

IDALMO GARCIA PEREIRA

**FATORES DE VARIAÇÃO DOS PERÍODOS DE SERVIÇO E SECO EM BOVINOS
DA RAÇA HOLANDESA NO ESTADO DE MINAS GERAIS**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Curso de Mestrado em Zootecnia, área de concentração em Produção Animal/ Bovinos, para obtenção do título de "Mestre".

Orientador

Prof. ANTONIO ILSO GOMES DE OLIVEIRA

**LAVRAS
MINAS GERAIS - BRASIL
1996**

MFN=10300

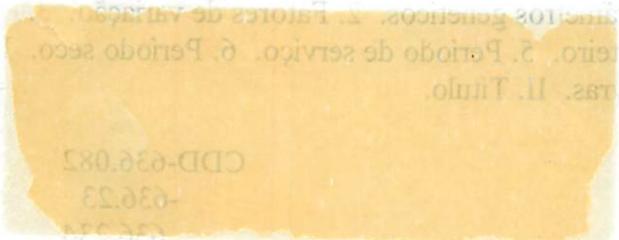
IDALMO GARCIA PEREIRA

**FATORES DE VARIAÇÃO DOS PERÍODOS DE SERVIÇO E SECO EM BOVINOS
DA RAÇA HOLANDESA NO ESTADO DE MINAS GERAIS**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Curso de Mestrado em Zootecnia, área de concentração em Produção Animal/ Bovinos, para obtenção do título de "Mestre".

Orientador

Prof. ANTONIO ILSO GOMES DE OLIVEIRA



**LAVRAS
MINAS GERAIS - BRASIL
1996**

Ficha Catalográfica preparada pela Seção de Classificação e Catalogação da
Biblioteca Central da UFLA

Pereira, Idalmo Garcia

Fatores de variação dos períodos de serviço e seco em bovinos da raça holandesa no Estado de Minas Gerais / Idalmo Garcia Pereira. -- Lavras : UFLA, 1997.

66 p. : il.

Orientador: Antonio Ilson Gomes de Oliveira.

Dissertação (Mestrado) - UFLA.

Bibliografia.

1. Gado holandês - Parâmetros genéticos. 2. Fatores de variação. 3. Bovino leiteiro. 4. Gado leiteiro. 5. Período de serviço. 6. Período seco. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD-636.082

-636.23

636.234

IDALMO GARCIA PEREIRA

**FATORES DE VARIAÇÃO DOS PERÍODOS DE SERVIÇO E SECO EM BOVINOS
DA RAÇA HOLANDESA NO ESTADO DE MINAS GERAIS**

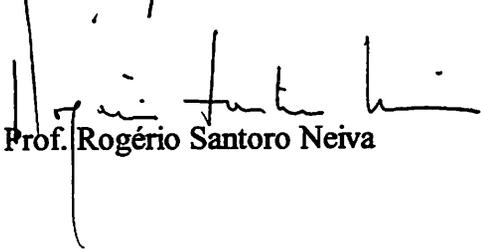
Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Curso de Mestrado em Zootecnia, área de concentração em Produção Animal/Bovinos, para obtenção do título de "Mestre".

APROVADA em 13 de dezembro de 1996


Prof. Tarcísio de Moraes Gonçalves


Prof. Joãoir Pereira Eler


Dr. Nilson Milagres Teixeira


Prof. Rogério Santoro Neiva


Prof. Antonio Ilson Gomes de Oliveira
(Orientador)

“O homem que vence na vida é o que vive bem, sorri muitas vezes e ama intensamente; o que conquista o respeito de homens inteligentes e o amor das crianças; o que preenche um lugar e cumpre uma missão; o que deixa o mundo melhor do que encontrou; o que procura o melhor nos outros e dá o melhor de si”.

“*anônimo*”

Dedico:

Aos meus pais

Evandro (*in memorian*) e Maria Aparecida

Aos meus irmãos

Fabício e Glícia

Aos meus avós

Arthur (*in memorian*) e Umbelina (*in memorian*)

Álvaro e Anita (*in memorian*)

Aos meus tios

Harley e Irene

A companheira Iraides, pelo incentivo e carinho

A Deus, por tudo.

AGRADECIMENTOS

A Universidade Federal de Lavras pela oportunidade concedida.

A Fundação Coordenadoria de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, pela concessão da bolsa de estudos.

A Associação dos Criadores de Gado Holandês de Minas Gerais, na pessoa do amigo José Henrique Bueno, pela conceção dos dados para a realização deste trabalho.

Ao Prof. Antonio Ilson Gomes de Oliveira pela sábia orientação, ensinamentos, modelo de pesquisador e, especialmente, pela dedicação, incentivo e amizade.

Ao Prof. Tarcísio de Moraes Gonçalves pelo interesse e inestimável colaboração nas análises estatísticas e, principalmente, pelas idéias, atenção e amizade.

Ao Dr. Nilson Milagres Teixeira, pesquisador do Centro Nacional de Pesquisa de Gado de Leite da EMBRAPA, pelas valiosas sugestões e pela presença na defesa desta dissertação.

Ao Prof. Rogério Santoro Neiva, pelas sugestões, amizade e conhecimentos transmitidos.

Aos Profs. Joanir Pereira Eler e José Bento Sterman Ferraz, associados da FZEA-USP (Pirassununga-SP), pela atenção dispensada, sugestões, prontidão e auxílio nas análises.

Aos Professores do Departamento de Zootecnia pela agradável convivência e amizade.

Aos secretários Carlos e Míriam, pela atenção e simpatia nos atendimentos.

Aos amigos e colegas do Núcleo de Estudos de Zootecnia (NEZ), Maria do Socorro, Wiviani, Roseli, Alessandra, Sara, Walter e Márcio, pelo esforço empenhado e constante preocupação em congregar e aprimorar o aprendizado do Curso de Pós-Graduação em Zootecnia, e claro, a agradável convivência.

Aos amigos, Vera L. Banys e Cláudio P. Prospero, pelo companheirismo e auxílio durante esta fase.

Aos demais amigos Kleber, Carlos Boa-Viagem, Carla, Myriam, Ingrid, Luis Alfonso (Panamá), Antonio Augusto e Renato.

A todos aqueles que, de certa forma contribuíram para a realização deste trabalho.

BIOGRAFIA

Idalmo Garcia Pereira, filho de Evandro Modesto Pereira e Maria Aparecida Garcia Modesto, nasceu em Perdões - MG, no dia 13 de Agosto de 1969.

Diplomou-se em Zootecnia em 1993, pela Escola Superior de Agricultura de Lavras - ESAL.

Em março de 1994, iniciou o curso de mestrado em Zootecnia na Universidade Federal de Lavras - UFLA, na área de concentração Produção Animal/ Bovinos, com ênfase em Melhoramento Animal.

Em dezembro de 1996, concluiu o curso de Mestrado.

SUMÁRIO

	Página
LISTA DE TABELAS	viii
LISTA DE FIGURAS	x
RESUMO	xi
ABSTRACT	xiii
1 INTRODUÇÃO	1
2 REVISÃO DE LITERATURA	3
2.1 Período de Serviço.....	3
2.1.1 Fatores não-genéticos que afetam o período de serviço.....	7
2.1.1.1 Idade da vaca e/ou ordem de parto.....	7
2.1.1.2 Mês e/ou estação de parto.....	8
2.1.1.3 Rebanho, ano e nível de produção.....	9
2.1.1.4 Grupo Genético.....	12
2.2 Período Seco.....	12
2.2.1 Fatores não-genéticos que afetam o período seco.....	14
2.1.1.1 Idade da vaca e/ou ordem de parto.....	14
2.1.1.2 Mês e/ou estação de parto.....	14
2.1.1.3 Rebanho, ano e nível de produção.....	15
2.1.1.4 Grupo Genético.....	16
2.3 Parâmetros Genéticos.....	17
2.3.1 Herdabilidade do Período de Serviço.....	17
2.3.2 Herdabilidade do Período Seco.....	19
2.3.3 Repetibilidade do Período de Serviço.....	20
3.3.4 Repetibilidade do Período Seco.....	21
2.3.5 Correlações entre Período de Serviço e Período Seco.....	22
2.4 Teoria dos Modelos Mistos.....	23
2.5 Métodos utilizados na Estimação de Parâmetros Genéticos.....	26
2.5.1 Máxima Verossimilhança - ML.....	27

	Página
2.5.2 Máxima Verossimilhança Restrita livre da derivação da função densidade de probabilidade.....	28
2.6 Modelo Animal.....	28
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	30
3.1 Material.....	30
3.1.1 Origem dos dados.....	30
3.1.2 Verificação e preparo dos dados.....	30
3.1.3 Modelo usado para a obtenção das médias de quadrados mínimos.....	34
3.2 Métodos.....	34
3.2.1 Estimação dos Parâmetros Genéticos.....	35
3.2.1.1 Análise por modelo misto univariado.....	35
3.2.1.2 Análise por modelo misto bivariado.....	37
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	39
4.1 Período de Serviço.....	39
4.2 Período Seco.....	45
4.3 Parâmetros Genéticos.....	51
4.3.1 Herdabilidade do Período de Serviço.....	51
4.3.2 Herdabilidade do Período Seco.....	54
4.3.3 Repetibilidade do Período de Serviço.....	55
4.3.4 Repetibilidade do Período Seco.....	56
4.3.5 Correlações entre Período de Serviço e Período Seco.....	56
5 CONCLUSÕES.....	59
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	60

LISTA DE TABELAS

Tabela		Página
1	Médias de período de serviço (PSER), de algumas raças, segundo vários autores, números de registros e países -----	6
2	Estimativas de herdabilidade ($h^2 \pm EP$) do período de serviço, segundo diversos autores, países, raças e métodos -----	18
3	Classes de idade da vaca ao parto -----	33
4	Critério usado para eliminar os registros da ACGHMG considerados fora do padrão considerado, para a formação do arquivo para análise de período de serviço e período seco -----	33
5	Análise de variância do período de serviço (PSER) -----	40
6	Número de observações (N), médias ajustadas do período de serviço e seus respectivos erros-padrão (PSER \pm EP), de vacas da raça Holandesa, de acordo com o núcleo -----	41
7	Número de observações (N), médias ajustadas do período de serviço e seus respectivos erros-padrão (PSER \pm EP), de vacas da raça Holandesa, de acordo com o ano de parição -----	41
8	Número de observações (N), médias ajustadas do período de serviço e seus respectivos erros-padrão (PSER \pm EP), de vacas da raça Holandesa, de acordo com a estação de parição -----	42
9	Médias ajustadas do período de serviço e seus respectivos erros-padrão, de acordo com o desdobramento da interação grupo genético e nível de produção	43
10	Número de observações (N), médias ajustadas do período de serviço e seus respectivos erros-padrão (PSER \pm EP), de vacas da raça Holandesa, de acordo com a classe de idade da vaca ao parto -----	45

	Página
11	Análise de variância do período seco (PS) ----- 46
12	Número de observações (N), médias ajustadas do período seco e seus respectivos erros-padrão (PS ± EP), de vacas da raça Holandesa, de acordo com o núcleo ----- 47
13	Número de observações (N), médias ajustadas do período seco e seus respectivos erros-padrão (PS ± EP), de vacas da raça Holandesa, de acordo com o ano de parição ----- 47
14	Número de observações (N), médias ajustadas do período seco e seus respectivos erros-padrão (PS ± EP), de vacas da raça Holandesa, de acordo com a estação de parição ----- 49
15	Médias ajustadas do período seco e seus respectivos erros-padrão, de acordo com o desdobramento da interação grupo genético e nível de produção ----- 49
16	Número de observações (N), médias ajustadas do período seco e seus respectivos erros-padrão (PS ± EP), de vacas da raça Holandesa, de acordo com a idade da vaca ao parto ----- 51
17	Variâncias genéticas, de efeito permanente de ambiente, ambientais e fenotípicas da análise univariada ----- 52
18	Variâncias e covariâncias genéticas, do efeito permanente de ambiente (EPA), ambientais e fenotípicas da análise bivariada ----- 52
19	Correlação Genética, Fenotípica e de Ambiente entre o período de serviço (PSER) e período seco (PS) ----- 58

LISTA DE FIGURAS

Figura		Página
1	Localização das cidades sedes dos núcleos em relação ao Estado de Minas Gerais -----	31

RESUMO

PEREIRA, IDALMO GARCIA. **Fatores de variação dos períodos de serviço e período seco em bovinos da raça Holandesa no Estado de Minas Gerais.** Lavras: UFLA, 1996. 66p. (Dissertação - Mestrado em Produção Animal / Bovinos)* .

O objetivo do presente estudo foi estimar parâmetros genéticos das características: período de serviço (PSER) e período seco (PS), em vacas da raça Holandesa, criadas no Estado de Minas Gerais, utilizando a metodologia da máxima verossimilhança restrita em modelos animais, através de um algoritmo não-derivativo. Para tanto, foram utilizados 49.276 registros de lactações de 25.458 vacas, com partos entre os anos de 1971 e 1995, distribuídos em 334 rebanhos, provenientes dos arquivos de Controle Leiteiro da Associação de Criadores de Gado Holandês de Minas Gerais. Após a eliminação, no arquivo original, de registros considerados fora dos padrões, foram utilizados 6.485 registros de lactação, sendo que para uma melhor consistência dos dados, foi requerido que cada subclasse rebanho-ano-estação contivesse, no mínimo, quatro observações e que os touros fossem pais de pelo menos duas vacas. Consideraram-se no modelo, os efeitos fixos de rebanho-ano-estação, grupo genético, nível de produção e idade da vaca ao parto em classes. As médias, erros-padrão e coeficientes de variação para o PSER e PS foram $121,21 \pm 0,69$ dias (CV= 46,10%) e $92,27 \pm 0,59$ dias (CV= 51,7%), respectivamente. As estimativas de herdabilidade em análise uni e bivariada foram 0,052 e 0,027 para o PSER e, 0,0004 e 0,0001 para

* Orientador: Antonio Ilson Gomes de Oliveira. Membros da Banca: Tarcísio de Moraes Gonçalves, Joanir Pereira Eler, Nilson Milagres Teixeira e Rogério Santoro Neiva.

o PS, respectivamente. As estimativas de repetibilidade para o PSER e PS em ambas as análises foram 0,06 e 0,03, respectivamente. As baixas estimativas de herdabilidade para estas características indicam que pouco se pode obter em termos de ganhos genéticos, evidenciando que ambas características são amplamente de efeito ambiental, no entanto, devem ser consideradas nos programas de melhoramento. Apesar das baixas estimativas de repetibilidade, devido a alta variação ambiental temporária existente, pode-se dizer que é temerário se fazer previsões destas características de uma lactação para a subsequente. As correlações genética, fenotípica e de ambiente entre o PSER e PS foram 0,55; 0,72 e 0,73, respectivamente, mostrando que estas características se relacionam, ou seja, vacas com piores desempenhos reprodutivos têm maiores períodos secos.

ABSTRACT

VARIATION FACTORS OF DAYS OPEN AND DAYS DRY IN HOLSTEIN DAIRY CATTLE IN THE STATE OF MINAS GERAIS

To estimate variation factors and genetic parameters of days open (DO) and days dry (DD), in Holstein cows breed, at the Minas Gerais State, the derivative-free restricted maximum likelihood methodology in the adjustment of animal models was used. A total of 49,276 lactation records from 25,458 cows in 334 herds, calving between 1971 and 1995 was used. The database from the State Holstein Breeders Association was used. To better data consistence, only 6,485 records were analysed, after elimination of records considered out of the accepted standards. The model included the effects of herd-year-season, genetic group, yield level and calving age class. The means, standard-errors and coefficient of variation for DO and DD were 121.21 ± 0.69 days (CV= 46.10%) and 92.27 ± 0.59 days (CV= 52.70%), respectively. The heritability in univariate and bivariate analysis were 0.052 and 0.027 for DO, and 0.0004 and 0.0001 for DD, respectively. The repeatabilities for DO and DD in both analysis were 0.06 and 0.03, respectively. Lows estimatives of heritability for traits indicates that little genetics gain is expected, demonstrating that the environmental effects are the most important trait, and that it needs to be considered in animal breeding programs. Inspite the low repeatability estimates due to the high temporary environmental variation, it is difficult to predict such traits from from one lactation to the next. The genetic, phenotypic and environmental correlations between DO and DD were 0.55, 0.72 and 0.73,

respectively, show that there is a relationship between the characteristics, since, cows with poorer reproductive performance (DO) had greater days dry.

1 INTRODUÇÃO

A pecuária leiteira é uma das principais atividades do setor agropecuário brasileiro e, atualmente, apesar de apresentar uma expressiva produção de leite, ainda encontra-se com índices produtivos e reprodutivos aquém dos almejados para uma pecuária desenvolvida.

Tradicionalmente, Minas Gerais apresenta-se como um Estado de pecuária leiteira, com um rebanho estimado em 21 milhões de bovinos, dos quais 67% são utilizados para a produção de leite, respondendo por 30% da produção nacional que é da ordem de 15,8 bilhões de litros de leite por ano (Anuário Estatístico do Brasil, 1994).

Das raças que compõem o rebanho leiteiro do Estado de Minas Gerais, a Holandesa destaca-se dentre as demais, não somente pelo tamanho de sua população e produtividade, como também pelo seu desempenho nos cruzamentos leiteiros levando geralmente a um aumento da produção de leite.

Sabe-se que o desempenho reprodutivo de uma população de bovinos, é um fator determinante do progresso genético anual, além de apresentar relação com a produção de leite. Diante deste fato vários autores, ao estudarem a relação entre alta produção e fertilidade nas regiões temperadas, têm encontrado um antagonismo substancial.

Este antagonismo pode ser ainda mais intenso quando se trata de vacas da raça Holandesa selecionadas para alta produção em regiões tropicais e subtropicais devido ao stress climático, prejudicando com isto o progresso genético nas características produtivas pelo pior desempenho reprodutivo.

Na execução de programas de melhoramento genético é necessário considerar características de produção e reprodução. Uma das formas que se tem para avaliar o desempenho reprodutivo é através do conhecimento do período de serviço, definido como o intervalo do parto

até a concepção, e também do efeito do período seco sobre os aspectos reprodutivos na lactação seguinte, podendo então, estas características afetarem o intervalo de parto.

A consideração destas características nos programas de melhoramento de bovinos leiteiros tem levado muitos pesquisadores nos países desenvolvidos a investigar a variabilidade genética para tais características. No Brasil, as pesquisas à respeito têm sido incipientes.

Diante da evolução que ocorreu nos métodos de estimativas de componentes de variância e covariância para dados desbalanceados em melhoramento animal, na busca por uma maior acurácia, torna-se necessário obter novas estimativas de parâmetros genéticos para o período de serviço e período seco, tendo em vista que estas características na literatura têm apresentado baixos valores de estimativas. Justifica-se também, a obtenção de novas estimativas nas condições de Minas Gerais no sentido de se verificar a necessidade ou não, de se ajustar as lactações para estas variáveis, quando da avaliação de vacas e touros.

O objetivo do presente estudo foi avaliar alguns fatores de variação e estimar parâmetros genéticos das características período de serviço e período seco, em vacas da raça Holandesa, criadas no Estado de Minas Gerais, utilizando a metodologia da Máxima Verossimilhança Restrita em modelo animal, através de um algoritmo livre de derivadas.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Período de Serviço

O período de serviço, definido como o intervalo do parto até a concepção fértil, é um dos principais indicadores de eficiência reprodutiva, pois alterações neste período refletem diretamente sobre os intervalos de partos. Tal fato deve-se a que este último, é o somatório do período de serviço e período de gestação, como o período de gestação mantém-se praticamente constante dentro de uma mesma raça, o período de serviço passa a ser a variável mais relevante na duração do intervalo de partos.

Um dos principais objetivos na exploração leiteira é a busca pelo melhor desempenho produtivo e reprodutivo dos rebanhos, visando o maior retorno econômico da atividade. Diante disso, vários pesquisadores, dentre eles Louca e Legates (1968), têm estudado a influência do período de serviço diretamente na vida produtiva da vaca. Tal preocupação é justificável, uma vez que um aumento em sua duração tem reflexo direto no intervalo de partos, com conseqüente diminuição do número de crias e produção por dia de vida útil das vacas em um rebanho, comprometendo a rentabilidade do mesmo.

Geralmente, um período de serviço curto está associado à diminuição na produção e, quando ele aumenta, ocorre também um aumento na produção (Sadek e Freeman, 1992). Porém os autores mencionam que com um menor período de serviço, os nutrientes são particionados melhor para as necessidades gestacionais do que para produção, ocasionando com isto, uma diminuição na produção. Por outro lado, quando as vacas apresentam um longo período de serviço, mais nutrientes podem ser usados para produção no início da lactação.

Alguns autores, citados por Bar-Anan e Soller (1979), observaram que a gestação não afeta substancialmente a produção de leite antes do quinto mês após a concepção. Entretanto,

muitos estudos mostram um efeito prejudicial da gestação sobre a produção de leite em bovinos (Smith e Legates, 1962; Louca e Legates, 1968; Schaeffer e Henderson, 1972; Bar-Anan e Soller, 1979; Oltenacu et al., 1980 e Thompson et al., 1982).

A relação antagônica entre a produção de leite e o período de serviço, parece ter alguma base genética (Berger et al., 1981), além das práticas de manejo.

Em trabalhos anteriores Oltenacu et al. (1980), relataram que vários fatores poderiam propiciar uma relação entre produção de leite acumulada no início da lactação e o período de serviço, sendo dois destes possíveis fatores: o efeito da produção de leite sobre a fertilidade e o tratamento diferenciado para primeira inseminação, baseada na política de seleção por produção da vaca. Estes dois fatores, o primeiro biológico e o segundo de manejo, segundo os autores, resultariam em uma correlação positiva entre produção no início da lactação e período de serviço, isto porque, a quantidade de leite produzido na primeira parte da lactação influencia a duração do período de serviço, diretamente por estar afetando a parte hormonal ligada a fertilidade da vaca e indiretamente através do manejo, pelo atraso intencional na cobertura.

Deficiências nutricionais nos vários períodos de vida do animal também podem afetar a reprodução (Gerloff e Morrow, 1986, citado por Gabriel, 1996). Estes períodos são caracterizados pela maior demanda metabólica ou quando outros processos fisiológicos são intensos, no entanto, a função reprodutiva também está em período crítico e estes processos reprodutivos incluem o período de rápido crescimento durante a puberdade, parto e pico de lactação, e é durante o pico de lactação que deveria ocorrer uma nova fecundação (Gabriel, 1996).

A complexidade do balanço energético negativo e o atraso da atividade ovariana segundo Buther e Smith (1989), citados por Gabriel (1996), estão associados com a perda de peso e condição corporal. Um bom escore corporal ao parto e a manutenção ou a pequena perda de peso até dois meses pós-parto são condições essenciais para o rápido reinício da atividade ovariana pós-parto, que juntamente com a involução uterina, influenciam o período de serviço (Ferreira, 1991).

Visando a otimização da relação produção de leite e período de serviço, Bar-Anan e Soller (1979) verificaram que, em rebanhos de alta produção, as produtividades mais elevadas seriam obtidas para as vacas de primeira cria, acasaladas no mínimo aos 70 dias após o parto, e para vacas mais velhas entre 41 a 90 dias de período de serviço, porém, em rebanhos de média produção, maiores produtividades podem ser obtidas acasalando-se vacas em quaisquer ordem de parto o mais cedo possível.

Resultados acrescidos em aproximadamente um ciclo estral, foram obtidos por Weller et al. (1985) trabalhando com o mesmo arquivo de dados utilizado por Bar-Anan e Soller (1979), entretanto com informações de anos posteriores, onde constataram que a produção máxima ocorreu para as vacas de primeira cria acasaladas entre 91 a 105 dias após o parto e para as mais velhas entre 61 a 75 dias de período de serviço. Já no Egito, Khattab e Ashmawy (1988) encontraram resultados semelhantes aos de Berger et al. (1981) analisando 1.620 registros de lactações de vacas Friesian-egípcias concluindo que, um período de serviço de 60 a 90 dias seria o ideal para que as vacas atingissem a produção máxima. Portanto, com base na literatura, sugere-se que um período de serviço de 70 a 90 dias seria o recomendável para se obter um parto por vaca por ano, proporcionando com isto uma maior vida útil produtiva e um maior número de descendentes, o que pode, do ponto de vista do melhoramento genético, aumentar também a intensidade de seleção.

Todavia, Genizi et al. (1992) concluíram que a escolha da duração ótima do intervalo de partos ou do período de serviço, para a maior produção acumulada de leite, parece depender da duração do período para o qual o manejo reprodutivo é planejado e do período de tempo para o qual um maior retorno econômico é almejado. Por exemplo, quando uma vaca é descartada ao final de um ano após o parto, o período de serviço mais longo seria mais vantajoso, porém, quando o manejo reprodutivo é planejado para as vacas deixarem o rebanho após o primeiro parto, existem mais chances de se obter o máximo de produção acumulada através da diminuição do período de serviço (Silva, 1995).

Valores médios de período de serviço de acordo com diversos autores, países e raças estão apresentados na Tabela 1. Nota-se que existe uma variação de 89 a 171 dias nas médias dos períodos de serviço de acordo com os diversos autores em vários países, a qual, reflete as diferentes condições de manejo que caracterizam os rebanhos envolvidos em cada conjunto de dados, assim como a genética de animais mais regulares reprodutivamente.

Tabela 1- Médias de período de serviço (PSER) e respectivos desvios-padrão (DS), de algumas raças, segundo vários autores, número de registros e países.

Autores	País	Raça	Número	PSER ± DS (dias)
Schaeffer e Henderson (1972)	EUA	Holandesa ²	22.022	101 ± 43
Schaeffer, Everett e Henderson (1973)	EUA	Holandesa	238.378	98 ± 38
Schaeffer, Everett e Henderson (1973)	EUA	Ayrshire	8.580	103 ± 38
Schaeffer, Everett e Henderson (1973)	EUA	Guernsey	93.101	98 ± 37
Schaeffer, Everett e Henderson (1973)	EUA	Jersey	13.337	95 ± 36
Schaeffer, Everett e Henderson (1973)	EUA	Pardo-Suíço	2.865	92 ± 36
Tong et al. (1979)	Canadá	Holandesa	1.641	121
Oltenacu et al. (1980)	EUA	Holandesa ³	112.973	96 ± 39
Oltenacu et al. (1980)	EUA	Holandesa ⁴	102.579	104 ± 42
Berger et al. (1981)	EUA	Holandesa ²	72.187	135 ± 77
Thompson, Freeman e Berger (1982)	EUA	Holandesa	71.845	103
Laben et al. (1982)	EUA	Holandesa	130.022	141 ± 82
Stevenson, Schmidt e Call (1983)	EUA	Holandesa	307 ¹	89 ± 23
Dias et al. (1985)	Brasil	Holandesa	668	131 ± 65
Khattab e Ashmawy (1988)	Egito	Holandesa	1.620	171 ± 161
Raheja, Burnside e Schaeffer (1989)	Canadá	Holandesa ²	46.322	119 ± 57
Raheja, Burnside e Schaeffer (1989)	Canadá	Holandesa ⁵	12.007	111 ± 48
Raheja, Burnside e Schaeffer (1989)	Canadá	Holandesa ⁶	1.821	107 ± 44
Moore et al. (1990)	Canadá	Ayrshire	6.213	107 ± 47
Moore et al. (1990)	Canadá	Holandesa	63.643	101 ± 46
Silva et al. (1992)	EUA	Jersey	8.571	116
Silva et al. (1992)	EUA	Holandesa	8.571	124
Silva et al. (1992)	EUA	Guernsey	8.571	125
Hayes, Cue e Monardes (1992)	Canadá	Holandesa	235.589	108
Moore et al. (1992)	Canadá	Ayrshire ²	5.947	108 ± 48
Moore et al. (1992)	Canadá	Holandesa ²	58.315	102 ± 46
Deshmukh, Sakhare e Deshpande (1992)	Índia	Jersey	593	136 ± 112
Campos et al. (1994)	EUA	Jersey ²	2.143	127 ± 79
Campos et al. (1994)	EUA	Holandesa ²	4.041	166 ± 133
Marti e Funk (1994)	EUA	Holandesa	611.680	115 ± 60
Castro et al. (1995)	Brasil	Holandesa	3.425	125 ± 53
Ribas et al. (1995)	Brasil	Holandesa	2.438	114 ± 59
Makuza e McDaniel (1996)	EUA	Holandesa ²	5.128	132 ± 74
Makuza e McDaniel (1996)	Zimbabwe	Holandesa ²	6.455	122 ± 77

1- número de vacas

3- vacas de baixa produção

5- vacas de segunda lactação

2- vacas de primeira lactação

4- vacas de alta produção

6- vacas de terceira lactação

2.1.1 Fatores não-genéticos que afetam o período de serviço

2.1.1.1 Idade da vaca e/ou ordem de parto

A idade da vaca e/ou ordem de parto tem sido considerada em diversos estudos envolvendo o período de serviço, tendo em vista as possíveis mudanças fisiológicas que sofrem os animais ao longo de sua vida.

Diante deste fato, Hillers et al. (1984) constataram que as vacas mais velhas em geral apresentam um pior desempenho reprodutivo, no entanto, vacas na segunda lactação têm um desempenho igual ao das vacas de primeira lactação. Já as vacas de terceira e posteriores lactações são as que passam a apresentar menores taxas de concepção e intervalos mais longos ao primeiro serviço. Em estudos anteriores Spalding et al. (1975), Kragelund et al. (1979) e Shanks, Freeman e Berger (1979), também haviam relatado um pior desempenho reprodutivo com o aumento da idade. Já, Kragelund et al. (1979) encontraram um período de serviço mais longo na primeira lactação do que na segunda e terceira lactação, sendo que o período de serviço mais longo na primeira lactação parece ser, particularmente, devido ao prolongado intervalo do parto até a primeira inseminação.

Mais recentemente, Marti e Funk (1994), analisando dados de rebanhos de diferentes níveis de produção, verificaram que a ordem de parto influenciou ($P < 0,01$) o período de serviço, sendo que os efeitos da ordem de parto foram maiores nos últimos partos. Os autores relatam que a alta incidência de doenças reprodutivas, o stress associado com a alta produção e as decisões de manejo para atrasar intencionalmente a cobertura das vacas de alta produção no rebanho, seriam as possíveis explicações para os maiores períodos de serviço em vacas mais velhas.

Em estudos conduzidos por Bagnato e Oltenacu (1994), avaliando os efeitos de fatores não-genéticos sobre um total de 1.159.333 registros de lactações de vacas Holandesas italianas, observaram que a ordem de parto não influenciou o período de serviço. Resultados semelhantes também foram obtidos por Schaeffer e Henderson (1972) com vacas Holandesas nos EUA e Deshmukh, Sakhere e Deshpande (1992) com vacas Jerseys na Índia, o que evidencia a uniformidade da eficiência reprodutiva destas vacas durante todas as lactações.

Avaliando-se o efeito da idade da vaca ao parto sobre o período de serviço de vacas Holandesas “puras” e mestiças de um único rebanho, Dias et al. (1985) também não detectaram

efeito da ordem de parto, entretanto, verificaram que o período de serviço tendia a ser maior em vacas de primeiro e segundo parto comparados aos observados em partos subsequentes, possivelmente causado pelo stress da lactação e também pela falta de desenvolvimento físico completo das vacas. Os autores também considerando o efeito da idade da vaca ao parto, verificaram que esta fonte de variação não apresentava significância, o que pode em parte ser atribuído a elevada idade das vacas ao primeiro parto.

A relação funcional entre período de serviço e idade da vaca tem-se apresentado de forma não-linear para animais da raça Jersey, sendo que as vacas com idade ao parto de aproximadamente 40 a 50 meses apresentaram os menores períodos de serviço (Fonseca et al., 1983). Porém em trabalhos mais recentes como o de Silva et al. (1992), esta relação tem-se mostrado de forma quadrática. Todavia, ambos os autores mencionados acima encontraram os menores períodos de serviço em uma mesma faixa de idade.

2.1.1.2 Mês e/ou estação de parto

Os efeitos das estações do ano sobre o desempenho reprodutivo de um animal são provenientes das variações climáticas tais como, radiação solar intensa, altas temperaturas e elevada umidade relativa do ar. Estes fatores, além de alterarem fisiologicamente os animais, podem ainda refletir na quantidade e qualidade das forragens e grãos utilizados na alimentação animal afetando a produção e reprodução.

A estação do parto tem sido considerada como uma fonte importante de variação no período de serviço por diversos pesquisadores. Em um trabalho envolvendo 611.680 registros de lactações de vacas Holandesas, nos EUA, desenvolvido por Marti e Funk (1994), constatou-se que as vacas que pariram durante a primavera (março a maio), a maioria provavelmente cobertas durante o verão (junho a agosto), apresentaram maiores períodos de serviço, seguidas das vacas que pariram no inverno (dezembro a fevereiro). Em outro realizado por Seykora e McDaniel (1983), também com vacas da raça Holandesa nos EUA, foi verificado que as vacas que pariram na primavera (fevereiro a julho) apresentavam em média 17,4 dias a mais de período de serviço do que as vacas com partos no outono (agosto a janeiro), presumivelmente, por causa da cobertura subsequente, das vacas que haviam parido na primavera, coincidirem com os meses mais quentes do ano. Porém, Tong et al. (1979) observaram que as vacas que pariram na primavera (março a

junho), apresentavam períodos de serviço mais curtos do que as que haviam parido nas outras estações do ano.

Outros estudos mostram resultados diferentes em relação ao efeito das estações do ano sobre a variável em questão. Como por exemplo, o realizado por Schaeffer e Henderson (1972), no qual verificaram que as vacas que pariram durante os meses de verão (junho a agosto) apresentaram um período de serviço mais longo do que aquelas que pariram no inverno (dezembro a fevereiro) e primavera (setembro a novembro), sendo a diferença média dos períodos de serviço entre os partos, no verão, inverno e primavera, de 10 dias. Diferenças como esta também foram evidenciadas por Bagnato e Oltenacu (1994), na Itália, onde encontraram um aumento de 5 a 10 dias no período de serviço para as vacas que pariram nos meses mais quentes do ano, que foram de abril a junho, em que a temperatura máxima oscilou de 33 a 44° C. Anteriormente Silva et al. (1992), também encontraram um aumento de 12 dias para os partos no verão, porém, em termos práticos estas diferenças podem não serem significativas.

2.1.1.3 Rebanho, ano e nível de produção

As eficiências reprodutiva e produtiva podem diferir para vacas de diferentes níveis de produção, rebanhos e ano de parição, tendo em vista que um complexo grupo de fatores fisiológicos, de manejo e de ordem ambiental estão envolvidos na relação entre produção de leite e fertilidade de vacas leiteiras.

Várias características reprodutivas, principalmente o período de serviço, têm sido mensuradas e relatadas em pesquisas que são avaliadas as possíveis associações entre produção de leite e desempenho reprodutivo. Estando o período de serviço sujeito às práticas de manejo, tal como a espera de um período até a cobertura, passando este a ser influenciado pela taxa de concepção e pela eficiência de detecção de cio (Nebel e McGilliard, 1993).

Em estudos mais recentes, têm se verificado que o desempenho reprodutivo é comprometido principalmente pelo atraso da atividade ovariana e reduzidas taxas de concepção, resultantes da demanda para a alta produção de leite. Embora as decisões diárias de manejo para se obter um eficiente desempenho reprodutivo tenham considerável impacto, o manejo então, passa a compensar em alguns casos a depressão na fertilidade, visto que rebanhos de alta

produção muitas vezes encontram-se com reduzidos períodos de serviço (Nebel e McGilliard, 1993).

Fisiologicamente o antagonismo entre produção e eficiência reprodutiva, pode ser atribuído ao fato da seleção para alta produção aumentar as concentrações sanguíneas de somatotropina e prolactina, hormônios estimuladores da lactação, levando a uma diminuição nas concentrações de insulina, que é um hormônio antagônico a lactação, o qual, é importante para o desenvolvimento folicular normal. Estas mudanças nas concentrações hormonais promovem aumentos na produção de leite, podendo entretanto ser potencialmente prejudiciais para as outras funções fisiológicas, tal como a reprodução, se o manejo não for adequado para suprir as demandas metabólicas da lactação (Nebel e McGilliard, 1993).

Em um trabalho conduzido por Stevenson, Schmidt e Call (1983), as vacas com altas produções de leite diária tenderam a conceber ($P < 0,09$) em intervalos pós-parto menores, apesar da aparente competitividade das funções fisiológicas de produção de leite e reprodução. Segundo os autores, estas vacas apresentaram períodos de serviço reduzidos, devido à diminuição do intervalo proporcionado ao primeiro serviço, muito embora a taxa de concepção tendesse a ser menor e o número de serviços por concepção maior nas vacas de alta produção, do que nas de baixa produção.

Resultados semelhantes foram relatados por Bagnato e Oltenacu (1994), os quais justificam que, quando se tem uma melhora nas condições de manejo para as vacas de alta produção, há uma diminuição do antagonismo entre produção e fertilidade. De maneira similar Laben et al., (1982), utilizando registros de lactações de 201 rebanhos do Estado da Califórnia nos Estados Unidos, com produções entre 5.000 e 10.000 kg/ano, para estudar a associação entre produção de leite e desempenho reprodutivo, verificaram através de regressão do desempenho reprodutivo sobre a produção de leite em 180 dias, e pelas regressões dos desvios da produção do rebanho e classes de tamanho do rebanho pela regressão geral, que os rebanhos de alta produção tiveram em média 21 dias a menos de período de serviço (um ciclo estral), do que os rebanhos com baixa produção de leite, apesar do número de coberturas não diferir com o aumento da produção de leite do rebanho, sugerindo uma melhor detecção de cio nos rebanhos de alta produção.

Em um outro estudo, Fonseca et al. (1983) verificaram um aumento linear no período de serviço de vacas Jerseys quando se tinha um aumento na produção de leite durante os 70 dias pós-

parto, porém este fato, contrasta com os dados sobre taxa de detecção de cio destas vacas, uma vez que não houve qualquer evidência de que as vacas de alta produção foram as que apresentaram as menores taxas de detecção de cio. Relatam também que um aumento de 100 kg na produção em 70 dias corresponderia a um aumento de $3,44 \pm 1,53$ dias no período de serviço. Entretanto, resultados diferentes foram obtidos por Olds, Cooper e Thrift (1979), em um estudo da correlação entre produção de leite em 305 dias e período de serviço, em vacas Holandesas, nos EUA, em que os coeficientes de correlação parcial mostraram claramente que o período de serviço influenciou a produção em 305 dias e que esta não afetou o período de serviço.

Algumas destas confusões sobre causa e efeito podem ser evitadas, relacionando-se a produção de leite durante os primeiros 120 dias de lactação com o desempenho reprodutivo, visto que os efeitos iniciais da prenhez sobre a produção de leite não ocorrem antes dos 95 dias de gestação (Cooper, 1966, citado por Olds, Cooper e Thrift, 1979). Esta observação já havia sido evidenciada por Smith e Legates (1962), que encontraram uma correlação fenotípica intra rebanho-ano-estação baixa entre o período de serviço e produção de leite aos 90 dias de 0,05, existindo uma pequena evidência de que a alta produção durante os primeiros 90 dias de lactação atrase a concepção.

Analisando registros de lactações de rebanhos de diferentes níveis de produção de leite no Estado de Wisconsin, nos Estados Unidos, Marti e Funk (1994) verificaram que as médias para o período de serviço foram maiores para os rebanhos do primeiro grupo de produção (< 7.818 kg de leite), sendo esta média levemente menor para o segundo (7.818 a 8.409 kg) e terceiro (8.409 a 8.955 kg) grupo do que para o quarto (> 8.955 kg) grupo, mas todas estas diferenças foram muito pequenas. Entretanto, Laben et al. (1982) relataram que a média de rebanho para o período de serviço foi consideravelmente menor para aqueles de alta produção, porém a média dos rebanhos de alta produção em seus estudos foi de 8.165 kg de leite por vaca.

No Brasil, Dias et al. (1985), trabalhando com vacas puras e mestiças Holandesas de um único rebanho, classificadas em três níveis de produção, não observaram efeito dos níveis de produção sobre o período de serviço, isto talvez tenha ocorrido, segundo os autores, devido a pequena diferenciação entre os níveis, tendo em vista que estes foram determinados através da soma e subtração de um desvio-padrão à média geral da produção de leite como limite, e este desvio foi pequeno.

Com relação ao efeito do ano de parto, Vij et al. (1992a), com vacas da raça Tharparkar, e Deshmukh, Sakhare e Deshpande (1992), com vacas Jerseys, na Índia, verificaram que o ano de parto influenciou o período de serviço. Em um outro trabalho envolvendo 3.425 registros de lactações da raça Holandesa, distribuídos nos anos de 1989 a 1991, Castro (1994) constatou que o ano do parto afetou o período de serviço, contribuindo com cerca de 7,75% da variação total.

Entretanto, analisando 2.438 lactações de vacas Holandesas da região de Witmarsum, no Paraná, Ribas et al. (1995) não encontraram efeito ($P > 0,05$) do ano do parto sobre o período de serviço, porém neste mesmo estudo os autores verificaram efeito significativo de rebanho.

2.1.1.4 Grupo Genético

As durações do período de serviço tem variado com o grupo genético e/ou raça. Em um estudo conduzido por Butte e Deshpande (1987), verificou-se que o período de serviço de vacas mestiças das raças Holandesa e Sahiwal, na Índia, foram influenciados pelo grupo genético.

Avaliando o desempenho reprodutivo da raça Guzerá e de mestiças da raça Holandesa (H) e Guzerá (Z), ($\frac{1}{2}$ HZ e $\frac{3}{4}$ HZ), Gómez Sarmiento (1976) encontrou um período de serviço de 8 meses para as vacas Guzerá, 4,7 meses para as $\frac{1}{2}$ HZ e 4,8 meses para as $\frac{3}{4}$ HZ.

Recentemente Ribas et al. (1995), trabalhando com vacas da raça Holandesa, na região de Witmarsum, no Paraná, dos grupos genéticos 31/32, GC11 a > GC16 e PO, verificaram que o período de serviço não diferiu entre os referidos grupos.

2.2 Período Seco

O período seco é o tempo compreendido entre a data de encerramento de uma lactação e o início da subsequente. De acordo com alguns autores, ele tem grande influência sobre a produção de leite do animal. A condição física da vaca ao parto reflete diretamente sobre o seu desempenho na lactação, havendo necessidade da existência de um período de descanso entre duas lactações subsequentes para permitir a regeneração das células do tecido secretor da glândula mamaria e acúmulo de reservas nutritivas para a próxima lactação (Dias e Allaire, 1982 e Ribas et al., 1984).

A duração do período seco, segundo Sorensen et al. (1993), citados por Silva (1995), é um artifício com o qual o criador pode manipular a produção de leite e conseqüentemente o seu

retorno econômico, isto é, o criador pode estender o período de lactação de uma vaca, caso queira obter uma maior produção deste animal. O parâmetro mais crítico para se avaliar diferentes períodos secos é a relação existente entre o período seco e a produção de leite na lactação subsequente (Dias e Allaire, 1982; Sorensen et al., 1993 citados por Silva, 1995).

Em um estudo realizado por Keown e Everett (1986), com animais da raça Holandesa, nos EUA, verificou-se que um período seco de 51 a 60 dias seria o ponto em que ainda ocorreria aumentos crescentes na produção de leite na lactação subsequente, começando a declinar para cada dia adicional de período seco a partir dos 60 dias. Os autores concluíram que cada dia adicional após aos 60 dias, pode não resultar em uma produção de leite o suficiente para compensar os custos com alimentação durante esta fase ou maximizar a produção por dia de vida útil da vaca. Já, Funk, Freeman e Berger (1987) encontraram um efeito quadrático do período seco sobre a produção de leite, observando que as vacas com período seco igual ou inferior a 40 dias ou superior a 60 dias produziram menos leite na lactação seguinte do que aquelas que secaram entre 40 e 60 dias.

Decréscimos na produção de leite na lactação subsequente para período seco inferior a 40 dias, também foram observados por Teixeira et al. (1995). No entanto, estes verificaram que a produção máxima ocorria para períodos seco de aproximadamente 80 dias. Entretanto, Valente, Teixeira e Verneque (1995) analisando registros de lactações de vacas multíparas da raça Holandesa, pertencentes a rebanhos de vários Estados brasileiros nas regiões Sul e Sudeste, verificaram que as vacas com período seco de até 30 dias produziram menos na lactação seguinte, e as que secaram aproximadamente 60 a 70 dias antes do parto, foram as que produziram mais na lactação seguinte. Relatam ainda, que houve uma queda acentuada na produção das vacas com período seco mais longo do que 60 dias, o que está de acordo com os resultados obtidos por Schaeffer e Henderson (1972), Keown e Everett (1986), e Funk, Freeman e Berger (1987). Já, Khattab e Ashmawy (1988), no Egito, concluíram que um período seco de 60 dias seria o ideal para que as vacas Friesian-egípcias atingissem a produção máxima.

Mais recentemente, Makuza e McDaniel (1996), verificaram que aumentos adicionais no período seco além dos 60 dias não resultaram em uma produção de leite extra o bastante para compensar os custos a mais com a alimentação das vacas, o que já havia sido evidenciado por Keown e Everett (1986) e Funk, Freeman e Berger (1987). Resultados semelhantes aos anteriores, os quais visavam a maximização da relação entre período seco e produção de leite na lactação

seguinte, também foram obtidos por O'Connor e Oltenacu (1988), ou seja, períodos secos entre 55 a 60 dias.

2.2.1 Fatores não-genéticos que afetam o período seco

2.2.1.1 Idade da vaca e/ou ordem de parto

A idade da vaca e/ou ordem de parto geralmente é considerada por alguns pesquisadores como uma fonte de variação importante do período seco.

Em um estudo realizado por Schaeffer e Henderson (1972), verificou-se que dentro de uma mesma ordem de parto as vacas mais velhas tenderam a ter um período seco maior do que as vacas jovens, constatando-se que esta diferença foi maior na segunda do que na terceira e demais lactações. Relataram ainda, que uma vaca com 35 meses de idade na segunda lactação apresentaram um período seco médio de 53 dias, comparado a 64 dias para uma vaca com 49 meses na mesma lactação.

Trabalhando com 8.981 registros de lactações dos arquivos do programa de melhoramento de rebanhos do Estado de Ohio, nos Estados Unidos, Dias e Allaire (1982) observaram uma redução no período seco, tido como ótimo para maximizar a produção, com o aumento do número de lactações ou idade da vaca, sugerindo, um período seco mais curto à medida que as vacas vão atingindo uma idade mais avançada, pois aqueles animais com mais de quatro lactações necessitam de aproximadamente 27 dias, comparado aos 65 dias para as vacas de primeira lactação.

Na Índia, utilizando registros de lactações de vacas da raça Tharparkar, Vij et al. (1992a), encontraram efeito significativo da ordem de parto sobre o período seco, porém não observaram uma tendência definida, ou seja, o período seco comporta-se de forma diferenciada nas várias ordens de parto consideradas.

Ao estudar o efeito da idade ao parto sobre o período seco, Smith e Legates (1962) relataram que uma pequena porcentagem, cerca de 1,5% da variação no período seco, pode ser atribuída a idade.

2.2.1.2 Mês e/ou estação de parto

As variações climáticas também podem afetar o período seco através dos seus efeitos diretos e indiretos sobre o animal.

Vacas da raça Holandesa, que pariram na primavera nos meses de março, abril e maio, segundo Schaeffer e Henderson (1972), tenderam a apresentar um período seco mais longo do que a média, enquanto as que pariram no verão, apresentaram um período seco inferior a média. Estes resultados se assemelham aos encontrados por O'Connor e Oltenacu (1988) para a mesma raça, num estudo sobre a determinação do tempo ótimo de secagem da vaca, onde o efeito do mês do parto foi classificado em duas estações conjuntas: (1) verão até o outono e (2) inverno até a primavera; verificando-se que os partos do verão até o outono resultavam em períodos secos relativamente mais curtos, e os partos do inverno até a primavera, em períodos secos mais longos.

Em trabalhos realizados na Índia, Vij et al. (1992a), analisando registros de desempenho de 790 vacas da raça Tharparkar, em que os dados foram classificados em quatro estações de acordo com a data do parto: (1) dezembro a fevereiro, (2) março a abril, (3) maio a agosto e (4) setembro a novembro; observaram efeito significativo ($P < 0,05$) da estação do parto sobre o período seco, sendo que as vacas que pariram de dezembro a fevereiro foram as que apresentaram os períodos secos mais curtos quando se comparou àquelas que pariram nas outras estações, porém não ocasionando grandes diferenças na produção de leite total na lactação. No entanto, em um outro estudo realizado por Yeotikar e Deshpande (1991), no qual foi utilizado dados de 3.551 registros de vacas pertencentes à vários grupos genéticos classificados em três estações de parto: (1) fevereiro a maio, (2) junho a setembro e (3) outubro a janeiro; não houve diferença para o período seco entre as estações consideradas, exceto entre a primeira e a terceira, sendo a terceira a que apresentou a menor média, assemelhando-se em parte aos resultados obtidos por Vij et al. (1992a).

2.2.1.3 Rebanho, ano e nível de produção

Os diferentes tipos de manejo entre os rebanhos, variações climáticas ao longo dos anos e animais de diferentes níveis de produção, podem levar à variações na duração do período seco, que por conseguinte, podem refletir sobre a produção.

Em relação ao efeito do nível de produção, Schaeffer e Henderson (1972), observaram que as vacas de alta produção são oriundas de lactação com períodos secos mais curtos comparado as com períodos secos mais longos. Relatam também que as vacas que são substituídas, independente da ordem de lactação, são aquelas com período seco mais longo. Aparentemente segundo os autores, os produtores de leite estão ordenhando suas vacas de alta produção por tanto tempo quanto possível, ainda que o curto período seco depois possa refletir em menor produção na lactação seguinte.

Resultados contrários foram obtidos por Dias e Allaire (1982), os quais verificaram que vacas com alta produção diária, maior ou igual a 19 kg de leite no centésimo dia, que antecede o próximo parto previsto, necessitam de um período seco mais longo do que as vacas com produção inferior.

Quanto ao efeito de ano, Yeotikar e Deshpande (1991), na Índia, estudando 3.551 registros de lactações de vários grupos genéticos, distribuídas num período de 15 anos, o qual foi dividido em 3 períodos de 5 anos, constataram que o primeiro período foi aquele em que as vacas obtiveram a maior média de período seco ($119 \pm 2,5$ dias), evidenciando ao longo dos anos uma melhoria no manejo, ou até mesmo uma seleção para períodos secos mais curtos. Já Vij et al. (1992a), trabalhando com dados de 790 vacas da raça Thaparkar, relativos a um período de 18 anos, dividido em 6 períodos, verificaram efeito significativo dos períodos ($P < 0,01$) sobre o período seco. Constataram também que as variações observadas no desempenho médio do período seco, entre os diferentes períodos (anos de parto), seriam ambas genética e ambiental (alimentação, manejo e estrutura do rebanho), sugerindo ao longo dos anos, mudanças na magnitude das variações ambiental e/ou genética neste rebanho.

2.2.1.4 Grupo Genético

Na literatura, as informações sobre esta fonte de variação no período seco em animais da raça Holandesa são restritas, tendo em vista que a maioria dos trabalhos sobre tal característica são de origem americana, onde não há uma preocupação quanto ao efeito do grupo genético, pois os animais destinados a produção de leite são basicamente de raças “puras”. Entretanto, em um estudo realizado por Yeotikar e Deshpande (1991), utilizando dados de 3.551 registros de vacas pertencentes a quatro grupos genéticos ($\frac{1}{2}$ Jersey - $\frac{1}{2}$ gado nativo; $\frac{1}{2}$ Friesian - $\frac{1}{2}$ gado nativo; $\frac{3}{4}$

Jersey - $\frac{1}{4}$ gado nativo e $\frac{3}{4}$ Friesian - $\frac{1}{4}$ gado nativo), observaram que os animais $\frac{3}{4}$ Jersey foram os que apresentaram um menor período seco ($103,92 \pm 3,0$ dias), diferindo estatisticamente dos $\frac{3}{4}$ Friesian ($109,3 \pm 2,8$ dias).

2.3 Parâmetros Genéticos

2.3.1 Herdabilidade do Período de Serviço

Dentre as características ligadas à eficiência reprodutiva, o período de serviço está entre as que apresentam os menores valores de herdabilidade, próximos a zero, razão pela qual vários pesquisadores têm concluído que a variabilidade desta característica reprodutiva é amplamente ambiental e/ou não aditiva. Assim, o ajustamento dos registros de produção de leite, para duração do período de serviço, para avaliações de touros ou vacas, não introduziriam vícios nas avaliações (Smith e Legates, 1962 e Schaeffer e Henderson, 1972).

Um resumo das estimativas de herdabilidade, segundo diversos autores, países, raças e métodos de estimação é apresentado na Tabela 2.

Estimativas de herdabilidade para o período de serviço de 0,01; 0,05 e 0,09 para a primeira, segunda e seguintes, e envolvendo todas lactações, respectivamente, foram obtidas por Smith e Legates (1962), na raça Holandesa. Enquanto que, Schaeffer e Henderson (1972) encontraram estimativas de para o período de serviço dentro de rebanho, na mesma raça, de 0,02; 0,04; 0,00 e 0,10 para primeira, segunda, terceira e lactações seguintes, respectivamente. Estimativas semelhantes também foram obtidas por Raheja, Burnside e Schaeffer (1989) no Canadá, com valores de 0,03; 0,04 e 0,05 para a primeira, segunda e terceira lactação, respectivamente, e por Berger et al. (1981), que foram $0,02 \pm 0,01$; $0,03 \pm 0,01$ e $0,05 \pm 0,01$ para a primeira, segunda e lactações seguintes, respectivamente.

Em Israel, Kragelund et al. (1979), trabalhando com um número mínimo de filhas por touro (2, 10 e 50), encontraram valores semelhantes para as variâncias aditivas nas três condições, e consequentemente das estimativas de herdabilidade para o período de serviço que foram 0,06; 0,06 e 0,04, respectivamente.

Em trabalho desenvolvido por Moore et al. (1990), verificou-se que as estimativas de herdabilidade para o período de serviço foram de 0,04 e 0,013 em análises multivariadas para as raças Ayrshire e Holandesa, respectivamente. Porém, em análise univariada para a raça Holandesa, obtiveram um valor de 0,04, tendo os autores concluído que na análise univariada, na raça Holandesa em que se ignoram as correlações entre as características, a estimativa foi três a quatro vezes maior que aquela pela multivariada.

Tabela 2- Estimativas de herdabilidade e respectivos erros-padrão ($h^2 \pm EP$) do período de serviço, segundo diversos autores, países, raças e métodos.

Autores	País	Raça	$h^2 \pm EP$	Método de Estimação
Smith e Legates (1962)	EUA	Holandesa	0,01	CIMIP
Schaeffer e Henderson (1972)	EUA	Holandesa	0,00 a 0,10	CIMIP
Schaeffer, Everett e Henderson (1973)	EUA	Ayrshire	0,035	CIMIP
Schaeffer, Everett e Henderson (1973)	EUA	Guernsey	0,036	CIMIP
Schaeffer, Everett e Henderson (1973)	EUA	Holandesa	0,027	CIMIP
Schaeffer, Everett e Henderson (1973)	EUA	Jersey	0,017	CIMIP
Schaeffer, Everett e Henderson (1973)	EUA	Pardo-Suíço	0,028	CIMIP
Seykora e McDaniel (1983)	EUA	Holandesa	0,05 \pm 0,02	CIMIP
Seykora e McDaniel (1983)	EUA	Holandesa	0,13 \pm 0,04	RMF
Raheja, Burnside e Schaeffer (1989)	Canadá	Holandesa	0,03	REML
Deshmukh, Sakhare e Deshpande (1992)	Índia	Jersey	0,11 \pm 0,09	CIMIP
Hayes, Cue e Monardes (1992)	Canadá	Holandesa	0,047	REML
Moore et al. (1992)	EUA	Ayrshire	0,01 ¹	REML (MA)
Moore et al. (1992)	EUA	Holandesa	0,01 ¹	REML (MA)
Moore et al. (1992)	EUA	Ayrshire	0,03 ¹	REML (MA)
Moore et al. (1992)	EUA	Holandesa	0,03 ¹	REML (MA)
Campos et al. (1994)	EUA	Jersey	0,026 \pm 0,021	DFREML
Campos et al. (1994)	EUA	Holandesa	0,052 \pm 0,017	DFREML
Marti e Funk (1994)	EUA	Holandesa	0,045 \pm 0,004	REML (MA)
Valente, Teixeira e Verneque (1995)	Brasil	Holandesa	0,02 ¹	DFREML
Makuza e McDaniel (1996)	EUA	Holandesa	0,02	DFREML
Makuza e McDaniel (1996)	Zimbabwe	Holandesa	0,01	DFREML

CIMIP = correlação intra-classe entre meio-irmãs paternas

RMF = regressão mãe-filha

REML = máxima verossimilhança restrita

REML(MA) = máxima verossimilhança restrita, sob um modelo animal

DFREML = máxima verossimilhança restrita livre de derivada

¹ = estimativa obtida através da análise univariada

² = estimativa obtida através da análise multivariada.

Recentemente, resultados semelhantes em uma análise univariada foram obtidos por Marti e Funk (1994) utilizando o procedimento REML sob modelo animal, em que consideraram quatro níveis de produção do rebanho, o valor estimado da herdabilidade foi 0,045 para o período de serviço. Os autores estimaram também a herdabilidade em cada nível de produção de leite, verificando que as estimativas foram maiores para os rebanhos com maior produção e variando de 0,037 para o primeiro grupo até 0,047 para o quarto grupo de produção.

As diferenças genéticas entre as populações, as metodologias de análise, a utilização de modelos diferentes, a variação no número de registros e confiabilidade dos dados utilizados são enumeradas como as causas mais prováveis para explicar as diferentes herdabilidades encontradas (Silva, 1995).

2.3.2 Herdabilidade do Período Seco

Alguns poucos trabalhos evidenciaram que o período seco poderia apresentar alguma base genética, pois argumentava-se que os mesmos genes que afetam a produção de leite também afetam o período seco. Isto significa dizer que, possivelmente, o período seco e a produção de leite apresentam correlação genética. Dentre os poucos trabalhos que evidenciaram tal fato, destaca-se o de Schaeffer e Henderson (1972), os quais, encontraram estimativas de herdabilidade para o período seco de até 0,34. No entanto, Funk, Freeman e Berger (1987) obtiveram uma estimativa de herdabilidade para o período seco de 0,062, quando a produção em 305 dias, corrigida para a idade à maturidade, e 3,7% de gordura foi incluída como covariável na análise, e 0,068 na ausência de covariável, sugerindo que o período seco é muito mais um resultado do manejo e outras influências ambientais, do que de qualquer outro componente genético.

Em um trabalho desenvolvido por Moore et al. (1990), no Canadá, as estimativas de herdabilidade foram 0,005 e 0,013 em análises multivariadas para as raças Ayrshire e Holandesa, respectivamente. Porém, os mesmos autores, através da análise univariada para a Holandesa, obtiveram uma herdabilidade de 0,04, sendo este valor quatro vezes maior do que a obtida na multivariada, pelo fato da análise univariada não considerar as relações entre as características.

Na Índia, Yeotikar e Deshpande (1991), em um estudo com animais de vários grupos genéticos, envolvendo o cruzamento das raças Holandesa e Jersey com raça nativa, obtiveram uma

estimativa de herdabilidade para o período seco de $0,10 \pm 0,03$ pelo método da correlação intra-classe entre meio-irmãs paternas.

Em estudos no Brasil, Valente, Teixeira e Verneque (1994) e Valente, Teixeira e Verneque (1995), utilizando o método da máxima verossimilhança restrita livre de derivada (DFREML), obtiveram uma herdabilidade para o período seco de 0,12, e de 0,08 quando a produção total na lactação foi incluída na análise como covariável, respectivamente.

Recentemente Makuza e McDaniel (1996), em análise de características de fertilidade de vacas Holandesas, no Zimbábue, utilizando o método DFREML, encontraram uma estimativa de herdabilidade para o período seco anterior de 0,05 e 0,08 para segunda e terceira lactação, respectivamente.

2.3.3 Repetibilidade do Período de Serviço

É de conhecimento geral que a estimativa de repetibilidade de uma característica tem uma grande importância por ser uma indicação das influências do genótipo e dos efeitos permanentes de ambiente na variação da mesma. As estimativas de repetibilidade têm sido baixas, sendo que esta fornece um limite superior às estimativas de herdabilidade. Torna-se então claro que as influências de ambiente temporário, referentes a um período reprodutivo específico, atuando sobre o período de serviço, podem ser bastante expressivas (Tong et al., 1979). Estes mesmos autores relatam uma estimativa de repetibilidade para o período de serviço de 0,07. Já, Badinga et al. (1985) obtiveram uma estimativa de 0,03.

Em um estudo mais detalhado, Raheja, Burnside e Schaeffer (1989), com animais da raça Holandesa, no Canadá, obtiveram estimativas de repetibilidade para o período de serviço de 0,08 da primeira para segunda lactação, de 0,05 da primeira para terceira lactação e de 0,09 da segunda para terceira lactação, o que demonstra que o período de serviço na primeira lactação pode não ser o mesmo na lactação subsequente. Assim, vacas com alguma dificuldade em conceber em sua primeira lactação, poderiam não repetir a mesma dificuldade nas lactações posteriores.

Utilizando o método de REML, sob modelo animal, Hayes, Cue e Monardes (1992), na raça Holandesa estimaram uma repetibilidade de 0,096, a qual é similar àquela encontrada por Raheja, Burnside e Schaeffer (1989) da segunda para a terceira lactação, indicando novamente que o comportamento reprodutivo de uma vaca em uma dada ocasião é de pouca utilidade na previsão

do seu desempenho reprodutivo numa ocasião posterior. Em um outro trabalho, utilizando o método-III de Henderson, Silva et al. (1992), obtiveram uma estimativa de $0,12 \pm 0,02$ que é superior aos valores relatados por Tong et al. (1979); Badinga et al. (1985); Raheja, Burnside e Schaeffer (1989) e Hayes, Cue e Monardes (1992), e inferior ao encontrado por Marti e Funk (1994). Estes últimos utilizaram análises univariadas através de REML, sob modelo animal, e obtiveram uma estimativa de repetibilidade de 0,14, no entanto estimaram também a repetibilidade para os rebanhos envolvidos em cada nível de produção, num total de quatro, verificando que as estimativas de repetibilidade do período de serviço foram maiores a medida que havia aumento do nível de produção, ou seja, para os rebanhos que apresentavam médias de produção mais elevadas.

Em estudos mais recentes Makuza e McDaniel (1996), utilizando o método DFREML, encontraram estimativas de repetibilidade para o período de serviço de 0,01; 0,02 e 0,02 para primeira, segunda e terceira lactação, respectivamente, indicando que as influências ambientais temporárias foram muito mais intensas do que as influências genéticas ou de ambiente permanente.

2.3.4 Repetibilidade do Período Seco

Para o período seco, semelhantemente ao que ocorre com o período de serviço, as estimativas de repetibilidade, também têm sido baixas. Tal fato, pode ser explicado melhor por esta característica ser altamente susceptível às decisões de manejo (secagem da vaca), refletindo diretamente em um aumento na variância ambiental temporária.

Na literatura, informações sobre as estimativas de repetibilidade para o período seco são escassas, no entanto, ressalta-se o trabalho de Yeotikar e Deshpande (1991), na Índia, em que utilizando vacas de vários grupos genéticos, sendo eles: $\frac{1}{2}$ Jersey - $\frac{1}{2}$ gado nativo; $\frac{1}{2}$ Friesian - $\frac{1}{2}$ gado nativo; $\frac{3}{4}$ Jersey - $\frac{1}{4}$ gado nativo e $\frac{3}{4}$ Friesian - $\frac{1}{4}$ gado nativo, obtiveram uma estimativa de repetibilidade para o período seco de $0,11 \pm 0,02$, indicando que a capacidade de uma vaca repetir no futuro um período seco anterior é baixa, portanto, melhorias nesta característica são conseguidas mais rapidamente através da adoção de práticas de manejo mais intensivas.

Um outro estudo mais recente que se tem é o de Makuza e McDaniel (1996) no qual, utilizando o método DFREML, obtiveram estimativas de repetibilidade para o período seco de

0,06 e 0,09 da primeira para a segunda, e da segunda para a terceira lactação, respectivamente, para vacas Holandesas criadas no Zimbabwe.

2.3.5 Correlações entre Período de Serviço e Período Seco

Diversas características em bovinos leiteiros são na maioria das vezes correlacionadas, positiva ou negativamente entre si. Torna-se necessário em programas de melhoramento considerar esta relação entre as características, principalmente pelo fato de que as metas desejadas são altos níveis de produção de leite e elevados índices de eficiência reprodutiva simultaneamente. No entanto, muitas estimativas de correlações genéticas entre características de produção e eficiência reprodutiva sugerem um substancial antagonismo entre elas (Everett, Armstrong e Boyd, 1966; Kragelund, Hillel e Kalay, 1979; Berger et al., 1981; Polastre et al., 1983; Hansen, Freeman e Berger, 1983; Seykora e McDaniel, 1983; Badinga et al., 1985; Hermas, Young e Rust, 1987; Moore et al., 1992; Campos et al., 1994). Em contraste, outros estudos demonstram pequena ou nenhuma associação entre produção de leite e eficiência reprodutiva (Brotherstone, 1987 e Raheja, Burnside e Schaeffer, 1989).

Em se tratando de correlação fenotípica entre o período seco anterior e o período de serviço, a qual é resultante da ação combinada de efeitos genéticos e de ambiente, Schaeffer e Henderson (1972) encontraram valores de 0,01; -0,05 e -0,03 na segunda, terceira e lactações seguintes, refletindo segundo os autores, a falta de relação entre as duas características. Resultados similares também foram obtidos por Smith e Legates (1962) e Louca e Legates (1968). Porém, Louca e Legates (1968) utilizaram análise de regressão múltipla dentro de rebanho-ano obtendo valores de correlações de 0,04 a 0,11, sugerindo novamente que estas variáveis são independentes. No mesmo trabalho, os autores relataram também uma correlação variando de 0,37 a 0,41 entre o período de serviço e o período seco da lactação seguinte, sendo estes valores atribuídos às melhores práticas de manejo do que a qualquer relação biológica. No entanto, Moore et al. (1990), com dados das raças Ayrshire e Holandesa, obtiveram uma correlação fenotípica entre o período de serviço e o período seco, na mesma lactação, de 0,37 e 0,38 para as raças Ayrshire e Holandesa, respectivamente.

A correlação genética, de grande interesse para os melhoristas, é definida como a correlação entre os valores gênicos dos indivíduos de uma população para duas características na

população (Silva, 1995). Os relatos existentes na literatura sobre tal correlação entre período de serviço e período seco, são pouquíssimos. Ressaltam-se alguns trabalhos como o realizado por Moore et al. (1990), no qual foi avaliado um total de 7.824 e 79.755 registros de lactações das raças Ayrshire e Holandesa, respectivamente, obtendo uma correlação genética entre o período de serviço e período seco de 0,44 e 0,48 para as raças Ayrshire e Holandesa, respectivamente. Estes autores concluíram que as vacas com os piores desempenhos reprodutivos possuem maiores períodos secos, o que é evidenciado também pela correlação entre o período seco e o número de dias até a primeira cobertura, que foi de 0,75 e 0,54 para as raças Ayrshire e Holandesa, respectivamente.

Contrariamente, Makuza e McDaniel (1996), estudando uma população de vacas da raça Holandesa, no Zimbábue, encontraram correlações entre o período de serviço e período seco anteriores para a primeira e segunda lactações de -0,16 e -0,54, respectivamente.

2.4 Teoria dos Modelos Mistos

A metodologia dos modelos mistos foi derivada por C. R. Henderson ao redor do ano de 1948, na tentativa de se combinar as teorias dos quadrados mínimos com as do índice de seleção para a estimação das habilidades gerais, específicas e maternas em suínos. Embora esta metodologia já se encontrasse disponível desde esta época para se obterem estimativas de valores genéticos e componentes de variâncias, somente nos anos 70 é que foi colocada em prática, devido a melhor compreensão da técnica, e, principalmente, aos avanços na tecnologia computacional.

A princípio, todo modelo linear que contenha a média geral (μ), ou uma constante α , tomada como fixa, em um termo referente ao erro, assumido como aleatório, é um modelo misto (Martins et al., 1993). No entanto, segundo os autores, tal denominação é, geralmente, reservada à modelos que contenham efeitos fixos, além da μ ou da constante α , e qualquer outro termo aleatório, além do erro.

$$y_{ijk} = \mu + \beta_i + u_j + e_{ijk}$$

em que,

y_{ijk} = observação do $k^{\text{ésimo}}$ indivíduo;

μ = média geral;

β_i = efeito fixo de nível i , $i = 1, \dots, p$;

u_j = efeito aleatório de nível j , $j = 1, \dots, q$;

e_{ijk} = erro associado a cada observação.

Em notação matricial, este modelo pode ser representado por:

$$y = X\beta + Zu + e$$

sendo,

y = vetor $m \times 1$ de observações;

X = matriz de incidência $n \times p$ dos “ p ” efeitos fixos (conhecida);

β = vetor $p \times 1$ de efeitos fixos (desconhecido);

Z = matriz de incidência $n \times q$ dos “ q ” valores genéticos aleatórios (conhecida);

u = vetor $q \times 1$ dos valores genéticos aleatórios (desconhecido);

e = vetor $r \times 1$ dos erros.

Assumindo-se que:

$Var(u) = G$ (matriz de variâncias e covariâncias dos efeitos em u);

$Var(e) = R$ (matriz de variâncias e covariâncias dos efeitos residuais);

$E(y) = X\beta$;

$Var(y) = V = ZGZ' + R \Rightarrow y \sim N(X\beta, V)$;

onde o símbolo “ V ” é usado para a matriz de dispersão de y (matriz de variâncias e covariâncias das observações).

Portanto, as equações normais para este modelo podem ser reescritas como:

$$\begin{bmatrix} X'R^{-1}X & X'R^{-1}Z \\ Z'R^{-1}X & Z'R^{-1}Z + G^{-1} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \hat{\beta} \\ \hat{u} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X'R^{-1}Y \\ Z'R^{-1}Y \end{bmatrix}$$

Estas equações podem, por exemplo, ser representadas como $C\hat{s} = t$, onde:

$$C = \begin{bmatrix} X'R^{-1}X & X'R^{-1}Z \\ Z'R^{-1}X & Z'R^{-1}Z + G^{-1} \end{bmatrix} = \text{matriz de coeficientes}$$

$$\hat{s} = \begin{bmatrix} \hat{\beta} \\ \hat{u} \end{bmatrix} = \text{vetor das soluções};$$

$$t = \begin{bmatrix} X' R^{-1} Y \\ Z' R^{-1} Y \end{bmatrix} = \text{vetor das somas parciais de } y.$$

No último caso, se o rank de “C” não for completo, como freqüentemente acontece na maioria das vezes, as estimativas de β não são únicas.

Comumente estas equações são denominadas de **Equações do Modelo Misto de Henderson** e apresentam preditores com variância do erro de predição mínima entre todos os preditores lineares não-viciados. Conseqüentemente, é maximizada a correlação entre os valores verdadeiros e os preditos e, sob a suposição de que as observações apresentam distribuição normal, também é maximizada a probabilidade dos indivíduos serem classificados corretamente pelos seus valores genéticos (Silva, 1995).

A derivação das equações acima pode ser obtida através da minimização do quadrado médio do erro ou a partir da maximização da função densidade de probabilidade da distribuição conjunta de y e u :

$$f(y, u) = \frac{e^{-1/2[(y - X\beta - Zu)' R^{-1} (y - X\beta - Zu) + u' G^{-1} u]}}{(2\pi)^{1/2(n+q)} |R|^{1/2} |G|^{1/2}}$$

onde,

n = número de observações;

q = ordem de G ;

A dedução destas equações são apresentadas por Martins et al. (1993).

Segundo Eler (1994) a solução do sistema de equações pode ser dada por:

$$\hat{s} = C^{-1}t$$

e pode ser interpretada da seguinte forma:

a) as soluções para os efeitos fixos são **BLUE** (*Best Linear Unbiased Estimates*) de funções estimáveis dos efeitos fixos;

b) os valores esperados das soluções correspondentes aos efeitos fixos, para os modelos sem interação, têm as seguintes propriedades:

$$E(\beta) = \beta$$

$$E[\beta_1 - \beta_2] = \beta_1 - \beta_2$$

c) as soluções para os efeitos aleatórios são **BLUP** (*Best Linear Unbiased Predictions*) desses efeitos:

Best no sentido de minimização dos erros de predição.

Linear porque usam funções lineares dos dados.

Unbiased porque a esperança da estimativa é igual ao parâmetro.

2.5 Métodos utilizados na Estimação de Parâmetros Genéticos

A genética de um carácter contínuo consiste no estudo de sua variação, isto porque é em termos de variância que são formuladas as questões primárias da genética. O estudo da variação baseia-se na sua partição em componentes atribuídos às distintas causas. A magnitude relativa destes componentes é que determina as propriedades genéticas da população, e, especialmente o grau de semelhança entre parentes (Falconer, 1987). Segundo Meyer (1989), a estimação dos componentes de variância em genética quantitativa é sinónimo de estimação de parâmetros genéticos.

A acurácia de tais parâmetros depende da precisão das estimativas dos componentes de variância, e esta por sua vez, depende do método estatístico, do modelo utilizado e do conjunto de dados de que se dispõe para analisar (Eler, 1994).

A estimação dos componentes de variância pode ser feita por diferentes métodos que vêm evoluindo à medida que novas teorias e técnicas computacionais são desenvolvidas, concomitantemente, com a maior capacidade e velocidade dos computadores (Ferraz, 1993). Um histórico completo desta evolução é apresentado por Searle et al. (1992). Será apresentado a seguir apenas os métodos de máxima verossimilhança.

2.5.1 Máxima Verossimilhança - ML

A máxima verossimilhança restrita (REML), introduzida por Patterson e Thompson (1971), tem sido, segundo Foulley (1993), o método preferido para estimação de componentes de variância de modelos lineares misto em animais.

A evolução para estes métodos das técnicas de ML ocorreu, apesar da desvantagem da ML para estimação de componentes de variância, que é o não reconhecimento da perda de graus de liberdade, resultante da estimação de efeitos fixos em um modelo misto. Tal fato pode resultar em subestimação da variância do erro, ou seja, um vício na estimativa deste componente. Silva (1995) salienta que este vício pode ser considerável se o número de equações independentes para os efeitos fixos for relativamente grande em relação ao número de observações. Comenta também, que as variâncias estimadas para quaisquer fatores aleatórios, com pequeno número de níveis, podem ser viciadas se o vício na variância do erro for grande. Adicionalmente, uma outra limitação da ML é a exigência de normalidade para que os estimadores tenham suas propriedades. Entretanto, Harville (1977), citado por Silva (1995), afirmou que as estimativas derivadas, usando ML, são razoáveis, mesmo quando a forma de distribuição não é especificada.

Já o método REML, leva em consideração somente os graus de liberdade necessários para a estimação dos efeitos fixos. Mas sob REML, somente a porção da verossimilhança, que é invariante aos efeitos fixos, que é maximizada. Vários algoritmos REML tem sido usados em arquivos de dados de melhoramento animal, sendo que a maior parte deles são iterativos e requerem repetição da formação e manipulação das equações do modelo misto (Boldman e Van Vleck, 1991). O processo de iteração é definido, por Eler (1994), como o uso de cálculos repetidos, em que cada efeito de cada variável é estimado a partir dos registros de produção, ajustados para todos os outros efeitos que podem afetar a variável em questão, sendo que este processo revisa repetidamente as estimativas de cada efeito até que não ocorram mais mudanças nos valores obtidos, atingindo assim a solução final.

Segundo Boldman e Van Vleck (1991), a REML é geralmente considerado como o melhor método para estimar componentes de covariância em dados de melhoramento animal desbalanceados. Porém, os autores ressaltam que, para modelos animais onde, muitas vezes, a ordem das equações do modelo misto excede o número de registros, a obtenção de estimativas

através da primeira derivada pelo algoritmo *Expectation-Maximization* (EM), requer a inversão da matriz de coeficientes do modelo misto, aumentando sobremaneira a demanda computacional.

2.5.2 Máxima Verossimilhança Restrita livre da derivação da função densidade de probabilidade

Alternativas ao algoritmo *Expectation-Maximization* (EM) menos onerosas em termos computacionais são os algoritmos livres de derivadas, componentes da técnica *Derivative Free Restricted Maximum Likelihood* - DFREML, proposto por Smith e Graser (1986) e Graser et al. (1987). Este método segundo Collao Saenz (1994), através de um procedimento de procura, maximiza a verossimilhança em que o logaritmo da função é calculado num processo iterativo, por combinações das estimativas dos parâmetros até a combinação que maximize a verossimilhança, não necessitando portanto de inversão da matriz de coeficientes (Van Vleck e Boldman, 1993).

Com base nestes algoritmos, Meyer (1988), estendeu o procedimento a modelos mais complexos, com efeitos genéticos diretos e maternos, com covariâncias e efeitos aleatórios independentes, juntamente aos efeitos aleatórios residuais, desenvolvendo desta forma um sistema de programas para estimação de componentes de variância. Estes programas atualmente encontram-se em plena evolução devido ao desenvolvimento de algoritmos mais eficientes e simples, aliado ao extraordinário avanço tecnológico computacional.

2.6 Modelo Animal

O termo “modelo animal” foi provavelmente proposto por Quaas e Pollak (1980), o qual, segundo Ferraz (1993), inicialmente descrevia o modelo genético usado para avaliação. Nos dias atuais, o mesmo designa uma série de diferentes modelos segundo Ferraz (1992), que têm em comum o fato de considerarem a matriz de parentesco completa, com todas as relações aditivas entre todos os possíveis animais com informações disponíveis, tendo como seu objetivo principal, chegar-se à um modelo que descreva a real situação biológica, da forma mais próxima possível, para predição, no melhoramento animal, dos valores genéticos aditivos e estimação de parâmetros genéticos.

Sabe-se que em melhoramento animal nem sempre as características podem ser mensuradas em todos animais (Collao Saenz, 1994). Boldman e Van Vleck (1991), segundo Ferraz (1992), utilizando-se de diferentes técnicas de solução para matrizes esparsas, o software SPARSPAK (George, Liu e NG, 1980) e a fatoração de Cholesky, adaptaram a versão original de DFREML de tal forma que o novo software passou a necessitar de muito menos recursos computacionais. O novo sistema necessita de um tempo de processamento para atingir a convergência de 100 a 500 vezes menor e utilizando 1/5 dos recursos necessários quando comparado à versão original do DFREML (Ferraz, 1992).

Os modelos animais possuem propriedades estatísticas bem definidas que avaliam as propriedades genéticas, tornando-se úteis para estimação de parâmetros genéticos, predição dos valores genéticos dos animais e avaliação da resposta à seleção conforme Kennedy et al. (1988), citados por Silva (1995).

Dentre estas propriedades, Ferraz (1993) e Eler (1994) listaram as seguintes:

- Fornecem estimativas não-viciadas dos efeitos fixos (BLUE) e predições dos efeitos aleatórios (BLUP), quando os dados seguem distribuição normal;
- Permitem a estimação conjunta de efeitos fixos e aleatórios;
- Ajustam para os efeitos de acasalamento não aleatórios e de endogamia;
- Corrigem para os efeitos de seleção;
- Permitem a estimação simultânea de efeitos diretos, maternos e de ambiente;
- Permitem o uso de registros repetidos, tornando-se útil na análise de eficiência reprodutiva;
- Permitem a utilização simultânea de várias relações de parentesco, sem necessidade de modelos hierárquicos;
- Permitem a predição do valor genético aditivo em características limitadas ao sexo;
- Permitem a estimação de tendência genética, fenotípica e de ambiente, mesmo em populações com gerações intercaladas e superpostas, sem a necessidade de populações controle;
- Permitem análise multivariada;
- Permitem estimação de efeitos de dominância, epistasia e citoplasmáticos.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Material

3.1.1 Origem dos dados

Os dados foram obtidos junto ao Serviço de Controle Leiteiro - SCL da Associação de Criadores de Gado Holandês de Minas Gerais (ACGHMG). Inicialmente, este arquivo possuía 49.276 registros de lactações de 25.458 vacas, com partos entre os anos de 1971 e 1995, em 334 rebanhos, distribuídos nos seguintes núcleos: Núcleo de Criadores de Gado Holandês de Juiz de Fora (Juiz de Fora), Núcleo de Criadores de Gado Holandês do Alto Rio Grande (Lavras), Associação de Criadores de Gado Holandês do Sul e Sudoeste Mineiro (Carmo do Rio Claro), Núcleo de Gado Holandês de Barbacena (Barbacena), Associação de Criadores de Bovinos do Alto Paranaíba (Patrocínio) e Núcleo de Criadores de Gado Holandês do Triângulo Mineiro (Uberlândia). A localização das sedes dos núcleos encontra-se na figura 1.

3.1.2 Verificação e preparo dos dados

Visando melhor confiabilidade no nosso estudo, foram feitas algumas eliminações, inicialmente, de acordo com os seguintes critérios:

- a) eliminação dos rebanhos nos anos anteriores a 1990, devido ao baixo número de registros nestes anos;
- b) eliminação dos registros com duração da lactação inferior a 150 dias e superior a 450 dias;
- c) eliminação das lactações com produção inferior a 1.000 kg de leite;
- d) eliminação das idades ao parto inferiores a 20 meses e superior a 200 meses;
- e) eliminação das lactações que apresentavam causas de secagem anormais;

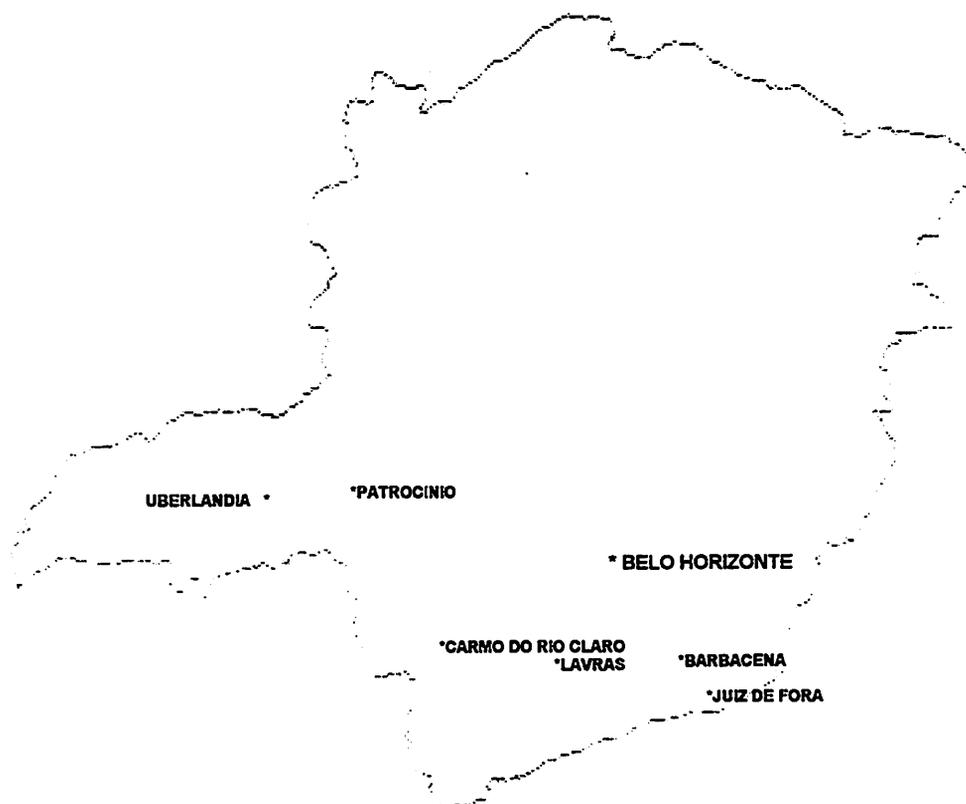


Figura 1 - Localização das cidades sedes dos núcleos em relação ao Estado de Minas Gerais

- f) período de serviço inferior a 20 e superior a 300 dias;
- g) período seco inferior a 0 e superior a 300 dias;

A partir do novo arquivo formado foram geradas as seguintes classes:

- Estação de parição: 1 = águas (outubro a março) e
2 = seca (abril a setembro)
- Grupo Genético: 1 = 31/32 Holandês
2 = Puro por cruzamento com geração controlada
3 = Puro por origem

- Nível de Produção:

(1) compreende todas as lactações com produções até um desvio-padrão abaixo da média geral da produção de leite (< 3.800 kg de leite);

(2) compreende as lactações que se encontram entre um desvio-padrão abaixo e outro acima da média geral da produção de leite (entre 3.800 e 7.470 kg de leite);

(3) compreende todas as lactações com produções maiores que um desvio-padrão acima da média geral da produção de leite (> 7.470 kg).

- Classes de idade: são apresentadas na Tabela 3.

Os dados do arquivo básico foram preparados utilizando-se o pacote computacional "SAS" (*Statistical Analysis System*), versão 6.04 (SAS INSTITUTE INC., 1995) e o programa DBASE III PLUS[®] em microcomputador Pentium, 100 Mhz com 64 Mbytes de memória RAM (*Random Access Memory*) do Centro de Processamento de Dados da Universidade Federal de Lavras.

Após as eliminações e formação das classes, o arquivo foi submetido a uma recodificação quanto a animal, pai e mãe; uma vez que o programa MTDFREML (*Multiple-Trait Derivative Free Restricted Maximum Likelihood*) exige que o número de identificação do animal seja maior do que o da mãe e este por sua vez maior do que o do pai.

De posse do arquivo recodificado, deve-se ressaltar que houve necessidade de procederem-se algumas eliminações, que são apresentadas na Tabela 4. As eliminações iniciaram-se pelas vacas que não apresentavam a primeira ordem de parto, isto porque, estes animais podem ter sofrido algum tipo de seleção e com isto o criador, geralmente, não apresenta este animal para o controle. Foram retirados também os registros de vacas acima da quinta ordem de parto, devido ao pequeno número de registros. Finalmente para melhor consistência dos dados foi considerado um mínimo de duas filhas por pai e que cada subclasse RAE contivesse pelo menos quatro observações.

O arquivo criado para análise de período de serviço e período seco passou a constituir-se de 6.485 registros de lactações de 4.068 vacas, filhas de 359 touros, provenientes de 134 rebanhos, distribuídos nos anos de 1990 a 1994.

Tabela 3- Classes de idade da vaca ao parto.

Classes	Faixas de Idade (Meses)	Frequência
1	20 - 25	268
2	26 - 27	576
3	28 - 29	682
4	30 - 31	724
5	32 - 35	954
6	36 - 39	618
7	40 - 43	740
8	44 - 47	550
9	48 - 52	425
10	53 - 57	368
11	58 - 62	225
12	63 - 68	181
13	69 - 74	107
14	75 - 82	47
15	≥ 83	20

Tabela 4- Critério usado para eliminar os registros da ACGHMG considerados fora do padrão considerado, para a formação do arquivo para análise de período de serviço e período seco.

Registros		causas de eliminação
Mantidos	Eliminados	
14.171	—	- Arquivo recodificado
7.701	6.470	- vacas que não apresentavam a primeira ordem de parto
7.692	9	- registros de vacas acima da quinta ordem de parto
7.289	403	- pais com menos de duas filhas
6.485	804	- menos de quatro registros por subclasse RAE ¹
6.485	—	- criado o arquivo para análise das características

1- rebanho-ano-estação.

3.1.3 Modelo usado para a obtenção das médias de quadrados mínimos

Visando fornecer mais informações e procurando melhor explorar o conjunto de dados, foram estimadas as médias de quadrados mínimos das características estudadas, para alguns efeitos de interesse. Para tanto, foi utilizado um modelo diferente daquele considerado para a estimativa dos parâmetros genéticos.

$$y_{ijklmno} = \mu + R_i + N_j + A_k + E_l + G_m + P_n + I_o + GP_{mn} + GI_{mo} + PI_{no} + e_{ijklmno}$$

onde,

$y_{ijklmno}$ = período de serviço e período seco;

μ = média geral da população;

R_i = efeito aleatório do $i^{\text{ésimo}}$ reprodutor;

N_j = efeito fixo do $j^{\text{ésimo}}$ núcleo, sendo $j = 1, \dots, 6$;

A_k = efeito fixo do $k^{\text{ésimo}}$ ano de parto, sendo $k = 1990, \dots, 1994$;

E_l = efeito fixo da $l^{\text{ésima}}$ estação de parto, sendo $l = 1, 2$;

G_m = efeito fixo do $m^{\text{ésimo}}$ grupo genético, sendo $m = 1, 2, 3$;

P_n = efeito fixo do $n^{\text{ésimo}}$ nível de produção, sendo $n = 1, 2, 3$;

I_o = efeito fixo da $o^{\text{ésima}}$ classe de idade, sendo $o = 1, \dots, 15$;

GP_{mn} = efeito da interação do $m^{\text{ésimo}}$ grupo genético e do $n^{\text{ésimo}}$ nível de produção;

GI_{mo} = efeito da interação do $m^{\text{ésimo}}$ grupo genético e da $o^{\text{ésima}}$ classe de idade;

PI_{no} = efeito da interação do $n^{\text{ésimo}}$ nível de produção e da $o^{\text{ésima}}$ classe de idade;

$e_{ijklmno}$ = erro associado a cada observação, $\sim NID(0, \sigma^2_e)$.

3.2 Métodos

As análises uni e bivariadas foram realizadas utilizando-se o programa MTDFREML (Boldman et al., 1995), em computador Pentium/166 MHz, com 264 Mbytes de RAM, da Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos da Universidade de São Paulo, em Pirassununga, SP. Nos dois tipos de análises efetuadas, o critério de convergência estabelecido foi que a variância dos $(n + 1)$ valores da função $(-2 \log \Lambda)$ do SIMPLEX fosse menor que 10^{-9} , sendo "n" igual ao número de componentes de variância do modelo.

3.2.1 Estimação dos Parâmetros Genéticos

O cálculo dos componentes de variância, covariância, estimação dos efeitos fixos e dos parâmetros genéticos, foram obtidos pela solução das equações dos modelos mistos.

3.2.1.1 Análise por modelo misto univariado

O modelo estatístico proposto para o estudo do período de serviço e seco foi:

$$y_{ijklmno} = \mu + R_i + G_j + N_k + I_l + a_m + ep_n + e_{ijklmno}$$

onde,

$y_{ijklmno}$ = período de serviço e período seco;

μ = média geral da população;

R_i = efeito fixo do $i^{\text{ésimo}}$ rebanho-ano-estação de parto;

G_j = efeito fixo do $j^{\text{ésimo}}$ grupo genético;

N_k = efeito fixo do $k^{\text{ésimo}}$ nível de produção;

I_l = efeito fixo da $l^{\text{ésima}}$ classe de idade da vaca ao parto;

a_m = efeito aleatório do valor genético aditivo direto do $m^{\text{ésimo}}$ animal;

ep_n = efeito aleatório de ambiente permanente do $n^{\text{ésimo}}$ animal;

$e_{ijklmno}$ = erro associado a cada observação, $\sim NID(0, \sigma_e^2)$.

Matricialmente este modelo seria:

$$\underset{\sim}{y} = \underset{\sim}{X} \underset{\sim}{\beta} + \underset{\sim}{Z} \underset{\sim}{\alpha} + \underset{\sim}{W} \underset{\sim}{c} + \underset{\sim}{e}$$

em que,

y = vetor das variáveis dependentes;

\sim

X = matriz de incidência dos efeitos fixos;

β = vetor de efeitos fixos (rebanho-ano-estação, grupo genético, nível de produção e idade da

\sim

vaca ao parto em classe);

Z = matriz de incidência dos efeitos aleatórios (genéticos diretos);

α = vetor dos efeitos aleatórios dos valores genéticos diretos do animal (efeito animal);

W = matriz de incidência dos efeitos aleatórios de ambiente permanente conhecida, sendo

$$Z = [0 \ W];$$

c = vetor de efeitos permanentes de vaca;

e = vetor dos erros associados a cada observação.

assume-se que:

$$\begin{bmatrix} y \\ g \\ p \\ e \end{bmatrix} \sim NUV \begin{bmatrix} X\beta \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} ZAZ'\sigma_g^2 + WW'\sigma_{ep}^2 + I\sigma_e^2 & ZA\sigma_g^2 & W\sigma_{ep}^2 & I\sigma_e^2 \\ & AZ'\sigma_g^2 & 0 & 0 \\ & W'\sigma_{ep}^2 & I_p\sigma_{ep}^2 & 0 \\ & I\sigma_e^2 & 0 & I\sigma_e^2 \end{bmatrix}$$

sendo:

A = matriz que indica o grau de parentesco entre os indivíduos, de ordem s ;

Z = matriz de incidência dos valores genéticos, de ordem $n \times s$;

W = matriz de incidência dos efeitos permanentes de ambiente, de ordem $n \times p$;

I = matriz identidade, de ordem n ;

I_p = matriz identidade de ordem p ;

σ_g^2 = variância genética aditiva;

σ_{ep}^2 = variância de efeito permanente;

σ_e^2 = variância de efeito temporário;

em que,

n = número total de observações;

p = número de indivíduos com observações;

s = número total de indivíduos da população (com ou sem informação).

A estimação dos efeitos fixos e a predição dos parâmetros genéticos para as características foram obtidos pela solução das Equações de Modelos Mistos (EMM) para o modelo de repetibilidade na forma univariada:

$$\begin{bmatrix} X'X & X'Z & X'W \\ Z'X & Z'Z + \alpha_1^{-1}A^{-1} & Z'W \\ W'X & W'Z & W'W + \alpha_2^{-1}I \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \beta^0 \\ \hat{g} \\ \hat{p} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X'y \\ Z'y \\ W'y \end{bmatrix}$$

em que:

$$\alpha_1 = \frac{\sigma_A^2}{\sigma_e^2} \quad \text{e} \quad \alpha_2 = \frac{\sigma_{ep}^2}{\sigma_e^2}$$

As herdabilidades e repetibilidades foram estimadas através dos componentes de variância genéticos, de ambiente permanente e fenotípicos, obtidos através da máxima verossimilhança restrita livre de derivada, em modelo animal, utilizando-se as seguintes fórmulas:

Para estimativa de herdabilidade (h^2):

$$h^2 = \text{variância genética} / \text{variância fenotípica}$$

Para estimativa de repetibilidade (t):

$$t = (\text{variância genética} + \text{variância de ambiente permanente}) / \text{variância fenotípica}$$

3.2.1.2 Análise por modelo misto bivariado

As correlações entre as características são consideradas, neste tipo de análise, de modo a diminuir a variância do erro de predição e o possível vício decorrente da seleção para uma das características. No entanto, a principal desvantagem deste tipo de análise é o seu custo, em termos de exigência de memória e tempo de UCP (Unidade Central de Processamento).

Para este tipo de análise, utilizou-se o mesmo modelo proposto anteriormente, porém bivariado.

De uma maneira geral, o modelo pode ser assim representado:

$$y_1 = X_1\beta_1 + Z_1a_1 + W_1c_1 + e_1$$

$$y_2 = X_2\beta_2 + Z_2a_2 + W_2c_2 + e_2$$

em termos matriciais, este modelo seria:

$$\begin{bmatrix} Y_1 \\ \tilde{Y}_2 \\ \sim \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X_1 & 0 \\ 0 & X_2 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} \beta_1 \\ \tilde{\beta}_2 \\ \sim \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} Z_1 & 0 \\ 0 & Z_2 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} a_1 \\ \tilde{a}_2 \\ \sim \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} W_1 & 0 \\ 0 & W_2 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} c_1 \\ \tilde{c}_2 \\ \sim \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} e_1 \\ \tilde{e}_2 \\ \sim \end{bmatrix}$$

onde o índice 1 representa a característica período de serviço e o índice 2 o período seco.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Período de Serviço

A média do período de serviço, erro-padrão e coeficiente de variação referentes a 6.485 lactações foi de $121,21 \pm 0,69$ dias e 46,10%, respectivamente. Esta média, apesar de estar acima da recomendada na literatura para que se tenha um ótimo desempenho reprodutivo, ainda permite um razoável intervalo de partos, em torno de 13 meses, o que parece satisfatório para as condições tropicais. No entanto, melhorias no manejo pré e pós-parto, que permitam uma melhor condição corporal no pré-parto, acompanhada de uma assistência sanitária mais criteriosa, um bom manejo nutricional, uma apurada detecção de cio e finalmente o uso correto das técnicas de inseminação, podem conjuntamente contribuir para uma redução deste período de serviço para que atinja os valores recomendados para um ótimo desempenho reprodutivo.

Médias de períodos de serviço superiores a do presente trabalho foram encontradas por Dias et al. (1985) e Castro et al. (1995), na raça Holandesa no Brasil, de $131,0 \pm 2,5$ e $125,3 \pm 0,9$ dias, respectivamente. Valores superiores, também foram observados por Silva et al. (1992), Campos et al. (1994) e Makuza e McDaniel (1996), na raça Holandesa nos EUA. Entretanto, Ribas et al. (1995), no Brasil, obtiveram valores inferiores.

O alto coeficiente de variação de 46,1%, demonstra uma elevada variação para esta característica, decorrente das diferentes condições de manejo. Contudo, a maior parte dos trabalhos apresentam um coeficiente próximo ao encontrado neste estudo, a exemplo do obtido por Castro et al. (1995), o qual foi de 45,8%.

Na Tabela 5 é apresentada a análise de variância do período de serviço (PSER), podendo-se constatar efeitos significativos de touro, núcleo, ano, estação e nível de produção ($P < 0,01$) e da interação de grupo genético com nível de produção ($P = 0,08$).

São apresentadas na Tabela 6 as médias de período de serviço para os seis núcleos da ACGHMG, que foram abrangidos neste estudo. Observa-se que o núcleo do Sul e Sudoeste Mineiro, assim como o do Triângulo Mineiro, apresentaram as menores médias, seguidos do núcleo do Alto do Rio Grande e o de Barbacena, e posteriormente dos núcleos de Juiz de Fora e o do Alto Paranaíba. No entanto, ressalta-se o fato do núcleo do Triângulo Mineiro apresentar um número extremamente reduzido de informações, fazendo com que sua média seja observada com reserva, e até mesmo pelo erro-padrão apresentado, que por sua vez, também pode ser um reflexo do baixo número de informações. As variações que ocorrem entre as médias, no geral, vêm a confirmar de certa forma que as diferenças regionais, tais como: solo, clima, manejo, nutrição e questões culturais inerentes aos criadores de cada núcleo, podem afetar o desempenho reprodutivo dos animais.

Tabela 5 - Análise de variância do período de serviço (PSER).

Fonte de Variação	G.L.	Q. Médio	N. Sig.	R ²
Touro	358	4.027,0	0,0003	0,0854
Núcleo	5	12.845,6	0,0010	0,0038
Ano	4	131.722,9	0,0001	0,0312
Estação	1	191.306,1	0,0001	0,0113
Grupo Genético (GG)	2	1.762,5	0,5687	0,0002
Nível de Produção (NP)	2	221.761,3	0,0001	0,0263
Idade da vaca em classes (IDC)	14	2.024,8	0,8259	0,0017
GG x NP	4	6.505,9	0,0802	0,0015
GG x IDC	28	2.081,9	0,9077	0,0034
NP x IDC	28	3.914,4	0,1677	0,0065
Resíduo	6.038	3.122,5		

C.V. = 46,10%

Tabela 6- Número de observações (N), médias ajustadas do período de serviço e seus respectivos erros-padrão (PSEER \pm EP), de vacas da raça Holandesa, de acordo com o núcleo.

Núcleo	SEDE	N	PSEER \pm EP
N. C. G. H. de Juiz de Fora	Juiz de Fora	2.675	129,39 \pm 2,90
N. C. G. H. do Alto do Rio Grande	Lavras	1.518	128,57 \pm 3,05
A. C. G. H. do Sul e Sudoeste Mineiro	Carmo do Rio Claro	1.582	119,54 \pm 3,13
N. G. H. de Barbacena	Barbacena	355	128,09 \pm 4,61
A. C. de Bovinos do Alto Paranaíba	Patrocínio	334	130,39 \pm 4,27
N. C. G. H. do Triângulo Mineiro	Uberaba	21	121,66 \pm 13,53

Pelas médias anuais dos períodos de serviço (Tabela 7), observa-se uma diferença de aproximadamente 31 dias a menos para o ano de 1994 em relação a 1990. No entanto, nos três anos intermediários, houve uma oscilação nas médias, sendo que estas oscilações provavelmente podem ter sido causadas por diferenças nos manejos nutricional, reprodutivo e sanitário. Estas variações, também, podem ser atribuídas às mudanças da frequência gênica na população, seja por seleção com resultados positivos ou negativos, por migração ou por emigração de genes na população, conseguida às custas da compra e venda de reprodutores.

Tabela 7 - Número de observações (N), médias ajustadas do período de serviço e seus respectivos erros-padrão (PSEER \pm EP), de vacas da raça Holandesa, de acordo com o ano de parição.

Ano de Parição	N	PSEER \pm EP
1990	760	134,04 \pm 4,41
1991	1.242	128,76 \pm 4,07
1992	1.568	134,44 \pm 3,85
1993	1.951	131,05 \pm 3,65
1994	964	103,07 \pm 3,67

O menor período de serviço encontrado no ano de 1994, pode ser decorrente da evolução que tem ocorrido em termos de melhoria, não só das técnicas de manejo, como também genética, esta, proveniente do uso mais intenso da inseminação com semên de alto valor genético. Este processo como um todo, possivelmente, pode estar contribuindo para melhores produtividades.

É possível também interpretar a variabilidade observada nos anos intermediários, como consequência da vulnerabilidade do setor leiteiro às políticas econômicas, levando o criador a intervir no período de serviço, considerado normal, do animal.

Verificou-se que as vacas que pariram na estação da seca, apresentaram um período de serviço médio menor do que as com parto na estação das águas (Tabela 8), ocorrendo também uma maior incidência de partos na estação seca (56,4%). A menor média encontrada para a estação seca sugere uma melhor condição corporal da vaca conseguida no final da estação das águas, aliada às condições climáticas mais amenas da estação seca, o que favorece a concepção. Isto também pode ser justificado pelas melhorias no manejo nutricional do rebanho que vêm ocorrendo atualmente durante a estação seca.

Estes resultados são coerentes com a quase totalidade da literatura consultada, discordando apenas dos obtidos por Ribas et al. (1995), os quais não verificaram efeito da estação de parto sobre o período de serviço, e de alguns poucos trabalhos no exterior.

De acordo com a análise de variância realizada para a obtenção das médias de quadrados mínimos, houve interação significativa entre grupo genético e nível de produção, cujas médias são apresentadas na Tabela 9. Verifica-se que não houve diferenças ($P > 0,05$) quanto aos períodos de serviço entre os grupos genéticos para os níveis médio e alto de produção.

Tabela 8- Número de observações (N), médias ajustadas do período de serviço e seus respectivos erros-padrão (PSER \pm EP), de vacas da raça Holandesa, de acordo com a estação de parição.

Estação de Parição	N	PSER \pm EP
Águas	2.829	132,08 \pm 3,68
Seca	3.656	120,46 \pm 3,58

Já para as vacas de baixo nível de produção, observou-se que àquelas 31/32 Holandês apresentaram menores períodos de serviços ($P < 0,05$), o que pode ser justificável por estes animais estarem na maioria das vezes mais adaptados às condições adversas proporcionadas em ambientes tropicais. Influências do grupo genético também foram verificadas por Ribas et al. (1995), no Paraná.

Para os grupos genéticos 31/32 Holandês e Puro por cruza com geração controlada, constatou-se um menor período de serviço para as vacas de baixa produção ($P < 0,01$), seguido das vacas de média produção e, por último, daquelas de alta produção. Já os animais Puro por origem, apresentaram períodos de serviços semelhantes nos níveis baixo e médio de produção, diferenciando apenas dos de alta produção ($P < 0,01$). De modo geral, os três grupamentos genéticos apresentaram, semelhantemente, um antagonismo entre nível de produção de leite e período de serviço.

Tabela 9- Médias ajustadas do período de serviço e seus respectivos erros-padrão, de acordo com o desdobramento da interação grupo genético e nível de produção*.

Grupo Genético ¹	Nível de Produção ²			Médias
	1	2	3	
1	94,14 ± 5,96 Bc	114,50 ± 4,91 Ab	160,72 ± 7,70 Aa	123,12 ± 4,92
2	105,67 ± 5,20 Ac	118,22 ± 3,48 Ab	155,97 ± 4,77 Aa	126,62 ± 3,61
3	112,00 ± 7,02 Ab	121,00 ± 4,93 Ab	154,22 ± 5,97 Aa	129,08 ± 5,10
Médias	103,94 ± 4,84	117,91 ± 3,46	156,97 ± 4,57	

* - Médias seguidas de letras diferentes, maiúsculas na coluna e minúsculas nas linhas, diferem estatisticamente entre si pelo teste de t.

¹- 1 = 31/32 Holandês;
2 = Puro por cruza com geração controlada;
3 = Puro por origem;

²- 1 = < 3.800 kg de leite;
2 = 3.800 a 7.470 kg de leite;
3 = > 7.470 kg de leite;

Fisiologicamente, segundo Nebel e McGilliard et al. (1993), esta relação antagônica pode ser explicada pelo fato da seleção para alta produção aumentar as concentrações sanguíneas de somatotropina e prolactina, em detrimento às concentrações de insulina, que é um hormônio antagônico à lactação e importante para o desenvolvimento folicular normal. Com isto, estas mudanças hormonais favorecem a alta produção de leite e se tornam potencialmente prejudiciais para as outras funções fisiológicas, se o manejo nutricional não for adequado para suprir as demandas metabólicas da lactação.

Resultados semelhantes ao deste estudo quanto ao efeito do nível de produção, foram obtidos por Bagnato e Oltenacu (1994), e Marti e Funk (1994), os quais constataram que as vacas de alta produção têm um período de serviço mais longo do que as de baixa produção. No entanto, Laben et al. (1992) relataram que os rebanhos de alta produção apresentaram em média 21 dias a menos de período de serviço (um ciclo estral), do que os de baixa produção de leite, sugerindo uma melhor detecção de cio nos rebanhos de alta produção. Portanto, torna-se necessário mais estudo para comprovar se uma melhoria no manejo pode diminuir o efeito negativo da produção sobre o período de serviço.

Na Tabela 10 são apresentadas as médias do período de serviço para as classes de idade da vaca ao parto. Observa-se que o período de serviço manteve-se praticamente constante com o avançar da idade da vaca. Isto mostra que para este conjunto de dados analisado, ocorreu uma uniformidade dos períodos de serviço dos animais ao longo de sua vida, provavelmente proporcionada pelas boas condições de manejo nutricional e sanitárias, na maior parte dos rebanhos. Deve-se ressaltar no entanto, que os animais acima dos 75 meses, ou seja, nas duas últimas classes, apresentaram as maiores médias, porém, estas devem ser olhadas com cuidado, por causa do pequeno número de registros, demonstrando uma maior dispersão dos períodos de serviço.

A tendência de uniformidade do período de serviço com o avançar da idade da vaca também foi constatada por Ribas et al. (1995), os quais não verificaram influência da idade da vaca sobre o período de serviço. Entretanto, Hillers et al. (1984) e Marti e Funk (1994), constataram que vacas mais velhas, em geral, apresentaram um pior desempenho reprodutivo, com conseqüente aumento do período de serviço.

Tabela 10- Número de observações (N), médias ajustadas do período de serviço e seus respectivos erros-padrão (PSER \pm EP), de vacas da raça Holandesa, de acordo com a classe de idade da vaca ao parto.

<u>Classe de Idade da Vaca</u> (meses)	N	PSER \pm EP
20 - 25	268	124,9 \pm 5,9
26 - 27	576	126,1 \pm 4,6
28 - 29	682	132,9 \pm 4,6
30 - 31	724	124,8 \pm 4,3
32 - 35	954	125,7 \pm 3,9
36 - 39	618	125,2 \pm 4,0
40 - 43	740	122,0 \pm 3,9
44 - 47	550	123,6 \pm 4,2
48 - 52	425	123,6 \pm 4,8
53 - 57	368	121,9 \pm 5,1
58 - 62	225	126,9 \pm 5,9
63 - 68	181	118,0 \pm 7,1
69 - 74	107	123,2 \pm 8,5
75 - 82	47	138,8 \pm 15,5
\geq 83	20	136,2 \pm 20,8

4.2 Período Seco

A média do período seco, erro-padrão e coeficiente de variação referentes a 6.485 lactações foram $92,27 \pm 0,59$ dias e 51,7%, respectivamente. A média do período seco encontrada neste estudo apresenta-se relativamente alta, tendo em vista que a maior parte dos autores recomendam um período seco de 60 dias, para se maximizar a produção por vida útil da vaca. Talvez, uma possível explicação para esta média pode ser o próprio reflexo da média encontrada para o período de serviço, que também foi alta.

Médias superiores a deste estudo foram relatadas por Khattab e Ashmawy (1988), no Egito; e por Teixeira et al. (1995), no Brasil, para que ocorre a produção máxima de leite.

Tabela 11 - Análise de variância do período seco (PS).

Fonte de Variação	G.L.	Q. Médio	N. Sig.	R ²
Touro	358	2.543,19	0,0691	0,0912
Núcleo	5	13.959,13	0,0001	0,0069
Ano	4	59.014,47	0,0001	0,0236
Estação	1	34.879,39	0,0001	0,0035
Grupo Genético (GG)	2	4.747,88	0,1244	0,0009
Nível de Produção (NP)	2	171.090,45	0,0001	0,0343
Idade da vaca em classes (IDC)	14	4.981,06	0,0064	0,0069
GG x NP	4	7.808,84	0,0083	0,0031
GG x IDC	28	1.553,51	0,8946	0,0043
NP x IDC	28	2.087,41	0,5913	0,0058
Resíduo	6.038	2.277,20		

C.V. = 51,71%

O alto coeficiente de variação encontrado, pode ser um indicativo de que esta característica está sujeita a uma considerável interferência do produtor.

Na Tabela 11 é apresentada a análise de variância do período seco (PS), podendo-se constatar efeitos significativos de núcleo, ano, estação, nível de produção, idade da vaca em classes e interação de grupo genético com nível de produção ($P < 0,01$) e de touro ($P = 0,07$).

Na Tabela 12 são apresentadas as médias do período seco para os núcleos da ACGHMG, envolvidos no presente estudo. Observa-se que os núcleos de Barbacena e do Triângulo Mineiro foram os que apresentaram as menores médias, seguidos dos núcleos do Alto do Paranaíba e Alto do Rio Grande que possuem médias inferiores aos de Juiz de Fora e do Sul e Sudoeste Mineiro. Ressalta-se aqui novamente o fato da média do núcleo do Triângulo Mineiro apresentar um elevado erro-padrão, devendo então, ser observada com reserva.

As menores médias observadas para os núcleos de Barbacena e do Triângulo Mineiro, sugerem um melhor manejo nutricional e reprodutivo adotado pelos criadores destes núcleos. No entanto, vale ressaltar que o número de informações do núcleo de Barbacena, também não é tão

expressivo assim, e isto sugere que os rebanhos abrangidos por este núcleo podem caracterizar-se por serem uma elite, tal como do Triângulo Mineiro.

Quanto as diferenças encontradas entre os núcleos, estas podem ser explicadas por tal característica ser fortemente influenciada pelo criador que, muitas das vezes, seca a vaca para que possa recuperar suas reservas corporais e também para que possa ocorrer a regeneração do tecido secretor da glândula mamária para a lactação subsequente, ou até mesmo recuperar de alguma enfermidade, o que é menos frequente.

Tabela 12- Número de observações (N), médias ajustadas do período seco e seus respectivos erros-padrão (PS \pm EP), de vacas da raça Holandesa, de acordo com o núcleo.

Núcleo	SEDE	N	PS \pm EP
N. C. G. H. de Juiz de Fora	Juiz de Fora	2.675	99,65 \pm 2,48
N. C. G. H. do Alto do Rio Grande	Lavras	1.518	94,19 \pm 2,60
A. C. G. H. do Sul e Sudoeste Mineiro	Carmo do Rio Claro	1.582	101,91 \pm 2,67
N. G. H. de Barbacena	Barbacena	355	86,45 \pm 3,93
A. C. de Bovinos do Alto Paranaíba	Patrocínio	334	93,48 \pm 3,65
N. C. G. H. do Triângulo Mineiro	Uberaba	21	86,40 \pm 11,55

Tabela 13- Número de observações (N), médias ajustadas do período seco e seus respectivos erros-padrão (PS \pm EP), de vacas da raça Holandesa, de acordo com o ano de parição.

Ano de Parição	N	PS \pm EP
1990	760	94,45 \pm 3,77
1991	1.242	92,46 \pm 3,47
1992	1.568	100,26 \pm 3,29
1993	1.951	99,90 \pm 3,11
1994	964	81,35 \pm 3,14

Pelas médias de período seco em função do ano de parição (Tabela 13), verifica-se um menor valor para o ano de 1994, e os maiores para os anos de 1992 e 1993. Estas variações das médias entre os anos, provavelmente são provenientes das oscilações climáticas entre os anos, fazendo com que ocorra alterações na quantidade e qualidade dos alimentos destinados a alimentação destas vacas, o que sem dúvida compromete o manejo nutricional adequado destes animais e, uma outra causa, seria as alterações no desempenho reprodutivo do rebanho por interferência do criador.

A menor média observada para o ano de 1994, pode ter sido proporcionada, tanto por um melhor manejo nutricional e reprodutivo dos rebanhos, quanto por uma seleção para animais mais regulares reprodutivamente. No entanto, ambas pressuposições podem ter ocorrido concomitantemente.

A média encontrada para o ano de 1994, apresenta-se mais próxima daquela preconizada pela maior parte dos pesquisadores para que se obtenha a máxima produção, a qual, segundo Khattab e Ashmawy (1988), seria de 60 dias.

Na Tabela 14 são apresentadas as médias do período seco para as estações de parição. Verifica-se que as vacas que pariram na estação seca, apresentaram um menor período seco do que as que pariram na estação das águas. Tendo em vista que o produtor pode intervir fortemente no período seco, talvez uma possível explicação para o menor período seco apresentado para as vacas com parto na estação seca, seja a ocorrência de um deliberado atraso na cobrição por parte do produtor, no sentido de se obter uma maior produção de leite no estágio inicial da lactação. Visando com isto, aumentar ou manter a cota de leite, que geralmente é imposta pelas cooperativas e/ou laticínios, o que irá ocasionar um alongamento no período de lactação, com consequente diminuição no período seco. Este manejo intencional também é reforçado pela maior frequência de partos ocasionada na estação seca.

Resultados contrários foram obtidos por O'Connor e Oltenacu (1988), os quais constataram que os partos ocorridos do verão até o outono, ou seja, nos meses de junho a novembro resultam em períodos secos relativamente mais curtos, do que para os partos ocorridos do inverno até a primavera (dezembro a maio).

Tabela 14- Número de observações (N), médias ajustadas do período seco e seus respectivos erros-padrão (PS ± EP), de vacas da raça Holandesa, de acordo com a estação de parição.

Estação de Parição	N	PS ± EP
Águas	2.829	96,16 ± 3,15
Seca	3.656	91,20 ± 3,06

Tabela 15- Médias ajustadas do período seco e seus respectivos erros-padrão, de acordo com o desdobramento da interação grupo genético e nível de produção*.

Grupo Genético ¹	Nível de Produção ²			Médias
	1	2	3	
1	112,63 ± 5,09 Ba	81,19 ± 4,20 Ab	72,74 ± 6,58 Ab	88,85 ± 4,20
2	130,20 ± 4,44 Aa	83,18 ± 2,97 Ab	77,19 ± 4,07 Ab	96,86 ± 3,08
3	124,61 ± 5,99 Aa	84,87 ± 4,21 Ab	76,52 ± 5,10 Ac	95,33 ± 4,36
Médias	122,48 ± 4,12	83,08 ± 2,96	75,48 ± 3,91	

* - Médias seguidas de letras diferentes, maiúsculas na coluna e minúsculas nas linhas, diferem estatisticamente entre si pelo teste de t.

¹- 1 = 31/32 Holandês;
2 = Puro por cruza com geração controlada;
3 = Puro por origem;

²- 1 = < 3.800 kg de leite;
2 = 3.800 a 7.470 kg de leite;
3 = > 7.470 kg de leite;

Com relação ao efeito do nível de produção sobre os grupos genéticos, verificou-se que os animais 31/32 Holandês e Puros por cruza, com geração controlada, apresentaram períodos secos semelhantes nos níveis médio e alto de produção ($P > 0,05$), sendo estes menores do que os

observados para os de baixo nível de produção ($P < 0,01$). Possivelmente isto pode ter ocorrido devido uma maior persistência do período de lactação, quando estes animais apresentaram produções mais elevadas, diminuindo com isto o período seco.

Já para os animais puro por origem, verificou-se diferenças significativas ($P < 0,01$) entre os níveis de produção (Tabela 15), sendo que o menor período seco foi observado no alto nível de produção. Esta menor média encontrada para as vacas de alto nível de produção, parece estar relacionada às melhores condições de manejos nutricional e reprodutivo proporcionadas, tendo em vista que animais de alta produção tendem a receber um manejo diferenciado.

Nota-se também que o período seco, apresentado pelos animais de alto nível de produção, encontra-se bem próximo do recomendado pela maior parte dos autores para se obter a máxima produção por dia de vida útil, que é de aproximadamente 60 dias. Ressalta-se também que o período seco médio encontrado, para as vacas de alto nível de produção, não se distancia muito daquele verificado por Teixeira et al. (1995), para que ocorra as maiores produções na lactação seguinte, que foi de 80 dias.

Na Tabela 16 são apresentadas as médias do período seco para as classes de idade. Nota-se uma tendência de aumento do período seco com o avançar da idade até os 74 meses, daí em diante passa a ocorrer uma queda no período seco. Ressalta-se que a diminuição que ocorre no período seco para as vacas com mais de 75 meses de idade deve ser observada com critério, pois as médias para as classes que envolvem estes animais apresentam erros-padrão mais elevados devido a baixa frequência observada em tais classes.

Resultado semelhante foi obtido por Schaeffer e Henderson (1972), os quais verificaram que as vacas mais velhas tenderam a apresentar um período seco anterior maior do que as vacas jovens, isto para uma mesma lactação. Já, Dias e Allaire (1982) relatam que ocorre uma redução brusca no período seco tido como ótimo para maximizar a produção com o aumento do número de lactações ou idade da vaca, sendo que as vacas na quarta ordem de parto ou mais, parecem requerer aproximadamente 27 dias, comparado aos 65 dias para as vacas primíparas.

Os menores períodos secos observados para as vacas mais novas, provavelmente de primeira e segunda lactação, pode ser decorrentes da maior persistência na lactação apresentada por estes animais, que por sua vez, podem ser um reflexo do atraso intencional na concepção, por parte do produtor, no sentido de se obter uma maior produção do animal.

Tabela 16- Número de observações (N), médias ajustadas do período seco e seus respectivos erros-padrão (PS \pm EP), de vacas da raça Holandesa, de acordo com a idade da vaca ao parto.

Classe de Idade da Vaca (meses)	N	PS \pm EP
20 - 25	268	86,7 \pm 5,0
26 - 27	576	89,1 \pm 3,9
28 - 29	682	88,4 \pm 3,9
30 - 31	724	82,4 \pm 3,7
32 - 35	954	86,3 \pm 3,3
36 - 39	618	92,9 \pm 3,4
40 - 43	740	93,2 \pm 3,4
44 - 47	550	96,2 \pm 3,6
48 - 52	425	92,3 \pm 4,1
53 - 57	368	94,1 \pm 4,3
58 - 62	225	102,1 \pm 5,1
63 - 68	181	101,9 \pm 6,1
69 - 74	107	99,6 \pm 7,3
75 - 82	47	103,7 \pm 13,2
\geq 83	20	96,0 \pm 17,8

4.3 Parâmetros Genéticos

4.3.1 Herdabilidade do Período de Serviço

As estimativas de herdabilidade (h^2) obtidas por análise univariada e bivariada, ambas incluindo o efeito permanente de meio (vaca), foram 0,052 e 0,027, respectivamente, cujas as variâncias da análise univariada e as variâncias e covariâncias da análise bivariada são apresentadas nas Tabelas 17 e 18, respectivamente. Estas estimativas apresentam-se extremamente baixas, sendo que para a estimativa de h^2 obtida através da análise bivariada, observa-se na literatura valores similares, até mesmo obtida por análise univariada, a exemplo da encontrada por Valente, Teixeira e Verneque (1995), no Brasil, pelo método DFREML, que foi de 0,02; por Schaeffer et

Tabela 17- Variâncias genéticas, de efeito permanente de ambiente, ambientais e fenotípicas da análise univariada.

VARIÁVEIS	Variância genética	Variância do efeito permanente de ambiente	Variância ambiental	Variância fenotípica
Período de serviço	154,6730	41,7779	2785,7615	2982,2124
Período seco	0,7705	69,1873	2034,4261	2104,3838

Tabela 18- Variâncias e covariâncias genéticas, do efeito permanente de ambiente (EPA), ambientais e fenotípicas da análise bivariada.

VARIÁVEIS	Período de Serviço (PSER)	Período Seco (PS)
PSER(genética)	81,8075	2,2249
PS (genética)	—	0,2015
PSER (EPA)	106,0790	69,5594
PS (EPA)	—	72,6787
PSER (ambiental)	2789,1623	1739,3274
PS (ambiental)	—	2031,2534
PSER (fenotípica)	2977,0488	1811,1117
PS (fenotípica)	—	2104,1336

Everett e Henderson (1973), nos EUA, que obtiveram uma h^2 de 0,027. Já, Schaeffer e Henderson (1972), obtiveram estimativas de 0,02; 0,04; 0,00 e 0,10 para primeira, segunda, terceira e lactações seguintes, respectivamente, através do método da correlação intra-classe entre meio-irmãs paternas. Enquanto que Seykora e McDaniel (1983), estimaram uma h^2 de 0,05. Valores superiores foram obtidos por Deshmukh, Sakhare e Dehsbande (1992) com vacas da raça Jersey, na Índia, onde encontraram uma estimativa de $0,11 \pm 0,09$. Entretanto, estimativas de h^2 obtidas através da REML, por Raheja, Burnside e Schaeffer (1989), variaram de 0,03 a 0,05 de acordo com a ordem de lactação; e por Hayes, Cue e Monardes (1992), foi de 0,047, ambos os autores no Canadá; enquanto que por Hansen, Freeman e Berger (1983) e Silva et al. (1992), nos EUA, foram de 0,03 e $0,05 \pm 0,03$, respectivamente. Moore et al. (1990), através do método da

correlação intra-classe entre meia-irmãs paternas em análises multivariadas, obtiveram estimativas de h^2 de 0,004 e 0,013 para as raças Ayrshire e Holandesa, respectivamente, porém, em análise univariada para a Holandesa, encontraram uma h^2 de 0,039. Ambas as estimativas de h^2 obtidas na análise bivariada, assim como na univariada, por estes autores, são inferiores as encontradas no presente estudo, porém utilizando-se de um método de estimação diferente, o que pode explicar as diferenças ocorridas nas estimativas, aliado a uma possível variabilidade genética menor para o período de serviço nas populações.

De modo geral as estimativas de h^2 para o período de serviço relatadas na literatura, tais como, as obtidas por Moore et al. (1992), utilizando modelos multivariados; e por Marti e Funk (1994), utilizando o método DFREML, sob modelo animal em análise univariada, apesar de não considerarem o efeito permanente de animal (vaca), apresentam-se similares as obtidas neste estudo. Contudo Makuza e McDaniel (1996), no Zimbabwe, considerando o efeito permanente de vaca em análise univariada, obtiveram estimativas de h^2 inferiores, as quais variaram de 0,01 a 0,02 de acordo com a ordem de lactação.

Verifica-se que as estimativas de h^2 , normalmente relatadas na literatura, principalmente as obtidas através do método REML e DFREML, tanto em análise uni como bivariada para o período de serviço, apresentaram-se semelhantes de modo geral às obtidas no presente estudo. Embora tenha considerado o efeito permanente de animal (vaca), neste estudo, este contribuiu apenas com uma pequena parte da variância fenotípica, pois a maior parte da composição da variância fenotípica é de efeito temporário de ambiente.

De qualquer maneira, o resultado obtido neste estudo sugere que a variância genética aditiva para esta característica é pequena, indicando que a sua expressão pode ser mais influenciada pela atuação de genes dominantes ou epistáticos ou, ainda, de fatores fisiológicos e de ambiente. Com isto a seleção para o período de serviço não se mostra eficiente, desta forma melhorias no manejo constituiriam em alternativas mais rápidas para a obtenção de períodos de serviço mais adequados. Uma outra alternativa, seria a obtenção de fatores de ajustamento para o seu efeito sobre a produção de leite, tendo em vista que Pereira et al. (1996), verificaram que esta variável constitui uma fonte importante de variação na produção de leite.

4.3.2 Herdabilidade do Período Seco

As estimativas de herdabilidade para o período seco, considerando o efeito permanente de vaca, em análise univariada, foi de 0,0004 e na bivariada foi de 0,0001, cujas as variâncias da análise univariada e as variâncias e covariâncias da análise bivariada são apresentadas nas Tabelas 17 e 18, respectivamente. Estimativas de h^2 superiores a estas foram obtidas por Valente, Teixeira e Verneque (1995), no Brasil, pelo mesmo método de estimação utilizado, porém com algumas diferenças quanto aos efeitos fixos considerados, sendo a principal delas a inclusão por estes autores da produção de leite total na lactação como covariável, obtendo uma h^2 de 0,08 na presença da covariável e de 0,12 na ausência. Valores superiores, também foram relatados por Schaeffer e Henderson (1972), os quais, utilizando o método da correlação intra-classe entre meio-irmãs paternas, obtiveram uma estimativa de h^2 para o período seco variando de 0,15 a 0,34 de acordo com a ordem de lactação; e por Funk, Freeman e Berger (1987), através da REML, que encontraram valores de 0,062 a 0,068.

Estimativas semelhantes a deste estudo foram obtidas por Moore et al. (1990) em análise multivariada para as raças Ayrshire e Holandesa, sendo estas de 0,005 e 0,013, respectivamente. Estes mesmos autores em análise univariada para a raça Holandesa, encontraram uma estimativa superior a deste trabalho, a qual foi de 0,04.

A maior participação da variância do efeito permanente de vaca e de ambiente temporário, em relação a variância aditiva, levou com que a estimativa de h^2 do período seco fosse praticamente zero.

Estimativas de h^2 superiores a deste estudo, utilizando o mesmo método de estimação e considerando o efeito permanente de vaca, foram obtidas por Makuza e McDaniel (1996), sendo estas de 0,05 e 0,08 para a segunda e terceira lactação.

Os valores quase nulos de estimativas de h^2 encontrados para o período seco, permitem dizer que esta variável é predominantemente de efeito ambiental, portanto maiores ganhos para tal característica poderiam ser obtidos através de melhorias no manejo como um todo, visto que sua fração herdável neste estudo foi quase nula. Entretanto, na literatura esta característica tem apresentado uma pequena fração herdável, mesmo quando se considera o efeito permanente do animal.

4.3.3 Repetibilidade do Período de Serviço

As estimativas de repetibilidade para o período de serviço, para as análises uni e bivariada, foram 0,06, cujas as variâncias da análise univariada e as variâncias e covariâncias da análise bivariada são apresentadas nas Tabelas 17 e 18, respectivamente. Valores superiores de estimativas haviam foram obtidos por Silva et al. (1992), nos EUA, sendo de $0,12 \pm 0,02$. As estimativas inferiores aqui encontradas, se devem a baixa variância genética aditiva e ao efeito permanente do animal para o período de serviço.

Estimativa inferior às encontradas neste estudo foram obtida por Badinga et al. (1985), a qual foi de 0,03. Enquanto que Raheja, Burnside e Schaeffer (1989), em análise multivariada envolvendo características de produção e reprodutivas, obtiveram estimativas de 0,08 da primeira para a segunda lactação, de 0,05 da primeira para a terceira lactação e de 0,09 da segunda para a terceira lactação.

Pode-se dizer então, através das estimativas obtidas neste estudo, que o desempenho do período de serviço em uma lactação não deverá se repetir na lactação subsequente. Assim, vacas que apresentam alguma dificuldade em conceber em sua primeira lactação, poderiam não repetir a mesma dificuldade nas lactações seguintes.

As estimativas de repetibilidade obtidas através do procedimento REML, sob modelo animal, têm se mostrado superiores as obtidas neste estudo, a exemplo das relatadas por Hayes, Cue e Monardes (1992), de 0,096 e por Marti e Funk (1994), de 0,143, no entanto estimativas inferiores foram obtidas por Makuza e McDaniel (1996), as quais variaram de 0,01 a 0,02 de acordo com a ordem de parto.

Considerando os valores de repetibilidade obtidos, tanto na análise univariada como na bivariada, que foram os mesmos, pode-se dizer também, que o desempenho reprodutivo em termos de período de serviço de uma vaca, em qualquer ocasião, é de pouca utilidade na predição de seu desempenho numa ocasião posterior. Talvez, a baixa estimativa de repetibilidade para esta característica seja causada pela sua própria natureza, além de envolver decisões pessoais dos produtores de leite tais como: momento de iniciar as coberturas pós-parto e definição do número máximo de serviços por concepção, adicionando-se a isto as dificuldades na detecção de cio e vários outros fatores de manejo e nutricional. Deve-se considerar que a repetibilidade é uma medida de todos os fatores genéticos e de ambiente permanente, enquanto que a variação

fenotípica é relativa à soma de todas as fontes de variação, sendo que os principais determinantes são os fatores não genéticos, especialmente os temporários.

4.3.4 Repetibilidade do Período Seco

Os valores encontrados para as estimativas de repetibilidade do período seco nas análises uni e bivariadas foram iguais (0,03), à semelhança do que ocorreu para as estimativas de repetibilidade do período de serviço. As variâncias da análise univariada e as variâncias e covariâncias da análise bivariada são apresentadas nas Tabelas 17 e 18, respectivamente. Portanto, considerar ou não a correlação entre as duas características (análise bivariada), a qual diferencia ambas as análises, não altera as estimativas. Uma possível explicação para isto, pode ser a baixa variância genética aditiva encontrada para o período seco, juntamente com a variância do efeito permanente de animal, que foi praticamente a mesma nas duas análises.

As baixas estimativas de repetibilidade para esta característica indicam que a sua predição para a lactação futura é ruim, devido à pequena variância genética e ao efeito permanente existentes, uma vez que tal característica apresenta-se altamente influenciada pelo meio ambiente. Portanto, melhoras para esta característica, também semelhantemente ao que ocorre com o período de serviço, podem ser obtidas através do aprimoramento das técnicas de manejo.

Estimativas um pouco superiores a deste estudo, foram obtidas por Makuza e McDaniel (1996), os quais encontraram valores para o período seco anterior de 0,06 e 0,09 para a segunda e terceira lactação, respectivamente, confirmando mais uma vez que o período seco apresenta uma pequena variância genética aditiva e que os efeitos temporários de ambiente possuem muito mais importância. Torna-se então, evidente que medidas repetidas para esta característica não acrescentam quase precisão alguma em programas de melhoramento genético.

4.3.5 Correlações entre Período de Serviço e Período Seco

Comumente, o período de serviço e período seco apresentam um pequeno componente genético, o que pode ser evidenciado através das baixas estimativas de herdabilidade encontradas neste trabalho e as citadas por diversos autores (Schaeffer e Henderson, 1972; Seykora e McDaniel, 1983; Marti e Funk, 1994 e Makuza e McDaniel, 1996, nos EUA; Raheja, Burnside e

Schaeffer, 1989 e Moore et al., 1992, no Canadá; Valente, Teixeira e Verneque, 1995, no Brasil). Com isto, verifica-se que estas características são muito mais de efeito ambiental do que dependente de qualquer componente genético.

Observa-se pela Tabela 19, que as correlações genética, fenotípica e de ambiente foram relativamente altas e positivas, indicando que estas duas características são fenotipicamente dependentes. No entanto, ressalta-se o fato de que, durante as análises para se estimar as correlações, houve momentos em que o programa (MTDFREML) fixava altos valores de covariância no decorrer do processo iterativo, possivelmente devido à baixa variabilidade genética das características, em especial, do período seco. Com isto, o alto valor da covariância se mantinha até o ponto de convergência, gerando desta forma, estimativas elevadas de correlação. Explicações mais detalhadas a respeito deste “comportamento” do programa são obtidas em Boldman et al. (1995).

Baseado neste estudo, pode-se dizer que o período de serviço, possivelmente apresenta uma relação biológica com o período seco, devido à razoável correlação genética positiva apresentada (0,55), o que pode estar indicando que as vacas com piores períodos de serviço apresentam maiores períodos secos.

Na literatura, as estimativas quanto a correlação fenotípica entre estas características mostram-se contraditórias. A exemplo disto, podem ser citadas as encontradas por Moore et al. (1990), que foram de 0,37 e 0,38 para as raças Ayrshire e Holandesa, respectivamente; e por Schaeffer e Henderson (1972) que foram de 0,01; -0,05 e -0,03 para a segunda, terceira e lactações seguintes, respectivamente.

Estimativas de correlação genética inferiores às encontradas no presente estudo, foram relatadas por Moore et al. (1990), os quais obtiveram estimativas de 0,44 e 0,48 para as raças Ayrshire e Holandesa, respectivamente. Contrariamente, Makuza e McDaniel (1996), no Zimbabwe, considerando também o efeito permanente de vaca, encontraram correlações de -0,15 e -0,54 na segunda e terceira lactação, respectivamente.

Tabela 19- Correlação Genética, Fenotípica e de Ambiente entre o período de serviço (PSER) e período seco (PS).

Características	Correlações		
	Genética	Fenotípica	Ambiental
PSER - PS	0,55	0,72	0,73

5 CONCLUSÕES

Os resultados obtidos no presente estudo permitem as seguintes conclusões:

- Pelas médias ajustadas de período de serviço e período seco, nota-se que estas características têm melhorado, principalmente pela melhoria nas condições de manejo dos animais;
- As estimativas de herdabilidade, extremamente baixas para o período de serviço, evidenciam que pouco se pode obter em termos de ganho genético pela seleção para esta característica;
- Os valores praticamente nulos das estimativas de herdabilidade do período seco, evidenciam que esta característica é amplamente de efeito ambiental, sugerindo que a produção de leite deve ser ajustada para esta característica;
- Pelas baixas estimativas de repetibilidade encontradas para o período de serviço e período seco, devido estas características apresentarem uma alta variação ambiental temporária, é temerário se fazer previsões destas características de uma lactação para subsequente;
- As correlações obtidas entre o período de serviço e período seco, apresentaram-se positivas e relativamente altas, mostrando que vacas com piores períodos de serviço têm maiores períodos seco.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANUÁRIO ESTATÍSTICO DO BRASIL. Rio de Janeiro: FIBGE, 1994. v.54.
- BADINGA, L.; COLLIER, R. J.; WILCOX, C. J.; THATCHER, W. W. Interrelationships of milk yield, body weight, and reproductive performance. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v.86, n.7, p.1828-1831, Jul.1985.
- BAGNATO, A.; OLTENACU, P. A. Phenotypic evaluation of fertility traits and their association with milk production of Italian Friesian cattle. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v.77, n.3, p.874-882, Mar. 1994.
- BAR-ANAN, R.; SOLLER, M. The effects of days open on milk yield and on breeding policy post partum. **Animal Production**, Edinburgh, v.29, n.1, p.109-119, Aug. 1979.
- BERGER, P. J.; SHANKS, R. D.; FREEMAN, A. E.; LABEN, R. C. Genetics aspects of milk yield and reproductive performance. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v.64, n.1, p.114-122, Jan. 1981.
- BOLDMAN, K. G.; KRIESE, L. A.; Van VLECK, L. D.; Van TASSELL, C. P.; KACHMAN, S. D. **A Manual for of MTDFREML**. A set of Programs to obtain estimates of variances and covariances (DRAFT). U.S. Department of Agriculture, Agricultural Research Service. 1995. 115p.
- BOLDMAN, K. G.; Van VLECK, L. D. Derivative-free restricted maximum likelihood estimation in animal models with a sparse matrix solver. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v.74, n.12, p.4337-4343, Dez. 1991.
- BROTHERSTONE, S. A note on the value and methods of correcting milk records for calving interval or days dry. **Animal Production**, Edinburgh, v.44, n.2, p.322-325, Apr. 1987.
- BUTHER, W. R.; SMITH, R. D. Interrelationships between energy balance and postpartum reproductive function in dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v.72, n.3, p.767-783, Mar. 1989.
- BUTTE, S. V.; DESHPANDE, K. S. Studies on dry period and service period in Friesian x Sahiwal cross-breeds. **Indian of Veterinary Journal**, Madras, v.64, n.2, p.152-155, 1987.

- CAMPOS, M. S.; WILCOX, C. J.; BECERRIL, C. M.; DIZ, A. Genetic parameters for yield and reproductive traits of Holstein and Jersey in Florida. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v.77, n.3, p.867-873, Mar. 1994.
- CASTRO, J. O. de. **Desempenho reprodutivo em rebanhos da raça Holandesa no Estado de Minas Gerais**. Lavras: ESAL, 1994. 56p. (Tese - Mestrado em Zootecnia).
- CASTRO, J. O. de; NEIVA, R. S.; OLIVEIRA, A. I. G. de; TEIXEIRA, N. M.; SILVA, A. R. P. da; et al. Avaliação da eficiência reprodutiva de rebanhos da raça holandês no Estado de Minas Gerais. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 32, Brasília, 1995. **Anais...** Brasília: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1995. p.453-455.
- COLLAO SAENZ, E. A. **Aplicação de modelos animais na estimação de parâmetros genéticos em características de carcaça de suínos**. Lavras: ESAL, 1994. 57p. (Tese - Mestrado em Zootecnia).
- DESHMUKH, B. V.; SAKHARE, P. G.; DESHPANDE, K. S. Factors affecting service period and calving interval of Jersey cows. **Indian Journal of Dairy Science**, New Delhi, v.45, n.7, p.388-389, Jul. 1992.
- DIAS, F. M.; ALLAIRE, F. R. Dry period to maximize milk production over two consecutive lactations. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v.65, n.1, p.136-145, Jan. 1982.
- DIAS, J. do P.; FONSECA, F. A.; TORRES, C. A. A.; MILAGRES, J. C. Influência de fatores de meio ambiente e manejo sobre a eficiência reprodutiva do rebanho de vacas puras e mestiças holandesas da UFV. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.14, n.1, p.119-129, jan./fev. 1985.
- ELER, J. P. **Utilização de modelos animais univariado e multivariado na avaliação genética de bovinos da raça Nelore**. Pirassununga: Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos - USP, 1994. 112p. (Tese de Livre-Docência).
- EVERETT, R. W.; ARMSTRONG, D. V.; BOYD, L. J. Genetic relationship between production and breeding efficiency. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v.49, n.3, p.879-886, Mar. 1966.
- FALCONER, D. S. **Introdução à genética quantitativa**. Trad. de Martinho de Almeida e Silva e José Carlos Silva. Viçosa, UFV, 1987. 279p.
- FERRAZ, J. B. S. **Aplicação de modelos animais na avaliação de parâmetros populacionais de características reprodutivas e produtivas de coelhos das raças Califórnia e Nova Zelândia Branca**. Pirassununga: Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos - USP, 1993. 123p. (Tese de Livre-Docência).
- FERRAZ, J. B. S. Guia prático para análise de dados segundo modelo animal em DFREML com matrizes esparsas. I. análises univariadas. **Revista Brasileira de Genética**, Ribeirão Preto, v.15, n.1, p.209-233, mar. 1992.

- FERREIRA, A. M. **Manejo reprodutivo e sua importância na eficiência da atividade leiteira.** Coronel Pacheco: EMBRAPA-CNPGL, 1991. 47p.
- FONSECA, F. A.; BRITT, J. H.; McDANIEL, B. T.; WILK, J. C.; RAKES, A. H. Reproductive traits of Holsteins and Jerseys. Effects of age, milk yield, and clinical abnormalities on involution of cervix and uterus, ovulation, estrous cycles, detection of estrus, conception rate, and days open. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v.66, n.5, p.1128-1147, May. 1983.
- FOULLEY, J. L. A simple argument showing how to derive restricted maximum likelihood. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v.76, n.8, p.2320-2324, Aug. 1993.
- FUNK, D. A.; FREEMAN, A. E.; BERGER, P. J. Effects of previous days open, previous days dry, and present days open on lactation yield. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v.70, n.11, p.2366-2373, Nov. 1987.
- GABRIEL, A. M. de A. **Produtividade e eficiência reprodutiva de um rebanho mestiço das raças Holandesa e Gir na baixada fluminense.** Itaguaí: Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 1996. 81p. (Tese - Mestrado em Veterinária).
- GENIZI, A.; SCHINDLER, H.; AMIR, S.; EGER, S.; ZARCHI, M.; FOOTE, R. H. A simulation study of the effects of the calving interval on milk yields of dairy cows in fixed time periods. **Animal Production**, Edinburg, v.55, n.3, p.309-314, Out. 1992.
- GEORGE, A.; LIU, J.; NG, E. **User guide for SPARSPAK: Waterloo sparse linear equation package.** CS - 78-30. Ontario Department Computer Science, University of Waterloo, 1980.
- GOMEZ SARMIENTO, G. Estudo sobre a eficiência reprodutiva de rebanho Mestiço Holandês-Guzerá em Sete Lagoas, Minas Gerais. **Arquivos da Escola de Veterinária da UFMG**, Belo Horizonte, v.28, p.493-495, 1976.
- GRASER, A. U.; SMITH, S. P.; TIER, B. A derivative-free approach for estimating variance components in animal models by restricted maximum likelihood. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.64, n. , p.1362-1370, May 1987.
- HANSEN, L. B.; FREEMAN, A. E.; BERGER, P. J. Yield and fertility relationships in dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v.66, n.2, p.293-305, Feb. 1983.
- HAYES, J. F.; CUE, R. I.; MONARDES, H. G. Estimates of repeatability of reproductive measures in canadian Holstein. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v.75, n.6, p.1701-1706, Jun. 1992.
- HERMAS, S. A.; YOUNG, C. W.; RUST, J. W. Genetic relationships and additive genetic variation of productive and reproductive traits in Guernsey dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v.70, n.6, p.1252-1257, Jun. 1987.

- HILLERS, J. K.; SENGER, P. L.; DARLINGTON, R. L.; FLEMING, W. N. Effects of production, season, age of cows, days dry, and days in milk on conception to first service in large commercial dairy herds. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v.67, n.4, p.861-867, Apr. 1984.
- KEOWN, J. F.; EVERETT, R. W. Effect of days carried calf, days dry, and weight of first heifers on yield. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v.69, n.7, p.1891-1896, Jul. 1986.
- KHATTAB, A. S.; ASHMAWY, A. A. Relationships of days open and days dry with production in Friesian cattle Egypt. **Journal of Animal Breeding Genetic**, Berlin, v.105, p.300-305, 1988.
- KRAGELUND, K.; HILLEL, J.; KALAY, D. Genetic and phenotypic relationship between reproduction and milk production. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v.62, n.3, p.468-474, Mar. 1979.
- LABEN, R. L.; SHANKS, R.; BERGER, P. J.; FREEMAN, A. E. Factors affecting milk yield and reproductive performance. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v.65, n.6, p.1004-1015, Jun. 1982.
- LOUCA, A.; LEGATES, J. E. Production losses dairy cattle to days open. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v.51, n.4, p.573-583, Apr. 1968.
- MAKUZA, S. M.; McDANIEL, B. T. Effects of days dry, previous days open, and current days open on yields of cows in Zimbabwe and North Carolina. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v.79, n.4, p.702-709, Apr. 1996.
- MARTI, C. F.; FUNK, D. A. Relationship between production and days open at different levels of herd production. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v.77, n.6, p.1682-1690, Jun. 1994.
- MARTINS, E. N.; LOPES, P. S.; SILVA, M. A.; REGAZZI, A. J. **Modelo linear misto**. Viçosa: UFV, 1993, 46p.
- MEYER, K. DFREML-a serie of programs to estimate variance components under an individual model. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v.33, p.31, 1988. (Suppl. 2).
- MEYER, K. Estimation of genetic parameters. In: **REVIEWS ON MOLECULAR AND QUANTITATIVE GENETICS APPROACHES IN HONOR OF ALAN ROBERTSON. Proceedings...** Evolution and Animal Breeding, CAB International, Wallingford, UK, p.159-167, 1989.
- MOORE, R. K.; KENNEDY, B. W.; SCHAEFFER, L. R.; MOXLEY, J. E. Relationships between reproduction traits, age and body weight at calving, and days dry in first lactation Ayrshires and Holsteins. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v.73, n.3, p.835-842, Mar. 1990.

- MOORE, R. K.; KENNEDY, B. W.; SCHAEFFER, L. R.; MOXLEY, J. E. Relationships between age and body weight at calving, feed intake, production, days open, and selection indexes in Ayrshires and Holsteins. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v.75, n.1, p.294-306, Jan. 1992.
- NEBEL, R. L.; MCGILLIARD, M. L. Interactions of high milk yield and reproductive performance in dairy cows. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v.76, n.10, p.3257-3268, Oct. 1993.
- O'CONNOR, JR., J. J.; OLTENACU, P. A. Determination of optimum drying off time for dairy cows using decision analysis and computer simulation. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v.71, n.11, p.3080-3091, Nov. 1988.
- OLDS, D.; COOPER, T.; THRIFT, F. A. Relationships between milk yield and fertility in dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v.62, n.7, p.1140-1144, Jul. 1979.
- OLTENACU, P. A.; ROUNSAVILLE, T. R.; MILLIGAN, R. A.; HINTZ, R. L. Relationship between days open and cumulative milk yield at various intervals from parturition for high and low producing cows. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v.63, n.8, p.1317-1327, Aug. 1980.
- PATTERSON, H. D.; THOMPSON, R. Recovery of inter-block information when block sizes are unequal. **Biometrika**, London, v.58, n.3, p.545-554, Sep. 1971.
- PEREIRA, I. G., GONÇALVES, T. de M., OLIVEIRA, A. I. G. de; BUENO, J. H. Período de serviço sobre a produção de leite e gordura em 305 dias e por dia de intervalo de parto na raça Holandesa no Estado de Minas Gerais. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 33, Fortaleza, 1996. **Anais...** Fortaleza: UFC, Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1996. p.501-503.
- POLASTRE, R. Relacionamento entre produção de leite e desempenho reprodutivo em vacas Jersey. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.12, n.4, p.589-601, jul./ago. 1983.
- QUAAS, R. L.; POLLAK, E. J. Mixed model methodology for farm and ranch beef cattle testing programs. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.51, n.6, p.1277-1287, Dez. 1980.
- RAHEJA, K. L.; BURNSIDE, E. B.; SCHAEFFER, L. R. Relationships between fertility and production in Holstein dairy cattle in different lactations. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v.72, n.10, p.2670-2678, Oct. 1989.
- RIBAS, N. P.; MILAGRES, J. C.; CASTRO, A. C. G.; TORRES, C. A. A. Influência do intervalo de partos e do período seco sobre a produção de leite, gordura e porcentagem de gordura em rebanhos holandeses da bacia de Castrolândia, Estado do Paraná. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.13, n.2, p.225-234, mar./abr. 1984.

- RIBAS, N. P.; MONARDES, H. G.; RICHTER, G. O.; HORST, J. A. Estudo do intervalo entre partos e período de serviço em vacas da raça Holandesa, na região de Witmarsum, Paraná. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 32, Brasília, 1995. **Anais...** Brasília: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1995. p.697-698.
- SADEK, M. H.; FREEMAN, A. E. Adjustment Factors for previous and present days open considering all lactations. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v.75, n.1, p.279-287, Jan. 1992.
- SAS - Institute. **SAS User's guide: Statistics**. 5. ed. Cary, 1995. 1290p.
- SCHAEFFER, L. R.; EVERETT, R. W.; HENDERSON, C. R. Lactation records for days open in sire evaluation. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v.56, n.5, p.602-607, May. 1973.
- SCHAEFFER, L. R.; HENDERSON, C. R. Effects of days dry and days open on Holstein milk production. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v.55, n.1, p.107-112, Jan. 1972.
- SEARLE, S. R.; CASELLA, G.; McCULLOCH, C. E. **Variance components**. New York: John w. Iey & Sons, Inc., 1992. 501p.
- SEYKORA, A. J.; McDANIEL, B. T. Heritabilities and correlations of lactation yields and fertility for Holsteins. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v.66, n.7, p.1486-1493, Jul. 1983.
- SHANKS, R. D.; FREEMAN, A. E.; BERGER, P. J. Relationship of reproductive factors with interval and rate of conception. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v.62, n.1, p.74-84, Jan. 1979.
- SILVA, H. M.; WILCOX, C. J.; THATCHER, W. W.; BECKER, R. B.; MORSE, D. Factors affecting days open, gestation length, and calving interval in Florida dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v.75, n.1, p.288-293, Jan. 1992.
- SILVA, M. V. G. B. da. **Utilização de modelos animais uni e bivariados no estudo das relações entre eficiência reprodutiva e produção de leite na raça Holandesa**. Belo Horizonte, UFMG, 1995. 188p. (Tese - Mestrado em Zootecnia).
- SMITH, J. W.; LEGATES, J. E. Relation of days open and days dry to lactation milk and fat yields. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v.45, n.10, p.1192-1197, Out. 1962.
- SMITH, S. P.; GRASER, H. V. Estimating variance components in a class of mixed models by restricted maximum likelihood. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v.69, n.4, p.1156-1165, Apr. 1986.
- SPALDING, R. W.; EVERETT, R. W.; FOOTE, R. H. Fertility in New York artificially inseminated Holstein herds in dairy herd improvement. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v.58, n.5, p.718-723, May. 1975.

- STEVENSON, J. S.; SCHMIDT, M. K.; CALL, E. P. Factors affecting reproductive performance of dairy cows first inseminated after five weeks postpartum. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v.66, n.5, p.1148-1154, May. 1983.
- TEIXEIRA, N. M.; VALENTE, J.; FREITAS, A. F. de; FERREIRA, W. J. Influência dos períodos de serviço e seco sobre a produção de leite em 305 dias na raça Holandesa. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 32, Brasília, 1995. **Anais...** Brasília: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1995. p.706-708.
- THOMPSON, J. R.; FREEMAN, A. E.; BERGER, P. J. Days open adjusted, annulized, and fat-corrected yields as alternatives to mature-equivalent records. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v.65, n.8, p.1562-1577, Aug. 1982.
- TONG, A. K. W.; KENNEDY, B. W.; CHICOINE, R. L.; ROY, G. L.; MOXLEY, J. E. Reproductive efficiency of artificially bred Holstein in Quebec. **Canadian Journal of Animal Science**, Ottawa, v.59, n.2, p.419-425, Jun. 1979.
- VALENTE, J.; TEIXEIRA, N. M.; VERNEQUE, R. da S. Efeitos de fatores genéticos e não genéticos sobre o período seco entre o primeiro e o segundo parto de vacas da raça Holandesa. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 31, Maringá, 1994. **Anais...** Maringá: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1994. p.225.
- VALENTE, J.; TEIXEIRA, N. M.; VERNEQUE, R. da S. Efeitos dos períodos de serviço anterior, período seco anterior e período de serviço corrente sobre a produção de leite. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 32, Brasília, 1995. **Anais...** Brasília: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1995. p.686-688.
- Van VLECK, L. D.; BOLDMAN, K. G. Sequential transformation for multiple traits for estimation of (co)variance components with Derivative free algorithm for Restricted Maximum Likelihood. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.71, n.4, p.832-849, Apr. 1993.
- VIJ, P. K.; NIVSARKAR, A. E.; BALAIN, D. S.; RAJ, D. E S. Factors affecting production performance of Tharparkar cattle. **Indian Journal of Animal Science**, New Delhi, v.62, n.8, p.772-774, Aug. 1992a.
- VIJ, P. K.; NIVSARKAR, A. E.; BALAIN, D. S.; RAJ, D. E S. Influence of inbreeding on performance of Tharparkar cattle. **Indian Journal of Animal Science**, New Delhi, v.62, n.7, p.689-691, Jul. 1992b.
- WELLER, J. I.; BAR-ANAN, R.; OSTERKORN, K. Effects of days open on annualized milk yields in current and following lactations. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v.68, n.5, p.1241-1249, May. 1985.
- YEOTIKAR, S. S.; DESHPANDE, K. S. Factors affecting dry period and calving interval in rural crossbred cows. **Indian of Veterinary Journal**, Madras, v.68, p.944-947, 1991.

