



UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS

FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

CURSO DE ZOOTECNIA

**ANÁLISES ESTRUTURAIS PARA COMPONENTES
DE CARACTERÍSTICAS DO LEITE E INDICES
REPRODUTIVOS EM BUBALINOS LEITEIROS**

Acadêmico: Murilo Azevedo Nunes

Dourados - MS

Março - 2018



UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE ZOOTECNIA

**ANÁLISES ESTRUTURAIS PARA COMPONENTES
DE CARACTERÍSTICAS DO LEITE E INDICES
REPRODUTIVOS EM BUBALINOS LEITEIROS**

Acadêmico: Murilo Azevedo Nunes
Orientador: Leonardo de Oliveira Seno

Trabalho apresentado à Faculdade de
Ciências Agrárias da Universidade
Federal da Grande Dourados, como
parte das exigências para obtenção do
grau de bacharel em Zootecnia

Dourados - MS

Março - 2018

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP).

N972a Nunes, Murilo Azevedo

Análises estruturais para os componentes de características do leite e índices reprodutivos em bubalinos leiteiros. / Murilo Azevedo Nunes -- Dourados: UFGD, 2018.

20f. : il. ; 30 cm.

Orientador: Leonardo de Oliveira Seno

Co-orientador: Rusbel Raul Aspilcueta Borquis

TCC (Graduação em Zootecnia) - Faculdade de Ciências Agrárias,
Universidade Federal da Grande Dourados.

Inclui bibliografia

1. Sistema de produção. 2. Bubalinos. 3. Produção de leite. 4. Reprodução. I.
Título.

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

©Direitos reservados. Permitido a reprodução parcial desde que citada a fonte.

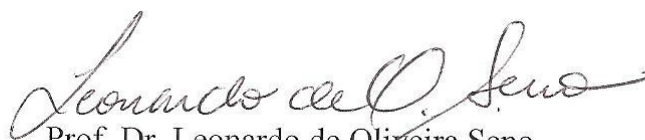
CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO: ANÁLISES ESTRUTURAIS PARA OS COMPONENTES DE CARACTERÍSTICAS DO LEITE E ÍNDICES REPRODUTIVOS EM BUBALINOS LEITEIROS

AUTOR: Murilo Azevedo Nunes

ORIENTADOR: Leonardo de Oliveira Seno

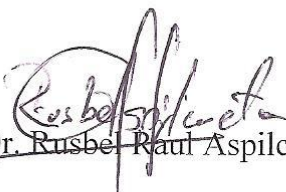
Aprovado como parte das exigências para a obtenção do grau de bacharel em **ZOOTECNIA** pela comissão examinadora.



Prof. Dr. Leonardo de Oliveira Seno
(Orientador)



Prof. Dr. Alexandre Rodrigo Mendes Fernandes



Prof. Dr. Rusbe Raul Aspilcueta Borquis

Data de realização: 07 de Março de 2018



Prof. Dr. Leonardo de Oliveira Seno
Presidente da comissão do TCC-Zootecnia

DEDICATÓRIA

*Aos meus pais Arlindo Dias Nunes e Maria Aparecida Azevedo da Silva dedico
minha graduação, se alcancei essa conquista foi por vocês.*

Aos meus irmãos, por todos me apoiarem as minhas decisões.

*A minha namorada e companheira, Natalia Bicudo, a pessoa que muito me apoiou
em minhas decisões.*

A uma pessoa muito especial, Celina da Silva Matos.

*Ao meu amigo pescador e dono do xerox Dailson Texeira, por patrocinar todos os
xerox que tirei em minha graduação com direito a vale alimentação “paçoca,
bombom, amendoim e alfajor”.*

Dedico de todo o meu coração!

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, à Deus, por sempre guiar meus caminhos, por me dar forças e coragem para sempre seguir em frente.

Aos meus pais, Arlindo Dias Nunes e Maria Aparecida Azevedo da Silva, por todo amor e orgulho que sempre tiveram por mim.

Ao meu orientador Leonardo de Oliveira Seno e “companheiro de pescaria”, pelos ensinamentos, paciência e disposição em ajudar, e por todo o apoio.

Ao Rusbel Raúl Aspilcueta Borquis, meu co-orientador, pela constante dedicação em ajudar, agradeço por todos os ensinamentos, paciência e confiança.

A todos os professores, pelos conselhos e puxões de orelha, pelos diversos ensinamentos.

Aos grandes amigos de curso, principalmente ao Guilherme Paiva, Tauan Andrey, Karine Tenório, Ranielle Vilela e Carolina Carollo, que são mais que colegas, pelo companheirismo nos estudos, pelo apoio nos momentos difíceis, pela amizade sincera, momentos de descontração e pelos conselhos durante essa jornada.

Aos membros da banca prof. Dr. Leonardo de Oliveira Seno, ao prof. Dr. Rusbel Raúl Aspilcueta Borquis e prof. Dr. Alexandre Rodrigo Mendes Fernandes, por aceitarem fazer parte deste momento especial e contribuírem com o trabalho.

A Universidade Federal da Grande Dourados, pela oportunidade de formação em Zootecnia.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	01
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	02
2.1. Panorama da bubalinocultura no Brasil.....	03
2.2. Composição do leite de búfala.....	03
2.3. Características de produção.....	04
2.4. Características reprodutivas e de peso.....	05
3. MATERIAIS E MÉTODOS.....	08
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	11
5. CONCLUSÃO.....	16
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	17

RESUMO

Do ponto de vista produtivo na pecuária, a produção de leite e qualidade do leite é a principal renda neste setor. Embora com expressivo crescimento dos rebanhos bubalinos no país, verifica-se a necessidade de incrementar os índices de produção. O objetivo do presente estudo foi propor um modelo de índice geral que relacione as características do leite, com aquelas de eficiência reprodutiva, bem como, estabelecer um conjunto de indicadores relacionados as variáveis latentes. Os dados utilizados neste estudo são oriundos da Fazenda Tapuio, participantes do programa de controle leiteiro promovido pela UNESP, *campus* de Jaboticabal. Para a formação dos blocos utilizou-se: Produção acumuladas até 305 de leite (PL), gordura (PG) e proteína (PP), % de gordura (porgor), proteína (porprot) e CCS, e também a duração da lactação (DL_EST) para formar o bloco de características do leite (CLEITE), as variáveis P365, P730 e PS formaram o bloco eficiência reprodutiva (REPROD) e o bloco Sucesso (SUC) foram consideradas IEP, IPP e PM. Para a análise estatística dos dados, utilizou-se o pacote PLS – Path Modeling do software R. As correlações obtidas mostram que quando são selecionados animais considerando parâmetros de produção, há uma leve diminuição nas características reprodutivas, porém há um ganho no sucesso. A análise de trilha pode ser utilizada como alternativa para avaliar animais nos diferentes sistemas de produção, levando em conta as diferentes variáveis de produção e reprodução. Os animais denominados sucesso deverão ser animais equilibrados, como boa produção e qualidade do leite, e menores pesos e idade ao primeiro parto.

Palavras-chave: Sistema de produção, bubalinos, produção de leite, reprodução.

ABSTRACT

From a productive point of view in livestock production, a milk production and milk quality is a main segment of income. With the expressive growth of buffalo herds in the country, there is a need to increase production rates. The objective of the present study was the proportion of a general index model that relates milk characteristics to those of reproductive efficiency, as well as to establish a set of related indicators as latent variables. The data used in the study come from Tapuio Farm, participants in the dairy control program promoted by UNESP, Jaboticabal *campus*. For the formation of the blocks, we used: Cumulated production up to 305 of milk (PL), fat (PG) and protein (PP), % fat (porprot), protein (porprot) and CCS, as well as duration of lactation (DL_EST), to form the milk characteristic block (CLEITE), P365, P730 and PS formed the efficient reproductive block (REPROD) and Block Success (SUC) were considered as IEP, IPP and PM. For a statistical analysis of the data, using the PLS - Path modeling package, make software R. As correlations obtained show that when animals are selected considering the production parameter, there is a slight decrease in reproductive characteristics, there is a gain in success. Track analysis can be used as an alternative to evaluate our different production systems, taking into account how different production and reproduction variables. The so-called successful animals should be balanced animals, such as good milk production and quality, and lower weights and age at first calving.

Key-words: Production system, buffaloes, milk production, reproduction.

1. INTRODUÇÃO

Desde o ponto de vista produtivo na pecuária, a produção de leite e qualidade do leite é a principal renda neste setor, entretanto, a eficiência reprodutiva é considerada um fator importante que afeta a produção de leite, já que está vinculada à parição, sendo que as características reprodutivas de maior importância são: a idade ao primeiro parto, intervalo entre parto, número de inseminações para a prenhes, etc (TONHATI et al., 2008). De acordo com Cassiano et al. (2004) a importância do estudo das características reprodutivas, em programas de melhoramento genético, deve-se a relação existente entre tais características e as taxas de ganho genético anual. Ainda de acordo com estes autores, menores idades ao primeiro parto possibilitam a redução de intervalo de gerações.

Entretanto, embora com expressivo crescimento dos rebanhos bubalinos no país, verifica-se a necessidade de incrementar os índices de produção. Para o aprimoramento dos níveis de produção é indispensável o conhecimento do potencial produtivo e reprodutivo dos animais. Com este conhecimento podemos obter um índice de sucesso para os indivíduos. Este índice não pode ser mensurado diretamente, entretanto (variável latente), poderíamos usar um conjunto de outras informações que, de alguma forma, refletem os indivíduos sejam desejados ou não, em seguida, combinar essas informações e resumi-las para criar um índice de sucesso (CURADO et al., 2014).

Embora a essência das variáveis latentes seja que elas não podem ser diretamente medidas, isso não significa que sejam sem sentido ou inútil. Para torná-los operacionais, as variáveis latentes são indiretamente medidas por meio de variáveis que podem ser perfeitamente observadas ou medidas. Esses tipos de variáveis são chamadas de variáveis de manifesto (MVs), que também são conhecidas como indicadoras (NASCIMENTO & MACEDO, 2016).

Quanto maiores sejam as produções e a qualidade do leite, bem como as respostas adequadas para as características reprodutivas, seria possível a obtenção de maior sucesso na atividade. Esta teoria envolve duas hipóteses, na primeira, estamos supondo que se os indivíduos melhoram suas características do leite, obteríamos maior sucesso. Na segunda hipótese, se os indivíduos apresentam bons desempenhos reprodutivos, também esperaríamos maior sucesso, uma vez que estes indivíduos participariam das produções do leite após o parto.

Assumimos que as MVs contêm informações que refletem ou indicam um aspecto da construção; portanto, usamos a informação contida nos indicadores para se obter uma representação aproximada da variável latente. Portanto, o objetivo do presente estudo foi propor um modelo de índice geral que relacione as características do leite, com aquelas de eficiência reprodutiva, bem como, estabelecer um conjunto de indicadores relacionados as variáveis latentes.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Panorama da bubalinocultura no Brasil

Os búfalos foram introduzidos no Brasil a pouco mais de 100 anos através da Ilha de Marajó no Estado do Pará e ocorreu a expansão da população por toda a região Amazônica, que atualmente abriga cerca de 50% do rebanho brasileiro. A bubalinocultura é distribuída por todos os estados brasileiros e é uma alternativa viável de produção de leite e carne. Além disso, não é raro encontrar entre nós o búfalo utilizado como animal de tração, como se faz em muitos dos países asiáticos, se constituindo num animal de múltiplas funções (RAMOS et al., 2004).

A produção de búfalos no Brasil, a partir dos anos 80/90 apresentou crescente interesse na exploração leiteira, com formação de expressivas “bacias” de produção de leite de búfalas, particularmente no sudeste do país e junto aos maiores centros consumidores (BERNARDES, 2006).

Segundo o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA, 2015), a população total de bubalinos no país no ano de 2015 era de 1.189.069 animais, sendo os estados do Pará (390.775), Amapá (265.973) e São Paulo (87.456) onde se encontram os maiores rebanhos, juntos detém mais de 62% do rebanho nacional de bubalinos. No entanto, a Associação Brasileira dos Criadores de Búfalos (ABCB) estima o rebanho em 3 milhões de cabeças. Esta divergência de informações estatísticas pode ser atribuída ao fato de muitos bubalinos serem cadastrados como bovinos nas declarações de vacinação, impostos e entradas de abates.

2.2. Composição do leite de búfala

A exploração bubalina ainda é pouco conhecida no Brasil, mostrando-se maior interesse em exploração leiteira em comparação a carne. O leite de búfala apresenta elevado valor nutricional devido aos altos níveis nutrientes, podendo ser consumido tanto na forma *in natura* como na elaboração de produtos lácteos. A comercialização de produtos lácteos bubalinos é pouco comum na forma *in natura*, sendo mais comum na forma de queijos.

O leite de búfala apresenta algumas peculiaridades em comparação ao leite bovino, destacando-se o sabor adocicado e a coloração branco opaca, provocada pela ausência de pigmentos carotenóides. As micelas de caseína do leite de búfalas são maiores do que as encontradas no leite de vaca fazendo com que a coalhada elaborada

com leite de búfalas retenha menos água do que a do leite de vacas, durante a ação do coalho (GANGULI, 1979). Este também apresenta maiores porcentagens de gordura, proteína e sólidos totais quando comparado ao leite de vaca, o que confere maior rendimento na obtenção de derivados lácteos e maior remuneração aos produtores. Além da já conhecida e tradicional mozzarella, é possível produzir também outros tipos de queijos como minas frescal, ricota, coalho, provolone, entre outros (TONHATI et al., 2008).

Segundo Amaral et al. (2005), os componentes do leite (gordura, proteína, lactose e sólidos totais) podem variar em função de fatores ambientais (estação do ano, nutrição) e efeito do animal (raça, idade, estágio da lactação).

2.3. Características de produção

Quanto às características de produção, as mais relevantes são: produção total de leite, produção de gordura, produção de mozzarella e parâmetros de qualidade do leite, do ponto de vista do valor nutricional. A seleção para a produção de leite, proteína e gordura em rebanhos leiteiros tem sido baseada na produção acumulada aos 305 dias de lactação, a qual é geralmente calculada a partir dos controles mensais (aspilcueta-borquis, 2008).

Quando falamos em qualidade do leite, além dos parâmetros nutricionais, também abrange questões sanitárias e de oferta. A quantidade de microrganismos no leite influencia no tempo de prateleira do leite ou do produto para o qual o leite poderá ser utilizado (ÁVILA C.R. & GALLO, 1996). Dois grupos de microrganismos podem ser destacados: (1) os não patogênicos, mas que alteram as propriedades do leite pela elevada acidez ou pela produção de enzimas termotolerantes; e (2) os patogênicos, aqueles responsáveis por toxinfecções alimentares, que podem estar presentes no leite cru. Assim, as condições higiênico-sanitárias devem ser monitoradas para garantir um produto seguro e de qualidade, sendo uma ferramenta para determinação dos pontos do processamento do produto que podem ser melhorados.

Existem vários fatores que afetam a produção e a composição do leite, alguns ligados ao indivíduo, como espécie, raça, estágio de lactação, número de lactações, idade; fatores ambientais, como temperatura, umidade, radiação solar; fatores fisiológicos e patológicos, como porção da ordenha, presença de mastite; fatores

nutricionais e relacionados ao manejo, como intervalo entre ordenhas, persistência de lactação, relação volumoso:concentrado da dieta, etc.

Aspilcueta-Borquis (2008) em pesquisa com búfalas da raça Murrah, encontrou produções médias de leite aos 305 dias de 1.813 kg de leite. A média de produção foi próxima aos valores observados por RAMOS et al. (2006) e MALHADO et al. (2007), de 1.650,00 e 1.863,50 kg, respectivamente. As médias obtidas por Aspilcueta-Borquis (2008) para %G e %P variaram de 6,41% a 8,50% para gordura e de 3,46% a 4,55% para proteína, semelhante a diversos pesquisadores (SPANGHERO e SUSMEL, 1996; TONHATI et al., 2000; ROSATI e VAN VLECK, 2002).

Os teores de gordura e proteína contidos no leite de búfalas são responsáveis pela maior quantidade de sólidos totais, e conseqüentemente, o maior rendimento industrial na fabricação de produtos, como a *mozzarella*, além de conferir-lhes particular qualidade. Estes fatos indicam que os búfalos podem ser interessantes para geração de renda e contribuir para um maior desenvolvimento do setor pecuário (APISCULETA-BORQUIS, 2008).

O retorno econômico da bubalinocultura depende, principalmente, da produção de leite e da eficiência reprodutiva desses animais, sendo esta última particularmente afetada por longos intervalos de partos (RAMOS et al., 2006).

2.4. Características reprodutivas e de peso

Pode-se dizer que os búfalos são poliéstricos estacionais de dias curtos, semelhantemente aos ovinos e caprinos, apresentando aumento da atividade reprodutiva nos meses de outono e inverno (BARUSELLI et al., 2007). Como mencionado anteriormente, a produção de leite é o principal objetivo de seleção em animais leiteiros. Entretanto, vários estudos têm mostrado declínio da eficiência reprodutiva em bovinos leiteiros, associada ao aumento da produção de leite, isto tudo está ligado ao balanço energético negativo que se dá ligado a altas produções de leite (SILVA et al., 1998).

A elevada idade ao primeiro parto nos trópicos é um dos principais fatores que afetam negativamente a exploração dos bubalinos. Esta característica é essencial, pois é por meio dela que se baseiam a seleção para precocidade sexual e potencialidade da vida útil da fêmea. Esta pode afetar a produtividade pela sua influência na produção de leite durante a vida útil da matriz e na eficiência reprodutiva do rebanho, e a idade ao

primeiro parto apresentou baixa associação com a primeira produção de leite (MALHADO et al., 2009).

A idade da primeira cria é um dos parâmetros zootécnicos mais importantes para avaliar a produtividade dos rebanhos. Este índice está intimamente relacionado à idade ideal para a primeira cobertura (24 meses). Silva et al. (1995), trabalhando com bubalinos da raça Murrah, criados a pasto, no Estado do Paraná encontrou médias de IPP de 1101 ± 20 dias (36,7 meses). Menores idades ao primeiro parto permitem a redução do intervalo de gerações. Ghosh e Alan (1991), em estudo realizado em Bangladesh, apresentaram média de IPP de $1735,47 \pm 42,33$ dias (57,8 meses), resultados bem acima da idade ideal para o primeiro parto.

Ramos et al (2006), em estudo sobre a caracterização fenotípica e genotípica sobre o intervalo entre partos encontrou médias de $432,4 \pm 123,4$ dias, e coeficiente de variação de 28,5%. A herdabilidade para o intervalo entre partos encontrada pelo mesmo autor foi de 0,02, valor em concordância com aqueles normalmente relatados na literatura sobre bovinos de leite, os quais são baixos (ABDALLAH & McDANIEL, 2000; SILVA et al., 2001).

O período de serviço corresponde ao intervalo entre a parição e o primeiro cio fértil. Para que a búfala venha a parir todo ano, o período de serviço terá que ser, no máximo, de 60 dias. Segundo Couto & Jorge (2006), em estudo sobre o manejo reprodutivo de bubalinos, o tempo médio de gestação das búfalas é de 305 dias. O conhecimento das herdabilidades e correlações genéticas e fenotípicas, entre as características de interesse à seleção, é de fundamental importância na obtenção de índices econômicos que maximizem a resposta econômica à seleção (VERCESI FILHO et al., 2007).

A idade à puberdade é uma característica de produção fundamental em bovinos e sendo um importante parâmetro utilizado na seleção genética de novilhas estando diretamente relacionada ao peso e composição corporal (CARDOSO e NOGUEIRA, 2007; SÁ FILHO et al., 2008), sendo associada mais ao peso corporal que com a idade (WILTBANK et al., 1969; BARCELOS et al., 2001). A idade ao primeiro cio em bubalinos é bastante variável, de 12 a 39 meses de meses, porém, com essa idade, normalmente ainda não se atingiu o peso ideal (60 a 70% do peso adulto).

Sousa et al. (1999), em estudo sobre a puberdade de búfalas Murrah, encontraram uma idade ao primeiro estro de aproximadamente 22 meses, com peso

corporal de $372,58 \pm 24,37$ kg. A maturidade sexual só foi alcançada aos média 26 meses e com um peso corporal de $394,50 \pm 22,37$ kg.

Jorge et al. (2005), em estudo sobre o desenvolvimento ponderal de bubalinos da raça Murrah, encontraram médias de $250,59 \pm 25,12$ aos 365 dias de nascimento e $389,80 \pm 31,26$ kg aos 730 dias de nascimento.

Ao contrário dos bovinos, em que a multiplicação de estudos, visando ao maior conhecimento na pecuária de leite, é necessidade reconhecida já há algum tempo (FREITAS et al., 1983), os estudos científicos em bubalinos são escassos, principalmente, em animais sem raça definida no Brasil.

Variável latente é aquela variável hipotética ou teórica que não pode ser diretamente medida – como, por exemplo, qualidade, reprodução - mas que pode ser representada por outros indicadores, constituídos pelos itens das escalas ou pela observação do pesquisador, que em conjunto permitirão que ele obtenha uma medida razoavelmente, para característica de qualidades temos as indicadoras que são %gordura, %proteína e CSS já nos parâmetros reprodução as variáveis indicadoras são IEP e PESO (Hair Jr. et al., 2005).

Exógena é aquela que age apenas preditora ou causadora de um efeito em outra variável escrito no modelo teórico. É determinada fora do modelo e suas causas não são nele especificadas.

Endógena é aquela que resulta de pelo menos uma relação causal. O pesquisador conseguirá distinguir quais variáveis independentes prevêm cada variável dependente apoiando-se na teoria e também em suas próprias experiências prévias (Hair Jr. et al., 2005; Hershberger et al., 2003; Klem, 2006).

3. MATERIAI E MÉTODOS

Os dados utilizados neste estudo são oriundos da Fazenda Tapuio, participantes do programa de controle leiteiro promovido pela UNESP, *campus* de Jaboticabal. Foram coletados dados de 388 primeiras lactações de búfalas controladas mensalmente de 2007 até 2014, A fazenda Tapuio é localizada no município de Taipú, estado do Rio Grande do Norte (latitude S 5°33'57.13" e longitude W 35°37'37.98") com média de precipitação anual de 866.4mm e temperatura média anual de 28°C.

As informações analisadas foram baseadas em parâmetros de produção, qualidade do leite, duração da lactação e parâmetros reprodutivos são apresentados na Figura 1:

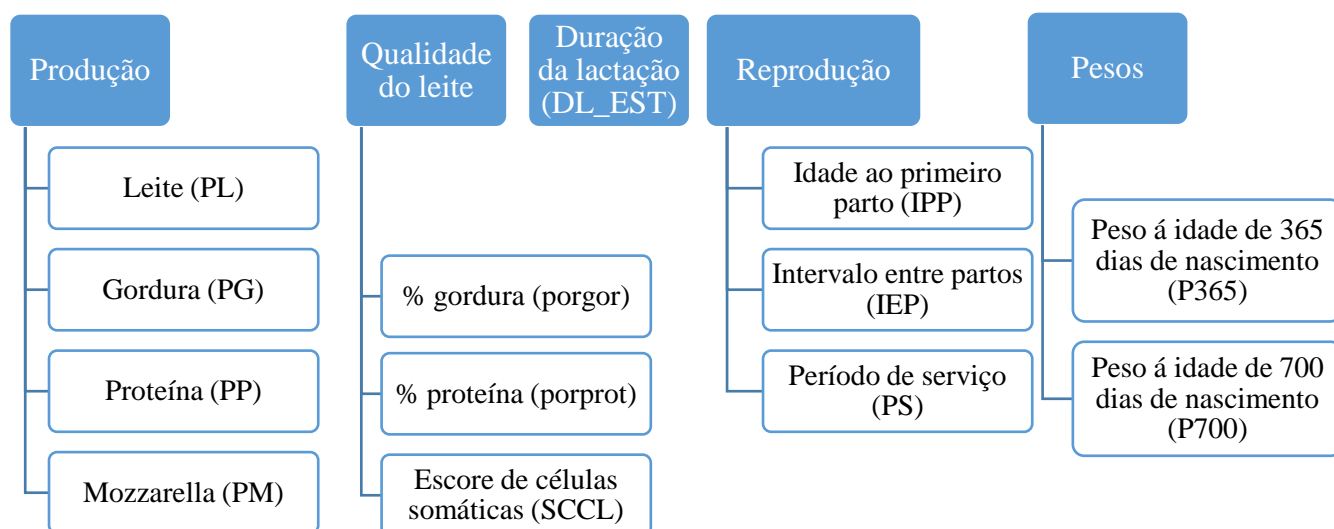


Figura 1. Fluxograma demonstrativo das informações coletadas no histórico da fazenda.

Foram consideradas informações de controles obtidos a partir do quinto dia de produção, sendo mantidas apenas as lactações com duração superior a 120 dias. A partir das produções do dia do controle foram calculadas as produções acumuladas até 305 de leite (PL), gordura (PG) e proteína (PP). As porcentagens de gordura, proteína e CCS, foram obtidos como a media dos registros mensais por lactação, como descrito por Tonhati et al (2000).

Como a contagem de célula somática (CCS) não apresenta distribuição normal, a mesma foi transformada para uma escala logarítmica (SCS), utilizando a função proposta por Dabdoub & Shook (1984):

$$SCS = [\log_2(CCS/100.000)]+3$$

Para calcular a PM, utilizou-se a metodologia proposta por Altiero et al. (1989), em que PM foi baseado em produção total de leite (kg), % de proteína e % de gordura. A PM foi calculada para a produção acumulada aos 305 dias, visto que é baseado em produção total de leite. A equação utilizada foi:

$$PM = Leite (kg) * [3,50 * (\%Proteína) + 1,23 * (\%Gordura) - 0,88] * 100$$

Para as características reprodutivas foram utilizados os dados do próprio registro, considerando IPP de 24 a 56 meses e IEP maiores que 360 dias e menores que 712 dias. Os pesos variaram de 98 kg a 310 kg, quando mensurados aos 365 dias e 290 kg a 560 kg, quando mensurados aos 730 dias. A estrutura dos dados é apresentada na tabela 1.

Tabela 1. Estatísticas descritivas para as produções de leite (PLT), gordura (PG) e proteína (PP), mozzarella (PM) e porcentagens gordura (porgor) e proteína (porprot), escore de células somáticas (SCCL), idade ao primeiro parto (IPP), intervalo entre parto (IEP) e pesos aos 365 e 700 dias de nascidos (P365 e P700), duração da lactação (DL_EST) e período de serviço (PS).

Características	MEDIA	DP	Max	Min	CV(%)
PLT (kg)	2027,72	515,62	3672,88	348,50	25,43
Porgor (%)	6,65	1,42	9,97	4,58	21,32
Porprot (%)	4,29	0,39	6,30	3,57	9,10
PG (kg)	134,34	42,43	168,22	34,75	31,58
PP (kg)	87,27	24,59	131,12	21,96	28,18
PM (kg)	450,97	118,63	758,88	45,78	26,31
SCCL	7,87	2,75	12,78	1,31	34,90
IPP (meses)	36,91	5,07	56,78	24,08	13,74
P365 (kg)	215,58	42,48	310,00	98,00	19,71
P730 (kg)	396,08	63,07	560,00	290,00	15,92
IEP (dias)	427,65	98,33	712,00	360,00	22,99
PS (dias)	148,85	47,21	389,00	40,00	31,72
DL_EST (dias)	306,10	58,30	390,00	140,00	19,04

DP = Desvio padrão; Max = Máximo; Min = Mínimo; CV = Coeficiente de variação.

Após a análise de consistência de dados, foram definidos os indivíduos (ou búfalas) equilibrados (sucessos) da população amostral. Foram considerados equilibrados aqueles indivíduos que apresentavam equilíbrio entre as características do leite e de eficiência reprodutiva. Estes indivíduos foram definidos como sucesso, de

acordo com a função da característica do leite e eficiência reprodutiva, como descrita abaixo, em uma função linear:

$$\text{Sucesso} = b_1 * (\text{característica do leite}) + b_2 * (\text{eficiência reprodutiva}).$$

Na Figura 2 representa-se de forma visual os relacionamentos estabelecidos no modelo, indicando o sucesso da relação entre as características do leite (CLEITE) e eficiência reprodutiva (REPROD) dos indivíduos:



Figura 2. Variáveis latentes avaliadas.

Após a obtenção das três variáveis latentes, foram estabelecidos os blocos ou conjuntos de indicadores que possam ser construídos as três variáveis latentes. Na construção dos blocos ou variáveis indicadoras da característica do leite (CLEITE) foram consideradas aquelas características que apresentam relação com a produção e qualidade do leite: PLT, porgor, porprot, SCCL e DL_EST. Para os blocos ou variáveis indicadoras da eficiência reprodutiva (REPROD) foram consideradas as variáveis P365, P730 e PS. Para os blocos ou variáveis indicadoras de Sucesso (SUC) foram consideradas IEP, IPP e PM.

Para a análise estatística dos dados, utilizou-se o pacote PLS – Path Modeling (SANCHEZ, 2013) do software R, como método multivariado, para a obtenção do sucesso.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os blocos de indicadores reflexivos indicam ou refletem como estão associados com as variáveis latentes. Para tanto, assumimos que as variáveis latentes são manifestações das variáveis indicadoras, ou seja, se na construção das variáveis latentes ocorrer uma mudança de sentido (aumenta ou diminui), os indicadores associados também mudaram na mesma direção. Se durante o processo tivermos muitas variáveis que supostamente estão medindo algum aspecto comum na mesma variável latente, espera-se que essas variáveis se aproximem na mesma direção. Isto implica a unidimensionalidade. Assim, os indicadores reflexivos devem estar em um espaço de uma dimensão.

Os parâmetros de unidimensionalidade para cada bloco de indicadores podem ser observados na Tabela 2. A primeira coluna mostra o tipo de medida, que neste caso, todos os blocos são reflexivos. A segunda coluna (#V.I) indica o número de variáveis de manifesto em cada bloco (4 em nosso exemplo). A terceira coluna contém o alfa de Cronbach, a quarta coluna é o Rho de Dillon-Goldstein, e a quinta e sexta colunas são o primeiro e segundo valores de referência, respectivamente.

Tabela 2. Parâmetros de unidimensionalidade para as Características de produção e qualidade do leite, Reprodução e Sucesso.

V.L	Modelo	#V.I	C.alpha	DG.rho	1º A.V	2º A.V
CLEITE	A	6	0,701	0,805	2,94	1,23
REPROD	A	4	0,582	0,758	1,97	1,01
SUC	A	2	0,40	0,769	1,25	0,75

V.L = Variáveis latentes; #V.I= Número de variáveis indicadoras; C.alpha = alfa de Cronbach; DG.rho = rho de Dillon-Goldstein; 1º A.V e 2º A.V = Primeiro e segundo autovalores.

Outro parâmetro usado para avaliar a unidimensionalidade de um bloco reflexivo é o Rho de Dillon-Goldstein, que enfoca a variância da soma das variáveis no bloqueio de interesse. Como regra geral, um bloco é considerado como unidimensional quando o rho de Dillon-Goldstein é maior do que 0,7. Este índice é considerado um indicador melhor do que o alfa de Cronbach, porque leva em consideração até que ponto a variável latente explica seu bloco de indicadores. Os valores de Rho no estudo foram superiores a 0,70 indicando que os blocos construídos são adequados.

Na tabela 3 encontram-se as cargas e comunalidades. As cargas são consideradas aceitáveis quando superiores a 0,7. Para o bloco CLEITE, os parâmetros PLT (0,9286), PG (0,9421) e PP (0,9311) são aceitáveis, enquanto os demais valores são inferiores a

0,7. O bloco REPROD apresenta apenas o parâmetro PS (0,9899) aceitável. Para SUC, todos os parâmetros são aceitáveis, sendo que PM apresenta uma carga de 0,8084 e IEP de 0,7720. Para ver a razão das aceitabilidades, usamos as comunalidades, que representam as cargas quadradas, ou seja, a quantidade de variabilidade explicada por uma variável latente. Cargas superiores a 0,7 significa que mais de 50% da variabilidade de um indicador é capturado por sua construção latente.

Tabela 3. Cargas e comunalidades (loadings and communalities).

Nome	Bloco	Peso	Cargas	Comunalidades	Redundância
PLT	CLEITE	0,3093	0,9286	0,862389	0
Porgor	CLEITE	0,1075	0,2819	0,079444	0
Porprot	CLEITE	0,023	0,018	0,000325	0
PG	CLEITE	0,3216	0,9421	0,887584	0
PP	CLEITE	0,3179	0,9311	0,866921	0
DL_EST	CLEITE	0,1675	0,4954	0,245421	0
P365	REPROD	0,0719	0,1822	0,033209	0
P730	REPROD	0,046	0,1877	0,03523	0
PS	REPROD	0,9835	0,9899	0,979894	0
IPP	REPROD	0,0584	0,0808	0,006526	0
PM	SUC	0,6564	0,8084	0,653541	0,58
IEP	SUC	0,6079	0,772	0,596016	0,529

PLT= Produção total de leite; Porgor= Porcentagem de gordura; Porprot= Porcentagem de proteína; PG = Produção de gordura; PP = Produção de proteína; DL_EST= Dias de lactação; P = Pesos; PS = Período de serviço; IPP= Idade ao primeiro parto; PM= Peso Mozzarella; IEP= Intervalos entre partos.

Na tabela 4 foram apresentadas as cargas cruzadas. As variáveis latentes para o bloco CLEITE, quando comparadas com ele mesmo, mostram-se positivas, demonstrando um aumento para essas variáveis, porém, quando comparada com o bloco REPROD, apresentam-se negativas, evidenciando uma correlação negativa entre os blocos. Esse mesmo comportamento se observa nos demais blocos avaliados.

Tabela 4. Cargas cruzadas (cross-loadings).

Nome	Bloco	CLEITE	REPROD	SUC
PLT	CLEITE	0,9286	-0,2152	0,7379
Porgor	CLEITE	0,2819	-0,1036	0,2565
Porprot	CLEITE	0,0180	0,0163	0,055
PG	CLEITE	0,9421	-0,2400	0,7672
PP	CLEITE	0,9311	-0,2111	0,7583
DL_EST	CLEITE	0,4954	-0,2046	0,3996
P365	REPROD	0,0016	0,1822	-0,0492
P730	REPROD	-0,0120	0,1877	-0,0315
PS	REPROD	-0,2545	0,9899	-0,6730
IPP	REPROD	-0,0894	0,0808	-0,0399
PM	SUC	0,9778	-0,2368	0,8084
IEP	SUC	0,2797	-0,8451	0,7720

PLT= Produção total de leite; Porgor= Porcentagem de gordura; Porprot= Porcentagem de proteína; PG = Produção de gordura; PP = Produção de proteína; DL_EST= Dias de lactação; P = Pesos; PS = Período de serviço; IPP= Idade ao primeiro parto; PM= Peso Mozzarella; IEP= Intervalos entre partos.

Depois de avaliar a qualidade do modelo de medição, o próximo estágio é avaliar a parte estrutural, para inspecionar os resultados de cada regressão nas equações estruturais (Tabela 5).

Tabela 5. Modelo Estrutural.

FV	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)
Intercept	$7,92 \times 10^{-16}$	0,0172	$4,61 \times 10^{-14}$	$1,00 \times 10^0$
CLEITE	$6,86 \times 10^{-1}$	0,0178	$3,86 \times 10^1$	$5,47 \times 10^{-134}$
REPROD	$-4,94 \times 10^{-1}$	0,0178	$-2,78 \times 10^1$	$7,83 \times 10^{-94}$

FV = Fontes de variação; Estimate = estimação ;Std. Error = desvio.

Além dos resultados das equações de regressão, a qualidade do modelo estrutural é avaliada pela análise de três índices de qualidade, os coeficientes de determinação de R^2 , o índice de redundância e a bondade de ajuste (GoF) (SARAMAGO, 2014). Na Tabela 6, são apresentados os dois primeiros índices. O R^2 são os coeficientes de determinação das variáveis latentes endógenas. Para cada regressão no modelo estrutural, temos um R^2 que é interpretado de forma semelhante como em qualquer análise de regressão múltipla. R^2 indica a quantidade de variância na variável latente endógena explicada por suas variáveis latentes independentes.

A redundância é a quantidade de variância em uma construção endógena explicada por suas variáveis latentes independentes (SANCHEZ, 2013). Em outras palavras, reflete a capacidade de um conjunto de variáveis latentes independentes para explicar a variação na variável latente dependente. Alta redundância significa alta habilidade para prever. Analogamente ao índice de comunalidades, pode-se calcular a

redundância média, ou seja, a média dos índices de redundância dos blocos endógenos. Para cada variável latente, temos algumas informações descritivas: tipo (exógeno ou endógeno), medição (reflexiva ou formativa) e número de indicadores. A coluna R^2 está disponível apenas para variáveis endógenas. A média comum da AVE indica quanto da variabilidade do bloco é reprodutível pela variável latente.

Os resultados apresentados na tabela 6 indicam que, a redundância média do sucesso é de 55,4%, representando assim, uma capacidade de previsão intermediária. Enquanto que, por serem características exógenas, CLEITE e REPROD não podem ter a redundância estimada.

Tabela 6. Coeficientes de determinação de R^2 e índice de redundância para as variáveis CLEITE, REPROD e SUC.

FV	Tipo	R^2	Índices de comunalidades	Redundância média	AVE
CLEITE	Exógeno	0	0,49	0	0,49
REPROD	Exógeno	0	0,264	0	0,264
SUC	Endógeno	0,887	0,625	0,554	0,625

FV = Fontes de variação; Tipo = Variação; R^2 = Coeficiente de determinação.

A correlação entre os fatores CLEITE e REPROD forma baixas e negativas (Tabela 7), indicando que quando aumentamos as características produtivas nos animais teremos uma diminuição nas características reprodutivas. Na literatura não foram relatadas correlações entre grupos de características, devido a poucos estudos com esta metodologia, entretanto, Barros et al. (2016), encontrou correlações baixas entre características de PL, %G e %P com as reprodutivas (IPP e IEP), sendo próximos aos encontrados no presente estudo. Seno et al. (2010) também relatou correlações baixas entre características de produção de leite (PL) e reprodutivas (IPP).

Na tabela 7 a correlação entre a CLEITE e SUC foi alta e positiva, divergente dos resultados apresentados por Aziz et al. (2001), onde a correlação entre PL e IEP (0,09) foi baixa e positiva. Correlações altas e positivas indicam que os animais selecionados como sucesso teriam que ter boa produção e qualidade do leite satisfatória. A correlação entre REPROD e SUC foram moderadas e negativas, indicando que os animais chamados de sucesso deveriam ter menores pesos e IPP. Tendo em vista que as explorações leiteiras dos búfalos são semi-extensivo, portanto, os animais deveriam entrar em reprodução em menor porte e mais leves.

Marques (2005) relatou que a idade ao primeiro parto (IPP) tem alta correlação com a vida útil produtiva, significando que as fêmeas que têm o seu primeiro parto mais cedo, são mais férteis e produzem mais durante a sua vida reprodutiva.

Tabela 7. Correlações entre as variáveis latentes.

	CLEITE	REPROD	SUC
CLEITE	-	-0,256	0,812
REPROD	-0,256	-	-0,669
SUC	0,812	-0,669	-

CLEITE = Características de leite; REPROD = Reprodução; SUC = Sucesso.

5. CONCLUSÕES

A análise de trilha é uma boa ferramenta, e pode ser utilizada como alternativa para avaliar animais nos diferentes sistemas de produção, levando em conta as diferentes variáveis de produção e reprodução. Os animais denominados sucesso deverão ser animais equilibrados, ou seja, com boas características do leite, como boa produção e qualidade do leite, e boas características reprodutivas, menores pesos e idade ao primeiro parto.

2. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABDALLAH, J.M.; McDANIEL, B.T. Genetic parameters and trends of milk, fat, days open and body weight after calving in North Carolina experimental herds. **Journal of Dairy Science**, v.83, p.1364-1370, 2000.
- ALTIERO, V.; MOIO, L.; ADDEO, F. Previsione della resa in mozzarella sulla base del contenuto in grasso e proteine del latte di bufala. **Scienza e Tecnica Lattiero-Casearia**, v.40, p.425-433, 1989.
- AMARAL, F. R., CARVALHO, L. B., SILVA, N., BRITO, J. R. F. Qualidade do leite de búfalas: composição. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, Belo Horizonte, v.29, n.2, p.106-110, 2005.
- ANDRIGHETTO, C., Cadeia produtiva do leite de búfala - visão da universidade. In: II SIMPÓSIO DA CADEIA PRODUTIVA DA BUBALINOCULTURA, Botucatu – SP; CD ROM, 2011.
- APISCULETA-BORQUIS, R. R., **Estimação de parâmetros genéticos para produção de leite e seus constituintes em búfalas**. 2008. B841e. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – UNESP – Campus Jaboticabal, São Paulo.
- ÁVILA C.R. & GALLO C.R. Pesquisa de Salmonella spp. em leite cru, leite pasteurizado tipo C e queijo “Minas Frescal” comercializados no município de Piracicaba - SP. **Scientia Agricola**. V.53, p.159-163, 1996
- AZIZ, M. A et al. Genetic and phenotypic variation of some reproductive traits in Egyptian buffalo. **South African Journal of Animal Science**, Grahamstown, v. 3, n. 31, p. 195-199, 2001.
- BARCELLOS, J. O. S.; PRATES, E. R.; LOPES, J. Influência da estrutura corporal na idade à puberdade de novilhas Braford. In: **Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, 38, 2001, Viçosa, Anais ... Sociedade Brasileira de Zootecnia/macromedia: Viçosa, p.397, 2001.
- BARROS, C. C., ASPILCUETA-BORQUIS, R. R., FRAGA, A. B., TONHATI, H., Genetic parameter estimates for production and reproduction traits in dairy buffaloes. **Rev. Caatinga**, Mossoró, v. 29, n. 1, p. 216 – 221, 2016.
- BARUSELLI, P. S.; GIMENES, L. U.; CARVALHO, N. A. T.; SÁ FILHO, M. F.; FERRAZ, M. L.; BARNABE, R. C. O estado atual da biotecnologia reprodutiva em bubalinos: perspectiva de aplicação comercial. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, Belo Horizonte, v. 31, n. 3, p. 285-292, 2007.
- BERNARDES, O. Os Búfalos no Brasil. In: **II Simpósio de Búfalo de las Américas e, II Simpósio Europa-America**, 2006, Medellín, Proceedings..., Medellín/Colombia; v.3, p.18-23, CD ROM, 2006.
- CARDOSO, D., NOGUEIRA, G.P. Mecanismos neuroendócrinos envolvidos na puberdade de novilhas. **Arq. Ciênc. Vet. Zool.** Unipar, Umuarama, v. 10, n. 1, p. 59-67, 2007.
- CASSIANO, L. A. P. et al. Parâmetros genéticos das características produtivas e reprodutivas de búfalos na Amazônia Brasileira. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 39, n. 5, p. 451-457, 2004.

CHIN, W. W. The partial least squares approach for structural equation modeling. In G. A. Macoulides (Ed.), **Modern methods for business research**, Mahwah: Lawrence Erlbaum Associates, p.295-358, 1998.

COUTO, A. G. & JORGE, A. M., **Manejo de Búfalas Leiteiras**. Circular Técnica n.2 FMVZ-UNESP-Botucatu, 2006.

CURADO, M. A. S.; TELES, J. M. V.; MAROCO, J., Análise de variáveis não diretamente observáveis: influência na tomada de decisão durante o processo de investigação. **Rev Esc Enferm USP**, v.48, p.149-156, 2014.

DABDOUB, S.A.M.; SHOOK, G.E. Phenotypic relations among milk yield, somatic cell count, and clinical mastitis. **Journal of Dairy Science**, v.67, p.163-164, 1984.

FREITAS, M.A.R.; DUARTE, F.A.M; LÔBO, R.B. Fatores não genéticos de variação na produção de leite de vacas da raça Holandesa. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.35, p. 575-590, 1983.

GANGULI, V.C. Tecnologia de la leche de búfala. **Revista Mundial de Zootecnia**, Roma, v.30, p .2-10, 1979.

GHOSH, A.; ALAM, M. G. S. Reproductive patterns of rural bufaloes (*Bubalus bubalis*) in Bangladesh. In: **Third World Buffalo Congress**, 1991, Bulgária. Abstracts... Bulgaria: Agricultural Academy, v.01, 1992.

HAIR Jr, J.F., Anderson, R.E., Tatham, R.L., & Black, W.C. (2005). *Análise multivariada de dados* (5ª. ed.). Porto Alegre: Bookman.

JORGE, A. M., ANDRIGHETTO, C. CASTRO, V. S. Desenvolvimento ponderal de bubalinos da raça Murrah criados em pastagem de *Brachiaria brizantha* no Centro-Oeste do Estado de São Paulo, Brasil. **Ciência Rural**, Santa Maria, v35, n.2, p.417-421, 2005.

MALHADO C.H.; RAMOS A.; CARNEIRO P.; SOUZA J.; PICCININ A.; Parâmetros e tendências da produção de leite em bubalinos da raça Murrah no Brasil. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.2, p.376-379, 2007.

MALHADO, C. H. M. RAMOS, A. A., CARNEIRO, P. L. S., AZEVEDO, D. M. M. R., AFFONSO, P. R. A. D. M., PEREIRA, D. G., & SOUZA, J. C. D., Estimativas de parâmetros genéticos para características reprodutivas e produtivas de búfalas mestiças no Brasil. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Salvador, v. 10, n. 4, p. 830-839, 2009.

MAPA, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Brasil, 2015.

MARQUES, J. R. F. Criação de gado de leite na zona bragantina: manejo reprodutivo. Belém: Embrapa Amazonia Oriental, 2005. (Sistemas de Produção, 2). Disponível em: . Acesso em: 19 ago. 2012.

NASCIMENTO, J. C., & MACEDO, M. A. Modelagem de Equações Estruturais com Mínimos Quadrados Parciais: Um Exemplo da Aplicação do SmartPLS em Pesquisas em Contabilidade. **REPeC - Revista de Educação e Pesquisa em Contabilidade** v.10, n.3, p.289-313, 2016.

PEREIRA, R. G. A., TOWNSEND, C. R., COSTA, N. L., MAGALHÃES, J. A., **Eficiência reprodutiva de búfalos**, Porto Velho, RO: Embrapa Rondônia, p.15, 2007. – (Documentos/ Embrapa Rondônia, ISSN 0103-9865; 123).

- RAMOS, A.A., et al. Programa de melhoramento genético dos bubalinos (**PROMEBUG**). Botucatu/SP, p.23, 2004.
- RAMOS, A.A.; MALHADO, C.H.M.; CARNEIRO, P.L.S.; AZÊVEDO, D.M.M.R.; GONÇALVES, H.C. Caracterização fenotípica e genética da produção de leite e do intervalo entre partos em bubalinos da raça Murrah. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.41, p.1261-1267, 2006.
- ROSATI, A., VAN VLECK, L.D. Estimation of genetic parameters for milk, fat, protein and mozzarella cheese production in Italian river buffalo population. **Livestock Prod. Sci.**, v.74, p.185 –190, 2002.
- SÁ FILHO, M. F., GIMENES, L. U., SALES, J. N. S., CREPALDI, G. A., MEDALHA, A. G., BARUSELLI, P. S. Biotecnologia da reprodução em bovinos. In: **Simpósio Internacional De Reprodução Animal Aplicada**, Londrina, Anais... p. 54-67, 2008.
- SANCHEZ, G. **PLS path modeling with R**. 2013. Disponível em: <www.gastonsanchez.com/PLS_Path_Modeling_with_R.pdf>. Acesso em 02 de março de 2018.
- SARAMAGO, J. P. P., Uma Abordagem com Equações Estruturais às Dimensões do Desenvolvimento Sustentável. 2014. **Dissertação** (Mestrado em Modelação Estatística e Análise de Dados) – UNIVERSIDADE DE ÉVORA, Évora.
- SENO, L. O., CARDOSO, V. L., EL FARO, L., SESANA, R. C., ASPILCUETA-BORQUIS, R. R., DE CAMARGO, G. M. F., TONHATI, H. Genetic parameters for milk yield, age at first calving and interval between first and second calving in milk Murrah buffaloes. **Livestock Research for Rural Development**. v.22, n.38 2010. Acesso em 2 de março de 2018.
- SILVA, M. E. T.; PEROTTO, D.; PINTO, J. M.; KROETZ, I. A. **Desempenho de um sistema de búfalos da raça Murrah na região Nordeste do Paraná**. Londrina: IAPAR Boletim Técnico, n.49, p.24, 1995.
- SILVA, M.V.G.B.; BERGMANN, J.A.G.; MARTINEZ, M.L.; PEREIRA, C.S.; FERRAZ, J.B.; SILVA, H.C.M. Associação genética, fenotípica e de ambiente entre medidas de eficiência reprodutiva e produção de leite na raça Holandesa. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.27, p.1115-1122, 1998.
- SILVA, M.V.G.B.; COBUCCI, J.A.; FERREIRA, W.J.; GUARAGNA, G.P.; OLIVEIRA, P.R.P. Respostas correlacionadas em características reprodutivas no programa de melhoramento do ecótipo Mantiqueira para produção de leite. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, p.1228-1235, 2001.
- SILVEIRA N.V.V., SAKUMA H., DUARTE M., RODAS M.A.B, SARUWTARI J.H. & CHICOURAL E.L. Avaliação das condições físico-químicas e microbiológicas do leite pasteurizado consumindo na cidade de São Paulo. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**. V.49, p.19-25, 1989.
- SOARES, A. D., RANGEL, A. H. N., NOVAES, L. P., JÚNIOR, D. M. L., BEZERRA, K. C. Composição do leite de búfala em diferentes ordens de parto, **Agropecuária Científica no Semi-Árido**, v. 9, n. 4, p. 56 - 64, 2013.
- SOUSA, A. O., BARUSELLI, P. S., OHASHI, O. M., OLIVEIRA, C. A., SOLANO, F. R., BLUME, H., SANTOS, H. P. Idade a puberdade em fêmeas bubalinas da raça Murrah criadas no Vale do Ribeira. **Rev Bras Reprod Anim**, v.23, p.173-175, 1999.

- SPANGHERO, M., SUSMEL, P. Chemical composition and energy content of buffalo milk. **Journal of Animal Science**, v.63, p.629-633, 1996.
- TENENHAUS, M.; VINZI, V. E.; CHATELIN, Y.; LAURO, C. PLS Path Modeling. **Computational Statistics & Data Analysis**, v. 48, p. 159-205, 2005.
- TONHATI, H., CERÓN-MUÑOZ, M. F., OLIVEIRA, J. A., EL FARO, L., LIMA, A. L. F., ALBUQUERQUE, L. G. Test-day milk yield as a selection criterion for dairy buffaloes (*Bubalus bubalis* Artiodactyla, Bovidae). **Genet. Mol. Biol.** São Paulo, vol.31, no.3, 2008.
- TONHATI, H., MUÑOZ, M. F. C., OLIVEIRA, J. A., DUARTE, J. M. C., FURTADO, T. P., TSEIMAZIDES, S. P., Parâmetros genéticos para a produção de leite, gordura e proteína em bufalinos **Rev. Bras. Zool.** V.29(Suppl. 1): p. 2051-2056, 2000.
- VERCESI FILHO, A.E., MADALENA, F.E., ALBUQUERQUE, L.G., FREITAS, A.F., BORGES, L.E., FERREIRA, J.J., TEODORO, R.L., & FARIA, F.J.C. 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**, Belo Horizonte, vol. 59, no. 4, p. 983-990, 2007.
- WILTBANK, J. N.; KASSON, C. W.; INGALLS, J. E. Puberty in crossbred and straightbred beef heifers on two levels of feed. **Journal of Animal Science**, v.29, p.602-605, 1969.