

**WILLIAM JOSÉ FERREIRA**

**ESTUDO DE TENDÊNCIA GENÉTICA E DE MEDIDAS DE  
LONGEVIDADE EM BOVINOS DA RAÇA HOLANDESA NO ESTADO  
DE MINAS GERAIS**

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-graduação em Zootecnia, para obtenção do título de “Doctor Scientiae”.

**VIÇOSA  
MINAS GERAIS - BRASIL  
2003**

**Ficha catalográfica preparada pela Seção de Catalogação e  
Classificação da Biblioteca Central da UFV**

T

F383e  
2003

Ferreira, William José, 1974-

Estudo de tendência genética e de medidas de  
longevidade em bovinos da raça holandesa no estado de  
Minas Gerais / William José Ferreira. – Viçosa : UFV,  
2003.

xii, 96f. : il. ; 29cm.

Orientador: Robledo de Almeida Torres  
Tese (doutorado) - Universidade Federal de  
Viçosa.

Referências bibliográficas: f. 92-96

1. Bovino de leite - Melhoramento genético. 2. Bovino  
de leite - Genética - Métodos estatísticos. 3. Bovino de  
leite - Seleção. 4. Bovino de leite - Registros de  
desempenho. 5. Leite - Produção. I. Universidade Federal  
de Viçosa. II. Título.

CDD 22.ed. 636.20821

WILLIAM JOSÉ FERREIRA

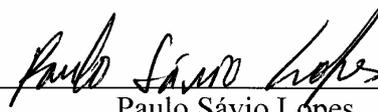
**ESTUDO DE TENDÊNCIA GENÉTICA E DE MEDIDAS DE  
LONGEVIDADE EM BOVINOS DA RAÇA HOLANDESA NO ESTADO  
DE MINAS GERAIS**

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-graduação em Zootecnia, para obtenção do título de “Doctor Scientiae”.

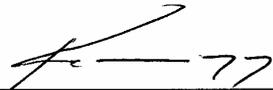
APROVADA: 30 de maio de 2003.



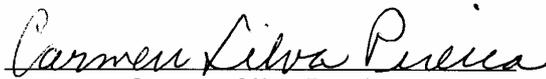
Nilson Milagres Teixeira  
(Conselheiro)



Paulo Sávio Lopes  
(Conselheiro)



Ricardo Frederico Euclides



Carmen Silva Pereira



Robledo de Almeida Torres  
(Orientador)

A Deus, fonte de força e conhecimento.

A meus pais Expedito e Ângela,  
exemplos de dedicação e trabalho,  
por minha formação e por estarem  
sempre ao meu lado, em todos os momentos.

A meus irmãos Geraldo, Auro, Mariana e  
Maria do Rosário,  
pela amizade, pelo incentivo,  
pela compreensão e pelo carinho.

A minha querida Michelle,  
pelo amor, pelo companheirismo,  
pela dedicação e pela paciência,  
principal motivo do meu esforço.

## AGRADECIMENTO

À Universidade Federal de Viçosa, pela oportunidade de realização deste curso.

Ao meu orientador, professor Robledo de Almeida Torres, pela oportunidade concedida, pela confiança, pela orientação e, principalmente, pela honrosa amizade.

Ao Dr. Nilson Milagres Teixeira, pesquisador da área de melhoramento genético animal do Centro Nacional de Pesquisa de Gado de Leite (CNPGL), da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), que não mediu esforço para transmitir experiência, conhecimentos e lições de vida.

Aos professores Ricardo Frederico Euclides, Paulo Sávio Lopes e Carmen Silva Pereira, pela amizade, pelos ensinamentos e pelas valiosas sugestões.

À Associação de Criadores de Gado Holandês de Minas Gerais (ACGHMG), pela concessão dos dados, essenciais à realização deste estudo.

Ao zootecnista Amauri Arias Wenceslau, pelos ensinamentos, pela paciência, pelo incentivo e pela amizade.

Aos amigos Aldrin, Antônio, Cláudio, Jaime, Marcos Vinícius, Paulo, Ricardo e Sérgio, pela amizade, pelo companheirismo e pela agradável convivência.

Aos companheiros de Unai, Dêner, Guilmar, Leandro e Adriane, Luiz Adriano, que o destino nos uniu pela nobre função de ensinar.

Aos meus cunhados, Paulo, Cássia e Zuleica, que mesmo distantes, completam, com muito orgulho, minha família.

Aos amigos Queiroz e Mônica, pelo carinho, pela amizade, receptividade, confiança e pelos momentos de descontração.

À professora Lillian Fernandes Ferreira, pela dedicação e paciência durante o árduo trabalho de correção do português, deste trabalho.

À Faculdade do Noroeste de Minas (FINOM), pela confiança e pelo apoio incondicional em todas as etapas da realização desta pesquisa.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão da bolsa de estudo.

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

## **BIOGRAFIA**

WILLIAM JOSÉ FERREIRA, filho de Expedito Geraldo Ferreira e Ângela Maria Defilippo Ferreira, nasceu em Astolfo Dutra, MG, em 8 de abril de 1974.

Em agosto de 1992, iniciou o curso superior de Tecnologia em Processamento de Dados, no Centro de Ensino Superior de Juiz de Fora, em Juiz de Fora, MG, onde graduou-se em 1996.

De janeiro de 1993 a outubro de 1994, foi bolsista da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), no Centro Nacional de Pesquisa de Gado de Leite (CNPGL), na área de socioeconomia, que desenvolveu atividades no subprojeto “Mapeamento da Estrutura de Produção, Institucional e do Mercado de Leite no Brasil”, sob a orientação da pesquisadora Dra. Rosângela Zoccal.

De novembro de 1994 a fevereiro de 1997, foi bolsista de Iniciação Científica do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), na EMBRAPA/CNPGL, na área de Melhoramento Animal, desenvolvendo atividades no subprojeto “Estimativa de Parâmetros Genéticos e Ambientes de Características de Conformação e Manejo na Raça Gir”, sob a orientação dos pesquisadores Drs. Rui da Silva Verneque e Roberto Luiz Teodoro.

Em março de 1997, iniciou o curso de Mestrado em Zootecnia, na área de Melhoramento Genético Animal, na Universidade Federal de Viçosa, em Viçosa, Minas Gerais.

Em 22 de março de 1999, submeteu-se aos exames finais de defesa de tese para obtenção do título de *Magister Scientiae* em Zootecnia, na Universidade Federal de Viçosa, em Viçosa, Minas Gerais.

Em abril de 1999, iniciou o curso de Doutorado em Zootecnia, na área de Melhoramento Genético Animal, na Universidade Federal de Viçosa, em Viçosa, Minas Gerais.

Em julho de 2000, recebeu o prêmio Professor Octávio Domingues - Mensão Honrosa, pela tese apresentada no mestrado, concedido pela Sociedade Brasileira de Zootecnia, na XXXVII Reunião Anual, realizada em Viçosa, Minas Gerais.

Em 30 de maio de 2003, submeteu-se aos exames finais de defesa de tese para obtenção do título de *Doctor Scientiae* em Zootecnia.

## CONTEÚDO

	Página
RESUMO .....	ix
ABSTRACT .....	xi
INTRODUÇÃO GERAL .....	1
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	7
CAPÍTULO 1	
Tendência Genética da Produção de Leite em Rebanhos da Raça Holandesa no Estado de Minas Gerais .....	9
Resumo.....	9
Abstract .....	10
Introdução.....	11
Revisão de Literatura .....	13
Material e Métodos .....	19
Resultados e Discussão .....	27

	Página
Conclusões .....	35
Referências Bibliográficas .....	36
Apêndice.....	39
<b>CAPÍTULO 2</b>	
Avaliação Genética de Bovinos da Raça Holandesa no Estado de Minas Gerais para Medidas de Longevidade.....	46
Resumo.....	46
Abstract .....	47
Introdução.....	48
Revisão de Literatura .....	51
Material e Métodos.....	66
Resultados e Discussão.....	74
Conclusões .....	88
Referências Bibliográficas .....	89

## RESUMO

FERREIRA, William José, D.S., Universidade Federal de Viçosa, maio de 2003.  
**Estudo de tendência genética e de medidas de longevidade em bovinos da raça Holandesa no estado de Minas Gerais.** Orientador: Robledo de Almeida Torres. Conselheiros: Nilson Milagres Teixeira e Paulo Sávio Lopes.

Utilizaram-se 49.927 registros de produção de leite de 27.209 vacas da raça Holandesa, filhas de 889 touros, pertencentes a 360 rebanhos, no período de 1980 a 2002, provenientes do Serviço de Controle Leiteiro da Associação dos Criadores de Gado Holandês de Minas Gerais. Os valores genéticos de vacas e touros foram obtidos por meio de um modelo animal e usados para estimação das médias dos diferenciais de seleção e tendências genéticas considerando-se quatro trilhas conectas a duas gerações. As análises foram realizadas por meio do sistema MTDFREML. O modelo de análise incluiu: os efeitos fixos de rebanho-ano-estação de parto, grupo genético, idade da vaca no parto como co-variável (efeitos linear e quadrático) e os efeitos aleatórios de animal, permanente de meio e erro. As estimativas do diferencial de seleção médio para as trilhas touros pais de touros (SB) e touros pais de vacas (SC), ponderadas pelo número de filhos foram, respectivamente, -55,82 e 46,72 e não-ponderadas foram -62,89 e 18,33

kg, respectivamente. A estimativa do diferencial de seleção médio para as trilhas vacas mães de touros (DB) e vacas mães de vacas (DC) foram, respectivamente, -33,48 e 11,29 kg. O ganho genético anual foi de 6,71 kg. Os diferenciais de seleção indicaram maior eficiência na seleção de touros pais de vacas e vacas mães de vacas. As estimativas de tendências genéticas obtidas estão muito aquém do possível, sugerindo que as práticas de seleção no período deixaram a desejar. A partir do conjunto de dados iniciais foram selecionados registros de produção e reprodução de 7.601 vacas, filhas de 489 touros, nascidas de 1977 a 1993, pertencentes a 217 rebanhos, cujo objetivo era estimar parâmetros genéticos, fenotípicos e de meio ambiente para medidas de longevidade, estimar correlações, prever valores genéticos para os animais e sugerir uma medida de longevidade apropriada para avaliações genéticas. As medidas de longevidade analisadas relacionadas à vida produtiva ou útil dos animais foram: número de lactações iniciadas, produção total nas lactações, número total de dias durante todas as lactações, tempo entre o nascimento e o último controle leiteiro e tempo entre a data do primeiro parto e o último dia de controle leiteiro. As outras medidas de longevidade analisadas relacionaram-se à capacidade de sobrevivência até um determinado tempo: sobrevivência até 36, 48, 60, 72 e 84 meses e sobrevivência até 12, 24, 36, 48 e 54 meses após o primeiro parto. As análises foram realizadas por meio do sistema MTDFREML, com modelo animal que incluiu os efeitos fixos de rebanho-ano-estação do parto, grupo genético e os efeitos aleatórios de animal e erro. As herdabilidades estimadas para medidas de longevidade, relacionadas à vida produtiva ou útil dos animais variaram de 0,07 a 0,10. Para as medidas relacionadas à capacidade de sobrevivência até um determinado tempo, as herdabilidades estimadas foram de 0,01 a 0,12. As correlações genéticas e fenotípicas entre as medidas de longevidade variaram de 0,72 a 1,0 e de -0,11 a 0,83, respectivamente. Em virtude de sua importância na economicidade dos sistemas de produção, devem ser viabilizadas maneiras de contemplar longevidade, em avaliações genéticas de bovinos para produção de leite.

## ABSTRACT

FERREIRA, William José, D.S., Universidade Federal de Viçosa, May 2003.  
**Genetic trend and measures of longevity of Holstein cattle in the State of Minas Gerais.** Adviser: Robledo de Almeida Torres. Committee members: Nilson Milagres Teixeira and Paulo Sávio Lopes.

Milk production records of 49,927 lactations from 27,209 Holstein cows daughters of 889 sires born from 1980 to 2002 in 360 herds supervised by the Holstein Association of the State of Minas Gerais were used. Sire and cow breeding values from an animal model were used to estimate average genetic selection differentials and genetic trends for the four paths of selection connecting two generations. MTDFREML was used. The model of analysis accounted for the fixed effects of herd-year-season of calving, genetic group, age of calving as covariate (linear and quadratic) and the random effects of animal, permanent environment and error. The average selection differentials for sire of bulls (SB) and sires of cows (SC), weighted by number of progenies, were, respectively, -55.82 and 46.72 and unweighted -62,89 and 18,33 kg, respectively. The estimates for dams of bulls (DB), and dams of cows (DC) were, respectively, -33.48, and 11.29 kg. The annual genetic gain was 6.71 kg. Selection differentials indicated greater efficiency for paths of sires of cows and dams of cows.

Estimates of genetic trend were much less than theoretically possible, suggesting that the selection practices in the period of study were far from the optimum for maximum improvement of milk production. Production and breeding records of 7,601 cows born from 1977 to 1993, daughters of 489 sires in 217 herds were obtained from the initial data set to estimate genetic, phenotypic and environmental parameters for longevity measures, to predict animal breeding values and to suggest a measure of longevity appropriate for genetic evaluations. The measures of longevity related to productive life of the animals were number of lactations initiated, production over all lactations, days in lactation over all lactations, time between birth and last test day and time between first calving and last test day. Other lifetime measures were stayabilities (dead or alive) to 36, 48, 60, 72, and 84 month of age and stayability until 12, 24, 36, 48 or 54 months after first calving. MTDFREML with animal model that included the fixed effects of herd-year-season of calving, genetic group and the random effects of animal and error were used. Heritability estimates for longevity measures related to productive life were 0.07 to 0.10 and related to stayability were 0.01 to 0.12. Genetic and phenotypic correlations among measures of stayability were 0.72 to 1.0 and -0.11 to 0.83, respectively. Since longevity is important for the profitability of dairy production systems it should be considered in dairy cattle genetic evaluations.

## **INTRODUÇÃO GERAL**

Em economia o agronegócio é entendido como a soma total das operações de produção e distribuição de suprimentos agrícolas; as operações de produção nas unidades, o armazenamento, processamento e distribuição dos produtos agrícolas e itens derivados. O agronegócio brasileiro é responsável por cerca de 1/3 do produto interno bruto (PIB) do Brasil: emprega 38% da mão-de-obra e é responsável por 36% das importações nacionais. É o setor mais importante da economia brasileira, tanto no aspecto social quanto econômico.

O valor da produção da atividade agropecuária, no ano de 1996, representou 7,3% do valor da produção total do país (recursos de bens e serviços). A produção de leite mereceu posição de destaque, pois foi responsável por 6,3% do valor da produção da atividade agropecuária e 0,5% do valor da produção total do Brasil. De 1980 a 1999, o PIB agropecuário representou 9,9% do PIB brasileiro (EMBRAPA – GADO DE LEITE, 2003).

Para destacar ainda mais a importância do setor agropecuário para economia nacional, constata-se que no período de 1980 a 1999 o PIB agropecuário cresceu 107,2%. Por outro lado, o crescimento do PIB dos setores industrial e de serviços foi, respectivamente, de 65,7 e 84,8%, enquanto o PIB do

Brasil cresceu 52,4%. Nos anos de 2000, 2001 e 2002, o PIB agropecuário correspondeu a 6,9, 7,1 e 7% do PIB brasileiro.

No crescimento do setor agropecuário e de agronegócios, a produção de leite do Brasil sempre teve importante influência. No ano de 2002, o valor bruto da produção de leite do país representou 2% do valor bruto da produção do agronegócio, 6,7% do valor bruto da produção da agropecuária e 16% do valor bruto da produção da pecuária. De 2001 para 2002, o valor bruto da produção de leite brasileira cresceu 10,2%.

De acordo com TOLEDO (2003), o comportamento recente da produção de leite fornece indícios de concentração de produção nos maiores e mais eficientes produtores, que utilizam mais intensivamente tecnologias que possibilitam elevar a competitividade. O aumento da competição, ao reduzir as margens de lucro unitário, força os produtores a investirem não só na elevação da produtividade como também no volume de produção. Para GOMES (2000), diante da nova realidade sócio-econômica, o setor leiteiro está sendo obrigado a rever suas estruturas e mecanismos de funcionamento, não havendo lugar para produtores com baixas produtividades.

Segundo FARIA (2000), percebe-se que existem dificuldades reais para introdução do conceito empresarial no setor produtivo e de investimentos em tecnologia, o que dificulta campanhas de assistência técnica, crédito orientado e impede a aglutinação dos produtores em associações fortes e representativas.

O maior desafio é encontrar soluções para o aumento da escala de produção, dada a nova situação do mercado, principalmente pela redução dos preços do leite. Tanto no final da década passada, quanto em 2001, o preço do leite se manteve em queda no mercado interno, desestimulando os investimentos em genética, alimentação e sanidade.

Apesar de fatores desfavoráveis, no ano 2002, o Brasil foi o 6º maior produtor de leite do mundo (ZOCCAL, 2003), com uma produção de 23.260 milhões de litros, representando 4,7% da produção total mundial. Na América do

Sul, o Brasil ocupa o primeiro lugar em termos de produção, representando 50,4% da produção total dos países sul-americanos.

No Brasil, o estado de Minas Gerais tem se destacado com uma produção de leite relevante para o crescimento do setor. Em 2001, Minas Gerais ocupou o primeiro lugar em termos de produção de leite no país, produziu 5.981 milhões de litros de leite, o que representou 29,2% da produção nacional. De 2000 para 2001, a produção de leite no estado de Minas Gerais cresceu 38,5% e no Brasil o crescimento foi de 36%.

Entretanto, os índices de produtividade da pecuária de leite nacional ainda são baixos. Embora tenha havido uma evolução considerável nos últimos dez anos, em termos de produtividade, os aumentos obtidos ainda são insuficientes para suprir a demanda interna. No ano de 1992, a produtividade obtida no país foi 771 litros de leite por vaca/ano. Em 2002, a produtividade em termos de litros de leite por vaca/ano foi de 1.136, o que valeu ao Brasil a 15ª posição mundial. No estado de Minas Gerais, a produtividade em 2001 foi de 1.337 litros de leite por vaca/ano.

A Organização Mundial de Saúde estabelece a necessidade de um consumo mínimo per capita de 150 litros de leite por habitante/ano. O Ministério da Saúde do Brasil considera como ideal um consumo de 200 litros de leite por habitante/ano, seja na forma fluída ou de derivados. No entanto, o consumo nacional está em torno de 127 litros por habitante/ano (VILELA, 2003).

Para atender à recomendação de consumo de leite por habitante/ano, a demanda de produção, no Brasil em 2000, foi de 35.658 milhões de litros de leite. Por outro lado, no ano de 2000, a produção foi de 19.767 milhões de litros de leite, o que provocou um *déficit* de 15.891 milhões de litros de leite.

Dessa maneira, com os novos rumos do comércio em nível nacional e internacional e o aumento da competitividade na busca de novos mercados, a produção de alimentos tende a procurar saídas para um crescimento em quantidade e qualidade. Assim, o melhoramento genético animal se mostra fundamental para o progresso dessas atividades, uma vez que tem como objetivo

principal a utilização da variação genética entre os indivíduos, para aumentar qualitativa e quantitativamente a produção dos animais domésticos.

A produção animal baseia-se prioritariamente em três pilares de sustentação: a nutrição, o manejo e a genética. Somente a melhoria conjunta desses fatores pode conferir maiores índices produtivos e, possivelmente, maior rentabilidade ao sistema produtivo.

Para que isso ocorra, é necessária a utilização de animais geneticamente superiores. Porém, a identificação destes torna-se difícil, à medida que a maioria das características de importância econômica são de natureza quantitativa, apresentam variação contínua, são determinadas por vários genes e ainda dependem do ambiente e manejo utilizado. Outros fatores que dificultam o melhoramento dos grandes animais são: o baixo número de descendentes, o grande número de indivíduos a serem utilizados, o elevado custo de manutenção e o grande intervalo de geração.

Para selecionar um indivíduo, a primeira tarefa é obter predições acuradas dos valores genéticos dos animais disponíveis para seleção. Boas predições dependem da qualidade dos dados, qualidade das estimativas de parâmetros genéticos e do uso de modelos apropriados.

A taxa de melhoramento genético, ou progresso genético depende da acurácia da seleção, intensidade de seleção, intervalo de geração e da variação genética existente. Nesse processo, o reprodutor tem importância fundamental, uma vez que sua contribuição no ganho genético para geração seguinte é muito maior do que a da fêmea, e será tanto maior quanto maior for o uso da inseminação artificial.

Os maiores progressos alcançados no processo seletivo dos animais podem ser atribuídos às contribuições feitas por HENDERSON (1963), que desenvolveu a teoria dos modelos mistos. Essa metodologia permite a solução de equações para obtenção de preditores não-viesados dos valores genéticos, que resulta numa maior acurácia na seleção dos animais. O grande impacto para aplicação prática dos modelos mistos deve-se a HENDERSON (1975), que

determinou um método rápido para calcular a inversa da matriz de parentesco, em que se reduz consideravelmente a demanda computacional e é, portanto, aplicável a grandes conjuntos de dados. Outro fato importante foi o surgimento do modelo animal reduzido, proposto por QUAAS e POLLAK (1980), o qual permite avaliar qualquer indivíduo, inclusive os que não possuem observações, a partir das relações de parentesco com os demais.

O ganho genético obtido em rebanhos bovinos nos últimos anos é, predominantemente, devido à seleção de machos, os quais em virtude da inseminação artificial, podem ser avaliados com maior acurácia e serem utilizados mais intensamente. A intensidade de seleção em mães de touros, por outro lado, pode ser também aumentada, pela transferência de embriões.

Com todos os recursos disponíveis, para maximização da eficiência dos sistemas de produção é necessário conhecer as fontes de variações genéticas e não genéticas que influenciam o desempenho dos animais, eliminando-se as diferenças proporcionadas pelo ambiente, o que facilita a identificação de animais geneticamente superiores. Uma das maneiras de se monitorar os resultados da seleção é a avaliação do progresso genético alcançado, por meio da estimação de tendências genéticas.

O ganho genético anual esperado, proveniente da seleção artificial, é função da intensidade de seleção nos machos e fêmeas, da acurácia na predição do valor genético verdadeiro, da variação genética da característica selecionada e do intervalo de gerações. Espera-se maior ganho anual quanto maior forem a intensidade de seleção, a acurácia na predição do valor genético e a variabilidade genética e menor for o intervalo de geração. Apesar dos avanços obtidos na área de informática e de estatística para obtenção de predições de valores genéticos dos animais, cada vez mais próximos dos verdadeiros, o que se observa no Brasil, nos diversos trabalhos realizados sobre tendências genéticas, é uma baixa resposta à seleção ao longo dos anos (DURÃES et al., 2001; FREITAS et al., 2000). Se, presumivelmente, os métodos estatísticos de avaliação genética estão corretos ou pelo menos, se são de alta acurácia, a baixa resposta à seleção pode,

então, ser atribuída a outros fatores, tais como: baixa qualidade dos dados coletados, baixa intensidade de seleção, taxa de reposição inadequada, variabilidade genética baixa, alto intervalo de gerações e influência da interação genótipo x ambiente.

Em gado de leite, algumas características denominadas funcionais, como longevidade e saúde do animal precisam ser consideradas em programas de melhoramento genético, pois afetam a rentabilidade da atividade produtiva. Para que os animais sejam economicamente viáveis ao sistema de produção de leite, algumas características são desejáveis, tais como: alto rendimento de leite com alta porcentagem de gordura e proteína, vida produtiva longa, problemas reprodutivos mínimos, conformação que reduz a incidência de mastite e doenças de casco, resistência a doenças e conversão alimentar eficiente. Assim, avaliações genéticas para características de longevidade são úteis como um auxílio à seleção e melhoria na economicidade da atividade.

Por isso, objetivou-se com este trabalho realizar um estudo de tendência genética e de medidas de longevidade em bovinos da raça Holandesa, no estado de Minas Gerais.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- DURÃES, M.C., FREITAS, A.F., VALENTE, J. et al. 2001. Tendência genética para a produção de leite e de gordura em rebanhos da raça Holandesa no Estado de Minas Gerais. *Rev. Bras. Zootec.*, 30(1):66-70.
- EMBRAPA – GADO DE LEITE. Leite em números. Cnppl.embrapa.br. Disponível em: < <http://www.cnppl.embrapa.br/leite/index.php>>. Acesso em: 04 de maio de 2003.
- FARIA, V.P. 2000. Problemas para a produção de leite no Brasil. *Preços agrícolas, mercados e negócios agropecuários*, 14(160):3.
- FREITAS, A.F., DURÃES, M.C., TEIXEIRA, N.M. 2000. Parâmetros genéticos da produção de leite de animais da raça Holandesa mantidos em sistema intensivo de produção do tipo *free stall*. *Rev. Bras. Zootec.*, 29(6):2008-2012. Suplemento 1.
- GOMES, A.P. 2000. Quantos permanecerão no leite? *Balde Branco*, 36(432):72-80.
- HENDERSON, C.R. Selection index and expected genetic advance. *In: National Academy of Science/National Research Council – NAS/NRC. Statistical genetics and plant breeding*. Washington, D.C.: 1963. p. 141-163.
- HENDERSON, C.R. 1975. Rapid method for computing the inverse of a relationship matrix. *J. Dairy Sci.*, 58(11):1727-1730.

QUAAS, R.L., POLLAS, E.J. 1980. Mixed model methodology for farm and ranch beef cattle testing programs. *J. Anim. Sci.*, 51(6):1277-1287.

TOLEDO, C.P. Sustentabilidade social do sistema de produção de leite no Brasil. Agronline.com.br. Disponível em: <<http://www.agronline.com.br/artigos/artigo.php?id=37>>. Acesso em: 04 de maio de 2003.

VILELA, D. 2003: perspectivas positivas para a pecuária de leite. Cnpogl.embrapa.br. Disponível em: <<http://www.cnpogl.embrapa.br/artigos/index.php>>. Acesso em: 04 de maio de 2003.

ZOCCAL, R, D. O leite de que o Brasil precisa. Cnpogl.embrapa.br. Disponível em: <<http://www.cnpogl.embrapa.br/artigos/index.php>>. Acesso em: 04 de maio de 2003.

## Capítulo 1

### **Tendência Genética da Produção de Leite em Rebanhos da Raça Holandesa no Estado de Minas Gerais**

**Resumo** - Foram utilizados 49.927 registros de produção de leite de 27.209 vacas da raça Holandesa, em 360 rebanhos no período de 1980 a 2002, coletados pela Associação dos Criadores de Gado Holandês de Minas Gerais. Valores genéticos de vacas e touros obtidos por meio de modelo animal foram usados para estimação das médias dos diferenciais de seleção e tendências genéticas, considerando-se as quatro trilhas conectando duas gerações. As médias dos diferenciais de seleção para touros pais de touros (SB), vacas mães de touros (DB), touros pais de vacas (SC) e vacas mães de vacas (DC), as quais foram: -55,82, -33,48, 46,72 e 11,29 kg respectivamente. O modelo de análise incluiu os efeitos fixos de rebanho-ano-estação de parto, grupo genético, idade da vaca no parto como co-variável (efeitos linear e quadrático) e os efeitos aleatórios de animal, permanente de meio e erro. O ganho genético anual foi de 6,71 kg. O intervalo médio de gerações foi de 4,5 anos. Os diferenciais de seleção indicaram maior eficiência na seleção de SC e DC. O ganho genético anual para produção de leite foi baixo. As taxas de ganhos genéticos podem ser aumentadas por meio de mudanças nos critérios de seleção dos animais.

**Palavras-chave:** Avaliação genética, diferencial de seleção, ganho genético, método REML, modelo animal.

## Chapter 1

### Genetic trends for milk production in Holstein herds from the State of Minas Gerais

**Abstract** - Production records from 49,927 lactations of 27,209 Holstein cows in 360 herds from 1980 to 2002 collected by Holstein Association of the State of Minas Gerais were used. Sire and cow breeding values from an animal model were used to estimate average genetic selection differentials and genetic trends for the four paths of selection connecting two generations. The average selection differentials for sire of bulls (SB), dams of bulls (DB), sires of cows (SC) and dams of cows (DC) were, respectively, -55.82, -33.48, 46.72 and 11.29 kg. The model of analysis accounted for the fixed effects of herd-year-season of calving, genetic group, age of calving as covariate (linear and quadratic) and the random effects of animal, permanent environment and error. The annual genetic gain was 6.71 kg. The average generation interval was 4.5 years. Selection differentials indicated greater efficiency for paths of sires of cows and dams of cows. Greater genetic gains could be obtained through changes in selection criteria.

**Keywords:** genetic evaluation, selection differentials, genetic trend, REML, animal model.

## Introdução

As características de importância econômica em gado de leite são em sua maioria quantitativas, isto é, dependem de efeitos de grande número de genes e também de fatores de meio ambiente. Também o progresso no desempenho de uma população, para qualquer característica, possui um componente genético e outro de ambiente. Em qualquer programa de melhoramento genético é importante o monitoramento do progresso genético, para possibilitar ajustes necessários à sua otimização. Para tanto, utilizam-se tendências genéticas ou ganhos genéticos por unidade de tempo.

Desde a década de 50, em vários países, vêm sendo divulgadas estimativas de ganhos genéticos anuais ou tendências genéticas, empregando-se diferentes metodologias de estimação. Os valores encontrados, em geral, variam com a metodologia empregada.

RENDEL e ROBERTSON (1950) relataram que são possíveis ganhos genéticos anuais para produção de leite de até 2% da média. Para isso, é necessária intensa e precisa seleção dos animais a serem utilizados como pais de touros e de vacas, bem como redução do intervalo de gerações. Segundo VAN TASSEL e VAN VLECK (1991) vários autores, em suas pesquisas, sugerem razões para ganhos inferiores ao esperado como: ênfase em outras características diferentes de produção de leite; tratamento preferencial; baixa intensidade de seleção de touros pais de touros e longos intervalos de geração para touros e vacas selecionados como pais de touros.

Em um estudo realizado por VAN TASSELL e VAN VLECK (1991) foi verificado que o ganho genético observado foi menor que o esperado, em virtude dos longos intervalos de geração e os diferenciais de seleção, menores que os teoricamente possíveis.

Objetivou-se com este trabalho estimar diferenciais de seleção e tendências genéticas para produção de leite de vacas da raça Holandesa, no Estado de Minas Gerais, para as quatro trilhas de seleção propostas por RENDEL

e ROBERTSON (1950): touros pais de touros (SB), vacas mães de touros (DB), touros pais de vacas (SC) e vacas mães de vacas (DC).

## Revisão de Literatura

HINTZ et al. (1978), nos Estados Unidos, obtiveram estimativa de tendência genética de 35,8 kg de leite, para animais da raça Holandesa no período de 1961 a 1974.

POWELL e WIGGANS (1991) avaliaram o ganho genético para produção de leite de rebanhos da raça Holandesa do México, usaram modelo animal em 123.397 lactações de 50.538 vacas e 4.573 touros. O ganho genético estimado, ajustando uma curva quadrática para os valores genéticos médios sobre ano de nascimento, foi de 87 kg.

BURNSIDE et al. (1992) analisaram os dados coletados de 1972 a 1988 de rebanhos da raça Holandesa da Itália, utilizando modelo animal para estimar os valores genéticos para leite, gordura e proteína. Os pesquisadores verificaram que o ganho genético anual para essas características, estimado pela mudança da média do valor genético sobre o ano de nascimento, aumentou de 0,08 desvios-padrão até 1984 e de 0,25 a 0,30 de 1985 a 1988. Nesse trabalho ainda, os autores observaram mudanças genéticas médias anuais de 173 kg na produção de leite e de 6,33 kg na produção de gordura.

TEIXEIRA et al. (1994) estimaram tendência genética na produção de leite da raça Holandesa, no Estado do Paraná, no período de 1980 a 1988. Utilizaram 8.882 primeiras lactações das filhas de 143 touros, pertencentes a 79 rebanhos e dois métodos para estimar a tendência genética. O Método I baseou-se em um procedimento de regressão ponderada das constantes de quadrados-mínimos para anos sobre anos. O modelo para produção na primeira lactação, corrigida para idade e 305 dias, incluiu os efeitos fixos de rebanho, ano, estação (Modelo A), mais o efeito fixo de touro dentro de rebanho (Modelo B). O coeficiente de regressão ponderada, obtido pelo modelo A, forneceu estimativa de tendência fenotípica de 44 kg de leite. A tendência genética estimada, dobrando-se a diferença entre os coeficientes obtidos pelos modelos B e A, foi de 128 kg. No Método II, as estimativas para tendência genética foram obtidas como

mudança nos méritos genéticos dos touros com valores de 139 kg, quando o valor genético do touro foi obtido com base no ano de parto da sua primeira filha, e de 94 kg, quando foi obtido com base no ano em que teve maior número de filhas.

FREITAS et al. (1995) utilizaram 3.568 lactações, de 2.249 vacas da raça Holandesa, filhas de 69 touros, mantidas em 115 rebanhos de Minas Gerais, durante os anos de 1987 a 1992, para estimar tendências genéticas da produção de leite. As estimativas dos valores genéticos dos touros foram obtidas pelo modelo animal. Para obterem estimativas de ganhos anuais do mérito genético para produção atribuídas aos touros, os autores utilizaram regressão das médias dos valores genéticos ponderadas pelo número de filhas, estimadas para cada ano, utilizando apenas os anos em que os touros tiveram maior número de filhas. A tendência genética foi estimada como o dobro do coeficiente de regressão linear dos valores médios anuais em função do ano de parto. A tendência encontrada para produção de leite foi de  $20,4 \pm 5,0$  kg por ano ou 0,39% da média do Estado.

Com o objetivo de avaliar a tendência genética de um rebanho mantido sob regime de confinamento do tipo “free-stall” nas condições edafo-climáticas da zona da mata de Minas Gerais, DURÃES et al. (1996) utilizaram informações dos primeiros partos de 160 novilhas da raça Holandesa ocorridos entre 1989 e 1994, no Sistema Intensivo de Produção (EMBRAPA-CNPGL-Coronel Pacheco, MG). Para isso, utilizaram três métodos. No primeiro, obteve-se as estimativas anuais do mérito genético do rebanho, atribuído aos touros, utilizando-se a Capacidade Predita de Transmissão (PTA) dos pais das novilhas. As estimativas da tendência genética foram obtidas pela regressão das médias ponderadas das PTA's para cada ano sobre ano de parto, sendo a tendência genética o dobro da regressão linear dos valores médios anuais sobre o ano. No segundo método, utilizou-se de procedimento de regressão ponderada, e as médias foram estimadas adotando-se o método de quadrados mínimos, com a utilização de dois modelos, com e sem a presença da variável touro. Foi usada amostra dos dados dos touros que tinham mais de três filhas. A tendência genética foi obtida por meio da expressão:  $\Delta G = 2[b(\Delta G + \Delta E) - b(\Delta G/2 + \Delta E)]$ . Para as estimativas de tendência

de ambiente, subtraíram-se das tendência fenotípicas, as tendência genéticas estimadas. O terceiro método baseou-se em procedimentos de análise de regressão ponderada do desempenho (P) das filhas dos touros em relação ao tempo (T), visto que, normalmente os touros possuem progênes nascidas ao longo de vários anos, fornecendo uma continuidade de genótipos, por meio da qual pode-se estimar as tendências genéticas no rebanho. As estimativas da tendência genética obtidas para produção de leite até 305 dias de lactação variaram de 56 a 182 kg, de acordo com o método utilizado. Com base nos resultados, os autores concluíram que a tendência genética estimada, embora um pouco elevada, reflete a melhoria genética decorrente da escolha de reprodutores geneticamente superiores.

Segundo VERNEQUE et al. (1996) valores estimados da tendência genética, em rebanhos mestiços, zebuínos ou holandeses no Brasil, variaram de zero a 139 kg de leite, com a maioria dos valores entre 40 a 80 kg.

NIZAMANI e BERGER (1996), em rebanhos da raça Jersey, encontraram 77,02 kg para mudança genética na produção de leite.

COSTA et al. (1999), utilizando registros de produção de leite, na primeira lactação, ajustada para 305 dias, idade, estação e ordem de parto, de 29.413 vacas da raça Holandesa, no Brasil, estimaram tendência genética no período de 1977 a 1990, com um modelo de touro, e análise bivariada, pelo método da Máxima Verossimilhança Restrita (REML), em um procedimento livre de derivações. A tendência genética para produção de leite foi estimada pela regressão da média ponderada das PTA's de touros para cada ano sobre ano. As estimativas de ganho genético anual não-ponderado e ponderado, pelo número de filhas de touros pais de vacas, obtidas por esses autores, foram 24,0 e 33,0 kg/ano de leite, para as vacas nascidas entre 1977 e 1990.

Trabalhando com produção total de leite e produção até 305 dias de lactação de animais da raça Jersey, nos Estados Unidos, no período de 1969 a 1987, ROMAN et al. (1999) encontraram ganhos genéticos anuais entre 36,8 a 41,0 kg.

FREITAS et al. (2000) analisaram a produção de leite em 305 dias de lactação e utilizaram para isso os dados de 440 lactações iniciadas no período de 1989 a 1996, de 202 vacas da raça Holandesa, filhas de 83 touros mantidas no sistema intensivo de produção de leite da Embrapa-Gado de Leite, em Coronel Pacheco-MG. As análises estatísticas foram realizadas por intermédio da metodologia dos modelos mistos, usando-se máxima verossimilhança restrita e modelo animal. As tendências genéticas foram estimadas por meio de regressão ponderada das PTA's das vacas por ano de nascimento das mesmas sobre o ano. A estimativa de tendência genética entre 1987 e 1995 foi de  $0,46 \pm 11$  kg por ano, o que representou 0,01% da média de produção do rebanho, sendo que, de 1990 a 1994, foi de  $32,2 \pm 16$  kg por ano (0,48%). A partir dos resultados obtidos os autores concluíram que a tendência genética para produção de leite durante todo o período estudado foi baixa, indicando lento progresso no melhoramento genético dos animais do sistema. Contudo, nos últimos anos, essa tendência aumentou, provavelmente, devido a uma escolha criteriosa do sêmen dos touros (PTA > 500 kg) utilizados no sistema. As tendências genéticas para produção de leite foram diferentes em diversas regiões ou épocas, devido aos critérios de seleção adotados em cada local e rebanho. Outros interesses podem determinar a escolha do reprodutor a ser utilizado no rebanho, às vezes em detrimento da produção de leite, como características de conformação, visando a um animal para exposições ou com melhor conformação de úbere para suportar alta produção de leite. O ganho genético também pode variar dependendo da variação genética existente na população.

De acordo com HANSEN (2000) a tendência genética para produção de leite na raça Holandesa, nos Estados Unidos, aumentou consideravelmente ao longo dos anos. A tendência genética média foi de 37 kg durante a década de 60, 79 kg durante a década de 70, 102 kg durante a década de 80 e 116 kg de 1990 a 1996. Segundo o autor, os programas de melhoramento em gado de leite, nos Estados Unidos, têm sido cada vez mais eficientes, sendo que os objetivos principais desses programas estão direcionados para características produtivas,

sobretudo, para produção de leite, o que resulta em aumentos dos índices de tendência genética. Além disso, a alta intensidade de seleção praticada nos programas de melhoramento também é um fator que tem contribuído para o rápido progresso genético.

ABDALLAH e McDANIEL (2000a), obtiveram ganho genético anual de 80,9 kg de leite, em um estudo onde utilizaram registros de produção de animais da raça Holandesa, nos Estados Unidos, no período de 1971 a 1993. Também ABDALLAH e McDANIEL (2000b), trabalharam com 23.052 registros de produção de leite de 8.575 vacas, nascidas no período de 1950 a 1993, com até seis partos, filhas de 681 touros, pertencentes a cinco rebanhos, nos Estados Unidos, observaram ganhos genéticos anuais de -2,5, 27,9, 36,7 e 94,7 kg nos períodos de 1950 a 1960, 1960 a 1970, 1970 a 1980 e 1980 a 1993, respectivamente.

Trabalhando com produção de leite de vacas da raça Holandesa, DURÃES et al. (2001a) estimaram tendências genéticas para animais puros de origem (PO) e puros por cruza (PC) no Estado de Minas Gerais, no período de 1986 a 1996. As tendências genéticas estimadas para produção de leite em kg/ano, foram 8,7 e 9,6, para vacas PO e PC, respectivamente. Também DURÃES et al. (2001b), utilizaram 18.482 registros de vacas de primeira cria, nascidas de 1986 a 1996, pertencentes a 359 rebanhos da raça Holandesa no Estado de Minas Gerais, estimaram ganho genético para produção de leite de 18,4 kg por ano. Segundo esses autores, as razões dos baixos ganhos genéticos podem ser: falha na escolha de reprodutores; utilização de sêmen de touros de baixa confiabilidade (abaixo de 70%), de menor preço, com o objetivo de reduzir os custos de sêmen e ainda dar ênfase a diversas características no programa de seleção.

Tendência genética estimada por ARAÚJO et al. (2001) para produção de leite ajustada à idade de maturidade e 305 dias de lactação na raça Suíça Parda foi de  $25,51 \pm 3,81$  kg para os touros. Esses autores usaram registros de 4.959 lactações no período de 1985 a 1998, referentes à 2.414 vacas, filhas de 70

reprodutores, distribuídos em 51 rebanhos. Para as vacas, a tendência genética para produção de leite foi de  $20,55 \pm 2,04$  kg.

SILVA et al. (2001) estimaram tendências genéticas para as diferentes trilhas de progresso, em dois períodos, para o ecótipo Mantiqueira da raça Holandesa usando dados das cinco primeiras lactações de 1.406 vacas, filhas de 113 reprodutores, com partos entre 1952 e 1997, no Estado de São Paulo. Os diferenciais de seleção médios, para produção de leite, nas trilhas touros pais de touros (SB) e touros pais de vacas (SC) foram 137 e 99,72 kg/ano, maiores do que 50,74 e -9,15 kg/ano, respectivamente, para vacas mães de touros (DB) e vacas mães de vacas (DC), no período de 1952 a 1976, enquanto no período de 1977 a 1997, no entanto, em razão da mudança de critérios de seleção, os diferenciais de seleção das trilhas DB e DC foram maiores. Tendências genéticas obtidas para produção de gordura, duração da lactação e período de serviço foram inexpressivas, sugerindo que a seleção tenha sido direcionada somente para produção de leite.

## Material e Métodos

### 1. Característica estudada, origem e consistência dos dados

Neste trabalho, a característica estudada foi a produção de leite até 305 dias de lactação (P305).

Os registros de produção foram provenientes do Serviço de Controle Leiteiro da Associação dos Criadores de Gado Holandês de Minas Gerais. Esta associação, fundada em 6 de setembro de 1949, entidade declarada de utilidade pública nos termos do decreto estadual, lei nº 5470 de 30/06/1970, está sediada na cidade de Juiz de Fora-MG.

O conjunto inicial de dados possuía 131.064 registros de lactação, de 64.647 vacas, pertencentes a 636 rebanhos, distribuídos em 10 núcleos, no Estado de Minas Gerais. A Tabela 1 contém a distribuição desses registros, nos núcleos de criadores, localizados em cidades do Estado de Minas Gerais.

Tabela 1 - Distribuição inicial dos dados, de acordo com o número de lactações, vacas e rebanhos, por núcleo

Localização do Núcleo	Lactações		Vacas		Rebanhos	
	N	%	N	%	N	%
Caxambu	7.591	5,79	3.694	5,71	24	3,77
Juiz de Fora	16.996	12,97	8.281	12,81	140	22,01
Lavras	24.326	18,56	11.205	17,33	98	15,41
Carmo do Rio Claro	27.130	20,70	13.207	20,43	88	13,84
Barbacena	5.188	3,96	2.471	3,82	43	6,76
Patrocínio	7.797	5,95	3.935	6,10	44	6,92
Uberlândia	9.546	7,28	5.655	8,75	61	9,59
Belo Horizonte	26.547	20,25	13.222	20,45	93	14,62
Itanhandu	4.897	3,74	2.117	3,27	29	4,56
Uberaba	1.046	0,80	860	1,33	16	2,52
Total	131.064	100,00	64.647	100,00	636	100,00

Foram realizadas consistências nos dados para eliminação de registros com erros, observações incompletas, causas de secagem anormais, consistência de produção, “pedigree”, número de lactações e idade no parto.

Após essas consistências, os registros foram separados para produção de leite até 305 dias de lactação de vacas com partos ocorridos entre 1980 e 2002, duração da lactação entre 150 a 450 dias e primeira até a quinta lactação. Foram estabelecidos limites de idade dentro de ordem de parto, como segue: ordem de parto 1 ( $20 \text{ meses} \leq \text{idade} \leq 60 \text{ meses}$ ); ordem de parto 2 ( $30 \text{ meses} \leq \text{idade} \leq 78 \text{ meses}$ ); ordem de parto 3 ( $41 \text{ meses} \leq \text{idade} \leq 96 \text{ meses}$ ); ordem de parto 4 ( $54 \text{ meses} \leq \text{idade} \leq 116 \text{ meses}$ ); e ordem de parto 5 ( $66 \text{ meses} \leq \text{idade} \leq 134 \text{ meses}$ ).

As lactações foram eliminadas quando a causa de encerramento era considerada anormal, tais como: ocorrência de doença, aborto ou morte da vaca; venda da vaca ou a lactação estava em curso e não havia atingido 305 dias; e encerrava-se a lactação antes de 305 dias e não se registrava a data ou a causa de secagem.

Foram ainda descartadas as produções de leite até 305 dias de lactação de vacas que não eram da raça Holandesa, vacas mestiças e as lactações de animais que não eram ordenhados duas ou três vezes por dia.

Em seguida, as produções de vacas ordenhadas três vezes ao dia foram convertidas em duas ordenhas, uma vez que este é o padrão de comparação na maioria dos estudos de produção de leite. Para essa padronização utilizaram-se os procedimentos descritos por TEIXEIRA (1998).

Após a padronização para duas ordenhas foram descartadas as produções de leite inferiores a 1.000 kg ou superiores a 13.000 kg.

As eliminações realizadas no conjunto inicial dos dados encontram-se sumarizadas na Tabela 2. Uma vez satisfeitas as restrições, restaram 75.567 registros de lactação, de 40.941 vacas, com partos registrados no período de 1980 a 2002, pertencentes 561 rebanhos, distribuídos em 10 núcleos, no Estado de Minas Gerais. A Tabela 3 contém a distribuição desses registros nos núcleos de criadores, localizados em cidades do Estado de Minas Gerais, após a realização das consistências.

Tabela 2 - Sumário das razões de eliminações das lactações até 305 dias do arquivo original

Razões de eliminação	Número de lactações
Arquivo Original	131.064
Partos ocorridos antes de 1980	-112
Duração da lactação menor que 150 dias	-23.103
Duração da lactação maior que 450 dias	-4.620
Ordem de parto de 6 a 16	-5.797
OP <sup>1</sup> =1 e idade < 20 meses ou idade > 60 meses	-1.084
OP=2 e idade < 30 meses ou idade > 78 meses	-533
OP=3 e idade < 42 meses ou idade > 96 meses	-385
OP=4 e idade < 54 meses ou idade > 116 meses	-209
OP=5 e idade < 66 meses ou idade > 134 meses	-93
Causas de secagem anormais	-2.480
Animais que não são da raça Holandesa	-13.321
Animais mestiços	-3.704
Número de ordenhas diferentes de 2 ou 3	-34
Produção até 305 dias de lactação menor que 1.000 kg	-28
Produção até 305 dias de lactação maior que 13.000 kg	-84
<b>Total</b>	<b>75.567</b>

<sup>1</sup>OP=Ordem de Parto.

Tabela 3 - Distribuição dos dados, de acordo com o número de lactações, vacas e rebanhos, por núcleo, após eliminações de registros

Localização do Núcleo	Lactações		Vacas		Rebanhos	
	N	%	N	%	N	%
Caxambu	4.925	6,52	2.716	6,63	24	4,28
Juiz de Fora	10.193	13,49	5.616	13,72	125	22,28
Lavras	14.480	19,16	7.376	18,02	85	15,15
Carmo do Rio Claro	17.046	22,56	9.555	23,34	82	14,62
Barbacena	3.039	4,02	1.578	3,85	39	6,95
Patrocínio	4.512	5,97	2.540	6,20	41	7,31
Uberlândia	3.323	4,40	1.945	4,75	44	7,84
Belo Horizonte	14.573	19,28	7.953	19,43	87	15,51
Itanhandu	3.415	4,52	1.610	3,93	25	4,46
Uberaba	61	0,08	52	0,13	9	1,60
<b>Total</b>	<b>75.567</b>	<b>100,00</b>	<b>40.941</b>	<b>100,00</b>	<b>561</b>	<b>100,00</b>

A distribuição das lactações, por núcleo e ano de parição, após as eliminações de registros, está apresentada na Tabela 1 do Apêndice e a distribuição das lactações, por ordem de parto e ano de parição, após as eliminações de registros, está apresentada na Tabela 2 do Apêndice.

As composições genéticas dos animais utilizadas neste estudo foram: animais puro de origem (PO) e animais de composição genética igual ou superior a 31/32 Holandês. Na Tabela 3 do Apêndice encontra-se a distribuição das lactações, por composição genética dos animais e por ano de parição, após eliminações de registros; e na Tabela 4 do Apêndice está a distribuição das vacas, por núcleo e por composição genética, após eliminações de registros.

Para análise dos dados foram definidas duas estações de parição: águas (incluiu os meses de outubro a março) e seca (incluiu os meses de abril a setembro). Na Tabela 5 do Apêndice encontra-se a distribuição das lactações, por estação de parição e por ano de parição, após eliminações de registros; e na Tabela 6 do Apêndice está a distribuição das lactações, por ordem de parto e por estação de parição, após eliminações de registros.

Em todas as verificações de consistências dos dados utilizaram-se os procedimentos disponíveis no *Statistical Analysis System*, versão 6.12 (SAS INSTITUTE INC., 1990), no sistema *dBASE IV* (JONES, 1989) e em vários programas específicos escritos na linguagem de programação *CLIPPER* versão 5.0 (RAMALHO, 1991).

O arquivo de “pedigree”, para formação da matriz dos numeradores dos coeficientes de parentesco (NRM), usado neste estudo, foi obtido a partir do arquivo de cadastro de vacas, contendo a identificação da vaca, do pai e da mãe, em 65.783 animais, mais o arquivo de cadastro de touros, contendo a identificação do touro, do pai e da mãe, em 5.894 animais. Desta forma o arquivo de “pedigree” dos animais apresentava as características descritas na Tabela 4.

Tabela 4 - Características do arquivo de “pedigree” utilizado neste estudo

Característica	Número de observações
Número de dados no arquivo de “pedigree”	71.677
Número de animais diferentes na NRM	100.334
Elementos não-zero na NRM	243.875
Log determinante da NRM	-33.345,3791
Número de animais endogâmicos	40
Coefficiente de endogamia médio (animais endogâmicos)	0,1648

## 2. Modelo de análise

Na análise de estimação dos componentes de variância, de parâmetros genéticos e de valores genéticos dos animais, para característica produção de leite até 305 dias de lactação, foi utilizado o seguinte modelo estatístico:

$$y_{ijkl} = \text{RAE}_i + \text{GG}_j + \sum_{n=1}^2 b_n (X_{ijkl} - \bar{X})^n + a_{ijk} + pe_{ijk} + e_{ijkl},$$

em que  $y_{ijkl}$  = produção de leite até 305 dias de lactação;  $\text{RAE}_i$  = efeito do rebanho-ano-estação de parto  $i$ ;  $\text{GG}_j$  = efeito do grupo genético  $j$ ;  $b_1$  e  $b_2$  = coeficientes de regressão linear e quadrático da característica  $y_{ijkl}$ , em função da idade da vaca no parto;  $X$  = idade da vaca no parto, em meses;  $a_{ijk}$  = efeito aleatório do animal  $k$ , do grupo genético  $j$  e do RAE  $i$ ;  $pe_{ijk}$  = efeito aleatório de ambiente permanente sobre a vaca  $k$ ; e  $e_{ijkl}$  = erro aleatório associado a cada observação,  $e_{ijkl} \sim \text{NID}(0, \sigma_e^2)$ .

Nesta análise, exigiu-se que os touros tivessem, pelo menos cinco filhas e cada classe de rebanho-ano-estação de parto possuisse, no mínimo, cinco registros de produção de filhas de pelo menos dois touros. Satisfeitas essas restrições, restaram 49.927 registros de lactação, de 27.209 vacas, filhas de 889 touros, com partos registrados no período de 1980 a 2002, pertencentes a 360 rebanhos, distribuídos em 10 núcleos, no Estado de Minas Gerais.

O modelo estatístico utilizado neste estudo pode ser reescrito em termos matriciais, como:

$$\tilde{y} = \tilde{X}\tilde{\beta} + \tilde{Z}\tilde{u} + \tilde{W}\tilde{pe} + \tilde{\varepsilon},$$

em que  $\tilde{y}$  = vetor de observações;  $\tilde{X}$ ,  $\tilde{Z}$  e  $\tilde{W}$  = matrizes de incidência relativa aos registros para efeitos fixos, de animal e de ambiente permanente, respectivamente;  $\tilde{\beta}$  = vetor de efeitos fixos;  $\tilde{u}$  = vetor de efeitos aleatórios de animal;  $\tilde{pe}$  = vetor de efeitos aleatórios de ambiente permanente, não-relacionados com os efeitos de  $\tilde{u}$ ; e  $\tilde{\varepsilon}$  = vetor de erros aleatórios.

O vetor  $\mathbf{u}$  inclui somente o efeito aleatório de animal, conseqüentemente, os efeitos permanentes de meio são incluídos no termo  $\mathbf{pe}$ .

Admite-se que o efeito de ambiente permanente e o efeito do erro aleatório sejam independentemente distribuídos, com média zero e variância  $\sigma_{pe}^2$  e  $\sigma_e^2$ , respectivamente, e não-correlacionados com o efeito de animal  $\mathbf{u}$ . Além disso,

$$\text{var}(\mathbf{u}) = \mathbf{A}\sigma_a^2,$$

$$\text{var}(\mathbf{pe}) = \mathbf{I}\sigma_{pe}^2,$$

$$\text{var}(\mathbf{e}) = \mathbf{I}\sigma_e^2 = \mathbf{R},$$

$$\text{var}(\mathbf{y}) = \mathbf{ZAZ}'\sigma_a^2 + \mathbf{WI}\sigma_{pe}^2\mathbf{W}' + \mathbf{R}.$$

As equações de modelos mistos (EMM), para o melhor estimador linear não-viesado (BLUE) das funções estimáveis de  $\beta$  e para o melhor preditor linear não-viesado (BLUP) de  $\mathbf{u}$  e  $\mathbf{pe}$ , são dadas pela solução do sistema a seguir:

$$\begin{bmatrix} \mathbf{X}'\mathbf{X} & \mathbf{X}'\mathbf{Z} & \mathbf{X}'\mathbf{W} \\ \mathbf{Z}'\mathbf{X} & \mathbf{Z}'\mathbf{Z} + \mathbf{A}^{-1}\alpha_1 & \mathbf{Z}'\mathbf{W} \\ \mathbf{W}'\mathbf{X} & \mathbf{W}'\mathbf{Z} & \mathbf{W}'\mathbf{W} + \mathbf{I}\alpha_2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \beta^\circ \\ \hat{\mathbf{u}} \\ \hat{\mathbf{pe}} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \mathbf{X}'\mathbf{y} \\ \mathbf{Z}'\mathbf{y} \\ \mathbf{W}'\mathbf{y} \end{bmatrix},$$

em que  $\alpha_1 = \sigma_e^2/\sigma_a^2$ ;  $\alpha_2 = \sigma_e^2/\sigma_{pe}^2$ ; e  $\mathbf{A}$  = matriz dos numeradores dos coeficientes de parentesco, de Wright, entre os animais.

Os componentes de variância, necessários à estimação dos parâmetros genéticos e dos valores genéticos dos animais, para característica em estudo, foram obtidos pelo método da Máxima Verossimilhança Restrita (REML), utilizando-se o sistema MTDFREML (BOLDMAN et al., 1995), em que se utiliza o procedimento livre de derivadas.

### 3. *Cálculo do diferencial de seleção*

As médias dos valores genéticos foram calculadas por ano de nascimento dos animais, em cada trilha de seleção: touros pais de touros (SB), touros pais de vacas (SC), vacas mães de touros (DB) e vacas mães de vacas (DC). Para touros, foram calculadas duas médias por trilhas de seleção: ponderada pelo número de progênes e não-ponderada, enquanto que, para as vacas, foram calculadas somente as médias não-ponderadas. As médias ponderadas foram interpretadas como medida representativa do mérito de touros, usados como os pais da próxima geração, enquanto as médias não-ponderadas forneceram a estimativa do mérito genético dos touros ou das vacas, que foram avaliados ao longo dos anos.

Os diferenciais de seleção foram calculados, por ano de nascimento, como a diferença entre as médias dos valores genéticos em cada trilha de seleção e a média dos valores genéticos de todas as vacas nascidas durante o mesmo período. Todas as vacas nascidas durante um determinado ano foram usadas como base de comparação para os cálculos dos diferenciais de seleção, uma vez que as vacas não eram selecionadas.

### 4. *Cálculo do ganho genético*

O ganho genético realizado para cada trilha de seleção foi estimado por meio de regressão das médias dos valores genéticos para característica estudada sobre o ano de nascimento. As médias ponderadas e não-ponderadas foram usadas para as trilhas SB e SD, com o intuito de considerar as diferenças do número de progênes de cada touro.

O ganho genético anual ( $\Delta g$ ), para característica estudada, foi calculado pelo coeficiente de regressão dos valores genéticos sobre o ano de nascimento (T), para cada trilha de seleção ( $b_G$ ), conforme proposto por VAN TASSELL e VAN VLECK (1991):

$$\Delta g = 1/4(b_{G_{SB.T}} + b_{G_{DB.T}} + b_{G_{SC.T}} + b_{G_{DC.T}}).$$

O erro-padrão, associado à estimativa de ganho genético anual, foi obtido por meio da média dos erros-padrão dos coeficientes de regressão de cada trilha, conforme sugerido por NIZAMANI e BERGER (1996).

#### *5. Cálculo do intervalo de gerações*

O intervalo de gerações para as vacas foi calculado como sendo a idade média dos pais quando nascem os filhos.

## Resultados e Discussão

### *Diferenciais de seleção*

As médias dos valores genéticos dos animais de diferentes trilhas, por ano de nascimento, para produção de leite até 305 dias de lactação (P305) são apresentadas nas Figuras 1, 2, 3 e 4. Os valores genéticos médios do grupo base não-selecionado, isto é, todas as vacas nascidas durante o mesmo ano, estão também incluídos em cada figura, de modo a possibilitar a comparação das tendências. Os diferenciais de seleção anuais para cada trilha de seleção foram obtidos pela diferença entre as médias dos valores genéticos dos pais, ponderadas ou não-ponderadas, e as médias dos valores genéticos do grupo base não-selecionado. As estimativas dos diferenciais de seleção, por ano de nascimento, para cada trilha de seleção, estão apresentados na Tabela 5.

As médias anuais dos valores genéticos para trilha de seleção touros pais de touros (SB) são representadas na Figura 1. No período de 1973 até 1977 os diferenciais de seleção foram negativos, o que ocorreu também em 1980, 1984 e entre 1986 a 1988. De 1978 a 1983 e após 1989 os diferenciais de seleção foram positivos. De maneira geral, em todo período avaliado, as médias ponderadas e não-ponderadas foram semelhantes, o que pode ser explicado pelo fato de quase todos os reprodutores terem deixado filhos, que foram utilizados como touros nos rebanhos. Os diferenciais de seleção obtidos nessa trilha seguiram a mesma tendência dos apresentados por SILVA et al. (2001), trabalhando com características produtivas em um rebanho do Ecótipo Mantiqueira. Entretanto, divergiram dos resultados apresentados por VAN TASSEL e VAN VLECK (1991), na raça Holandesa, e por NIZAMANI e BERGER (1996), na raça Jersey, os quais observaram aumento no diferencial de seleção para produção de leite, ao longo dos anos, em virtude da maior intensidade de seleção praticada. As estimativas do diferencial de seleção médio para essa trilha, ponderado pelo número de filhos e não-ponderado foram, respectivamente, -55,82 e -62,89 kg (Tabela 5).

Para trilha de seleção vacas mães de touro (DB) pode-se observar, por meio da Figura 2 que, exceto para os anos de 1984, 1986 e 1987, as médias dos valores genéticos para produção de leite nessa trilha de seleção foram menores do que a média de todas as vacas nascidas no mesmo ano, o que ocasionou diferenciais de seleção negativos (Tabela 5) para quase todo período estudado. Portanto, não houve seleção de animais dessa trilha. Assim, a estimativa do diferencial de seleção médio para DB foi -33,48 kg.

Tabela 5 - Estimativas dos diferenciais de seleção, por ano de nascimento, para produção de leite, para cada triha de seleção<sup>1</sup>

Ano de Nascimento	SB		DB	SC		DC
	Ponderado	Não-Ponderado	Não-Ponderado	Ponderado	Não-Ponderado	Não-Ponderado
1968	-	-	139,64	-	-	-
1969	-	-	-	-	-	83,81
1970	-	-	-	602,17	607,09	0,00
1972	-	-	0,00	762,64	495,38	-
1973	-333,93	-288,28	0,00	-720,40	-391,47	-
1974	-415,05	-373,81	-	-507,68	-396,21	-281,00
1975	-119,09	-108,02	-97,01	-308,98	-205,16	191,08
1976	-272,82	-272,82	-64,46	-385,21	-148,73	13,76
1977	-175,30	-175,30	-130,58	-51,01	-94,34	1,24
1978	28,14	28,14	-106,39	65,04	39,68	28,86
1979	-13,76	30,75	-13,42	-19,51	-21,13	11,54
1980	-2,90	-82,66	-137,36	-156,64	-22,21	19,29
1981	229,49	87,55	-69,57	-64,23	-45,64	26,43
1982	72,89	4,88	-70,22	-405,36	-44,26	-1,10
1983	289,90	213,72	-68,99	-33,11	-2,21	8,66
1984	-289,18	-192,98	55,26	-100,90	-32,70	4,83
1985	-	-	-	389,81	70,73	19,55
1986	-33,35	-33,35	72,43	31,45	41,04	12,07
1987	-149,21	-149,21	61,52	317,54	55,39	19,47
1988	-91,96	-91,96	-106,44	437,29	64,36	25,05
1989	6,06	6,06	-	200,66	103,87	33,70
1990	59,36	59,36	-	319,97	146,54	32,64
1991	205,94	205,94	-	345,70	90,69	36,49
1992	-	-	-	315,34	125,43	33,96
1993	-	-	-	46,45	0,05	8,86
1994	-	-	-	-5,31	-43,26	26,11
1995	-	-	-	92,34	65,28	2,53
1996	-	-	-	-	-	17,66
1997	-	-	-	-	-	-40,37
1998	-	-	-	-	-	90,32
1999	-	-	-	-	-	-109,35
Média	-55,82	-62,89	-33,48	46,72	18,33	11,29

<sup>1</sup>SB=Touros pais de touros; DB = Vacas mães de touros; SC = Touros pais de vacas; DC = Vacas mães de vacas.

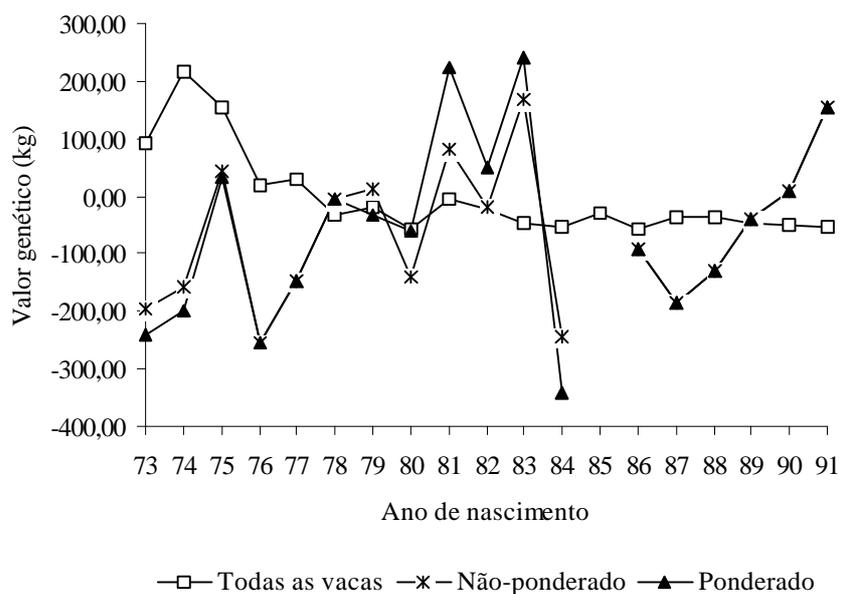


Figura 1 - Médias dos valores genéticos para produção de leite até 305 dias de lactação dos touros pais de touros, ponderados pelo número de filhos e não-ponderados, de acordo com o ano de nascimento dos touros, comparadas com as médias dos valores genéticos de todas as vacas nascidas durante o mesmo ano.

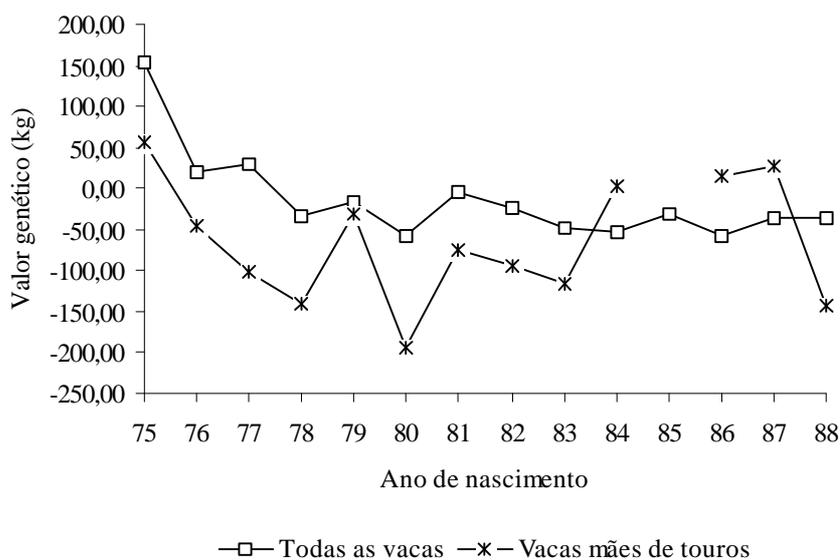


Figura 2 - Médias dos valores genéticos para produção de leite até 305 dias de lactação das vacas mães de touros de acordo com o ano de nascimento das vacas, comparadas com as médias dos valores genéticos de todas as vacas nascidas durante o mesmo ano.

As médias anuais dos valores genéticos para produção de leite até 305 dias de lactação, na trilha de seleção touros pais de vacas (SC), são representadas na Figura 3. De 1973 a 1984, com exceção de 1978, as médias de valores genéticos dos touros dessa trilha foram menores do que as médias dos valores genéticos da população base não selecionada, proporcionando diferenciais de seleção negativos (Tabela 5). A seleção dos animais nessa trilha foi mais intensa somente a partir de 1985, quando foram obtidos os maiores diferenciais de seleção (Tabela 5). Até esse período não havia muita ênfase na seleção dos touros que seriam pais das vacas nas gerações seguintes. Certamente, a partir de 1985 a produção de leite foi considerada como característica principal na seleção dos animais, nessa trilha, o que promoveu aumento nas médias dos valores genéticos dos animais escolhidos para reprodução. Verifica-se também que a partir de 1985 as médias ponderadas foram superiores às não-ponderadas, indicando que alguns reprodutores não foram selecionados para serem pais de vacas, o que evidencia a preocupação do produtor em escolher os melhores animais como progenitores de futuras fêmeas.

A estimativa do diferencial de seleção médio para essa trilha, ponderado pelo número de filhos e não-ponderado foi, respectivamente, de 46,72 e 18,33 kg. Estes resultados confirmam a maior intensidade de seleção praticada nessa trilha. Além disso, como a média ponderada foi maior do que a não-ponderada, é um indicativo de que os criadores utilizaram mais intensamente sêmen de touros com valor genético para produção de leite superior à média dos touros disponíveis para produção de fêmeas de reposição nos rebanhos.

As médias anuais dos valores genéticos para produção de leite até 305 dias de lactação para trilha vacas mães de vacas (DC), são apresentadas na Figura 4. Para a maioria dos anos, em todo o período estudado, os diferenciais de seleção foram positivos (Tabela 5) e evidenciam a seleção das melhores vacas para serem mães das futuras vacas dos rebanhos. A seleção de DC foi menos intensa do que nas demais trilhas, como esperado, devido à baixa taxa reprodutiva das vacas. É importante destacar que na maioria das vezes o descarte de vacas dos rebanhos é realizado em decorrência de doenças ou outras razões

diferentes da baixa produção. Desta forma, há aumento no número de vacas nos rebanhos, o que torna disponível mais animais para reprodução. Resultados similares foram descritos por SILVA et al. (2001).

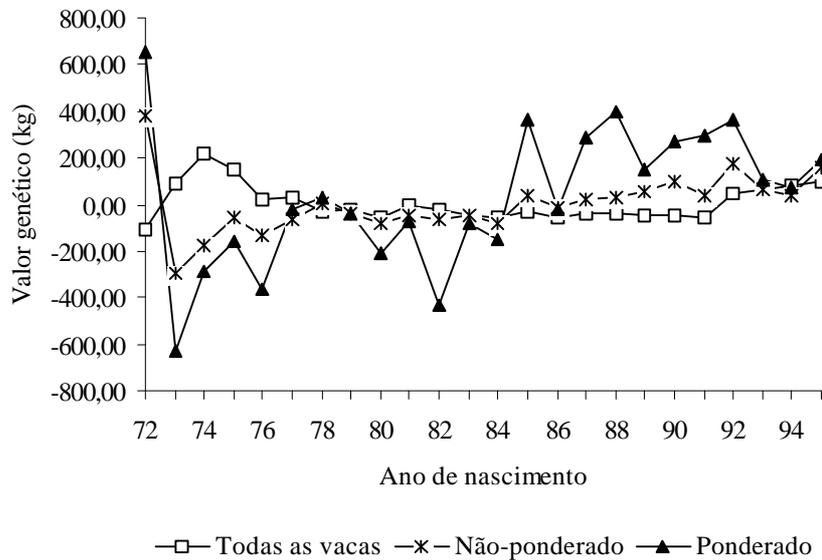


Figura 3 - Médias dos valores genéticos para produção de leite até 305 dias de lactação dos touros pais de vacas, ponderados pelo número de filhas e não-ponderados, de acordo com o ano de nascimento dos touros, comparadas com as médias dos valores genéticos de todas as vacas nascidas durante o mesmo ano.

A estimativa do diferencial de seleção médio para DC foi de 11,29 kg e explicita maior eficiência na seleção de vacas para serem mães de fêmeas ao longo dos anos, do que em outras trilhas.

De modo geral, os diferenciais de seleção negativos, encontrados neste estudo evidenciam a baixa intensidade de seleção praticada, bem como, provavelmente, a inclusão de outras características como as de conformação, além de produção de leite, como critério de seleção dos animais que serão os pais das próximas gerações. Por outro lado, em alguns períodos, principalmente nos últimos anos, observou-se aumento dos diferenciais de seleção, demonstrando a preocupação dos produtores de leite, com a melhoria da qualidade genética dos animais a serem selecionados.

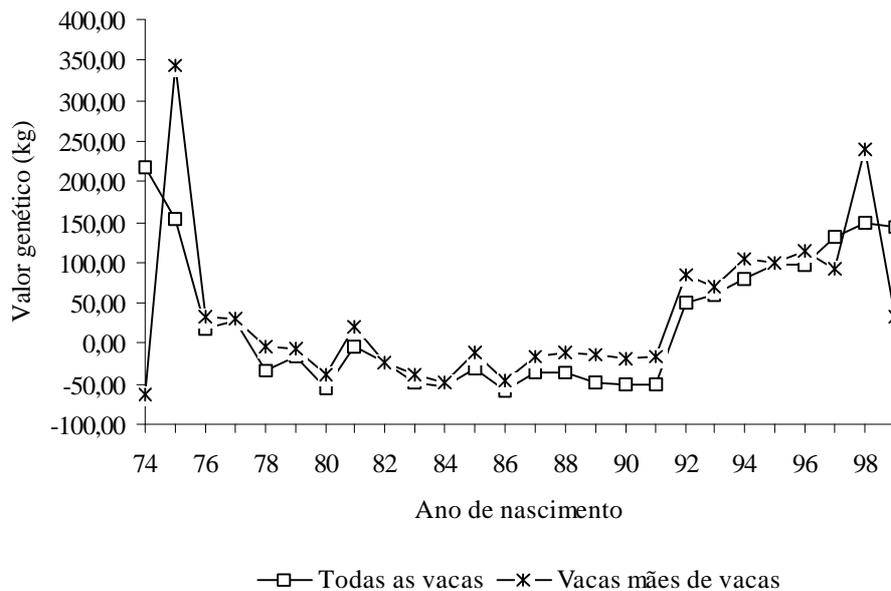


Figura 4 - Médias dos valores genéticos para produção de leite até 305 dias de lactação das vacas mães de vacas de acordo com o ano de nascimento das vacas, comparadas com as médias dos valores genéticos de todas as vacas nascidas durante o mesmo ano.

#### Tendência genética

A tendência genética ou mudança genética anual para produção de leite, em cada trilha de seleção encontra-se na Tabela 6.

Tabela 6 - Estimativas de mudança genética anual ( $\hat{b}$ ) e erros-padrão (EP) para produção de leite até 305 dias de lactação, para cada trilha de seleção

Trilha de Seleção <sup>1</sup>	Ponderado		Não-Ponderado	
	$\hat{b}$	EP	$\hat{b}$	EP
SB	14,83	8,15	11,29	6,01
DB	-	-	-6,96	5,24
SC	27,88	6,55	10,61	2,26
DC	-	-	11,90	1,62

<sup>1</sup>SB = Touros pais de touros; DB = Vacas mães de touros; SC = Touros pais de vacas; DC = Vacas mães de vacas.

A seleção de touros, representada pelas trilhas SC e SB, foi a que mais contribuiu para o progresso genético na população. Não era esperado contudo, que a tendência para a trilha DB fosse negativa.

No Ecótipo Mantiqueira, SILVA et al. (2001), considerando o período total estudado, de 1952 a 1997, encontraram maiores tendências genéticas anuais para as trilhas DB e SC, sendo respectivamente de 13,21 kg e 6,24 kg, para produção de leite. Para as trilhas SB e DC, esses autores obtiveram estimativas de tendências genéticas anuais de 6,18 kg e 4,69 kg, respectivamente.

Tendo em vista as estimativas de tendência genética para produção de leite, encontradas para as trilhas SB e SC, verifica-se que a seleção de reprodutores foi mais eficiente. Provavelmente, nos últimos anos, a seleção de animais para serem pais das gerações futuras tenha sido realizada considerando a produção de leite como característica principal e com base nos valores genéticos preditos dos reprodutores. Os resultados encontrados neste estudo estão de acordo com os relatados por NIZAMANI e BERGER (1996) e BURNSIDE et al. (1992), que obtiveram maiores ganhos genéticos na trilha SB, o que permitiu aumentar o valor genético dos animais das raças avaliadas, com o passar dos anos.

Para trilha DB a tendência genética foi negativa. Certamente, a inclusão de características não produtivas, como critério de seleção, foi determinante para obtenção desses resultados. Além disso, deve-se destacar que o resultado encontrado para essa trilha pode ser em decorrência da intensidade de seleção, uma vez que a maioria das vacas permanecem nos rebanhos para serem mães das próximas gerações.

Por outro lado, a estimativa de tendência genética obtida para DC foi positiva, o que indica maior preocupação dos produtores na seleção de vacas para serem mães de futuras fêmeas nos rebanhos. Ganhos genéticos obtidos por meio de seleção de vacas foram relatados por ABDALLAH e McDANIEL (2000b), quando esses avaliaram produções de vacas da raça Holandesa, pertencentes a rebanhos leiteiros experimentais, nos Estados Unidos.

A estimativa de ganho genético anual e respectivo erro-padrão para produção de leite na raça Holandesa, considerando as quatro trilhas de seleção foi de  $6,71 \pm 3,78$  kg. Em termos percentuais o ganho genético foi da ordem de 0,1%. Esses valores estão abaixo dos relatados na literatura, em outros países, para raça

Holandesa, por vários autores, entre eles, ABDALLAH e McDANIEL (2000a), ABDALLAH e McDANIEL (2000b), HANSEN (2000) e VAN TASSELL e VAN VLECK (1991). Foram abaixo também dos ganhos genéticos encontrados no Brasil, para raça Holandesa, por COSTA et al. (1999) e DURÃES et al. (2001b). Segundo RENDEL e ROBERTSON (1950) são possíveis ganhos genéticos anuais para produção de leite de até 2% da média.

O intervalo médio de gerações para as vacas, por ano de nascimento, está apresentado na Figura 5. Pode-se observar que o intervalo de gerações reduziu ao longo dos anos. O intervalo médio de gerações, para todo período estudado, foi de 4,5 anos. Esse valor está abaixo do considerado como ideal, para raça Holandesa, por VAN TASSEL e VAN VLECK (1991), que é de 5 anos para vacas.

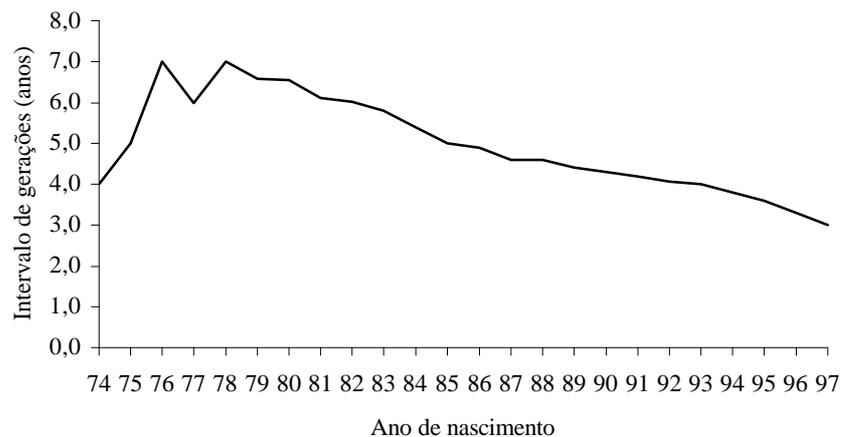


Figura 5 - Intervalo médio de gerações para as vacas, por ano de nascimento.

O baixo valor encontrado para o ganho genético anual pode ser explicado pela ênfase em características diferentes da produção de leite, como conformação, o que certamente reduziu o diferencial de seleção para produção de leite, bem como, a não utilização dos valores genéticos preditos, para produção de leite, como critério de seleção dos animais para serem os progenitores das gerações futuras.

## **Conclusões**

Os diferenciais de seleção indicaram maior eficiência na seleção de touros pais de vacas e vacas mães de vacas.

As estimativas de tendência genética obtidas estão muito aquém do possível, sugerindo que as práticas de seleção no período deixaram a desejar.

Possivelmente, a ênfase para características diferentes da produção de leite tenha contribuído para os baixos valores encontrados.

Também, com a falta de teste de touros jovens na população, a seleção de pais e mães de touro foi pouco enfatizada.

## **Agradecimento**

Os responsáveis por este trabalho agradecem à Associação dos Criadores de Gado Holandês de Minas Gerais, localizada na cidade de Juiz de Fora-MG, pela liberação dos dados para realização deste estudo.

## Referências Bibliográficas

- ABDALLAH, J.M., McDANIEL, B.T. 2000a. Genetic change in milk, fat, days open, and body weight after calving based on three methods of sire selection. *J. Dairy Sci.*, 83(6):1359-1363.
- ABDALLAH, J.M., McDANIEL, B.T. 2000b. Genetic parameters and trends of milk, fat, days open, and body weight after calving in North Carolina experimental herdes. *J. Dairy Sci.*, 83(6):1364-1370.
- ARAÚJO, C.V., RENNÓ, F.P., TORRES, R.A. et al. 2001. Tendência genética para produção de leite e de gordura da raça Pardo-Suíça no Brasil. *In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia*, 38, Piracicaba, São Paulo. *Anais...* Piracicaba: SBZ, 2001, p.533.
- BURNSIDE, E.B., JANSEN, G.B., CIVATI, G. et al. 1992. Observed and theoretical genetic trends in a large dairy population under intensive selection. *J. Dairy Sci.*, 75(8):2242-2253.
- BOLDMAN, K.G., KRIESE, L.A., VAN VLECK, L.D. et al. **A manual for use of MTDFREML. A set of programs to obtain estimates of variances and covariances.** [DRAFT]. Lincoln: USDA/ARS, 1995. 125 p.
- COSTA, C.N., BLAKE, R.W., POLLAK, E.J. et al. 1999. Tendências genéticas das produções de leite e de gordura na raça Holandesa no Brasil. *In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia*, 36, Porto Alegre, Rio Grande do Sul. *Anais...* Porto Alegre: SBZ, 1999, p.131.
- DURÃES, M.C., FREITAS, A.F., TEIXEIRA, N.M. 1996. Tendência genética em um rebanho holandês mantido em sistema intensivo de produção tipo free stall. *In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia*, 33, Fortaleza, Ceará. *Anais...* Fortaleza: SBZ, 1996, p.93.
- DURÃES, M.C., FREITAS, A.F., TEIXEIRA, N.M. et al. 2001a. Comparação da produção de leite e de gordura de vacas PC e PO da raça Holandesa no Estado de Minas Gerais. *In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia*, 38, Piracicaba, São Paulo. *Anais...* Piracicaba: SBZ, 2001a, p.644.
- DURÃES, M.C., FREITAS, A.F., VALENTE, J. et al. 2001b. Tendência genética para a produção de leite e de gordura em rebanhos da raça Holandesa no Estado de Minas Gerais. *Rev. Bras. Zootec.*, 30(1):66-70.

- FREITAS, A.F., VERNEQUE, R.S., TEIXEIRA, N.M. et al. 1995. Estimativas de tendências genéticas em gado Holandês do Estado de Minas Gerais. *In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia*, 32, Brasília, Distrito Federal. *Anais...* Brasília: SBZ, 1995, p.660.
- FREITAS, A.F., DURÃES, M.C., TEIXEIRA, N.M. 2000. Parâmetros genéticos da produção de leite de animais da raça Holandesa mantidos em sistema intensivo de produção do tipo *free stall*. *Rev. Bras. Zootec.*, 29(6):2008-2012. Suplemento 1.
- HANSEN, L.B. 2000. Symposium: selection for milk yield – Consequences of selection for milk yield from a geneticist's viewpoint. *J. Dairy Sci.*, 83(5):1145-1150.
- HINTZ, R.L., EVERETT, R.W., VAN VLECK, L.D. 1978. Estimation of genetic trends from cow and sire evaluations. *J. Dairy Sci.*, 61(5):607-613.
- JONES, E. **dBASE IV: guia do usuário**. São Paulo, SP: McGraw-Hill, 1989. 705p.
- NIZAMANI, A.H., BERGER, P.J. 1996. Estimates of genetic trend for yield traits of the registred Jersey population. *J. Dairy Sci.*, 79(3):487-494.
- POWELL, R.L., WIGGANS, G.R. 1991. Animal model evaluations for Mexican Holsteins. *J. Dairy Sci.*, 74(4):1420-1427.
- RAMALHO, J.A. **Clipper 5.0 básico**. São Paulo, SP: Makron, 1991. 824p.
- RENDEL, J.M., ROBERTSON, A. 1950. Estimation of genetic gain in milk yield by selection in a closed herd of dairy cattle. *J. of Gen.*, 50(1):1-8.
- ROMAN, R.M., WILCOX, C.J., LITTELL, R.C. 1999. Genetic trends for milk yield of Jerseys and correlated changes in productive and reproductive performance. *J. Dairy Sci.*, 82(1):196-204.
- SAS INSTITUTE INC. **SAS/STAT<sup>â</sup> user's guide, version 6**. 4.ed. Carry, NC: 1990. v. 1, 943 p.
- SILVA, M.V.G.B., FERREIRA, W.J., COBUCI, J.A. et al. 2001. Estimativas de tendência genética para características produtivas em um rebanho do Ecótipo Mantiqueira. *Rev. Bras. Zootec.*, 30(5):1466-1475.
- TEIXEIRA, N.M., FREITAS, A.F., RIBAS, N.P. et al. 1994. Tendências genéticas em rebanhos da raça Holandesa no Estado do Paraná. I. Produção de leite. *Rev. Bras. Zootec.*, 23(6):983-991.

TEIXEIRA, N.M. **Padronização da produção de leite para duas ordenhas na raça Holandesa**. Juiz de Fora: EMBRAPA-CNPGL, 1998. 1 p. (EMBRAPA-CNPGL. Folha solta, 38).

VAN TASSELL, C.P., VAN VLECK, L.D. 1991. Estimates of genetic selection differentials and generation intervals for four paths of selection. *J. Dairy Sci.*, 74(3):1078-1086.

VERNEQUE, R.S., FERREIRA, W.J., TEODORO, R.L. et al. 1996. Tendência genética da produção de leite em rebanho da raça “Gir Leiteiro”. *In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia*, 33, Fortaleza, Ceará. *Anais...* Fortaleza: SBZ, 1996, p.30.

## **APÊNDICE**

Tabela 1 - Distribuição das lactações, por núcleo e por ano de parição, após eliminações de registros

Ano de Parição	Núcleos <sup>1</sup>										Total
	CA	JF	LA	CR	BA	PA	UBL	BH	IT	UBR	
1980	2	26	-	-	1	-	-	1	-	-	30
1981	3	21	-	3	4	-	-	3	1	-	35
1982	2	18	2	4	5	-	-	2	2	-	35
1983	3	29	1	5	6	1	-	7	2	-	54
1984	10	47	2	10	16	2	-	20	4	-	111
1985	14	64	4	23	20	6	-	39	6	-	176
1986	28	107	17	66	25	18	-	22	12	-	295
1987	48	166	22	90	66	25	1	73	17	-	508
1988	72	288	129	149	125	35	1	103	38	-	940
1989	34	332	192	282	123	24	1	117	49	-	1.154
1990	67	484	408	294	81	59	2	139	41	-	1.575
1991	104	722	636	441	138	71	7	234	107	-	2.460
1992	366	1.046	1.107	1.268	268	314	43	691	193	-	5.296
1993	362	1.038	1.207	1.312	222	273	164	764	195	-	5.537
1994	310	862	1.273	1.601	261	277	413	767	233	-	5.997
1995	380	914	1.463	1.684	172	407	549	1.132	284	6	6.991
1996	289	892	1.610	2.004	144	490	486	1.434	320	2	7.671
1997	324	596	1.527	1.709	180	557	484	1.721	382	14	7.494
1998	621	571	1.458	1.623	266	441	432	1.587	307	33	7.339
1999	563	667	1.122	1.433	296	518	277	1.760	350	6	6.992
2000	591	606	1.227	1.434	307	417	202	1.797	399	-	6.980
2001	633	582	905	1.405	238	486	229	1.809	416	-	6.703
2002	99	115	168	206	75	91	32	351	57	-	1.194
Total	4.925	10.193	14.480	17.046	3.039	4.512	3.323	14.573	3.415	61	75.567

<sup>1</sup>CA=Caxambu; JF=Juiz de Fora; LA=Lavras; CR=Carmo do Rio Claro; BA=Barbacena; PA=Patrocínio; UBL=Uberlândia; BH=Belo Horizonte; IT=Itanhandu; UBR=Uberaba.

Tabela 2 - Distribuição das lactações, por ordem de parto e por ano de parição, após eliminações de registros

Ano de Parição	Ordem de parto					Total
	1	2	3	4	5	
1980	12	8	5	4	1	30
1981	13	10	6	3	3	35
1982	14	9	6	3	3	35
1983	25	16	7	5	1	54
1984	46	30	20	9	6	111
1985	71	53	24	18	10	176
1986	103	86	61	29	16	295
1987	193	122	104	58	31	508
1988	400	220	161	97	62	940
1989	405	347	198	139	65	1.154
1990	538	416	317	189	115	1.575
1991	769	692	470	335	194	2.460
1992	1.683	1.489	1.095	676	353	5.296
1993	1.758	1.489	1.149	737	404	5.537
1994	2.402	1.379	1.027	747	442	5.997
1995	2.749	1.873	1.086	782	501	6.991
1996	2.970	2.189	1.294	741	477	7.671
1997	2.740	2.204	1.429	731	390	7.494
1998	2.911	1.986	1.347	753	342	7.339
1999	2.774	1.913	1.268	713	324	6.992
2000	2.553	2.092	1.263	744	328	6.980
2001	2.572	1.864	1.206	693	368	6.703
2002	486	298	217	132	61	1.194
Total	28.187	20.785	13.760	8.338	4.497	75.567

Tabela 3 - Distribuição das lactações, por composição genética dos animais e por ano de parição, após eliminações de registros

Ano de Parição	Composição Genética <sup>1</sup>				Total	
	1		2		N	%
	N	%	N	%		
1980	27	0,04	3	0,004	30	0,044
1981	31	0,04	4	0,006	35	0,046
1982	27	0,04	8	0,01	35	0,05
1983	40	0,05	14	0,02	54	0,07
1984	80	0,11	31	0,04	111	0,15
1985	119	0,16	57	0,08	176	0,24
1986	177	0,23	118	0,16	295	0,39
1987	293	0,39	215	0,28	508	0,67
1988	540	0,71	400	0,53	940	1,24
1989	505	0,67	649	0,86	1.154	1,53
1990	480	0,64	1.095	1,45	1.575	2,09
1991	894	1,18	1.566	2,07	2.460	3,25
1992	1.817	2,40	3.479	4,60	5.296	7,00
1993	1.895	2,51	3.642	4,82	5.537	7,33
1994	2.099	2,78	3.898	5,16	5.997	7,94
1995	2.428	3,21	4.563	6,04	6.991	9,25
1996	2.667	3,53	5.004	6,62	7.671	10,15
1997	2.846	3,77	4.648	6,15	7.494	9,92
1998	2.857	3,78	4.482	5,93	7.339	9,71
1999	3.121	4,13	3.871	5,12	6.992	9,25
2000	3.069	4,06	3.911	5,17	6.980	9,23
2001	3.040	4,02	3.663	4,85	6.703	8,87
2002	560	0,74	634	0,84	1.194	1,58
Total	29.612	39,19	45.955	60,81	75.567	100,00

<sup>1</sup>1-Animais puros de origem (PO); 2-Animais de composição genética igual ou superior a 31/32 Holandês.

Tabela 4 - Distribuição das vacas, por núcleo e por composição genética, após eliminações de registros

Núcleo <sup>1</sup>	Composição Genética <sup>2</sup>				Total	
	1		2		N	%
	N	%	N	%		
CA	1.167	2,85	1.549	3,78	2.176	6,63
JF	3.002	7,33	2.614	6,39	5.616	13,72
LA	1.919	4,69	5.457	13,33	7.376	18,02
CR	2.557	6,25	6.998	17,09	9.555	23,34
BA	1.139	2,78	439	1,07	1.578	3,85
PA	612	1,49	1.928	4,71	2.540	6,20
UBL	265	0,65	1.680	4,10	1.945	4,75
BH	3.659	8,94	4.294	10,49	7.953	19,43
IT	1.121	2,74	489	1,19	1.610	3,93
UBR	17	0,04	35	0,09	52	0,13
Total	15.458	37,76	25.483	62,24	40.941	100,00

<sup>1</sup>CA=Caxambu; JF=Juiz de Fora; LA=Lavras; CR=Carmo do Rio Claro; BA=Barbacena; PA=Patrocínio; UBL=Uberlândia; BH=Belo Horizonte; IT=Itanhandu; UBR=Uberaba.

<sup>2</sup>1-Animais puros de origem (PO); 2-Animais de composição genética igual ou superior a 31/32 Holandês.

Tabela 5 - Distribuição das lactações, por estação de parição e por ano de parição, após eliminações de registros

Ano de Parição	Estação de Parição <sup>1</sup>				Total	
	1		2		N	%
	N	%	N	%		
1980	14	0,02	16	0,02	30	0,04
1981	20	0,03	15	0,02	35	0,05
1982	20	0,03	15	0,02	35	0,05
1983	27	0,03	27	0,04	54	0,07
1984	54	0,07	57	0,08	111	0,15
1985	67	0,09	109	0,14	176	0,23
1986	157	0,21	138	0,18	295	0,39
1987	244	0,32	264	0,35	508	0,67
1988	415	0,55	525	0,69	940	1,24
1989	604	0,80	550	0,73	1.154	1,53
1990	807	1,07	768	1,02	1.575	2,09
1991	1.326	1,75	1.134	1,50	2.460	3,25
1992	2.416	3,20	2.880	3,81	5.296	7,01
1993	2.579	3,41	2.958	3,91	5.537	7,32
1994	2.684	3,55	3.313	4,38	5.997	7,93
1995	3.065	4,05	3.926	5,20	6.991	9,25
1996	3.356	4,44	4.315	5,71	7.671	10,15
1997	3.316	4,39	4.178	5,53	7.494	9,92
1998	3.156	4,18	4.183	5,54	7.339	9,72
1999	2.970	3,93	4.022	5,32	6.992	9,25
2000	3.020	4,00	3.960	5,24	6.980	9,24
2001	2.763	3,66	3.940	5,21	6.703	8,87
2002	1.194	1,58			1.194	1,58
Total	34.274	45,36	41.293	54,64	75.567	100,00

<sup>1</sup>Águas: inclui os meses de outubro a março.

<sup>2</sup>Seca: incluiu os meses de abril a setembro.

Tabela 6 - Distribuição das lactações, por ordem de parto e por estação de parição, após eliminações de registros

Ordem de Parto	Estação de Parição <sup>1</sup>				Total	
	1		2		N	%
	N	%	N	%		
1	12.758	16,88	15.429	20,42	28.187	37,30
2	9.473	12,54	11.312	14,97	20.785	27,51
3	6.191	8,20	7.569	10,01	13.760	18,21
4	3.801	5,03	4.537	6,00	8.338	11,03
5	2.051	2,71	2.446	3,24	4.497	5,95
Total	34.274	45,36	41.293	54,64	75.567	100,00

<sup>1</sup>Águas: inclui os meses de outubro a março.

<sup>2</sup>Seca: incluiu os meses de abril a setembro.

## Capítulo 2

### **Avaliação Genética de Bovinos da Raça Holandesa no Estado de Minas Gerais para Medidas de Longevidade**

**Resumo** - Foram analisados registros de produção e reprodução de 7.601 vacas, filhas de 489 touros, nascidas de 1977 a 1993, pertencentes a 217 rebanhos, do estado de Minas Gerais, com o objetivo de estimar parâmetros genéticos, fenotípicos e de meio ambiente para medidas de longevidade, predizer valores genéticos para os animais e sugerir uma medida de longevidade apropriada para avaliações genéticas. As medidas de longevidade estudadas foram relacionadas à vida produtiva ou útil dos animais e também à capacidade de sobrevivência até um determinado tempo. As análises foram realizadas utilizando-se modelo animal que incluiu os efeitos fixos de rebanho-ano-estação do parto, grupo genético e os efeitos aleatórios de animal e erro. As herdabilidades estimadas para medidas de longevidade, relacionadas à vida produtiva ou útil dos animais variaram de 0,07 a 0,10. Para as medidas relacionadas à capacidade de sobrevivência até um determinado tempo, as herdabilidades estimadas foram de 0,01 a 0,12. As correlações genéticas e fenotípicas entre as medidas de longevidade variaram de 0,72 a 1,0 e de -0,11 a 0,83, respectivamente. Em virtude de sua importância na economicidade dos sistemas de produção, devem ser viabilizadas maneiras de contemplar longevidade, em avaliações genéticas de bovinos para produção de leite.

**Palavras-chave:** Avaliação genética, características funcionais, método REML, modelo animal, raça Holandesa.

## Chapter 2

### Genetic evaluation of Holstein cattle in the State of Minas Gerais for measures of longevity

**Abstract** - Production and reproduction records of 7,601 daughters born from 1977 to 1993 of 489 sires in 217 herds from Minas Gerais State were used. The objective was to estimate genetic, phenotypic and environmental parameters for measures of longevity, to predict animal breeding values and to suggest a measure of longevity appropriate for genetic evaluations. Longevity measures were related to productive life and also stayability (dead or alive) until a certain month of age. An animal model, which included the effects of herd-year-season, genetic group and the random effects of animal and error, was used in the analyses. Heritability estimates for longevity measures related to productive life were 0.07 to 0.10 and related to stayability were 0.01 to 0.12. Genetic and phenotypic correlations among measures of stayability were 0.72 to 1.0 and -0.11 to 0.83, respectively. Since longevity is important for the profitability of dairy production systems it should be considered in dairy cattle genetic evaluations.

**Keywords:** Genetic evaluation, functional traits, REML, animal model, Holstein.

## Introdução

Nas avaliações genéticas em gado de leite no Brasil, predominantemente, vem-se utilizando um sistema em que se prediz a capacidade prevista de transmissão (PTA) para leite e gordura. Também, na maioria dos países de pecuária leiteira desenvolvida, características relacionadas com produção de leite ocuparam, tradicionalmente, uma posição de destaque entre os objetivos da seleção, com a premissa de que o lucro da atividade leiteira aumenta com a produção por vaca. Os programas de controle leiteiro, com isso, originaram bancos de dados precisos sobre características relacionadas à produção de leite.

A ênfase na pecuária leiteira está, gradualmente, mudando de volume crescente de produção para melhoria na eficiência da produção. Em todo o mundo, a queda no preço do leite tem reduzido margens de lucro para os produtores. Com isso, é necessária redução dos custos de produção para que o produtor continue competitivo e aumente suas margens de lucro. Embora tenham surgido opções estratégicas como nichos de comercialização e sistemas orgânicos de produção, a redução dos custos e a otimização da eficiência de produção provavelmente permanecerão como meta de muitos produtores de todo o mundo.

Para redução do custo da atividade leiteira, é importante a redução do custo de produção por vaca. Isso implica criação de vacas saudáveis, sem problemas de fertilidade e estresse metabólico, capazes de se locomoverem com facilidade, parir e produzir, isto é, vacas que não serão descartadas involuntariamente do rebanho. Com esse objetivo nos programas de seleção, também estarão sendo contemplados o bem-estar dos animais e o consumidor, que atualmente tem interferido no desenvolvimento e aceitação de alimentos.

Várias características associadas com propriedades desejáveis dos animais exibem herança quantitativa e variabilidade genética, significando que seleção para essas características pode resultar no melhoramento dos animais. Entretanto, a seleção para ser efetiva pressupõe avaliação genética acurada de

animais individuais e comparação de seus valores para características de interesse. Essa é uma prática rotineira em muitos países.

Melhoramento genético é permanente, cumulativo e compensador em termos de custo. Melhorias obtidas em uma geração passam para a seguinte. Dessa forma, quando a seleção é continuada, os benefícios acumulam-se com as gerações.

Vacas capazes de produzirem grandes volumes de leite podem não necessariamente, sobreviver por muito tempo. Embora produtores de leite tenham na venda de leite a maior parte da sua receita, possivelmente a seleção somente para produção de leite não resultará em resposta genética ótima, quando se considera o potencial para lucro. Características denominadas funcionais como longevidade e saúde também precisam ser consideradas na seleção, uma vez que afetam a economicidade da atividade e podem apresentar correlação genética negativa com produção de leite. Portanto, avaliações genéticas para tais características poderão ser úteis como um auxílio para seleção. Se avaliações genéticas para longevidade estiverem disponíveis, poder-se-ia selecionar para a mesma, monitorando-se o progresso ou redução do mérito genético para esta característica.

Muitas características devem ser consideradas ao se estabelecer uma política de descarte em um rebanho. O descarte de vacas exploradas para produção de leite com base na produção insatisfatória é denominado descarte voluntário e, por outros motivos, descarte involuntário. Havendo redução do descarte involuntário, haverá maior flexibilidade para o voluntário. A longevidade de uma vaca indica o quanto ela foi capaz de resistir a ambos os descartes, voluntário e involuntário.

Assim, objetivou-se com este estudo: definir uma medida de longevidade apropriada para avaliações genéticas de bovinos da raça Holandesa; avaliar tendências para longevidade; estimar herdabilidade, correlações genéticas e fenotípicas para medidas alternativas de longevidade; predizer valores genéticos

de vacas e touros para medidas alternativas de longevidade; e sugerir sistemas de avaliação genética envolvendo longevidade.

## REVISÃO DE LITERATURA

Em uma revisão sobre características de longevidade, em programas de melhoramento genético de gado de leite, ESSL (1998) descreveu que o tempo de permanência de uma vaca no rebanho pode ser dividido em dois períodos distintos: o primeiro, que é o intervalo do nascimento ao primeiro parto e o segundo, que é o período produtivo do parto, até o descarte do animal. Segundo esse autor, o segundo período, em vez de toda a vida, é geralmente chamado de longevidade. Entretanto, para esse segundo período produtivo são usados alguns termos como vida útil ou produtiva, vida no rebanho ou número de parições, número total de dias durante todas as lactações, tempo entre a data do primeiro parto e o último dia de controle leiteiro, que são utilizados como medidas de longevidade. Também, a capacidade de um animal permanecer no rebanho por determinado período, denominada de sobrevivência, é utilizada como medida de longevidade.

A orientação para aumentos da produção, sem se preocupar com outras características, foi responsável pelo aumento dos custos de produção de leite, da capacidade de consumo dos animais, do valor nutritivo dos alimentos, afetando, negativamente, características ligadas à reprodução e à saúde das vacas de leite (OSTERGAARD et al., 1990; HAGEMAN et al., 1991; SIMIANER et al., 1991).

Em gado de leite, longevidade é uma característica de importância econômica (ESSL, 1998; SETTAR e WELLER, 1999). Entretanto, seleção direta de vacas e touros para longevidade tem sido limitada. Medidas de longevidade são obtidas, somente após os animais terem sido descartados dos rebanhos. Além disso, as medidas relativas à longevidade têm apresentado baixa estimativa de herdabilidade (VOLLEMA e GROEN, 1996; BIJMA et al., 1998; JAIRATH et al., 1998) e, ao contrário de medidas de produção de leite, só é possível obter um registro de longevidade por vaca.

Trabalhos de pesquisa (ESSL, 1998) indicaram que, na Áustria, a diminuição da permanência das vacas nos rebanhos de 5 para 4, de 4 para 3 e de 3 para 2 lactações proporcionou uma redução de 263, 572 e 2.246 kg de leite corrigido para gordura por lactação, respectivamente.

Segundo ESSL (1998) em vários trabalhos os autores determinaram que o valor econômico relativo da longevidade comparada à produção de leite está em torno de 1:2.

Longevidade pode ser medida de várias maneiras. Admitindo-se que um número constante de vacas é mantido em um rebanho ao longo dos anos, pode-se estimar a longevidade por meio de  $1/(\% \text{ descarte})$ . A porcentagem de descarte, por sua vez, pode ser estimada, dividindo-se o número de novilhas pelo número total de vacas, e a longevidade expressa em termos do número de lactações. Por exemplo, se a taxa de descarte for 30%, significa que a longevidade média é de 3,3 lactações. Várias sugestões para definição de longevidade baseiam-se no número de partos ou duração da vida no rebanho. VAN RADEN e KLAASKATE (1993) analisaram meses em lactação até um máximo de 84 meses, considerando um máximo de dez meses por lactação, uma vez que não são armazenados registros de mais de 305 dias. Em muitos estudos, os autores usaram o ajustamento para produção de leite nos modelos de análise genética da longevidade (DEKKERS, 1993; VOLLEMA e GROEN, 1996; BOETTCHER et al., 1998; EMANUELSON et al., 1998; JAIRATH et al., 1998; VOLLEMA e GROEN, 1998). Longevidade ajustada para produção é referida, comumente, como longevidade funcional ou durabilidade (ESSL, 1998). Quando durabilidade é analisada, somente o descarte devido a causas diferentes da produção de leite é considerado sendo, portanto, uma medida da capacidade de uma vaca resistir ao descarte involuntário e, também, uma indicação da eficiência da sua avaliação para as características fertilidade e saúde.

É importante que se conheçam as herdabilidades das características que definem longevidade e as suas correlações antes de incluí-las em um programa de

melhoramento. Seleção para longevidade pode ser compensadora, se as medidas de longevidade forem obtidas o mais cedo possível e houver variação genética suficiente (SMITH e QUAAS, 1984).

Os coeficientes de variação da longevidade têm sido maiores do que da produção de leite na lactação, entretanto, a maioria das estimativas de herdabilidade para medidas de longevidade têm sido baixas (VAN DORMAAL et al., 1985; DENTINE et al., 1987; DUCROCQ et al., 1988b; SHORT e LAWLOR, 1992; BOLDMAN et al., 1992).

Estimativas de herdabilidade variaram de 0,06 a 0,13 e foram ligeiramente maiores para medidas contínuas de longevidade e modelos não-lineares (SMITH e QUAAS, 1984; DUCROCQ et al., 1988b).

Estimativas de correlações genéticas entre características de produção, saúde e fertilidade são predominantemente desfavoráveis. Do ponto de vista biológico, existem preocupações com relação aos efeitos da seleção somente para produção, sobre a saúde e bem-estar dos animais (Lawrence et al., 1999, citado por PRYCE et al., 1999).

HUDSON e VAN VLECK (1981), trabalhando com 97.555 registros de produção e reprodução de vacas, filhas de 1.487 touros, da raça Holandesa, nos Estados Unidos, estimaram componentes de variância e covariância para produção de leite e gordura na primeira lactação e também para características de longevidade, definidas como: sobrevivência até 36, 48, 60, 72 e 84 meses de idade. As herdabilidades estimadas para produção de leite, produção de gordura, sobrevivência até 36, 48, 60, 72 e 84 meses foram de 0,31, 0,30, 0,02, 0,04, 0,05, 0,05 e 0,05, respectivamente. As correlações genéticas e fenotípicas entre produção de leite e características de longevidade variaram de 0,47 a 0,65 e de 0,17 a 0,27, respectivamente. Entre produção de gordura e características de longevidade as correlações genéticas e fenotípicas variaram de 0,46 a 0,60 e de 0,16 a 0,25, respectivamente. Para medidas de longevidade as correlações genéticas e fenotípicas variaram, respectivamente, de 0,70 a 1,00 e de 0,18 a 0,73. As herdabilidades, correlações genéticas e fenotípicas estão apresentadas

na Tabela 1. Com base nos resultados obtidos os autores concluíram que características de longevidade devem ser consideradas em programas de melhoramento genético e incluídas em índices de seleção.

Tabela 1 - Herdabilidade (diagonal), correlações genéticas (acima da diagonal) e fenotípicas (abaixo da diagonal) para produção de leite, produção de gordura e medidas de longevidade

Características <sup>1</sup>	1	2	3	4	5	6	7
1	0,31	0,82	0,56	0,64	0,65	0,58	0,47
2	0,86	0,30	0,47	0,60	0,58	0,54	0,46
3	0,22	0,21	0,02	0,80	0,76	0,70	0,72
4	0,27	0,25	0,51	0,04	0,95	0,95	0,89
5	0,25	0,24	0,34	0,66	0,05	1,00	0,91
6	0,22	0,20	0,24	0,48	0,72	0,05	0,96
7	0,17	0,16	0,18	0,35	0,53	0,73	0,05

<sup>1</sup>1: produção de leite; 2: produção de gordura; 3: sobrevivência até 36 meses; 4: sobrevivência até 48 meses; 5: sobrevivência até 60 meses; 6: sobrevivência até 72 meses; 7: sobrevivência até 84 meses.

Ao estudar medidas de longevidade de vacas da raça Holandesa, no Canadá, VAN DOORMAAL et al. (1985) estimaram herdabilidades, correlações genéticas e fenotípicas. As herdabilidades obtidas para sobrevivência até 17, 30, 43 e 55 meses de idade foram, respectivamente, 0,025, 0,040, 0,039 e 0,033. Para sobrevivência até 42, 54, 66 e 78 meses de idade, as herdabilidades obtidas foram 0,051, 0,040, 0,045 e 0,059, respectivamente. As correlações genéticas e fenotípicas entre as características de longevidade variaram de 0,288 a 1,000 e 0,357 a 0,790, respectivamente.

DENTINE et al. (1987), também com registros de vacas da raça Holandesa, encontraram herdabilidades de  $0,013 \pm 0,009$ ,  $0,024 \pm 0,009$ ,  $0,036 \pm 0,011$  e  $0,035 \pm 0,002$ , para sobrevivência até 48, 54, 84 meses e idade da vaca, em meses, na data do último controle leiteiro, respectivamente. As correlações entre os valores genéticos de touros preditos para estas características de longevidade variaram de 0,63 (sobrevivência até 48 e 84 meses) a 0,90 (sobrevivência até 48 e 54 meses), conforme pode ser verificado na Tabela 2.

SHORT e LAWLOR (1992) trabalhando com registros de produção, reprodução e de tipo de 128.601 vacas da raça Holandesa, nos Estados Unidos, estimaram parâmetros genéticos e fenotípicos para medidas de longevidade e produção de leite. As herdabilidades, correlações genéticas e fenotípicas para sobrevivência até o segundo parto, sobrevivência até 54 meses, sobrevivência até 84 meses, intervalo do primeiro parto até o último controle leiteiro, intervalo do primeiro parto até o último controle leiteiro ajustado para produção de leite na primeira lactação e produção de leite na primeira lactação, estão apresentadas na Tabela 3.

Tabela 2 - Correlações entre os valores genéticos dos touros preditos para sobrevivência até 48 (SBAT48), 54 (SBAT54), 84 (SBAT84) meses e idade da vaca, em meses, na data do último controle leiteiro (IDUCLT)

Características	SBAT54	SBAT84	IDUCLT
SBAT48	0,90	0,63	0,80
SBAT54	-	0,65	0,84
SBAT84	-	-	0,86

Tabela 3 - Herdabilidade (diagonal), correlações genéticas (acima da diagonal) e fenotípicas (abaixo da diagonal) para sobrevivência até o segundo parto (SBATP2), sobrevivência até 54 meses (SBAT54), sobrevivência até 84 meses (SBAT84), intervalo do primeiro parto até o último controle leiteiro (IPA1UC), intervalo do primeiro parto até o último controle leiteiro ajustado para produção de leite na primeira lactação (IPA1UCAJ) e produção de leite na primeira lactação (PLEIL1)

Características	SBATP2	SBAT54	SBAT84	IPA1UC	IPA1UCAJ	PLEIL1
SBATP2	0,02	0,89	0,78	0,87	0,83	0,33
SBAT54	0,54	0,05	0,91	0,99	0,89	0,51
SBAT84	0,19	0,36	0,04	0,95	0,95	0,28
IPA1UC	0,56	0,77	0,72	0,07	0,93	0,44
IPA1UCAJ	0,55	0,75	0,72	0,98	0,06	0,08
PLEIL1	0,12	0,18	0,09	0,19	0,03	0,31

KLASSEN et al. (1992) estudaram características produtivas, de tipo e de longevidade, utilizaram registros de 34.322 vacas da raça Holandesa, no Canadá.

Os autores obtiveram estimativas de herdabilidades de  $0,05 \pm 0,01$  e  $0,07 \pm 0,01$ , para número de lactações iniciadas e número total de dias em lactação, respectivamente. As correlações genéticas e fenotípicas entre número de lactações iniciadas e número total de dias em lactação foram, respectivamente, de 0,95 e 0,98. As correlações genéticas e fenotípicas entre número de lactações iniciadas e produção de leite foram de 0,93 e 0,95, respectivamente. Entre número total de dias em lactação e produção de leite, as correlações genéticas e fenotípicas foram, respectivamente, de 0,97 e 0,97. Alguns autores (HOQUE e HODGES, 1980; VAN RADEN e KLAASKATE, 1993; JAIRATH et al., 1994) encontraram valores de herdabilidade para número de lactações iniciadas próximos a 0,07. CHAUHAN et al. (1993) obtiveram estimativa de herdabilidade de 0,005 para número de lactações iniciadas. Para número total de dias em lactação JAIRATH et al. (1994), trabalharam com 82.835 registros de vacas da raça Holandesa, filhas de 703 touros, com primeiros partos ocorridos no período de 1979 a 1984, pertencentes a 2.384 rebanhos, no Canadá, estimaram herdabilidade de 0,08 e correlações genéticas e fenotípicas entre número de lactações iniciadas e número total de dias em lactação de 0,98 e 0,97, respectivamente.

VAN RADEN e KLAASKATE (1993), utilizaram registros de 1.984.038 vacas da raça Holandesa, nascidas no período de 1979 a 1983, filhas de 1.911 touros, com objetivo de definir uma medida apropriada de longevidade para ser utilizada em avaliações genéticas, nos Estados Unidos, estimaram parâmetros genéticos e fenotípicos para diferentes características de longevidade. As herdabilidades estimadas para sobrevivência até 36, 42, 48, 54, 60, 72 e 84 meses foram de 0,031, 0,044, 0,056, 0,067, 0,072, 0,082 e 0,085, respectivamente. Para número de lactações iniciadas, a herdabilidade encontrada foi de 0,085. As correlações genéticas entre sobrevivência até 36, 42, 48, 54, 60, 72 meses e sobrevivência até 84 meses foram, respectivamente, de 0,915, 0,960, 0,982, 0,992, 0,997 e 1,000 e as correlações fenotípicas de 0,589, 0,741, 0,838, 0,909,

0,952 e 0,993. Entre número de lactações iniciadas e sobrevivência até 84 meses, as correlações genéticas e fenotípicas foram de 0,992 e 0,941, respectivamente.

JAIRATH e DEKKERS (1994), encontraram correlações genéticas que variaram de 0,60 a 0,75 entre medidas de longevidade ajustada para produção de leite, dentro de cada uma das três primeiras lactações. Com base nos resultados encontrados sugeriram que um procedimento de análise utilizando características múltiplas deve ser usado em avaliações genéticas para características de longevidade funcional.

VOLLEMA e GROEN (1996), utilizaram registros de 1.727.988 vacas da raça Holandesa, nascidas no período de 1978 a 1985, na Holanda, estimaram parâmetros genéticos para características de longevidade. Nas Tabelas 4 e 5, respectivamente, encontram-se as estimativas de herdabilidades para características de longevidade e características de longevidade funcional, de acordo com o ano de nascimento dos animais e o modelo de análise. As correlações genéticas e fenotípicas entre as características de longevidade estão apresentadas na Tabela 6. Na Tabela 7 pode-se observar as correlações genéticas entre as características de longevidade e de longevidade funcional. Com base nos resultados encontrados os autores verificaram que as estimativas de herdabilidades entre medidas de longevidade foram consideravelmente diferentes, ao longo dos anos de nascimentos, indicando que mudanças na estrutura populacional afetaram os parâmetros genéticos. As correlações genéticas entre as características de longevidade foram, na maioria das análises, maiores (média: 0,94; intervalo: 0,733 a 1,000) do que as correlações fenotípicas (média: 0,59; intervalo: 0,131 a 0,980). As correlações genéticas entre as medidas de longevidade e longevidade funcional foram altas (média: 0,84; intervalo: 0,577 a 0,975).

JAIRATH et al. (1998) estimaram herdabilidade de 0,08 para longevidade funcional, utilizando registros de bovinos da raça Holandesa, no

Canadá. Além disso, obtiveram correlação de 0,37 entre os valores genéticos dos touros preditos para característica de longevidade e longevidade funcional.

Utilizando registros de produção e reprodução de animais da raça Jersey, na Dinamarca, BIJMA et al. (1998) obtiveram estimativas de herdabilidades entorno de 0,10 e 0,07, para medidas de longevidade e de longevidade funcional, respectivamente. Esses autores encontraram correlações genéticas entre medidas de longevidade relacionadas à vida produtiva ou útil do animal e relacionadas à sobrevivência até um determinado tempo de, aproximadamente, 0,90. Devido ao fato das medidas de sobrevivência serem obtidas mais cedo, os autores descreveram que tais medidas devem ser usadas como características de longevidade, em avaliações genéticas.

Tabela 4 - Estimativas de herdabilidades para medidas de longevidade e produção de leite até 305 dias na primeira lactação, de acordo com o ano de nascimento dos animais e o modelo de análise<sup>1</sup>

Características <sup>2</sup>	Ano de nascimento/Modelo de análise			
	1985/ Modelo animal	1985/ Modelo de touro	1982/ Modelo de touro	1978/ Modelo de touro
P305L1	0,238	0,328	0,400	0,388
NLACIN	0,036	0,032	0,098	0,132
PTOLAC	0,087	0,104	0,134	0,172
NTDLAC	0,042	0,048	0,116	0,140
TNASUC	0,037	0,040	0,109	0,136
TP1UDC	0,035	0,036	0,110	0,136
SBAT36	0,007	0,012	0,053	0,040
SBAT48	0,013	0,012	0,076	0,080
SBAT60	0,023	0,020	0,087	0,116
SBAT72	0,029	0,032	0,072	0,108
SB12P1	0,007	0,012	0,060	0,044
SB24P1	0,009	0,008	0,080	0,088
SB36P1	0,025	0,020	0,082	0,112
SB48P1	0,026	0,028	0,071	0,108

<sup>1</sup>As estimativas dos erros-padrão para herdabilidade da produção de leite até 305 dias na primeira lactação variaram de 0,01 a 0,02 e para herdabilidade das características de longevidade variaram de 0,003 a 0,01.

<sup>2</sup>P305L1: produção de leite até 305 dias na primeira lactação; NLACIN: número de lactações iniciadas; PTOLAC: produção total nas lactações; NTDLAC: número total de dias durante todas as lactações; TNASUC: Tempo entre o nascimento e o último controle leiteiro; TP1UDC: Tempo entre a data do primeiro parto e o último dia de controle leiteiro; SBAT36: sobrevivência até 36 meses; SBAT48: sobrevivência até 48 meses; SBAT60: sobrevivência até 60 meses; SBAT72: sobrevivência até 72 meses; SB12P1: sobrevivência até 12 meses após o primeiro parto; SB24P1: sobrevivência até 24 meses após o primeiro parto; SB36P1: sobrevivência até 36 meses após o primeiro parto; SB48P1: sobrevivência até 48 meses após o primeiro parto.

Tabela 5 - Estimativas de herdabilidades para medidas de longevidade funcional, de acordo com o ano de nascimento dos animais e o modelo de análise<sup>1</sup>

Características <sup>2</sup>	Ano de nascimento/Modelo de análise		
	1985/ Modelo animal	1982/ Modelo de touro	1978/ Modelo de touro
FNLACIN	0,036	0,068	0,096
FPTOLAC	0,075	0,101	0,112
FNTDLAC	0,039	0,084	0,104
FTNASUC	0,036	0,078	0,104
FTP1UDC	0,035	0,079	0,100
FSBAT36	0,007	0,032	0,016
FSBAT48	0,010	0,046	0,044
FSBAT60	0,021	0,056	0,080
FSBAT72	0,028	0,052	0,076
FSB12P1	0,003	0,037	0,032
FSB24P1	0,005	0,049	0,048
FSB36P1	0,023	0,054	0,076
FSB48P1	0,025	0,052	0,080

<sup>1</sup>As estimativas dos erros-padrão para herdabilidades das características de longevidade funcional variaram de 0,002 a 0,008.

<sup>2</sup>F: a letra F, como prefixo, indica que é uma característica de longevidade funcional; NLACIN: número de lactações iniciadas; PTOLAC: produção total nas lactações; NTDLAC: número total de dias durante todas as lactações; TNASUC: Tempo entre o nascimento e o último controle leiteiro; TP1UDC: Tempo entre a data do primeiro parto e o último dia de controle leiteiro; SBAT36: sobrevivência até 36 meses; SBAT48: sobrevivência até 48 meses; SBAT60: sobrevivência até 60 meses; SBAT72: sobrevivência até 72 meses; SB12P1: sobrevivência até 12 meses após o primeiro parto; SB24P1: sobrevivência até 24 meses após o primeiro parto; SB36P1: sobrevivência até 36 meses após o primeiro parto; SB48P1: sobrevivência até 48 meses após o primeiro parto.

Tabela 6 - Correlações genéticas (acima da diagonal) e fenotípicas (abaixo da diagonal) entre as medidas de longevidade<sup>1</sup>

Características <sup>2</sup>	NLACIN	PTOLAC	NTDLAC	TNASUC	TP1UDC	SBAT36	SBAT48	SBAT60	SBAT72	SB12P1	SB24P1	SB36P1	SB48P1
NLACIN	-	-	-	0,870	-	0,971	0,936	0,859	0,902	0,882	0,939	0,893	0,934
PTOLAC	0,880	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
NTDLAC	0,924	0,939	-	-	0,986	-	-	-	-	-	-	-	-
TNASUC	0,907	0,901	0,951	-	-	0,910	1,000	0,999	1,000	0,884	1,000	1,000	1,000
TP1UDC	0,928	0,916	0,970	0,980	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SBAT36	0,312	0,305	0,345	0,367	0,351	-	0,872	0,847	0,995	1,000	0,776	0,867	0,954
SBAT48	0,500	0,477	0,522	0,555	0,538	0,506	-	1,000	1,000	0,798	0,985	1,000	1,000
SBAT60	0,686	0,668	0,713	0,747	0,733	0,254	0,502	-	0,971	0,882	1,000	0,998	0,976
SBAT72	0,735	0,733	0,767	0,807	0,791	0,145	0,286	0,570	-	0,996	1,000	0,996	-
SB12P1	0,379	0,358	0,405	0,400	0,414	0,811	0,580	0,297	0,171	-	0,733	0,896	0,880
SB24P1	0,581	0,546	0,596	0,596	0,616	0,413	0,799	0,596	0,343	0,501	-	1,000	1,000
SB36P1	0,728	0,700	0,749	0,755	0,772	0,226	0,447	0,879	0,628	0,274	0,546	-	0,992
SB48P1	0,747	0,742	0,778	0,790	0,803	0,131	0,259	0,515	0,894	0,159	0,316	0,579	-

<sup>1</sup>As estimativas dos erros-padrão para correlações entre as características de longevidade variaram de 0,0 a 0,1.

<sup>2</sup>NLACIN: número de lactações iniciadas; PTOLAC: produção total nas lactações; NTDLAC: número total de dias durante todas as lactações; TNASUC: Tempo entre o nascimento e o último controle leiteiro; TP1UDC: Tempo entre a data do primeiro parto e o último dia de controle leiteiro; SBAT36: sobrevivência até 36 meses; SBAT48: sobrevivência até 48 meses; SBAT60: sobrevivência até 60 meses; SBAT72: sobrevivência até 72 meses; SB12P1: sobrevivência até 12 meses após o primeiro parto; SB24P1: sobrevivência até 24 meses após o primeiro parto; SB36P1: sobrevivência até 36 meses após o primeiro parto; SB48P1: sobrevivência até 48 meses após o primeiro parto.

Tabela 7 - Correlações genéticas entre as medidas de longevidade e de longevidade funcional<sup>1</sup>

Características <sup>2</sup>	NLACIN	TNASUC	SBAT36	SBAT72
FNTDLAC	0,809	0,945	0,829	0,952
FTNASUC	0,690	0,902	0,916	0,965
FSBAT36	0,641	0,577	-	0,642
FSBAT72	0,878	0,964	0,975	0,947

<sup>1</sup>As estimativas dos erros-padrão para correlações entre as características de longevidade e de longevidade funcional variaram de 0,01 a 0,10.

<sup>2</sup>F: a letra F, como prefixo, indica que é uma característica de longevidade funcional; NLACIN: número de lactações iniciadas; NTDLAC: número total de dias durante todas as lactações; TNASUC: Tempo entre o nascimento e o último controle leiteiro; SBAT36: sobrevivência até 36 meses; SBAT72: sobrevivência até 72 meses.

SETTAR e WELLER (1999), trabalhando com 335.832 registros de vacas da raça Holandesa, com até sete partos, ocorrido no período de 1984 a 1988, em Israel, utilizando modelo animal, encontraram estimativas de herdabilidades para medidas de longevidade, que variaram de 0,11 a 0,12. As correlações genéticas entre as medidas de longevidade variaram de 0,98 a 1,0 e as correlações fenotípicas de 0,97 a 0,99. Utilizando modelo de touro, esses mesmos autores, obtiveram valores de herdabilidades para medidas de longevidade que variaram de 0,07 a 0,08. Os autores relataram que as herdabilidades encontradas foram superiores às relatadas em outros estudos e que as correlações genéticas descritas em outras pesquisas foram maiores do que 0,90 e, geralmente, menores que as correlações fenotípicas.

Dois métodos têm sido sugeridos para inclusão de longevidade em programas de melhoramento: inclusão de uma medida direta de longevidade em um índice de seleção ou seleção de outras características, que são correlacionadas com longevidade, porém, têm alta herdabilidade e são expressas no início da vida produtiva do animal. Em vários estudos (KLASSEN et al., 1992; SHORT e LAWLOR, 1992; VOLLEMA e GROEN, 1996; VOLLEMA e GROEN, 1997), tem sido utilizada características de conformação como medidas de seleção indireta para longevidade.

Não existe padrão definido para avaliações genéticas. Na Holanda, por exemplo, um valor genético para durabilidade serve como indicação do quanto as vacas estão livres de problemas, sendo adequado para classificar touros conforme sua capacidade de resistir ao descarte involuntário. Trabalhos de pesquisa indicaram que a seleção para durabilidade é mais conveniente do que para longevidade (VAN ARENDONK, 1985).

No Canadá, sobrevivência das vacas em cada uma das três primeiras lactações é registrada como característica binária e avaliada por meio de um modelo animal linear para características múltiplas. Por esse procedimento, sobrevivência em cada lactação é considerada uma característica, requerendo-se que a lactação esteja encerrada, quer seja relatando-se descarte ou por uma data subsequente de parto (JAIRATH et al., 1998). Relativa simplicidade é uma qualidade desse procedimento. Uma alternativa é a análise da longevidade, como característica binária, por meio de modelo de limiar de GIANOLA (1979). DEKKERS (1993) descreveu um modelo estatístico para estimação de parâmetros genéticos e seleção de animais para características de longevidade. Outro procedimento é a análise de sobrevivência (DUCROCQ et al., 1988a; DUCROCQ et al., 1988b; VUKASINOVIC et al., 1997). Países como Alemanha e Canadá utilizam análise de sobrevivência em avaliações genéticas para características de longevidade (VAN RADEN e POWELL, 2002). Por meio desse procedimento, covariáveis dependentes de tempo podem ser usadas para modelar, com mais precisão, efeitos de fatores de meio ambiente, tais como grupo contemporâneo e estágio de lactação. A variável dependente é a probabilidade instantânea de uma vaca ser descartada em um tempo  $t$ , desde que esteja viva antes do tempo  $t$ . Também, nessas análises, pode-se incluir lactações parciais de vacas vivas, adicionando-se mais informação às análises. ESSL (1998) descreveu que a análise de sobrevivência constituiu-se em um procedimento adequado para avaliação genética de características de longevidade. Teoricamente, modelos de limiar e sobrevivência apresentam vantagens em relação ao modelo linear (VUKASINOVIC et al., 1997).

Em vista dos resultados encontrados por BOETTCHER et al. (1999), que compararam os três procedimentos anteriores, no Canadá, ainda, continuam usando o modelo linear; entretanto, as pesquisas sobre a viabilidade de se utilizar o modelo de sobrevivência continuam.

Danner et al. (1993), citado por ESSL (1998), encontraram correlações de ordem de 0,72 a 0,94, entre os valores genéticos dos animais para medidas de longevidade, preditos por meio do modelo linear e análise de sobrevivência.

A vantagem mais importante que os métodos lineares tem apresentado é o fato de se poder utilizar os programas de análises já disponíveis, a facilidade e a grande flexibilidade que se tem quando são utilizados tais programas.

SCHAEFFER e BURNSIDE (1974) utilizaram o procedimento do melhor preditor linear não-viesado (BLUP) para avaliar touros para uma característica discreta, sobrevivência dos filhos. A metodologia do BLUP tem sido utilizada, freqüentemente, para classificar reprodutores para características de tipo e conformação (SCHAEFFER et al., 1978; DENTINE et al., 1987; KLASSEN et al., 1992; SHORT e LAWLOR, 1992).

Devido às suas propriedades, a metodologia do BLUP foi estendida para dados categóricos pela sua capacidade de considerar diferentes situações comuns nas aplicações em melhoramento animal, tais como: variáveis aleatórias, covariáveis, características múltiplas, dados selecionados, entre outras.

O modelo de limiar, pelo fato de requerer edição adicional e fornecer valores genéticos altamente correlacionados com os obtidos com o modelo linear, não deve ser mais recomendado para medidas de longevidade (BOETTCHER et al., 1999). Além disso, a utilização do modelo de limiar tem sido limitada pela sua complexidade computacional.

BOETTCHER et al. (1998), trabalharam com, aproximadamente, 700.000 registros de vacas da raça Holandesa, com até três partos,

pertencentes a 7.700 rebanhos, no Canadá, encontraram estimativas de herdabilidade para medidas de longevidade de, aproximadamente, 0,04, 0,07 e 0,10, utilizaram modelo linear, modelo de limiar e análise de sobrevivência, respectivamente. A correlação genética para sobrevivência nas três primeiras lactações, utilizando o modelo linear, com modelo de touro, foi de 0,85 (lactação 1 e lactação 2), 0,84 (lactação 1 e lactação 3) e 0,91 (lactação 2 e lactação 3). As correlações entre os valores genéticos dos touros utilizando modelo linear, modelo de limiar e análise de sobrevivência, com modelo animal e de touro, variou de 0,72 a 0,98. Esses autores descreveram que a implementação de avaliações genéticas para longevidade, utilizando um modelo de sobrevivência, requer muito mais recursos computacionais que os modelos lineares e de limiar. Nesse estudo a análise de sobrevivência exigiu mais de 400 *Megabytes* (Mb) de memória em uma *Workstation HP 9000/770* (*Hewlett Packard Co. Palo Alto, CA*). Entretanto os modelos linear e de limiar, com modelo de touro, exigiram menos de 10 Mb. A análise com o modelo linear animal, necessitou menos de 150 Mb. Além disso, com a análise de sobrevivência e com o modelo de limiar, foi utilizado de 5 a 10 vezes mais tempo, para obtenção dos resultados, que com o modelo linear. Com base nos resultados encontrados e nas exigências computacionais observadas, os autores descreveram que, no Canadá, o modelo linear ainda é usado em avaliações genéticas de touros para características de longevidade, entretanto pesquisas têm sido realizadas considerando-se análises de sobrevivência. Com relação ao modelo de limiar relataram que a utilização desse poderá ser limitado pelo fato de requerer edição adicional e fornecer valores genéticos altamente correlacionados com os obtidos com o modelo linear.

Quando avaliações para longevidade não estão disponíveis, pode-se selecionar para a mesma, usando-se características correlacionadas de tipo (KLASSEN et al., 1992; BURKE e FUNK, 1993; VAN RADEN e POWELL, 2002). Embora tipo seja medido mais cedo do que longevidade, a seleção indireta possibilita progresso lento ou moderado por causa das baixas correlações da

maioria das características de tipo com longevidade (ROGERS et al., 1989; BOLDMAN et al., 1992; SHORT e LAWLOR, 1992). Segundo ESSL (1998), características de tipo e conformação não devem ser utilizadas na seleção de animais, em substituição às características de longevidade.

Quando vacas de baixa produção são descartadas, as correlações genéticas e fenotípicas entre produção e longevidade são favoráveis (SHORT e LAWLOR, 1992). Entretanto, a tendência genética da longevidade pode ser negativa (EVERETT et al., 1976) e as tendências fenotípicas negativas na maioria das raças (NIEUWHOJ et al., 1989).

Se avaliações genéticas para longevidade estiverem disponíveis, pode-se selecionar para a mesma e monitorar as mudanças do mérito genético para esta característica.

São dois os enfoques sugeridos para inclusão de longevidade em um programa de melhoramento: inclusão de uma medida de longevidade em um índice de seleção (VAN RADEN e WIGGANS, 1995) ou seleção para outras características correlacionadas com longevidade que tenham herdabilidade mais alta e expressam-se mais cedo (VOLLEMA e GROEN, 1996; VOLLEMA e GROEN, 1997; SETTAR e WELLER, 1999). Índices para seleção de touros, combinando produção e características funcionais, têm sido, também, sugeridos visando à maximização de lucros (BOETTCHER e VAN DOORMAAL, 1999). No Canadá, por exemplo, um índice denominado valor econômico total (TEV) é usado para seleção de touros no qual combinam-se valores genéticos para produção (gordura e proteína) e dois tipos de características funcionais, quais sejam, longevidade e saúde do úbere. Na realidade, o TEV é um índice composto de três subíndices ou “supercaracterísticas” (WILMINK, 1996). O subíndice para longevidade é simplesmente o valor genético do touro para longevidade.

## Material e Métodos

### 1. *Características estudadas, origem e consistência dos dados*

Neste trabalho, as medidas de longevidade analisadas estão relacionadas à vida produtiva ou útil do animal (características de 1 a 5, a seguir) ou à capacidade de sobrevivência até um determinado tempo, por exemplo, um número fixo de meses após o nascimento (característica no item 6) ou após o primeiro parto (característica no item 7). Assim, foram avaliadas as seguintes medidas de longevidade:

- 1 - Número de lactações iniciadas (NLACIN);
- 2 - Produção total nas lactações (PTOLAC);
- 3 - Número total de dias durante todas as lactações (NTDLAC);
- 4 - Tempo entre o nascimento e o último controle leiteiro (TNASUC);
- 5 - Tempo entre a data do primeiro parto e o último dia de controle leiteiro (TP1UDC);
- 6 - Sobrevivência até 36 (SBAT36), 48 (SBAT48), 60 (SBAT60), 72 (SBAT72) e 84 (SBAT84) meses;
- 7 - Sobrevivência até 12 (SB12P1), 24 (SB24P1), 36 (SB36P1), 48 (SB48P1) e 54 (SB54P1) meses após o primeiro parto.

Além das características de longevidade, foi analisada também a produção de leite até 305 dias na primeira lactação (P305L1).

Os registros de produção e reprodução foram provenientes do Serviço de Controle Leiteiro da Associação dos Criadores de Gado Holandês de Minas Gerais. Essa associação, fundada em 6 de setembro de 1949, entidade declarada de utilidade pública nos termos do decreto estadual, lei nº 5470 de 30/06/1970, está sediada na cidade de Juiz de Fora-MG.

Foram analisadas lactações encerradas de vacas nascidas de 1977 a 1993, considerando-se que não estavam mais vivas e que já tinham completado pelo menos sete lactações por ocasião da obtenção dos dados para análise, em

setembro de 2002. Portanto, as vacas possuíam registros completos de longevidade ou já tinham sido descartadas na época da obtenção dos dados.

Foram realizadas consistências nos dados para eliminação de registros com erros, observações incompletas, causas de secagem anormais, consistência de produção, pedigree, número de lactações e idade ao parto.

Os limites estabelecidos para idade, dentro de ordem de parto, foram como segue: ordem de parto 1 (20 meses  $\leq$  idade  $\leq$  60 meses); ordem de parto 2 (30 meses  $\leq$  idade  $\leq$  78 meses); ordem de parto 3 (41 meses  $\leq$  idade  $\leq$  96 meses); ordem de parto 4 (54 meses  $\leq$  idade  $\leq$  116 meses); ordem de parto 5 (66 meses  $\leq$  idade  $\leq$  134 meses); ordem de parto 6 (78 meses  $\leq$  idade  $\leq$  152 meses); e ordem de parto 7 (90 meses  $\leq$  idade  $\leq$  170 meses).

As lactações foram eliminadas quando a causa de encerramento era considerada anormal, tais como: ocorria doença, aborto ou morte da vaca; ocorria venda da vaca ou a lactação estava em curso e não havia atingido 305 dias; e encerrava-se a lactação antes de 305 dias e não se registrava a data ou a causa de secagem.

Foram ainda descartados os registros de produção e reprodução de vacas que não eram da raça Holandesa, vacas mestiças e as lactações de animais que não eram ordenhados duas ou três vezes por dia.

Em seguida, as produções de vacas ordenhadas três vezes ao dia foram convertidas em duas ordenhas, uma vez que esse é o padrão de comparação na maioria dos estudos de produção de leite. Para essa padronização utilizaram-se os procedimentos descritos por TEIXEIRA (1998).

Após a padronização para duas ordenhas foram descartadas as produções de leite inferiores a 1.000 kg ou superiores a 13.000 kg.

As composições genéticas dos animais utilizadas neste estudo foram: animais puro de origem (PO) e animais de composição genética igual ou superior a 31/32 Holandês.

Para análise dos dados foram definidas duas estações de parição: águas (incluiu os meses de outubro a março) e seca (incluiu os meses de abril a setembro).

Em todas as análises, exigiu-se que os touros tivessem, pelo menos, três filhas e cada classe de rebanho-ano-estação de parto possuísse, no mínimo, três registros de produção ou reprodução de filhas de, pelo menos, dois touros. Satisfeitas estas restrições, restaram 7.601 vacas com registros de longevidade e de produção de leite até 305 dias na primeira lactação, filhas de 489 touros, pertencentes a 217 rebanhos, do Estado de Minas Gerais.

Em todas as verificações de consistências dos dados utilizaram-se os procedimentos disponíveis no *Statistical Analysis System*, versão 6.12 (SAS INSTITUTE INC., 1990), no sistema *dBASE IV* (JONES, 1989) e em vários programas específicos escritos na linguagem de programação *CLIPPER* versão 5.0 (RAMALHO, 1991).

O arquivo de “pedigree”, para formação da matriz dos numeradores dos coeficientes de parentesco (NRM), usado neste estudo, foi obtido a partir do arquivo de cadastro de vacas, contendo a identificação da vaca, do pai e da mãe, em 65.783 animais, mais o arquivo de cadastro de touros, contendo a identificação do touro, do pai e da mãe, em 5.894 animais. Dessa forma o arquivo de “pedigree” dos animais apresentava as características descritas na Tabela 8.

Tabela 8 - Características do arquivo de “pedigree” utilizado neste estudo

Característica	Número de observações
Número de dados no arquivo de “pedigree”	71.677
Número de animais diferentes na NRM	100.334
Elementos não-zero na NRM	243.875
Log determinante da NRM	-33.345,3791
Número de animais endogâmicos	40
Coefficiente de endogamia médio (animais endogâmicos)	0,1648

## 2. Modelos de análise

Para determinarem tendências para medidas de longevidade, médias por ano de nascimento para as características, produção total nas lactações (PTOLAC), tempo entre o nascimento e o último controle leiteiro (TNASUC) e tempo entre a data do primeiro parto e o último dia de controle leiteiro (TP1UDC), foram calculadas.

Nas análises para estimação dos componentes de variância, de parâmetros genéticos e de valores genéticos dos animais, para medidas de longevidade, foi utilizado o seguinte modelo estatístico:

$$y_{ijk} = \text{RAE}_i + \text{GG}_j + a_{ijk} + e_{ijk},$$

em que  $y_{ijk}$  = observação na vaca  $\mathbf{k}$ , do RAE  $\mathbf{i}$  e do GG  $\mathbf{j}$ ;  $\text{RAE}_i$  = efeito fixo do rebanho-ano-estação de parto  $\mathbf{i}$ ;  $\text{GG}_j$  = efeito do grupo genético  $\mathbf{j}$ ;  $a_{ijk}$  = efeito aleatório genético aditivo do animal  $\mathbf{k}$ , do RAE  $\mathbf{i}$  e do GG  $\mathbf{j}$ ; e  $e_{ijk}$  = erro aleatório associado a cada observação,  $e_{ijk} \sim (0, \sigma_e^2)$ .

Nas análises para características de longevidade, classes de rebanho-ano-estação foram definidas em relação à data do primeiro parto.

Para produção de leite até 305 dias na primeira lactação (P305L1), a análise foi realizada utilizando-se o seguinte modelo estatístico:

$$y_{ijk} = \text{RAE}_i + \text{GG}_j + \sum_{n=1}^2 b_n (X_{ijkl} - \bar{X})^n + a_{ijk} + e_{ijk},$$

em que  $y_{ijk}$  = produção de leite até 305 dias de lactação;  $\text{RAE}_i$  = efeito do rebanho-ano-estação de parto  $\mathbf{i}$ ;  $\text{GG}_j$  = efeito do grupo genético  $\mathbf{j}$ ;  $b_1$  e  $b_2$  = coeficientes de regressão linear e quadrático da característica  $y_{ijk}$ , em função da idade da vaca no parto;  $X$  = idade da vaca no parto, em meses;  $a_{ijk}$  = efeito aleatório do animal  $\mathbf{k}$ , do grupo genético  $\mathbf{j}$  e do RAE  $\mathbf{i}$ ; e  $e_{ijk}$  = erro aleatório associado a cada observação,  $e_{ijk} \sim (0, \sigma_e^2)$ .

Em termos matriciais, os modelos para características de longevidade e para produção de leite até 305 dias na primeira lactação (PL305L1), podem ser reescritos como:

$$\tilde{y} = \tilde{X}\tilde{\beta} + \tilde{Z}\tilde{u} + \tilde{\varepsilon}.$$

em que  $\tilde{y}$  = vetor de observações;  $\tilde{X}$  e  $\tilde{Z}$  = matrizes de incidência relativa aos registros, para efeitos fixos e de animal, respectivamente;  $\tilde{\beta}$  = vetor de efeitos fixos;  $\tilde{u}$  = vetor de efeitos aleatórios de animal; e  $\tilde{\varepsilon}$  = vetor de erros aleatórios.

As equações de modelos mistos (EMM), para o melhor estimador linear não-viesado (BLUE) das funções estimáveis de  $\tilde{\beta}$  e para o melhor preditor linear não-viesado (BLUP) de  $\tilde{u}$ , são dadas pela solução do sistema abaixo:

$$\begin{bmatrix} \tilde{X}'\tilde{X} & \tilde{X}'\tilde{Z} \\ \tilde{Z}'\tilde{X} & \tilde{Z}'\tilde{Z} + \mathbf{A}^{-1}\alpha_1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \tilde{\beta}^\circ \\ \tilde{\hat{u}} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \tilde{X}'\tilde{y} \\ \tilde{Z}'\tilde{y} \end{bmatrix}.$$

Nas análises de características múltiplas que envolveram as medidas de longevidade e a produção de leite até 305 dias na primeira lactação (P305L1), foram usados os mesmos modelos das análises individuais, pertinentes às medidas de longevidade e à produção de leite até 305 dias na primeira lactação (P305L1). O modelo para análises de características múltiplas, em notação matricial, é usualmente descrito da seguinte maneira:

$$\begin{bmatrix} \tilde{y}_1 \\ \tilde{y}_2 \\ \tilde{\sim} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \tilde{X}_1 & 0 \\ 0 & \tilde{X}_2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \tilde{\beta}_1 \\ \tilde{\beta}_2 \\ \tilde{\sim} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \tilde{Z}_1 & 0 \\ 0 & \tilde{Z}_2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \tilde{u}_1 \\ \tilde{u}_2 \\ \tilde{\sim} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \tilde{\varepsilon}_1 \\ \tilde{\varepsilon}_2 \\ \tilde{\sim} \end{bmatrix},$$

em que  $\tilde{y}_i$  = vetor de observações para a característica  $i$ ;  $\tilde{X}_i$  e  $\tilde{Z}_i$  = matrizes de incidência relativa aos registros de produção da característica  $i$ , para os efeitos fixos e de animal, respectivamente;  $\tilde{\beta}_i$  = vetor de efeitos fixos para a característica  $i$ ;  $\tilde{u}_i$  = vetor de efeitos aleatórios de animal para a característica  $i$ ;  $\tilde{\varepsilon}_i$  = vetor de erros aleatórios para a característica  $i$ .

Admite-se que

$$\text{var} \begin{bmatrix} \tilde{u}_1 \\ \tilde{u}_2 \\ \tilde{\varepsilon}_1 \\ \tilde{\varepsilon}_2 \\ \tilde{\cdot} \\ \tilde{\cdot} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} Ag_{11} & Ag_{12} & 0 & 0 \\ Ag_{21} & Ag_{22} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & Ir_{11} & Ir_{12} \\ 0 & 0 & Ir_{21} & Ir_{22} \end{bmatrix},$$

em que  $g_{ij}$  = elementos de  $G_o$ , matriz de variância e covariância genética aditiva entre as características;  $r_{ij}$  = elementos de  $R_o$ , matriz de variância e covariância residual entre as características; e  $I$  = matriz identidade.

O BLUP de  $\tilde{u}$  e o BLUE das funções estimáveis de  $\tilde{\beta}$  são obtidos pela solução do sistema de EMM abaixo:

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

em que  $\tilde{y} = \begin{bmatrix} y_1 \\ \tilde{\cdot} \\ y_2 \\ \tilde{\cdot} \end{bmatrix}$ ;  $\tilde{\beta}^\circ = \begin{bmatrix} \beta_1^\circ \\ \tilde{\cdot} \\ \beta_2^\circ \\ \tilde{\cdot} \end{bmatrix}$ ;  $\tilde{\hat{u}} = \begin{bmatrix} \hat{u}_1 \\ \tilde{\cdot} \\ \hat{u}_2 \\ \tilde{\cdot} \end{bmatrix}$ ;  $X = \begin{bmatrix} X_1 & 0 \\ 0 & X_2 \end{bmatrix}$ ;  $Z = \begin{bmatrix} Z_1 & 0 \\ 0 & Z_2 \end{bmatrix}$ ;  $R = I \otimes R_o$

( $\otimes$  denota o operador produto direto); e  $G = A \otimes G_o$ .

Os componentes de variância, necessários à estimação dos parâmetros genéticos e dos valores genéticos dos animais, para as características em estudo, foram obtidos pelo método da máxima verossimilhança restrita (REML), utilizando-se o sistema MTDFREML (BOLDMAN et al., 1995), em que se utiliza um procedimento livre de derivadas.

A estratégia recomendada por VERNEQUE (1994) foi empregada no sistema MTDFREML, o que visa diminuir ao máximo o número de iterações quando da avaliação da função de verossimilhança, nas análises de características múltiplas.

Assim, nessas análises consideraram-se como “valores iniciais” os componentes de variância ( $\sigma_i^2$  e  $\sigma_j^2$ ), resultantes das análises de característica única. Os valores iniciais dos componentes de covariância ( $\sigma_{ij}$ ) foram estimados,

fixando-se os componentes de variância de cada uma das variáveis ( $\sigma_i^2$  e  $\sigma_j^2$ ) obtidas das análises de característica única e procedendo-se, a seguir, a uma análise para obtenção dessa estimativa ( $\sigma_{ij}$ ), dado que os dois componentes de variância ( $\sigma_i^2$  e  $\sigma_j^2$ ) estavam fixos. As análises finais foram feitas sem se fixar qualquer componente do modelo proposto ( $\sigma_i^2$ ,  $\sigma_{ij}$  e  $\sigma_j^2$ ). O critério de convergência adotado tanto nas análises de característica única quanto nas análises de características múltiplas foi o de que a variância do simplex atingisse  $10^{-9}$ . A cada “rodada”, o programa era reiniciado, usando-se os valores de variância e covariância iniciais obtidos na análise anterior. Esse procedimento era repetido até que não se verificassem mais variações nos valores da função de verossimilhança entre duas tentativas repetidas e até que esses não se alterassem mais do que  $10^{-2}$  unidades.

O estimador de herdabilidade da característica  $i$ , bem como os estimadores das correlações genética, fenotípica e residual entre as características  $i$  e  $j$ , são dados, respectivamente, por:

*Herdabilidade ( $\hat{h}^2$ )*

$$\hat{h}^2 = \frac{\hat{\sigma}_g^2}{\hat{\sigma}_p^2}$$

*Correlação genética ( $r_g$ )*

$$r_g = \frac{\hat{\sigma}_{g_{ij}}}{\sqrt{\hat{\sigma}_{g_i}^2 \hat{\sigma}_{g_j}^2}}$$

*Correlação fenotípica ( $r_p$ )*

$$r_p = \frac{\hat{\sigma}_{p_{ij}}}{\sqrt{\hat{\sigma}_{p_i}^2 \hat{\sigma}_{p_j}^2}}$$

em que  $\hat{\sigma}_g^2$  = estimador de variância genética aditiva;  $\hat{\sigma}_p^2$  = estimador de variância fenotípica;  $\hat{\sigma}_{g_{ij}}$  = estimador de covariância genética entre as características  $i$  e  $j$ ; e  $\hat{\sigma}_{p_{ij}}$  = estimador de covariância fenotípica entre as características  $i$  e  $j$ .

Foram obtidas correlações de ordem e produto-momento, entre os valores genéticos dos animais, preditos para medidas alternativas de longevidade e para produção de leite até 305 dias na primeira lactação.

O coeficiente de correlação produto-momento entre duas variáveis X e Y, é um único valor definido pela fórmula:

$$r = \frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})(Y_i - \bar{Y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2 \cdot \sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{Y})^2}} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i Y_i - \frac{\sum_{i=1}^n X_i \sum_{i=1}^n Y_i}{n}}{\sqrt{\left[ \sum_{i=1}^n X_i^2 - \frac{\left( \sum_{i=1}^n X_i \right)^2}{n} \right] \left[ \sum_{i=1}^n Y_i^2 - \frac{\left( \sum_{i=1}^n Y_i \right)^2}{n} \right]}}$$

A correlação de ordem ( $r_s$ ) foi obtida por meio da seguinte expressão:

$$r_s = 1 - \frac{6 \sum_{i=1}^n d_i^2}{n(n^2 - 1)}, \text{ em que:}$$

$d_i = P_{X_i} - P_{Y_i}$  = diferença entre o posto do indivíduo  $i$  em relação à variável X e seu posto em relação à variável Y para cada par de observações.

## Resultados e Discussão

### *Tendências para medidas de longevidade*

As médias, desvios-padrão, mínimos e máximos para características de longevidade e produção de leite estão apresentadas na Tabela 9.

Tabela 9 - Médias, desvios-padrão, mínimos e máximos para características de longevidade e produção de leite

Características <sup>1</sup>	Média	Desvio-Padrão	Mínimo	Máximo
NLACIN	2,28	1,30	1	7
PTOLAC	13.154,4	9.506,26	1.242,80	67.572,00
NTDLAC	705,74	419,53	150,00	2677,00
TNASUC	1.865,89	647,38	836,00	4.777,00
TP1UDC	906,42	641,53	17,00	3.907,00
SBAT36	0,84	0,37	0	1
SBAT48	0,70	0,46	0	1
SBAT60	0,48	0,50	0	1
SBAT72	0,30	0,46	0	1
SBAT84	0,16	0,37	0	1
SB12P1	0,65	0,48	0	1
SB24P1	0,57	0,50	0	1
SB36P1	0,38	0,49	0	1
SB48P1	0,22	0,41	0	1
SB54P1	0,11	0,32	0	1
P305L1	5.114,0	1.588,26	1.006,00	12.946,00

<sup>1</sup>NLACIN: número de lactações iniciadas; PTOLAC: produção total nas lactações; NTDLAC: número total de dias durante todas as lactações; TNASUC: Tempo entre o nascimento e o último controle leiteiro; TP1UDC: Tempo entre a data do primeiro parto e o último dia de controle leiteiro; SBAT36: sobrevivência até 36 meses; SBAT48: sobrevivência até 48 meses; SBAT60: sobrevivência até 60 meses; SBAT72: sobrevivência até 72 meses; SBAT84: sobrevivência até 84 meses; SB12P1: sobrevivência até 12 meses após o primeiro parto; SB24P1: sobrevivência até 24 meses após o primeiro parto; SB36P1: sobrevivência até 36 meses após o primeiro parto; SB48P1: sobrevivência até 48 meses após o primeiro parto; SB54P1: sobrevivência até 54 meses após o primeiro parto; P305L1: produção de leite até 305 dias na primeira lactação.

O número médio de lactações iniciadas, por vaca, foi de 2,3, sendo o período produtivo médio dos animais de, aproximadamente, dois anos.

Resultados semelhantes foram relatados por JAIRATH et al. (1994). Entretanto, KLASSEN et al. (1992) e VAN RADEN e KLAASKATE (1993), encontraram que o número médio de lactações iniciadas, por vaca, foi de 3,2 e 2,9. SHORT e LAWLOR (1992) e KLASSEN et al. (1992), relataram que o período produtivo médio dos animais foi de 2,7 e 3,0 anos.

Verificou-se também que o tempo médio de permanência das vacas nos rebanhos foi de cinco anos, sendo igual ao tempo médio estimado por DENTINE et al. (1987). Após o primeiro parto os animais permaneceram, em média, 2,5 anos nos rebanhos, antes do descarte. SETTAR e WELLER (1999), observaram que o tempo médio de permanência das vacas nos rebanhos foi de quatro anos e após o primeiro parto os animais permaneceram, em média, dois anos, antes de serem descartados dos rebanhos.

A porcentagem de vacas que sobreviveram até 36, 48, 60, 72 e 84 meses foi de 84, 70, 48, 30 e 16%. Resultados semelhantes foram obtidos por VAN RADEN e KLAASKATE (1993), os quais encontraram que a porcentagem de vacas que sobreviveram até 36, 48, 60, 72 e 84 meses de idade foram, respectivamente, de 85, 63, 44, 29 e 18%.

Para sobrevivência até 48 e 84 meses, DENTINE et al. (1987), estimaram médias de 0,632 e 0,193, respectivamente. VAN RADEN e KLAASKATE (1993) e SHORT e LAWLOR (1992) encontraram média de 0,64 e 0,20 para sobrevivência até 48 e 84 meses, respectivamente.

A porcentagem de vacas que sobreviveram até 12, 24, 36, 48 e 54 meses após o primeiro parto foi de 65, 57, 38, 22 e 11%, respectivamente.

Na Figura 1 encontram-se as médias, por ano de nascimento dos animais, para as características, produção total nas lactações (PTOLAC), tempo entre o nascimento e o último controle leiteiro (TNASUC) e tempo entre a data do primeiro parto e o último dia de controle leiteiro (TP1UDC).

A tendência para TNASUC e TP1UDC foram similares, com decréscimo para ambas, ao longo dos anos de nascimento. Por meio da Figura 1 verifica-se

que, a cada ano, os animais estão sendo descartados mais cedo, no início da vida produtiva, ocorrendo, conseqüentemente, redução para PTOLAC. Entretanto, no período de 1986 a 1993 observou-se um ligeiro crescimento para PTOLAC. Tendência similar foi observada por VOLLEMA e GROEN (1996).

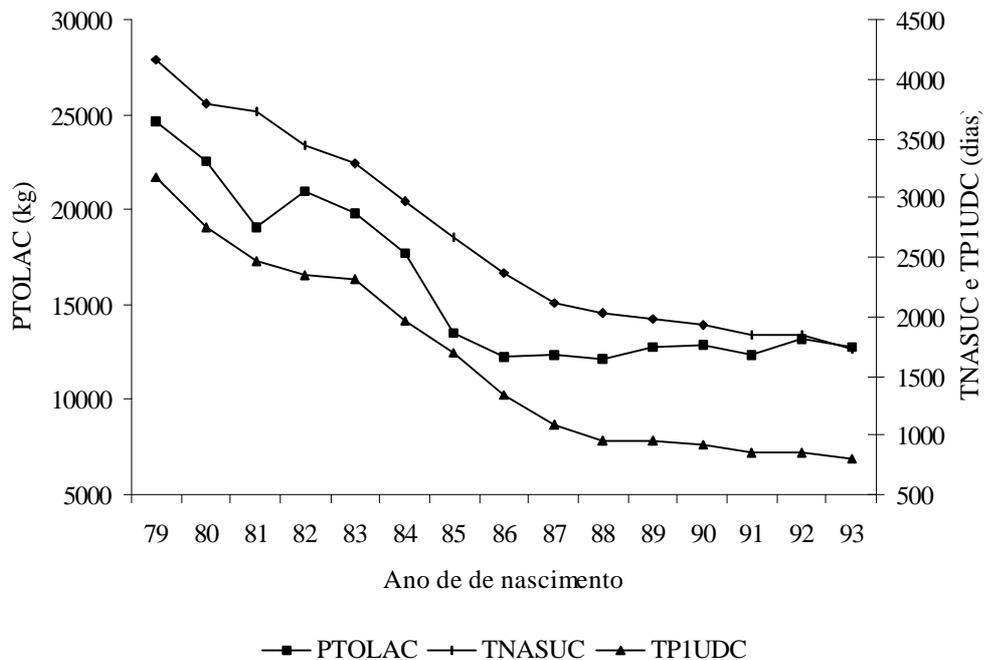


Figura 1 - Médias, por ano de nascimento dos animais, para as características, produção total nas lactações (PTOLAC), tempo entre o nascimento e o último controle leiteiro (TNASUC) e tempo entre a data do primeiro parto e o último dia de controle leiteiro (TP1UDC).

### *Herdabilidades*

Na Tabela 10 estão apresentadas as estimativas de componentes de variância genética aditiva, residual, fenotípica e de herdabilidade com os erros-padrão, para medidas de longevidade e para produção de leite até 305 dias na primeira lactação.

As altas estimativas de variância residual, as baixas estimativas de variância genética aditiva e, conseqüentemente, as baixas herdabilidades encontradas para características de longevidade indicam que estas são muito influenciadas por fatores de meio ambiente.

Tabela 10 - Estimativas de componentes de variância genética aditiva ( $\hat{\sigma}_a^2$ ), residual ( $\hat{\sigma}_e^2$ ), fenotípica ( $\hat{\sigma}_p^2$ ) e de herdabilidade ( $\hat{h}^2$ ) com os erros-padrão (EP), para características de longevidade e para produção de leite até 305 dias na primeira lactação

Características <sup>1</sup>	$\hat{\sigma}_a^2$	$\hat{\sigma}_e^2$	$\hat{\sigma}_p^2$	$\hat{h}^2 \pm EP$
NLACIN	0,09589	1,17364	1,26952	0,08 ± 0,022
PTOLAC	4.949.987,99204	61.331.644,55854195	62.281.632,5505	0,07 ± 0,014
NTDLAC	9.219,46416	119.982,01006	129.201,47421	0,07 ± 0,021
TNASUC	29.309,85588	26.0892,40942	290.202,26529	0,10 ± 0,026
TP1UDC	21.879,03599	256.154,25565	278.033,29164	0,08 ± 0,023
SBAT36	0,01362	0,09661	0,11023	0,12 ± 0,029
SBAT48	0,00197	0,17218	0,17415	0,01 ± 0,014
SBAT60	0,00428	0,19479	0,19908	0,02 ± 0,015
SBAT72	0,00853	0,16109	0,16962	0,05 ± 0,019
SBAT84	0,00356	0,10635	0,10991	0,03 ± 0,018
SB12P1	0,00428	0,17371	0,17800	0,02 ± 0,015
SB24P1	0,00196	0,19154	0,19350	0,01 ± 0,013
SB36P1	0,00577	0,18273	0,18850	0,03 ± 0,016
SB48P1	0,00368	0,13174	0,13542	0,03 ± 0,016
SB54P1	0,00135	0,07732	0,07868	0,02 ± 0,015
P305L1	495.877,90310	986.621,90795	1.482.499,81105	0,33 ± 0,040

<sup>1</sup>NLACIN: número de lactações iniciadas; PTOLAC: produção total nas lactações; NTDLAC: número total de dias durante todas as lactações; TNASUC: tempo entre o nascimento e o último controle leiteiro; TP1UDC: tempo entre a data do primeiro parto e o último dia de controle leiteiro; SBAT36: sobrevivência até 36 meses; SBAT48: sobrevivência até 48 meses; SBAT60: sobrevivência até 60 meses; SBAT72: sobrevivência até 72 meses; SBAT84: sobrevivência até 84 meses; SB12P1: sobrevivência até 12 meses após o primeiro parto; SB24P1: sobrevivência até 24 meses após o primeiro parto; SB36P1: sobrevivência até 36 meses após o primeiro parto; SB48P1: sobrevivência até 48 meses após o primeiro parto; SB54P1: sobrevivência até 54 meses após o primeiro parto; P305L1: produção de leite até 305 dias na primeira lactação.

A herdabilidade estimada para NLACIN foi próxima às encontradas por KLASSEN et al. (1992), VAN RADEN e KLAASKATE (1993) e JAIRATH et al. (1993), que obtiveram valores próximos a 0,07. Entretanto foi superior à estimada por CHAUHAN et al. (1993), que obtiveram valor de 0,036. VOLLEMA e GROEN (1996), utilizando modelo animal e de touro, estimaram herdabilidade para NLACIN que variaram de 0,032 a 0,132.

Para PTOLAC, o valor encontrado para estimativa de herdabilidade foi próximo ao estimado por VOLLEMA e GROEN (1996), quando utilizaram modelo animal (0,087) e menores que os encontrados, também por esses autores, quando utilizaram modelo de touro (0,104 a 0,172).

A estimativa de herdabilidade para NTDLAC foi semelhante às descritas por KLASSEN et al. (1992) e JAIRAH et al. (1994) e superior à encontrada por VOLLEMA e GROEN (1996), utilizando modelo animal. Entretanto, quando utilizaram modelo de touro, VOLLEMA e GROEN (1996) obtiveram herdabilidades para NTDLAC que variaram de 0,048 a 0,140.

Para característica TNASUC a herdabilidade estimada foi superior ao valor de 0,037 encontrado por VOLLEMA e GROEN (1996), utilizando modelo animal e próximo aos valores encontrados, por esses mesmo autores, utilizando modelo de touro (0,109 e 0,136).

A herdabilidade para TP1UDC foi semelhante à estimada por SHORT e LAWLOR (1992), que foi de 0,07 e superior à obtida por VOLLEMA e GROEN (1996), utilizando modelo animal (0,037). Quando utilizaram modelo de touro, VOLLEMA e GROEN (1996) obtiveram estimativas de herdabilidades para TP1UDC entre 0,040 a 0,136.

Com exceção para SBAT36, os valores das herdabilidades para sobrevivência até um determinado tempo foram semelhantes aos estimados por VAN DOORMAL et al. (1985), DENTINE et al. (1987), SHORT e LAWLOR (1992) e VOLLEMA e GROEN (1996), que foram próximos a 0,03. Esses autores constataram aumento das estimativas de herdabilidades com o acréscimo dos meses de sobrevivência. Esse fato não foi observado neste estudo, em que o maior valor de estimativa de herdabilidade foi para SBAT36 ( $0,12 \pm 0,029$ ). A estimativa de herdabilidade obtida para SBAT36 foi superior às encontradas por outros autores (HUDSON e VAN VLECK, 1991; VAN RADEN e KLAASKATE, 1993; VOLLEMA e GROEN, 1996). Para SBAT48, SBAT60, SBAT72 e SBAT84 os valores de herdabilidade

encontrados, neste estudo, foram inferiores aos estimados por VAN RADEN e KLAASKATE (1993).

As herdabilidades estimadas para medidas de longevidade, relacionadas à vida produtiva ou útil dos animais foram maiores do que as herdabilidades obtidas para maioria das medidas de longevidade relacionadas à capacidade de sobrevivência até um determinado tempo, o que seguiu a mesma tendência dos resultados relatados por BIJMA et al. (1998), SHORT e LAWLOR (1992) e VOLLEMA e GROEN (1996). Contudo, uma vez que as medidas de longevidade relacionadas à vida útil ou produtiva dos animais podem ser obtidas somente após um longo intervalo de tempo, sua utilização em programas de melhoramento pode ser limitada, pois podem implicar em aumento do intervalo de gerações. A maior estimativa de herdabilidade obtida para SBAT36, neste estudo, é um indicativo de que essa medida pode ser utilizada em futuras avaliações genéticas de bovinos de leite, para longevidade. Além disso, é uma característica que pode ser medida no início da vida produtiva dos animais, evitando-se aumentos nos intervalos de gerações.

Para P305L1 a herdabilidade estimada foi próxima às encontradas por HUDSON e VAN VLECK (1981) e SHORT e LAWLOR (1992), superior à estimada por VOLEMMA e GROEN (1996), utilizando modelo animal e inferior às estimadas, também por VOLEMMA e GROEN (1996), utilizando modelo de touro.

#### *Correlações genéticas e fenotípicas*

As correlações genéticas e fenotípicas entre medidas de longevidade e produção de leite até 305 dias na primeira lactação estão apresentadas na Tabela 11.

As correlações genéticas e fenotípicas entre as medidas de longevidade relacionadas à vida produtiva dos animais foram altas. As correlações genéticas variaram de 0,87 (PTOLAC e TNASUC) a 0,99 (NTDLAC e TP1UDC) e as

fenotípicas foram de 0,81 (PTOLAC e TNASUC) a 0,97 (NLACIN e NTDLAC). Esses resultados indicam que as características de longevidade relacionadas à vida produtiva dos animais são influenciadas pelos mesmos genes. Tendência

Tabela 11 - Correlações genéticas (acima da diagonal) e fenotípicas (abaixo da diagonal) entre características de longevidade e produção de leite até 305 dias na primeira lactação

Características <sup>1</sup>	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)
NLACIN(1)	-	0,94	0,98	0,90	0,95	0,82	0,96	0,87	0,91	0,82	0,86	0,92	0,90	0,95	0,94	0,40
PTOLAC(2)	0,91	-	0,95	0,87	0,90	0,72	0,76	0,77	0,76	0,74	0,73	0,77	0,81	0,76	0,75	0,57
NTDLAC(3)	0,97	0,93	-	0,97	0,99	0,81	0,78	0,86	0,85	0,82	0,89	0,91	0,93	0,88	0,79	0,47
TNASUC(4)	0,88	0,81	0,89	-	0,97	0,72	0,98	1,00	0,99	0,98	0,86	0,99	0,99	1,00	0,99	0,35
TP1UDC(5)	0,92	0,86	0,93	0,96	-	0,76	0,87	0,92	0,91	0,93	0,96	0,93	0,98	0,98	0,97	0,37
SBAT36(6)	0,08	0,07	0,08	-0,11	0,07	-	0,86	0,83	0,80	0,79	0,78	0,79	0,81	0,80	0,77	0,52
SBAT48(7)	0,63	0,57	0,62	0,67	0,62	-0,23	-	0,99	1,00	1,00	0,82	0,98	0,99	1,00	1,00	0,43
SBAT60(8)	0,74	0,68	0,73	0,80	0,77	-0,11	0,63	-	0,98	0,90	0,98	0,98	0,99	1,00	1,00	0,39
SBAT72(9)	0,74	0,67	0,73	0,82	0,80	-0,07	0,43	0,67	-	0,99	1,00	1,00	0,99	1,00	1,00	0,20
SBAT84(10)	0,68	0,61	0,66	0,76	0,75	-0,05	0,29	0,46	0,68	-	1,00	1,00	0,98	0,99	1,00	0,17
SB12P1(11)	0,73	0,65	0,72	0,68	0,71	0,08	0,85	0,67	0,48	0,33	-	0,80	0,87	0,90	0,92	0,28
SB24P1(12)	0,74	0,68	0,74	0,72	0,75	0,07	0,74	0,76	0,56	0,39	0,85	-	1,00	1,00	1,00	0,31
SB36P1(13)	0,79	0,73	0,78	0,79	0,83	0,06	0,52	0,81	0,77	0,56	0,58	0,69	-	0,99	0,99	0,22
SB48P1(14)	0,73	0,67	0,72	0,77	0,80	0,05	0,34	0,54	0,80	0,79	0,39	0,46	0,67	-	1,00	0,17
SB54P1(15)	0,63	0,58	0,62	0,69	0,72	0,04	0,23	0,37	0,55	0,80	0,26	0,31	0,45	0,68	-	0,10
P305L1(16)	0,10	0,39	0,18	0,10	0,11	-0,02	0,14	0,11	0,05	0,02	0,16	0,16	0,09	0,02	0,001	-

<sup>1</sup>NLACIN(1): número de lactações iniciadas; PTOLAC(2): produção total nas lactações; NTDLAC(3): número total de dias durante todas as lactações; TNASUC(4): Tempo entre o nascimento e o último controle leiteiro; TP1UDC(5): Tempo entre a data do primeiro parto e o último dia de controle leiteiro; SBAT36(6): sobrevivência até 36 meses; SBAT48(7): sobrevivência até 48 meses; SBAT60(8): sobrevivência até 60 meses; SBAT72(9): sobrevivência até 72 meses; SBAT84(10): sobrevivência até 84 meses; SB12P1(11): sobrevivência até 12 meses após o primeiro parto; SB24P1(12): sobrevivência até 24 meses após o primeiro parto; SB36P1(13): sobrevivência até 36 meses após o primeiro parto; SB48P1(14): sobrevivência até 48 meses após o primeiro parto; SB54P1(15): sobrevivência até 54 meses após o primeiro parto; P305L1(16): produção de leite até 305 dias na primeira lactação.

similar foram descritas por KLASSEN et al. (1992) e VOLLEMA e GROEN (1996).

Para as medidas de longevidade relacionadas à capacidade de sobrevivência até um determinado tempo as correlações genéticas foram altas, variando de 0,77 (SBAT36 e SB54P1) a 1,0 (entre diversas características). Entretanto, as correlações fenotípicas oscilaram consideravelmente, de -0,23 (SBAT36 e SBAT48) a 0,85 (SBAT48 e SB12P1; SB12P1 e SB24P1). Altas correlações genéticas e baixas correlações fenotípicas entre medidas de longevidade relacionadas à capacidade de sobrevivência até um determinado tempo foram também encontradas por VOLLEMA e GROEN (1996). Esses resultados sugerem que a expressão dessas características está relacionada com genes semelhantes. Apesar das correlações genéticas encontradas terem sido altas, as herdabilidades estimadas foram baixas, o que evidencia problemas inerentes ao manejo nos sistemas de produção.

Por outro lado as correlações genéticas e fenotípicas entre medidas de longevidade e produção de leite até 305 dias na primeira lactação foram baixas, oscilando de 0,10 (SB54P1 e P305L1) a 0,57 (PTOLAC e P305L1) para as correlações genéticas e de -0,02 (SBAT36 e PL305L1) a 0,39 (PTOLAC e P305L1) para as correlações fenotípicas. Todas as correlações genéticas entre P305L1 e medidas de longevidade foram inferiores a 0,60 e todas as correlações fenotípicas ficaram abaixo de 0,40. Esses resultados sugerem que as características de longevidade e produção de leite até 305 dias na primeira lactação são influências por genes com efeitos antagônicos.

Entre as medidas de longevidade relacionadas à vida produtiva dos animais e à capacidade de sobrevivência até um determinado tempo, as correlações genéticas e fenotípicas foram, na maioria, de moderada à alta. As correlações genéticas variaram de 0,72 (PTOLAC e SBAT36) a 1,00 (TNASUC e SBAT60; TNASUC e SB48P1), sendo que a maioria das correlações genéticas foram superiores a 0,80. As correlações fenotípicas, em menor magnitude,

variaram de -0,11 (TNASUC e SBAT36) a 0,83 (TP1UDC e SB36P1), com a maioria das correlações fenotípicas acima de 0,70. Esses resultados estão de acordo com os encontrados por VOLLEMA e GROEN (1996).

#### *Valores genéticos*

Nas Tabelas 12 e 13 estão apresentadas as correlação de ordem e produto-momento entre os valores genéticos preditos dos touros e vacas, respectivamente, para medidas alternativas de longevidade e para produção de leite até 305 dias na primeira lactação.

As correlações entre os valores genéticos de vacas e touros para medidas de longevidade relacionadas à vida produtiva ou útil dos animais (NLACIN e NTDLAC) foram altas, o que evidencia correspondência favorável entre número de lactações iniciadas e número total de dias durante todas as lactações.

Entre os valores genéticos dos animais para medidas de longevidade relacionadas à capacidade de sobrevivência até um determinado tempo, as correlações de ordem variaram de 0,13 (SBAT36 e SB48P1) a 0,84 (SBAT72 e SB48P1) para touros e de -0,15 (SBAT36 e SBAT72) a 0,74 (SBAT72 e SB48P1) para vacas. A correlações produto-momento oscilaram de -0,07 (SBAT36 e SBAT72) a 0,83 (SBAT72 e SB48P1) para touros e de -0,17 (SBAT36 e SBAT72) a 0,80 (SBAT72 e SB48P1) para vacas.

Para os valores genéticos preditos para medidas de longevidade relacionadas à vida produtiva dos animais e relacionadas à capacidade de sobrevivência até um determinado tempo, as correlações de ordem variaram de 0,29 (NTDLAC e SBAT36) a 0,85 (NTDLAC e SB36P1) e de 0,04 (NLACIN e SBAT36) a 0,70 (NLACIN e SBAT72; NLACIN e SB36P1; NTDLAC e SBAT72), para touros e vacas, respectivamente.

Tanto para touros quanto para vacas, as correlações de ordem e produto-momento entre os valores genéticos preditos dos animais para medidas de longevidade e produção de leite até 305 dias na primeira lactação foram baixos.

Tabela 12 - Correlação de ordem (acima da diagonal) e produto-momento (abaixo da diagonal) entre os valores genéticos preditos dos touros, para características alternativas de longevidade e para produção de leite até 305 dias na primeira lactação

Características <sup>1</sup>	NLACIN	NTDLAC	SBAT36	SBAT72	SB36P1	SB48P1	P305L1
NLACIN	-	0,97	0,32	0,84	0,84	0,82	0,50
NTDLAC	0,97	-	0,29	0,84	0,85	0,82	0,53
SBAT36	0,16	0,16	-	0,17	0,16	0,13	0,24
SBAT72	0,79	0,78	-0,07	-	0,80	0,84	0,44
SB36P1	0,82	0,82	0,09	0,79	-	0,76	0,46
SB48P1	0,78	0,76	0,09	0,83	0,73	-	0,37
P305L1	0,16	0,26	0,10	0,15	0,19	0,08	-

<sup>1</sup>NLACIN: número de lactações iniciadas; NTDLAC: número total de dias durante todas as lactações; SBAT36: sobrevivência até 36 meses; SBAT72: sobrevivência até 72 meses; SB36P1: sobrevivência até 36 meses após o primeiro parto; SB48P1: sobrevivência até 48 meses após o primeiro parto; P305L1: produção de leite até 305 dias na primeira lactação.

Tabela 13 - Correlação de ordem (acima da diagonal) e produto-momento (abaixo da diagonal) entre os valores genéticos preditos das vacas, para características alternativas de longevidade e para produção de leite até 305 dias na primeira lactação

Características <sup>1</sup>	NLACIN	NTDLAC	SBAT36	SBAT72	SB36P1	SB48P1	P305L1
NLACIN	-	0,94	0,04	0,70	0,70	0,59	0,03
NTDLAC	0,96	-	0,08	0,70	0,68	0,60	0,19
SBAT36	0,04	0,09	-	-0,15	0,12	0,04	0,18
SBAT72	0,77	0,76	-0,17	-	0,64	0,74	0,04
SB36P1	0,79	0,78	0,09	0,73	-	0,48	0,10
SB48P1	0,72	0,72	0,06	0,80	0,64	-	0,05
P305L1	0,04	0,19	0,16	0,01	0,11	0,06	-

<sup>1</sup>NLACIN: número de lactações iniciadas; NTDLAC: número total de dias durante todas as lactações; SBAT36: sobrevivência até 36 meses; SBAT72: sobrevivência até 72 meses; SB36P1: sobrevivência até 36 meses após o primeiro parto; SB48P1: sobrevivência até 48 meses após o primeiro parto; P305L1: produção de leite até 305 dias na primeira lactação.

As correlações de ordem entre os valores genéticos preditos dos 30 melhores e piores touros, para características alternativas de longevidade e para produção de leite até 305 dias na primeira lactação estão descritas na Tabela 14.

Para os valores genéticos preditos para medidas de longevidade relacionadas à vida produtiva dos animais e relacionadas à capacidade de

sobrevivência até um determinado tempo, as correlações de ordem variaram de -0,01 (NTDLAC e SBAT36) a 0,83 (NLACIN e SB36P1) e de -0,23 (NLACIN e SBAT36) a 0,81 (NTDLAC e SBAT72) para os melhores e piores touros, respectivamente. Entre os valores genéticos dos animais para medidas de longevidade relacionadas à capacidade de sobrevivência até um determinado tempo, as correlações de ordem variaram de -0,17 (SBAT36 e SBAT72) a 0,71 (SBAT72 e SB48P1) e de -0,45 (SBAT36 e SB36P1) a 0,73 (SBAT72 e SB36P1) para os melhores e piores touros, respectivamente.

Tabela 14 - Correlação de ordem entre os valores genéticos preditos dos 30 melhores (acima da diagonal) e piores (abaixo da diagonal) touros, para características alternativas de longevidade e para produção de leite até 305 dias na primeira lactação

Características <sup>1</sup>	NLACIN	NTDLAC	SBAT36	SBAT72	SB36P1	SB48P1	P305L1
NLACIN	-	0,91	0,09	0,69	0,83	0,57	0,14
NTDLAC	0,95	-	-0,01	0,71	0,74	0,59	0,30
SBAT36	-0,23	-0,21	-	-0,17	0,11	-0,02	0,003
SBAT72	0,78	0,81	-0,30	-	0,68	0,71	0,15
SB36P1	0,63	0,71	-0,45	0,73	-	0,39	0,16
SB48P1	0,65	0,76	-0,27	0,70	0,67	-	0,17
P305L1	0,13	0,18	-0,27	0,12	0,35	0,05	-

<sup>1</sup>NLACIN: número de lactações iniciadas; NTDLAC: número total de dias durante todas as lactações; SBAT36: sobrevivência até 36 meses; SBAT72: sobrevivência até 72 meses; SB36P1: sobrevivência até 36 meses após o primeiro parto; SB48P1: sobrevivência até 48 meses após o primeiro parto; P305L1: produção de leite até 305 dias na primeira lactação.

Na Tabela 15 encontram-se as correlações de ordem entre os valores genéticos preditos das 100 melhores e piores vacas, para características alternativas de longevidade e para produção de leite até 305 dias na primeira lactação.

Para os valores genéticos preditos para medidas de longevidade relacionadas à vida produtiva dos animais e relacionadas à capacidade de sobrevivência até um determinado tempo, as correlações de ordem variaram de -0,16 (NLACIN e SBAT36) a 0,86 (NLACIN e SB36P1) e de -0,21 (NTDLAC e SBAT36) a 0,88 (NLACIN e SBAT72; NTDLAC e SBAT72) para as melhores e

piores vacas, respectivamente. Entre os valores genéticos dos animais para medidas de longevidade relacionadas à capacidade de sobrevivência até um determinado tempo, as correlações de ordem variaram de -0,24 (SBAT36 e SB36P1) a 0,81 (SBAT72 e SB48P1) e de -0,16 (SBAT36 e SBAT72) a 0,81 (SBAT72 e SB36P1) para as melhores e piores vacas, respectivamente.

Tabela 15 - Correlação de ordem entre os valores genéticos preditos das 100 melhores (acima da diagonal) e piores (abaixo da diagonal) vacas, para características alternativas de longevidade e para produção de leite até 305 dias na primeira lactação

Características <sup>1</sup>	NLACIN	NTDLAC	SBAT36	SBAT72	SB36P1	SB48P1	P305L1
NLACIN	-	0,94	-0,16	0,68	0,86	0,58	-0,11
NTDLAC	0,97	-	-0,12	0,68	0,83	0,55	0,06
SBAT36	-0,20	-0,21	-	-0,23	-0,24	-0,10	-0,04
SBAT72	0,88	0,88	-0,16	-	0,71	0,81	0,04
SB36P1	0,79	0,84	-0,13	0,81	-	0,45	-0,05
SB48P1	0,72	0,76	-0,07	0,75	0,67	-	-0,05
P305L1	0,09	0,17	0,13	0,11	0,28	0,02	-

<sup>1</sup>NLACIN: número de lactações iniciadas; NTDLAC: número total de dias durante todas as lactações; SBAT36: sobrevivência até 36 meses; SBAT72: sobrevivência até 72 meses; SB36P1: sobrevivência até 36 meses após o primeiro parto; SB48P1: sobrevivência até 48 meses após o primeiro parto; P305L1: produção de leite até 305 dias na primeira lactação.

Tanto para os melhores ou piores touros e melhores ou piores vacas, as correlações de ordem entre os valores genéticos preditos dos animais para características de longevidade e produção de leite até 305 dias na primeira lactação, foram baixas. Para os 30 melhores e piores touros variaram, respectivamente, de 0,003 (SBAT36 e P305L1) a 0,30 (NTDLAC e P305L1) e de -0,27 (SBAT36 e P305L1) a 0,35 (SB36P1 e P305L1). Para as 100 melhores e piores vacas as correlações de ordem oscilaram, respectivamente, de -0,11 (NLACIN e P305L1) a 0,06 (NTDLAC e P305L1) e de 0,02 (SB48P1 e P305L1) a 0,28 (SB36P1 e P305L1).

Nas Figuras 2 e 3, encontram-se as porcentagens de animais em comum, os quais seriam selecionados para número de lactações iniciadas (NLACIN), ou para número total de dias durante todas as lactações (NTDLAC), ou para

sobrevivência até 72 meses (SBAT72), ou para sobrevivência até 36 meses após o primeiro parto (SB36P1), ou para sobrevivência até 48 meses após o primeiro parto (SB48P1) e para sobrevivência até 36 meses (SBAT36), para níveis crescentes de seleção, respectivamente, de touros e de vacas.

Verificou-se que selecionando-se touros ou vacas para SBAT36 os percentuais de animais em comum, os quais seriam selecionados para NLACIN, NTDLAC, SBAT72, SB36P1 e SB48P1, foram baixos. Para touros, selecionando-se 30% dos melhores para SBAT36 apenas, aproximadamente, 20% seriam selecionados para as outras medidas de longevidade. Selecionando-se 30% das melhores vacas para SBAT36, no máximo 45% das melhores vacas seriam selecionadas para as demais medidas de longevidade. Esses resultados confirmam as baixas estimativas de correlação de ordem obtidas entre os valores genéticos preditos dos touros e das vacas para SBAT36 e NLACIN, NTDLAC, SBAT72, SB36P1 e SB48P1.

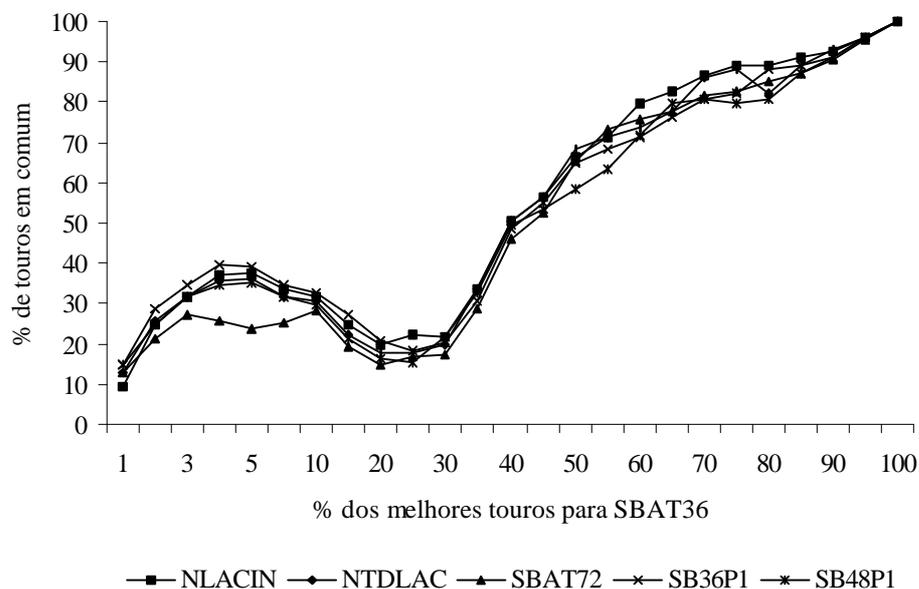


Figura 2 - Porcentagens de touros em comum, selecionados para número de lactações iniciadas (NLACIN), ou para número total de dias durante todas as lactações (NTDLAC), ou para sobrevivência até 72 meses (SBAT72), ou para sobrevivência até 36 meses após o primeiro parto (SB36P1), ou para sobrevivência até 48 meses após o primeiro parto (SB48P1) e para sobrevivência até 36 meses (SBAT36), para níveis crescentes de seleção de touros.

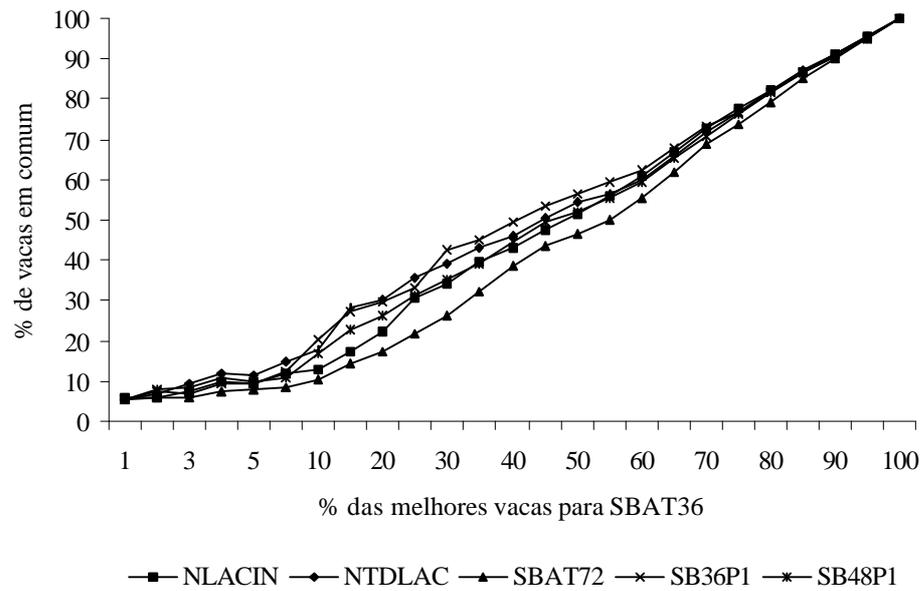


Figura 3 - Porcentagens de vacas em comum, selecionadas para número de lactações iniciadas (NLACIN), ou para número total de dias durante todas as lactações (NTDLAC), ou para sobrevivência até 72 meses (SBAT72), ou para sobrevivência até 36 meses após o primeiro parto (SB36P1), ou para sobrevivência até 48 meses após o primeiro parto (SB48P1) e para sobrevivência até 36 meses (SBAT36), para níveis crescentes de seleção de vacas.

## Conclusões

As características de longevidade são muito influenciadas por fatores ambientais.

As características de longevidade relacionadas à vida produtiva ou útil dos animais são menos influenciadas pelo meio ambiente do que às relacionadas com a capacidade de sobrevivência até um determinado tempo.

Há indícios de que medidas de longevidade podem estar sendo influenciadas pelos mesmos genes.

Ocorreu coincidência na ordenação dos touros e das vacas, por meio dos valores genéticos preditos para medidas de longevidade relacionadas à vida produtiva ou útil dos animais.

Para características de longevidade relacionadas com a capacidade de sobrevivência até um determinado tempo, ocorreu oscilação na ordenação dos animais, com base nos valores genéticos preditos.

A ordenação dos animais não foi a mesma quando esses foram classificados por meio dos valores genéticos preditos para medidas de longevidade e para produção de leite até 305 dias na primeira lactação.

Em virtude de sua importância na economicidade dos sistemas de produção, devem ser viabilizadas maneiras de contemplar longevidade, em avaliações genéticas de bovinos para produção de leite.

As características número de lactações iniciadas, número total de dias durante todas as lactações e sobrevivência até 36 meses foram as mais indicadas como medidas de longevidade.

## **Agradecimento**

Os responsáveis por este trabalho agradecem à Associação dos Criadores de Gado Holandês de Minas Gerais, localizada na cidade de Juiz de Fora-MG, pela liberação dos dados para realização deste estudo.

## Referências Bibliográficas

- BIJMA, P., JENSEN, J., MADSEN, P. 1998. Genetic and phenotypic parameters of lifetime and stayability traits in Danish dairy breeds. *Acta Agric. Scand.*, 48:155-164.
- BOETTCHER, P.J., JAIRATH, L.K., DEKKERS, J.C.M. 1998. Alternative methods for genetic evaluation of sires for survival of their daughters in the first three lactations. *In: Proceedings of the 6th world congress genetic applied livestock production*. Armidale, New South Wales, Austrália, p.363-366.
- BOETTCHER, P.J., JAIRATH, L.K., DEKKERS, J.C.M. 1999. Comparison of methods for genetic evaluation of sires for survival of their daughters in the first three lactations. *J. Dairy Sci.*, 82(5):1034-1044.
- BOETTCHER, P. J., VAN DOORMAAL, B. J. 1999. Tools for selection for functional traits in Canada. *In: Proceedings of international workshop on genetic improvement of functional traits in cattle (GIFT) - Breeding goals and selection schemes Wageningen*. The Netherlands. INTERBULL Bulletin no. 23.
- BOLDMAN, K.G., FREEMAN, A.E., HARRIS, B.L. et al. 1992. Prediction of sire transmitting abilities for herd life from transmitting abilities for linear type traits. *J. Dairy Sci.*, 75(2):552-563.
- BOLDMAN, K.G., KRIESE, L.A., VAN VLECK, L.D. et al. **A manual for use of MTDFREML. A set of programs to obtain estimates of variances and covariances.** [DRAFT]. Lincoln: USDA/ARS, 1995. 125 p.
- BURKE, B.P., FUNK, D.A. 1993. Relationship of linear type traits and herd life under different management systems. *J. Dairy Sci.*, 76(9):2773-2782.
- CHAUHAN, V.P.S., HAYES, J.F., JAIRATH, L.K. 1993. Genetic parameters of lifetime performance traits in Holstein cows. *J. Anim. Breed. and Gen.*, 110(2):135-139.
- DEKKERS, J.C.M. 1993. Theoretical basis for genetic parameters of herd life and effects on response to selection. *J. Dairy Sci.* 76(5):1433-1443.
- DENTINE, M.R., MCDANIEL, B.T., NORMAN, H.D. 1987. Evaluation of sires for traits associated with herd life of grade and registered Holstein cattle. *J. Dairy Sci.* 70(12):2623-2634.

- DUCROCQ, V., QUAAS, R.L., POLLAK, E.J. et al. 1988a. Length of productive life of dairy cows. I. Justification of a Weibull model. *J. Dairy Sci.* 71(11):3061-3070.
- DUCROCQ, V., QUAAS, R.L., POLLAK, E.J., et al. 1988b. Length of productive life of dairy cows. II. Variance component estimation and sire evaluation. *J. Dairy Sci.* 71(11):3071-3079.
- EMANUELSON, U., CARVALHEIRA, J., OLTENACU, P.A. et al. 1998. Relationships between adjusted length of productive life and other traits for Swedish dairy cattle. In: *Proceedings of the 6th world congress genetic applied livestock production*. Armidale, New South Wales, Austrália, p.367-370.
- ESSL, A. 1998. Longevity in dairy cattle breeding: a review. *Livest. Prod. Sci.* 57:79-89.
- EVERETT, R.W., KEOWN, J.R., CLAPP, E.E. 1976. Production and stayability trends in dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 59(8):1532-1539.
- GIANOLA, D. 1979. Heritability of polychotomous characters. *Genetics*, 93:1051-1055.
- HAGEMAN, W.H., SHOOK, G.E., TYLER, W.J. 1991. Reproductive performance in genetic lines selected for high or average milk yield. *J. Dairy Sci.* 74(12):4366-4376.
- HOQUE, M., HODGES, J. 1980. Genetic and phenotypic parameters of lifetime production traits in Holstein cows. *J. Dairy Sci.* 63(11):1900-1910.
- HUDSON, G.F.S., VAN VLECK, L.D. 1981. Relationship between production and stayability in Holstein cattle. *J. Dairy Sci.* 64(11):2246-2250.
- JAIRATH, L.K., DEKKERS, J.C.M. 1994. Genetic parameters of functional and true lactational survival, and relationships with milk production and conformation traits in registered Canadian Holstein. *J. Dairy Sci.* 77:(Supl.1):146.
- JAIRATH, L.K., HAYES, J.F., CUE, R.I. 1994. Multitrait restricted maximum likelihood estimates of genetic and phenotypic parameters of lifetime performance traits for Canadian Holstein. *J. Dairy Sci.* 77(1):303-312.

- JAIRATH, L.K., DEKKERS, J.C.M., SCHAEFFER, L.R., LIU, Z., BURNSIDE, E.B., KOLSTAD, B. 1998. Genetic evaluation of herd life in Canada. *J. Dairy Sci.* 81(2):550-562.
- JONES, E. **dBASE IV: guia do usuário**. São Paulo, SP: McGraw-Hill, 1989. 705p.
- KLASSEN, D.J., MONARDES, H.G., JAIRATH, L. et al. 1992. Genetic correlations between lifetime production and linearized type in Canadian Holstein. *J. Dairy Sci.* 75(8):2272-2282.
- NIEUWHOF, G.J., NORMAN, H.D., DICKINSON, F.N. 1989. Phenotypic trends in herd life of dairy cows in the United States. *J. Dairy Sci.* 72(3):726-736.
- OSTERGAARD, V., KORVER, S., SOLBU, H. et al. 1990. Efficiency in the dairy cow. *Livest. Prod. Sci.*, 24:287-304.
- PRYCE, J., SIMM, G., AMER, P. et al. 1999. Returns from genetic improvement on indices that include production, longevity, mastitis and fertility in UK circumstances. In: *Proceedings of international workshop on functional traits in cattle (GIFT) - Breeding goals and selection schemes*. Wageningen, The Netherlands. November, 1999. INTERBULL Bulletin no. 23.
- RAMALHO, J.A. **Clipper 5.0 básico**. São Paulo, SP: Makron, 1991. 824 p.
- ROGERS, G.W., MCDANIEL, B.T., DENTINE, M.R. et al. 1989. Genetic correlations between survival and linear type traits measured in first lactation. *J. Dairy Sci.* 72(2):523-527.
- SAS INSTITUTE INC. **SAS/STAT<sup>®</sup> user's guide, version 6**. 4.ed. Cary, NC: 1990. v. 1, 943 p.
- SCHAEFFER, L.R., BURNSIDE, E.B. 1974. Survival rates of tested daughters of sires in artificial insemination. *J. Dairy Sci.* 57(11):1394-1400.
- SCHAEFFER, L.R., HUNT, M.S., SMITH, G.C. et al. 1978. Evaluation of Holstein-Friesian dairy sires for conformation of their daughters. *Can. J. Anim. Sci.* 58(3):409-417.
- SETTAR, P., WELLER, J.I. 1999. Genetic analysis of cow survival in the Israeli dairy cattle population. *J. Dairy Sci.* 82(10):2170-2177.

- SHORT, T.H., LAWLOR, T.J. 1992. Genetic parameters of conformation traits, milk yield, and herd life in Holsteins. *J. Dairy Sci.* 75(7):1987-1998.
- SIMIANER, H., SOLBU, H., SCHAEFFER, L.R. 1991. Estimated genetic correlations between disease and yield traits in dairy cattle. *J. Dairy Sci.*, 74(12):4358-4365.
- SMITH, S.P., QUAAS, R.L. 1984. Productive lifespan of bull progeny groups: failure time analysis. *J. Dairy Sci.*, 67(12):2999-3007.
- TEIXEIRA, N.M. **Padronização da produção de leite para duas ordenhas na raça Holandesa.** Juiz de Fora: EMBRAPA-CNPGL, 1998. 1 p. (EMBRAPA-CNPGL. Folha solta, 38).
- VAN ARENDONK, J.A.M. 1985. Studies on replacements policies in dairy cattle. II. Optimum policy and influence of changes in production and prices. *Livest. Prod. Sci.*, 14:101-121.
- VAN DOORMAAL, B.J., SCHAEFFER, L.R., KENNEDY, B.W. 1985. Estimation of genetic parameters for stayability in Canadian Holsteins. *J. Dairy Sci.*, 68(7):1763-1769.
- VAN RADEN, P.M., KLAASKATE, E.J.H. 1993. Genetic evaluation of length of productive life including predicted longevity of live cows. *J. Dairy Sci.*, 76(9):2758-2764.
- VAN RADEN, P.M., POWELL, R.L. 2002. Properties of international longevity evaluations and correlations with other traits. Proc. Interbull Annual Mtg. *Interbull Bull.* 29:61-65.
- VAN RADEN, P.M., WIGGANS, G.R. 1995. Productive life evaluations: calculation, accuracy, and economic value. *J. Dairy Sci.* 78(3):631-638.
- VERNEQUE, R.S. 1994. *Procedimentos numéricos e estimação de componentes de covariância em análise multivariada pelo método da máxima verossimilhança restrita: modelos mistos aplicados ao melhoramento animal.* Piracicaba: ESALQ/USP, Dissertação (Doutorado em Estatística e Experimentação Agronômica) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, 155p.
- VOLLEMA, A.R., GROEN, A.F. 1996. Genetic parameters of longevity traits of an upgrading population of dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 79(12):2261-2267.

- VOLLEMA, A.R., GROEN, A.F. 1997. Genetic correlation between longevity and conformation traits in an upgrading dairy cattle population. *J. Dairy Sci.* 80(11):3006-3014.
- VOLLEMA, A.R., GROEN, A.F. 1998. A comparison of breeding value predictors for longevity using a linear model and survival analysis. *J. Dairy Sci.* 81(12):3315-3320.
- VUKASINOVIC, N., MOLL, J., KÜNZI, N. 1997. Analysis of productive life in Swiss Brown cattle. *J. Dairy Sci.* 80(10):2372-2579.
- WILMINK, J. B. M. 1996. Indices for super-traits versus total merit index: theoretical considerations and practical benefits. Proc. Interbull Annual Mtg. *Interbull Bull.* 14:88-91.