



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAIBA**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ**

**PROGRAMA DE DOUTORADO INTEGRADO EM ZOOTECNIA**

**PRODUÇÃO DIÁRIA DE LEITE E CURVA DE LACTAÇÃO DE BÚFALAS**

**MISTIÇAS SOB DOIS SISTEMAS DE PRODUÇÃO EM RONDÔNIA**

**RICARDO GOMES DE ARAUJO PEREIRA**

**RECIFE - PE**

**FEVEREIRO - 2007**

**RICARDO GOMES DE ARAUJO PEREIRA**

**PRODUÇÃO DIÁRIA DE LEITE E CURVA DE LACTAÇÃO DE BÚFALAS  
MISTIÇAS SOB DOIS SISTEMAS DE PRODUÇÃO EM RONDÔNIA**

**RECIFE – PE**

**FEVEREIRO – 2007**

**PRODUÇÃO DE LEITE E CURVA DE LACTAÇÃO DE BÚFALAS MISTIÇAS  
SOB DOIS SISTEMAS DE PRODUÇÃO EM RONDÔNIA**

Tese apresentada ao programa de doutorado Integrado em Zootecnia, da Universidade Federal Rural de Pernambuco, do qual participam a Universidade Federal da Paraíba e Universidade Federal do Ceará, como parte das exigências para obtenção do título Doutor em Zootecnia.

Área de Concentração: Produção Animal

**Comitê de Orientação:**

Prof<sup>o</sup>. Dr. Severino Benone Paes Barbosa – Orientador

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Ângela Maria Vieira Batista

Prof<sup>o</sup>. Dr. Kleber Regis Santoro

**RECIFE – PE**

**FEVEREIRO - 2007**

Ficha catalográfica  
Setor de Processos Técnicos da Biblioteca Central – UFRPE

P436p Pereira, Ricardo Gomes de Araujo  
Produção diária de leite e curva de lactação de búfalas  
mestiças sob dois sistemas de produção em Rondônia /  
Ricardo Gomes de Araújo Pereira. – 2007.  
67 f. : il.

Orientador: Severino Benone Paes Barbosa  
Tese (Doutorado Integrado em Zootecnia) – Universidade  
Federal Rural de Pernambuco. Departamento de Zootecnia.  
Inclui bibliografia.

CDD 636.082

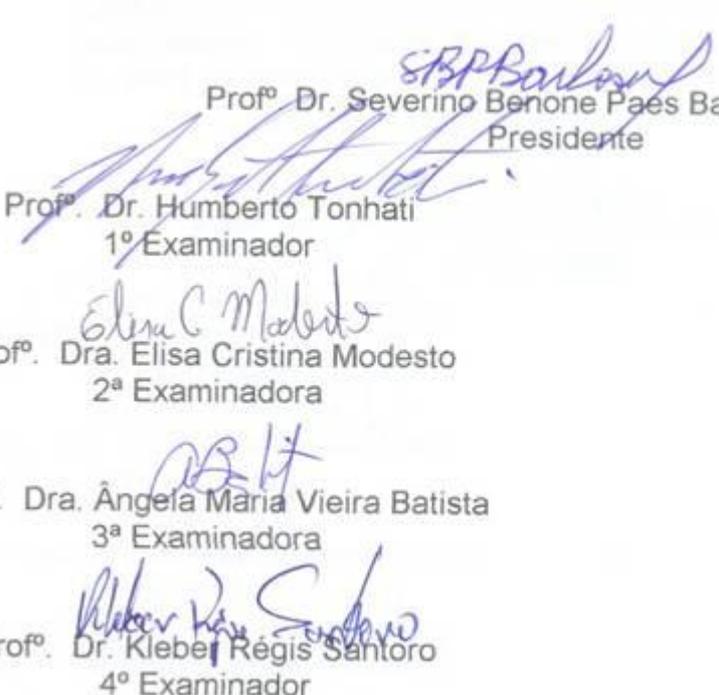
- 1.Melhoramento genético
- 2.Genética animal
- 3.Leite - Produção
- 4.Búfalo
- 5.Murrah
- 6.Jafarabadi
- 7.Mediterrâneo
- 8.Amazônia
- I. Barbosa, Severino Benone Paes
- II. Título

**RICARDO GOMES DE ARAUJO PEREIRA**

**PRODUÇÃO DIÁRIA DE LEITE E CURVA DE LACTAÇÃO DE BÚFALAS  
MISTIÇAS SOB DOIS SISTEMAS DE PRODUÇÃO EM RONDÔNIA**

**Tese defendida em 28 de fevereiro de 2007**

**Comissão Examinadora:**



Prof<sup>o</sup> Dr. Severino Benone Paes Barbosa  
Presidente

Prof<sup>o</sup> Dr. Humberto Tonhati  
1<sup>o</sup> Examinador

Prof<sup>a</sup> Dra. Elisa Cristina Modesto  
2<sup>a</sup> Examinadora

Prof<sup>a</sup> Dra. Ângela Maria Vieira Batista  
3<sup>a</sup> Examinadora

Prof<sup>o</sup> Dr. Kleber Régis Santoro  
4<sup>o</sup> Examinador

**A Deus por tudo.**  
**A minha esposa Irene.**  
**Aos meus pais José e Nair.**  
**A minhas filhas, Jamile, Renata e Luísa.**

**Dedico**

**Ao amazônida, povo que aprendeu a cuidar, zelar e viver do ecossistema amazônico sem agredir o meio ambiente.**

## **AGRADECIMENTOS**

---

Ao Programa de Doutorado Integrado em Zootecnia – PDIZ, pela oportunidade de realizar este curso.

À empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA pela confiança e oportunidade de crescimento profissional.

Ao Professor Severino Benone Paes Barbosa, pela orientação, confiança e, principalmente, pela amizade.

Ao comitê de orientação, Professora, Dr<sup>a</sup>. Ângela Maria Vieira Batista, Professor, Dr. Kleber Regis Santoro, Professor, Dr. Humberto Tonhati, Professora, Dr<sup>a</sup>. Elisa, pelas valiosas sugestões.

Ao Dr. Ericson Pires Coqueiro, Diretor da EMBRAPA, pela confiança e oportunidade.

Aos professores do curso de doutorado da UFRPE pelos ensinamentos

Aos funcionários do Departamento de Zootecnia da UFRPE na pessoa do meu amigo Nicácio.

Aos colegas de curso da UFRPE.

Aos colegas da EMBRAPA Rondônia que por mais de vinte anos coletaram os dados dos sistemas de produção de búfalos.

A todos aqueles que direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho.

## SUMÁRIO

---

ÍNDICE DE TABELAS .....viii

ÍNDICES DE FIGURAS.....ix

### **CAPÍTULO 1 – Referencial Teórico**

Introdução..... 10

Referências Bibliográficas..... 15

### **CAPÍTULO 2 – Produção de leite de búfalas mestiças, no dia do controle, sob dois sistemas de produção em Rondônia**

Resumo ..... 17

Abstract..... 19

Introdução..... 21

Material e Métodos..... 25

Resultados e Discussão..... 29

Conclusões..... 35

Literatura Citada ..... 36

### **CAPÍTULO 3 – Curva de lactação em búfalas mestiças, sob dois sistemas de produção, em Rondônia**

Resumo ..... 41

Abstract..... 42

Introdução..... 44

Material e Métodos..... 50

Resultados e Discussão..... 53

Conclusões..... 56

Referências ..... 48

## ÍNDICE DE TABELAS

---

### **CAPÍTULO 2 – Produção de leite de búfalas mestiças, no dia do controle, sob dois sistemas de produção em Rondônia**

**Tabela 1** – Descrição dos grupos genéticos, de acordo com as raças nos dois sistemas de criação..... 25

**Tabela 2** – Resumo das análises de variância da produção de leite de búfalas em dois sistemas de produção na EMBRAPA Rondônia ..... 31

**Tabela 3** – Médias ajustadas de produção de leite em kg, de acordo com o grupo genético da búfala em dois sistemas de produção, na EMBRAPA, Rondônia ..... 32

### **CAPÍTULO 3 – Curva de lactação em búfalas mestiças, sob dois sistemas de produção, em Rondônia**

**Tabela 1** – Descrição dos grupos genéticos, de acordo com as raças nos dois sistemas de criação..... 64

**Tabela 2** – Coeficiente de determinação para os modelos de curva de lactação de acordo com os dois sistemas de produção (EMBAPRA- CPAFRO) ..... 65

**Tabela 3** – Parâmetros para o modelo Gama incompleto, de acordo com o sistema de produção adotado (EMBRAPA-CPAFRO ..... 66

## **ÍNDICE DE FIGURAS**

---

### **CAPÍTULO 2 – Produção de leite de búfalas mestiças, no dia do controle, sob dois sistemas de produção em Rondônia**

**Figura 1.** Distribuição da produção diária de leite, em kg, em função do sistema de produção avaliado..... 30

### **CAPÍTULO 3 – Curva de lactação em búfalas mestiças, sob dois sistemas de produção, em Rondônia**

**Figura 1.** Curvas de lactação estimadas pela função Gama incompleta, para dois sistemas de produção..... 67

## **CAPÍTULO 1 – Referencial Teórico**

### **Introdução**

O Estado de Rondônia está localizado na Amazônia do Brasil e tem se destacado por possuir a pecuária que mais cresceu em toda a região Norte (EMBRAPA, 2007). Na produção de leite, a pecuária rondoniense destaca-se por produzir uma grande quantidade exclusivamente a pasto. O Estado se caracteriza por produtores que praticam agricultura familiar em lotes que variam de 25 a 100 hectares, com baixa produtividade leiteira, em função da qualidade genética dos rebanhos, ineficientes manejos produtivos e sanitários e do uso exclusivo de pastagem, que é afetado negativamente pela baixa oferta de alimentos no período seco. Este sistema extensivo, de baixo nível tecnológico, predominante em grande parte das propriedades do Estado, apresenta como resultado extensas áreas degradadas, pastagens encapoeiradas e abandono do lote por produtores. Para solução desses problemas, a EMBRAPA-Rondônia, juntamente com outros órgãos públicos e privados envolvidos na cadeia produtiva da pecuária, tem tentado viabilizar o desenvolvimento de sistemas de produção que contribuam para a sustentabilidade econômica do Estado e que propiciem maior renda e melhor qualidade de vida para as famílias dos produtores, além de assegurar a conservação do meio ambiente.

Os sistemas de produção são mostrados como uma vitrine em que os produtores são apresentados às tecnologias que são incorporadas aos sistemas utilizados em suas propriedades. Isto faz com que haja investimento na melhoria genética do rebanho, visando à obtenção de animais precoces e com melhor desempenho produtivo. O aumento da eficiência da produção de leite pode aumentar a rentabilidade e a competitividade do setor.

Dentre os sistemas de produção, o de búfalos é uma prioridade em função do grande potencial para produção dessa espécie na Amazônia. É de conhecimento geral a elevada rusticidade desses animais e sua capacidade de adaptação a solos de baixa fertilidade, terrenos alagadiços, sendo capazes de converter alimentos de baixa qualidade em carne e leite (Sampaio Neto et al., 2001; Silveira, 2003; Teixeira et al., 2005). Os búfalos apresentam

longevidade incomparável e grande possibilidade de ocupar regiões que, normalmente, são inadequadas para a criação de bovinos e outros ruminantes (Ramos, 2003; Madella-Oliveira et al., 2005; Amaral & Escrivão, 2005; Marques et al., 2006).

O crescimento do rebanho de búfalos no Brasil tem sido rápido e significativo. O búfalo é um animal de tripla aptidão, produzindo carne, leite e trabalho. Foi introduzido no Brasil há pouco mais de 100 anos, através da ilha de Marajó, no Estado do Pará, e expandiu-se por toda a região amazônica que abriga cerca de 60% do rebanho nacional. As pesquisas com búfalos no Brasil iniciaram há, aproximadamente, 50 anos, sendo, portanto, fator responsável pelo pouco conhecimento, ainda, sobre esta espécie (Ramos, 2003; Marques et al., 2006).

Apesar disto, os búfalos se desenvolveram e se disseminaram por todo o País, sendo criados em todos os Estados e regiões. Segundo o Censo Agropecuário (IBGE, 2003), o efetivo do rebanho bubalino é de 1.149 mil cabeças, distribuídas pelas cinco regiões do País, da seguinte forma: Norte 722.299 (62,9%); Nordeste 106.117 (9,2%); Sudeste 104.449 (9,1%); Sul 151.071 (13,2%) e Centro-Oeste 64.872 (5,6%). Entretanto, segundo a FAO (2006), no Brasil a população de búfalos é de 1.200.700 cabeças. Já Valle (1990) e Ramos (2003) informam que o rebanho nacional ultrapassa dois milhões de cabeças. A taxa de crescimento do rebanho de búfalos é muito variada girando em torno de 10%, entretanto, alguns autores citam crescimento acima de 12% ao ano (Silva et al., 2003; Mariante et al., 2002). Nos países latino-americanos, a criação de búfalos tem crescido nos últimos anos a taxas significativas como ocorre na Venezuela, Colômbia e Argentina entre outros.

No Brasil não há informações oficiais quanto ao volume de leite produzido por bubalinos, mas, acredita-se que a produção venha acompanhando a tendência mundial, (Amaral & Escrivão, 2005).

Originários da Ásia, os búfalos domésticos dividem-se em duas variedades: o búfalo d'água, representado no Brasil pelas raças Murrah, Mediterrâneo e Jafarabadi, e o búfalo de pântano, representado pela raça Carabao. Todas as raças são criadas para produção de carne, leite e trabalho.

A raça Murrah é originária do Noroeste da Índia, difundindo-se no Norte do país e no Paquistão. O nome Murrah significa caracol em hindu, numa clara referência ao formato espiralado dos chifres desta raça. É considerada a maior produtora de leite dentre as raças bubalinas. Sua conformação e tipo indicam aptidão mista, com prevalência do tipo leiteiro e de temperamento dócil. As fêmeas têm peso médio de 550 kg, enquanto os machos pesam, em média, 750 kg, sendo considerada uma raça de porte médio a grande.

A raça Jafarabadi é originária da Floresta de Gir, península Kathiavar, Estado de Gujarat, Oeste da Índia, e tem aptidões para produção de leite e carne, de temperamento dócil. Caracteriza-se pela forma peculiar da cabeça com os chifres longos, caídos e voltados para cima. A pelagem é preta e bem definida. No Brasil há duas variedades bem distintas: a Gir búfalo, mais delicada e de ossatura leve, e a Palitana, que possui ossatura mais pesada e grande carapaça na região frontal da cabeça.

A raça Mediterrâneo é originária da Índia. No Brasil, é conhecida também como búfalo “preto” ou “italiano” por ser a raça criada na Itália para produção de leite e utilização deste para a produção de mussarela. Embora tenha sido selecionada para a produção de leite, tem aptidão mista (leite e carne), devido ao seu porte. Possui temperamento dócil.

A raça Carabao é originária da Indochina, no Sudoeste da Ásia, onde é chamada “trator do Oriente”. No Brasil, também é denominada de Rosilho. É a raça mais adaptada às regiões alagadas e pantanosas. Apresenta pelagem mais clara. Devido à rusticidade, bom desenvolvimento de massa muscular e membros fortes, é usada para corte e trabalho, sendo utilizada tanto em tração agrícola, quanto para transporte de carga e sela. Também apresenta

temperamento dócil. Essa raça é a exceção quanto ao número de cromossomos presentes no cariótipo ( $2n = 48$ ), enquanto as outras raças possuem  $2n = 50$ .

Uma das funções mais importantes dos bubalinos é, sem dúvida, a produção de leite e, quase sempre, é o objetivo visado, sobretudo na Ásia. A produção de leite de búfala no mundo era de 54.000 t. em 1995, passando para 77.000 t. em 2005, o que corresponde a um aumento de 42%. Comercialmente, as búfalas contribuem com 12,2% do total de leite produzido no mundo (EMBRAPA, 2007). Desse montante, o continente asiático é responsável por 96% da produção mundial de leite de búfala, com crescimento anual de 4% (IDF, 2002).

A produção de leite de búfala vem apresentando expressivo crescimento no Brasil, sendo um dos principais aspectos dessa cultura (Silveira, 2003). Portanto, são importantes o conhecimento e controle da produção de leite para o sucesso econômico da criação. Em função do crescente interesse no Brasil e no mundo pela bubalinocultura, muitos pesquisadores em diferentes países têm se envolvido em trabalhos de levantamento de informações e de pesquisa na expectativa de conhecer melhor a habilidade de produção dos búfalos e a qualidade do leite produzido por esses animais.

O objetivo do presente trabalho é avaliar a capacidade produtiva de um rebanho bubalino submetido a dois sistemas de produção, no Centro de Pesquisa Agroflorestral da EMBRAPA- Rondônia, quanto aos aspectos de produção diária de leite e curva de lactação.

Para descrição dos capítulos a serem apresentados foram consideradas as normas de publicação da Revista Brasileira de Zootecnia e da Revista PAB.

### **Referências Bibliográficas**

AMARAL, F. R.; ESCRIVÃO, S. C. Aspectos relacionados à búfala leiteira. **Rev. Bras. Reprod. Anim.**, Belo Horizonte, v.29, n.2, p.111-117, abr./jun. 2005.

EMBRAPA GADO DE LEITE. **Produção, industrialização e comercialização (Produção)**. Disponível em: <<http://www.cnp.gl.embrapa.br/producao/producao.php>>. Acesso em: 12 fev. 2007.

FAO. FAOSTAT. **Data Base 2004**. Disponível em: <<http://faostat.fao.org/faostat/collections>>. Acesso em: 14 ago. 2006.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Diretoria de Pesquisas, Coordenação e Agropecuária, Pesquisa da Pecuária Municipal 2003**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 25 out 2006.

IDF - INTERNATIONAL DAIRY FEDERATION. **Statistics: the world dairy situation 2002**. **Bull. Int. Dairy Fed.**, n.378, p.46-47, 2002.

MADELLA OLIVEIRA, A. de F.; QUIRINO, C. R.; ADONA, P. R.; PACHECO, A. Aspectos da comercialização de carne e leite de bubalinos na região Norte Fluminense. **Rev. Bras. Reprod. Anim.**, Belo Horizonte, v.29, n.1, p.53-54, jan./mar, 2005.

MARIANTE, A. S.; McMANUS, C.; MENDONÇA, J.F. **Country report on the state of animal genetic resources**. Brasília, DF: Embrapa Genetic Resources and Biotechnology, 2002. 121p. (Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia. Documentos, 99).

MARQUES, J. R. F.; CAMARGO JUNIOR, R. N. C.; MARQUES, L. C.; RODRIGUES, A. E. A bubalinocultura no Brasil: criação, melhoramento e perspectivas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOTECNIA, 16., 2006, Recife, PE. **Palestras...**, Recife: 2006. CD-ROM. ZOOTEC, 2006.

Pereira, R.G. de A. **Produção Diária de Leite e Curva de Lactação...**

RAMOS, A. de A. (Ed.). Contribuição ao estudo dos bubalinos: período de 1972-2001: palestras. Botucatu: UNESP : FAPESP : FMVZ, 2003. 318p. Disponível em: <[http://www.fmvz.unesp.br/bufalos/HPBufalos\\_files/Palestras\\_AAR/00%20PALESTRA2002%20%20CAPA.pdf](http://www.fmvz.unesp.br/bufalos/HPBufalos_files/Palestras_AAR/00%20PALESTRA2002%20%20CAPA.pdf)>. Acesso em: 21 jul 2007.

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. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v.30, n.2, p.368-373, 2001.

SILVA, M. S. T.; LOURENÇO JR, J. B.; MIRANDA, H. A.; ERCHESEN, R.; FONSECA, R. F. S. R; MELO, J. Á.; COSTA, J. M. **Programa de incentivo a criação de búfalos por pequenos produtores – PRONAF. Pará, agosto de 2003.** Disponível em: <<http://www.cpatu.embrapa.br>>. Acesso em: 15 ago. 2006.

SILVEIRA, A. C. Os bubalinos na produção leiteira/Melhoramento Genético, Seleção e Cruzamento. Contribuição ao Estudo dos Bubalinos. Período de 1972 – 2001. Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia de Botucatu. Universidade Estadual Paulista. **Palestras...** Botucatu. 289-94, 2003.

TEIXEIRA, L. V.; BASTIANETTO, E.; OLIVEIRA, D. A. A. Leite de búfala na indústria de produtos lácteos. **Rev. Bras. Reprod. Anim.**, Belo Horizonte, v.29, n.2, p.96-100, abr./jun. 2005.

VALLE, J. L. E. Características e usos do leite de bubalinos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 27., 1990, Campinas, SP. **Anais...** Campinas: SBZ, 1990. p.739-743.

## **CAPÍTULO 2**

### **Produção de leite de búfalas mestiças, no dia do controle, sob dois sistemas de produção em Rondônia<sup>1</sup>**

Ricardo Gomes de Araujo Pereira <sup>2</sup>, Severino Benone Paes Barbosa <sup>3</sup>, Kleber Regis Santoro <sup>4</sup>,  
Angela Maria Vieira Batista<sup>5</sup>

<sup>1</sup> Entidade financiadora da pesquisa EMBRAPA-Rondônia;

<sup>2</sup> Pesquisador CPAFRO.EMBRAPA-RO. Br. 364, Km 5,5, Porto Velho-RO.e-mail: ricardo@cpafro.embrapa.br;

<sup>3,5</sup> Professor Adjunto do Departamento de Zootecnia da UFRPE. e-mail: sbarbosa@dz.ufrpe.br;

<sup>4</sup> Professor Adjunto/DZ/Garanhuns-PE. e-mail:krsantoro@yahoo.com.br

### **Resumo**

Objetivou-se avaliar a produção de leite de búfalas (PLB) mestiças das raças Murrah, Mediterrâneo e Jafarabadi, submetidas a dois sistemas de Produção (SP1; SP2), no Centro de Pesquisa Agroflorestal da EMBRAPA (CPAFRO), Rondônia, Brasil. O SP1 correspondeu ao período de 1984 a 1998, uma ordenha diária, alimentação exclusivamente a pasto e foram considerados 4471 controles; o SP2 correspondeu ao período de 1999 a 2002, duas ordenhas diárias, suplementação alimentar e foram considerados 458 controles. Para os dois sistemas, as variáveis consideradas no modelo foram grupo contemporâneo de parto (GCP), grupo genético da búfala (GGB), pai da búfala (PDB), mãe da búfala (MDB), como efeitos fixos, e peso da búfala pós parto (PBP), idade da búfala ao parto (IBP) e controle leiteiro efetuado (CLE), como covariáveis lineares. Os dados foram analisados pelo GLM (SAS, 2005). As produções médias de leite nos SP1 e SP2 foram 3,24 e 4,31 kg de leite/dia, respectivamente. Com exceção da co-variável PBP, no SP2, todas as outras fontes de variação foram estatisticamente significativas, afetando a produção de leite das búfalas. No SP1, as búfalas mais produtivas foram as de grupo genético 4 (7/8), enquanto as menos produtivas foram GG2 (1/2 Murrah); no SP2, as mais produtivas foram GG3 (3/4 Murrah) e as menos produtivas foram GG4 (7/8Murrah). A partir dos efeitos significativos das co-variáveis, foram elaboradas equações de regressão para estimativa da produção diária de leite, para dois sistemas:  $PLB_{(SP1)} = 1,99719578 + 0,00409672 PBPP - 0,00012372 IBP - 0,00616303 ICLE$ ;  $PLB_{(SP2)} = 3,650977 + 0,00046276 - 0,010300571 ICLE$ .

**Palavras-chave:** Amazônia, búfalos, grupo contemporâneo, grupo genético



1 the two production systems:  $MY_{(PS1)} = 1.99719578 + 0.00409672WC - 0.00012372AC$   
2  $- 0.00616303DC$ ;  $MY_{(PS2)} = 3.650977 + 0.000462760AC - 0.010300571DC$ .

3

4 **Key words:** Amazonia, buffalos, genetic group, similar time.

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

19

20

21

22

23

24

## **Introdução**

25

1 Uma das funções mais importantes dos bubalinos é, sem dúvida, a produção de leite e,  
2 quase sempre, é o objetivo visado, sobretudo na Ásia. A produção de leite de búfala no  
3 mundo era de 54.000 t. em 1995, passando para 77.000 t. em 2005, o que corresponde a um  
4 aumento de 42%. Comercialmente as búfalas contribuem com 12,2% do total de leite  
5 produzido no mundo (EMBRAPA, 2007). Desse montante, o continente asiático é  
6 responsável por 96% da produção mundial de leite de búfala, com crescimento anual de 4%  
7 (IDF, 2002). No Brasil não existe informação oficial quanto ao volume produzido, mas  
8 acredita-se que a produção venha acompanhando a tendência mundial (Amaral & Escrivão,  
9 2005).

10 O crescimento do rebanho de búfalos no Brasil tem sido rápido e significativo. O búfalo  
11 é um animal de tripla aptidão produzindo carne, leite e energia. É de conhecimento geral a  
12 elevada rusticidade desses animais e sua capacidade de adaptação a solos de baixa fertilidade,  
13 terrenos alagadiços, sendo capazes de converter alimentos de baixa qualidade em carne e leite  
14 (Ramos, 2003; Marques et al., 2006). Os búfalos apresentam longevidade incomparável e  
15 grande possibilidade de ocupar regiões que são inadequadas para a criação de bovinos e  
16 outros ruminantes (Ramos, 2003; Madella-Oliveira et al., 2005; Amaral & Escrivão, 2005).

17 Os búfalos foram introduzidos no Brasil há pouco mais de 100 anos, através da ilha de  
18 Marajó, no Estado do Pará, e expandiu-se por toda a região amazônica que abriga cerca de  
19 60% do rebanho brasileiro (Marques et al., 2006). Vale salientar que as pesquisas com búfalos  
20 no Brasil foram iniciadas há, aproximadamente, 50 anos, sendo um dos fatores responsáveis  
21 pelo pouco conhecimento desta espécie.

22 Apesar disto, os búfalos se desenvolveram e se disseminaram por todo o País sendo  
23 criados em todos os Estados e regiões. Segundo o Censo agropecuário (IBGE, 2003), o  
24 efetivo do rebanho bubalino é de 1.149 mil cabeças, encontrando-se distribuídos pelas cinco  
25 regiões do País, da seguinte forma: 62,9% no Norte; 9,2% no Nordeste; 9,1% no Sudeste;

1 13,2% no Sul e 5,6% Centro-Oeste. Entretanto, segundo a FAO (2006), o efetivo de bubalinos  
2 no Brasil é de 1.200.700 cabeças. Algumas estimativas acreditam que o rebanho nacional  
3 ultrapassa dois milhões de cabeças (Ramos, 2003). Segundo Vale (1999), a taxa de  
4 crescimento do rebanho de búfalos é muito variada girando em torno de 10%, todavia, alguns  
5 autores citam crescimento acima de 12% ao ano (Silva et al., 2006; Mariante et al., 2002).  
6 Nos países latino-americanos, a criação de búfalos tem crescido nos últimos anos a taxas  
7 significativas como ocorre na Venezuela, Colômbia, Argentina, Peru entre outros.

8 O Estado de Rondônia está localizado na Amazônia do Brasil e tem se destacado por  
9 possuir a pecuária que mais cresceu em toda a região Norte. Na produção de leite a pecuária  
10 rondoniense destaca-se por ter sido a que mais cresceu no período 1990 a 2004, quando a  
11 produção era de 158 mil litros/dia, passando para 646 mil litros/dia, situando-se como o  
12 principal produtor da região Norte e o oitavo no Brasil em quantidade de leite produzido  
13 (EMBRAPA, 2007). Vale salientar que esse leite é produzido exclusivamente a pasto.

14 O Estado é caracterizado por produtores que praticam agricultura familiar em lotes que  
15 variam de 25 a 100 hectares, com baixa produção leiteira, em função da qualidade genética  
16 dos rebanhos, ineficientes manejos produtivos e sanitários e do uso exclusivo de pastagem.  
17 Esse sistema de baixo nível tecnológico que predomina em grande parte das propriedades do  
18 Estado de Rondônia promove como resultado extensas áreas degradadas, pastagens  
19 encapoeiradas e abandono do lote por produtores. A produção de leite de búfalos constitui  
20 uma crescente alternativa para regiões com uma oferta forrageira de baixa qualidade e solos  
21 que permanecem inundados a maior parte do ano (Angulo et al., 2005)

22 Na produção de leite de búfala, existe um *marketing* muito grande para a venda de  
23 derivados, principalmente para queijos tipo mussarela, e iogurtes que agregam valores à  
24 bubalinocultura leiteira e promovem melhoria na qualidade de vida do produtor. O queijo  
25 mussarela tem mercado assegurado com preços compensatórios (Valle, 1990).

1 A qualidade do leite da búfala apresenta-se como diferencial no aproveitamento final do  
2 produto porque é um leite com menos água e maiores teores de proteína, gordura e minerais.  
3 Estas vantagens podem ser materializadas porque existe uma tendência mundial em pagar o  
4 leite pelo peso e quantidade de seus constituintes. Por isto, a produção de leite das búfalas  
5 pode ser compensada pelo maior preço pago em virtude da qualidade do leite produzido  
6 (Ramos, 2003; Teixeira et al., 2005).

7 Muitos têm sido os trabalhos avaliando a produção diária de leite, em diferentes locais,  
8 com diferentes raças. Em São Paulo, trabalhando com animais suplementados, Tonhati &  
9 Vasconcelos (1996), com a raça Jafarabadi, Toledo et al. (1998), com a raça Murrah, Tonhati  
10 et al. (1999), Canaes et al. (2002), com animais da raça Murrah, e Malhado et al. (2006),  
11 também com animais Murrah e seus mestiços e alguns Mediterrâneo e Jafarabadi, observaram  
12 valores de produção diária que variaram de 4,1 a 6,4 kg. Nas regiões Norte e Nordeste do  
13 Brasil, Marques (1991), no Pará, com animais mestiços Murrah e Mediterrâneo, observaram  
14 uma média de 6,4 kg, enquanto Sampaio Neto et al. (2001), no Ceará, com animais Murrah,  
15 encontraram média de 7,1 kg em sistema intensivo com duas ordenhas.

16 Na Itália, país que se destaca na pecuária leiteira bubalina, trabalhando com dados de  
17 produção de animais de raça Mediterrâneo, Rosati & Van Vleck (1998) obtiveram média de  
18 8,4 kg, enquanto Bufano et al. (2006) observaram valores de 9,1 e 8,6 kg em diferentes  
19 estações do ano.

20 Na Ásia, região de origem dos búfalos, os valores observados são superiores aos  
21 encontrados no Brasil: Syed et al. (1996), com animais Nili Rave, Patel & Tripathi (1998),  
22 com animais Murrah, na Índia, Asghar et al. (1997) e Hamid et al. (2003), com animais  
23 mestiços, no Paquistão, e Hayashi et al. (2005), com animais mestiços Murrah, no Nepal,  
24 relataram valores que variaram entre 5,3 a 14,0 kg.

1 A produção de leite no dia do controle tem sido muito estudada nas análises de dados de  
2 rebanhos bovinos. Esta variável é o somatório das quantidades de cada ordenha durante um  
3 período de 24 horas (Pander et al., 1992). No estudo é importante a ordem dos controles ao  
4 longo da lactação, com base nos intervalos em dias entre eles (Vargas et al., 1998).  
5 Normalmente é considerado como sendo a produção diária em intervalos de  
6 aproximadamente 30 dias.

7 O ajuste das produções do dia do controle torna-se mais interessante porque aumenta o  
8 número de observações por animal, proporcionando seleção mais precoce destes, e,  
9 conseqüentemente, diminuindo o intervalo de gerações (Araújo et al., 2003). Os modelos são  
10 definidos como um procedimento estatístico que considera todos os efeitos genéticos e  
11 ambientais relacionados com a produção no dia do controle (Verneque et al., 2003).

12 Considerando esses aspectos, o objetivo do presente trabalho é estudar o desempenho  
13 produtivo de um rebanho bubalino leiteiro, com relação à produção diária de leite, no dia do  
14 controle, submetidos a dois sistemas de produção, no Centro de Pesquisa Agroflorestral da  
15 EMBRAPA-Rondônia (CPAFRO-EMBRAPA), em Porto Velho, Estado de Rondônia.

## 17 **Material e Métodos**

18  
19 Foram utilizados dados oriundos de dois sistemas de produção, no período de 1984 a  
20 2002. O sistema de produção 1 (SP1) correspondeu ao período de 1984 a 1998, quando foram  
21 considerados 4471 controles leiteiros, enquanto que o sistema de produção 2 (SP2)  
22 correspondeu ao período de 1999 a 2002, quando foram considerados 458 controles leiteiros.  
23 As informações para análise eram de um rebanho de búfalos das raças Murrah, Mediterrâneo  
24 e Jafarabadi, de variados grupos genéticos (Tabela 1), provenientes do sistema de produção

1 do Centro de Pesquisa Agroflorestal da Embrapa de Rondônia (CPAFRO/EMBRAPA - RO),  
 2 localizado na cidade de Porto Velho.

3  
 4 **Tabela 1** - Descrição dos grupos genéticos, de acordo com as raças nos dois sistemas de  
 5 criação.

6 *Table 1* - Description of genetic groups, according to the races in the two systems creation.  
 7

Raças		Grupo Genético				
<i>Breeds</i>		<i>Genetic groups</i>				
Murrah	1/2	3/4	7/8	15/16	PC <sup>(1)</sup>	PO <sup>(2)</sup>
<i>Murrah</i>						
Mediterrâneo	1/2	3/4	7/8	-	-	PO
<i>Mediterranean</i>						
Jafarabadi	1/2	3/4	-	-	-	PO
<i>Mediterranean</i>						

8 <sup>(1)</sup> PC – puro por cruzamento. <sup>(2)</sup> PO – puro de origem.

9 <sup>(1)</sup> PC – Pure crosses. <sup>(2)</sup> PO – Pure origin  
 10  
 11

12 Segundo a classificação de Koppen, o Estado de Rondônia apresenta clima tropical  
 13 chuvoso, do tipo Am, que se caracteriza por total pluviométrico anual elevado e moderado  
 14 período de estiagem. O município de Porto Velho abrange uma área de 35.928,9 km<sup>2</sup>, cujas  
 15 coordenadas geográficas são 8° 76', Sul, e 63° 08', Oeste, e altitude de 95 m. O clima da  
 16 região é equatorial quente e úmido, com estiagem no período de junho a setembro e de  
 17 outubro a maio, o índice pluviométrico pode chegar a 2.000mm/ano. De acordo com dados  
 18 meteorológicos observados pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET, 2006), as  
 19 temperaturas médias, máximas e mínimas oscilam entre 24 e 26°; 28 e 33° e 18 e 21°,  
 20 respectivamente, e as médias anuais de umidade relativa do ar oscilam entre 80 a 90%. A  
 21 insolação e evaporação anuais são de, aproximadamente, 1770 horas e 750 mm,  
 22 respectivamente.

1 No SP1 os animais eram criados extensivamente. Inicialmente foram utilizadas  
2 pastagens de *Brachiaria humidicola* (Quicuí da Amazônia) e, em 1988, foi implantado no  
3 sistema *Andropogon gayanus*, *Brachiaria brizantha*, cv. Marandu, e *Pueraria phaseoloides*,  
4 além de uma capineira de Cameroun (*Pennisetum purpureum*) para ser utilizada apenas no  
5 período seco. Todo o rebanho recebia mistura mineral *ad libitum*.

6 A ordenha era realizada uma vez ao dia e o controle leiteiro efetuado mensalmente. Os  
7 bezerros permaneciam com as mães até seis ou sete meses de idade, quando eram  
8 desmamados. A taxa de substituição para as fêmeas adultas era de 10% ao ano.

9 O sistema de acasalamento utilizado foi o de monta natural a campo, na proporção de  
10 um touro para aproximadamente 40 búfalas. Fêmeas a partir de 350 kg eram consideradas  
11 aptas à reprodução e permaneciam em lotes, cada lote contendo apenas um touro, até dois  
12 meses antes da parição, quando seguiam para piquetes maternidade.

13 Eram realizadas práticas sanitárias com respeito às vacinações, contra aftosa, brucelose  
14 e raiva, bem como, controle de endo e ectoparasitos, sistematicamente.

15 No SP2 foram introduzidas tecnologias para que houvesse incremento na produção  
16 leiteira. Os bezerros eram apartados das mães ao nascer e recebiam leite no balde a razão de  
17 quatro litros diários, sendo dois pela manhã e dois à tarde. A desmama era realizada aos 90  
18 dias de idade.

19 As vacas eram suplementadas com ração à base de 60% de milho triturado e 40% de  
20 farelo de arroz, sendo fornecido 1,0 kg para cada três litros de leite produzidos. Quando a  
21 produção baixava de 3,0 kg o fornecimento da ração era suspenso.

22 Foram utilizadas pastagens diversificadas de *Brachiaria humidicola* (Quicuí da  
23 Amazônia) *Andropogon gayanus*, *Brachiaria brizantha*, cv. Marandu, e *Pueraria*  
24 *phaseoloides*, além de uma capineira de Cameroun (*Pennisetum purpureum*) para ser  
25 utilizada apenas no período seco. Todo o rebanho recebia mistura mineral *ad libitum*.

1 A ordenha também era realizada uma vez ao dia e o controle leiteiro efetuado  
2 mensalmente. Entretanto, para aquelas búfalas que apresentassem produção acima de 6,0 kg, a  
3 ordenha era processada duas vezes ao dia.

4 A taxa de substituição, o sistema de acasalamento e as práticas sanitárias foram  
5 idênticas àquelas apresentadas no SP1.

6 Foram definidas três épocas para análise de grupo contemporâneo em função das  
7 condições climáticas da região: Época 1 (janeiro-abril); Época 2 (maio-agosto) e Época 3  
8 (setembro-dezembro). A partir da definição dessas épocas foram constituídos grupos  
9 contemporâneos, considerando época *versus* ano de parto da búfala.

10 Para realização das análises estatísticas algumas restrições foram impostas, a fim de  
11 possibilitar melhor adequação dos dados, como por exemplo, limites na produção diária,  
12 número de controles efetuados por búfala, número de controles por grupo contemporâneo,  
13 entre outros.

14 Para as análises estatísticas da produção de leite no dia do controle, utilizou-se a  
15 metodologia de modelos lineares, através do procedimento PROC GLM (SAS, 2005).

16 Nos modelos para SP1 e SP2 as variáveis grupo contemporâneo de parto (SP1 = 42;  
17 SP2 = 14), grupo genético da búfala (SP1 = 6; SP2 = 3), peso da búfala ao parto, idade da  
18 búfala ao parto e dia do controle foram consideradas efeitos fixos, sendo as três últimas  
19 analisadas como co-variáveis. Efeitos de Pai da búfala (SP1 = 9; SP2 = 2) e Mãe da búfala  
20 (SP1 = 76; SP2 = 17) foram considerados efeitos aleatórios.

21 A partir dos efeitos significativos das co-variáveis foram realizadas análises de  
22 regressão da produção de leite, para os dois sistemas, através do PROC REG (SAS, 2005).

23  
24  
25

1  
2  
3  
4  
5  
6  
7  
8  
9  
10  
11  
12  
13  
14  
15  
16  
17  
18  
19  
20  
21  
22  
23  
24  
25

### **Resultados e Discussão**

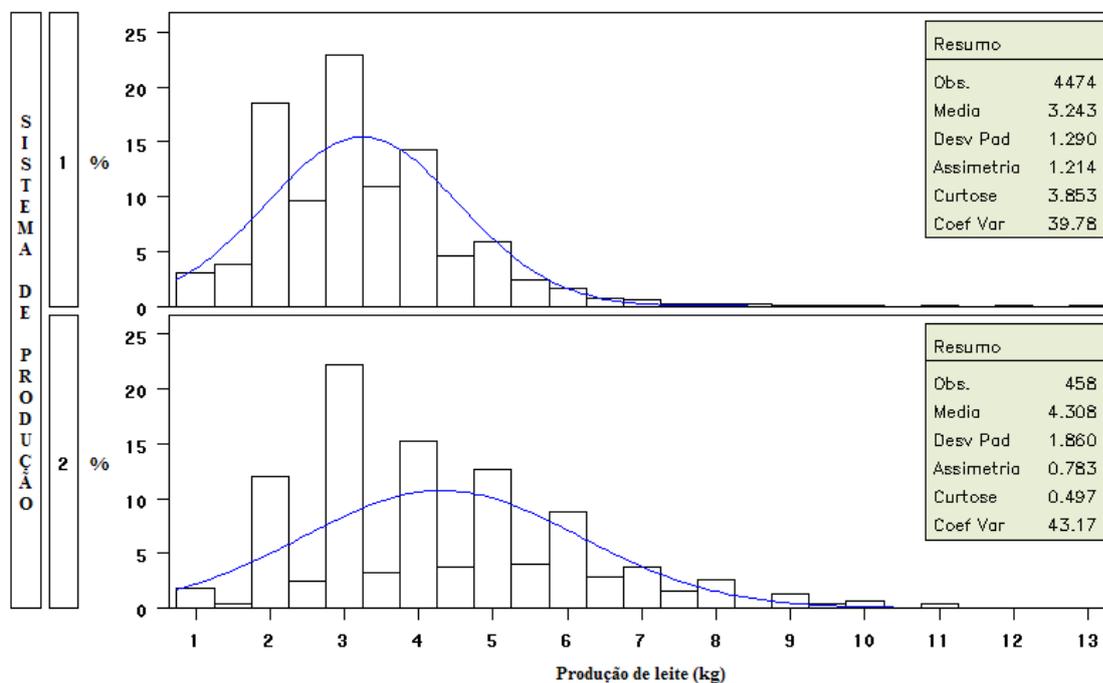
As médias de produção diária de leite observadas nos SP1 e SP2, desvios-padrão e coeficientes de variação, foram  $3,24 \pm 1,29$  kg e 39,8% e  $4,31 \pm 1,86$  e 43,2%, respectivamente. Para o SP1, o modelo estatístico explicou 41% das variações observadas na produção diária de leite, enquanto para SP2 o modelo explicou 58% das variações.

Esses resultados são semelhantes aos encontrados por Tonhati & Vasconcelos (1996), com a raça Jafarabadi, em São Paulo, Toledo et al. (1998), no Vale de Ribeira, em São Paulo, com búfalos Murrah, e Tonhati et al. (1999), na mesma região, com vacas búfalas Murrah puras e mestiças. Entretanto, estão abaixo de observações, no Brasil, encontradas por Marques (1991), na região amazônica, em rebanho mestiço Murrah x Mediterrâneo, Sampaio Neto et

1 al. (2001), em um rebanho Murrah, no Estado do Ceará, e Malhado et al. (2006) trabalhando  
 2 com fêmeas mestiças da raça Murrah.

3 No exterior, as produções diárias de leite apresentam-se muito mais elevadas do que as  
 4 observadas no Brasil, de acordo com os relatos de Rosati & Van Vleck (1998) e Bufano et al.  
 5 (2006), com a raça Mediterrâneo, na Itália, Syed et al. (1996), trabalhando com búfalos Nili-  
 6 Rave, e Patel & Tripathi (1998), com animais da raça Murrah, na Índia, Asghar et al. (1997) e  
 7 Hamid et al. (2003), no Paquistão.

8 Na Figura 1 estão representadas as distribuições de produção diária de leite observadas  
 9 nos SP1 e SP2.



10  
 11 **Figura 1.** Distribuição da produção diária de leite, em kg, em função do sistema de produção  
 12 adotado

13 *Figure 1. Distribution of the daily production of milk in kg depending on the production system*  
 14

15 Observa-se na Figura 1 que há maior concentração de produções diárias de leite para o  
 16 valor de 3,0 kg, para ambos os sistemas, entretanto, o SP2 apresentou maior média de

1 produção, provavelmente, em consequência da adoção de melhores práticas de manejo  
2 adotadas a partir do ano de 1999, em especial, a alimentação.

3 Na Tabela 2 estão apresentados os resumos das análises de variância da produção de  
4 leite de búfalas dos sistemas SP1 e SP2. Observa-se nessa tabela que todas as variáveis  
5 estudadas nos modelos afetaram significativamente a produção diária de leite nos sistemas  
6 estudados, com exceção da co-variável peso da vaca após o parto no SP2.

7 O grupo contemporâneo de parto afetou significativamente (Tabela 2) a produção diária  
8 de leite, entretanto, não se observou tendência absoluta entre os anos, que justificasse alguma  
9 explicação mais técnica para o fato. Na literatura citada, não foram encontrados estudos  
10 avaliando efeito de grupo contemporâneo afetando a produção diária de leite de búfalas, no  
11 entanto, em avaliações de aspectos relacionados com ano e mês de parto, Toledo et al. (1998),  
12 Tonhati et al. (1999), Sampaio Neto et al. (2001) e Bufano et al. (2006), e Malhado et al.  
13 (2006) detectaram influências significativas dessas variáveis sobre a produção de leite das  
14 búfalas.

15

16 **Tabela 2** – Resumo das análises de variância da produção de leite de búfalas em dois sistemas  
17 de produção na EMBRAPA Rondônia

18 *Table 2 - Summary of variance analyses of milk buffaloes production of in two production systems in Rondonia*  
19 *EMBRAPA*

20

Variáveis <i>Variables</i>	SP1		SP2	
	GL	QM	GL	QM
Grupo contemporâneo de parto <i>Times group of birth</i>	41	22,7147202**	8	32,2153864**
Grupo genético da búfala <i>Genetics group of buffaloes</i>	5	7,0577877**	1	75,3112745**
Peso da búfala ao parto <i>Weight of the birth buffaloes</i>	1	65,5442549*	1	0,5961930*

Idade ao parto	1	5,1711310**	1	59,089761**
<i>Age at birth</i>				
Idade no controle	1	863,7995120**	1	210,9116281**
<i>Age in control</i>				
Resíduo	4346	1,017033	431	1,558689
<i>Error</i>				

1  
2 Na Tabela 3 estão apresentadas as médias diárias de produção de leite, de acordo com o  
3 grupo genético da búfala, nos dois sistemas de produção. O grupo genético afetou  
4 significativamente (Tabela 2) a produção diária de leite. Para o SP1, os animais mais  
5 produtivos foram os de grupo genético 7/8 Murrah, seguidos do PC Murrah, enquanto os  
6 menos produtivos foram os 1/2 e 3/4 Murrah. Esses Estes resultados contradizem observações  
7 em trabalho anterior relatado por Marques (1991), que observou maiores produções diárias de  
8 leite em animais 1/2 sangue Murrah, no sistema extensivo de criação.

9 Já no SP2, as maiores produções foram observadas nos animais 3/4 Murrah, enquanto  
10 os animais 7/8 Murrah foram os menos produtivos. Essas mudanças de produção apresentadas  
11 pelos animais de diferentes grupos genéticos, nos dois sistemas, sugerem, provavelmente, a  
12 possibilidade de interação genótipo-ambiente. Entretanto, da forma que os dados foram  
13 obtidos não possibilitou uma análise estatística para visualização dessa possível interação.

14  
15 **Tabela 3** – Médias ajustadas de produção de leite em kg, de acordo com o grupo genético da  
16 búfala, em dois sistemas de produção, na EMBRAPA, Rondônia

17 *Table 3 – Means adjusted production of milk in kg, according to the genetic group of buffaloes in two systems of*  
18 *production, EMBRAPA, Rondônia*  
19

Grupo Genético	SP1		SP2	
	Nº de observações	Média	Nº de observações	Média
<i>Genetics group</i>	<i>Number of observations</i>	<i>Means</i>	<i>Number of observations</i>	<i>Means</i>
4 (7/8 Murrah)	1447	3,51	77	4,22
4 (7/8 Murrah)				

6 (PC Murrah)	600	3,34	-	-
6 (PC Murrah)				
5 (15/16 Murrah)	528	3,20	229	4,32
5 (15/16 Murrah)				
9 (Mediterrâneo)	576	3,14	-	-
9 Mediterranean				
3 (3/4 Murrah)	1111	3,00	152	4,34
3 (3/4 Murrah)				
2 (1/2 Murrah)	212	2,85		
2 (1/2 Murrah)				

1

2 O peso da vaca ao parto determinou variações significativas na produção diária de leite

3 (SP1), na qual, esta aumenta em função do aumento no peso da búfala. Todavia, para o SP2

4 não se observou importância relevante (Tabela 2). Possivelmente, as vacas no sistema

5 extensivo necessitam de maior peso ao parto para enfrentar as condições adversas de manejo e

6 alimentação durante o período de lactação. Esta variável normalmente não tem sido

7 considerada, contudo, como se observa neste trabalho, ela se apresenta como muito

8 importante quando se deseja produzir leite em sistemas extensivos.

9 A idade ao parto da búfala afetou significativamente (Tabela 2) a produção diária de

10 leite nos dois sistemas, em que a produção vai diminuindo em função do aumento da idade, e

11 esta constatação está de acordo com os resultados obtidos por Rosati & Van Vleck (1998),

12 Tonhati & Vasconcelos (1998) e Tonhati et al. (1999). No presente trabalho, não houve

13 preocupação em se avaliar o pico de produção das búfalas. Entretanto, em função do baixo

14 valor médio diário apresentado, é possível que o pico de produção já ocorra com o início da

15 lactação e, desta maneira, a tendência é que a forma da curva de lactação das búfalas se

16 apresente de forma linear.

17 A produção diária de leite foi afetada pelo dia em que foi efetuado o controle (Tabela

18 2), mostrando que esta vai sendo reduzida à medida que se estende o período de lactação, em

1 ambos os sistemas avaliados. O efeito da produção de leite no dia do controle tem sido muito  
2 estudado em trabalhos com bovinos (El Faro et al., 2003; Araújo et al., 2003 e Verneque et  
3 al., 2003), entretanto não foram encontrados trabalhos com búfalos.

4 Pelo fato de terem sido significativas as co-variáveis peso da búfala após o parto, idade  
5 da búfala ao parto e dia do controle, análises de regressão foram desenvolvidas considerando  
6 cada uma delas de acordo com o sistema respectivo. Dessa forma, a partir das análises, foram  
7 definidas as seguintes equações de regressão para os dois sistemas de produção:

8

$$9 \text{ PL}_{\text{SP1}} = 1,997195799 + 0,004096718 * \text{PVACPP} - 0,000123719 * \text{IDPARTO} - 0,006163025 *$$

$$10 \text{ IDCONTROLE}$$

$$11 \text{ PL}_{\text{SP2}} = 3,650976996 + 0,00462760 * \text{IDPARTO} - 0,010300571 * \text{IDCONTROLE}$$

12

13 Há de se observar que a co-variável idade da búfala ao parto influenciou negativamente  
14 a produção diária de leite à medida que aumentava a idade do animal no SP1, enquanto que,  
15 no SP2, a mesma variável se comportou exatamente ao contrário. Pelo fato das búfalas terem  
16 sido suplementadas no SP2, é provável que tenha definido a importância da co-variável sobre  
17 a produção diária dos animais.

18

19

20

21

22

23

24

25

1  
2  
3  
4  
5  
6  
7  
8  
9  
10  
11  
12  
13  
14  
15  
16  
17  
18  
19  
20  
21  
22  
23  
24  
25

### **Conclusões**

Deve-se considerar grupo contemporâneo e grupo genético da búfala em sistemas extensivos de produção, com ou sem suplementação. Para avaliação da produção diária de leite de búfalas de baixa produção, em sistemas extensivos e sem suplementação, deve-se considerar as co-variáveis peso ao parto, idade ao parto da búfala e dia do controle. Enquanto, em sistemas com suplementação e vacas com baixa produção de leite, o peso ao parto pode ser desconsiderado.

1  
2  
3  
4  
5  
6  
7  
8  
9  
10  
11  
12  
13  
14  
15  
16  
17  
18  
19  
20  
21  
22  
23  
24  
25  
26  
27  
28  
29  
30  
31

### Literatura Citada

AMARAL, F. R.; ESCRIVÃO, S. C. Aspectos relacionados à búfala leiteira. **Rev. Bras. Reprod. Anim.**, Belo Horizonte, v.29, n.2, p.111-117, abr./jun. 2005.

ANGULO, R. A.; NOGUERA, R. R.; BERDUGO, J. A. El búfalo de agua (*Bubalus bubalis*) un eficiente utilizador de nutrientes: aspectos sobre fermentación y digestión ruminal Livestock Research for Rural Development, **Medellín, Colombia, v.17, n.6, 2005.**

ARAUJO, V. de A.; TORRES, R. de A.; COSTA, C. N.; et al. Comparação entre modelos de regressão aleatória para avaliação genética da produção de leite no dia do controle. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 40., 2003, Santa Maria., RS. **Anais...** Santa Maria: SBZ, 2003.

ASGHAR, A. A.; AHMAD, M.; SHAFIQ, M. Selection of bulls in buffalo herds registered under progeny testingprogramme. IN: ANNUAL REPORT, 13., 1997, Paquistan. **Livestock Production Institute Bahadurnagar.** Okara, Paquistan: [s.n.], 1997.

BUFANO, G.; CARNICELLA, D.; PALO, P. de; et al. Efecto de la estación al parto sobre la producción de leche em bufalos (*Bubalus bubalis*). **Arch. Lat. Prod. Anim.**, v.14. n.2, p.60-61, 2006.

CANAES, T. de S.; LIMA, A. L. F.; CERON-MUNOZ, M. F.; et al. Estimativas de fatores de correção para produção de leite em função da duração da lactação em búfalas. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39., 2002, Recife, PE. **Anais...** Recife: SBZ, 2002.

- 1  
2 EL FARO, L.; VARGAS, A. D. F.; CARDOSO, V. L.; et al. Produção de leite no dia do  
3 controle (PLDC) e em 305 dias de lactação (P305) na raça holandesa. 2 respostas  
4 correlacionadas. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE  
5 ZOOTECNIA, 40., 2003, Santa Maria, RS. **Anais...** Santa Maria: SBZ, 2003.
- 6 EMBRAPA GADO DE LEITE. **Produção, industrialização e comercialização (Produção).**  
7 Disponível em: <<http://www.cnp.gl.embrapa.br/producao/producao.php>>. Acesso em: 12 fev.  
8 2007.
- 9
- 10 FAO. FAOSTAT. **Data Base 2004.** Disponível em:  
11 <<http://faostat.fao.org/faostat/collections?Version=ext&hasbulk=0>>. Acesso em: 14 ago.  
12 2006.
- 13 HAYASHI, Y.; SHAH, S.; SHAH, S. K.; et al. Dairy production and nutritional status of  
14 lactating buffalo and cattle in small-scale farms in Terai, Nepal. **Livestock Research for**  
15 **Rural Development**, v. 17, n. 6, p.1-11, 2005.
- 16
- 17 HAMID, S. K.; FAROOQ, M.; MIAN, M. A.; et al. Milk production performance and inter-  
18 relationship among traits of economic importance in buffaloes maintained at commercial  
19 dairy farms. **Livestock Research for Rural Development**, v.15, n.10, 2003.
- 20
- 21 IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Diretoria de**  
22 **Pesquisas, Coordenação e Agropecuária, Pesquisa da Pecuária Municipal 2003.**  
23 Disponível em: < [www.ibge.gov.br](http://www.ibge.gov.br) >. Acesso em: 25 out. 2006.
- 24
- 25 INMET - INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. **Climatologia.** Disponível em:  
26 <[http://www.inmet.gov.br/climatologia/combo\\_climatologia\\_I.html](http://www.inmet.gov.br/climatologia/combo_climatologia_I.html)>. Acesso em: 15 jan.  
27 2006.
- 28
- 29 IDF - INTERNATIONAL DAIRY FEDERATION. **Statistics: the world dairy situation**  
30 2002. **Bull. Int. Dairy Fed.**, n.378, p.46-47, 2002.
- 31

- 1 MADELLA-OLIVEIRA, A. de F.; QUIRINO, C. R.; ADONA, P. R.; et al. Aspectos da  
2 comercialização de carne e leite de bubalinos na região Norte Fluminense. **Rev. Bras.**  
3 **Reprod. Anim.**, Belo Horizonte, v.29, n.1, p.53-54, jan/mar. 2005.  
4
- 5 MARIANTE, A. S.; McMANUS, C.; MENDONÇA, J.F. **Country report on the state of**  
6 **animal genetic resources**. Brasília, DF: Embrapa Genetic Resources and Biotechnology,  
7 2002. 121p. (Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia. Documentos, 99).  
8
- 9 MALHADO, C. H. M.; RAMOS, A. A.; CARNEIRO, P. L. S.; et al. A. Caracterização  
10 fenotípica e genética da produção de leite e do intervalo de partos em bubalinos da raça  
11 murrh no Brasil. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE  
12 ZOOTECNIA, 43., 2006, João Pessoa, PB. **Anais...** João Pessoa: SBZ, 2006.  
13
- 14 MARQUES, J. R. F. **Avaliação genético quantitativa de alguns grupamentos raciais de**  
15 **bubalinos (*Bubalus bubalis*, L.)**. 1991. 134f. Tese (Doutorado) – UNESP, Botucatu.  
16
- 17 MARQUES, J. R. F.; CAMARGO JUNIOR, R. N. C.; MARQUES, L. C.; et al. A  
18 bubalinocultura no Brasil: criação, melhoramento e perspectivas. In: CONGRESSO  
19 BRASILEIRO DE ZOOTECNIA, 16., 2006, Recife, PE. **Palestras...** Recife: [s.n.] 2006. CD  
20 ROM.  
21
- 22 PANDER, B. L.; HILL, W. G.; THOMPSON, R. Genetic parameters of test day records of  
23 British Holstein Frisian heifers. **Anim. Prod.** v. 55, n. 1 p.11, 1992.  
24
- 25 PATEL, A. K.; TRIPATHI, V. N. Genetic studies on lifetime performance in Surti buffalo.  
26 In: WORD CONGRESS ON GENETICS APPLIED TO LIVESTOCK PRODUCTION, 6.,  
27 1998, Armidale. **Proceeding...** Armidale: [s.n.], 1998. p.471-473.  
28
- 29 RAMOS, A. de A. (Ed.). Contribuição ao estudo dos bubalinos: período de 1972-2001:  
30 palestras. Botucatu: UNESP : FAPESP : FMVZ, 2003. 318p. Disponível em: <  
31 [http://www.fmvz.unesp.br/bufalos/HPBufalos\\_files/Palestras\\_AAR/00%20PALESTRA2002](http://www.fmvz.unesp.br/bufalos/HPBufalos_files/Palestras_AAR/00%20PALESTRA2002%20%20CAPA.pdf)  
32 [%20%20CAPA.pdf](http://www.fmvz.unesp.br/bufalos/HPBufalos_files/Palestras_AAR/00%20PALESTRA2002%20%20CAPA.pdf)>. Acesso em: 21 jul 2007.  
33

- 1 ROSATI, A.; VAN VLECK, L. D. Estimation of genetics parameters for milk, fat, protein and  
2 mozzarella cheese production in the Italian river buffalo population. In: WORD CONGRESS  
3 ON GENETCS APPLIED TO LIVESTOCK PRODUCTION, 6., 1998, Armidale.  
4 **Proceeding...** Armidale: [s.n.], 1998. p. 459-462.  
5
- 6 SAMPAIO NETO, J. C.; MARTINS FILHO, R.; LÔBO, N. R. B.; et al. Avaliação dos  
7 desempenhos produtivo e reprodutivo de um rebanho bubalino no Estado do Ceará. **Revista**  
8 **Brasileira de Zootecnia**, v. 30, n. 2, p. 368-373, 2001.  
9
- 10 SAS Institute Inc. SAS/STAT. 2005. **User's Guide**. Version 6.12. 4 ed. v.2. Cary, North  
11 Caroline: SAS institute inc.  
12
- 13 SILVA, M. S. T.; LOURENÇO JR, J. B.; MIRANDA, H. Á.; et al. **Programa de incentivo a**  
14 **criação de búfalos por pequenos produtores – PRONAF. Pará, agosto de 2003.**  
15 Disponível em: <<http://www.cpatu.embrapa.br>>. Acesso em: 15 ago. 2006.  
16
- 17 SYED M.; KHAN Z.; SHAH, M. A. P. Production performance, persistency of lactation end  
18 repeatability of some quantitative traits in nili-rave buffaloes. **Sarhad J. Agri.**, v.12, n.1, p.1-  
19 9, 1996.  
20
- 21 TEIXEIRA, L. V.; BASTIANETTO, E.; OLIVEIRA, D. A. A. Leite de búfala na industria de  
22 produtos lácteos **Rev. Bras. Reprod. Anim.**, Belo Horizonte, v.29, n.2, p.96-100, abr./jun.,  
23 2005.
- 24 TOLEDO, L.T.; TONHATI, H.; OLIVEIRA, J.F.S. Produção e composição físico-química do  
25 leite de búfalas na região do Vale do Ribeira, Estado de São Paulo. In: REUNIÃO ANUAL  
26 DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 35., 1998, Botucatu, SP. **Anais...**  
27 Botucatu: SBZ, 1998. p.282-284.
- 28 TONHATI, H.; VASCONCELOS B. de F. Repetibilidade e Fatores Ambientais que Afetam a  
29 Produção de Leite em um Rebanho Bubalino no Estado de São Paulo In: REUNIÃO ANUAL  
30 DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 33., 1996, Fortaleza, CE. **Anais...**  
31 Fortaleza: SBZ, 1996. p.304-306  
32

- 1 TONHATI, H.; VASCONCELOS B. de F. Genetic aspects of productive traits in a murrh  
2 buffaloews herd in São Paulo–Brasil. In: WORLD CONGRESS ON GENETCS APPLIED  
3 TO LIVESTOCK PRODUCTION, 6., 1998, Armidale. **Proceeding...** Armidale: [s.n.], 1998.  
4 p. 485-487.  
5
- 6 TONHATI, H.; DUARTE, J. M. C.; MUNÔZ, M. F.C.; et al. Parâmetros genéticos para a  
7 produção de leite em bubalinos no estado de São Paulo In: REUNIÃO ANUAL DA  
8 SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 36., 1999, Porto Alegre, RS. **Anais...** Porto  
9 Alegre: SBZ, 1999.  
10
- 11 VERNEQUE, R. S.; MARTINEZ, M. L.; TEODORO, R. L.; et al. Estimativas de parâmetros  
12 genéticos para a produção de leite no dia do controle, na raça gir, usando regressão aleatória.  
13 In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 40., 2003,  
14 Santa Maria, RS. **Anais...** Santa Maria: SBZ, 2003.
- 15 VALLE, J. L. E. Características e usos do leite de bubalinos. In: REUNIÃO ANUAL DA  
16 SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 27., 1990, Campinas, SP. **Anais...**  
17 Campinas: SBZ, 1990. p.739-743.
- 18 VALE, W.G. Perspectiva da bubalinocultura no Brasil e na América Latina. In: SIMPÓSIO  
19 PAULISTA DE BUBALINOCULTURA, 1., 1999, Jaboticabal, SP. **Anais...** Jaboticabal:  
20 UNESP/FCAV, 1999. p. 1-26.  
21
- 22 VARGAS, B.; PEREZ, E.; VAN ARENDONK, J. A. M. Analysis of test day yield data of  
23 Costa Rican dairy cattle. **J. Dairy Sci.**, v.81, n.1, p.255, 1998.  
24  
25  
26  
27  
28  
29  
30

1 **CAPÍTULO 3**

2 **Curva de lactação em búfalas mestiças, sob dois sistemas de produção, em Rondônia**

3

4 Ricardo Gomes de Araujo Pereira <sup>2</sup>, Severino Benone Paes Barbosa <sup>3</sup>, Kleber Regis Santoro <sup>4</sup>,

5 Angela Maria Vieira Batista <sup>5</sup>

6

7 <sup>1</sup>Entidade financiadora do projeto: EMBRAPA-Rondônia;

8 <sup>2</sup>Pesquisador CPAFRO.EMBRAPA-RO. Br. 364, Km 5,5, Porto Velho-RO.e-mail:  
9 ricardo@cpafro.embrapa.br;

10 <sup>3,5</sup> Professor Adjunto do Departamento de Zootecnia da UFRPE. e-mail: sbarbosa@dz.ufrpe.br;

11 <sup>4</sup>Professor Adjunto/DZ/Garanhuns-PE. e-mail:krsantoro@yahoo.com.br

12

13 **RESUMO** – Objetivou-se avaliar a curva de lactação de búfalas mestiças das raças Murrah,

14 Mediterrâneo e Jafarabadi, submetidas a dois sistemas de Produção (SP1; SP2), no Centro de

15 Pesquisa Agroflorestral da EMBRAPA (CPAFRO), Rondônia, Brasil, a partir de oito funções

16 matemáticas: Polinomial Inversa; Linear Hiperbólica; Gama Incompleta; Logarítmica;

17 Quadrática Logarítmica; Linear; Quadrática; Jenkins & Ferrel. O SP1 correspondeu ao

18 período de 1984 a 1998, uma ordenha diária, alimentação exclusivamente a pasto e foram

19 considerados 4471 controles; o SP2 correspondeu ao período de 1999 a 2002, uma ordenha

20 diária, suplementação alimentar e foram considerados 458 controles. Para ambos os sistemas,

21 a função que melhor se ajustou às curvas de lactação das búfalas foi o Gama Incompleto, com

22 os seguintes valores de  $R^2$ , desvio-padrão, coeficiente de variação e erro-padrão: 95 e 96%;

23 0,0684023 e 0,2003754; 7,20 e 2,12; 0,0032948 e 0,0030374, para SP1 e SP2,

24 respectivamente. Os valores dos parâmetros das curvas (a), (b), e (c), para os dois sistemas,

25 foram 7,0035923, -0,1080043 e 0,0434868 (SP1) e 10,9209, -0,1614882 e 0,0679365 (SP2),

26 respectivamente.

27 **Termos para indexação:** Amazônia, gama incompleta, jafarabadi, murrah, mediterrâneo.

1 **Lactation curve of cross-bred buffalo under two production systems in Rondonia, Brazil**

2

3 Ricardo Gomes de Araujo Pereira <sup>2</sup>, Severino Benone Paes Barbosa <sup>3</sup>, Kleber Regis Santoro <sup>4</sup>,

4 Angela Maria Vieira Batista <sup>5</sup>

5

6 <sup>1</sup>Entidade financiadora do projeto: EMBRAPA-Rondônia;

7 <sup>2</sup>Pesquisador CPAFRO.EMBRAPA-RO. Br. 364, Km 5,5, Porto Velho-RO.e-mail:

8 ricardo@cpafro.embrapa.br;

9 <sup>3,5</sup> Professor Adjunto do Departamento de Zootecnia da UFRPE. e-mail: sbarbosa@dz.ufrpe.br;

10 <sup>4</sup>Professor Adjunto/DZ/Garanhuns-PE. e-mail:krsantoro@yahoo.com.br

11

12 **ABSTRACT** – This study was conducted at the Agroforestry Research Center of EMBRAPA  
13 (CPAFRO), Rondônia, Brazil, to evaluate the lactation curve of cross-bred buffalo [Murrah  
14 (M), Mediterranean (Me) and Jafarabadi (J)] under two production systems. Production  
15 system one (PS1) corresponded to the period of 1984 to 1998 where animals (4471  
16 observation) were milked once a day and received only pasture without supplementation.  
17 Production system two (PS2) corresponded to the period of 1999 to 2002 where animals (458  
18 observations) were milked once daily with concentrate supplementation to pasture. Eight  
19 mathematical functions were used: Inverse Polynomial, Linear Hyperbolic, Incomplete  
20 Gamma, Logarithmic, Logarithmic Quadratic, Linear, Quadratic and Jenkins & Ferrel.  
21 Statistical analysis was conducted using PROC NLIN of SAS (2005). Results showed that for  
22 both production systems, Incomplete Gama was the best function to describe the lactation  
23 curve. Values of coefficient of determination, standard-deviation, coefficient of variation and  
24 standard-error were 95%, 0.068, 7.20, and 0.003, respectively. The corresponding values for  
25 PS2 were 96%, 0.200, 2.12, and 0.003. Values of the lactation curve parameters (a, b, and c)  
26 for PS1 and PS2, respectively, were (a) 7.0035923 and 10.9209, (b) -0.1080043 and -  
27 0.1614882, (c) 0.0434868 and 0.0679365.

- 1 **Index terms:** Amazônia, incomplete gama, jafarabadi, murreh, mediterrâneo.
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8
- 9
- 10
- 11
- 12
- 13
- 14
- 15
- 16
- 17
- 18
- 19
- 20
- 21
- 22
- 23
- 24
- 25

## Introdução

O Estado de Rondônia está localizado na Amazônia do Brasil e tem se destacado por possuir a pecuária que mais cresceu em toda a região Norte (EMBRAPA, 2007). A produção de leite destaca-se na pecuária rondoniense por ser uma alternativa de emprego e renda no setor agrícola. A produtividade de leite em Rondônia é baixa, entretanto deve-se considerar o custo de produção porque o Estado produz uma grande quantidade de leite exclusivamente a pasto.

Os produtores em Rondônia caracterizam-se por praticar uma agricultura familiar em lotes que variam de 25 a 100 hectares. A baixa produtividade leiteira deve-se a qualidade genética dos rebanhos, ineficientes manejos produtivos e sanitários e do uso exclusivo de pastagem, que é afetado negativamente pela baixa oferta de alimentos no período seco. Esse sistema extensivo, de baixo nível tecnológico que predomina em grande parte de propriedades do Estado do Rondônia, apresenta como resultado extensas áreas degradadas, pastagens encapoeiradas e abandono do lote por produtores.

Para solução desses problemas, a EMBRAPA Rondônia participa de forma efetiva, juntamente com outros órgãos públicos e privados, envolvidos na cadeia produtiva da pecuária, no estudo da sustentabilidade dos sistemas de produção que contribuam para o desenvolvimento econômico do Estado e propiciem melhor renda e qualidade de vida para as famílias dos produtores e assegurem a conservação do meio ambiente.

Dentre os sistemas de produção, o de búfalos é uma prioridade em função do grande potencial para produção de búfalos na Amazônia. É de conhecimento geral a elevada rusticidade desses animais e sua capacidade de adaptação a solos de baixa fertilidade, terrenos alagadiços, sendo capazes de converter alimentos de baixa qualidade em carne e leite. Os búfalos apresentam longevidade incomparável e grande possibilidade de ocupar regiões que

1 são inadequadas para a criação de bovinos e outros ruminantes (Ramos, 2003, Madella-  
2 Oliveira et al., 2005; Amaral & Escrivão, 2005; Marques et al., 2006).

3 O crescimento do rebanho de búfalos no Brasil tem sido rápido e significativo. O  
4 búfalo é um animal de tripla aptidão, produz carne, leite e trabalho. Foram introduzidos no  
5 Brasil há pouco mais de 100 anos, através da ilha de Marajó, no Estado do Pará, e expandiu-  
6 se por toda a região amazônica que abriga cerca de 60% do rebanho brasileiro. As pesquisas  
7 com búfalos no Brasil iniciaram há, aproximadamente 50 anos, sendo, portanto, fator  
8 responsável pelo pouco conhecimento sobre essa espécie (Ramos 2003; Marques et al., 2006).

9 Apesar disto, os búfalos se desenvolveram e se disseminaram por todo o País sendo  
10 criados em todos os Estados e regiões. Segundo o Censo agropecuário (IBGE, 2003), o  
11 efetivo do rebanho bubalino é de 1.149 mil cabeças, sendo que esses animais se distribuem  
12 pelas cinco regiões do País, da seguinte forma: Norte 722.299 (62,9%); Nordeste 106.117  
13 (9,2%); Sudeste 104.449 (9,1%); Sul 151.071 (13,2%) e Centro-Oeste 64.872 (5,6%).  
14 Entretanto segundo a FAO (2006), no Brasil a população de búfalos é de 1.200.700 cabeças.  
15 Algumas estimativas acreditam que o rebanho nacional ultrapassa dois milhões de cabeças  
16 (Ramos, 2003). Segundo Valle (1990), a taxa de crescimento do rebanho de búfalos é muito  
17 variada girando em torno de 10%, entretanto alguns autores citam crescimento acima de 12%  
18 ao ano (Silva et al., 2003; Mariante et al. 2002). Nos países latino-americanos, a criação de  
19 búfalos tem crescido nos últimos anos a taxas significativas como ocorre na Venezuela,  
20 Colômbia, Argentina, Peru entre outros.

21 Poucas pesquisas têm sido realizadas no Brasil para descrever a variação da produção  
22 de leite durante a lactação em rebanhos de búfalos.

23 A curva de lactação é uma referência à representação gráfica da variação diária da  
24 produção de leite de uma búfala de acordo com o tempo de lactação (Gandini et al., 1998).

1           A determinação da curva de lactação por uma função algébrica  
2 beneficia a determinação da produção de leite e esta pode ser prevista  
3 em qualquer ponto da lactação (Cobuci et al., 2001).

4           Essa técnica pode facilitar a decisão do produtor na determinação de vacas mais  
5 produtivas, podendo ser uma ferramenta no descarte de animais com baixa produção e na  
6 escolha de novas matrizes. A seleção de touros em função da previsão da produção total de  
7 suas filhas é também uma alternativa a partir da determinação da curva de lactação (Cobuci et  
8 al., 2001).

9           Brody et al., (1923) foram os primeiros a propor um modelo para descrever a curva de  
10 lactação. Em seguida, Wood (1967), Keown & Van Vleck (1973) e Molina & Borschiwi  
11 (1979) estudaram modelos para representar a curva de lactação com grande exatidão.

12           Wood (1967) apresentou o modelo de curva tipo gama incompleta que pode ser usada  
13 em um único animal ou em grupo de animais como uma primeira tentativa de descrever uma  
14 lactação inteira. Utilizando esse modelo, Cobby & Ledu (1978) observaram que os dados não  
15 transformados proporcionaram melhor ajuste, todavia, a análise não linear é  
16 computacionalmente mais complexa e demorada por utilização de processos iterativos que  
17 pressupõem estimativas iniciais dos parâmetros do modelo.

18           Segundo Afifi & Clark (1984), as funções matemáticas usadas para representar curvas  
19 de lactação são divididas em três tipos: linear, intrinsecamente linear e não linear. As funções  
20 lineares são simples e podem ser estimadas por regressão linear simples. Uma limitação desta  
21 função é o de não acompanhar as oscilações de produção. As funções intrinsecamente lineares  
22 podem ser linearizadas por transformações logarítmicas e as funções não lineares são as que  
23 não podem ser transformadas em função linear. Acompanham as oscilações de produção ao  
24 longo da lactação, entretanto, estimam seus parâmetros por processos iterativos.

1           Andrighetto et al. (2004), analisando dados da raça Murrah, recomendaram a  
2 utilização de outros modelos além da função Gama incompleta, para justificar a curva de  
3 lactação. Cunha Filho (2002), trabalhando com dados de um rebanho bovino da raça Sindi, na  
4 Paraíba, observou que a curva de lactação típica é formada com um pico, que ocorre  
5 aproximadamente na oitava semana, caracterizada pela produção máxima durante todo o  
6 período acompanhado de uma fase de declínio até o final da lactação. Contudo, os estudos  
7 realizados em rebanhos bubalinos têm apresentado outras formas gráficas, como observado  
8 por Tonhati et al. (1998), trabalhando com búfalos no Estado de São Paulo, que relataram não  
9 existir uma curva ideal para descrever a produção de leite, apresentando uma semelhança  
10 entre a curva cúbica, linear hiperbólica, quadrática logarítmica e quadrática.

11           A função linear hiperbólica e a função quadrática logarítmica foram propostas por  
12 Bianchini Sobrinho (1984) para descrever a curva de lactação. Para a função linear  
13 hiperbólica estimar curvas típicas e picos de lactação, os parâmetros “a” e “a<sup>2</sup>” do modelo  
14 matemático devem ser negativos. Estudando as funções lineares (linear hiperbólica e  
15 quadrática logarítmica) e as funções não lineares (parabólica exponencial, gama incompleta e  
16 polinomial inversa), para ajustar a curva média usando dados de três rebanhos bubalinos da  
17 raça Murrah, Muñoz-Berrocal et al. (2005) concluíram que as funções lineares quadrática  
18 logarítmica e linear hiperbólica foram as que apresentaram melhor ajuste à curva média de  
19 lactação.

20           A função quadrática logarítmica foi testada por Pineda (1987), que encontrou bom  
21 resultado no ajuste da curva. Entretanto, El Faro et al. (1997) observaram que os ajustes para  
22 lactações individuais, partindo-se de registros completos produziram desvios de até 2% para a  
23 maioria das lactações, o que não foi observado para os períodos incompletos avaliados, com  
24 desvios iguais ou superiores a 10% para a maioria das lactações estudadas.

1 A função quadrática foi a que apresentou melhor  $R^2$  em estudo realizado por  
2 McManus et al. (1997). Essa função apresenta ajuste simples mostrado ou verificado em  
3 ponto máximo quando o coeficiente quadrático é menor que zero. O modelo quadrático e o  
4 quadrático logarítmico foram os que melhor descreveram a curva de lactação em trabalho  
5 realizado por Gonçalves et al. (1996). Quando comparou os modelos, quadrático logarítmico,  
6 gama incompleto e multifásico (monofásico e difásico), Bueno et al. (1998) observaram que o  
7 modelo difásico apresentou o melhor ajustamento para os dados da curva.

8 Estudando os efeitos de fatores sobre a forma da curva de lactação e utilizando a  
9 função do tipo gama incompleto, Lopes et al. (1996) concluíram que a forma da curva foi  
10 influenciada pelo ano e pela ordem do parto, grupo genético e pela duração do período de  
11 serviço e que o uso da curva, tipo gama incompleta, pode ser usada para seleção de animais e  
12 para melhorar a eficiência do manejo.

13 Avaliando a utilização de diferentes equações no ajuste de curvas de lactação, Alencar  
14 et al. (1995) observaram que todas elas explicaram uma porção significativa da variação na  
15 produção de leite, entretanto, apenas a equação descrita por Jenkins & Ferrell (1982)  
16 apresentou coeficiente de determinação alto. Essa função apresentou erros elevados  
17 subestimando a produção diária no início e no final da lactação e superestimando a produção  
18 no meio desta. As equações quadráticas, gama, linear hiperbólica e quadrática logarítmica  
19 produziram erros, em geral, mais baixos,  $R^2$  mais baixos e tenderam a superestimar a  
20 produção diária durante toda a lactação. Concluíram os autores que as funções utilizadas não  
21 ajustaram satisfatoriamente a produção de leite de vacas Canchin e Nelore.

22 A estimativa da curva de lactação pode ocorrer a partir dos seguintes parâmetros: pico  
23 de lactação, produção no pico e persistência. O pico da lactação é a produção máxima de leite  
24 em uma lactação, enquanto a persistência é a extensão em que o pico de lactação é mantido ou  
25 a taxa de declínio após o pico de produção (Bianchini Sobrinho, 1984).

1           Em geral, o coeficiente de determinação ( $R^2$ ) tem sido utilizado para fazer inferências  
2 sobre o ajuste de funções em curvas de lactação. Segundo Kvalseth (1985), é possível a  
3 utilização de  $R^2$  simples ou ajustado para qualquer tipo de modelo para ajuste de curvas. Vaz-  
4 Oliveira et al. (2003), ajustando a curva de lactação pela função gama incompleta, observaram  
5 um  $R^2$  baixo e que a produção de leite foi superestimada. Concluíram os autores, que outras  
6 funções devem ser utilizadas visando identificar um melhor ajuste.

7           O objetivo deste trabalho é o de comparar várias funções matemáticas para identificar  
8 a que melhor descreve a curva de lactação da produção de leite, no dia do controle, em dois  
9 sistemas de produção, de um rebanho mestiço bubalino, do Centro de Pesquisa Agroflorestral  
10 da EMBRAPA-Rondônia.

11

12

13

14

15

16

17

18

19

20

21

22

23

24

25

## Material e Métodos

Foram utilizados dados oriundos de dois sistemas de produção, no período de 1984 a 2002. O sistema de produção 1 (SP1) correspondeu ao período de 1984 a 1998, quando foram considerados 4471 controles leiteiros, enquanto que, o sistema de produção 2 (SP2) correspondeu ao período de 1999 a 2002, quando foram considerados 458 controles leiteiros. As informações para análise eram de um rebanho búfalo das raças Murrah, Mediterrâneo e Jafarabadi, de variados grupos genéticos (Tabela 1), provenientes do sistema de produção do Centro de Pesquisa Agroflorestral da Embrapa de Rondônia (CPAFRO/EMBRAPA - RO), localizado na cidade de Porto Velho.

Segundo a classificação de Koppen, o Estado de Rondônia apresenta clima tropical chuvoso, do tipo Am, que se caracteriza por total pluviométrico anual elevado e moderado período de estiagem. O município de Porto Velho abrange uma área de 35.928,9 km<sup>2</sup>, cujas coordenadas geográficas são 8° 76', Sul, e 63° 08', Oeste, e altitude de 95 m. O clima dessa região é equatorial quente e úmido, com estiagem no período de junho a setembro e, de outubro a maio, o índice pluviométrico pode chegar a 2.000mm/ano. De acordo com dados meteorológicos observados pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET, 2006), as temperaturas médias, máximas e mínimas oscilam entre 24 e 26°; 28 e 33° e 18 e 21°, respectivamente, e as médias anuais de umidade relativa do ar oscilam entre 80 e 90%. A insolação e evaporação anuais são de, aproximadamente, 1770 horas e acima de 750 mm, respectivamente.

No SP1 os animais eram criados extensivamente. A princípio foram utilizadas pastagens de *Brachiaria humidicola* (Quicuí da Amazônia) e, em 1988, foi implantado no sistema *Andropogon gayanus*, *Brachiaria brizantha*, cv. Marandu, e *Pueraria phaseoloides*,

1 além de uma capineira de Cameroum (*Pennisetum purpureum*) para ser utilizada apenas no  
2 período seco. Todo o rebanho recebia mistura mineral *ad libitum*.

3 A ordenha era realizada uma vez ao dia e o controle leiteiro efetuado mensalmente. Os  
4 bezerros permaneciam com as mães até, seis ou sete meses de idade, quando eram  
5 desmamados.

6 A taxa de substituição para as fêmeas adultas era de 10% ao ano.

7 O sistema de acasalamento utilizado foi o de monta natural a campo na proporção de  
8 um touro para aproximadamente 40 búfalas. Fêmeas a partir de 350 kg eram consideradas  
9 aptas à reprodução. Estas permaneciam em lotes até dois meses antes da parição, depois  
10 seguiam para piquetes maternidade, cada lote continha apenas um touro.

11 Eram realizadas práticas sanitárias com respeito às vacinações, bem como era  
12 realizado controle de endo e ectoparasitos, sistematicamente.

13 No SP2 foram introduzidas tecnologias para que houvesse incremento na produção  
14 leiteira. Os bezerros eram desmamados ao nascer e recebiam leite no balde a razão de quatro  
15 litros diários sendo dois pela manhã e dois à tarde. A desmama ocorria aos 90 dias.

16 As vacas eram suplementadas com ração a base de 60% de milho triturado e 40% de  
17 farelo de arroz, sendo fornecido um kg para cada três litros de leite produzidos. Quando a  
18 produção baixava de 3,0 kg o fornecimento da ração era suspenso. Foram utilizadas pastagens  
19 diversificadas de *Brachiaria humidicola* (Quicúio da Amazônia) *Andropogon gayanus*,  
20 *Brachiaria brizantha*, cv. Marandu, e *Pueraria phaseoloides*, além de uma capineira de  
21 Cameroum (*Pennisetum purpureum*) para ser utilizada apenas no período seco. Todo o  
22 rebanho recebia mistura mineral *ad libitum*.

23 A ordenha também era realizada uma vez ao dia e o controle leiteiro efetuado  
24 mensalmente. Entretanto, para aquelas búfalas que apresentassem produção acima de 6,0 kg, a  
25 ordenha era processada duas vezes ao dia.

1 A taxa de substituição, o sistema de acasalamento e as práticas sanitárias foram  
2 idênticas às aquelas apresentadas no SP1.

3 Os seguintes modelos de regressão foram utilizados para estudar as observações de  
4 produção total de leite no dia do controle ao longo da lactação, para formar as curvas de  
5 lactação, conforme Alencar et al. (1995) e Gonçalves et al. (1996):

6

7 • Linear:  $Y = \beta_0 + \beta_1 \text{Tempo} + \varepsilon$

8 • Quadrático:  $Y = \beta_0 + \beta_1 \text{Tempo} + \beta_2 \text{Tempo}^2 + \varepsilon$

9 • Linear logarítmico:  $Y = \beta_0 + \beta_1 \text{Tempo} + \beta_2 \log_e (\text{Tempo}) + \varepsilon$

10 • Quadrático logarítmico:  $Y = \beta_0 + \beta_1 \text{Tempo} + \beta_2 \text{Tempo}^2 + \beta_3 \log_e (\text{Tempo}^2) + \varepsilon$

11 • Gama incompleto:  $Y = \beta_0 \text{Tempo}^{\beta_1} * \exp(-\beta_2 \text{Tempo}) + \varepsilon$

12 • Linear hiperbólico:  $Y = \beta_0 + \beta_1 \text{Tempo} + \beta_2 / \text{Tempo} + \varepsilon$

13 • Polinomial inverso:  $Y = \text{Tempo} / (\beta_0 + \beta_1 \text{Tempo} + \beta_2 \text{Tempo}^2) + \varepsilon$

14 • Jenkins e Ferrell:  $Y = \beta_0 / ((\text{Tempo} * \exp (\beta_1 \text{Tempo})) + \varepsilon$

15

16 Para estas funções,  $Y$  é a produção de leite (kg), no dia do controle;  $\text{Tempo}$  é o tempo  
17 de lactação em dias, decorridos desde o parto até a data do controle;  $\beta_0$ ,  $\beta_1$ ,  $\beta_2$  e  $\beta_3$  são  
18 coeficientes de regressão a serem estimados e  $\varepsilon$  é o erro aleatório associado a cada medida,  
19 considerado com distribuição  $N(0; \sigma^2_e)$ .

20 Os parâmetros das funções foram estimados através de técnicas não lineares, usando-  
21 se o método de Marquardt disponível no PROC NLIN (SAS, 2005).

22 O julgamento do modelo mais adequado ao conjunto de dados para descrição da curva  
23 de lactação das búfalas foi aquele que apresentou maior coeficiente de determinação ( $R^2$ ).

24

25

## **Resultados e Discussão**

Na Tabela 2 estão descritos os valores dos coeficientes de determinação, segundo os modelos propostos para determinação das curvas de lactação, considerando os parâmetros estatísticos referentes a cada um deles.

Observa-se na Tabela 2 que o modelo que gerou o maior coeficiente de determinação foi o Gama Incompleto ( $R^2 = 0,95$ , para o SP1, e  $R^2 = 0,96$ , para o SP2), seguido pelo modelo Jenkins e Ferrel, que apresentou os seguintes valores para o SP1 ( $R^2 = 0,85$ ) e SP2 ( $R^2 = 0,88$ ). Estes resultados são coincidentes com aqueles observados por Santoro et al. (2006), que concluíram pelos mesmos modelos como os mais representativos para justificar a curva de lactação de vacas holandesas puras e mestiças, em Pernambuco. Avaliando produções de leite de búfalas, no Egito, Aziz et al. (2006) observaram valores de  $R^2$  para a função Gama Incompleta que variaram de 0,90 a 0,98, de acordo com a ordem de parto. Na Itália, Catillo et al. (2002), utilizando cinco modelos de curva de lactação de búfalos d'água, entre os quais o Gama Incompleto, concluíram que os ajustes das curvas foram todos altos e semelhantes para todas as funções matemáticas consideradas. Já Muñoz-Berrocal et al. (2005) relataram que as funções que melhor ajustaram as curvas médias de lactação de búfalas Murrah e seus mestiços, em São Paulo, foram linear hiperbólica e quadrática logarítmica. Contrariamente ao resultado aqui obtido, Andrighetto et al. (2004), trabalhando com lactações de búfalas Murrah, em São Paulo, utilizando exclusivamente a função Gama Incompleta, encontraram baixo valor de  $R^2$  e sugeriram, portanto, a utilização de outros modelos, a fim de melhor avaliar a curva de lactação dos animais. Nesse mesmo sentido, Vaz-Oliveira et al. (2003), em Minas Gerais, estimaram baixos valores de  $R^2$  para a função Gama Incompleta e concluíram

1 que o modelo superestimou a produção total de leite de vacas  $\frac{1}{2}$  sangue de holandês. Por  
2 outro lado, Tonhati et al. (1998), em São Paulo, trabalhando com lactações de búfalas  
3 oriundas de 11 rebanhos, utilizaram quatro funções (linear hiperbólica, quadrática, quadrática  
4 logarítmica e cúbica) para descrição da curva de lactação. Esses autores concluíram que as  
5 funções testadas apresentaram estimativas de valores muito semelhantes, indicando que não  
6 há uma curva ideal para descrever a produção de leite e sugeriram novos testes a partir de  
7 funções não lineares. Nesse mesmo sentido, Colmenares & Cermeño (1997), na Venezuela,  
8 com búfalos d'água, encontraram baixos valores  $R^2$ , para quatro modelos de regressão, em  
9 que os autores concluíram que os resultados refletem alta variabilidade no processo de  
10 produção de leite, como consequência de problemas no manejo da ordenha, na nutrição e  
11 sanidade dos animais.

12 No presente estudo, considerando que a função Gama Incompleta foi a que melhor se  
13 ajustou à curva média de lactação das búfalas, a partir do  $R^2$  estimado, foram definidos os  
14 parâmetros do referido modelo, para cada sistema de produção analisado (Tabela 3). Os  
15 valores aqui observados são concernentes para aqueles encontrados por Santoro et al. (2006),  
16 para os três parâmetros, em lactações de vacas mestiças. Já Lopes et al. (1996), em Brasília-  
17 DF, trabalhando com vacas holandesas mantidas em sistema de confinamento, ainda para a  
18 mesma função, observaram valores bem distintos aos encontrados no presente trabalho.  
19 Gonçalves et al. (1996) descreveram valores bem adversos ao obtido no presente estudo, para  
20 os parâmetros da função difásica, quando trabalharam com lactações de animais da raça Gir,  
21 em Minas Gerais.

22 Na Figura 1, estão representadas as produções de leite de búfalas das raças Murrah,  
23 Mediterrâneo e Jafarabadi, submetidas a dois sistemas de produção, no Centro de Pesquisa  
24 Agroflorestal da EMBRAPA-Rondônia.

1           Nota-se a ausência de pico de lactação que foi observado por Andriguetto et al. (2004),  
2 no primeiro mês de lactação, e por Munõz-Berrocal et al. (2005), no segundo mês, ambos  
3 trabalhando com animais Murrah, em São Paulo. Possivelmente o baixo nível nutricional e de  
4 manejo tenham influenciado na forma totalmente decrescente da curva das búfalas nos dois  
5 sistemas em Rondônia.

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

19

20

21

22

23

24

25

1  
2  
3  
4  
5  
6  
7  
8  
9  
10  
11  
12  
13  
14  
15  
16  
17  
18  
19  
20  
21  
22  
23  
24  
25

### **Conclusão**

1. A função que melhor se ajusta às curvas de lactação, de búfalas submetidas a dois diferentes sistemas de produção, em Rondônia, é a Gama Incompleta.

1 **Referências**

- 2
- 3 AFIFI, A. A.; CLARK, V. **Computer aided multivariate analysis**. Publication. Belmont,  
4 Ca; Lifetime Learning, 1984. 458 p.
- 5
- 6 ALENCAR, M. M.; CRUZ, G. M.; TULLIO, R. R.; CORRÊA, L. A. Comparação de  
7 diferentes equações para caracterizar a curva de lactação em bovinos de corte. **Revista**  
8 **Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v.24, p.530-541, 1995.
- 9
- 10 AMARAL, F. R.; ESCRIVÃO, S. C. Aspectos relacionados à búfala leiteira. **Rev. Bras.**  
11 **Reprod. Anim.**, Belo Horizonte, v.29, n.2, p.111-117, abr./jun. 2005.
- 12
- 13 ANDRIGUETO, C.; PICCININ, A.; GIMENEZ, J. N.; JORGE, A. M.; MORÍ, C. Curva de  
14 lactação de búfalas murreh ajustadas pela função gama incompleta. In: SIMPÓSIO DA  
15 SOCIEDADE BRASILEIRA DE MELHORAMENTO ANIMAL, 5., 2004, Pirassununga,  
16 SP. **Anais...** Pirassununga: [s.n.], 2004.
- 17
- 18 AZIZ, M. A.; SHALABY, N. A.; EL-SHAFIE, O. M.; MAHDY, A. T.; NISHIDA A.  
19 Comparison between the shapes of lactation curve of Egyptian buffalo milk yield estimated  
20 by the incomplete gamma function and a new model. **Livestock for Rural Development**,  
21 v.18, n.5, 2006.
- 22
- 23 BIANCHINI SOBRINHO, E. **Estudo da curva de lactação em vacas da raça gir**. 1984  
24 Tese (Doutorado em Genética) - Faculdade de Medicina Veterinária de Ribeirão Preto,  
25 Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto.

- 1 BRODY, S.; RAGSDALE, A. C.; TURNER, C. W. The rate of decline of milk secretion with  
2 advance of the period of lactation. **J. Gen. Physiol.**, v.5, p.441-444, 1923.  
3
- 4 BUENO, J. H.; OLIVEIRA, A. I. G. de; GONÇALVES, T. de M.; TEIXEIRA N. M. Estudo  
5 da curva de lactação em rebanhos da raça holandesa no estado de Minas Gerais. In:  
6 REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 35., 1998,  
7 Botucatu, SP. **Anais...** Botucatu: SBZ, 1998.  
8
- 9 CATILLO, G.; MACCIOTA, A.; CAPPIO-BORLINOT Effects of age and calving season on  
10 lactation curves of production traits in Italian Water buffaloes. **J. Dairy Sci.**, v.85, p.1298-  
11 1306, 2002.  
12
- 13 COBBY, J. M.; LEDU, L. P. On fitting curves to lactation data. **An. Prod.** v.23, p.127-133,  
14 1978.  
15
- 16 COBUCCI, J. A.; EUCLYDES, R. F.; TEODORO, R. L.; VERNEQUE, R. da S.; LOPES, P.  
17 S.; SILVA, M. de A. Aspectos genéticos e ambientais da curva de lactação de vacas da raça  
18 guzerá. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.4, p.1204-1211, 2001.  
19
- 20 COLMENARES, O; CERMEÑO, H. Analisis preliminar de curvas de lactancia em el búfalo  
21 de agua (*Búbalus bubalis*) em la zona Sur del estado Táchira, Venezuela. **Arc. Lat. Prod.**  
22 **Animal**, v.5, p.417-419, 1997.  
23

- 1 CUNHA FILHO, M. **Curva de lactação e de gordura em vacas da raça sindi no estado da**  
2 **Paraíba**. 2002. 57 f. Dissertação (Mestrado em Biometria). Departamento de Física e  
3 Matemática, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Pernambuco.  
4
- 5 EL FARO, L.; ALBUQUERQUE, L. G. de; FRIES, L. A. Predição da produção total de leite  
6 de vacas caracu a partir de lactações incompletas empregando-se três funções matemáticas.  
7 In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 34, 1997, Juiz  
8 de Fora, MG. **Anais...** Juiz de Fora: SBZ, 1997.  
9
- 10 EMBRAPA GADO DE LEITE. **Produção, industrialização e comercialização (Produção)**.  
11 Disponível em: <<http://www.cnpgl.embrapa.br/producao/producao.php>>. Acesso em: 12 fev.  
12 2007.  
13
- 14 FAO. FAOSTAT. **Data Base 2004**. Disponível em:  
15 <<http://faostat.fao.org/faostat/collections?Version=ext&hasbulk=0>>. Acesso em: 14 ago.  
16 2006.  
17
- 18 GANDINI, C. H.; EL FARO, L.; FREITAS, M. A. R. Seleção para produção de leite  
19 auxiliada pela curva de lactação de vacas mestiças. In: REUNIÃO ANUAL DA  
20 SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 35., 1998, Botucatu, SP. **Anais...** Botucatu:  
21 SBZ, 1998.  
22
- 23 GONÇALVES, T. M.; MARTINEZ, M. L.; MILAGRES, J. C. Curva de lactação da raça Gir.  
24 I. Escolha do modelo de melhor ajuste. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.25, p.616-626,  
25 1996.

- 1 IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Diretoria de**  
2 **Pesquisas, Coordenação e Agropecuária, Pesquisa da Pecuária Municipal 2003.**  
3 Disponível em: <www.ibge.gov.br>. Acesso em 25 out. 2006.  
4
- 5 INMET - INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. Climatologia. Disponível em:  
6 <http://www.inmet.gov.br/climatologia/combo\_climatologia\_I.html>. Acesso em: 15 jan.  
7 2006.  
8
- 9 JENKINS, T. G.; FERREL, C. L. Lactation curves of mature crossbred cows: comparison of  
10 four estimating functions. **J. Ani. Sci.**, Champaign, v.55, p.189, 1982.  
11
- 12 KEOWN, J. F.; VAN VLECK, L. D. Extending lactation records in progress to 305-day  
13 equivalent. **J. Dairy Sci.**, Champaign, v.56, n.8, p.1070-1090, 1973.  
14
- 15 KVALSETH, T. O. Cautionary note about  $R^2$ . **The American Statistician.**, v.39, n.4, p.279-  
16 285, 1985.  
17
- 18 LOPES, M. A.; NEIVA, R. S.; VALENTE, J.; MARTINEZ, M. L.; VEIGA, R. D. Aplicação  
19 da função tipo gama incompleta no estudo da curva de lactação de vacas da raça Holandesa,  
20 variedade preta-e-branca, mantidas em sistema intensivo de produção. **Revista Brasileira de**  
21 **Zootecnia**, Viçosa, MG, v.25, p.1086-1101, 1996.  
22
- 23 MADELLA-OLIVEIRA, A. de F.; QUIRINO, C. R.; ADONA, P. R.; PACHECO, A.  
24 Aspectos da comercialização de carne e leite de bubalinos na região Norte Fluminense. **Rev.**  
25 **Bras. Reprod. Anim.**, Belo Horizonte, v.29, n.1, p.53-54, jan./mar. 2005.

- 1 MARIANTE, A. S.; McMANUS, C.; MENDONÇA, J.F. **Country report on the state of**  
2 **animal genetic resources**. Brasília, DF: Embrapa Genetic Resources and Biotechnology,  
3 2002. 121p. (Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia. Documentos, 99).  
4
- 5 MARQUES, J. R. F.; CAMARGO JUNIOR, R. N. C.; MARQUES, L. C.; RODRIGUES, A.  
6 E. A bubalinocultura no brasil: criação, melhoramento e perspectivas. In: CONGRESSO  
7 BRASILEIRO DE ZOOTECNIA, 16., 2006, Recife, PE. **Palestras...**, Recife: 2006. CD  
8 ROM. ZOOTEC, 2006.  
9
- 10 MCMANUS, C.; GUTH, T. L. F.; SAUERESSING, M. G. Curvas de lactação em gado  
11 Holandês em confinamento total no DF. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE  
12 BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 34., 1997, Juiz de Fora, MG. **Anais...** Juiz de Fora: SBZ,  
13 1997.  
14
- 15 MOLINA, J. R.; BORSCHIWI, C. Ajuste de la curva de lactancia de ganado holstein com un  
16 modelo linear modal. **Agron. Costarricense**, San Jose, v.3, n.2, p.167-174, 1979.  
17
- 18 MUNOZ-BERROCAL, M.; TONHATI, H.; CERON MUNÓZ, M.; DUARTE, J. M. C.;  
19 CHABALIBERI, R. L. Uso de modelos lineares e não lineares para o estudo da curva de  
20 lactação em búfalos murrh e seus mestiços em sistema de criação semi extensivo, no estado  
21 de São Paulo. **Arc. Latinoam. de Prod. Ani.** v.13, n.1, p.19-23, 2005.  
22
- 23 PINEDA, A. M. G. **Mathematical Functions Applied to Dairy Cow Lactation Curves**.  
24 1987. 243p. Thesis. (Master of Scienc) - University of Florida, Florida.  
25

- 1 RAMOS, A. de A. (Ed.). Contribuição ao estudo dos bubalinos: período de 1972-2001:  
2 palestras. Botucatu: UNESP : FAPESP : FMVZ, 2003. 318p. Disponível em: <  
3 [http://www.fmvz.unesp.br/bufalos/HPBufalos\\_files/Palestras\\_AAR/00%20PALESTRA2002](http://www.fmvz.unesp.br/bufalos/HPBufalos_files/Palestras_AAR/00%20PALESTRA2002%20%20CAPA.pdf)  
4 [%20%20CAPA.pdf](http://www.fmvz.unesp.br/bufalos/HPBufalos_files/Palestras_AAR/00%20PALESTRA2002%20%20CAPA.pdf)>. Acesso em: 21 jul 2007.
- 5
- 6 SANTORO, K. R. ; SANTOS, G. R. de A.; BARBOSA, S. B. P. ; ALMEIDA, O. C. ;  
7 VILAÇA, L. F.; ARAÚJO, K. J. de A. Ajuste de modelos de regressão à curvas de lactação  
8 de vacas Holandês Brasileiro, em um rebanho de estação experimental no Agreste de  
9 Pernambuco. In: CONGRESSO NORDESTINO DE PRODUÇÃO ANIMAL, 4., 2006,  
10 Petrolina, PE. **Anais ...** [S.l.: s. n.], 2006.
- 11
- 12 SAS INSTITUTE INC. **User's Guide:** Version 6.12. 4. ed. v.2. Cary, North Caroline: SAS  
13 institute inc, 2005.
- 14
- 15 SILVA, M. S. T.; LOURENÇO JR, J. B.; MIRANDA, H. Á.; ERCHESEN, R.; FONSECA,  
16 R. F. S. R.; MELO, J. Á. e COSTA, J. M. **Programa de incentivo a criação de búfalos por**  
17 **pequenos produtores – PRONAF. Pará, agosto de 2003.** Disponível em:  
18 <[www.cpatu.embrapa.br](http://www.cpatu.embrapa.br)>. Acesso em: 15 ago. 2006.
- 19
- 20 TONHATI, H.; MUNÕZ, M. F. C.; OLIVEIRA, J. A. de; DUARTE, J. M. C.; MACHADO,  
21 D. F. Estudo da curva de lactação em bubalinos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE  
22 BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 35., 1998, Botucatu, SP. **Anais...** Botucatu: SBZ, 1998.
- 23 VALLE, J. L. E. Características e usos do leite de bubalinos. In: REUNIÃO ANUAL DA  
24 SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 27., 1990, Campinas, SP. **Anais...**  
25 Campinas: SBZ, 1990. p.739-743.

- 1 VAZ DE OLIVEIRA, H. T.; REIS, R. B.; QUIRINO, C. R.; GLORIA, J. R. Estudo da curva  
2 de lactação, ajustada pela função gama incompleta, de vacas F1 holandês – gir. In: REUNIÃO  
3 ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 40., 2003, Santa Maria, RS.  
4 **Anais...** Santa Maria: SBZ, 2003.
- 5
- 6 WOOD, P. D. P. Algebraic model of lactation curve in cattle. **Nature**, v.216, n.5111, p.164-  
7 165, 1967.
- 8
- 9
- 10
- 11
- 12
- 13
- 14
- 15
- 16
- 17
- 18
- 19
- 20
- 21
- 22
- 23
- 24

1 **Tabela 1** – Descrição dos grupos genéticos, de acordo com as raças nos dois sistemas de  
 2 criação.

Raças		Grupo			Genético	
Murrah	1/2	3/4	7/8	15/16	PC <sup>(1)</sup>	PO <sup>(2)</sup>
Mediterrâneo	1/2	3/4	7/8	-	-	PO
Jafarabadi	1/2	3/4	-	-	-	PO

3 <sup>(1)</sup> PC – puro por cruzamento. <sup>(2)</sup> PO – puro de origem.

4

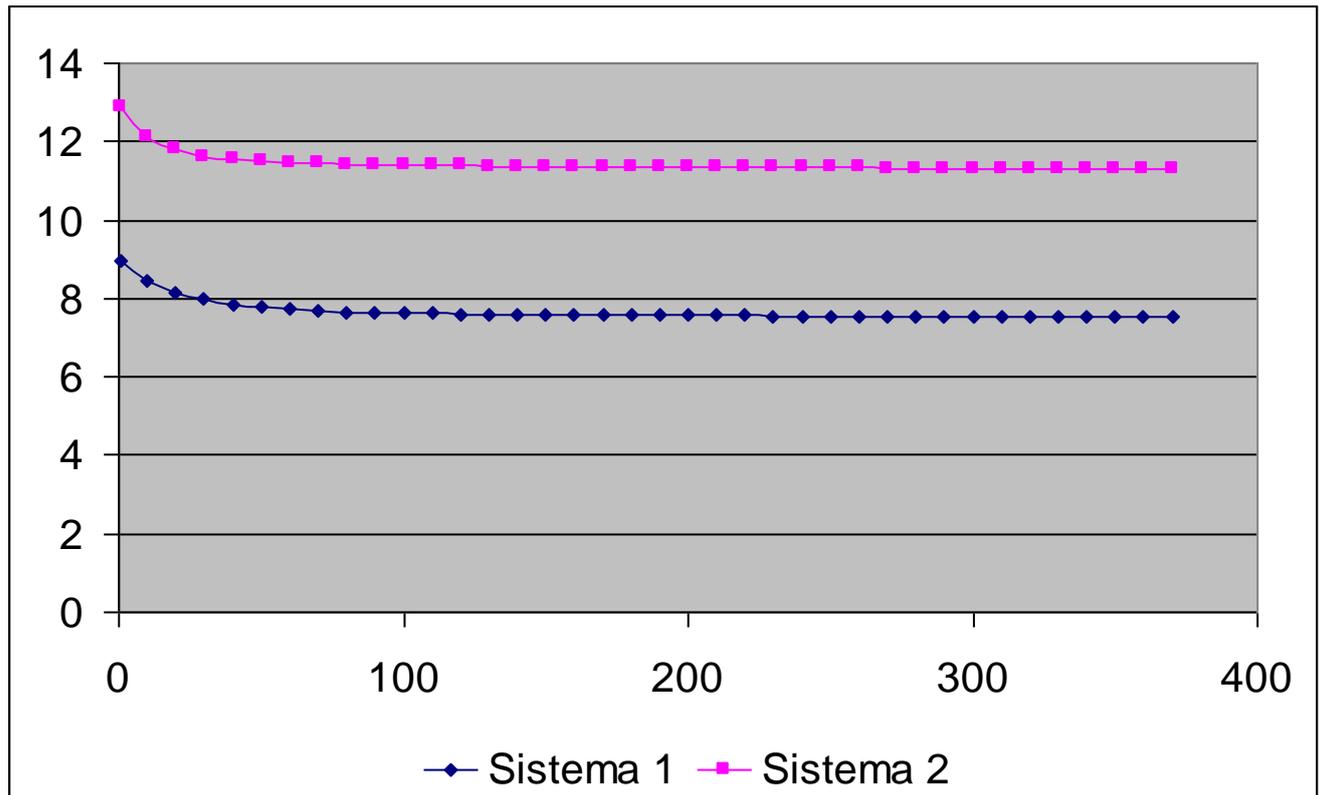
5

**Tabela 2.** Coeficiente de determinação para os modelos de curva de lactação de acordo com os dois sistemas de produção (EMBAPRA-CPAFRO)

Funções	Sistema de Produção	$R^2$	Desvio Padrão	CV	Erro Padrão	LC Inferior	LC Superior
Gama incompleto	1	0,95	0,07	7,22	0,0035	0,9435	0,9564
	2	0,96	0,02	2,12	0,0030	0,9546	0,9669
Hiperbólica	1	0,62	0,25	41,24	0,0153	0,5881	0,6482
	2	0,59	0,37	62,71	0,0703	0,4488	0,7373
Jenkins & Ferrel	1	0,85	0,09	10,96	0,0045	0,8457	0,8635
	2	0,88	0,08	9,25	0,0122	0,8600	0,9092
Logarítmica	1	0,59	0,26	44,27	0,0126	0,5668	0,6164
	2	0,54	0,26	49,31	0,0398	0,4552	0,6157
Polinomial Inversa	1	0,62	0,25	41,24	0,0153	0,5881	0,6482
	2	0,59	0,37	62,71	0,0703	0,4488	0,7373
Quadrática	1	0,69	0,24	34,04	0,0114	0,6724	0,7171
Logarítmica	2	0,60	0,26	42,98	0,0389	0,5218	0,6787
Linear	1	0,40	0,29	71,62	0,0140	0,3783	0,4332
	2	0,37	0,27	74,28	0,0410	0,2875	0,4528
Quadrática	1	0,58	0,27	46,43	0,0129	0,5541	0,6049
	2	0,50	0,29	57,41	0,0426	0,4121	0,5839

Tabela 3 – Parâmetros para o modelo Gama incompleto, de acordo com o sistema de produção adotado (EMBRAPA-CPAFRO)

Parâmetros	N	SP	Mínimo	Máximo	Média	DP	CV	Erro Padrão	IC Inferior	IC Superior
a ( $\beta_0$ )	117	SP1	0,2543	69,4302	7,0035	8,8729	126,6	0,8203	5,3788	8,6283
a ( $\beta_0$ )	17	SP2	0,9451	46,8689	10,9209	10,2795	94,1	2,4931	5,6356	16,2061
b ( $\beta_1$ )	117	SP1	-0,6802	0,5859	-0,1080	0,2323	-215,1	0,0214	-0,1505	0,0654
b ( $\beta_1$ )	17	SP2	-0,5763	0,2191	-0,1614	0,1927	-119,3	0,0467	-0,2605	0,0623
c ( $\beta_2$ )	117	SP1	-0,0061	0,2768	0,0434	0,0462	106,3	0,0042	0,0350	0,0519
c ( $\beta_2$ )	17	SP2	-0,0063	0,5378	0,0679	0,1256	184,9	0,0304	0,0033	0,1325



**Figura 1.** Curvas de lactação estimadas pela função Gama incompleta, para dois sistemas de produção de leite em búfalas.