;  $c^2$  = estimativa da variância de ambiente permanente como proporção da estimativa da variância fenotípica.

Os valores das estimativas das correlações genéticas entre as características produção de leite e as porcentagens de gordura e proteína (Tabela 4) estão de acordo com os valores obtidos na literatura (TONHATI et al., 2000a; ROSATI e VAN VLECK, 2002). Estes resultados indicam que quando se aplica a seleção para aumentar a produção de leite, há um decréscimo na porcentagem de gordura e proteína do leite.

**Tabela 4** Estimativas das correlações genéticas (triangular superior) e fenotípicas (triangular inferior) entre as características produção de leite (PL), porcentagem de gordura (%G), porcentagem de proteína (%P), duração da lactação (DL), intervalo entre partos (IEP) e idade ao primeiro parto (IPP)

	PL	%G	%P	DL	IEP	IPP
PL	-	-0,29	-0,18	0,66	0,08	0,24
%G	-0,16	-	0,25	0,08	0,14	-0,27
%P	-0,25	0,27	-	-0,18	-0,04	-0,44
DL	0,59	0,008	-0,10	-	0,75	0,42
IEP	0,04	0,03	0,009	0,10	-	0,28
IPP	0,09	-0,04	-0,10	0,09	0,07	-

Fonte: Autora

A estimativa da correlação genética entre as porcentagens de gordura e proteína (Tabela 4) foi moderada e positiva. Portanto, a seleção direta de uma característica implicará em ganhos genéticos correlacionados na outra. Esses valores concordam com os valores

obtidos por Tonhati et al., (2000a); Rosati e Van Vleck, (2002) e Aspilcueta-Borquis et al., (2010).

A correlação genética entre as características produção de leite e duração da lactação foi elevada e positiva (Tabela 4). Portanto, neste caso, a seleção direta para o aumento da PL ocasionará no aumento da DL. De forma semelhante, Malhado et al. (2009) reportaram um valor de 0,89.

A correlação genética entre as características produção de leite e intervalo entre partos foi quase nula (Tabela 4), corroborando Tonhati et al. (2000b). Esse resultado mostra que o processo de seleção para quaisquer uma dessas características é independente. Sendo assim, é possível a realização de seleção para aumento da PL sem a interferência no IEP do rebanho. Ramos et al. (2006) e Malhado et al. (2009), encontraram valores de correlação genética entre estas características variando de -0,22 e -0,25, respectivamente. As estimativas apresentadas pelos últimos autores indicam que a prática da seleção para PL evidencia a obtenção de ganhos genéticos no IEP.

A estimativa da correlação genética entre a produção de leite e a idade ao primeiro parto obtida (Tabela 4) indica que a seleção para elevar a produção de leite poderá aumentar a idade ao primeiro parto, sendo esse efeito indesejado em virtude dos prejuízos provocados pelo aumento da idade da búfala à primeira cria. Tonhati et al. (2000b) relataram estimativa da correlação genética entre a produção de leite e a idade ao primeiro parto de 0,63. Entretanto, Malhado et al. (2009) encontraram correlação genética de -0,02 para estas características.

Entre as características duração da lactação e intervalo entre partos, a correlação genética foi alta e positiva (Tabela 4), indicando que o aumento da duração da lactação, provocará também o aumento do intervalo entre partos. Por outro lado, Tonhati et al. (2000b) e Aziz et al. (2001), encontraram estimativas da correlação genética muito baixa entre essas características, -0,20 e 0,09, respectivamente.

A correlação genética entre as características duração da lactação e idade ao primeiro parto foi moderada (Tabela 4), sugerindo que a seleção para reduzir a idade ao primeiro parto das búfalas pode acarretar em alteração na DL, provavelmente negativas, havendo necessidade do seu monitoramento.

O valor da correlação genética entre as características intervalo entre partos e idade ao primeiro parto, 0,28 (Tabela 4), indica que a seleção com o propósito de diminuir a IPP, irá proporcionar a redução do IEP. De forma que a seleção direta para qualquer uma dessas características permite a obtenção de ganhos genéticos consideráveis para ambas. No entanto,

Cassiano et al. (2004) encontraram valores negativos de correlações genéticas para estas características nas raças Carabao e Mediterrâneo e valor nulo na raça Murrah. Porém, para a raça Jafarabadi a correlação genética foi estimada em um. Estes autores apontaram a necessidade de se avaliar cada raça individualmente devido à variabilidade entre as mesmas.

As estimativas da correlação fenotípica entre a produção de leite e seus constituintes foram moderadas e negativas (Tabela 4) reafirmando que a seleção para aumento da produção de leite terá efeito negativo na porcentagem de gordura e proteína. Tonhati et al. (2000a) registraram valores bastante inferiores para essas correlações fenotípicas, os quais foram: -0,62 e -0,59, respectivamente, entre a produção de leite e as porcentagens de gordura e proteína. Entre as características produção de leite e duração da lactação, a correlação fenotípica foi semelhante ao valor registrado por Malhado et al. (2009), o qual foi de 0,57, evidenciando que o aumento da PL acarretará no aumento da DL. Entre as demais características analisadas, as correlações fenotípicas apresentaram valores próximos à nulidade, os quais indicam que a elevação ou redução dessas características são independentes entre si.

## 5 CONCLUSÃO

A produção de leite e seus constituintes (porcentagens de gordura e proteína) possuem variação genética suficiente para proporcionar ganhos genéticos em programas de seleção.

A seleção para aumentar a produção de leite acarreta redução nas porcentagens de gordura e proteína, dificultando a seleção simultânea para ambas as características. Nesses casos é recomendado o uso de índices de seleção, embora o ganho genético seja inferior à seleção para apenas uma característica.

A duração da lactação, intervalo entre partos e idade ao primeiro parto são influenciadas em grande parte por fatores não genéticos, indicando que a melhoria nas condições de manejo é suficiente para a obtenção de melhores desempenhos das mesmas.

## REFERÊNCIAS

- ASPILCUETA-BORQUIS, R.R. et al. Genetic parameters for buffalo milk yield and milk quality traits using Bayesian inference. **Journal of Dairy Science.**, v. 93, n. 5, p. 2195-2201, 2010.
- AZIZ, M. A. et al. Genetic and phenotypic variation of some reproductive traits in Egyptian buffalo. **South African Journal of Animal Science**, v. 3, n. 31, 2001.
- BERNARDES, O. Bubalinocultura no Brasil: situação e importância econômica. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, Belo Horizonte, v. 31, n. 3, p. 293-298, 2007.
- CASSIANO, L. A. P. et al. Parâmetros genéticos das características produtivas e reprodutivas de búfalos na Amazônia Brasileira. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 39, n. 5, p. 451-457, 2004.
- FARIA, C. U. et al. Inferência Bayesiana e sua aplicação na avaliação genética de bovinos da raça Nelore: Revisão Bibliográfica. **Ciência Animal Brasileira**, v. 8, n. 1, p. 75-86, 2007.
- INSTITUTO FUNDAÇÃO BRASILEIRA DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Efetivos dos rebanhos de grande porte em 31.12, segundo as grandes regiões e unidades da federação**. Disponível em:  
<[http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/ppm/2011/default\\_pdf.shtm](http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/ppm/2011/default_pdf.shtm)> Acesso em: 20 nov. 2012.
- LOPES, C. R. A. et al. Eficiência reprodutiva e influências de fatores de meio e de herança sobre a variação no peso ao nascer de bubalinos no estado de Rondônia. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, n. 9, p. 1595-1600, 2008.
- MALHADO, C.H.M. et al. Parâmetros e tendências da produção de leite em bubalinos da raça Murrah no Brasil. **R. Bras. Zootec.**, v. 36, n. 2, p. 376-379, 2007.
- MALHADO, C.H.M. et al. Estimativas de parâmetros genéticos para características reprodutivas e produtivas de búfalas mestiças no Brasil. **Rev. Bras. Saúde Prod. An.**, v. 10, n. 4, p. 830-839, 2009.
- MARQUES, J. R. F. et al. Búfalos: o produtor pergunta, a Embrapa responde. Belém: Embrapa Amazônia Oriental/ Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, v. 1, p. 16-22, 2000.
- MISZTAL, I. 2007. BLUPF90 family of programs. Disponível em:  
<<http://nce.ads.uga.edu/~ignacy/newprograms.html>> Acesso em: 12 nov. 2012.
- RAMOS, A. A. et al. Caracterização fenotípica e genética da produção de leite e do intervalo entre partos em bubalinos da raça Murrah. **Pesq. agropec. bras.**, v.41, n.8, p.1261-1267, 2006.
- RODRIGUES, A. E. et al. Estimação de parâmetros genéticos para características produtivas em búfalos na Amazônia Oriental. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.**, v.62, n.3, p.712-717, 2010

ROSATI, A.; VAN VLECK, L.D. Estimation of genetic parameters for milk, fat, protein and mozzarella cheese production for the Italian river buffalo *Bubalus bubalis* population. **Livestock Production Science**, v. 74, p. 185–190, 2002.

SENO, L. et al. 2010. Genetic parameters for milk yield, age at first calving and interval between first and second calving in milk Murrah buffaloes. **Livestock Research for Rural Development**. Disponível em: <<http://www.lrrd.org/lrrd22/2/seno22038.htm>> Acesso em: 3 dez. 2012.

TONHATI, H. et al. Parâmetros genéticos para a produção de leite, gordura e proteína em bubalinos. **Rev. bras. zootec.**, v. 6, n. 29, p. 2051-2056, 2000a.

TONHATI, H.; VASCONCELLOS, F.B.; ALBUQUERQUE, L.G. Genetic aspects of productive and reproductive traits in a Murrah buffalo herd in São Paulo, Brazil. **J. Anim. Breed. Genet.**, n. 117, p. 331-336, 2000b.