



Universidade Federal do Pará
Núcleo de Ciências Agrárias e Desenvolvimento Rural
Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária da Amazônia Oriental
Universidade Federal Rural da Amazônia
Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal

Larissa Coelho Marques

**Características fenotípicas e manejo genético de búfalos (*Bubalus bubalis*) leiteiros:
ranqueamento de reprodutores**

Belém
2015

Larissa Coelho Marques

**Características fenotípicas e manejo genético de búfalos (*Bubalus bubalis*) leiteiros:
ranqueamento de reprodutores**

Tese apresentada para obtenção do grau de Doutor em Ciência Animal. Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal. Núcleo de Ciências Agrárias e Desenvolvimento Rural. Universidade Federal do Pará. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Amazônia Oriental. Universidade Federal Rural da Amazônia.

Área de concentração: Produção Animal.

Orientador Prof. Dr. José Ribamar Felipe Marques

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) –
Biblioteca Núcleo de Ciências Agrárias e Desenvolvimento Rural / UFPA, Belém-Pa**

Marques, Larissa Coelho, 1981-

Características fenotípicas e manejo genético de búfalos (*Bubalus bubalis*) leiteiros: ranqueamento de reprodutores / Larissa Coelho Marques, 2015

Orientador: José Ribamar Felipe Marques

Tese (doutorado) – Universidade Federal do Pará, Núcleo de Ciências Agrárias e Desenvolvimento Rural, Embrapa Amazônia Oriental, Universidade Rural da Amazônia, Doutorado em Ciência Animal, Belém, 2015.

1. Búfalo – Melhoramento genético - Pará. 2. Genética animal. 3. Genética quantitativa. I. Título.

CDD – 22.ed. 636.20821

Larissa Coelho Marques

**Características fenotípicas e manejo genético de búfalos (*Bubalus bubalis*) leiteiros:
ranqueamento de reprodutores**

Tese apresentada para obtenção do grau de Doutor em Ciência Animal. Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal. Núcleo de Ciências Agrárias e Desenvolvimento Rural. Universidade Federal do Pará. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Amazônia Oriental. Universidade Federal Rural da Amazônia.

Área de concentração: Produção Animal.

Orientador Prof. Dr. José Ribamar Felipe Marques.

Data da aprovação: Belém – PA: 10/07/2015

Banca Examinadora

Dr. José Ribamar Felipe Marques
Embrapa Amazônia Oriental
Orientador

Dr. Cláudio Vieira de Araújo
Universidade Federal do Mato Grosso-SINOP

Dr. Ednaldo da Silva Filho
Universidade Federal Rural da Amazônia

Dr. Haroldo Francisco lobato Ribeiro
Universidade Federal Rural da Amazônia

*Ao meu filho Alexandre, meu grande amor, que soube compreender os momentos de
ausência e estresse.*

Aos meus pais José Ribamar Felipe Marques e Maria de Fátima Pereira Coelho.

Às minhas irmãs Danielle, Caroline, Fabíola e Maria.

Aos meus sobrinhos Ana Beatriz, Sayuri, Vitor, Yoko, Tomaz e Melissa.

AGRADECIMENTOS

À Embrapa Amazônia Oriental pela cessão dos dados zootécnicos dos animais e confiança;

À Universidade Federal do Pará–UFPA–Curso de Pós Graduação em Ciência Animal, pela possibilidade de engrandecer meus conhecimentos;

À Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA) pela minha formação acadêmica;

Ao meu orientador Dr. José Ribamar Felipe Marques pelos ensinamentos, dedicação, comprometimento e confiança;

À CAPES / CNPQ pela concessão da bolsa de estudos de Doutorado;

À Banca pela atenção em contribuir e melhorar bastante este trabalho;

À todos os funcionários da EMBRAPA que trabalharam em todos esses anos para que pudéssemos colher os frutos do que foi plantado;

À memória de Cristo Nazaré Barbosa do Nascimento e Heriberto Marques Batista que iniciaram todo o estudo com búfalos no IAN / IPEAN / CPATU agora Embrapa Amazônia Oriental;

Aos pesquisadores Luiz Otávio Danin de Moura Carvalho, José de Brito Lourenço Júnior, Norton Amador da Costa, Hugo Didonet Lau e muitos outros que direta e indiretamente vêm contribuindo e atuando na bubalinocultura nacional e internacional;

Aos Prof. Dr. Cláudio Vieira Araújo e Profa. Dra. Monika Laureano da UFMT-SINOP não só pela valorosa colaboração nas análises dos dados, mas pelo aconchego familiar, paciência, essenciais nesse momento;

À Dra. Concepta McManus e sua equipe pelos seus ensinamentos e atenção;

Ao Marivaldo Figueiró por suas valiosas considerações, em todas as áreas, ao logo desses anos;

À Amanda Matos pela amizade, companhia, esforço e compromisso com esse trabalho como se fosse dela;

Aos companheiros de estágio da EMBRAPA, do Programa de Melhoramento Genético de Bubalinos do Estado do Pará, Julianne Silva, Caio Silva, Milena Tappembeck e Camargo Júnior. E ao Rodrigo Sales, que apesar do pouco tempo na equipe, foi de grande valia para o enriquecimento desse trabalho;

À equipe do Laboratório do HOVET-UFRA, Dr. André Meneses, Arline Lima e Liane Bremgartner, Flávia Matos e Georgina por compartilharem seus ensinamentos e amizade;

Agradeço aos meus pais e meu filho, pela paciência, confiança e incentivo demonstrado ao longo desse trabalho;

Aos amigos William Souza, Zuleide Rafaela Pimentel, Ivan Alberto Palheta, Natália Sidrim, Fernando Tavares, Patrícia Arêas, Simone Alcântara e Daniele Paiva, pelos momentos de concentração e descontração;

À minha amiga, que se tornou uma irmã, Juliana Flor Aguiar pela amizade e incentivo recebido todos esses anos;

Aos meus “pais” do coração Horta e Vânia Moreira pelo carinho e momentos de alegria vividos sempre;

Aos meus amigos, colegas, conhecidos, enfim, todos que de maneira direta ou indireta contribuíram, acreditaram, me fizeram rir quando quis chorar, entenderam a ausência, a falta de atenção e paciência, o meu MUITO OBRIGADA!

Sem todos vocês isto não teria sido possível!

“Ando devagar porque já tive pressa
Elevo esse sorriso porque já chorei demais
Hoje me sinto mais forte, mais feliz quem sabe
Só levo a certeza de que muito pouco sei, ou nada sei

Conhecer as manhas e as manhãs o sabor das massas e das maçãs
É preciso amor pra poder pulsar
É preciso paz pra poder sorrir
É preciso a chuva para florir

Penso que cumprir a vida seja simplesmente compreender a marcha
E ir tocando em frente
Como um velho boiadeiro levando a boiada,
Eu vou tocando os dias pela longa estrada, eu vou
Estrada eu sou

...

Todo mundo ama um dia
Todo mundo chora
Um dia a gente chega
E no outro vai embora
Cada um de nós compõe a sua história
Cada ser em si carrega o dom de ser capaz e ser feliz

...

Ando devagar porque já tive pressa
Elevo esse sorriso porque já chorei demais
Cada um de nós compõe a sua história
Cada ser em si carrega o dom de ser capaz e ser feliz”.

(Almir Sater)

RESUMO

O búfalo é um animal que pode competir com produtos diferenciados nos mercados interno e mundial, que apresenta características próprias e grande rendimento quando da transformação em subprodutos e derivados. Não obstante a isso, o agronegócio do búfalo se ressentiu de animais melhoradores provados e/ou testados para atender uma demanda que é vital por melhor padrão genético. O presente estudo teve o objetivo de avaliar características fenotípicas da produção de leite e da eficiência reprodutiva de búfalos e efetuar análises genéticas, determinando parâmetros e índices genéticos, visando a seleção de búfalos, para a elaboração de um *ranking* de reprodutores geneticamente superiores, incrementando a cadeia produtiva dos búfalos do País. Foram utilizados 2.459 registros fenotípicos de búfalos das raças Murrah, Mediterrâneo e meio-sangue, do rebanho da EMBRAPA – CPATU, do período de 1953 a 2013. As características avaliadas foram: produção total de leite (PTL), percentual de gordura (G), idade ao primeiro parto (IPP), intervalo de partos (IDP) e período de serviço (PS). A análise descritiva se iniciou com a editoração dos dados trabalhados nos ambientes da planilha Excel e no pacote SAS. Os resultados gerais foram: PTL = $1741,00 \pm 496,48$ kg, G = $7,07 \pm 0,86$ %, IPP = $49,39 \pm 7,37$ meses, IDP = $13,16 \pm 0,79$ meses e PS = $91,52 \pm 24,22$ dias. Os efeitos que mais influenciaram a PTL foram a Ordem de Parto e o Grau de Sangue da fêmea, para G foi Grau de Sangue da fêmea, para IPP foi Estação de Parto e Ordem de Parto e para IDP e PS foram Estação de Parto e o Sexo do bezerro. A correlação fenotípica entre PTL e G foi 0,034, entre PTL e IPP 0,118, entre PTL e IDP 0,070, entre PTL e PS 0,070, entre G e IPP -0,113, entre G e IDP -0,025, entre G e PS -0,025, entre IPP e IDP 0,445, entre IPP e PS 0,445 e entre IDP e PS 1,00. Os dados foram trabalhados na planilha Excel e no pacote SAS e as análises genéticas foram efetuadas pelo *software* WOMBAT. Na estimação de parâmetros genéticos foi utilizado o modelo animal com análise de bicaracterísticas. A PTL foi regredida em função da duração de lactação e o coeficiente de regressão foi utilizado para correção das lactações em 305 dias (PL305). Os efeitos fixos foram grupo de contemporâneos e efeito linear e quadrático da idade da fêmea ao parto, como (co)variável. Para IPP e PS o modelo foi igual ao anteriormente descrito com a exclusão do termo do efeito de ambiente permanente materno. As estimativas de herdabilidade para a raça Murrah foram: 0,49 para PTL; 0,59 para G; 0,75 para IPP; 0,006 para IDP e 0,06 para PS; para a raça Mediterrâneo foram: 0,31 para PTL; 0,08 para G; 0,78 para IPP; 0,90 para IDP e 0,90 para PS. As correlações genéticas entre PTL e as demais características na raça Murrah foram 0,065 PTL e G; 0,097 PTL e IPP, -0,450 PTL e IDP e 0,079 PTL e PS, para Mediterrâneo foram: -0,267 PTL e G; 0,629 PTL e IPP, 0,559 PTL e IDP e 0,624 PTL e PS. O *ranking* de touros/reprodutores foi elaborado com base nas predições da Provável Habilidade de Transmissão (PTA's), utilizando-se o pacote SAS, o que permite a edição de um catálogo de touros da espécie bubalina da Embrapa Amazônia Oriental, no referido período. Com base nos resultados a variabilidade do rebanho estudado é passível de ser trabalhada com o manejo genético, tanto para as características produtivas quanto para as de eficiência reprodutiva.

Palavras-chave: Genética quantitativa. Variabilidade. Índices genéticos. PTA. Valor de touro.

ABSTRACT

The buffalo is an animal that can compete with differentiated products on internal and world markets, which presents own features and great performance when processing by-products and derivatives. Despite this, buffalo agribusiness resents of enhancers animals proved and / or tested to meet a demand that is vital for better genetic pattern. This study aimed to evaluate phenotypic characteristics of production milk and reproduction efficient of buffalo and perform genetic analyzes determining parameters and genetic index aimed at selection of buffalo to prepare a ranking of genetically superior breeding, increasing production chain of buffaloes in the Amazon region. We used 2,459 phenotypic records of Murrah, Mediterranean and half-blood buffaloes of EMBRAPA - CPATU herd from period between 1953 to 2013. The characteristics evaluated were: total milk production (TMP), fat percentage (F), age at first calving (AFC), calving interval (CI) and service period (SP). The descriptive analysis began with the editing of the data worked in the environments of Excel spreadsheet and SAS package. The overall results were: $TMP = 1741.00 \pm 496.48$ kg, $F = 7.07 \pm 0.86\%$, $AFC = 49.39 \pm 7.37$ months, $CI = 13.16 \pm 0.79$ months and $SP = 91.52 \pm 24,22$ days. In the analysis of variance for TMP the most significant effects were the birth order and the degree of blood from female, and to F was degree of female blood and AFC was calving season and birth order and CI and SP were station childbirth and the calf sex. The phenotypic correlations between TMP and F was 0.034, between TMP and AFC 0.118, between TMP and CI 0.070, between TMP and SP 0.070, between F and AFC -0.113, between F and CI -0.025, -0.025 between F and SP, among AFC and CI 0.445, 0.445 between AFC and SP and between CI and SP 1.00. Genetic analysis began with the editing of the data discussed in the environments of Excel spreadsheet and the SAS package and genetic analyzes were performed by WOMBAT software. For estimation of genetic parameters we used the animal model with two-trait analysis. The TMP was regressed depending on length of lactation and the regression coefficient was used for correction of lactation in 305 days (PL305). Fixed effects were contemporary group and linear and quadratic effects of birth female age as (co) variable. AFC and SP model was the same as described above with the exclusion of the term of the maternal permanent environmental effect. The heritability estimates for Murrah were: 0.49 for TMP; 0.59 for F; 0.75 for AFC; 0.006 for CI and 0.06 for SP; for the Mediterranean race were 0.31 for TMP; 0.08 for F; 0.78 for AFC; 0.90 for CI and 0.90 for SP. Genetic correlations between TMP and other features in the Murrah were 0.065 TMP and F; TMP and AFC 0.097, -0.450 TMP and CI and 0.079 TMP and SP for the Mediterranean were: -0.267 TMP and F; 0,629 TMP and AFC; 0.559 TMP and CI and 0.624 CI TMP and SP. The ranking of bulls / breeding was based on predictions of probable transmission ability (PTA's), using the SAS package which allows editing a bulls catalog of buffalo species of EMBRAPA Amazônia Oriental in that period. Based on the results the variability of the studied herd is likely to be crafted with the genetic management for both production characteristics as to the reproductive efficiency.

Keywords: Quantitative genetics. Variability. Genetic indexes. PTA. Bull value.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	11
2. OBJETIVO	13
2.1. OBJETIVO GERAL.....	13
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	13
3. REVISÃO DE LITERATURA	14
3.1. CARACTERÍSTICAS PRODUTIVAS	14
3.1.1. Produção Total de Leite (PTL)	14
3.1.2. Porcentagem de Gordura (G)	14
3.2. Características de Eficiência Reprodutiva	15
3.2.1. Idade ao Primeiro Parto (IPP).....	15
3.2.2. Intervalo de Partos (IDP).....	16
3.2.3. Período de Serviço (PS).....	17
3.3. ANÁLISES GENÉTICAS.....	18
3.3.1. Parâmetros genéticos	19
3.3.1.1. Herdabilidade /Correlações	19
3.3.2. Valor genético/ Capacidade de Transmissão Prevista (PTA)	21
3.3.3. Acurácia	22
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	24
4. ARTIGO 1 - CARACTERÍSTICAS FENOTÍPICAS EM BÚFALOS (<i>Bubalus bubalis</i>) LEITEIROS NA AMAZÔNIA ORIENTAL	29
RESUMO	29
ABSTRACT	29
INTRODUÇÃO.....	30
MATERIAL E MÉTODOS.....	32
RESULTADOS	33
DISCUSSÃO	38
CONCLUSÕES	43
REFERÊNCIAS	44

5. ARTIGO 2 - ANÁLISES DE VALORES GENÉTICOS DE CARACTERÍSTICAS PRODUTIVAS DE BÚFALOS (<i>Bubalus bubalis</i>) LEITEIROS: RANKING DE TOUROS	50
RESUMO	50
INTRODUÇÃO.....	51
MATERIAL E MÉTODOS.....	53
RESULTADOS	56
DISCUSSÃO.....	61
CONCLUSÕES	64
REFERÊNCIAS	66
6. CONCLUSÃO GERAL	70

1. INTRODUÇÃO

Os búfalos foram introduzidos no Brasil a partir do final do século XIX, em pequenos lotes originários da Ásia, Europa e Caribe, ganhando espaço devido sua grande adaptabilidade aos mais variados ambientes, elevada fertilidade e longevidade produtiva. O maior conhecimento de suas potencialidades e características produtivas motivou, a partir da década de 80, uma acentuada expansão e disseminação da espécie para diversas regiões, inicialmente para ocupar os chamados vazios pecuários e, posteriormente, foram introduzidos, em regiões de maior tradição na pecuária bovina, onde passaram a ser explorados, tanto para corte, quanto para produção leiteira (MARQUES, 2000; BERNARDES, 2007).

No Brasil, a criação de búfalos vem se desenvolvendo em larga escala, com crescimento anual de 4,3%, segundo censo 2013. Do total de 1.3 milhões de cabeças, a região Norte concentra 63,6%, a região Nordeste 10,2%, a região sudeste 10,3%, região sul 10,5%, e Centro-oeste 5,5%, sendo o Pará o principal estado criador com 38,6% do efetivo, seguido do Amapá com 18,1% (IBGE, 2013).

A comercialização de derivados do leite de búfalas demonstra que a espécie apresenta características produtivas diferenciadas, tanto para o trabalho e carne quanto para produção leiteira (DIAS et al., 2012).

O principal interesse nesses animais está na exploração leiteira devido às características dos componentes do leite, como a gordura, que elevam o rendimento industrial quando este é utilizado para elaboração de derivados (BASTIANETTO; ESCRIVÃO; OLIVEIRA, 2005).

Segundo estudos de Seno et al.(2007) e Vieira et al. (2009), a transformação do leite em derivados é mais lucrativa para o produtor, podendo chegar a um aumento de lucro na faixa de 580%. Porém, a bubalinocultura de corte vem conquistando cada vez mais espaço no cenário da pecuária nacional, principalmente, em função da qualidade da carne e da grande adaptabilidade desses animais aos trópicos (PEIXOTO JOELE et al., 2013).

No âmbito sócio- econômico, há vários impactos e/ou incrementos viáveis e palpáveis, destacando-se o ganho genético que imprimirá grande impacto na cadeia produtiva do búfalo, disponibilizando, superioridade genética para leite à sociedade, na forma de produtos como, tecnologias e processos, animais, sêmen, embriões, ovócitos, dentre outros (EMBRAPA, 2014).

Esta pesquisa visa estudar as características de determinação de parâmetros e índices genéticos pelos métodos quantitativos para a elaboração de um sumário de animais

geneticamente superiores, a serem transferidos à cadeia produtiva dos búfalos no País. Tais resultados imprimirão um forte impacto na cadeia produtiva dos búfalos que, no momento, caminha para um colapso genético na procura e uso de reprodutores geneticamente superiores.

2. OBJETIVO

2.1. OBJETIVO GERAL

Avaliar características fenotípicas da produção de leite e da eficiência reprodutiva de búfalos e efetuar análises genéticas, determinando parâmetros e índices genéticos, visando a seleção de búfalos, para a elaboração de um *ranking* de reprodutores geneticamente superiores, incrementando a cadeia produtiva dos búfalos no País.

2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Estudar os fatores que influenciam as características da produção de leite e de gordura, nas raças Murrah, Mediterrâneo e mestiços;
- Estudar os fatores que influenciam as características de eficiência reprodutiva de búfalos, como: IPP, IDP e PS;
- Estimara variabilidade genética do rebanho por meio dos parâmetros e índices genéticos das características econômicas e da eficiência reprodutiva de búfalos leiteiros,
- Identificar touros geneticamente superiores e elaborar um *ranking* de reprodutores de búfalos no rebanho da Embrapa Amazônia Oriental.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1. CARACTERÍSTICAS PRODUTIVAS

3.1.1. Produção Total de Leite (PTL)

A Produção Total de Leite (PTL) é a produção de uma fêmea num determinado tempo, período de lactação. Os estudos desta característica são importantes pela sua associação à duração da lactação, sendo um parâmetro de produtividade importante para os rebanhos, pela facilidade de se organizar registros com poucas exigências, reforçando a importância do controle leiteiro nas propriedades, que é fundamental para a realização de um manejo genético bem fundamentado. Nas raças leiteiras de búfalos reconhecidas no Brasil, ou seja, Jafarabadi, Mediterrâneo e Murrah, estudos envolvendo a PTL são importantes, havendo bom potencial para incremento, principalmente em rebanhos onde se realiza programas de melhoramento genético, podendo-se atingir níveis de produtividade satisfatórios (EMBRAPA, 2014).

A produção total de leite e o percentual de gordura apresentam variação genética suficiente entre os animais, de modo que a seleção pode ser aplicada como ferramenta para melhorar os índices produtivos do rebanho de acordo com Tonhati et al. (2000) em estudo realizado em bubalinos no estado de São Paulo.

O crescimento da produção de leite ao longo dos anos é um indicativo da capacidade de produção do animal, e da melhoria no manejo dos mesmos, como também ao acerto do critério de seleção empregado (SAMPAIO NETO et al., 2001).

Vários fatores podem influenciar a PTL e, estudos realizados em diferentes espécies, tem demonstrado que a raça sempre influenciou o aumento considerável dessa característica ao longo dos anos (FREITAS, 1981; RORATO, 1988; MATOS, 1996; GONÇALVES et al., 2001).

O estudo da herdabilidade da produção total de leite auxiliando processo de seleção, e a obtenção de incremento na PTL da população bubalina do País (ZAMBIANCHI; FREITAS; PEREIRA, 1999; TONHATI et al., 2000).

3.1.2. Porcentagem de Gordura (G)

O percentual de gordura no leite é uma característica mensurada com referência a quantidade da fração de gordura existente no total do leite produzido pela fêmea numa lactação, sendo de grande relevância nos programas de melhoramento, porque a gordura, juntamente com a proteína, são os principais responsáveis pela complementação no ciclo de

produção do leite, associado ao alto rendimento industrial, quando o leite é utilizado na fabricação de queijos e subprodutos (MADALENA, 1986).

Em búfalas o percentual de gordura é o componente mais susceptível a alterações, em função de inúmeros fatores ambientais que a influenciam, tais como grupo genético, fontes de alimentação, clima, período de lactação e número de lactações (RODRIGUES et al., 2010).

Búfalas em lactação que não ingerem alimentos de maneira que satisfaçam suas exigências nutricionais para a manutenção, gestação e produção de leite, ocorre uma acentuada diminuição no volume de leite produzido com uma pequena alteração na sua composição (BASTIANETTO, 2005).

A ordem de parto pode influenciar o teor de gordura, sendo mais acentuado após a terceira parição, ou seja, quando o animal se encontrava com, aproximadamente, 5 a 6 anos (DUARTE et al., 2001), explicado pelo aumento da produtividade neste período, com posterior incremento do teor de gordura, com o avançar da ordem de lactação, atingindo os níveis mais elevados no décimo e décimo primeiro dia de lactação (PEEVA, 2001).

A gordura, assim como outros componentes do leite das búfalas, varia em função das estações do ano e isto, provavelmente, se deve ao estágio da lactação em que se encontram os animais, uma vez que a espécie bubalina apresenta fator sazonal de reprodução, concentrando os partos no verão, além do fator nutricional, que está relacionado com a disponibilidade de alimento em cada estação (AMARAL et al., 2005).

Em bovinos leiteiros há uma correlação de -0,13% entre a percentagem de gordura e produção total de leite, onde, uma seleção realizada com o objetivo de aumento de PTL, conseqüentemente, proverá pequena redução no percentual de gordura (RIBAS et al., 1993).

O valor de herdabilidade de 0,21 para percentual de gordura indica que há considerável variação genética aditiva entre os indivíduos. Com isso, há possibilidade de realizar ganho genético para a característica. Todavia, como o ambiente também influencia consideravelmente esta característica, deve-se, melhorar as condições de manejo e alimentação no intuito de se incrementar a produção (TONHATI et al., 2000).

3.2. CARACTERÍSTICAS DE EFICIÊNCIA REPRODUTIVA

3.2.1. Idade ao Primeiro Parto (IPP)

A idade ao primeiro parto é definida como o início da vida produtiva das fêmeas. Menores idades ao primeiro parto permitem a redução do intervalo de gerações, enquanto menores períodos de serviço e menores intervalos de partos disponibilizam maiores números

de novilhas de alto potencial genético que possam substituir as fêmeas descartadas, onde o índice de IPP está intimamente relacionado à idade e concepção na primeira cobertura (CASSIANO et al., 2004).

Dentre as características associadas à eficiência reprodutiva, a idade ao primeiro parto é uma das de mais fácil mensuração (MELLO, 2004). Sendo um indicativo de precocidade sexual e, portanto, de elevada importância econômica, uma vez que define o início da vida produtiva de uma fêmea leiteira e influencia os custos de reposição das matrizes (FACÓ et al., 2008). Búfalas precoces produzirão mais crias e leite em sua vida produtiva que aquelas que ingressaram tardiamente na reprodução (PEREIRA et al., 2007).

Mesmo se as características de fertilidade apresentarem herdabilidade muito baixa ou próxima de zero, sofrendo fundamentalmente influência dos efeitos ambientais (TONHATI et al., 2000), o uso destas em programas de melhoramento genético está relacionado, principalmente, com as taxas de ganho genético anual (CASSIANO et al., 2004), apresentando variação genética aditiva suficiente para responder à seleção (BERTIPAGLIA et al., 2007).

Portanto, o valor da herdabilidade, aliado à relevância econômica, justifica a inclusão da idade ao primeiro parto nos critérios de seleção para gado leiteiro nos trópicos. A elevada correlação genética (0,93) entre produção de leite e duração da lactação em até 305 dias indica que não se devem eliminar lactações curtas ou corrigi-las pela duração da lactação, nas avaliações genéticas ou estudos com gado mestiço leiteiro (VERCESI FILHO et al., 2007).

3.2.2. Intervalo de Partos (IDP)

O intervalo de partos é o período ocorrido entre dois partos consecutivos, sendo um dos parâmetros mais importantes para medir a eficiência reprodutiva do rebanho. É constituído por duas fases distintas da vida reprodutiva da fêmea: período de serviço e período gestacional. Dentre essas, o período de serviço (intervalo entre o parto e o primeiro cio fértil) é o que requer maior demanda de cuidados no manejo. Fêmeas que recebem nutrição balanceada e que tiveram período de descanso no ciclo reprodutivo anterior, geralmente, são as que apresentam os menores períodos de serviço (PEREIRA et al., 2007).

Menores intervalos de partos fornecerão maior número de novilhas de alto potencial genético que serão disponibilizados para substituir as fêmeas que vão sendo descartadas do rebanho (CASSIANO et al., 2004). Assim como a redução da taxa de prenhez e maior intervalo de partos diminuem a produção de bezerras, aumentando as despesas de manutenção das vacas secas e as taxas de descarte (BARBOSA et al., 2011).

Pode ser calculado em termos médios de rebanho, ou para fêmeas individualmente. Apenas pela análise dos dados médios deste intervalo, pode-se avaliar problemas com a eficiência reprodutiva de uma determinada propriedade, sendo possível observar o aumento na produção anual de leite do rebanho com a diminuição do intervalo de partos (PEREIRA et al., 2007).

Um intervalo de partos ideal é de doze meses, sendo, fisiologicamente, possível e economicamente vantajoso (TÉLLEZ et al., 2005). No entanto, é aceitável que a búfala produza duas crias a cada três anos, devido às peculiaridades reprodutivas desta espécie, como a estacionalidade reprodutiva (OBA; CAMARGOS, 2011).

A estratégia mais adequada para melhorar o desempenho para a característica intervalo de partos é a utilização de cruzamentos (FACÓ et al., 2008). Contudo, os estudos nos rebanhos regionais e nacional são fundamentais para se estabelecer o manejo reprodutivo adequado, principalmente para otimizar a grande adaptação da espécie às condições das diversas regiões do Brasil onde, esses animais, apesar de um mês a mais no período de gestação, conseguem produzir uma cria por ano, sem quaisquer problemas, bastando um bom controle das variáveis ambientais no pós parto, sendo a alimentação fundamental para isso.

3.2.3. Período de Serviço (PS)

O período de serviço é definido como o intervalo do parto à concepção, ou seja, o primeiro cio fértil, sendo um componente importante da eficiência reprodutiva, e influencia diretamente no intervalo de partos. Vários fatores interferem na duração desse período, entre eles, o fator nutricional (búfalas com carências alimentares apresentam período mais prolongado), a idade da búfala (novilhas tendem a apresentar maior período) e os fatores ambientais e genéticos, dentre outros (PEREIRA et al., 2007).

O efeito touro também é importante na redução do PS, sendo recomendada a permanência do reprodutor no período pós-parto (ZICARELLI et al., 1997).

As búfalas devem apresentar uma rápida involução uterina e um rápido reinício da atividade ovariana pós-parto para engravidarem novamente, sem atrasos nos índices reprodutivos (BARUSELLI, 1993). A gestação dos bubalinos em torno de 10 meses, quanto maior o tempo que uma búfala leva para engravidar, maior será o intervalo de partos e menor será a taxa de nascimentos no rebanho. A búfala deve ficar prenhe até dois ou três meses no pós-parto, para obtenção de boa taxa de nascimento (PEREIRA et al., 2007).

A avaliação de características fenotípica de raças bubalinas nacionais e do tipo Baio na Amazônia o período de serviço médio foi de 191,30 dias (CASSIANO et al., 2003). A ordem de parto e o ano e mês de nascimento influenciaram o período de serviço. As médias das características produtivas nas populações de bubalinos, criadas na região Amazônica, demonstram que a espécie encontra-se adaptada àquelas condições, constituindo-se em uma alternativa para os criadores.

Estudando-se animais da raça Murrah no Estado de São Paulo, a média observada e o desvio padrão para o período de serviço foram, respectivamente, 164,93 e $\pm 82,43$ dias o que, indica que as mesmas devem ser consideradas na adequação do manejo e na comparação de animais com finalidade seletiva (MORETTI et al., 2004).

As características reprodutivas mais importantes para a obtenção de um maior índice de eficiência reprodutiva e, conseqüentemente, uma vida útil mais produtiva, são a IPP e o IDP, sendo este fundamental para manter a produção de uma cria por ano e, assim, uma eficiência reprodutiva próxima de 100%, visto um dos métodos de cálculo desta é a razão entre o IDP ideal e o observado. Assim, as avaliações genéticas dessas características demonstram maior variabilidade, significa que há como manipular através de manejo adequado um dos maiores gargalos do melhoramento animal. Assim, os estudos da associação de características fenotípicas com os parâmetros genéticos fornecem importantes subsídios para o manejo da eficiência reprodutiva e, conseqüentemente, incrementos reais na cadeia produtiva da espécie.

3.3. ANÁLISES GENÉTICAS

A avaliação ou análise genética é um processo que consiste em prever o valor genético dos animais, compatível com as restrições impostas pela estrutura dos dados disponíveis, pela metodologia adotada e pelos recursos computacionais existentes (VERNEQUE, 1994).

A avaliação genética e a posterior seleção dos animais dependem de vários fatores, dentre eles, a disponibilidade de estimativas de parâmetros genéticos para as características de interesse (SARMENTO et al., 2006).

A identificação de indivíduos com genótipos superiores que, sob uso reprodutivo mais intenso, deixam um maior número de proles, promovendo o melhoramento da espécie, assim como para melhorar o potencial zootécnico desses indivíduos. No entanto, a tarefa de identificação do genótipo do indivíduo por meio de seu fenótipo não é tarefa simples, pois, além da ação de fatores ambientais, existe também a ação gênica não aditiva. Assim, uma das

formas mais seguras de predição do valor genético dos animais é por meio da avaliação genética, utilizando-se de toda a informação disponível nos indivíduos e em seus parentes (ARAÚJO et al., 2008).

3.3.1. Parâmetros genéticos

Os parâmetros genéticos estudados neste trabalho são as herdabilidades e as correlações genéticas das características produtivas e de eficiência reprodutiva que geram índices para nortear os programas de melhoramento. Pereira (2008) afirma que as estimativas de parâmetros genéticos, herdabilidade e correlação genética para características produtivas determinarão o esquema de seleção a ser adotado.

O conhecimento de parâmetros genéticos é necessário na estimativa de valores genéticos, na combinação de características em índices de seleção, na otimização de esquema de seleção, bem como na previsão de resposta à seleção (SILVEIRA, 2004).

Para determinar adequadas estratégias de melhoramento genético, é necessário o conhecimento de parâmetros genéticos para características de crescimento em várias idades, tais como as herdabilidades e as correlações genéticas (BEHZADI; SHAHROUDI; VAN VLECK, 2007).

Entre os parâmetros genéticos, a herdabilidade e a correlação genética são as principais estimativas de interesse para o planejamento de um programa de melhoramento (PIRES et al., 2000).

3.3.1.1. Herdabilidade /Correlações

A herdabilidade (h^2) é a fração herdável de um fenótipo que será transmitida para a geração futura, como relata Silva (1982) "é a fração da variância fenotípica atribuída à diferença entre os genótipos dos indivíduos de uma população", referindo-se às definições de Lush (1949) que afirmou ser a essência deste índice a "ação aditiva dos genes", definindo dois conceitos distintos à herdabilidade, ou seja: uma Geral reportando-se à ação do genótipo total em relação ao conjunto de fatores de variação e a outra Restrita ressaltando explicitamente à ação aditiva dos genes.

Está associada ao manejo genético quando, no seu sentido restrito, induz ao planejamento de um programa de melhoramento genético. Não basta se estimar a contribuição de fatores aditivos, tem-se a necessidade de se importar com os componentes de variância fenotípica, havendo que se considerar nestes casos três problemas, que são: a validade da

estimativa (acurácia); os efeitos da seleção e os efeitos de endocruzamentos ou consanguinidade. Tudo isto pode ser traduzido, em parte, como manejo genético com base nos parâmetros estimados em uma população qualquer (SILVA, 1982).

O coeficiente de herdabilidade é o parâmetro genético de maior importância para a determinação da estratégia a ser utilizada em melhoramento, porque mede a capacidade de transmissão desse caráter à sua progênie (KARSBURG, 2003). A herdabilidade restrita é a fração da variância fenotípica atribuída à ação aditiva dos genes. Sendo assim, seu valor tem como principal função expressar a confiança que se pode ter no fenótipo do animal como guia para prever seu valor genético (PEREIRA, 2008).

Vale ressaltar que a h^2 possui condições de aplicabilidade muito restritas no espaço-tempo, ou seja, “a herdabilidade representa a situação da variância genética de apenas uma determinada fração da população, dentro das condições específicas em que foi feita a estimação” (SILVA, 1982), conceito este fundamentado por seus idealizadores como um marco orientador para programas de melhoramento genético, em trabalhos considerados clássicos para os estudos dos coeficientes genéticos como Hazel (1943), Biquet Jr. (1968), Lush (1936; 1940; 1949), Bel (1982), Hill (1971) e Henderson et al (1959; 1975).

A herdabilidade é uma propriedade da característica, como também da população e das circunstâncias ambientais as quais os indivíduos estão sujeitos. Quando a herdabilidade estimada para determinada característica é alta, o valor fenotípico é um bom indicador do valor genético do animal. Características de baixa herdabilidade, exceto quando a intensidade de seleção é alta, não apresentam respostas satisfatórias em trabalho de seleção dos animais (SIQUEIRA; GUIMARÃES; PINHO, 2013).

Os valores de herdabilidade podem variar de 0,0 a 1,0, ou seja, de 0 a 100%. Quando a herdabilidade de uma característica é baixa (0,0 a 0,1) significa que grande parte da variação da característica é devida às diferenças ambientais entre os indivíduos e a seleção não será efetiva; quando alta (acima de 0,3), significa que diferenças genéticas entre os indivíduos são responsáveis, em grande parte, pela variação da característica. Quando apresenta valores entre 0,1 e 0,3, é considerada apenas mediana (PEREIRA, 2008).

Sobre os valores das herdabilidades das características reprodutivas, os resultados confirmam que as mesmas dependem em grande parte do manejo imposto aos rebanhos. Com referência ao valor de herdabilidade obtido para produção de leite, ficou confirmado que essa característica apresenta variância genética aditiva de média a baixa, podendo constituir valioso auxílio na seleção (GROSSI; FREITAS, 2002).

Uma estimativa da herdabilidade alta indica que a correlação entre o fenótipo e o genótipo dos indivíduos também é alta, podendo ser feita seleção com base no desempenho do próprio indivíduo (THOLON, 2000).

Estatisticamente, a correlação pode ser definida como a associação entre as funções de distribuição de duas ou mais variáveis aleatórias, em que a ocorrência do valor de uma favorece a ocorrência de um conjunto de valores das outras. As causas de correlação genética entre duas características podem ser permanentes ou transitórias. A causa permanente para que os caracteres sejam correlacionados geneticamente é a pleiotropia, em que o grau de correlação originado expressa a intensidade pela qual duas características são influenciadas pelos mesmos genes (FALCONER, 1987).

As correlações genéticas podem ser úteis por permitirem uma avaliação indireta de uma determinada característica possibilitando conhecer o grau de dependência entre ambas (THOLON, 2000).

A origem e a grandeza da relação existente entre as características são de grande importância no melhoramento em geral, pois visam aprimorar o material genético de um conjunto de caracteres que agem simultaneamente (SIQUEIRA; GUIMARÃES; PINHO, 2013).

A correlação pode variar de -1 a 1. Quando positiva, o aumento em uma delas leva ao aumento na outra e, quando negativa, o aumento em uma delas leva à diminuição na outra. Essas correlações podem ser consideradas favoráveis ou desfavoráveis de acordo com o que se espera das características analisadas conjuntamente (CARDELLINO; ROVIRA, 1983).

A magnitude e o sentido das respostas correlacionadas são determinados, principalmente, pela correlação genética entre as características envolvidas (PEREIRA, 2008).

3.3.2. Valor genético/ Capacidade de Transmissão Prevista (PTA)

Valor genético é a fração do valor genotípico que pode ser transmitido dos pais para os filhos, obtido nas avaliações, que diz respeito à superioridade genética de um animal em relação à base, ou seja, zero. Os animais podem ser, quanto ao seu valor genético, positivos (ou superiores) ou negativos (inferiores) em relação aos animais da base, cujo valor genético é zero. Indica se as filhas de um reprodutor são em média, superiores às filhas dos demais, considerando as mesmas condições ambientais, ou seja, as mesmas oportunidades de

expressar o seu potencial. A unidade do valor genético é a mesma da característica avaliada, por exemplo, kg, %, escores, etc (GONÇALVES; OLIVEIRA, 2009).

A seleção é a escolha dos animais que serão progenitores da próxima geração e, para a identificação desses, é necessário determinar o seu mérito genético (BOCCHI, 2003). Quando se utilizam, simultaneamente, várias características para construir índices de seleção, as correlações são importantes para decidir quais características serão incluídas e que peso relativo será dado a cada uma delas (CARDELLINO; ROVIRA, 1983), visto que, a informação de uma delas contribuirá para a determinação do mérito genético da outra.

A DEP (Diferença Esperada na Progênie) ou PTA (Habilidade Provável ou Prevista de Transmissão) correspondem à metade do valor genético do animal e, como já diz o próprio nome, servem para comparar e classificar animais. O processo de melhoramento genético depende do acasalamento, o mesmo cuidado com a seleção das vacas deve ser considerado na escolha dos touros. A utilização de reprodutores provados é uma opção acertada e o uso de PTA para avaliação genética de animais vem representando uma mudança em direção ao manejo, possibilitando maior eficiência na seleção (SILVA, 2010).

3.3.3. Acurácia

Representa a associação entre o valor genético previsto de um animal e seu valor genético real. Quanto maior a confiabilidade, maior a certeza de que o valor de PTA estimado representa o real valor genético do touro. Reprodutores, com maior número de filhos em maior número de rebanhos, geralmente, apresentam estimativas (acurácias) mais precisas. Assim, se, por exemplo, se o reprodutor A possuir uma PTA de +100 kg com acurácia de 0,50, estima-se que sua progênie terá 50% de probabilidade de apresentar 100kg a mais de produção leiteira que a média da população. Já um reprodutor com PTA de +50 kg, e acurácia de 0,92, teria 92% de probabilidade de apresentar na sua progênie uma produção 50 kg superior. (ABCB, 2007).

A acurácia ou a confiabilidade é um valor atrelado à DEP/PTA e é um indicador de que essa DEP/PTA foi bem estimada. Esse valor varia de 0 a 1 ou, de 0 a 100% e mede a associação entre o valor genético estimado/predito de um reprodutor e o seu valor genético verdadeiro: quanto mais próxima de 1 ou 100%, melhor é a acurácia (ZADRA, 2012).

O advento dos marcadores moleculares na década de 80 trouxe a possibilidade da utilização da seleção genômica como ferramentas auxiliares no processo de seleção. O grande atrativo dessas ferramentas em benefício do melhoramento genético aplicado é a utilização

direta das informações de DNA na seleção, de forma a permitir alta eficiência seletiva, grande rapidez na obtenção de ganhos genéticos e baixo custo, em comparação com a tradicional seleção baseada em dados fenotípicos (RESENDE et al., 2008).

A seleção genômica é um método mais preciso para estimar os valores genéticos e a similaridade entre animais já que utiliza marcadores genético sem diversos locos espalhados pelo genoma ao invés de apenas as informações de pedigree (VANRADEM, 2008).

Estudos reportam que a utilização da seleção genômica pode aumentar a confiabilidade dos valores genéticos preditos em relação ao método tradicional de seleção, podendo reduzir o intervalo de geração pela possibilidade de genotipagem de animais jovens o que pode resultar em aumento na resposta à seleção ao longo do tempo (SENO et al., 2013).

Estudos realizados por Berton et al (2013) em bubalinos constataram a existência 454 marcadores do tipo polimorfismo de base única significativos ($p < 0,01$) que afetam a produção de leite de búfalas, tendo marcadores nos cromossomos 15 e 20 do genoma bovino que afetam a produção de leite.

Os estudos de associação, utilizando o painel dos bovinos, mostraram que os referidos painéis não são os mais indicados, uma vez que não temos a posição exata dos marcadores nos cromossomos da espécie bubalina (SENO et al., 2013).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABCB-Associação Brasileira de criadores de Búfalos. **Programa de Melhoramento Genético das raças Bubalinas**. São Paulo: UNESP, 2007.
- AMARAL, F.R. et al. Qualidade do leite de búfalos: composição. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, v.29, n.2, p.106-110, 2005.
- ARAUJO, C.V. et al. Heterogeneidade de variâncias e parâmetros genéticos para produção de leite em bubalinos da raça Murrah, mediante interferência Bayesiana. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.9, n.3, p.416-425, 2008.
- BARBOSA, C.F. et al. Inseminação artificial em tempo fixo e diagnóstico precoce de gestação em vacas leiteiras mestiças. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, n.1, p.79-84, 2011.
- BARUSELLI, P.S. **Manejo reprodutivo de bubalinos**. São Paulo: SAA/Cordenadoria da Pesquisa Agropecuária: Instituto de Zootecnia/EEZ-Vale do Ribeira, 1993. 46p.
- BASTIANETTO, E. Aspectos econômicos da criação de bubalinos em Minas Gerais. In: SIMPÓSIO MINEIRO DE BUIATRIA, 2., 2005, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: SMB, 2005. p.1-14.
- BASTIANETTO, L.; ESCRIVÃO, E.S.C.; OLIVEIRA, D.A.A. Influência das características reprodutivas da búfala na produção, composição e qualidade do leite. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, v.29, n.1, p.49-52. 2005.
- BEHZADI, M.R.B. SHAHROUDI, F.E.; VAN VLECK, L.D. Estimates of genetic parameters for growth traits in Kermani sheep. **Journal of Animal Breeding and Genetics**, v.124, n.5, p.296-301, 2007.
- BEL, A. E. Heritability in retrospect. **Journal Herdiy**. v.68, p297-300, 1982.
- BERNARDES, O. Bubalinocultura no Brasil: situação e importância econômica. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, v.31, n.3, p.293-298, 2007.
- BERTIPAGLIA, E.C.A. et al. Estimativas de parâmetros genéticos e fenotípicos de características do pelame e de desempenho reprodutivo de vacas holandesas em clima tropical. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.2, p.350-359, 2007.
- BERTON, M.P. et al. Análise de associação genômica para produção de leite em bubalinos. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE MELHORAMENTO ANIMAL, 10, 2013, Uberaba. **Anais...** Uberaba: SBM, 2013.
- BIQUET JR., R. Heritabilidade como regressão. **Veterinária**. Rio de Janeiro, v.21, p.11-15, 1968.
- BOCCHI, A.L. **Avaliação genética**. In: Curso on-line: Melhoramento genético: teoria e prática – Módulo 4, 2003. Agropoint. Disponível em: <http://www.agropoint.com.br>, 2003.
- CARDELINO, R.; ROVIRA, J. **Mejoramiento genético animal**. Buenos Aires: Agropecuária Hemisfério Sul, 1983. 253p.

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.

CASSIANO, L.A.P. et al. Caracterização fenotípica de raças bubalinas nacionais e do tipo Baio. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.38, n.11, p.1337-1342, 2003.

DIAS, S.S. et al. Avaliação da disponibilidade e rotulagem de derivados de leite de búfala nas diferentes estações do ano comercializados na zona oeste do rio de janeiro. **Alimentos e Nutrição**, v.23, n.3, p.421-426, 2012.

DUARTE, J. et al. Efeitos ambientais sobre a produção no dia do controle e características físico-químicas do leite em um rebanho bubalino no Estado de São Paulo, Brasil. **Revista Instituto de Laticínios “Candido Tostes”**,v.56, n.322, p.17-20, 2001.

EMBRAPA AMAZÔNIA ORIENTAL. **Análise genética aplicada à seleção de búfalos (*Bubalus bubalis*) para carne e leite de qualidade**. Brasília: EMBRAPA, 2014. 39p.

FACÓ, O. et al. Efeitos genéticos aditivos e não-aditivos para características produtivas e reprodutivas em vacas mestiças Holandês × Gir. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.1, p.48-53, 2008.

FALCONER, D.S. **Introdução à genética quantitativa**. Viçosa: UFV, 1987.279p.

FREITAS, M.A.R. **Aspectos fenotípicos e genéticos da produção de leite e suas relações com a reprodução em um rebanho da raça Holandesa**. 1981. 146p. Tese (Doutorado) - Universidade de São Paulo, USP, Ribeirão Preto, 1981.

GONÇALVES, H.C. et al. Fatores Genéticos e de Meio na Produção de Leite de Caprinos Leiteiros. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.3, p.719-729, 2001.

GONÇALVES, R.C.; OLIVEIRA, L.C. **Embrapa Acre: Ciência e Tecnologia para o Desenvolvimento Sustentável do Sudoeste da Amazônia**. Rio Branco, AC: Embrapa Acre, 2009.

GROSSI, S.F.; FREITAS, M.A.R. Eficiência reprodutiva e produtiva em rebanhos leiteiros comerciais monitorados por sistema informatizado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31 n.3 (supl.), 2002.

HAZEL, The genetic basis for constructing selection indexes. **Genetics**.v.28, p.476-490, 1943.

HENDERSON, C.R. Comparison of alternative sire evaluation methods. **Journal Animal Science**.v.15, p.760-770, 1975.

HENDERSON, C.R. et al. The estimation of environmental and genetics trends from records subject to culling. **Biometrics**.v.15, p.192-218, 1959.

HILL, W.G. Design and efficiency and selection experiments for estimating genetic parameters. **Biometrics**. v.27, p.293-311, 1971.

IBGE. Instituto Brasileira de Geografia e Estatística. **Produção da Pecuária Municipal 2013**. v.41, 100p., 2013.

KARSBURG, J.H.H. **Estimativas de Parâmetros Genéticos de Características de Carcaça Medidas por Ultra-sonografia e de Desenvolvimento Ponderal em Bovinos da Raça Santa Gertrudis**. 2003. 103p. Dissertação (Mestrado). Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos/Universidade de São Paulo, USP, Pirassununga, 2003.

LUSH, J. L. Genetics aspects of the Danisch system of progeny testing swine. Iowa: **Iowa Agricultural Experiment Station Research Bulletin**. v.204, 1936.

LUSH, J. L. Intra-Sire correlations or regressions of offspring on dam as a method of estimating heritability of characteristics. In: AMERICAN SOCIETY OF ANIMAL PRODUCTION. 1., Iowa, 1940. **Proceedings...** Iowa: ISC, 1940. p. 293-301.

LUSH, J. L. Heritability of quantitative characteres in farm animals.**Journal Hereditas**. v. 35, n.1, p.311-321, 1949.

MADALENA, F.E. Economic evaluation of breeding objectives for milk and beef production in tropical enviroments. In: WORLD CONGRESS GENETIC APPLIED LIVESTOCK PRODUCTION, 3., 1986, Lincoln, NA. **Proceedings...**Lincoln: WCGALP, 1986, v.9, p.33-43.

MARQUES, J.R.F. **Búfalos: 500 Perguntas 500 Respostas**. Brasília: Embrapa/SCT. 2000. 176p.

MATOS, R.S. Parâmetros genéticos para produção de leite e gordura da raça Holandesa no Estado do Rio Grande do Sul. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 33., Fortaleza, 1996. **Anais...**Fortaleza: SBZ, p.86-87.

MELLO, S.P. **Análise genético-quantitativa da eficiência produtiva de um rebanho bovino da raça Canchim**. 2004. 66p. Tese (Doutorado). Universidade Federal de São Carlos, UFSCar, São Carlos, 2004.

MORETTI, M.H. et al. Fatores ambientais que afetam a idade ao primeiro parto, o intervalo de partos, o período seco e a duração da lactação em búfalos. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA USP, 12., 2004, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: SICUSP, 2004.

OBA, E.; CAMARGOS, A.S. Manejo reprodutivo em bubalinos de corte. (2011) Disponível em: http://www.fmvz.unesp.br/andrejorge/IISCPBubalino_2011_CD-OM/II_SCPB_EuniceOba.pdf. Acesso em: 11/06/2015.

PEEVA T. Composition of buffalo milk. Source of specific effects on the separate components. **Bulgari Journal Agriculture Science**, v.7, p.329-335, 2001.

PEIXOTO JOELE, M.R.S.et al. Sistemas silvipastoril e tradicional na Amazônia Oriental - produção e qualidade da carcaça e carne de búfalos. **Ciências Agrárias**, v.34, n.5, p.2457-2464, 2013.

PEREIRA, J.C.C. **Melhoramento genético aplicado à produção animal**. Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais, 2008. 617p.

PEREIRA, R.G.A. et al. **Eficiência reprodutiva de búfalos**. Porto Velho, RO: EMBRAPA RONDÔNIA, 2007. 15p. (Série Documentos).

PIRES, A.V. et al. Estimacão de Parâmetros Genéticos de Características Reprodutivas em Suínos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.6, p.1698-1705, 2000.

RESENDE, M.D.V. et al. Seleção genômica ampla (GWS) e maximização da eficiência do melhoramento genético. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 56, p.63-77, 2008.

RIBAS, N.P. et al. Estimativas de parâmetros genéticos para as características de produção da raça Holandesa no estado do Paraná. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.22, n.04, p.634-641, 1993.

RODRIGUES, A.E. et al. Estimacão de parâmetros genéticos para características produtivas em búfalos na Amazônia Oriental. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.62, n.3, p.712-717, 2010.

RORATO, P.R.N. **Interação genótipo-ambiente no desempenho produtivo da vacas da raça Holandesa**. 1988. 71p. Tese (Doutorado) – Universidade de São Paulo, USP, Ribeirão Preto, 1988.

SAMPAIO NETO, J.C. et al. Avaliação dos desempenhos produtivo e reprodutivo de um rebanho bubalino no Estado do Ceará. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.2, p.368-373, 2001.

SARMENTO, J.L.R. et al. Estimacão de parâmetros genéticos para características de crescimento de ovinos Santa Inês utilizando modelo Uni e Multicaracterísticas. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.58, n.4, p.581-589, 2006.

SENO, L.O. et al. Estratégica de seleção na bubalinocultura leiteira. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE MELHORAMENTO ANIMAL, 10, 2013, Uberaba. **Anais...** Uberaba: SBM, 2013.

SENO, L.O.; CARDOSO, V. L.; TONHATI, H. Valores econômicos para as características de produção de leite de búfalas no estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.6, p.2011-2016, 2007.

SILVA, J.C. Teste de progênie: Ferramenta de melhoramento genético e avaliação/seleção de reprodutores Gir leiteiro. **Revista olhar científico**, v.1, n.2, 2010.

SILVA, R.G. **Métodos de genética quantitativa aplicados ao melhoramento animal**. Ribeirão Preto: SBG. 1982. 162 p.

SILVEIRA, J.C. Estudo da influencia de fatores genéticos e ambientais sobre as características produtivas e reprodutivas em bovinos Nelore no Estado do Mato Grosso do Sul. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.6, p.1432-1444, 2004.

SIQUEIRA, J.B.; GUIMARÃES. J.D.; PINHO, R.O. Relação entre perímetro escrotal e características produtivas e reprodutivas em bovinos de corte: uma revisão. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, v.37, n.1, p.3-13, 2013.

TÉLLEZ, M.B. et al. Influencia de la época y región em algunos indicadores reproductivos del búfalo de agua (*Bubalus bubalis*) em el territorio oriental de Cuba. **Revista Electrónica de Veterinaria**, v.6, n.9. p.1-6, 2005.

THOLON, P. **Estudo genético quantitativo de características de importância em caprino da raça Saanen**. 2000. 55p. TCC (Monografia) – Faculdade de Ciência Agraria e Veterinárias/Universidade Estadual Paulista, UNESP, Jaboticabal, 2000.

TONHATI, H. et al. Parâmetros genéticos para a produção de leite, gordura e proteína em Bubalinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.6 (Supl.), p.2051-2056, 2000.

VANRADEN, P. M. Efficient methods to compute genomic predictions. **Journal Dairy Science**, v.91, p.4414-4423. 2008.

VERCESI FILHO, A.E. et al. Parâmetros genéticos entre características de leite, de peso e a idade ao primeiro parto em gado mestiço leiteiro (*Bos taurus* x *Bos indicus*). **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.59, n.4, p.983-990, 2007.

VERNEQUE, R.S. **Procedimentos numéricos e estimação de componentes de covariância em análise multivariada pelo método da máxima verossimilhança restrita: modelos mistos aplicados ao melhoramento animal**.1994. 155p. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, ESALQ, Piracicaba, 1994.

VIEIRA, M.C. et al. Viabilidade econômica da implantação de uma unidade industrial para a produção de mozzarella e de massa coagulada, fermentada e congelada de leite de búfala. **Informação Econômica**, v.39, n.10, p.32-42, 2009.

ZADRA, L.E.F. Seleção de bovinos e interpretação de DEP (Diferença Esperada na Progênie), **Pesquisa & Tecnologia**, v.9, n.1, 2012.

ZAMBIANCHI, A.R.; FREITAS, M.A.R.; PEREIRA, C.S. Efeitos Genéticos e de Ambiente sobre Produção de Leite e Intervalo de Partos em Rebanhos Leiteiros Monitorados por Sistema de Informação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.28, n.6, p.1263-1267, 1999.

ZICARELLI, L. et al. Influence of insemination technique and ovulation time on fertility in synchronized buffaloes. In: WORLD BUFFALO CONGRESS, 5., 1997, Caserta, Italy, **Proceedings...**, Italy: [s.n.].p. 732-737.

4. ARTIGO 1 - CARACTERÍSTICAS FENOTÍPICAS EM BÚFALOS (*Bubalus bubalis*) LEITEIROS NA AMAZÔNIA ORIENTAL

O Artigo de acordo com as normas da Revista Brasileira de Medicina Veterinária e Zootecnia

RESUMO

Os búfalos por se tratarem de animais rústicos e adaptados aos mais diversos ambientes vêm se difundindo mundialmente, tornando se uma criação vantajosa economicamente em relação a outras espécies domésticas. O presente estudo teve objetivo de avaliar características fenotípicas da produção de leite e da eficiência reprodutiva de búfalos. Foram utilizados 2.459 registros fenotípicos de búfalos das raças Murrah, Mediterrâneo e mestiços, do rebanho da EMBRAPA – CPATU, do período de 1953 a 2013. As características avaliadas foram: produção total de leite (PTL), percentual de gordura (G), idade ao primeiro parto (IPP), intervalo de partos (IDP) e período de serviço (PS). A estatística descritiva foi trabalhada nos ambientes da planilha *Microsoft Excel* e do pacote *SAS*. Os resultados gerais foram: PTL = 1741,00±496,48 kg, G = 7,07±0,86 %, IPP= 49,39±7,37 meses, IDP = 13,16±0,79 meses e PS = 91,52±24,22 dias. Na análise de variância para PTL os efeitos de variância mais significativos foram a ordem de parto e o grau de sangue da fêmea, para G foi grau de sangue da fêmea, para IPP foram estação de parto e ordem de parto e para IDP e PS foram estação de parto e o sexo do bezerro. As correlações fenotípicas entre PTL e G foi 0,034, entre PTL e IPP 0,118, entre PTL e IDP 0,070, entre PTL e PS 0,070, entre G e IPP -0,113, entre G e IDP -0,025, entre G e PS -0,025, entre IPP e IDP 0,445, entre IPP e PS 0,445 e entre IDP e PS 1,00. Conclui-se que é possível realizar um manejo genético satisfatório em rebanhos regionais, levando se em conta as informações fenotípicas, e essas possibilitam posteriores análises genéticas do rebanho estudado.

Palavras-chave: Produtividade. Manejo genético. Produção de leite.

ABSTRACT

Buffalo because they are rustic animals and adapted to many different environments have spread worldwide making it a profitable economically creation relative to other domestic species. The present study evaluate phenotypic characteristics of milk production and reproductive efficiency of buffalo. We used 2,459 phenotypic records buffaloes of Murrah, Mediterranean and mestizos from EMBRAPA – CPATU herd between the period from 1953 to 2013. The characteristics evaluated were: total milk production (TMP), fat percentage (F),

age at first calving (AFC), calving interval (CI) and service period (SP). Descriptive statistics were crafted in the environment of Microsoft Excel spreadsheet and the SAS package. The overall results were: $TMP = 1741.00 \pm 496.48$ kg, $F = 7.07 \pm 0.86\%$, $AFC = 49.39 \pm 7.37$ months, $CI = 13.16 \pm 0.79$ months and $SP = 91.52 \pm 24,22$ days. In variance analysis for TMP the most significant variance effects were the order of birth and the degree of blood female to F was degree of female blood, AFC were delivery station and the delivery order and CI and SP were season of calving and calf sex. The phenotypic correlations between TMP and F was 0.034, between TMP and AFC 0.118, between TMP and CI 0.070, between TMP and SP 0.070, between F and AFC -0.113, between F and CI -0.025, -0.025 between F and SP, among AFC and CI 0.445, 0.445 between AFC and SP and between CI and SP 1.00. It concludes that it is possible to perform a satisfactory genetic management in regional herds taking into account the phenotypic information and these enable subsequent genetic analyzes of the herd studied.

Keywords: Productivity. Genetic management. Milk production.

INTRODUÇÃO

A bubalinocultura está se desenvolvendo no país como uma alternativa rentável. Isso porque o búfalo se adapta facilmente aos ambientes diversificados. A produção e o consumo de leite de búfalo vêm crescendo em função da demanda por alimentos como queijos e manteiga. Os elevados teores de gordura e sólidos totais no leite de búfala aumentam o rendimento na fabricação dos derivados em relação ao leite bovino (Brasil, 2015; Rosales, 2013).

Tal fato está estritamente relacionado à produção de leite e, segundo dados da FAO (2012), em 2010 a produção de leite de búfala representou 13% da produção de leite mundial. Comparando as produções mundiais de leite bovino e bubalino o aumento na produção foi de 22,29% e 39,10%, respectivamente.

No Brasil as búfalas geralmente produzem entre 1500 e 4500 litros de leite por lactação. Apresentam uma vida produtiva maior que a de fêmeas bovinas podendo chegar até mais de 20 anos de idade produzindo. Porém existem fatores limitantes da produção comercial de leite de búfala, são eles: idade tardia ao primeiro parto, a sazonalidade reprodutiva, intervalo de partos prolongados e o período de secagem longo (FAO, 2015).

Países asiáticos, com importância na bubalinocultura leiteira, têm investido em genética para aumentar a produção de leite bubalino (Patiño, 2011).

Nas últimas décadas, especialmente na Bulgária, China, Egito, Índia e Paquistão, diferentes programas de melhoramento têm tentado melhorar a produção de leite de búfalo de rio. Raças leiteiras especializadas de búfalos mais conhecidos são: Murrah, Nili-Ravi, Kundi, Surti, Jafarabadi, Bhadawari e Mhesana (FAO, 2015).

A aquisição, no Brasil, inicialmente foi motivada pelo seu exotismo e não pelas suas qualidades zootécnicas. Apenas em 1962 e 1989 foram importados animais puros e selecionados, respectivamente da Itália e da Índia (Santiago, 2000; Bernades, 2007).

Na Amazônia, a criação de búfalos é predominantemente extensiva, em ecossistemas de pastagens nativas, destacando-se a ilha de Marajó e a região de toda a calha do Amazonas e, em poucos casos, em pastagens cultivadas, nas regiões do continente onde são criadas com maior expressividade as raças Murrah e Mediterrâneo e, em menor número, as raças Carabao e Jafarabadi (Lodovino, 1996).

Embora haja trabalhos realizados no país sobre as características produtivas e reprodutivas dos bubalinos (Tonhati *et al.*, 2000; Cassiano *et al.*, 2003; Tonhati *et al.*, 2004), ainda há carência de informações sobre estimativas dos parâmetros genéticos nesta espécie.

A adoção de metodologia estatística aplicada a bancos de dados estabelecidos através de escrituração zootécnica sistemática e fidedigna torna-se essencial ao conhecimento do comportamento reprodutivo de rebanhos, sendo possível avaliar o quadro existente, objetivando-se a definição de novas metas, o conhecimento de fatores que estão comprometendo o desempenho reprodutivo, bem como, propor soluções às deficiências detectadas (Bonato e Simioni, 2015).

O fator que restringe a produtividade bubalina na região e em todo o País é a falta de reprodutores, considerados de boa qualidade genética, pois há sistemas de produção, que abordam desde o manejo geral até o melhoramento genético dos rebanhos, faltando ações contundentes de governo para que a cadeia produtiva do búfalo possa se beneficiar disto. Esta lacuna deverá ser preenchida em parte por este trabalho que produzirá fortes indícios de reprodutores que já podem ser utilizados como melhoradores.

Assim, o objetivo deste trabalho foi realizar uma avaliação das características fenotípicas dos búfalos leiteiros da Embrapa Amazônia Oriental, subsidiando as estratégias de manejo genético, dando suporte à estimação de parâmetros genéticos para um ranqueamento de touros para orientar os acasalamentos e/ou cruzamento e, conseqüentemente, uma seleção assistida, com base nos ganhos genéticos dos reprodutores selecionados.

MATERIAL E MÉTODOS

Animais e Área experimental

Foram utilizados 2.459 registros de nascimento de animais das raças Mediterrâneo, Murrah e meio-sangue do rebanho da EMBRAPA – CPATU, do período de 1953 a 2013, destacando-se dados de eficiência reprodutiva, controle leiteiro e pesos, e medidas em várias idades padrões.

O rebanho era mantido no campo experimental Felisberto Camargo (EMBRAPA – CPATU), localizado na área metropolitana do município de Belém - Pará, cujas coordenadas são 01° 27' 21" de latitude Sul e 48° 30' 16" de longitude Oeste, com uma altitude de 10m. Criados em um modelo físico de sistema de produção, onde as principais práticas de manejo sanitário e zootécnico eram realizadas.

O tipo climático é caracterizado como *Af*, ou seja, tropical chuvoso, com pequeno período seco. A temperatura média anual é de 27,2°C, com variação de 21,8 a 32,4°C. A umidade relativa do ar é em média 88% e a precipitação pluviométrica anual gira em torno de 2.537 mm. A insolação anual total é de 2.300 horas.

As principais unidades de relevo são as planícies e terraços. Os solos da região pertencem aos grupos Latossolo Amarelo. A alimentação constava majoritariamente de pastagens dos gêneros *Panicum*, *Echinochloa* e *Brachiaria*.

Foi realizada a estatística descritiva das características produtivas e reprodutivas estudadas:

- Produção total de leite (PTL);
- % Gordura (G);
- Idade ao primeiro parto (IPP);
- Intervalo de partos (IDP) e
- Período de serviço (PS),

Os resultados foram formatados na forma de tabelas e gráficos do *software* EXCEL, presentes no pacote *Microsoft Office* 2007.

Estatística descritiva e modelo matemático

O arquivo de dados foi formatado em planilhas no *software* Excel do pacote *Microsoft Office* 2007. Foram eliminados deste arquivo, dados inconsistentes, corrigidos os erros de digitação, animais com IPP maior que 1830 dias (60 meses) e menor que 549 dias (18 meses), animais com IDP maior que 450 dias (14 meses) e menor que 365 dias (12 meses), e animais com PTL menor 610 kg foram descartados. Foram consideradas duas épocas de parto, sendo chuvoso o período de janeiro a junho e o período menos chuvoso de julho a dezembro. As produções acumuladas até 305 dias (P305) foram calculadas com base no método em escada corrigido, de acordo com Bianchini Sobrinho (1986):

$$P305 = Y_1 X_1 + \sum_{i=2}^n y_i x_i + Y_n X_n$$

Em que:

Y_1 = produção diária de leite no primeiro controle;

X_1 = amplitude do intervalo do início da lactação ao primeiro controle;

n = número de controles;

y_i = produção diária de leite no i -ésimo controle;

x_i = amplitude do intervalo de controles;

Y_n = produção diária de leite no último controle e,

X_n = amplitude do intervalo do último controle ao final da lactação.

As estatísticas descritivas e as correlações fenotípicas pelo método de *Pearson* foram obtidas por meio do *PROC GLM* e a comparação das médias foi obtida pelo teste de Duncan do pacote *SAS (2004) for Windows (Statistical Analysis System, v. 8.02)*. O modelo utilizou como variáveis dependentes o peso ao nascimento, produção total de leite, percentual de gordura, idade ao primeiro parto, intervalo de partos e o período de serviço; e como variáveis independentes o sexo da cria, o grau de sangue do animal, a estação de parto e a ordem de parto.

RESULTADOS

Para uma percepção geral do comportamento das características estudadas realizou-se a estatística descritiva das mesmas (Tab. 1) onde se observa as médias gerais das

características estudadas, o desvio padrão, o número de observações, o coeficiente de variação, além dos valores máximo e mínimo para cada uma delas.

Tabela 1. Número de observações (N), médias aritméticas, desvios-padrão (DP), coeficiente de variação (CV), valores mínimos e máximos das características estudadas, entre os anos de 1953 e 2013 (total de 2.459 animais) para búfalos em geral.

Características ¹	N	Média	DP ±	CV %	Mínimo	Máximo
PTL (kg)	1177	1741,00	496,48	28,52%	621,50	4683,00
G (%)	842	7,07	0,86	12,16%	3,46	10,30
IPP (meses)	614	40,39	7,37	18,24%	21,31	59,93
IDP (meses)	589	13,16	0,79	6,03%	11,97	14,75
PS (dias)	589	91,52	24,22	24,46%	55,00	140,00

¹PTL = Produção total de leite, G = Percentual de gordura, IPP = Idade ao primeiro parto, IDP = Intervalo de partos, PS = Período de serviço.

Na Tab. 2 destacam-se as mesmas características já estudadas sob a influência das variáveis raças e /ou grupos genéticos. Na característica PTL a raça Murrah demonstrou maiores valores médios, com $1805,36 \pm 493,28$ kg, em relação aos outros grupos estudados, principalmente em relação ao mestiço, com médias de $1692,95 \pm 524,32$. Já na característica de G os mestiços obtiveram maior percentual ($7,54 \pm 0,82\%$), enquanto que a raça Murrah o menor percentual, $6,76 \pm 0,83$. Na característica de IPP não houve diferença estatística significativa entre as raças e/ou grau de sangue, porém o IDP e o PS apresentaram um comportamento idêntico entre eles, tendo os mestiços valores intermediários entre as raças Murrah e a Mediterrâneo.

Tabela 2. Número de observações (N) e média com desvio-padrão (DP) das características de acordo com a raça / grau de sangue, entre os anos de 1953 e 2013.

Característica ¹	Total	Murrah		Mediterrâneo		Mestiço	
		N	Média ± DP	N	Média ± DP	N	Média ± DP
PTL (kg)	825	309	$1805,36^a \pm 492,28$	237	$1760,12^{a,b} \pm 466,35$	279	$1692,95^b \pm 524,32$
G (%)	613	192	$6,79^c \pm 0,83$	165	$6,95^b \pm 0,79$	256	$7,54^a \pm 0,82$
IPP (meses)	272	152	$41,20^a \pm 7,54$	60	$40,77^a \pm 7,75$	60	$40,65^a \pm 6,21$
IDP (meses)	336	154	$13,07^b \pm 0,83$	70	$13,32^a \pm 0,79$	112	$13,15^{a,b} \pm 0,73$
PS (dias)	336	154	$88,75^b \pm 25,23$	70	$96,20^a \pm 24,01$	112	$90,99^{a,b} \pm 22,16$

¹PTL = Produção total de leite, G = Percentual de gordura, IPP = Idade ao primeiro parto, IDP = Intervalo de partos, PS = Período de serviço.

a, b, c: Letras diferentes nas linhas indicam diferença estatística pelo teste Duncan ($P < 0,05$); Letras iguais não diferem entre si significativamente.

Com relação ao sexo da cria (Tab. 3) observa-se que houve um comportamento bem uniforme, não diferindo as características ente si, sendo o G o único a apresentar diferença significativa ($P < 0,05$).

Tabela 3. Número de observações (N) e média com desvio-padrão (DP) das características de acordo com o sexo da cria, entre os anos de 1953 e 2013.

Característica ¹	Total	Macho		Fêmea	
		N	Média ± DP	N	Média ± DP
PTL (kg)	825	479	1762,00 ^a ± 491,51	346	1762,79 ^a ± 499,93
G (%)	613	344	7,11 ^a ± 0,90	269	6,98 ^b ± 0,80
IPP (meses)	272	134	40,38 ^a ± 7,44	138	41,60 ^a ± 7,24
IDP (meses)	336	158	13,08 ^a ± 0,78	178	13,23 ^a ± 0,80
PS (dias)	336	158	88,88 ^a ± 23,79	178	93,49 ^a ± 24,28

¹PTL = Produção total de leite, G = Percentual de gordura, IPP = Idade ao primeiro parto, IDP = Intervalo de partos, PS = Período de serviço.

a, b: Letras diferentes nas linhas indicam diferença estatística pelo teste Duncan (P<0,05); Letras iguais não diferem entre si significativamente.

No estudo referente à época do parto (Tab. 4) somente a PTL não foi significativa entre os períodos chuvosos e menos chuvosos. Contudo, o G, a IPP, o IDP e o PS foram diferentes significativamente (P<0,05), onde o período menos chuvoso apresentou as maiores médias.

Tabela 4. Número de observações (N) e média com desvio-padrão (DP) das características de acordo com a época de parto, entre os anos de 1953 e 2013.

Características ¹	Total	Período chuvoso		P. Menos chuvoso	
		N	Média ± DP	N	Média ± DP
PTL (kg)	825	479	1769,77 ^a ± 500,25	346	1741,15 ^a ± 492,25
G (%)	613	242	7,03 ^b ± 0,91	371	7,09 ^a ± 0,79
IPP (meses)	272	113	39,80 ^b ± 7,32	159	42,66 ^a ± 7,42
IDP (meses)	336	152	12,97 ^b ± 0,77	184	13,36 ^a ± 0,78
PS (dias)	336	152	85,67 ^b ± 23,59	184	97,55 ^a ± 23,92

¹PTL = Produção total de leite, G = Percentual de gordura, IPP = Idade ao primeiro parto, IDP = Intervalo de partos, PS = Período de serviço.

a, b: Letras diferentes nas linhas indicam diferença estatística pelo teste Duncan (P<0,05); Letras iguais não diferem entre si significativamente.

No que concerne a ordem de parto (Tab. 5) é importante observar-se que as maiores influências são mais expressadas (P<0,05) nas primeiras ordens, ou seja, nas fêmeas primíparas, apesar de pouco significativas para as características produtivas, como PTL e G, ressaltando-se comportamentos variáveis até terceira ordem, depois, apresentando um comportamento mais diverso com o avançar da idade. No caso das características de eficiência reprodutiva, especificamente a do IPP, houve um comportamento homogêneo em todo o decorrer do avançar da idade, não havendo diferença estatística. Para o IDP e PS, que entre si apresentaram comportamentos semelhantes, observou-se que, após o terceiro parto há algumas variações de comportamento.

Quanto às correlações fenotípicas (Tab. 6) ocorrem baixos valores entre quase todas as características produtivas entre si e entre aquelas de eficiência reprodutiva, as maiores

correlações se encontraram entre as características de IPP e IDP com quase 50%; havendo correlações negativas. Entre a característica produtiva de G com quase todas as outras características de eficiência reprodutiva. Nos outros casos as correlações foram baixas, porém positivas.

Tabela 5. Número de observações (N) e média (\bar{x}) com desvio-padrão (DP) das características de acordo com a ordem de parto, entre os anos de 1953 e 2013.

Característica ¹	Total	1		2		3		4		5		6	
		N	$\bar{x} \pm DP$	N	$\bar{x} \pm DP$	N	$\bar{x} \pm DP$	N	$\bar{x} \pm DP$	N	$\bar{x} \pm DP$	N	$\bar{x} \pm DP$
PTL (kg)	825	219	1671,40 ^b ± 449,25	169	1841,34 ^a ± 546,04	143	1800,22 ^{a,b} ± 545,76	95	1773,98 ^{a,b} ± 510,23	78	1795,80 ^{a,b} ± 417,36	121	1709,40 ^{a,b} ± 451,76
G (%)	613	137	6,92 ^b ± 0,99	122	7,11 ^{a,b} ± 0,89	113	7,14 ^{a,b} ± 0,82	84	7,02 ^{a,b} ± 0,82	61	7,20 ^a ± 0,82	96	7,03 ^{a,b} ± 0,70
IDP (meses)	336	8	13,61 ^a ± 0,66	60	13,30 ^{a,b} ± 0,85	89	13,16 ^b ± 0,76	63	13,18 ^b ± 0,75	43	13,09 ^b ± 0,74	73	12,96 ^b ± 0,76
PS (dias)	336	8	105,25 ^a ± 20,04	60	95,73 ^{a,b} ± 25,88	89	91,38 ^b ± 23,18	63	92,05 ^b ± 22,73	43	89,28 ^b ± 22,70	73	85,41 ^b ± 23,21

¹PTL = Produção total de leite, G = Percentual de gordura, IDP = Intervalo de partos, PS = Período de serviço.

a, b: Letras diferentes nas linhas indicam diferença estatística pelo teste Duncan (P<0,05); Letras iguais não diferem entre si significativamente.

Tabela 6. Coeficiente de Correlação de *Pearson* das características.

Característica ¹	PTL	G	IPP	IDP	PS
PTL	-	0,034	0,118	0,070	0,070
G	-	-	-0,113	-0,025	-0,025
IPP	-	-	-	0,445	0,445
IDP	-	-	-	-	1,000
PS	-	-	-	-	-

¹PTL = Produção total de leite, G = Percentual de gordura, IPP = Idade ao primeiro parto, IDP = Intervalo de partos, PS = Período de serviço.

DISCUSSÃO

Os resultados gerais das análises estatísticas para as características estudadas demonstram, com relação à PTL, um comportamento surpreendente, com relação aos níveis de dez anos atrás, porém normal e esperado quando mostram que pouco ou quase nenhum melhoramento genético foi efetuado. Assim, as médias gerais da PTL ($1741,00 \pm 496,48$ kg), G ($7,07 \pm 0,86$ %), IPP ($40,39 \pm 7,37$ meses), IDP ($13,16 \pm 0,76$ meses) e PS ($91,52 \pm 24,22$ dias), espelham a manutenção de comportamento apenas razoável para búfalos criados na região do trópico úmido brasileiro.

Apesar de não haver acréscimo visível na produção de leite ao longo dos anos, a média de PTL encontrada no estudo foi superior à média do rebanho nacional de 1482 a 1650 kg de leite (Tonhati *et al.*, 2000; Tonhati e Vasconcellos; Albuquerque, 2000; Ramos *et al.*, 2006; Rodrigues *et al.*, 2010) e semelhantes as médias encontradas nos sumários brasileiros dos Programas de Melhoramento Genético de Bubalinos da ABCB (PROMEBUL, 2004) e UNESP (ABCB-MAPA-UNESP, 2007), onde as médias para produção de leite foram de $1830,81 \pm 611,07$ kg e $1844,08 \pm 667,59$ kg, respectivamente, a média descrita por Malhado *et al.* (2007), de $1863,50 \pm 682,40$ kg e por Aspilcueta Borquis (2008) de $1.813,15 \pm 697,40$ kg.

Médias inferiores ($1177,50 \pm 435,50$ kg) foram encontradas por Ferraz (2012) em búfalos das raças Murrah e Mediterrâneo na região Sudoeste da Bahia; em Malhado *et al.* (2009) a produção de leite média em bubalinos mestiços foi de $1546,1 \pm 483,8$ kg; Tonhati *et al.* (2000) na raça Mediterrâneo (1042,5 kg), Jafarabadi (1062,8 kg) e mestiças (1068,5 kg) no estado de São Paulo; Ghaffar *et al.* (2007) em animais da raça Kundi ($1356,5 \pm 453,3$ kg) e Khattab e Kawthar (2007) encontraram média de 1178 ± 535 kg, ambos em países do Oriente Médio.

Valores encontrados por Sampaio Neto *et al.* (2001) e Bezerra Júnior *et al.* (2014) na região do nordeste brasileiro, em bubalinos da raça Murrah, foram superiores ($2130,80 \pm 535,60$ kg e $2218,03 \pm 408,18$ kg, respectivamente) a média encontrada no Brasil. Sendo que os dois rebanhos possuíam sistema intensivo de suplementação nutricional a maior parte do ano devido as condições restritas de alimento nas áreas estudadas. Corroborando com os valores encontrados por Morammazi *et al.* (2007) de $2780,60 \pm 1805,80$ kg de leite em um rebanho bubalino no Irã.

Esses estudos demonstraram que é possível aumentar a produção total de leite ao longo dos anos realizando programas de melhoramento genético, associados a melhorias de

manejo, podendo-se ter incremento de até 32,86 kg/ano na produção total de leite (Tonhati *et al.*, 2000, Ramos *et al.*, 2006; Malhado *et al.*, 2007; Tonhati *et al.*, 2008; Baldi *et al.*, 2011).

No caso do G o resultado ratifica o alto teor de gordura presente no leite da búfala, sendo um fator desejável para a transformação em derivados. Tal comportamento foi similar aos encontrados por Fundora *et al.* (2001) em bubalinos da raça Murrah em Cuba, com valores médios de $6,98 \pm 5,40\%$, Duarte *et al.* (2001) com média de $6,69 \pm 4,20\%$, Mesquita *et al.* (2002) de $6,8 \pm 4,01\%$, Amaral *et al.* (2004) de $6,83 \pm 4,19\%$ e Tonhati *et al.* (2000) de $6,87 \pm 0,88\%$ e Aspilcueta Borquis (2008) com média de $6,85 \pm 1,01\%$.

Valores superiores de $9,10 \pm 5,06\%$, foram encontrados por Castillo *et al.* (2002) em um rebanho selecionado da raça Mediterrâneo na Itália, seguido por Peeva (2001) e Tzankova (2001) na Bulgária com $7,94 \pm 4,49\%$ e $7,36 \pm 4,19\%$, respectivamente, e Patiño (2011) na Argentina com média de $7,22 \pm 3,85\%$.

De modo geral esse comportamento do G não destoa da situação geral da bubalinocultura do Brasil e do mundo, considerando essa característica é diretamente influenciada ao cumprimento das exigências nutricionais da fêmea bubalina ao longo do período de lactação, podendo ocorrer diminuição do volume e alteração na composição do leite (Bastianetto, 2005).

A IPP apresentou média de $40,39 \pm 7,37$ meses, similar a média geral descrita por Rolim Filho *et al.* (2009) no Pará de $39,52 \pm 7,54$ meses. Neste estudo os autores diferenciaram a média de IPP de acordo com os sistemas de manejo reprodutivo, que foram: $39,50 \pm 6,58$ (monta natural), $39,60 \pm 9,85$ (inseminação artificial) e $36,60 \pm 7,12$ (inseminação artificial em tempo fixo).

Apesar dessa característica sofrer intensa influência ambiental o seu uso se faz importante pois segundo Galeazzi *et al.* (2010) estudando um rebanho de 1016 búfalas leiteiras concluiu que as de idade avançada ao primeiro parto apresentaram maior probabilidade de serem descartadas um ano depois do início da vida reprodutiva, enquanto que búfalas precoces tiveram menor probabilidade de descarte e permanecem mais tempo nos rebanhos.

Médias com valor elevado foram relatadas por Rakshe (2003) estudando búfalas da raça Murrah na Índia, 52,23 meses. No âmbito nacional Tonhati *et al.* (2004) e Lopes *et al.* (2008) encontraram média de 48,94 e $42,33 \pm 7,70$ meses, respectivamente.

Todavia Camargo Júnior *et al.* (2012) obtiveram melhores resultados, média de $34,51 \pm 3,95$ meses, corroborando com estudo de Cassiano *et al.* (2003) que encontraram média de $35,67 \pm 2,48$ meses, próxima as de Ghaffar *et al.* (2007) de $36,60 \pm 26,38$ meses,

Malhado *et al.* (2009) de $36,60 \pm 6,00$ meses e Sampaio Neto *et al.* (2001) no Ceará de $37,14 \pm 5,47$ meses.

O intervalo de parto foi de $13,16 \pm 0,76$ meses. Este resultado foi melhor do que o encontrado por Ghaffar *et al.* (2007) em trabalho realizado em búfalos da raça Kundhi no Paquistão onde verificou um IDP de $18,23 \pm 17,83$ meses. Já no Brasil Rolim Filho *et al.* (2009) no Pará obtiveram média de $16,54 \pm 3,29$ meses, valores similares aos de Ramos *et al.* (2006) no estado de São Paulo de $14,18 \pm 4,05$ meses, Malhado *et al.* (2009) de $14,20 \pm 3,14$ meses, Sampaio Neto *et al.* (2001) no Ceará com média de $14,12 \pm 3,29$ meses e Tonhati *et al.* (2004) com 14,89 meses.

O IDP mais próximos de 12 meses é fisiologicamente possível em búfalas e economicamente vantajoso, segundo Téllez *et al.* (2005). Como ao encontrado por Cassiano *et al.* (2003) em rebanho bubalino no Baixo Amazonas de $12,47 \pm 1,02$ meses e Ferraz (2012) estudando IDP nas raças Mediterrâneo e Murrah no sudoeste da Bahia que encontrou médias de $12,85 \pm 2,83$ meses e $13,16 \pm 3,05$ meses, respectivamente.

Valores semelhantes aos encontrados neste estudo foram de $13,10 \pm 0,78$ meses no Pará (Camargo Júnior *et al.*, 2012) e de $13,85 \pm 2,98$ meses em mestiças da raça Murrah no estado de Alagoas (Bezerra Júnior *et al.*, 2014).

Para PS Cassiano *et al.* (2003) observaram uma média de 191,30 dias enquanto que Moretti *et al.* (2004) trabalhando com três rebanhos da raça Murrah observaram uma média de $164,93 \pm 82,43$ dias, ambos mais altos que a média encontrada nesse estudo de $91,52 \pm 24,22$ dias. Sabe-se que a gestação da búfala fica em torno de 305 dias, portanto períodos de serviços próximos a 60 dias é ideal para a produção de um bezerro ao ano, redução de IDP e servindo ainda como índice de eficiência de um bom manejo reprodutivo.

As raças e /ou grupos genéticos influenciaram significativamente na PTL e G e não teve influência nas características reprodutivas de IPP, IDP e PS. Na PTL a raça Murrah apresentou a maior média de produção com $1805,36 \pm 492,28$ kg, diferindo da produção do meio-sangue de $1692,95 \pm 524,32$ kg. A produção de gordura que apresenta correlação negativa com PTL. No presente estudo diferiu entre as raças, sendo a maior produção nos meio-sangue com $7,54 \pm 0,82\%$.

Segundo Baruselli (1993) e Zicarelli (1994) as características reprodutivas sofrem maior influência dos fatores ambientais que genéticos dando alicerce aos achados do presente estudo, onde os índices nestas características foram satisfatórios em todos os graus de sangue estudados, podendo-se obter o máximo da eficiência reprodutiva, ou seja, uma cria no espaço

de doze meses, mesmo com as búfalas apresentando um mês a mais quando comparados a bovinos no seu período de gestação. O que corrobora com achados de Ferraz (2012).

Com relação ao sexo da cria o comportamento uniforme demonstra que, a maioria das características não diferindo em quase a totalidade das características, havendo resposta significativa ($P < 0,05$) apenas o G, onde os valores diferiram significativamente ($P < 0,05$) que isso pode significar que a influência entre os sexos da cria, para as características produtivas, no caso do PTL e para a maioria das características de eficiência reprodutiva, no caso do IPP, IDP e PS, o gênero não é importante, pouco significando, principalmente quando não há correções de efeitos genéticos envolvidos. Não se encontra suporte na literatura para tais achados, talvez pela pouca expressão dessa condição da cria ser macho ou fêmea.

Na estação do ano, esta variável se encontra abrindo também as influências do ano, pois na região Amazônica, em alguns tipos climáticos chove quase todo o ano, destacando-se uma época mais chuvosa (janeiro a junho) e outra que chove menos (julho a dezembro), observou-se que, no caso das características produtivas, como PTL e G não apresentaram diferenças estatísticas significativas, semelhante a Araújo *et al.* (2012) que não observaram diferença estatística para mesmas características, discordando dos achados de Amaral *et al.* (2005) que encontraram diferença estatística ($P < 0,05$).

Segundo Cassiano *et al.* (2003) características reprodutivas são determinadas principalmente pelo manejo, nutrição, clima e sanidade dentro de um ano específico, ou de determinados períodos de anos estudados além das técnicas de manejo e as variações de ordem climáticas. Corroborando aos achados de Sampaio Neto *et al.* (2001), que encontraram menores IDP em búfalas que pariram na estação chuvosa por ser o período de maior disponibilidade de alimentos; Téllez *et al.* (2005) que encontraram menores valores de IDP ($12,85 \pm 0,14$ meses) e PS ($87,10 \pm 3,78$ dias) no período mais chuvoso comparado ao menos chuvoso e, Rolim Filho *et al.* (2009) que encontraram IDP de $17,09 \pm 4,71$ meses no período chuvoso e $18,89 \pm 4,27$ meses no período menos chuvoso e, IPP de $38,74 \pm 7,76$ meses no período chuvoso.

Nas características de eficiência reprodutiva, é marcante a influência da sazonalidade na questão nutricional, pois há maior disponibilidade de alimentos, associada a melhor qualidade na época chuvosa, fazendo com que os animais expressem esse comportamento ambiental no manejo reprodutivo.

Dependendo do nível de produção há necessidade de maior controle no manejo na estação menos chuvosa quando as pastagens apresentam disponibilidade mais baixa, obrigando maior intensificação no manejo e/ou suplementação dos animais. Tais estratégias

podem ser vislumbradas em Dias Filho (2010), quando propõe que as pastagens sofram adubações periódicas para se recompoem de nutrientes exauridos na intensificação do manejo. Tais artifícios em acordo com um manejo genético, principalmente na utilização de métodos efetivos de monta e/ou acasalamento, são técnicas sugeridas para elevar os índices produtivos, em função da correlação altamente positiva da estação do parto com a expressão dos níveis de produção.

As maiores influências ($P < 0,05$) da ordem de partos são características que envolvem as primeiras ordens, ou seja, nas fêmeas primíparas, apesar de pouco significativas para as características produtivas, como PTL e G, ressaltando-se comportamentos homogêneos até a 2ª e 3ª ordem, depois, apresentando-se com um comportamento constante, com o avançar da idade. Significa até certo ponto, um comportamento constante e esperado, induzindo um manejo de modo que tal comportamento seja respeitado e, caso isto esteja associado a influências genéticas, os fatores pertinentes devem ser avaliados para que se possam orientar os acasalamentos.

Tonhati *et al.* (2000) observaram um aumento de produção de leite na 4ª ordem e no G a partir da 3ª ordem, similar aos desse estudo. Sampaio Neto *et al.* (2001) que também encontraram diferença estatística ($P < 0,01$) de produção de leite e ordem de parto uma elevação até a 5ª ordem de parto.

Soares *et al.* (2013) em estudo feito com búfalas no Agreste do Rio Grande do Norte, encontrou teores de gordura inferiores nos animais de 1ª a 3ª ordem de parto. Duarte *et al.* (2001) constataram um declínio de teor de gordura em função da ordem de parto, sendo este mais acentuado após a terceira parição, ou seja, quando animal encontrava-se com aproximadamente 5 anos. Porém Castillo *et al.* (2002) não encontraram diferenças estatísticas significativas em relação a ordem de parto e o teor de gordura em bubalinos.

No caso das características de eficiência reprodutiva, especificamente o IPP, houve um comportamento homogêneo em todo o decorrer do avançar da idade, não havendo quase diferenças marcantes entre em todo o decurso da vida dos animais, ressaltando-se comportamento constante até as segunda e terceira ordem, depois, apresentando-se com variações, provavelmente devido o avançar da idade, pelo menos até a 6ª ordem.

Para as outras características de eficiência, no caso do IDP e PS, que entre si apresentaram comportamentos semelhantes, observou-se que, após o terceiro parto há variações de comportamento, significando e corroborando como as características de produção, que o avançar da idade podem interferir no manejo reprodutivo dos animais,

demonstrando influências que podem ser controladas com técnicas diferenciadas de manejo entre primíparas e as pluríparas.

No estudo de Cassiano *et al.* (2003) a ordem de parição foi significativa para IDP e PS, as búfalas atingiram seu ponto ótimo da 5ª a 7ª parição, sendo mais tardio ao encontrado nesse estudo, pois segundo os autores, nesse período além de produzirem bezerros maiores, as búfalas apresentam um menor período de serviço e conseqüentemente um IDP mais curto.

No caso das correlações fenotípicas observa-se há influências ambientais entre as características produtivas, tanto entre si, quanto entre aquelas de eficiência reprodutiva; as maiores correlações se encontraram entre as características de eficiência reprodutiva, no caso de IPP e IDP com quase 50%, o que pode ser explicado por indicar a precocidade.

As correlações negativas entre a característica produtiva de G com as características de eficiência reprodutiva, não pode ser explicada facilmente, visto ser o G uma característica de cálculo indireto e com alta correlação com o PTL, que depende muito de um manejo altamente controlado em função da vulnerabilidade frente aos efeitos ambientais;

Marques *et al.* (1991) encontraram alta correlação entre PTL e G, de 0,894, e tanto PTL como G tiveram baixa correlação com as características de eficiência reprodutiva, IPP e IDP. Ramos *et al.* (2006) também encontraram baixa correlação entre produção de leite e IDP (0,01), seguindo de Malhado *et al.* (2009) que encontraram correlações negativas entre PTL e IPP e PTL e IDP (-0,15 e -0,02, respectivamente).

Nos outros casos, em que as correlações foram baixas, porém positivas, pode-se atribuir aos mesmos efeitos de ambiente, porém, sabendo-se que muitos outros fatores podem interferir.

CONCLUSÕES

O controle das variáveis ambientais associado ao manejo genético pode reduzir a interferência de fatores diversos nas características produtivas e de eficiência reprodutiva estudadas. É possível um manejo genético satisfatório em rebanhos regionais, levando-se em conta as informações fenotípicas. O conjunto de informações de produção e de eficiência reprodutiva, reunidos em base de dados fenotípicos, permite a realização de análises genéticas, para subsidiar o manejo genético do rebanho bubalino.

REFERÊNCIAS

- ABCB-Associação Brasileira de Criadores de Búfalos. *Programa de Melhoramento Genético das raças Bubalinas*. São Paulo: UNESP, 2007.
- AMARAL, F.R.; CARVALHO, L.B.; SILVA, N. *et al.* Composição e contagem de células somáticas em leite bubalino na região do Alto São Francisco, Minas Gerais, Brasil. *Revista do Instituto de Laticínio “Cândido Tostes”*, v.59, p.37-41, 2004.
- AMARAL, F.R.; CARVALHO, L.B.; SILVA, N.; BRITO, J.R.F. Qualidade do leite de búfalas: composição. *Rev. Bras. Reprod. Anim.* v.29, n.2, p.106-110, 2005.
- ARAÚJO, K.B.S.; RANGEL, A.H.N.; FONSECA, F.C.E. *et al.* Influence of the year and calving season on production, composition and mozzarella cheese yield of water buffalo in the State of Rio Grande do Norte, Brazil. *Ital. J. Anim. Sci.*, v.11, p.87-91, 2012.
- ASPILCUETA BORQUIS, R.R. *Estimação de parâmetros genéticos para produção de leite e seus constituintes em búfalas*. 2008. 55p. Tese (Doutorado) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias/Universidade Estadual Paulista, UNESP, Jaboticabal. 2008.
- BALDI, F.; LAUREANO, M.M.M; GORDO, D.G.M. *et al.* Effect of lactation length adjustment procedures on genetic parameter estimates for buffalo milk yield. *Genet. Mol. Biol.*, v.34, p.62-67, 2011.
- BARUSELLI, P.S. *Manejo reprodutivo de bubalinos*. São Paulo: SAA/Cordenadoria da Pesquisa Agropecuária: Instituto de Zootecnia/EEZ-Vale do Ribeira, 1993. 46p.
- BASTIANETTO, E. Aspectos econômicos da criação de bubalinos em Minas Gerais. In: SIMPÓSIO MINEIRO DE BUIATRIA, 2., 2005, Belo Horizonte. *Anais...* Belo Horizonte: SMB, 2005. p.1-14.
- BERNARDES, O. Bubalinocultura no Brasil: situação e importância econômica. *Rev. Bras. Reprod. Anim.*, v.31, n.3, p.293-298, 2007.
- BEZERRA JÚNIOR, J.S.; FRAGA, A.B.; COUTO, A.G. *et al.* Produção de leite, duração da lactação e intervalo de partos em búfalas mestiças Murrah. *Rev. Caatinga*, v.27, n.2, p.184-191, 2014.

BIANCHINI SOBRINHO, E. *Estudo da curva de lactação de vacas da raça Gir*. 1986. 88p. Tese (Doutorado) – Universidade de São Paulo, USP, Ribeirão Preto, 1984.

BONATO, G.L.; SIMIONI, V.N. Estatísticas descritivas de características reprodutivas de um rebanho Holandês x Gir no município de Monte Alegre-MG. Disponível em: <file:///C:/Users/User/Downloads/4331-42405-1-PB.pdf> Acessado em: 14 jun. 2015.

BRASIL, Ministério da Agropecuária e abastecimento. Bovinos e bubalinos. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/animal/especies/bovinos-e-bubalinos> Acessado em: 12 jun. 2015.

CAMARGO JÚNIOR, R.N.C.; MARQUES, J.R.F.; MARCONDES, C.R. *et al.* Índices de eficiência reprodutiva de búfalos da Amazônia Oriental do Brasil. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.*, v.64, n.4, p.796-803, 2012.

CASSIANO, L.A.P.; MARIANTE, A.S.; MCMANUS, C. *et al.* Caracterização fenotípica de raças bubalinas nacionais e do tipo Baio. *Pesq. Agrop. Bras.*, v.38, n.11, p.1337-1342, 2003.

CASTILLO, G.; MACCIOTTA, N.P.P.; CARRETTA, A.; CAPPIO-BORLINO A. Effects of age and calving season on lactation curves of milk production traits in Italian Water Buffaloes. *J. Dairy Sci.*, v.85, p.1298-1306, 2002.

DIAS FILHO, M.B. *Produção de bovinos a pasto na fronteira agrícola*. Belém: Embrapa Amazônia Oriental (Série Documentos). 2010. 32p.

DUARTE, J.M.C.; TONHATI, H.; CERÓN-MUÑOZ, M.F. *et al.* Efeitos ambientais sobre a produção no dia do controle e características físico-químicas do leite em um rebanho bubalino no Estado de São Paulo, Brasil. *Revista do Instituto de Laticínio “Cândido Tostes”*, v.56, p.16-19, 2001.

FAO. (2012). Organizações das Ações Unidas para Agricultura e Alimentação. Disponível em: <http://www.fao.org/statistics/es/> Acessado em: 12 jun. 2015.

FAO. (2015) Organizações das Ações Unidas para Agricultura e Alimentação. Disponível em: <http://www.fao.org/agriculture/dairy-gateway/produccion-lechera/animales-lecheros/bufalos-de-agua/es/#.VXwpP6gqiME> Acessado em: 12 jun. 2015.

FERRAZ, P.C. *Biometria de características produtivas, reprodutivas e estrutural populacional de búfalos (Bubalus bubalis) explorados no Brasil*. 2012. 60p. Tese (Doutorado) – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, UESB, 2012.

FUNDORA, O.; ROQUE, R.; SÁNCHEZ, R. Preliminary data on feed behavior of grazing river buffaloes. *Cuban J. Agr. Sci.*, v.35, n.1, p.13-15, 2001.

GALEAZZI, P.M.; MERCADANTE, M.E.Z.; SILVA, J.A.IV. *et al.* Analysis of culling probability in dairy buffalo using survival models. *Cambridge Journals*, v.4, n.8, p.1325-1329, 2010.

GHAFFAR, A.; ANSARI, M.H.; JOKHIO, M.H.; BHUTTO, N.M. Genetic analysis of a purebred herd of Kundhi in Pakistan. *Ital. J. Anim. Sci.*, v.6 (Suppl. 2), p.271-274, 2007.

KHATTAB, A.S.; KAWTHAR, A.M. Inbreeding and its effects on some productive and reproductive traits in a herd of Egyptian buffaloes. *Ital. J. Anim. Sci.*, v.6 (Suppl. 2), p.275-278, 2007.

LODOVINO, R.M.R. *Agricultura e pecuária em manejo (Pará-Brasil): diagnóstico dos sistemas de produção da agricultura familiar*. 1996. 174p. Dissertação (Mestrado) – Instituto Superior de Agronomia Lisboa/Universidade Técnica de Lisboa, Portugal, 1996.

LOPES, C.R.A.; BARBOSA, S.B.P.; PEREIRA, R.G.A. *et al.* Eficiência reprodutiva e influência de fatores de meio e de herança sobre a variação no peso ao nascer de bubalinos no Estado de Rondônia. *Rev. Bras. Zootec.*, v.37, n.9, p.1595-1600, 2008.

MALHADO, C.H.M.; RAMOS, A.A.; CARNEIRO, P.L.S. *et al.* Parâmetros e tendência da produção de leite em bubalinos da raça Murrah no Brasil. *Rev. Bras. Zootec.*, v.36, n.2, p.376-379, 2007.

MALHADO, C.H.M.; RAMOS, A.A.; CARNEIRO, P.L.S. *et al.* Estimativas de parâmetros genéticos para características reprodutivas e produtivas de búfalas mestiças do Brasil. *Rev. Bras. Saúde Prod. Anim.*, v.10, n.4, p.830-839, 2009.

MARQUES, J.R.F.; LOURENÇO JÚNIOR, J.B.; MOURA CARVALHO, L.O.D. *et al.* *Parâmetros genéticos de características produtivas de búfalos (Bubalus bubalis) leiteiros*. Belém: EMBRAPA-CPATU (Boletim de Pesquisa, 123), 1991. 26p.

MESQUITA, A.J.; TANEZINI, C.A.; FONTES, I.M. *et al.* *Qualidade físico-química e microbiológica do leite cru bubalino*. Goiânia: UFG, 2002. 77p.

MORAMMAZI, S.; TORSHIZI, R.V.; ROUZBEHAN, Y.; SAYYADNEJAD, M.B. Estimates of genetic parameters for production and reproduction traits in Khuzestan buffalos of Iran. *Ital. J. Anim. Sci.*, v.6 (Suppl. 2), p.421-424, 2007.

MORETTI, M.H.; THOMAZINE, R.B.; MENDOZA-SANCHEZ, G. *et al.* Fatores ambientais que afetam a idade ao primeiro parto, o intervalo de partos, o período seco e a duração da lactação em búfalos. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA USP, 12., 2004, Piracicaba. *Anais...* Piracicaba: SICUSP, 2004.

PATIÑO, E.M. Producción y calidad de La leche bubalina. *Tecnol. Marcha*, v.24, n.5, p.25-35, 2011.

PEEVA, T. Composition of buffalo milk. Source of specific effects on the separate components. *Bulg. J. Agric. Sci.*, v.7, p.329-335, 2001.

PROMEBUL. RAMOS, A.A.; WECHSLER, F.S.; ONSELEN, V.J.V.; GONÇALVES, H.C. *Sumário de touros bubalinos*. Botucatu: UNESP/FMVZ, 2004. 37p.

RAKSHE, P.T. Effect of age at first calving and subsequent period of breeding on the performance of buffaloes from the College of Agriculture Pune (MS), Índia. *Buffalo Bulletin*, v.22, n.1, p.7-11, 2003.

RAMOS, A.A.; MALHADO, C.H.M.; CARNEIRO, P.L.S. *et al.* Caracterização fenotípica e genética da produção de leite e o do intervalo entre partos em bubalinos da raça Murrah. *Pesq. Agrop. Bras.*, v.41, n.8, p.1261-1267, 2006.

RODRIGUES, A.E.; MARQUES, J.R.F.; ARAÚJO, C.V. *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.

ROLIM FILHO, S.T.; RIBEIRO, H.F.L.; VALE, W.G. *et al.* Desempenho reprodutivo de fêmeas bubalinas criadas em sistema misto (várzea e pastagem artificial) no Estado do Pará. I. Idade a primeira cria, intervalo entre partos, época de parição, eficiência reprodutiva e taxa de prenhez. *Ciênc. Anim. Bras.*, v.10, n.3, p.754-763, 2009.

ROSALES, F.P. *Competitividade do complexo agroindustrial do leite de búfala no estado de São Paulo*. 2013. 189f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de São Carlos, UFSCar, São Paulo, 2013.

SAMPAIO NETO, J.C.; MARTINS FILHO, R.; LÔBO, N.R.B.; TONHATI, H. Avaliação dos desempenhos produtivo e reprodutivo de um rebanho bubalino no Estado do Ceará. *Rev. Bras. Zootec.*, v.30, n.2, p.368-373, 2001.

SANTIAGO, A.A. Introdução dos búfalos no Brasil, 2000. Disponível em: <http://www.bufalo.com.br/info_criador/historico_bufalos.pdf> Acessado em: 12 jun. 2015.

SAS Institute Inc. SAS/STAT® 9.0 User's Guide. Cary, NC: SAS Institute Inc, 2004.

SOARES, A.D.; RANGEL, A.H.N.; NOVAES, L.P. *et al.* Composição do leite em diferentes ordens de parto. *Agropecuária científica no Semiárido*, v.9, n.4, p.53-60, 2013.

TÉLLEZ, M.B.; MELÉNDEZ, Y.A.; MARTÍNEZ, A.M. *et al.* Influencia de la época del parto y región em algunos indicadores reproductivos del búfalo de água (*Bubalus bubalis*) em el território oriental de Cuba. *Rev. Electrón. Vet.*, v.6, n.9, p.1-6, 2005.

TONHATI, H.; VASCONCELLOS, B.F.; ALBUQUERQUE, L.G. Genetic aspects of productive and reproductive traits in a Murrah buffalo herd in São Paulo, Brazil. *J. Anim. Breed. Genet.*, v.117, n.5, p.331-336, 2000.

TONHATI, H.; MUÑOZ, M.F.C.; DUARTE, J.M.C. *et al.* Parâmetros genéticos para a produção de leite, gordura e proteína em Bubalinos. *Rev. Bras. Zootec.*, v.29, n.6, p.2051-2056 (Supl.), 2000.

TONHATI, H.; MUÑOZ, M.F.C.; DUARTE, J.M.C. *et al.* Estimates of correction factors for lactation length and genetic parameters for milk yield in buffaloes. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.*, v.56, n.2, p.251-257, 2004.

TONHATI, H.; CERÓN-MUÑOZ, M.F.; OLIVEIRA, J.A. *et al.* Test-day Milk yield as a selection criterion for dairy buffaloes (*Bubalus bubalis* Artiodactyla, Bovidae). *Genet. Mol. Biol.*, v.31, n.3, p.674-679, 2008.

TZANKOVA, M. Influence of the factor number of lactation and the lineal belonging on the buffalo milk composition. *Bulg. J. Agric. Sci.*, v.7, p.337-340, 2001.

ZICARELLI, L. Management in different environmental condition. *Buffalo Journal*, v.44 (Supl. 2), p.17-38, 1994.

5. ARTIGO 2 - ANÁLISES DE VALORES GENÉTICOS DE CARACTERÍSTICAS PRODUTIVAS DE BÚFALOS (*BUBALUS BUBALIS*) LEITEIROS: RANKING DE TOUROS

O Artigo de acordo com as normas da Revista Brasileira de Medicina Veterinária e Zootecnia

RESUMO

A importância das características produtivas e reprodutivas, em programas de melhoramento genético, está relacionada principalmente com as taxas de ganho genético anual. A coleta de informações sobre os componentes genéticos de cada raça é primordial, principalmente em virtude dos cruzamentos. O conhecimento de parâmetros genéticos é necessário na estimativa de valores genéticos, na combinação de características em índices de seleção e na otimização de esquema de seleção. As análises genéticas se iniciaram com a editoração dos dados trabalhados nos ambientes da planilha Excel e do pacote *SAS* e as análises genéticas foram efetuadas pelo *software WOMBAT*. Na estimação de parâmetros genéticos foi utilizado o modelo animal com análise de bicaracterísticas. A PTL foi regredida em função da duração de lactação e o coeficiente de regressão foi utilizado para correção das lactações em 305 dias (PL305). Os efeitos fixos foram grupo de contemporâneos e efeito linear e quadrático da idade da fêmea ao parto, como (co)variável. Para IPP e PS o modelo foi igual ao anteriormente descrito com a exclusão do termo do efeito de ambiente permanente materno. As estimativas de herdabilidade para a raça Murrah foram: 0,49 para PTL; 0,59 para G; 0,75 para IPP; 0,006 para IDP e 0,06 para PS; para a raça Mediterrâneo foram: 0,31 para PTL; 0,08 para G; 0,78 para IPP; 0,90 para IDP e 0,90 para PS. As correlações genéticas entre PTL e as demais características na raça Murrah foram 0,065 PTL e G; 0,097 PTL e IPP, -0,450 PTL e IDP e 0,079 PTL e PS, para Mediterrâneo foram: -0,267 PTL e G; 0,629 PTL e IPP, 0,559 PTL e IDP e 0,624 PTL e PS. O *ranking* de touros/reprodutores foi elaborado com base nas predições da Provável Habilidade de Transmissão (PTA's), utilizando-se o pacote *SAS*, o que permite a edição de um catálogo de touros da espécie bubalina da Embrapa Amazônia Oriental, no referido período. Com base nos resultados a variabilidade do rebanho estudado é passível de ser trabalhado com o manejo genético tanto para as características produtivas quanto para as de eficiência reprodutiva.

Palavras-chave: Manejo genético. Herdabilidade. Correlação. Eficiência reprodutiva. Sumário.

ABSTRACT

The importance of productive and reproductive characteristics in breeding programs is mainly related to the annual genetic gain rates. The collection of information on the genetic components of each race is overriding especially in virtue of the crossings. Knowledge of genetic parameters is required in the estimation of genetic values, in the combination of features in selection index and optimization of selection scheme. Genetic analysis began with the editing of the data discussed in the environments of Excel spreadsheet and the SAS package and genetic analyzes were performed by WOMBAT software. For estimation of genetic parameters we used the animal model with two-trait analysis. The TMP was regressed depending on length of lactation and the regression coefficient was used for correction of lactation in 305 days (PL305). Fixed effects were contemporary group and linear and quadratic effects age of birth in female as (co)variable. AFC and SP model was the same as described above with the exclusion of the term of the maternal permanent environmental effect. The heritability estimates for Murrah were: 0.49 for TMP; 0.59 for F; 0.75 for AFC; 0.006 for CI and 0.06 for SP; for the Mediterranean race were 0.31 for TMP; 0.08 for F; 0.78 for AFC; 0.90 for CI and 0.90 for SP. Genetic correlations between TMP and other features in the Murrah were 0.065 TMP and F; TMP and AFC 0.097, -0.450 TMP and CI and 0.079 TMP and SP for the Mediterranean were: -0.267 TMP and F; TMP and AFC 0.629, 0.559 and 0.624 TMP and CI, TMP and SP. The ranking of bulls / breeding was based on predictions of probable transmission ability (PTA's) using the SAS package, which allows editing a bulls catalog of buffalo species of Embrapa Amazônia Oriental in that period. Based on the results the variability of the studied herd is likely to be working with the genetic management for both production characteristics as to the reproductive efficiency.

Keywords: Genetic Management. Heritability. Correlation. Reproductive efficiency. Summary.

INTRODUÇÃO

A produção brasileira de leite vem crescendo a cada ano, passando de aproximadamente 23.500.000 litros em 2002 para 34.255.236 litros em 2013. Porém grande parte desse crescimento se deve ao aumento do número de vacas bovinas ordenhadas do que ao aumento da produtividade. A produtividade do rebanho nacional cresceu aproximadamente 23% nos últimos 10 anos, enquanto, a produção total cresceu quase 50% (IBGE, 2014).

Mundialmente, a produção de leite bovino é superior à produção de leite de búfalas (501,5 milhões de toneladas de leite de vaca versus 70,7 milhões de toneladas de leite de búfalas, em 2002), no entanto, as estimativas apontam para o aumento de 48,52% na produção mundial de leite de búfalas no período de 1992/2002, bem superior ao aumento verificado na produção de leite de vaca bovina, de 8,83%, para o mesmo período (Statistics, 2002).

No Brasil, embora os búfalos sejam criados para a produção de carne, a atividade leiteira tem apresentado excelentes resultados, sendo considerada uma alternativa para a melhoria da sócio economia do setor agrícola, através da transformação e comercialização dos seus derivados. O leite de búfala apresenta rendimento industrial na elaboração de laticínios 40% superior ao do leite de vaca bovina (Lourenço Jr; Garcia, 2008).

De acordo com dados publicados pelo IBGE (2006), havia no Brasil 48.864 mil búfalas destinadas à lactação, com produção de 45.955 milhões de litros. O número de animais leiteiros correspondeu a apenas 4,22% do rebanho efetivo daquele mesmo ano, que foi de 1 milhão 157 mil animais. Os Estados do Pará (13.901), São Paulo (10.088), Amazonas (5.272) e Minas Gerais (5.220) detiveram o maior número dos animais leiteiros, 70,6% do total. O Pará também concentrou a maior produção de leite, 11.264 milhões, seguido por São Paulo (10.296), Minas Gerais (7.406) e Amazonas (4.722). A soma da produção dos quatro Estados correspondeu a 73,3% do total.

A incorporação de tecnologia no campo é fundamental para obtenção de aumento de produtividade. A tecnologia a ser implementada não é necessariamente equipamentos de última geração, mas sim a utilização do conhecimento técnico avançado que maximize a utilização dos recursos disponíveis. O Brasil é hoje líder na produção de alimentos e na pesquisa agropecuária. É notório também o vasto acervo de conhecimento que o País possui e que ainda não chegou ao campo (Brasil, 2014).

Como forma de melhorar o potencial zootécnico destes animais, o melhoramento genético é etapa fundamental, por meio da identificação de indivíduos com genótipos superiores, que sob uso reprodutivo mais intenso, deixam um maior número de proles, promovendo o melhoramento da espécie. Porém, a identificação dos indivíduos superiores não é tarefa simples, pois o fenótipo de um animal é sempre mascarado por fatores ambientais, uma das formas de tal identificação é a avaliação genética dos animais (Araújo *et al.*, 2008; Pereira, 2008; Mourão, 2015).

Para que possam ser aplicadas práticas efetivas de seleção para essas características, é necessário que parâmetros genéticos sejam estimados na própria população sob seleção. A correta estimação dos parâmetros genéticos é fundamental em programas de melhoramento

genético, pois permite prever o valor genético dos animais e identificar animais geneticamente superiores (Paula *et al.*, 2008).

A herdabilidade reflete a proporção da variação fenotípica que pode ser herdada, ou seja, quantifica a confiabilidade do valor fenotípico com guia para o valor genotípico. Portanto, torna-se importante o conhecimento de quanto da variação fenotípica é atribuída à variação genotípica (Falcone e Mackay, 1996).

Para as características reprodutivas as herdabilidades são normalmente baixas, e a alta variação, observada na literatura, para estas estimativas é atribuída, principalmente, a fatores não-genéticos e genéticos não-aditivos, onde modelos mais precisos devem ser desenvolvidos e propostos para obtenção de estimativas de parâmetros genéticos mais confiáveis, sobretudo para as características reprodutivas (Pires *et al.*, 2000).

Além da herdabilidade, as correlações fenotípicas têm grande importância no processo de melhoramento, pois permite ao melhorista o conhecimento das mudanças que ocorrem em um caráter quando se realiza a seleção em outro caráter a ele correlacionado (Ramalho; Santos; Zimmermann, 1993). A existência de correlações genéticas entre as características reprodutivas indica na avaliação destas, que se devem utilizar metodologias ou procedimentos que não desprezem tais correlações (Pires *et al.*, 2000).

O agronegócio do búfalo se ressentir de animais melhoradores provados e/ou testados para atender uma demanda que é vital por melhor padrão genético, importante para dar saltos significativos de produtividade sustentável, utilizando-se o mínimo de área possível, bem como a melhoria da qualidade dos produtos.

Considerando a importância da reprodução nos processos produtivos e econômicos e a escassez de informações sobre o desempenho reprodutivo de bubalinos o presente estudo vem apresentar aspectos relacionados à produção e eficiência reprodutiva dessa espécie nas raças Murrah, Mediterrâneo e mestiços, mantidos em pastagens cultivadas de capim do gênero *Brachiaria* e *Panicum*, na região da Amazônia Oriental e, apresentar o primeiro *ranking* de reprodutores da Embrapa Amazônia Oriental, que tem como finalidade orientar os acasalamentos assistidos.

MATERIAL E MÉTODOS

Animais e Área experimental

Foram utilizados 2.322 registros de nascimento de animais das raças Mediterrâneo, Murrah e mestiços do rebanho da EMBRAPA – CPATU, do período de 1953 a 2013 (Tab. 1)

destacando-se dados de eficiência reprodutiva, controle leiteiro e pesos e medidas em várias idades padrões.

Tabela 1. Número de animais por raça / grau de sangue na base de dados (Período de 1957 a 2013).

Raça / Grau de Sangue	Número de registros
Murrah	932
Mediterrâneo	483
Mestiço	907
Total	2322

O rebanho foi mantido no campo experimental Felisberto Camargo (EMBRAPA – CPATU), localizado na área metropolitana do município de Belém - Pará, cujas coordenadas são 01° 27' 21" de latitude sul e 48° 30' 16" de longitude oeste, com uma altitude de 10m. Os animais foram criados em regime semi-intensivo, num sistema de conservação “*in situ*”, obedecendo a um modelo físico de sistema de produção, onde as principais práticas de manejo sanitário e zootécnico eram observadas.

O tipo climático é caracterizado como *Af*, ou seja, tropical chuvoso, com pequeno período seco. A temperatura média anual é de 27,2°C, com variação de 21,8 a 32,4°C. A umidade relativa do ar é em média 88% e a precipitação pluviométrica anual gira em torno de 2.537 mm. A insolação anual total é de 2.300 horas.

As principais unidades de relevo são as planícies e terraços. Os solos da região pertencem aos grupos Latossolo Amarelo Húmido. A alimentação consta majoritariamente de pastagens dos gêneros *Brachiaria* e *Panicum*.

As características analisadas foram Produção total de leite, % Gordura, Idade ao primeiro parto, Intervalo de partos e Período de serviço, voltadas para as análises genéticas, visando o cálculo e estimação de parâmetros genéticos como: herdabilidade e correlações, ganho genético e PTA, para comporem o *ranking* de touros do Programa de Melhoramento da Embrapa Amazônia Oriental.

Os resultados foram formatados na forma de tabelas e gráficos do *software* EXCEL, presentes no pacote *Microsoft Office* 2007.

Estatísticas descritivas e análise genética

As estatísticas descritivas e os estudos de efeitos fixos foram obtidos por meio do programa *SAS* (2004) *for Windows* (*Statistical Analysis System*, v. 8.02).

Nos estudos relacionados à estimação de parâmetros (herdabilidades e correlações) e predição de PTA's foram priorizados os modelos de análise mais complexos (modelo animal em análise bicaracterística), levando em conta de que sua aplicação depende da estrutura de parentesco e da consistência dos dados disponíveis.

Os registros de produção de leite foram editados de forma que os reprodutores apresentassem duas ou mais progênies, além de número níveis de grupos de contemporâneos maior ou igual a dois. A produção de leite foi regredida em função da duração de lactação e o coeficiente de regressão foi utilizado para correção das lactações em 305 dias (PL305) conforme a equação:

$$\text{PL305} = \text{PTL} + 4.653 * (\text{305-DL}),$$

Onde, PTL e DL são as produções de leite total e duração de lactação, respectivamente.

Para as variáveis, produção de leite, produção de gordura e intervalo de parto o modelo linear misto utilizado foi igual a:

$$\mathbf{Y} = \mathbf{X}\boldsymbol{\beta} + \mathbf{Z}\mathbf{a} + \mathbf{W}\mathbf{p} + \boldsymbol{\varepsilon}$$

Em que:

\mathbf{Y} é o vetor de observações;

$\boldsymbol{\beta}$, \mathbf{a} , \mathbf{p} e $\boldsymbol{\varepsilon}$ são vetores de soluções de efeitos fixos, valor genético aditivo, efeito de ambiente permanente materno e resíduo, respectivamente.

Os efeitos fixos foram constituídos pelos efeitos de grupo de contemporâneos e efeito linear e quadrático da idade da fêmea ao parto, como covariável. A análise das variáveis idade ao primeiro parto e período de serviço, o modelo foi igual ao anteriormente descrito com a exclusão do termo do efeito de ambiente permanente materno. As pressuposições acerca da distribuição dos vetores \mathbf{y} , \mathbf{a} , e \mathbf{e} , vão ser descritas como:

$$\begin{bmatrix} \mathbf{y} \\ \mathbf{a} \\ \mathbf{p} \\ \mathbf{e} \end{bmatrix} \sim \left\{ \begin{bmatrix} \mathbf{X}\boldsymbol{\beta} \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} \mathbf{Z}'\mathbf{G}\mathbf{Z} + \mathbf{W}'\mathbf{P}\mathbf{W} + \mathbf{R} & \mathbf{Z}'\mathbf{G} & \mathbf{W}'\mathbf{P} & \mathbf{R} \\ & \mathbf{G}\mathbf{Z}' & \mathbf{G} & \mathbf{0} & \mathbf{0} \\ & \mathbf{P}\mathbf{W}' & \mathbf{0} & \mathbf{P} & \mathbf{0} \\ & \mathbf{R} & \mathbf{0} & \mathbf{0} & \mathbf{R} \end{bmatrix} \right\},$$

Em que $\mathbf{G} = \mathbf{A} \otimes \mathbf{G}_0$,

$\mathbf{P} = \mathbf{I} \otimes \mathbf{P}_0$ e

$\mathbf{R} = \mathbf{I} \otimes \mathbf{R}_0$, sendo \mathbf{A} é a matriz de parentesco entre os indivíduos, de ordem igual ao número de indivíduos;

G_0 , P_0 e R_0 são matrizes de (co)variâncias genética aditiva direta, aditiva materna, ambiente permanente e ambiente temporário, respectivamente.

A covariância entre duas características para os efeitos de ambiente permanente e temporário foram consideradas nulas.

A editoração dos dados foi realizada por meio do pacote estatístico SAS (SAS, 2004) e as análises genéticas foram realizadas pelo *software* WOMBAT (Meyer, 2007).

De posse dos valores genéticos dos reprodutores, foi confeccionado o *ranking* com base nas predições da Provável Habilidade de Transmissão (PTA's), bem como apresentado para cada criador associado às PTA's das matrizes e demais animais, utilizando o aplicativo SAS (2004).

RESULTADOS

As análises genéticas foram realizadas com a base nos dados, constando as características descritas na Tab. 2, onde se pode observar a média geral para a característica ordem de parto com o valor de $3,48 \pm 2,31$; Peso da fêmea ao parto (kg) de $546,19 \pm 76,05$ kg; Peso ao nascer de $35,68 \pm 2,98$ kg; Duração da lactação de $272,46 \pm 67,22$ dias; Produção total de leite foi de $1745,55 \pm 495,64$ kg; Percentual Gordura de $7,07 \pm 0,86$ %; Idade ao primeiro parto de $40,53 \pm 7,44$ meses; Intervalo de parto de $13,19 \pm 0,80$ meses; Período de serviço de $91,12 \pm 24,18$ dias.

Para a raça Murrah a característica ordem de parto, apresentou o valor de $3,29 \pm 2,23$; Peso da fêmea ao parto (kg) de $558,59 \pm 76,11$ kg; Peso ao nascer de $35,96 \pm 2,98$ kg; Duração da lactação de $258,21 \pm 56,37$ dias; Produção total de leite foi de $1775,31 \pm 490,72$ kg; Gordura de $7,76 \pm 0,83$; Idade ao primeiro parto de $40,81 \pm 7,58$ meses; Intervalo de parto de $13,17 \pm 0,83$ meses; Período de serviço de $90,40 \pm 25,26$ dias.

No caso da raça Mediterrâneo os valores são: a Ordem de Parto, apresentou o valor médio de $3,63 \pm 2,23$; Peso da fêmea ao parto (kg) de $547,73 \pm 78,60$ kg; Peso ao nascer de $35,68 \pm 2,85$ kg; Duração da lactação de $290,32 \pm 72,66$ dias; Produção total de leite foi de $1714,67 \pm 466,47$ kg; Gordura de $7,50 \pm 0,80$ %; Idade ao primeiro parto de $39,97 \pm 7,85$ meses; Intervalo de parto de $13,31 \pm 0,79$ meses; Período de serviço de $94,71 \pm 23,92$ dias.

Por sua vez os mestiços, que abordam todos os animais com grau de sangue acima de meio sangue, a Ordem de Parto, apresentou o valor de $3,68 \pm 2,48$; Peso da fêmea ao parto (kg) de $513,45 \pm 62,39$ kg; Peso ao nascer de $34,89 \pm 2,99$ kg; Duração da lactação de $271,28 \pm 68,31$ dias; Produção total de leite foi de $1738,83 \pm 524,33$ kg; Gordura de $7,03 \pm 0,82$; Idade ao primeiro parto de $40,21 \pm 6,37$ meses; Intervalo de parto de $13,16 \pm 0,72$ meses; Período de

serviço de $90,06 \pm 22,00$ dias. Estes resultados fenotípicos permitem as análises genéticas para a estimação dos parâmetros e índices genéticos. Nestes casos o manejo genético é muito facilitado, em função de possibilitar provar reprodutores com base nas produções de seus contemporâneos, inclusive sendo a base do para o teste de progênie.

Tabela 2. Análise descritiva das características produtivas e de eficiência reprodutivas analisadas (Período de 1957 a 2013).

Característica	N	Média	± DP	% CV	Min	Max
GERAL						
Ordem de Parto	1825	3,48	2,31	66	1	13
Peso ao Parto (kg)	2093	546,19	76,05	14	331,00	812,00
Peso ao Nascimento (kg)	1568	35,68	2,98	8	30,00	40,00
Duração da Lactação (dias)	842	272,46	67,22	25	68,00	819,00
Produção Total de Leite (kg)	1148	1745,55	495,64	28	621,50	4682,80
Gordura (%)	830	7,07	0,86	12	3,46	10,30
Idade ao Primeiro Parto (meses)	594	40,53	7,44	18	21,37	60,11
Intervalo de Partos (meses)	576	13,19	0,80	6	12,00	14,80
Período de Serviço (dias)	576	91,12	24,18	27	55,00	140,00
MURRAH						
Ordem de Parto	888	3,29	2,23	68	1	12
Peso ao Parto (kg)	1143	558,59	76,11	14	336,00	782,00
Peso ao Nascimento (kg)	888	35,96	2,98	8	30,00	40,00
Duração da Lactação (dias)	255	258,21	56,37	22	104,00	406,00
Produção Total de Leite (kg)	432	1775,31	490,72	28	668,80	3341,10
Gordura (%)	253	6,76	0,83	12	3,46	8,75
Idade ao Primeiro Parto (meses)	363	40,81	7,58	19	25,16	60,11
Intervalo de Partos (meses)	318	13,17	0,83	6	12,00	14,80
Período de Serviço (dias)	318	90,40	25,26	28	55,00	140,00
MEDITERRÂNEO						
Ordem de Parto	469	3,63	2,23	6	1	10
Peso ao Parto (kg)	494	547,73	78,60	14	331,00	812,00
Peso ao Nascimento (kg)	355	35,68	2,85	8	30,00	40,00
Duração da Lactação (dias)	227	290,32	72,66	25	117,00	819,00
Produção Total de Leite (kg)	333	1714,67	466,47	27	709,10	3087,23

Gordura (%)	218	7,50	0,80	11	5,60	9,50
Idade ao Primeiro Parto (meses)	129	39,97	7,85	20	21,37	60,01
Intervalo de Partos (meses)	108	13,31	0,79	6	12,00	14,76
Período de Serviço (dias)	108	94,71	23,92	25	55,00	139,00
MESTIÇO						
Ordem de Parto	468	3,68	2,48	67	1	13
Peso ao Parto (kg)	456	513,45	62,39	12	358,00	744,00
Peso ao Nascimento (kg)	325	34,89	2,99	9	30,00	40,00
Duração da Lactação (dias)	360	271,28	68,31	25	68,00	548,00
Produção Total de Leite (kg)	383	1738,83	524,33	30	621,50	4682,80
Gordura (%)	359	7,03	0,82	12	5,00	10,30
Idade ao Primeiro Parto (meses)	102	40,21	6,37	16	23,15	60,11
Intervalo de Partos (meses)	150	13,16	0,72	0,05	12,04	14,76
Período de Serviço (dias)	150	90,06	22	24	56,00	139,00

n = número de observações, **DV** = Desvio padrão, **CV** = Coeficiente de variação, **MIN** = Mínimo, **MAX** = Máximo.

Na Tab. 3 estão descritos os parâmetros genéticos, herdabilidades e correlações genéticas das características reprodutivas estudadas.

Tabela 3. Parâmetros Genéticos das características produtivas e de eficiência reprodutiva de búfalos (Período de 1957 a 2013).

Características ¹	Murrah		Mediterrâneo		Mestiço	
	h^2	r	h^2	r	h^2	r
PTL	0,5583		0,4768		0,3930	
G	0,7521	0,0651	0,3875	-0,2670	0,3606	-0,6284
IPP	0,0016	-0,9360	0,0002	-0,8252	0,0015	0,4990
IDP	0,3113	0,0973	0,0019	0,5594	0,0058	0,2390
PS	0,0269	0,0795	0,0072	0,6236	0,0251	0,6259

¹**PTL** = Produção total de leite, **G** = Percentual de gordura, **IPP** = Idade ao primeiro parto, **IDP** = Intervalo de partos, **PS** = Período de serviço, h^2 = herdabilidade, r = correlação genética.

Na Tab. 4 o *ranking* de touros do rebanho estudado, onde identificação dos animais foi codificada na sequência de 1001 até 1023, observa-se que o reprodutor 1001 apresentou para a PTL, PTA de 280,179 kg, com Acurácia de 0,844, o reprodutor 1013 com 0,035 kg, com Acurácia 0,576, havendo 13 reprodutores com PTA positivo; Por sua vez observa-se, ainda, o PTA para G do reprodutor 1006 de 0,4685, com acurácia de 0,860 seguido do reprodutor

1008 com 0,4147, com acurácia 0,852, dentre os positivos o 1012 com PTA igual a 0,0001 e acurácia 0,051.

Para as características de eficiência reprodutiva, observa-se que o reprodutor com melhor valor negativo para a IPP, com um PTA igual a -3,2255 dias e acurácia de 0,998 foi o 1002 e o de menor performance, dentre os positivos para IPP, foi o reprodutor 1022 com 5,006 dias, com acurácia 0,998; Para as característica IDP, o reprodutor 1006 apresentou PTA igual a -2,0517 dias e acurácia de 0,384, e o reprodutor 1022, o de menor valor dentre os positivos para IDP, com -4,0279 dias e acurácia de 0,576 e; para a característica PS o reprodutor 1006 apresentou PTA igual a -2,881 dias e acurácia de 0,170 e o reprodutor 1022, o de menor performance, dentre os positivos para IDP, com - 4,0279 dias e acurácia de 0,576. Tem-se disponível para uso para produção total de leite 13 reprodutores com PTA positivo para PTL; 17 para G, 15 para IPP; 14 para IDP e 12 para PS.

Tabela 4. *Ranking* de reprodutores Búfalos da Embrapa Amazônia Oriental.

Touro	Raça	Nprog	TOP	PTL			G			IPP			IDP			PS	
				PTA	ACC	TOP	PTA	ACC	TOP	PTA	ACC	TOP	PTA	ACC	TOP	PTA	ACC
1001	MU	18	1	280,189	0,844	24	-0,1267	0,817	18	0,6534	0,997	18	0,1008	0,331	18	0,0227	0,049
1002	MU	13	2	223,840	0,831	6	0,1447	0,804	1	-3,2255	0,997	3	-1,6073	0,231	3	-0,2260	0,091
1003	MU	1	3	161,093	0,584	5	0,2076	0,450	17	0,6516	0,831	17	0,0895	0,060	17	0,0099	0,100
1004	ME	5	4	123,100	0,646	23	-0,0524	0,173	8	-0,6043	0,997	8	-0,5042	0,062	8	-0,0491	0,100
1005	MU	8	5	112,153	0,790	11	0,0164	0,051	11	-0,4716	0,997	11	-0,2020	0,401	11	-0,0002	0,100
1006	MU	28	6	70,185	0,876	1	0,4685	0,860	2	-5,7430	0,998	1	-2,0517	0,384	1	-0,2881	0,170
1007	ME	3	7	65,559	0,594	21	-0,0279	0,159	5	-1,4254	0,998	5	-1,3639	0,589	5	-0,1459	0,071
1008	MU	3	8	42,316	0,525	13	0,0062	0,034	21	3,2163	0,998	21	0,2384	0,126	21	0,0357	0,160
1009	MU	4	9	26,177	0,636	15	0,0038	0,041	7	-0,6233	0,830	7	-0,9285	0,440	7	-0,1069	0,078
1010	MU	1	10	25,910	0,540	16	0,0038	0,035	15	-0,1379	0,831	15	0,0009	0,321	15	0,0004	0,148
1011	ME	3	11	21,157	0,660	7	0,0901	0,619	10	-0,5235	0,831	10	-0,2218	0,395	10	-0,0104	0,100
1012	MU	11	12	0,984	0,782	17	0,0001	0,051	22	3,5314	0,997	22	1,2363	0,134	22	0,1878	0,057
1013	ME	6	13	0,035	0,576	18	0,0000	0,154	6	-0,8941	0,996	6	-1,2247	0,464	6	-0,1282	0,050
1014	ME	3	14	-11,013	0,510	14	0,0047	0,136	4	-2,3206	0,998	4	-1,6022	0,433	4	-0,2049	0,220
1015	MU	3	15	-29,106	0,647	4	0,2189	0,657	20	2,4093	0,998	20	0,1912	0,361	20	0,0302	0,040
1016	ME	10	16	-60,943	0,668	10	0,0259	0,178	14	-0,1651	0,830	14	-0,0161	0,284	14	0,0004	0,100
1017	ME	5	17	-66,282	0,537	12	0,0072	0,319	19	0,9968	0,831	19	0,1181	0,049	19	0,0237	0,067
1018	MU	18	18	-113,682	0,841	2	0,4147	0,852	9	-0,5516	0,830	9	-0,3049	0,209	9	-0,0406	0,100
1019	ME	11	19	-130,198	0,719	8	0,0554	0,192	13	-0,1841	0,998	13	-0,0960	0,373	13	-0,0001	0,100
1020	ME	8	20	-143,283	0,708	9	0,0456	0,619	3	-4,7080	0,998	2	-1,7895	0,204	2	-0,2711	0,130
1021	MU	19	21	-157,121	0,827	19	-0,0230	0,054	12	-0,3756	0,831	12	-0,1085	0,299	12	-0,0001	0,100
1022	MU	3	22	-173,628	0,652	20	-0,0254	0,042	24	5,0092	0,998	24	4,0279	0,576	24	0,4848	0,217
1023	MU	4	23	-195,243	0,684	22	-0,0285	0,044	23	3,7781	0,997	23	2,2983	0,230	23	0,2627	0,089

¹PTL = produção total de leite, G = percentual de gordura, IPP = idade ao primeiro parto, IDP = intervalo de partos, PS = período de serviço, MU = Murrah, ME = Mediterrâneo, Nprog = números de progênes, PTA = habilidade de transmissão prevista (*predicted transmitting ability*), ACC = acurácia.

DISCUSSÃO

Nos parâmetros genéticos das características produtivas e reprodutivas aqui estudadas, verifica-se uma variabilidade nos resultados, ora apresentam-se baixas e em outros casos altas, porém coerentes com as características estudadas. Isto porque todas as características de alguma forma são influenciadas pelos fatores de meio.

Nas análises genéticas, as h^2 da PTL foram de 0,5583, 0,4768 e 0,3930, respectivamente para as raças Murrah, Mediterrâneo e Mestiço, considerada de média a alta magnitude, indicando que grande parte desta característica é influenciada por fatores genéticos e que, portanto, responderia bem a programas de seleção. Na literatura os valores variaram de 0,14 a 0,29, ou seja, de média magnitude (Bezerra Júnior *et al.*, 2014; Rodrigues *et al.*, 2010; Malhado *et al.*, 2009; Ghaffar *et al.*, 2007; Tonhati *et al.*, 2004; Sesana *et al.*, 2014).

Campos *et al.* (2007) encontraram herdabilidade de 0,26 para produção acumulada de 305 dias de lactação, utilizando controles leiteiros de búfalas de 13 propriedades no estado de São Paulo.

Araújo *et al.* (2008) estudando rebanhos bubalino da raça Murrah em diferentes regiões do Brasil, obtiveram uma h^2 média de 0,39 para produção de leite de acordo com a classe de desvio padrão (alto: 0,33; baixo: 0,41) os autores verificaram a existência de heterogeneidade de variância da produção de leite entre rebanho e que a fonte dessa heterogeneidade era proveniente dos fatores ambientais.

Os valores altos de h^2 nas características produtivas podem remeter à maior ênfase na seleção massal, ou seja, a seleção dos animais pelo seu valor fenotípico ou mérito aparente, isto é, os dados que decidem como o “balde”, que é quanto o animal produz.

Por se tratar de uma característica de produção a gordura normalmente também possui herdabilidade de média a alta magnitude, como as observada nesse estudo para raça Murrah de 0,7521. Contudo os valores encontrados de 0,3875 e 0,3606 para raça Mediterrâneo e para os mestiços, respectivamente, pode ser justificado pela atuação de outros fatores como descrito por Aspilcueta Borquis *et al.* (2007) que encontraram estimativa de herdabilidade variando em 0,08 a 0,23 de acordo com o mês de lactação. Estimativas de herdabilidade de 0,28 foram encontrada por Campos *et al.* (2007) e de 0,24 por Tonhati *et al.* (2000a) em rebanhos bubalino de várias raças e cruzamentos no estado de São Paulo.

Segundo Cassiano *et al.* (2004) as grandes diferenças de manejo podem diluir as influências genéticas de um rebanho, no entanto para melhorar os índices produtivos, bastaria uma melhora nas condições de manejo.

Para a característica reprodutiva de IPP as h^2 foram de 0,0016, 0,0002 e 0,0015 para as raças Murrah, Mediterrâneo e Mestiço, respectivamente. De acordo com Costa (1999) e Tonhati *et al.* (2000b), as características de fertilidade apresentam h^2 muito baixa ou próxima de zero, sofrendo fundamentalmente, influência dos efeitos ambientais.

Valores medianos foram descritos por Cassiano *et al.* (2004), que encontraram médias de 0,24 e 0,12 para Murrah e Mediterrâneo respectivamente em búfalos na Amazônia Brasileira.

Valores de alta magnitude ($h^2 = 0,41$) foram encontrados por Malhado *et al.* (2009) estudando 628 fêmeas bubalinas sem raça definida em fazendas localizadas nos estados de São Paulo e Pará. Em estudos com bovinos, relatados por Vercesi Filho *et al.* (2007), que estimaram h^2 de 0,48, e Lôbo; Madalena; Vieira (2000) que encontraram média de 0,31 em 94 trabalhos revisados no ambiente tropical, comprovam a existência de considerável variação genética para essa característica.

Alta amplitude de valor foi encontrada na h^2 para IDP na raça Murrah, sendo de 0,3113, nas outras raças, os valores foram baixos, 0,0019 e 0,0058 para Mediterrâneo e Mestiço, respectivamente. Na característica de PS, os valores foram de baixa e média magnitude, sendo 0,0269 para a raça Murrah, 0,0072 para a raça Mediterrâneo e 0,0251 para os Mestiços.

Normalmente são encontradas estimativas de baixa herdabilidade para as características reprodutivas como os IDP e PS que estão expostos à influência ambiental, por isso o manejo adequado é fundamental para o sucesso da criação. Devida a herdabilidade ser um coeficiente frágil, em função da dependência do meio, sendo importante avaliar as questões de tamanho ou desvio o amostragem, as análises estatísticas, inclusive o modelo utilizado ou, ainda, a interpretação dos resultados além de outros fatores comuns em estudos que se utilizam base de dados, tudo deve ser analisado com detalhes.

Resultados similares aos encontrados neste estudo foram descritos por Cassiano *et al.* (2004) que também descreveram esta amplitude de valores na herdabilidade de IDP e

PS quando comparou as raças existentes no Brasil, tendo valores de 0,26 e 0,25 (IDP e PS) para Murrah e 0,00 e 0,04 (IDP e PS) para Mediterrâneo.

Ghaffar *et al.* (2007) encontraram h^2 de 0,018 para IDP em búfalos do Paquistão. Malhado *et al.* (2009) encontraram também para essa característica h^2 de 0,03 em búfalos nos estados de São Paulo e Pará, sem raça definida.

As variações de magnitude das estimativas de herdabilidade se devem provavelmente as diferenças ambientais, variações genéticas e, em virtude de diferentes metodologias utilizadas, nas estimações dos parâmetros. Apesar dessas variações, em geral, verifica-se a existência de variância genética aditiva que justifique a busca de ganho genético pela seleção de animais geneticamente superiores comprovados (Bezerra Júnior *et al.*, 2014).

As correlações genéticas da PTL com as outras características foram baixas e algumas inversas, com exceção de PTL com IDP e PS na raça Mediterrâneo e IPP e PS nos Mestiços, que foram positivas e altas. Correlações baixas e negativas dificultam a seleção simultânea para as características.

PTL com G apresenta correlações de 0,0651, -0,2670 e -0,6284 para Murrah, Mediterrâneo e Mestiço, respectivamente, comportamento esperado, de acordo com Pereira (2008) já que foi utilizado o percentual de gordura. O mesmo achado por Tonhati *et al.* (2000a) com -0,18 para a correlação entre PTL e G em búfalos no estado de São Paulo.

As correlações de PTL com as características reprodutivas foram baixas, indicando que quando se pratica seleção para aumentar a produção de leite pode-se ter um decréscimo nos índices de eficiência reprodutiva.

Ramos *et al.* (2006) caracterizando a produção de leite e IDP de bubalinos da raça Murrah, indicaram a existência de antagonismo favorável entre produção de leite e IDP em bubalinos, já que a correlação genética foi igual a -0,22. O mesmo foi evidenciado Malhado *et al.* (2009) que encontraram o mesmo valor de correlação entre PTL e IDP, em rebanho bubalino mestiço. Ainda nesse estudo os autores encontram correlação -0,02 com IPP, evidenciando a possibilidade de obterem pequenos ganhos genéticos indiretos na característica IPP por meio de seleção para PTL.

Os resultados referentes aos valores de reprodutores mostram que o reprodutor 1001 teve grande performance para a PTL, com PTA de 280,179 kg, com uma acurácia de 0,844, tendo sido colocado em primeiro lugar dentre os machos avaliados para esta

característica produtiva. O de menor performance dentre os positivos para PTL foi o reprodutor 1013 com 0,035kg, e acurácia de 0,576. Para uso na PTL tem-se disponível um total de 13 reprodutores com PTA positivo, que podem interferir positivamente no melhoramento genético dos rebanhos regionais, com ganhos genéticos positivos.

Associando a correlação encontrada nesse estudo, o reprodutor 1001 tem grande ganho genético para PTL, ou seja, transmitirá aos seus descendentes um volume maior de leite, embora com um teor transmissível mais baixo de G, sendo um leite menos gorduroso.

Para as características de eficiência reprodutiva, deve-se observar que os ganhos negativos são os melhores, pois todas as características significam as extensões, como IPP que é expressa em meses, assim como o IDP e o PS, pois quanto menor a idade ao primeiro parto mais precoce é o animal, do mesmo modo que quanto menores forem o IDP e o PS, maior será a eficiência reprodutiva dos rebanhos. Assim, o reprodutor com melhor performance para a IPP, com um PTA igual a -3,2255 dias e acurácia de 0,998 foi o 1002, estando colocado em primeiro lugar dentre os machos avaliados para a característica de eficiência reprodutiva e o de menor performance, dentre os positivos para IPP, foi o reprodutor 1022 com 5,006 dias e acurácia de 0,998.

Para a característica IDP, o reprodutor melhor colocado foi o 1006, com um PTA igual à -2,0517 dias e acurácia de 0,384 e, o reprodutor 1022, o de menor performance, dentre os positivos para IDP, com -4,0279 dias e 0,576 de acurácia. Para a característica PS o reprodutor melhor colocado foi o 1006, com PTA igual a -2,881 dias e acurácia de 0,170 e, o reprodutor 1022, o de menor performance, dentre os positivos para IDP, com -4,0279 dias e acurácia de 0,576.

CONCLUSÕES

A variabilidade genética do rebanho bubalino leiteiro estudada é passível de ser trabalhada com o manejo genético, principalmente por meio de cruzamentos e/ou acasalamentos assistidos e seleção massal, com base nas características fenotípicas relacionadas às produção e de eficiência reprodutiva;

As análises genéticas permitem inferir diversas conjecturas sobre a essência do parâmetro genético herdabilidade, como indicador de seleção massal, para basear um programa de melhoramento genético, para as populações em condições semelhantes de exploração / criação;

A base de dados trabalhada permitiu a confecção de um *ranking* de reprodutores geneticamente superiores nos rebanhos da Embrapa Amazônia Oriental;

Tem-se disponível para uso na produção total de leite 13 reprodutores com PTA positivo para PTL; 17 para G, 15 para IPP; 14 para IDP e 12 para PS, como matéria-prima a ser trabalhada sua variabilidade no melhoramento genético dos rebanhos regionais com ganhos genéticos positivos, para as características estudadas,

Uma caracterização genético-quantitativa-molecular, aplicada a esta base de dados, pode definir e elucidar mais sobre a estrutura das populações de búfalos nos rebanhos estudados, bem como viabilizar uma seleção com base genômica.

REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, C.V.; CARDOSO, A.M.C.; RAMOS, A.A. *et al.* Estimação de parâmetros e heterogeneidade de variâncias para produção de leite em bubalinos da raça Murrah utilizando inferência Bayesiana. *Asociación Latino Americana de Producción Animal*. v.16, n.4, p.234-240, 2008.
- ASPILCUETA BORQUIS, R.; TANAKA, A.; ALBUQUERQUE, L. *et al.* Genetic parameters estimates for milk, fat and protein yield analyzed by test day models for Murrah buffaloes in Brazil. *Italian Journal Animal Science*, v.6 (Suppl. 2), p.368-371, 2007.
- BEZERRA JÚNIOR, J.S.; FRAGA, A.B.; COUTO, A.G. *et al.* Produção de leite, duração da lactação e intervalo de partos em búfalas mestiças Murrah. *Revista Caatinga*. v.27, n.2, p.184-191, 2014.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. *Plano mais pecuária*/Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Assessoria de Gestão Estratégica—Brasília: MAPA/ACS, 2014. 32p.
- CAMPOS, R.V.; YOKOO, M.J.I.; SENO, L.O. *et al.* Genetic parameters estimate for milk and mozzarella cheese yield, fat and protein percentage in dairy buffaloes in Brazil. *Italian Journal Animal Science*, v.6 (Suppl. 2), p.360-363, 2007.
- CASSIANO, L.A.P.; MARIANTE, A. DA S.; McMANUS, C. *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.
- COSTA, C.N. Interação Genótipo-ambiente em gado de leite. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE GENÉTICA E MELHORAMENTO ANIMAL, Viçosa, 1999, *Anais...* Viçosa: UFV.
- FALCONER, D.S.; MACKEY, T.F.C. *Introduction to Quantitative Genetics*. 4. Ed. New York: LONGMAN, 1996. 464p.

GHAFFAR, A.; ANSARI, M.H.; JOKHIO, M.H. *et al.* Genetic analysis of a purebred herd of Kundhi in Pakistan. *Italian Journal Animal Science*, v.6 (Suppl. 2), p.271-274, 2007.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Censo Agropecuário 2006: Resultados preliminares*. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/agropecuaria/censoagro/2006/>. Acesso em: 12/06/2015.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Indicadores IBGE: Estatística da Produção Pecuária* (2014). Disponível em http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/producaoagropecuaria/abate-leite-couro-ovos_201401_publ_completa.pdf. Acesso em: 12/06/2015.

LÔBO, R.N.B.; MADALENA, F.E.; VIEIRA, A.R. Average estimates of genetic parameters for beef and dairy cattle in tropical regions. *Animal Breeding Abstract*. v.68, p.433-462, 2000.

LOURENÇO JÚNIOR; J.B.; GARCIA, A.R. Panorama da bubalinocultura na Amazônia. In: ENCONTRO INTERNACIONAL DA PECUÁRIA DA AMAZÔNIA, 1., Belém, 2008, *Anais...* Belém: FAEPA; Instituto Frutal; SEBRAE-PA.

MALHADO, C.H.M.; RAMOS, A.A.; CARNEIRO, P.L.S. *et al.* Estimativas de parâmetros genéticos para características reprodutivas e produtivas de búfalas mestiças do Brasil. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*. v.10, n.4, p.830-839, 2009.

MEYER, K. WOMBAT – A tool for mixed model analyses in quantitative genetics by REML. *Journal of Zhejiang University Science*. v.8, p.815-821, 2007.

MOURÃO, G.B. *Análise genética quantitativo-molecular para características de produção, perfil de ácidos graxos e qualidade do leite*. Disponível em: <http://www.bv.fapesp.br/pt/auxilios/29591/analise-genetica-quantitativo-molecular-para-caracteristicas-de-producao-perfil-de-acidos-graxos-e/>. Acesso em: 10/06/2015.

PAULA, M.C.; MARTINS, E.N.; SILVA, L.O.C. *et al.* Estimativas de parâmetros genéticos para produção e composição do leite de vacas da raça Holandesa no estado do Paraná. *Revista Brasileira de Zootecnia*. v.37, n.5, p.824-828, 2008.

PEREIRA, J.C.C. *Melhoramento genético aplicado à produção animal*. Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais, 2008. 617p.

PIRES, A.V.; LOPES, P.S.; TORRES, R.A. *et al.* Estimacão de Parâmetros Genéticos de Características Reprodutivas em Suínos. *Revista Brasileira de Zootecnia*. v.29, n.6, p.1698-1705, 2000.

RAMALHO, M.A.P.; SANTOS, J.B.; ZIMMERMANN, M.J.O. *Genética quantitativa em plantas autógamas: aplicações ao melhoramento do feijoeiro*. Editora UFG, Goiânia, 1993. 271p.

RAMOS, A.A.; MALHADO, C.H.M.; CARNEIRO, P.L.S. *et al.* Caracterizao fenotípica e genética da produo de leite e o do intervalo entre partos em bubalinos da raça Murrah. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.41, n.8, p.1261-1267, 2006.

RODRIGUES, A.E.; MARQUES, J.R.F.; ARAÚJO, C.V. *et al.* Estimacão de parâmetros genéticos para características produtivas em búfalos na Amazônia Oriental. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v.62, n.3, p.712-717, 2010.

SAS Institute Inc. SAS/STAT[®] 9.0 User's Guide. Cary, NC: SAS Institute Inc, 2004.

SESANA, R.C.; BALDI, F.; BORQUIS, R.R.A. *et al.* Estimates of genetic parameters for total milk yield over multiple ages in Brazilian Murrah buffaloes using different models. *Genetics and Molecular Research*, v.13, p.2784-2795, 2014.

STATISTICS: The world dairy situation 2002. *Bulletin of the International Dairy Federation*. n.378, p.46-47, 2002.

TONHATI, H.; MUÑOZ, M.F.C.; OLIVEIRA, J.A. *et al.* Parâmetros genéticos para a produo de leite, gordura e proteína em Bubalinos. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.29, n.6 (Supl.), p.2051-2056, 2000a.

TONHATI, H.; VASCONCELLOS, B.F.; ALBUQUERQUE, L.G. Genetic aspects of productive and reproductive traits in a Murrah buffalo herd in São Paulo, Brazil. *Journal Animal Breeding Genetics*, v.117, n.5, p.331-336, 2000b.

TONHATI, H.; MUÑOZ, M.F.C.; DUARTE, J.M.C. *et al.* Estimates of correction factors for lactation length and genetic parameters for milk yield in buffaloes. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v.56, n.2, p.251-257, 2004.

VERCESI FILHO, A.E.; MADALENA, F.E.; ALBUQUERQUE, L.G. *et al.* Parâmetros genéticos entre características de leite, de peso e a idade ao primeiro parto em gado mestiço leiteiro (*Bos taurus x Bos indicus*). *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*. v.59, n.4, p.983-990, 2007.

6. CONCLUSÃO GERAL

Os resultados relacionados à produtividade média das características fenotípicas estudadas, demonstradas pela estatística descritiva, associados aos parâmetros e índices genéticos, mostram que a variabilidade do rebanho estudado é passível de ser trabalhada, através dos recursos do manejo genético, tanto para as características produtivas quanto para aquelas da eficiência reprodutiva, apresentando muito boas perspectivas de ganhos genéticos nas raças estudadas, podendo incrementar a produção leiteira da cadeia produtiva dos búfalos no Brasil.