

Modelo autorregressivo para avaliação da produção leiteira em Rebanho Holandês

Auto-regressive model for the evaluation in dairy Holstein herd

HOLANDA, Mônica Calixto Ribeiro de^{1*}; HOLANDA, Marco Aurélio Carneiro de²;
BARBOSA, Severino Benone Paes³; SANTORO, Kleber Régis¹; LIRA, Mário de
Andrade⁴; VIGODERIS, Ricardo Brauer¹

¹Universidade Federal Rural de Pernambuco, Garanhuns, Pernambuco, Brasil.

²Universidade Federal Rural de Pernambuco, Serra Talhada, Pernambuco, Brasil.

³Universidade Federal Rural de Pernambuco, Departamento de Zootecnia, Dois Irmãos, Pernambuco, Brasil

⁴Empresa Pernambucana de Pesquisa Agropecuária, Recife, Pernambuco, Brasil.

*Endereço para correspondência: holanda@uag.ufrpe.br

RESUMO

Foram utilizados registros de controle leiteiro diário, semanal, a cada 20 dias e mensal, obtidos em ordenhas da manhã, da tarde e total do dia, no período de 1988 a 2003, para estimar a produção de leite da raça Holandesa em um rebanho localizado no agreste de Pernambuco. Os dados foram relativos a 117.196 produções no dia do controle, mensuradas em 414 lactações de 188 vacas da raça Holandesa puras de origem e de alto potencial genético de produção. Nas análises estatísticas utilizou-se o modelo autorregressivo de primeira ordem. Observou-se que as autocorrelações preditas entre controle diário, semanal, a cada 20 dias e mensal foram superestimadas, em qualquer período da lactação, principalmente entre duas produções próximas e no intervalo de um a 30 dias. Independente do intervalo de controle considerado constatou-se que as correlações de Pearson foram altas entre as produções de leite da manhã, da tarde e a total diária foram altas e significativas. Assim, dentre os intervalos de ordenha estudados qualquer um pode ser indicado para estimar a produção total de leite, e fica a critério do produtor a definição entre as produções de leite da manhã, da tarde e a total diária. Independentemente do intervalo de controle adotado, se o produtor optar pela produção total do dia deve atentar para o tempo decorrido entre duas ordenhas para compor essa produção, pois o manejo da ordenha e o número de ordenhas pode afetar a fisiologia do úbere e, conseqüentemente, a produção de leite.

Palavras-chave: lactação, leite, produção de leite, vaca holandesa

SUMMARY

Daily, weekly, monthly, and every 20 days milk records, obtained at milking in the morning, afternoon, and days totals from 1988 to 2003 were used to estimate milk production of Holstein cows in a herd located in Agreste region on Pernambuco state. The data set had 117,196 entries, acquired from 414 lactations of 188 Holstein cows and pure source of high genetic potential for production. The statistical analysis was performed using an autoregressive model of first order. The predicted autocorrelations between control daily, weekly, monthly, and every 20 days were overestimated in any period of lactation, especially between two forthcoming productions and in the range of one to 30 days. Regardless of the control range considered, Pearson's correlations were high and significant among milk production in the morning, afternoon, and day total. Thus, among the records used, all of them can be indicated to estimate total milk production, leaving the discretion of the definition of producer milk yields in the morning, afternoon and day total. Regardless of the control range adopted, if one chooses the day's total output, she/he should be aware of the elapsed time between two milkings to compose this production, for the management of milking and the number of milking can affect the physiology of the udder and, consequently, milk production.

Keywords: lactation, milk, milk production, Holstein cow

INTRODUÇÃO

O baixo número de animais submetidos ao controle leiteiro em consequência de transtornos que a coleta de dados causa na rotina das propriedades (BERRY et al., 2005), principalmente em virtude dos custos crescentes gerados nesse processo (COSTA et al., 2004) tem reflexo direto, que implica em falta de metodologias eficientes de seleção para melhoria da produção de leite. Porém, a possibilidade de se utilizar menor número de controles por lactação incrementa a viabilidade prática (ALBUQUERQUE & MEYER, 2001). Para se avaliar a produção de leite por meio da utilização do valor da produção no dia do controle é necessário definir a data dos controles e, com base nos intervalos em dias entre elas, definir a melhor modelagem da curva de lactação (FERREIRA et al., 2003).

A tendência é diminuir a frequência de controles. Uma vez que não seria preciso completar a lactação, pois é possível estimar a produção a partir de determinado número de controles parciais, convém considerar que a qualidade da previsão da produção será variável de acordo com a magnitude entre mensurações consecutivas. Assim, a utilização da produção de leite no dia do controle, admite que animais com poucos controles sejam avaliados sem a necessidade de aguardar o término da lactação, o que permite acelerar o processo de avaliação genética do rebanho (CRUZ et al., 2006; 2008). Entretanto, ao se utilizar maior número de registros ou de controles, contribui-se para a maior precisão das estimativas de valor genético dos animais, embora os modelos de regressão aleatória não exijam número mínimo de medidas por animal (DIONELLO et al., 2006).

Uma classe de modelos de regressão bastante retratada em estudos de dados em painel é a de séries temporais. Um modelo de série temporal é utilizado quando se dispõe de uma sequência de dados obtidos em intervalos regulares de tempo durante um período específico, com destaque o autorregressivo (SILVA et al., 2008). Esse modelo assume que a expressão da produção de leite ao longo da vida produtiva da fêmea corresponde a uma única característica quantitativa, controlada pelo mesmo grupo de genes, representada no modelo por uma estrutura de covariância não genética, em que medições repetidas são consideradas como variáveis longitudinais, seguindo processos autorregressivos de primeira ordem dentro e entre lactações (CARVALHEIRA et al., 2002).

Objetivou-se determinar o intervalo de controle leiteiro mais apropriado para estimação da produção de leite em vacas holandesas com modelo autorregressivo.

MATERIAL E MÉTODOS

Os registros de produção leiteira utilizados neste estudo fazem parte do banco de dados da Associação Brasileira de Criadores de Bovinos da Raça Holandesa, e foram obtidos na Estação Experimental de São Bento do Una (PE), pertencentes à Empresa Pernambucana de Pesquisa Agropecuária - IPA, vinculada à Secretaria de Agricultura de Pernambuco. A mesorregião Agreste no estado de Pernambuco é uma área intermediária entre a zona da mata e o sertão, cujo clima situa-se na faixa de transição climática entre o tipo "A" tropical-úmido e o "Bsh" semiárido, com predominância em geral, de condições atmosféricas que caracterizam um tipo

climático sub-úmido (BRASIL, 2005). O modelo físico de produção de leite (rebanho) encontra-se instalado na Estação Experimental de São Bento do Una da Empresa Pernambucana de Pesquisa Agropecuária (IPA), localizada na região do Agreste Meridional do estado, na microrregião do Vale do Ipojuca, município de São Bento do Una. Com área equivalente a 250 ha, situa-se a 600 m acima do nível do mar, na latitude 8° 31' e longitude 36° 33', a oeste (BRASIL, 2005).

Durante o período de 1988 a 2003, as vacas foram submetidas à ordenha mecânica e a produção de leite foi monitorada diariamente, com a ordenha da manhã iniciada às 7h e a da tarde a partir das 15h, de modo a obter-se o registro da produção de leite por vaca por dia. De maneira geral, o manejo de ordenha adotado pela Estação Experimental do IPA ao longo dos 16 anos desse estudo é similar ao utilizado na maioria das propriedades de produção de leite que utilizam tecnologia adequada. O manejo nutricional consiste em fornecimento de concentrado conforme a época do ano e

a necessidade do animal, sendo que a quantidade oferecida é mensalmente reavaliada em função da produção de cada animal.

A análise dos dados foi realizada na Unidade Acadêmica de Garanhuns, *campus* da Universidade Federal Rural de Pernambuco. Inicialmente, procedeu-se a digitação e verificação dos dados diários de produção de leite, com eliminação das observações que continham erros ou ausência de informações, após análise dos dados com base em estatística descritiva, que pudessem provocar distorções nas análises.

Analisaram-se registros da produção de leite em duas frequências de ordenha, pela manhã e à tarde, além da produção de leite diária total. Foram considerados quatro diferentes intervalos de tempo (diário, semanal, a cada 20 dias e mensal). Os dados foram obtidos em 414 lactações, de 188 vacas da raça Holandesas, pelagem preta e branca, puras de origem e também pura por cruza até a décima geração controlada (31/32), filhas de 42 touros e 97 vacas (Tabela 1).

Tabela 1. Resumo das observações de produção de leite da manhã (PLM), produção de leite da tarde (PLT) e produção de leite total diária (PLD) utilizadas no estudo

Intervalo de avaliação	Característica	Número de observações		Total
		Utilizadas	Perdidas	
Diário	PLM	100406	16790	117196
	PLT	100232	16964	117196
	PLD	100414	16782	117196
Semanal	PLM	14804	2151	16955
	PLT	14777	2178	16955
	PLD	14805	2150	16955
Cada 20 dias	PLM	5064	998	6062
	PLT	5056	1006	6062
	PLD	5064	998	6062
Mensal	PLM	3433	835	4268
	PLT	3431	837	4268
	PLD	3433	835	4268

Para as análises estatísticas das observações utilizou-se o modelo autorregressivo de primeira ordem, de acordo com BOX (1950), apresentado na equação a seguir.

$$Y_i = \mu + b_1 Di_{-1}^1 + b_2 Di_{-1}^2 + b_3 Di_{-1}^3$$

Em que:

Y_i representa a produção de leite registrada pela manhã, à tarde e/ou a total do dia, analisadas em intervalo diário, semanalmente, a cada 20 dias e/ou mensalmente; μ é uma constante geral inerente a todas as observações; Di_{-1} , Di_{-1}^2 e Di_{-1}^3 são os efeitos de grau um a três do tempo em lactação defasado em relação à média Di anterior, cujo tempo foi mensurado em dias desde o parto até a data da observação; b_1 , b_2 , b_3 são os coeficientes de regressão.

Primeiramente, foi realizado o ajuste do modelo e cálculo dos parâmetros através do método de Yule-Walker e depois o cálculo do autocorrelograma (BOX, 1994). Considerou-se para o correlograma um espaçamento máximo de 30 observações, por aceitar que este seria o espaçamento máximo possível para a frequência de controle.

Para ajuste e seleção do melhor modelo foram utilizados como referência os seguintes critérios: Teste de Verossimilhança ($-2 \ln l = -2 \log$ verossimilhança); Critério de Informação de Akaike – AIC ($-2 \ln l + 2 q$) e Critério Bayesiano de Schwartz – BIC ($-2 \ln l + 2 q \log (n - p)$), onde q é o número de parâmetros de covariância, n é o número de observações e p é o posto de $[X]$ da matriz de incidência de efeitos fixos. No modelo foi considerada a heterocedasticidade presente nas observações.

Para análise e cálculo da autocorrelação das produções de leite pela manhã, à tarde e total do dia utilizou-se o PROC

ARIMA, do *Statistical Analysis System* (SAS, 2001) na análise e ajuste do modelo aos dados.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O desconhecimento por parte dos produtores de leite de determinada região, da importância que o controle leiteiro tem para o gerenciamento da produção e determinação do manejo dos animais, também gera restrições para as pesquisas sobre produção de leite, as quais requerem um número grande de animais com produções controladas, para originar estimadores de qualidade dos parâmetros genéticos.

Gonçalves et al. (1999) afirmam que a não adoção de metodologias eficientes de seleção para produção de leite no Brasil tem, entre outras causas, sido atribuída ao baixo número de animais submetidos ao controle leiteiro, visto os transtornos práticos e econômicos ocasionados à fazenda. Os autores relatam que o custo do método alternado é 20% menor que o do controle mensal de duas ordenhas.

Assim, apesar das metodologias atualmente disponíveis para avaliação de controles leiteiros no dia do controle permitirem a obtenção de informações sobre a lactação, com utilização de menor número de dados de produção de leite em determinados intervalos de tempo, a qualidade da coleta é da mesma forma bastante importante para a qualidade dos parâmetros estimados. Mesmo por se tratar de um rebanho destinado à pesquisa e com controle leiteiro rigoroso, verificou-se que as observações de produção de leite da manhã, à tarde e total no dia, utilizadas no estudo (Tabela 1), demonstram claramente maiores perdas (19,56%) no intervalo de avaliação mensal, no qual o

número de informações coletadas é menor (4.268).

As médias da produção de leite ajustada para uma ordenha pela manhã, ordenha da tarde e para a produção total do dia foram, praticamente, as mesmas em

quaisquer intervalos de controle avaliados e os coeficientes de variação oscilaram entre 31,26 a 33,70%, superiores às observadas por Corassin (2004) - (Tabela 2).

Tabela 2. Médias ajustadas de produção de leite, no dia do controle, tomada pela manhã (PLM), à tarde (PLT) e total no dia (PLD), e coeficientes de variação nos diferentes intervalos avaliados

Intervalo de avaliação	Característica	Média (kg)	Coeficiente de variação (%)
Diário	PLM	8,30	31,26
	PLT	5,60	33,38
	PLD	14,00	32,78
Semanal	PLM	8,30	31,30
	PLT	5,70	33,56
	PLD	14,60	32,78
Cada 20 dias	PLM	8,20	31,44
	PLT	5,60	33,44
	PLD	14,0	32,98
Mensal	PLM	8,20	31,68
	PLT	5,70	33,70
	PLD	14,10	33,25

O maior intervalo de coleta de informações da produção de leite do controle diário para o controle mensal pode ter apresentado implicações sobre a heterogeneidade das variâncias, mesmo que de pequena magnitude, o que determinou a diferença nos coeficientes de variação acima descritos. Esses altos valores de coeficientes de variação podem ser explicados pela ação de efeitos ambientais sobre a produção de leite, tais como irregularidade de distribuição de chuvas, disponibilidade de alimentos, temperatura ambiente e manejo da ordenha entre outros.

De acordo com Nunez-Antón & Zimmerman (2000), os critérios de Teste de Verossimilhança, de Informação de Akaike (AIC) e Bayesiano de Schwartz (BIC) permitem a comparação entre

modelos que melhor se ajustem aos dados, sendo que os valores obtidos para a Verossimilhança e o AIC tendem a favorecer modelos com maior número de parâmetros, enquanto que o BIC penaliza esses modelos, pois tende a selecionar os mais parcimoniosos. Entretanto, com a utilização da produção no dia do controle, mesmo os modelos com menor número de parâmetros podem ser tão eficientes quanto outros com vários parâmetros, além da diminuição no tempo de análise e da redução da exigência computacional.

O modelo a ser adotado ou escolhido deve apresentar menor valor para tais critérios, pois estes estão ordenados em aumento de preferência para parcimônia (Tabela 3).

Tabela 3. Logaritmo da função de verossimilhança ($-2 \log L$), critério de informação de Akaike (AIC), critério de informação Bayesiano (BIC) para ajuste de modelo com produção de leite pela manhã (PLM), à tarde (PLT) e total no dia (PLD), em diferentes intervalos, para a raça Holandesa em fazenda experimental no Agreste de Pernambuco

Intervalo de avaliação	Característica	$-2 \log L$	AIC	BIC
Diário	PLM	473.610	473.612	473.621
	PLT	411.485	411.487	411.497
	PLD	591.537	591.539	591.548
Semanal	PLM	70.388	70.390	70.398
	PLT	61.364	61.366	61.373
	PLD	87.678	87.680	87.687
Cada 20 dias	PLM	24.160	24.162	24.168
	PLT	20.958	20.960	20.967
	PLD	30.080	30.082	30.088
Mensal	PLM	16.502	16.506	16.512
	PLT	14.386	14.388	14.394
	PLD	20.531	20.533	20.539

Embora as diferenças existentes entre os critérios utilizados (AIC e BIC) sejam pequenas, tomando-se como referência o AIC, percebe-se clara diferença a favor do controle mensal, sendo, portanto, o melhor intervalo para tomada de dados de controle leiteiro. Assim, dentre os intervalos avaliados, diário, semanal, a cada 20 dias e mensal, o melhor intervalo para tomada de dados de controle leiteiro foi aquele realizado mensalmente.

As autocorrelações observadas entre quaisquer duas produções, no intervalo de 30 controles em qualquer estágio da lactação, foram de médias a altas e positivas, com variação de 0,99 a 0,68, sendo mais altas as produções mais próximas (Figura 1).

A partir das autocorrelações seriais das produções de leite, observadas e estimadas nos quatro intervalos estudados (Figura 1), constatou-se que ora subestima-se ora superestima-se a produção de leite em um dado estágio da lactação. Essas situações são mais pronunciadas nas produções de leite da

tarde e da manhã quando comparada à produção de leite total do dia, e assim verifica-se que, a melhor estimativa é obtida com a produção de leite total do dia para os controles diários e semanais. A autocorrelação estimada para a produção de leite da manhã em intervalos de controles diário, semanal, a cada 20 dias e mensal superestimam os valores de autocorrelação dessa produção observada para intervalos de zero a 14 dias entre duas produções quaisquer. Acima desse intervalo (entre 15 e 30 dias) os valores da autocorrelação preditos e observados estão mais próximos, o que corrobora com o preconizado pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. O controle leiteiro oficial no Brasil, normatizado pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento pela Norma 45/95, é realizado mensalmente a partir de pesagens efetuadas em intervalos regulares, entre controles consecutivos, e são permitidos intervalos que variam entre 15 e 45 dias.

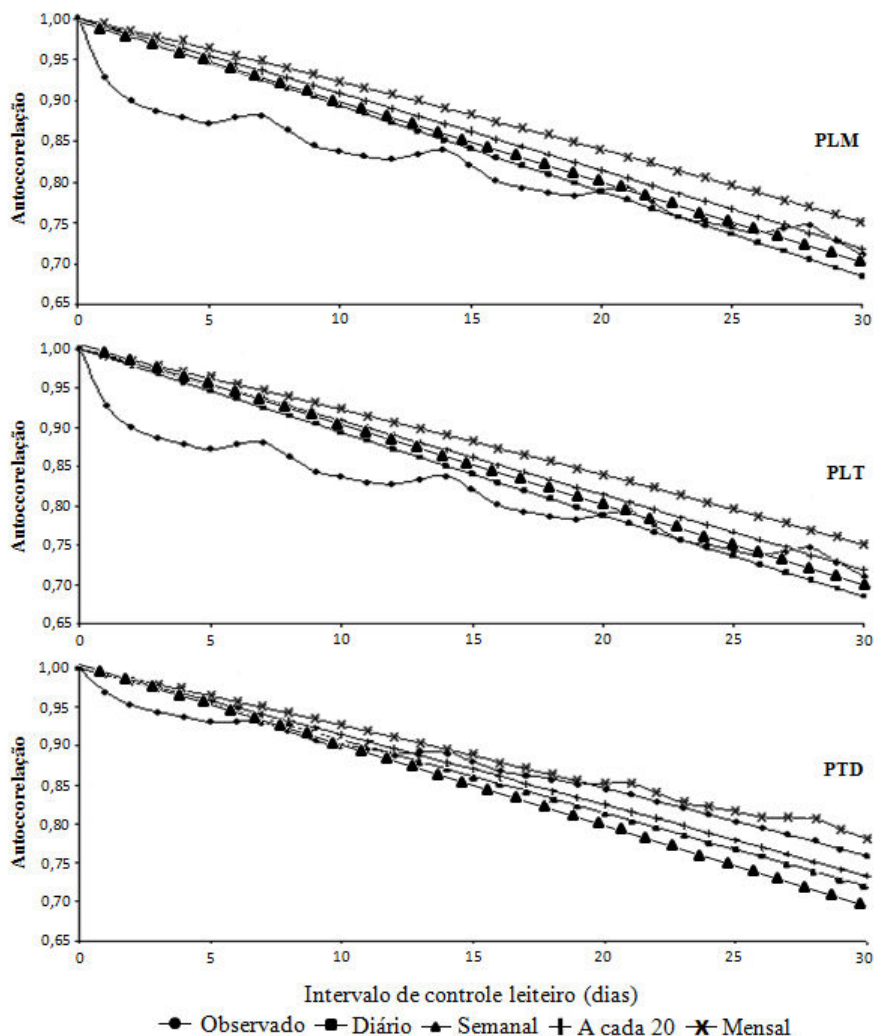


Figura1. Autocorrelação serial da produção de leite pela manhã (PLM), à tarde (PLT) e total do dia (PLD), observada e predita, pelos diferentes modelos

Oficialmente, o primeiro controle da lactação é realizado entre o 6^o e 75^o dia após o parto (MORAIS JÚNIOR et al., 2002). Para a produção de leite da tarde, a autocorrelação estimada em intervalos de controles diário, semanal, a cada 20 dias e mensal, superestimaram os valores observados de autocorrelação para intervalos de zero a 19 dias entre duas produções. Acima disso (entre 20 e 30 dias) os valores da autocorrelação preditos e observados se assemelharam. No caso da produção de leite total diária, a superestimação da autocorrelação em

intervalos de controles diário, semanal, a cada 20 dias e mensal, ocorreu entre zero e sete dias entre duas produções. Depois disso, os valores da autocorrelação foram subestimados.

Ao se considerar o controle mensal como melhor modelo na determinação do melhor momento de ordenha (manhã, tarde ou total do dia), pode-se indicar a produção de leite em qualquer horário como critério de seleção dos melhores animais, visto que os indivíduos geneticamente superiores, possivelmente, foram os melhores,

qualquer que tenha sido o horário de ordenha escolhido.

Uma vez que os intervalos entre as ordenhas da manhã (7h) e da tarde (15h) não foram equidistantes em relação ao horário de secagem no dia anterior ao controle, aliado ao fato do tempo desde a última ordenha influenciar a produção na ordenha seguinte (McKUSICK et al., 2002) e também por questões práticas e redução de custos, concorda-se com a adoção do fator de correção para sua estimação da produção ajustada para a tarde [FT = (PM + PT)/PT], como proposto por Everett & Wadell (1970). Este fato também é afirmado por Teixeira et al. (2006), que verificaram ocorrer subestimação da produção diária de leite quando se recorre ao simples procedimento de dobrar os controles da manhã, além de sugerir que o intervalo das ordenhas e o mês de lactação devem ser considerados.

Por se considerar o horário da tarde como base para avaliação da produção total de leite, o maior intervalo entre duas ordenhas, ou seja, tarde-manhã proporciona maior produção de leite, verifica-se, portanto, que o menor intervalo entre as ordenhas do dia, assim como o número de ordenhas adotado, resultam em menor produção de leite (FRIGGENS et al., 2001; HOGEVEEN et al., 2001; MCKUSICK et al., 2002).

Fatores multiplicativos, corrigidos simultaneamente para intervalo do parto ao controle leiteiro, nível de manejo, estação de parição e classe de ordem de parto, a fim de estimar a produção de leite, podem ser usados para avaliar a produção de leite no dia do controle leiteiro, a partir a produção de leite de apenas uma ordenha.

Já Berry et al. (2005), ao estimarem a produção de leite em vacas da raça Holandesa com alternância de esquemas de controles, afirmaram que o esquema

de coleta manhã-tarde ou tarde-manhã, em intervalos mensais, ao invés de se tomar as duas amostras do dia, é uma alternativa ao que é convencionalmente realizado para predizer a produção aos 305 dias com grande precisão. Os resultados observados corroboram os obtidos por estes autores na medida em que o modelo mensal mostrou-se mais eficiente para a determinação do melhor momento de ordenha (manhã, tarde ou total do dia), o que indica a produção de leite em qualquer horário como critério de seleção dos melhores animais. Contudo, deve-se atentar para a equidade dos intervalos entre as ordenhas, ou adotar fator de correção para estimar a produção ajustada com base na ordenha da tarde.

Teixeira et al. (2006), ao estimarem a produção diária de leite em vacas da raça Holandesa por meio de controles de ordenhas da manhã e da tarde, verificaram que a alternância dos controles, ao iniciar-se com os da manhã, em meses subsequentes, foi o melhor sistema.

A produção na lactação normalmente é estimada mediante uso da produção diária de vacas, controladas uma vez ao mês, requerendo visitas mensais de um controlador oficial à fazenda. Costa et al. (2004) afirmaram que em virtude, principalmente, dos custos crescentes deste procedimento poucos rebanhos são controlados e que a alternância na frequência do controle poderia ser usada como estratégia para reverter tal situação. Além disso, há redução do tempo de permanência do controlador na fazenda, menor interferência na rotina do rebanho e maior número de rebanhos a serem controlados.

Cardoso et al. (2005) ao avaliarem o impacto dos custos totais do controle leiteiro sobre a receita bruta e líquida mensalmente, concluíram que o esquema tradicional (frequência

mensal) apresentou o mais elevado custo tanto sobre a receita bruta quanto líquida. Esses autores sugerem que esquemas com intervalo maior entre controle e amostragem em ordenhas alternadas sejam adotados, pois resultam, inclusive, na redução dos custos com diárias e quilometragem.

Assim, quaisquer das estratégias de controle podem ser adotadas, visto que as correlações de Pearson encontradas neste trabalho entre produções de leite pela manhã, à tarde e total diária são de elevada magnitude, todas acima de $r = 0,94$ (Tabela 4).

Tabela 4. Correlações entre produção de leite pela manhã (PLM), à tarde (PLT) e total no dia (PLD), em intervalos diário, semanal, a cada 20 dias e mensal para a raça Holandesa em fazenda experimental no Agreste de Pernambuco

Intervalo de avaliação	Característica			
		PLM	PLT	PLD
Diário	PLM	1,00	0,9094*	0,9535*
	PLT	-	1,00	0,9462*
	PLD	-	-	1,00
Semanal	PLM	1,00	0,9091*	0,9542*
	PLT	-	1,00	0,9482*
	PLD	-	-	1,00
A cada 20 dias	PLM	1,00	0,9051*	0,9508*
	PLT	-	1,00	0,9443*
	PLD	-	-	1,00
Mensal	PLM	1,00	0,9143*	0,9522*
	PLT	-	1,00	0,9452*
	PLD	-	-	1,00
	PLD	0,95223*	0,94520*	1,00000

* $P < 0,01$, Teste t.

Essas correlações altas e positivas demonstram a forte associação que há entre os diferentes controles efetuados. Entretanto, observa-se que maiores valores são anotados entre as produções das ordenhas pela manhã ou à tarde com a produção de leite total no dia, independentemente do intervalo entre os controles.

Não há um consenso quanto à tomada de decisão do tipo de controle e do método de estimativa que deve ser utilizado para estimar a produção de leite (CÉRDOTES et al., 2004; RESTLE et al., 2004; CARDOSO et al.,

2005) e, portanto, planos alternativos de controle para as condições do agreste pernambucano, que possibilitem a redução do custo por animal e minimização de erros precisam ser estudados quanto a sua precisão para a estimação da produção na lactação. Porém, para estimar a produção de leite em vacas da raça Holandesa nas condições do agreste pernambucano, o intervalo mensal com base na produção total do dia mostrou-se mais eficiente. Para efeito de avaliação da produção de leite, fica a critério do produtor a escolha quanto a utilizar qualquer um

dos intervalos de ordenha avaliados (manhã, tarde ou total do dia). Porém, deve-se levar em consideração os custos operacionais da escolha, visto que o registro de produção de cada ordenha implica em custo elevado, razão pela qual, na prática, são realizados em intervalos periódicos. Ademais, independentemente do intervalo de controle adotado, se o produtor optar pela produção total do dia deve atentar para o tempo decorrido entre duas ordenhas para compor essa produção, pois o manejo da ordenha e o número de ordenhas podem afetar a fisiologia do úbere e, conseqüentemente, a produção de leite.

AGRADECIMENTOS

À Empresa Pernambucana de Pesquisa Agropecuária – IPA e aos Professores Mário de Andrade Lira e Iderval Farias pela concessão gentil para utilização dos dados produtivos do rebanho Holandês da Estação Experimental de São Bento do Una-PE, base para a realização desta pesquisa.

REFERÊNCIAS

- ALBUQUERQUE, L.G.; MEYER, K. Estimates of covariance functions for growth from birth to 630 days of age in Nelore cattle. **Journal of Animal Science**, v.79, p.2776-2789, 2001.
- BERRY, D.P.; OLORI, V.E.; CROMIE, A.R.; VEERKAMP, R.F.; RATH, M.; DILLON, P. Accuracy of predicting milk yield from alternative milk recording schemes. **Animal Science**, v.80, p.53-60, 2005.
- BOX, G.E.P. Problems in the analysis of growth and wear curves. **Biometrics**, v.6, p.362-389, 1950.
- BOX, G.E.P. **Time Series Analysis Forecasting and Control**. 3 ed. New York: Prentice Hall, 1994. 592p.
- BRASIL. Ministério de Minas e Energia. **Diagnóstico do município de São Bento do Una**, 2005. Disponível em: <<http://www.cprm.gov.br/rehi/atlas/pernambuco/relatórios/SBDU141.pdf>>. Acesso em: 02 jun. 2010.
- CARDOSO, V.L.; CASSOLI, L.D.; GUILHERMINO, M.M.; MACHADO, P.F.; NOGUEIRA, J.R.; FREITAS, M.A.R. Análise econômica de esquemas alternativos de controle leiteiro. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.57, n.1, p.85-92, 2005.
- CARVALHEIRA, J.; POLLAK, E.J.; QUAAS, R.L.; BLAKE, R.W. An autoregressive repeatability animal model for test-day records in multiple lactations. **Journal of Dairy Science**, v.85, p.2040-2045, 2002.
- CERDÓTES, L.; RESTLE, J.; ALVES FILHO, D.C.; NÖRNBERG, M.F.B.L.; NÖRNBERG, J.L.; HECK, I.; SILVEIRA, M.F. Produção e composição do leite de vacas de quatro grupos genéticos submetidas a dois manejos alimentares no período de lactação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.3, p.610-622, 2004.
- CORASSIN, C.H. **Determinação e avaliação de fatores que afetam a produtividade de vacas leiteiras: aspectos sanitários e reprodutivos**. 2004. 101p. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba.

COSTA, C.N.; TEIXEIRA, N.M.; FREITAS, A.F.; COBUCCI, J.A.; HAGUIHARA, K. Trends in milk recording of the Holstein breed in Brasil. In: ICAR SESSION AND INTERBULL MEETING, 34., 2004, Sousse, **Proceedings...** Sousse, Tunísia, 2004. p.179-184.

CRUZ, G.R.B.; RIBEIRO, M.N.; PIMENTA FILHO, E.C.; SARMENTO, J.L.R. Avaliação genética de bovinos Guzerá utilizando-se a produção de leite e de gordura no dia de controle. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.1, p.103-108, 2006.

CRUZ, G.R.B.; RIBEIRO, M.N.; PIMENTA FILHO, E.C.; SARMENTO, J.L.R. Análise genética de bovinos Sindi utilizando-se as produções de leite e de gordura no dia do controle. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.3, n.2, p.179-185, 2008.

DIONELLO, N.J.L.; SILVA, C.A.S.; COSTA, C.N.; COBUCCI, J.A. Estimação de parâmetros genéticos utilizando-se a produção de leite no dia do controle em primeiras lactações de vacas da raça Jersey. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.4, p.1646-1652, 2006.

EVERETT, R.W.; WADELL, L.H. Sources of variation affecting ratio factors for estimating total daily milk yield from individual milkings. **Journal of Dairy Science**, v.53, p.1424-1429, 1970.

FERREIRA, J.W.; TEIXEIRA, N.M.; EUCLYDES, R.F.; VERNEQUE, R.S.; LOPES, P.S.; TORRES, R.A.; WENCESLAU, A.A.; SILVA, M.V.G.B. DA; MAGALHÃES JÚNIOR, M.N. Avaliação genética de bovinos da raça holandesa usando a produção de leite no dia do controle. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.2, p.295-303, 2003.

FRIGGENS, N.C.; RASMUSSEN, M.D. Milk quality assessment in automatic milking systems: accounting for the effects of variable intervals between milkings on milk composition. **Livestock Production Science**, v.73, p.45-54, 2001.

GONÇALVES, T.M.; MARTINEZ, M.L.; MELO, C.M.R.; VERNEQUE, R.S.; OLIVEIRA, A.I.G. Determinação de fatores multiplicativos para estimar a produção de leite no dia do controle, a partir da produção de leite da manhã ou da tarde. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.28, n.5, p.1000-1006, 1999.

HOGVEEN, H.; OUWELTJES, W.; KONINGE, C.J.A.M.; STELWAGEN, K. Milking interval, milk production and milk flow-rate in an automatic milking system. **Livestock Production Science**, v.72, n.1, p.157-167, 2001.

McKUSICK, B.C.; THOMAS, D.L.; BERGER, Y.M.; MARNET, P.G. Effect of milking interval on alveolar versus cisternal milk accumulation and milk production and composition in dairy ewes. **Journal of Dairy Science**, v.85, p.2197-2206, 2002.

MORAIS JÚNIOR, N.N.; FREITAS, R.T.F.; PEREIRA, M.N.; OLIVEIRA, A.I.G.; PEREIRA, I.G.; BUENO FILHO, J.S.S.; GONÇALVES, T.M. Avaliação dos fatores oficiais de correção da produção até o primeiro controle leiteiro em vacas holandesas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, p.924-933, 2002. Supl.

NUNEZ-ANTÓN, V.N.; ZIMMERMAN, D.L. Modeling nonstationary longitudinal data. **Biometrics**, v.56, p.699-705, 2000.

RESTLE, J.; PACHECO, P.S.;
PASCOAL, L.L.; PADUA, J.T.;
MOLETTA, J.L.; FREITAS, A.K.;
LEITE, D.T. Efeito da pastagem, da
produção e composição do leite no
desempenho de bezerros de diferentes
grupos genéticos. **Revista Brasileira de
Zootecnia**, v.33, n.3, p.691-703, 2004.

STATISCAL ANALYSIS SYSTEM -
SAS. **SAS/STAT User's guide**.
Version 6.12. Cary, NC: SAS Institute
Inc., 2001.

SILVA, F.F.; SÁFADI, T.; MUNIZ,
J.A.; AQUINO, L.H.; MOURÃO, G.B..
Previsão Bayesiana de valores genéticos
de touros por meio do modelo
autorregressivo para dados em painel.
**Arquivo Brasileiro de Medicina
Veterinária e Zootecnia**, v.60, n.5,
p.1166-1173, 2008.

TEIXEIRA, N.M.; FREITAS, A.F.I.;
COSTA, C.N.; COBUCI, J.A.;
BARRA, R.B. Controles alternados das
ordenhas da manhã e da tarde para
estimação da produção de leite na
lactação. **Arquivo Brasileiro de
Medicina Veterinária e Zootecnia**,
v.58, n.3, p.394-400, 2006.

Data de recebimento: 29/11/2010
Data de aprovação: 03/06/2011