

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CAMPUS DE JABOTICABAL**

**SIMULAÇÃO DE DIFERENTES ESTRATÉGIAS DE SELEÇÃO
NA BUBALINOCULTURA LEITEIRA**

Leonardo de Oliveira Seno

Zootecnista

Jaboticabal – SP - Brasil

2008

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CAMPUS DE JABOTICABAL**

**SIMULAÇÃO DE DIFERENTES ESTRATÉGIAS DE SELEÇÃO
NA BUBALINOCULTURA LEITEIRA**

Leonardo de Oliveira Seno
Zootecnista

Orientador: Prof. Dr. Humberto Tonhati
Co-orientadores: Dr. Jesús Fernández Martín
Dra. Vera Lucia Cardoso
Dra. Lúcia Galvão de Albuquerque

Tese apresentada à Faculdade de Ciências
Agrárias e Veterinárias, Campus de
Jaboticabal – UNESP, para a obtenção do
Título de Doutor em Zootecnia.

Jaboticabal – São Paulo - Brasil

••2008••

S474s Seno, Leonardo de Oliveira
Simulação de diferentes estratégias de seleção na
bubalinocultura leiteira / Leonardo de Oliveira Seno. – – Jaboticabal,
2008
v, 72 f. ; 28 cm

Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de
Ciências Agrárias e Veterinárias, 2008

Orientador: Humberto Tonhati

Banca examinadora: Jesús Fernández Martín, Anibal Eugênio
Vercesi Filho, Lenira El Faro Zadra, Sandra Aida de Queiroz,
Henrique Nunes de Oliveira

Bibliografia

1. Búfalos - avaliação genética-econômica. 2. Búfalas leiteiras –
sistema de produção. 3. Simulação computacional - genética. I. Título.
II. Jaboticabal-Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias.

CDU 636.293:575



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
CÂMPUS DE JABOTICABAL
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS



CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO: SIMULAÇÃO DE DIFERENTES ESTRATÉGIAS DE SELEÇÃO NA BUBALI
NOCULTURA LEITEIRA

AUTOR: LEONARDO DE OLIVEIRA SENO

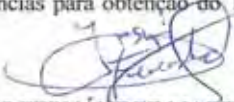
ORIENTADOR: Dr. HUMBERTO TO NHATI

Co-Orientador(a): Dr. JESÚS FERNÁNDEZ MARTÍN

Dra. VERA LUCIA CARDOSO

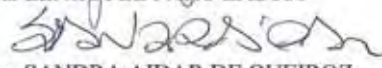
Dra. LUCIA GALVÃO DE ALBUQUERQUE

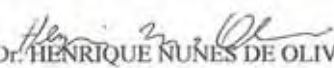
Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de DOUTOR em ZOOTECNIA pela
Comissão Examinadora:


Dr. JESÚS FERNÁNDEZ MARTÍN


Dr. ANIBAL EUGÊNIO VERCESI FILHO


Dra. LENIRA EL FARO ZADRA


Dra. SANDRA AIDAR DE QUEIROZ


Dr. HENRIQUE NUNES DE OLIVEIRA

Data da realização: 19 de dezembro de 2008.



Presidente da Comissão Examinadora
Dr. JESÚS FERNÁNDEZ MARTÍN
Co-Orientador(a) no exercício da orientação

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

LEONARDO DE OLIVEIRA SENO – solteiro, filho de Luzinette Fátima de Oliveira Seno e Antônio Maurício Seno, nasceu em 15 de janeiro de 1977 em Araçatuba, SP. Iniciou o curso de Zootecnia em fevereiro de 1997 na Universidade de Marília (UNIMAR), onde se graduou em dezembro de 2001. Ingressou no curso de mestrado em março de 2003, junto ao programa de pós-graduação em Genética e Melhoramento Animal da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias “Julio de Mesquita Filho”, Campus de Jaboticabal (FCAV-UNESP/Jaboticabal), onde foi bolsista do CNPq no período de março de 2003 a fevereiro de 2005. Desenvolveu seu trabalho de mestrado sob orientação do Prof. Dr. Humberto Tonhati e da Dra. Vera Lucia Cardoso e em fevereiro de 2005 obteve o título de Mestre. Naquele mesmo ano, em março, iniciou o curso de doutorado oferecido pelo programa de pós-graduação em Zootecnia da FCAV-UNESP/Jaboticabal, sendo bolsista da FAPESP por trinta e seis meses. Durante o doutorado desenvolveu sua tese sob orientação do Prof. Dr. Humberto Tonhati e Co-orientação do Dr. Jesús Fernández Martín e das Dra(s) Vera Lucia Cardoso e Lúcia Galvão de Albuquerque. De novembro de 2007 a abril de 2008 realizou estágio, sob supervisão do Dr. Jesús Fernández Martín, no *Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria (INIA)*, Madri – Espanha.

"O maior erro que podemos cometer não é falhar por termos tentado, mas sim, falhar em não tentar".

(Desconhecido)

Dedico

À minha querida família e à Márcia, por serem o bem mais precioso que possuo!

Agradeço

A Deus, por mais essa dádiva e por inúmeras outras que obtive durante meu pequeno e duro aprendizado de vida...

Ao Prof. Humberto Tonhati, ao Dr. Jesús Fernández Martín e à Dra. Vera Lucia Cardoso pela orientação, oportunidade, subsídio, motivação e amizade, sem os quais esta tese não teria saído.

Aos Professores dos Departamentos de Zootecnia e de Ciências Exatas da FCAV-UNESP/Jaboticabal, SP, pelos ensinamentos ministrados e pelo encorajamento, que me motivaram a correr atrás daquilo que sempre quis aprender.

Aos membros da banca do exame geral de qualificação Dr. Mauricio Mello de Alencar, Prof. Dr. Danísio Prado Munari e Dr. Roberto Carvalheiro, pelas sugestões oferecidas, que possibilitaram ajustes significativos nas análises de dados e, conseqüentemente, melhor discussão dos resultados.

Aos membros da comissão examinadora, Dra. Lenira El Faro, Prof. Dr. Henrique Nunes de Oliveira e Dr. Aníbal Eugênio Vercesi Filho, pelas ótimas sugestões dadas na defesa.

À Dra. Sandra Aidar de Queiroz, por ter tido a paciência de participar tanto do exame de qualificação quando da defesa e por suas valiosas contribuições.

À FAPESP, pela concessão da bolsa, que permitiu a elaboração e finalização desse trabalho.

À nobre e imprescindível ajuda dos amigos Raulzito, Johanna, Roberto Carvalheiro, Márcio, Monyka e aos professores Danísio Prado Munari e Jesús Fernández Martín que disponibilizaram computadores para a execução das análises, que possibilitou a obtenção rápida dos resultados para a conclusão da tese.

Aos amigos Silvia, Juajo, Amanda, Anne, Malena, Luis Alberto, Jaime, Maria Jesús, Estefania, José Carlos, Cristina, Luis, Daniel, Clara Díaz, Carmen, Carmen Rodríguez, Miguel Angel, Natalia, Paola, Maite e a todos os pesquisadores e técnicos do *Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria (INIA)*, que concederam um fantástico ambiente de trabalho, prazeroso convívio e amizade durante a realização de minha “estancia”.

Aos amigos da sala de estudo de búfalos, Raulzito, Roberta, Johanna, Dimas, Daniele, Geovanny, Naldin, André, Antônio Roberto, Gregório e Margarida pela amizade e companheirismo que preencheram nossa rica convivência.

Aos amigos e colegas de pós-graduação e de departamento, Annaiza, Monyka, Lasanha, Severino, Diego, Davi, Carla, Eveline, Vanessa Abril, Mau-Mau, Fábio, Guilherme, Daniela, Francisco, Márcio, Ricardo, Paulo Tosta, João Boer, Carlos, pelo apoio e motivação nas horas difíceis.

Aos amigos, de todas as repúblicas que perambulei durante o doutoramento, Márcio, Márcio Mossoró, Catatau, Rafael, Gafanhoto, Eduardão, André, Javier e Geléia, pela a amizade, paciência com minha teimosia e, é claro, pelos momentos de descontração.

E, por fim, a todos que de alguma forma contribuíram para este trabalho.

ÍNDICE

Resumo	iii
Abstract	iv
Resumen	v
Capítulo 1 - Considerações Gerais	1
1.1 – Motivação para a realização do estudo.....	1
1.2 – Justificativas para a condução do estudo.....	3
1.3 – Objetivo do estudo.....	3
1.4 – Estratégias de desenvolvimento do trabalho.....	4
Capítulo 2 - Estratégias de seleção para o melhoramento genético de bubalinos leiteiros: abordagem genética	6
Resumo.....	6
2.1 – Introdução.....	7
2.2 – Material e Métodos.....	9
2.2.1 – Parâmetros e estrutura da população simulada.....	9
2.2.2 – Simulação de dados.....	10
2.2.3 – Avaliação e seleção dos animais.....	11
2.2.4 – Parâmetros para a comparação das estratégias.....	14
2.3 – Resultados e Discussão.....	15
2.3.1 – Valor genético verdadeiro (TBV).....	15
2.3.2 – Coeficiente de endogamia (F).....	22
2.3.3 – Variância dos valores genéticos verdadeiros (VG).....	27
2.4 – Conclusão.....	32

Capítulo 3 - Estratégias de seleção para o melhoramento genético de bubalinos leiteiros: abordagem econômica.....	33
Resumo.....	33
3.1 – Introdução.....	34
3.2 – Material e Métodos.....	36
3.2.1 – Investimento inicial.....	39
3.2.2 – Custos.....	39
3.2.3 – Receita.....	43
3.2.4 – Métodos de avaliação econômica das estratégias.....	43
3.3 – Resultados e Discussão.....	45
3.3.1 – Formação do fluxo de caixa.....	45
3.3.1.1 – Composição da receita.....	45
3.3.1.2 – Custos variáveis.....	53
3.3.2 – Análise dos indicadores de viabilidade.....	59
3.3.2.1 – Valor presente líquido (VPL).....	59
3.3.2.2 – Razão benefício/custo (B/C).....	62
3.4 – Conclusão.....	65
Referências Bibliográficas.....	66

SIMULAÇÃO DE DIFERENTES ESTRATÉGIAS DE SELEÇÃO NA BUBALINOCULTURA LEITEIRA

Resumo - O presente estudo teve como objetivo avaliar a viabilidade genética-econômica de execução de diferentes estratégias de seleção, em uma população simulada de bubalinos leiteiros, no sentido, de selecionar dentre as opções a melhor estratégia. No processo de tomada de decisão, avaliou-se o impacto das estratégias no valor genético médio, coeficiente de endogamia, variância genética, além de examinar a relação custo-benefício, por meio dos indicadores determinísticos, valor presente líquido (VPL) e razão benefício-custo (B/C). Os efeitos dos aumentos no número de rebanhos que participam de um programa de controle leiteiro (CL) e na porcentagem de inseminação artificial (IA), também foram avaliados. As estratégias analisadas envolveram seleção baseada em: 1) valores aleatórios, sem a adoção de IA (SA); 2) valores aleatórios, com a adoção de IA (SAIA); 3) valores fenotípicos (SF); e 4) teste de progênie (TP). O aumento na porcentagem de rebanhos participantes de programas de CL pode promover a obtenção de maiores ganhos genéticos nas estratégias de TP e SF. A introdução de TP na bubalinocultura poderia proporcionar ganhos genéticos relevantes na população. A receita obtida com a venda de leite foi incrementada em função do aumento no número de rebanhos nas estratégias de TP e SF. A utilização de IA aumenta a conexão entre os rebanhos, promovendo a melhor difusão do material genético superior na população e consequentemente, aumento na receita obtida com a venda de leite. A aplicação das estratégias de seleção SF e TP em uma população de bubalinos leiteiros na Região Sudeste do Brasil mostraram-se viáveis de acordo com os critérios do VPL e da razão B/C.

Palavras-chave: avaliação genética-econômica, modelagem, sistema de produção

SIMULATION OF DIFFERENT SELECTION STRATEGIES IN THE DAIRY BUFFALOES

Abstract - The aim of this study was to evaluate the genetic-economic feasibility of the execution of different selection strategies, in a simulated population of dairy buffaloes, in order to choose the best strategy. In the decision process it was evaluated the impact of the strategies using the change in the true breeding value, inbreeding coefficient, variance of true breeding values, as well as to examine the relation cost-benefit from a deterministic approach, net present value (VPL) and benefit-cost ratio (B/C). The effect of the increase in the number of herds that participate on a program of milk recording and in the percentage of artificial insemination (IA) was also evaluated. The strategies analysis involved: 1) selection based on random values, without AI (SA); 2) selection based on random values, with AI (SAIA); 3) phenotypic selection (SF); and 4) progeny test (TP). The increase in the percentage of participant herds in program of milk recording can promote high genetic profits in the strategies TP and SF. The introduction of TP in dairy buffaloes could provide genetic improvement to the population. The profit obtained with the milk sales has increased because of in the number of herds under strategies SF and TP. The use of IA increases the connection between herds, promoting the best diffusion of the superior genetic material in the population and, consequently, increase profit obtained with milk sales. The application of the strategies SF and TP in a dairy buffaloes population in the Southeastern Region of Brazil showed feasibility according to the criteria of the VPL and B/C ratio.

Keywords: genetic-economic evaluation, modeling, production system

SIMULACIÓN DE DIFERENTES ESTRATEGIAS DE SELECCIÓN EN LA EXPLOTACIÓN DE BUFALINOS LECHEROS

Resumen - El presente estudio tuvo como objetivo evaluar la viabilidad genética-económica de ejecución de estrategias de selección, en una población simulada de bufalinos lecheros, en el sentido, de elegir entre las opciones la mejor estrategia. En el proceso de decisión, se evaluó el impacto de las estrategias sobre el cambio en el valor genético verdadero, coeficiente de endogamia, varianza de los valores genéticos verdaderos, además, examinar la relación costo-beneficio, por medio de los indicadores determinísticos, valor presente neto (VPL) y razón beneficio-costos (B/C). Los efectos de los aumentos en el número de rebaños que participan de un programa de control lechero y en el porcentaje de inseminación artificial (IA), también fueron evaluados. Las estrategias evaluadas abarcaron la selección basada en: 1) valores aleatorios, sin la adopción de IA (SA); 2) valores aleatorios, con la adopción de IA (SAIA); 3) valores fenotípicos (SF); e 4) test de progenie (TP). El aumento en el porcentaje de rebaños participantes en el programa de CL puede concurrir a la obtención de mayor ganancia genética en las estrategias de TP y SF. La introducción de TP en la explotación de bufalinos lecheros podría proporcionar ganancias genéticas relevantes en la población. El ingreso económico obtenido con la venta de leche fue incrementado en función del aumento en el número de rebaños en las estrategias de SF y TP. La utilización de IA aumentó la conexión entre los rebaños, promoviendo la mejor difusión del material genético superior en la población y, consecuentemente, aumento en los ingresos con la venta de leche. La aplicación de las estrategias de selección SF y TP en una población de bufalinos lecheros en la Región Suroeste del Brasil se mostraron viables de acuerdo con los criterios del VPL y de la razón B/C.

Palabras-clave: evaluación genética-económica, modelaje, sistema de producción

CAPÍTULO 1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS

1.1 – Motivação para a realização do estudo

Apesar do conceito de teste de progênie (TP) ter sido introduzido no século XVIII por Robert Bakewell, foi a partir da implementação da biotécnica de inseminação artificial (IA), em 1940, que essa técnica manejo passou por sua maior transformação e, desde então, tem sido utilizado em muitos países. O sucesso dos programas de TP depende do número de touros testados, intensidade de seleção, tamanho do grupo de progênes, e da seleção das fêmeas (GONZÁLEZ-RECIO, 2005).

Além disso, uma estratégia de TP exige a realização de um programa eficaz de controle leiteiro (CL). De acordo com Cardoso et al. (2005), o controle leiteiro constitui um instrumento de tomada de decisão que visa ao aumento da eficiência econômica dos rebanhos leiteiros. Ele serve para orientar o manejo alimentar, auxiliar o controle e prevenção de mastite, apontar diretrizes de descarte e de melhoramento genético e para a promoção comercial do rebanho.

O aumento no número de rebanhos controlados contribui com as estimativas dos parâmetros e dos valores genéticos dos animais, tornando-as mais acuradas. Além disso, o número de touros jovens que podem ser testados está diretamente relacionado ao tamanho da população de bovinos leiteiros disponível e à extensão de sua participação no programa de controle leiteiro (HARE et al., 2004).

Há algumas décadas, os búfalos vêm sendo criados no Brasil sem que tenha havido, no entanto, a implementação de um programa abrangente de controle leiteiro. A prática sistemática dessa ferramenta na bubalinocultura fica restrita a um pequeno grupo de produtores que visam a venda de reprodutores e/ou produtos lácteos de alta qualidade, como mozzarella. Observa-se que a grande maioria dos bubalinocultores não está preparada para executar, gerar, armazenar e gerenciar as informações provenientes de um programa dessa natureza, talvez por desconhecerem os benefícios relacionados a sua prática. Segundo Dekkers & Van Der Werf (2007), a pequena participação dos produtores em programas de controle leiteiro ocorre, principalmente, pela baixa receita obtida em alguns sistemas de produção. De acordo com os autores,

esta prática de manejo em países desenvolvidos é, na maioria das vezes, aplicada apenas em sistemas intensivos.

Hare et al. (2004) relataram que a participação do produtor em programas de controle leiteiro nos Estados Unidos é voluntária, sendo que grande parte dos custos relacionados a esta prática é assumida pelo produtor. Embora os produtores registrem seus rebanhos no programa de melhoramento de rebanho leiteiro (Dairy Herd Improvement - DHI), os participantes podem interromper a prática permanentemente ou temporariamente. Para os autores, a permanência dos participantes no programa é influenciada pelos benefícios observados com o retorno da informação, pelo custo de obtenção dessa informação e, provavelmente, pela robustez da economia leiteira através do tempo.

A IA, como mencionado anteriormente, tem papel fundamental em programas de melhoramento genético. Com essa biotécnica, poucos machos são requeridos para produzir o mesmo número de progênes. Obviamente, por essa razão, a IA pode ser usada para aumentar a intensidade de seleção de machos e, conseqüentemente, aumentar o mérito genético médio da progênie. Em uma população fechada isso pode traduzir-se em maiores ganhos genéticos. Por outro lado, a utilização de um pequeno número de touros pode levar a problemas relacionados à endogamia e variabilidade da resposta (NICHOLAS, 1996).

Em programas de IA, a dificuldade de detecção de cio, devido à sintomatologia discreta e a necessidade de pessoal capacitado para sua identificação, tem limitado a utilização da mesma em rebanhos bubalinos (BARUSELLI et al., 2007). Outra limitação é o fato das búfalas apresentarem distinto período sazonal de atividade sexual, o que promove a estacionalidade dos partos e conseqüentes transtornos na produção de leite (PTASZYNSKA, 2001).

Uma alternativa para facilitar o emprego dessa biotécnica nos rebanhos bubalinos é a IA em tempo fixo (IATF), que consiste no uso de protocolos hormonais de sincronização da ovulação, sem a necessidade da detecção de cio. Além disso, com o emprego desses protocolos, é possível obter aproximadamente 50% de concepção, tanto na estação reprodutiva favorável, quanto na estação desfavorável. Essa

biotécnica possibilita associar o emprego da IA com a desestacionalização, tão importante para evitar a concentração dos partos e da produção de leite, contribuindo para o abastecimento contínuo de leite à indústria láctea (BARUSELLI et al., 2007).

1.2 – Justificativas para a condução do estudo

Uma vez que a bubalinocultura nacional depende do aumento em eficiência e em produtividade para atender à demanda, investir em IA, juntamente com a adoção de um programa abrangente e sistemático de controle leiteiro e avaliação genética, seria, sem dúvida, o caminho para garantir bons resultados. Para tanto, as seguintes questões devem ser discutidas: quais os efeitos do aumento no número de rebanhos controlados e do aumento na porcentagem de IA sobre o ganho genético para a produção de leite? Quais os efeitos dos referidos aumentos sobre o coeficiente de endogamia e sobre a variabilidade genética? Qual seria a relação custo-benefício da aplicação de cada estratégia? Nesse sentido, o uso de programas de simulação que permitem a avaliação prévia da adoção de controle leiteiro e IA, poderia colaborar com a determinação da estratégia mais apropriada para as circunstâncias de produção e mercado de uma dada região ou país.

1.3 – Objetivo do estudo

O objetivo deste trabalho foi avaliar aspectos de ganho genético, endogamia, variabilidade genética e relação custo-benefício em uma população simulada de bubalinos leiteiros, como resultado da aplicação de diferentes estratégias de seleção, tendo como objetivo de seleção a produção de leite, diante das circunstâncias de produção e mercado da Região Sudeste do Brasil.

1.4 – Estratégias de desenvolvimento do trabalho

1.4.1 – População estudada

A realização de um delineamento prático que considere a adoção de diferentes porcentagens de IA, com diferentes números de rebanhos em um programa de controle leiteiro, torna-se inviável em função dos elevados custos de implantação e do longo período de execução. Por essa razão, optou-se pela condução de um estudo de simulação computacional, que permite a comparação das taxas de ganho genético, endogamia, perda em variabilidade genética e relação custo-benefício em uma população de bubalinos leiteiros.

1.4.2 – Modelo de simulação adotado

Um programa de simulação estocástica foi desenvolvido para comparar estratégias alternativas de seleção de bubalinos leiteiros. Essa ferramenta consiste, de acordo com Dekkers et al. (2004), no seguinte ciclo:

- 1) Os valores genéticos e fenotípicos dos indivíduos na geração inicial são simulados;
- 2) Os valores genéticos dos animais dessa geração são preditos;
- 3) Baseado nos valores genéticos estimados, um número de animais é selecionado para a geração seguinte; e
- 4) Os animais selecionados são acasalados e a progênie é simulada.

Em seguida, etapas 2, 3 e 4 são repetidas até que o número desejado de gerações seja simulado.

1.4.3 – Quais estratégias simular?

No processo de tomada de decisão para a escolha da melhor estratégia de um programa de melhoramento de bubalinos leiteiros para a Região Sudeste do Brasil, a princípio foi simulado um cenário controle, onde nenhum rebanho realizava controle leiteiro e IA. Em seguida, para comparação, foram simuladas situações contendo 20, 50 e 80%, de uso tanto na porcentagem de rebanhos participantes de um programa de controle leiteiro (considerando um número fixo), como na porcentagem de utilização de

IA, sendo que cada nível avaliado foi considerado como um tratamento diferente. Optou-se pelo emprego de tais estratégias porque:

1) O aumento no número de participantes em programas de controle leiteiro está relacionado ao aumento no número de observações, o que pode permitir estimativas mais acuradas dos parâmetros e dos valores genéticos dos animais. Esse aumento permite ainda que um número maior de touros jovens seja avaliado em TP (HARE et al., 2004); e

2) A utilização abrangente de IA pode disseminar, rapidamente, o material genético melhorado em toda população (BICHARD, 2002).

CAPÍTULO 2 - ESTRATÉGIAS DE SELEÇÃO PARA O MELHORAMENTO GENÉTICO DE BUBALINOS LEITEIROS: ABORDAGEM GENÉTICA

Resumo - Observa-se na Região Sudeste, que o consumo de derivados lácteos de búfalas passou a fazer parte do cardápio de restaurantes sofisticados de grandes centros comerciais. Este evento fez com que ocorresse aumento na demanda de leite que, por sua vez, estimulou investimentos por parte dos produtores em melhores condições e/ou práticas de manejo para obtenção de respostas positivas em produtividade. Contudo, a utilização de práticas básicas como o controle sistemático de informações genealógicas e de desempenho dos animais e a utilização de inseminação artificial ficaram restritas a um pequeno grupo de produtores. Desta forma, o objetivo deste estudo foi avaliar o impacto da adoção de diferentes estratégias de seleção, sobre o valor genético verdadeiro, coeficiente de endogamia e a variância genética de uma população simulada de bubalinos leiteiros no Sudeste brasileiro. As estratégias avaliadas envolveram: 1) seleção baseada em valores aleatórios, sem a adoção de IA (SA); 2) seleção baseada em valores aleatórios, com a adoção de IA (SAIA); 3) seleção fenotípica (SF); e 4) teste de progênie (TP). A introdução e o aumento no número de rebanhos participantes do programa de controle leiteiro promoveu incremento nos valores genéticos verdadeiros das estratégias de seleção fenotípica e teste de progênie. Esses resultados indicam a importância de um programa de controle leiteiro, no sentido de aumentar a média leiteira nacional e assim, possibilitar que os rebanhos atendam a crescente demanda existente no país. Dentre as estratégias estudadas, as de teste de progênie foram as que promoveram maiores aumentos no valor genético médio. A utilização de inseminação artificial associada a um programa de controle leiteiro com (TP) ou sem avaliação genética (SF) melhorou a difusão do material genético naqueles rebanhos que não participavam do programa de controle leiteiro, aumentando a produção de leite média.

Palavras-chave: búfalas leiteiras, endogamia, modelagem, sistema de produção

2.1 – Introdução

A produção de leite total dos bubalinos no decorrer das últimas décadas aumentou consideravelmente, passando de 717,29 kg em 1995 (TONHATI et al., 1996) para valores acima de 1.650,00 kg nos últimos anos (RAMOS et al., 2006; MALHADO et al., 2007; TONHATI et al., 2007). Segundo Malhado et al. (2007), os resultados das tendências genéticas e fenotípicas para produção de leite de búfalas evidenciaram que a maior parte do ganho foi decorrente de melhorias nas condições ambientais, tais como alimentação (nutrição), sanidade, reprodução, manejo e instalações. De acordo com Seno et al. (2007), um dos grandes entraves ao desenvolvimento de um programa de melhoramento genético para bubalinos leiteiros é a falta de um programa abrangente e sistemático de controle leiteiro, tanto de informações de desempenho quanto de genealogia.

A inseminação artificial (IA), principal biotécnica reprodutiva empregada nas espécies domésticas, destaca-se como importante ferramenta para difusão de material genético superior de origem paterna. Entretanto, seu uso de maneira convencional, ou seja, pela observação deaios, depara-se com duas dificuldades relevantes na espécie bubalina. A primeira está relacionada ao próprio comportamento estral, que em bubalinos é discreto, dificultando a detecção do estro. A segunda, diretamente ligada ao primeiro fator, é a baixa taxa de serviço obtida em fêmeas bubalinas inseminadas artificialmente, levando ao comprometimento da eficiência reprodutiva do rebanho e ao insucesso da técnica (BARUSELLI et al., 2007).

Além disso, é importante ressaltar que bubalinos criados em localidades distantes da região equatorial têm a fisiologia reprodutiva influenciada positivamente pela diminuição de horas de luz do dia (PTASZYNSKA, 2001). Pode-se dizer que os búfalos são poliéstricos estacionais de dias curtos, semelhantemente aos ovinos e caprinos, apresentando aumento da atividade reprodutiva nos meses de outono e inverno (BARUSELLI et al., 2007).

Uma alternativa que pode facilitar o emprego dessa biotécnica nos rebanhos bubalinos seria a IA em tempo fixo (IATF), que consiste no uso de protocolos hormonais de sincronização da ovulação, sem a necessidade da detecção de cio. Além disso, com

o emprego desses protocolos é possível obter, aproximadamente, 50% de concepção, tanto na estação reprodutiva favorável, quanto na estação desfavorável. Essa biotécnica possibilita associar o emprego da IA com a desestacionalização, tão importante para evitar a concentração dos partos e da produção de leite, contribuindo para o abastecimento contínuo de leite à indústria láctea (BARUSELLI et al., 2007). Contudo, a adoção destes protocolos está relacionada à maior utilização de recursos financeiros em relação à IA convencional.

Dentre as maiores vantagens da IA pode-se citar a viabilização do uso de touros provados de melhor valor genético para a transmissão de características desejadas em um determinado rebanho e a viabilização de teste de progênie (TP).

O TP foi sugerido, inicialmente, por Rendel & Robertson (1950), como um método eficiente para aumentar a taxa de ganho genético. Os autores descreveram que em um rebanho fechado de 120 vacas, este método não se mostrou útil, concorrendo a aumento no intervalo de gerações. Contudo, o uso conjunto de IA e TP se torna muito mais eficiente, em um rebanho de 2000 vacas, em que foi possível obter taxa de ganho genético ao redor de 1,8% da média de produção ao ano.

As diferenças entre as estratégias de um programa de melhoramento podem ser comparadas por meio das taxas esperadas de mudança genética (SMITH, 1988) e endogamia (VILLANUEVA et al., 2000). Do ponto de vista metodológico, essas taxas podem ser determinadas usando tanto a simulação estocástica quanto os métodos determinísticos. Por meio de uma mistura sensata de simulação estocástica com predição determinística, geneticistas do mundo todo têm obtido conclusões substanciais sobre a implementação e a melhor utilização das várias biotécnicas reprodutivas em programas de melhoramento, de acordo com suas vantagens e limitações (NICHOLAS, 1996). Por essa razão, os modelos de simulação têm recebido atenção considerável nos últimos 20 anos. Muitos estudos estiveram focalizados no impacto de programas de melhoramento genético em sistemas de produção dos animais domésticos (HARRIS & NEWMAN, 1994).

O objetivo do presente trabalho foi avaliar, por meio de simulação, as mudanças no mérito genético para produção de leite, no coeficiente de endogamia e na variância

dos valores genéticos verdadeiros, como resultado da aplicação de diferentes estratégias de seleção em uma população de bubalinos leiteiros na Região Sudeste do Brasil.

2.2 – Material e Métodos

Um modelo de simulação estocástico escrito em Fortran 90 foi utilizado para gerar resultados provenientes de estratégias de teste de progênie, seleção fenotípica e seleção baseada em valores aleatórios.

2.2.1 – Parâmetros e estrutura da população simulada

Inicialmente, simulou-se uma população conceitualmente infinita, não endogâmica e não selecionada composta por 20.000 búfalas e 35 touros de inseminação artificial (IA), sem informações prévias de desempenho e de parentesco. As fêmeas foram distribuídas em 100 rebanhos e o tamanho inicial foi amostrado de uma distribuição uniforme com valores de mínimo e máximo de 180 e 220 búfalas, respectivamente. O número de touros destinados à monta natural (MN), foi definido pela proporção de 1 macho: 40 fêmeas. Na geração dos animais, assumiram-se faixas etárias de: dois a três anos para machos e dois a seis anos para fêmeas, nas quais, as idades foram obtidas aleatoriamente a partir de uma distribuição uniforme. Foi assumida idade à maturidade sexual de dois anos para ambos os sexos, quatro e sete classes reprodutivas para machos e fêmeas, respectivamente e, intervalo de partos de 12 meses. As taxas de não retorno e de concepção utilizadas no processo de simulação das estratégias de seleção são apresentadas na Tabela 1. A utilização de IA em novilhas não foi simulada, uma vez que esta biotécnica não é realizada convencionalmente.

Tabela 1 Taxas de não retorno e de concepção utilizadas no processo de simulação de uma população de bubalinos leiteiros e o uso de seleção baseada em valores aleatórios, seleção fenotípica e teste de progênie, considerando as circunstâncias de produção e mercado da Região Sudeste do Brasil.

Categoria	Taxas de não retorno (%)*				Taxa de concepção (%)
	Chances na IA		Chances na MN		
	1ª	2ª	1ª	2ª	
Fêmeas destinadas à IA	50	50	50	50	94
Fêmeas destinadas à MN	-	-	82	82	97
Novilhas	-	-	90	90	99

IA = inseminação artificial; MN = monta natural;

*Baruselli (2008).

2.2.2 - Simulação de dados

A característica considerada foi produção de leite aos 270 dias de lactação (PL270). No processo de simulação foi suposto, para esta característica, média inicial de 1.845 kg e variâncias aditiva (σ^2_a), de ambiente permanente (σ^2_{pe}) e residual (σ^2_e) iguais a 36.000, 20.000 e 88.700 kg², respectivamente (TONHATI et al., 2007). A variância fenotípica (σ^2_p) foi igual à soma das variâncias σ^2_a , σ^2_{pe} e σ^2_e . Esses parâmetros reproduziram uma herdabilidade igual a 0,25.

Os dados foram simulados assumindo-se um modelo genético aditivo infinitesimal, descrito por:

$$y_{ijk} = \mu + gc_{jk} + \beta_0 t + \beta_1 t^2 + a_i + p_i + e_{ijk}$$

em que, y_{ijk} é a PL270 da búfala i , no rebanho j e ano k , μ é a média populacional, gc_{jk} é o efeito fixo do rebanho j e do ano do parto k sobre o produção da búfala i , simulado a partir de uma distribuição $N(0, \sigma^2_p)$, t representa o número de partos, que foi incluído no modelo como covariável, sendo os coeficientes de regressão linear e quadrático iguais a 0,0293 (β_0) e -0,0032 (β_1), respectivamente (TONHATI et al., 2007), a_i é o valor genético aditivo da búfala i , p_i é o efeito de ambiente permanente da búfala i e e_{ijk} é o erro aleatório associado a cada observação.

Se os pais eram desconhecidos, o valor genético do animal i , a_i , era gerado a partir de uma distribuição $N(0, \sigma_a^2)$, em que σ_a^2 é a variância genética aditiva assumida. Já se os pais eram conhecidos, o valor genético do animal i , a_i , era dado por $0,5(a_{i(s)} + a_{i(d)}) + M$, em que $a_{i(s)}$ e $a_{i(d)}$ são os valores genéticos verdadeiros do pai e da mãe do animal i e M é um desvio devido à segregação Mendeliana aleatória, que foi gerada como uma distribuição $N(0, 0,5(1 - F)\sigma_a^2)$. O termo $0,5(1 - F)$ foi considerado para calcular a redução da variabilidade genética devido à endogamia, sendo F , a média de endogamia dos pais. Os coeficientes de endogamia foram calculados de acordo com o algoritmo de Meuwissen & Luo (1992). Os valores aleatórios de ambiente permanente, p_{ei} e de erro aleatório, e_{ijk} , foram gerados a partir de $N(0, \sigma_{pe}^2)$ e $N(0, \sigma_e^2)$, respectivamente, em que σ_{pe}^2 e σ_e^2 foram as variâncias de ambiente permanente e residual assumidas, respectivamente.

2.2.3 – Avaliação e seleção dos animais

As quatro estratégias de seleção avaliadas foram: seleção baseada em valores aleatórios, sem a adoção de IA (SA), seleção baseada em valores aleatórios, com a adoção de IA (SAIA), seleção fenotípica (SF) e teste de progênie (TP). Para a estratégia SAIA foi avaliado o impacto do aumento de 20, 50 e 80% na porcentagem de utilização de IA. Foram avaliados, sobre as estratégias SF e TP, os impactos dos aumentos de 20, 50 e 80% na porcentagem de: 1) rebanhos participantes de um programa de controle leiteiro (considerando um número fixo); e 2) utilização de IA. Desta forma, cada nível avaliado foi considerado como um tratamento diferente (Tabela 2). O incremento no número de touros avaliados em TP foi possibilitado pelo aumento no número de rebanhos controlados e de búfalas inseminadas. Todas as estratégias tiveram como objetivo de seleção, maximizar a produção de leite.

Tabela 2 Definição das estratégias de seleção e do número de touros avaliados na estratégia de teste de progênie (TP) para uma população de bubalinos leiteiros da Região Sudeste do Brasil.

Siglas	Estratégias de seleção	Nº. de touros avaliados em TP
SA ₀₀	Seleção baseada em VA, sem CL e IA	0
SAIA ₀₁	Seleção baseada em VA, sem CL e 20% de IA	0
SAIA ₀₂	Seleção baseada em VA, sem CL e 50% de IA	0
SAIA ₀₃	Seleção baseada em VA, sem CL e 80% de IA	0
SF ₁₁	Seleção fenotípica, com 20% de CL e 20% de IA	0
SF ₁₂	Seleção fenotípica, com 20% de CL e 50% de IA	0
SF ₁₃	Seleção fenotípica, com 20% de CL e 80% de IA	0
SF ₂₁	Seleção fenotípica, com 50% de CL e 20% de IA	0
SF ₂₂	Seleção fenotípica, com 50% de CL e 50% de IA	0
SF ₂₃	Seleção fenotípica, com 50% de CL e 80% de IA	0
SF ₃₁	Seleção fenotípica, com 80% de CL e 20% de IA	0
SF ₃₂	Seleção fenotípica, com 80% de CL e 50% de IA	0
SF ₃₃	Seleção fenotípica, com 80% de CL e 80% de IA	0
TP ₁₁	Teste de progênie, com 20% de CL e 20% de IA	4
TP ₁₂	Teste de progênie, com 20% de CL e 50% de IA	10
TP ₁₃	Teste de progênie, com 20% de CL e 80% de IA	16
TP ₂₁	Teste de progênie, com 50% de CL e 20% de IA	10
TP ₂₂	Teste de progênie, com 50% de CL e 50% de IA	25
TP ₂₃	Teste de progênie, com 50% de CL e 80% de IA	40
TP ₃₁	Teste de progênie, com 80% de CL e 20% de IA	16
TP ₃₂	Teste de progênie, com 80% de CL e 50% de IA	40
TP ₃₃	Teste de progênie, com 80% de CL e 80% de IA	64

IA = inseminação artificial; CL = controle leiteiro; VA = valores aleatórios

Dada a ausência de controle leiteiro nas estratégias SA e SAIA, foram assumidos como valores genéticos estimados ($\hat{a}$), valores aleatórios que foram obtidos a partir de uma distribuição uniforme. O mesmo procedimento foi utilizado para a porcentagem de rebanhos que não praticavam controle leiteiro nas estratégias de SF. Para a porcentagem que realizava controle leiteiro, foram assumidos como $\hat{a}(s)$ a média individual, a partir de dados fenotípicos para búfalas e média fenotípica da mãe, para animais jovens (machos e fêmeas). No caso de touros de IA ou MN, assumiu-se a média bruta das filhas. Caso o animal não tivesse nenhuma informação de produção até o momento da seleção, os $\hat{a}(s)$ também eram gerados a partir de uma distribuição uniforme.

Para as estratégias TP, os $\hat{a}(s)$ de cada animal e as estimativas dos componentes de variância foram obtidos pelo método da máxima verossimilhança restrita aplicado a um modelo animal. O modelo geral assumido pode ser representado como:

$$\mathbf{y} = \mathbf{Xb} + \mathbf{Za} + \mathbf{Wpe} + \mathbf{e},$$

em que, $\mathbf{y}$ é o vetor de observações; $\mathbf{b}$ é o vetor de efeitos fixos; $\mathbf{a}$ é o vetor de efeitos aleatórios de animal; $\mathbf{pe}$ vetor de efeitos aleatórios de ambiente permanente; $\mathbf{e}$ é o vetor aleatório residual; $\mathbf{X}$, $\mathbf{Z}$ e $\mathbf{W}$ são as matrizes de incidência relativas às observações, para efeitos fixos, efeito aleatório de animal e de ambiente permanente, respectivamente.

Assumiu-se $\text{var}(\mathbf{e}) = \mathbf{I}\sigma_e^2 = \mathbf{R}$, $\text{var}(\mathbf{pe}) = \mathbf{I}\sigma_{pe}^2$, $\text{var}(\mathbf{a}) = \mathbf{A}\sigma_a^2$ e, portanto, $\text{var}(\mathbf{y}) = \mathbf{ZAZ}'\sigma_a^2 + \mathbf{WI}\sigma_{pe}^2\mathbf{W}' + \mathbf{R}$. As equações de modelos mistos (MME) para o melhor estimador linear não-viesado (BLUE), das funções estimáveis de $\mathbf{b}$ e, para o melhor preditor linear não-viesado (BLUP), de $\mathbf{a}$ e $\mathbf{pe}$ foram:

$$\begin{bmatrix} b \\ a \\ pe \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \mathbf{X}'\mathbf{X} & \mathbf{X}'\mathbf{Z} & \mathbf{X}'\mathbf{W} \\ \mathbf{Z}'\mathbf{X} & \mathbf{Z}'\mathbf{Z} + \mathbf{A}^{-1}\alpha_1 & \mathbf{Z}'\mathbf{W} \\ \mathbf{W}'\mathbf{X} & \mathbf{W}'\mathbf{Z} & \mathbf{W}'\mathbf{W} + \mathbf{I}\alpha_2 \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} \mathbf{X}'\mathbf{y} \\ \mathbf{Z}'\mathbf{y} \\ \mathbf{W}'\mathbf{y} \end{bmatrix}$$

em que, $\alpha_1 = \sigma_e^2/\sigma_a^2$ e $\alpha_2 = \sigma_e^2/\sigma_{pe}^2$.

A seleção para todas as estratégias foi baseada nos respectivos $\hat{a}(s)$ dos animais e dependeu da porcentagem de indivíduos selecionados em cada categoria animal. As

porcentagens anuais de reposição foram, respectivamente, de 20% para búfalas, 50% para touros de MN e 20% para touros de IA, nas estratégias que não realizavam TP.

O descarte foi dividido em voluntário e involuntário. O voluntário foi praticado com o objetivo de manter fixo o número de animais nos rebanhos. Para tanto, os â(s) foram utilizados como critério de descarte. O descarte por idade também foi assumindo como voluntário, uma vez que se definiu uma idade limite para atividade reprodutiva. Ao involuntário foram computados aqueles relacionados aos descartes devido a falhas em cobertura.

A biotécnica de IA não foi utilizada apenas nos rebanhos da estratégia SA₀₀. Para as demais estratégias, o número de búfalas destinadas à IA dependeu do tamanho inicial do rebanho e da porcentagem de IA em cada estratégia (Tabela 2). As búfalas com elevado â eram destinadas à IA e, as demais, à MN. Caso não concebessem após duas chances consecutivas, as fêmeas eram incluídas no grupo de animais destinados à MN. As búfalas deste grupo também tinham duas oportunidades de cobertura. Caso não concebessem eram classificadas em grupo de fêmeas com falha reprodutiva. Búfalas com mais de uma falha reprodutiva e novilhas com mais de duas falhas reprodutivas, respectivamente, eram descartadas (involuntário). Em todas as estratégias de seleção, ambos os sistemas de acasalamentos, MN e IA, eram definidos aleatoriamente.

2.2.4 – Parâmetros para a comparação das estratégias

Cada uma das estratégias de seleção foi simulada por um período de 25 anos e repetida 25 vezes. Os resultados obtidos em cada um dos 25 anos foram utilizados para calcular as médias e as variâncias dos valores genéticos verdadeiros e os coeficientes de endogamia. Para os cálculos das médias foram incluídos apenas os indivíduos ativos na população, em cada ano. Foram considerados como ativos aqueles animais que estivessem aptos à reprodução, ou seja, aqueles que apresentavam chances de contribuir com fluxo de genes.

2.3 – Resultados e Discussão

As mudanças no valor genético verdadeiro (TBV), coeficientes de endogamia (F), produção de leite aos 270 dias de lactação (PL270) e na variância dos valores genéticos verdadeiros (VG), em decorrência da aplicação das diferentes estratégias de seleção de bubalinos leiteiros na Região Sudeste do Brasil, são apresentadas nas Tabela 3.

2.3.1 – Valor genético verdadeiro (TBV)

Durante o período de execução das estratégias de seleção, calculou-se anualmente o TBV médio dos animais que estavam aptos à reprodução. Os resultados médios obtidos são apresentados na Figura 1. O mesmo procedimento foi adotado no cálculo da produção média de leite de búfalas aos 270 dias de lactação (PL270). É possível observar que o acréscimo no TBV, promovido com a aplicação das diferentes estratégias, proporcionou o incremento da PL270, exceto para SA e SAIA (Figura 2).

No período de avaliação de 25 anos, não foram observadas mudanças relevantes nos TBV(s) médios dos animais ativos das estratégias SA e SAIA, como era de se esperar, uma vez que, a seleção foi baseada em valores aleatórios (Tabela 3). Avaliou-se o impacto da utilização de controle leiteiro e IA (Tabelas 4 e 5, respectivamente) sobre os TBV(s) médios das diferentes estratégias de seleção. De maneira geral, nos casos das estratégias de SF e TP, foram observadas mudanças consideráveis nos TBV(s) durante a execução das estratégias, com relação às estratégias SA e SAIA.

Tabela 3 Mudança no valor genético verdadeiro (TBV), coeficiente de endogamia (F) e na variância dos valores genéticos verdadeiros (VG) e produção de leite aos 270 dias de lactação (PL270), em decorrência da aplicação das diferentes estratégias de seleção de bubalinos leiteiros da Região Sudeste do Brasil, em um horizonte de 25 anos de avaliação.

Estratégias	TBV (kg)	F (%)	PL270 (kg)	VG (kg²)
SA ₀₀	1,45	0,056	1.852,81	2.287,92
SAIA ₀₁	0,55	0,036	1.852,41	1.228,32
SAIA ₀₂	1,21	0,018	1.848,02	587,89
SAIA ₀₃	4,09	0,011	1.850,28	160,93
SF ₁₁	134,09	0,036	1.978,83	30.064,81
SF ₁₂	195,57	0,019	2.045,70	23.536,49
SF ₁₃	245,77	0,012	2.095,04	15.422,59
SF ₂₁	250,55	0,032	2.110,29	43.023,11
SF ₂₂	302,46	0,018	2.164,95	31.470,80
SF ₂₃	330,31	0,013	2.182,12	19.616,50
SF ₃₁	378,99	0,030	2.242,09	25.995,45
SF ₃₂	407,44	0,018	2.266,66	17.886,84
SF ₃₃	416,81	0,015	2.273,81	10.652,40
TP ₁₁	477,52	0,035	2.332,94	2.623,10
TP ₁₂	515,04	0,022	2.362,65	-1.799,97
TP ₁₃	486,57	0,014	2.327,46	-2.071,52
TP ₂₁	543,03	0,025	2.396,06	2.268,06
TP ₂₂	532,53	0,014	2.371,20	-954,13
TP ₂₃	527,31	0,012	2.380,05	-1.742,86
TP ₃₁	588,51	0,023	2.446,16	-867,11
TP ₃₂	573,17	0,015	2.431,34	-3.199,81
TP ₃₃	564,37	0,012	2.427,06	-3.979,41

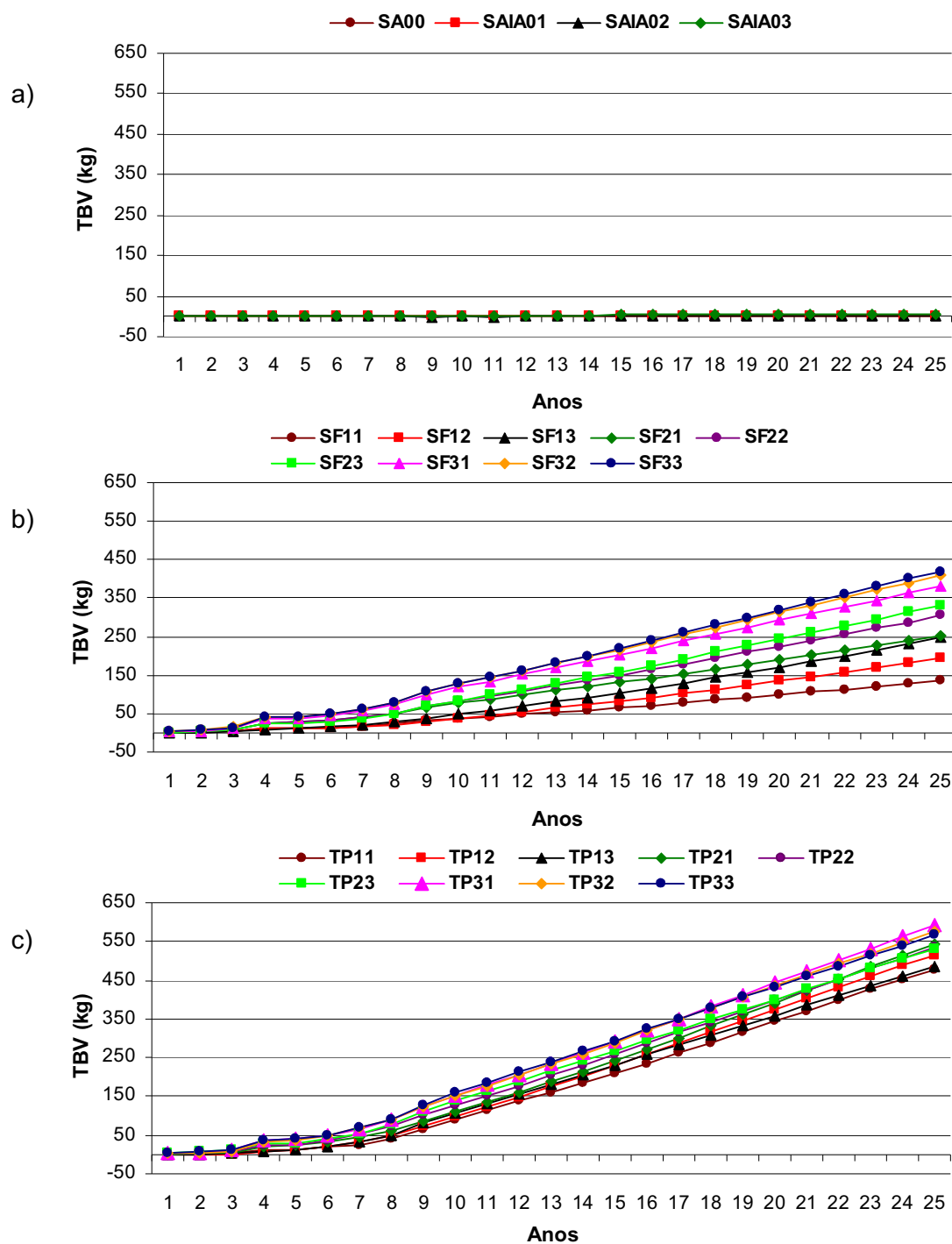


Figura 1 Mudança no valor genético verdadeiro (TBV) médio dos animais ativos em uma população simulada de bubalinos leiteiros, em decorrência da aplicação de seleção baseada em valores aleatórios (a), seleção fenotípica (b) e teste de progênie (c), em um horizonte de 25 anos de avaliação.

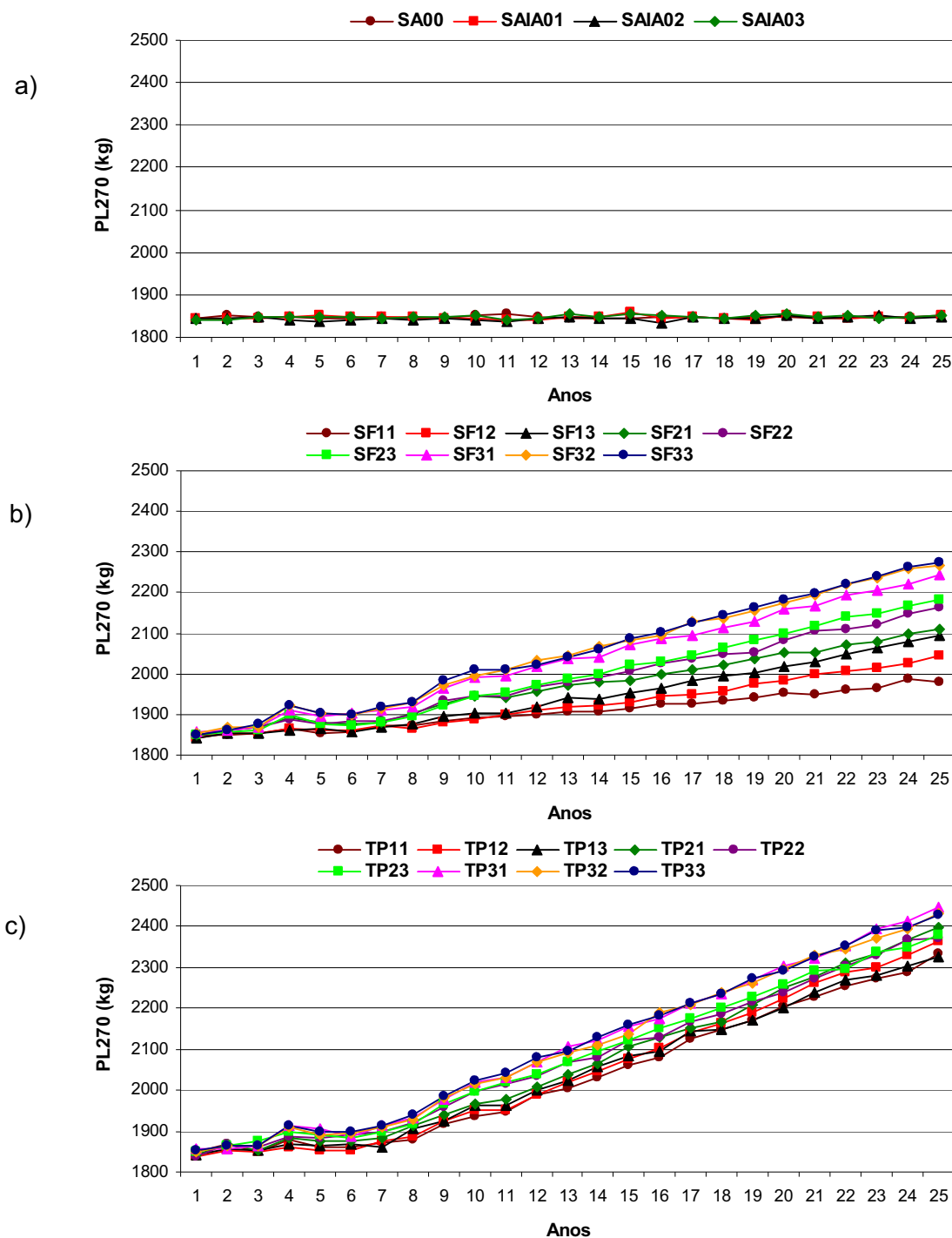


Figura 2 Produção média de leite aos 270 dias de lactação (PL270) das búfalas ativas em uma população simulada de bubalinos leiteiros, em decorrência da aplicação de seleção baseada em valores aleatórios (a), seleção fenotípica (b) e teste de progênie (c), em um horizonte de 25 anos de avaliação.

Tabela 4 Impacto da utilização de controle leiteiro (CL) sobre o valor genético verdadeiro (TBV) médio, em decorrência da aplicação das diferentes estratégias de seleção de bubalinos leiteiros da Região Sudeste do Brasil, em um horizonte de 25 anos de avaliação.

Estratégias	CL (%)	TBV (kg)
SA e SAIA	0	1,82
SF	20	191,81
	50	294,44
	80	401,08
	20	493,04
TP	50	534,29
	80	575,35

Tabela 5 Impacto da utilização de inseminação artificial (IA) sobre o valor genético verdadeiro (TBV) médio, em decorrência da aplicação das diferentes estratégias de seleção de bubalinos leiteiros da Região Sudeste do Brasil, em um horizonte de 25 anos de avaliação.

Estratégias	IA (%)	TBV (kg)
SA	0	1,45
SAIA	20	0,55
	50	1,21
	80	4,09
	20	254,54
SF	50	301,82
	80	330,96
	20	536,35
TP	50	540,25
	80	526,09

Incrementos expressivos nos TBV(s) médios foram observados nas estratégias de SF e TP, com o aumento no número de controle leiteiro (Tabela 4). Esses resultados demonstram a clara importância de um programa de controle sistemático e abrangente das informações de parentesco e desempenho produtivo dos bubalinos leiteiros no Brasil. Pode-se verificar ainda, que as mudanças nos TBV(s) e nas PL270(s) com a aplicação das estratégias de TP (Figura 1.c e Figura 2.c) foram superiores às aquelas verificadas nas estratégias de SF (Figura 1.b e Figura 2.b), SA e SAIA (Figura 1.a e Figura 2.a). Com base nesses resultados, pode-se afirmar que a aplicação de estratégias envolvendo a adoção de teste de progênie é mais eficiente que as outras.

O aumento no número de participantes em programas de controle leiteiro está relacionado ao aumento no número de observações, o que pode permitir estimativas mais acuradas dos parâmetros e dos valores genéticos dos animais. Esse aumento possibilita também que um número maior de touros jovens seja avaliado em TP (HARE et al., 2004). Por outro lado, o referido aumento acarreta em custo adicional de coleta de dados, fato que torna o esquema de teste de progênie mais caro. No entanto, o benefício de encontrar um touro com valor genético estimado (EBV) extremamente elevado compensa, provavelmente, esses custos extras (MEUWISSEN, 1998).

Na prática, sabe-se que o desenvolvimento de um programa de controle leiteiro com tal abrangência tornou-se o grande desafio a ser quebrado na bubalinocultura nacional, uma vez que, a grande maioria dos produtores não está preparada para executar, gerar, armazenar e gerenciar as informações provenientes de um programa de teste de desempenho, talvez por desconhecê-los os benefícios relacionados a sua prática. Uma justificativa plausível para a pequena participação dos rebanhos em programas de controle sistemático das informações de desempenho e pedigree seria a baixa receita obtida nos sistemas de produção (Kosgey et al., 2005; Dekkers & Van der Werf, 2007). De acordo com esses autores, esta prática de manejo é, na maioria das vezes, aplicada apenas em sistemas intensivos de produção. Nos rebanhos bubalinos do Brasil, o uso sistemático de controle leiteiro fica restrito a um pequeno grupo de produtores, que visa a venda de reprodutores e/ou produtos lácteos de alta qualidade (como por ex. mozzarella).

Bichard (2002) relata que quando um número pequeno de filhas é disponibilizado, a execução de um esquema de teste de progênie se depara com um dilema: 1) um grande número de touros é testado, porém no segundo estágio da seleção os touros apresentam baixa confiabilidade; 2) poucos touros jovens são usados, não havendo oportunidade de aplicar intensa seleção entre eles quando suas filhas eventualmente aparecem.

A avaliação do impacto da introdução da biotécnica de IA sobre os TBV(s) são apresentados na Tabela 5. Quando comparamos os resultados dos TBV(s) médios obtidos com a execução da estratégia SA com aqueles das estratégias SAIA, observamos que a utilização e o acréscimo, por si só, da IA nos rebanhos, não promoveu ganho genético. É importante lembrar que nas estratégias SAIA os valores genéticos estimados foram obtidos a partir de uma distribuição uniforme, na ausência de controle leiteiro. Desta forma, quando essa biotécnica foi associada a um programa de controle leiteiro com (TP) ou sem avaliação genética (SF), mostrou-se de fundamental importância na difusão de material genético superior (Tabela 5).

Os acréscimos observados nas médias dos TBV(s) das estratégias de SF (Tabela 5), indicam que o aumento número de fêmeas inseminadas possibilitou àqueles rebanhos que não participavam do programa de controle leiteiro, incremento no mérito genético para a produção de leite, via inseminação artificial. Esse tipo de sistema, em que os rebanhos comerciais adquirem sêmen de centrais de inseminação e/ou diretamente de rebanhos que realizam algum tipo de controle zootécnico, é muito parecido com o que ocorre atualmente na bubalinocultura nacional, guardando as devidas proporções de tamanho e estrutura existentes entre as duas populações (real e simulada).

No caso das estratégias de TP, é possível observar um acréscimo no TBV médio, com o incremento de 20 para 50% de IA e, em seguida, uma redução com a ampliação de 50 para 80% de IA (Tabela 5). A variação na resposta dos TBV(s) médios ocorreu pelo acréscimo no número de touros avaliados, possibilitado pelo aumento no número de rebanhos participantes do programa de controle leiteiro e também, da porcentagem de fêmeas inseminadas. Nas estratégias com 20% de IA, 4, 10 e 16

touros jovens foram avaliados, respectivamente para TP_{11} , TP_{21} e TP_{31} . Para as estratégias com 50% de IA foram testados, respectivamente, 10, 25 e 40 touros jovens para TP_{12} , TP_{22} e TP_{32} e finalmente, com 80%, 16, 40 e 64, para TP_{13} , TP_{23} e TP_{33} , respectivamente (Tabela 2). O aumento no número touros avaliados pode ter provocado a variação observada na resposta, como consequência da maior heterogeneidade entre os valores genéticos desses touros em comparação com um grupo menor.

Na avaliação da melhor estratégia de seleção, talvez seria oportuno analisar a consequência do aumento no número de touros testados. Contudo, em estudos de simulação a introdução de mais um fator ampliaria a análise experimental do ensaio fatorial em mais um efeito, o que exigiria maior tempo e capacidade computacional para a obtenção dos resultados.

Mesmo tendo ocorrido variação nos resultados dos TBV(s) médios das estratégias de TP, os valores observados foram superiores àqueles obtidos nas estratégias de SF, demonstrando que a utilização de controle leiteiro associado à realização de TP poderia aumentar, consideravelmente, a média leiteira nacional e assim, possibilitar que os rebanhos atendessem a crescente demanda por leite de búfalas para a elaboração de queijos de elevada qualidade, como mozzarella.

2.3.2 – Coeficiente de endogamia (F)

As mudanças no coeficiente de endogamia (F) médio dos animais ativos da população simulada, em decorrência da aplicação de diferentes estratégias de seleção, foram avaliadas em um horizonte de 25 anos e encontram-se apresentadas na Tabela 3 e Figura 3.

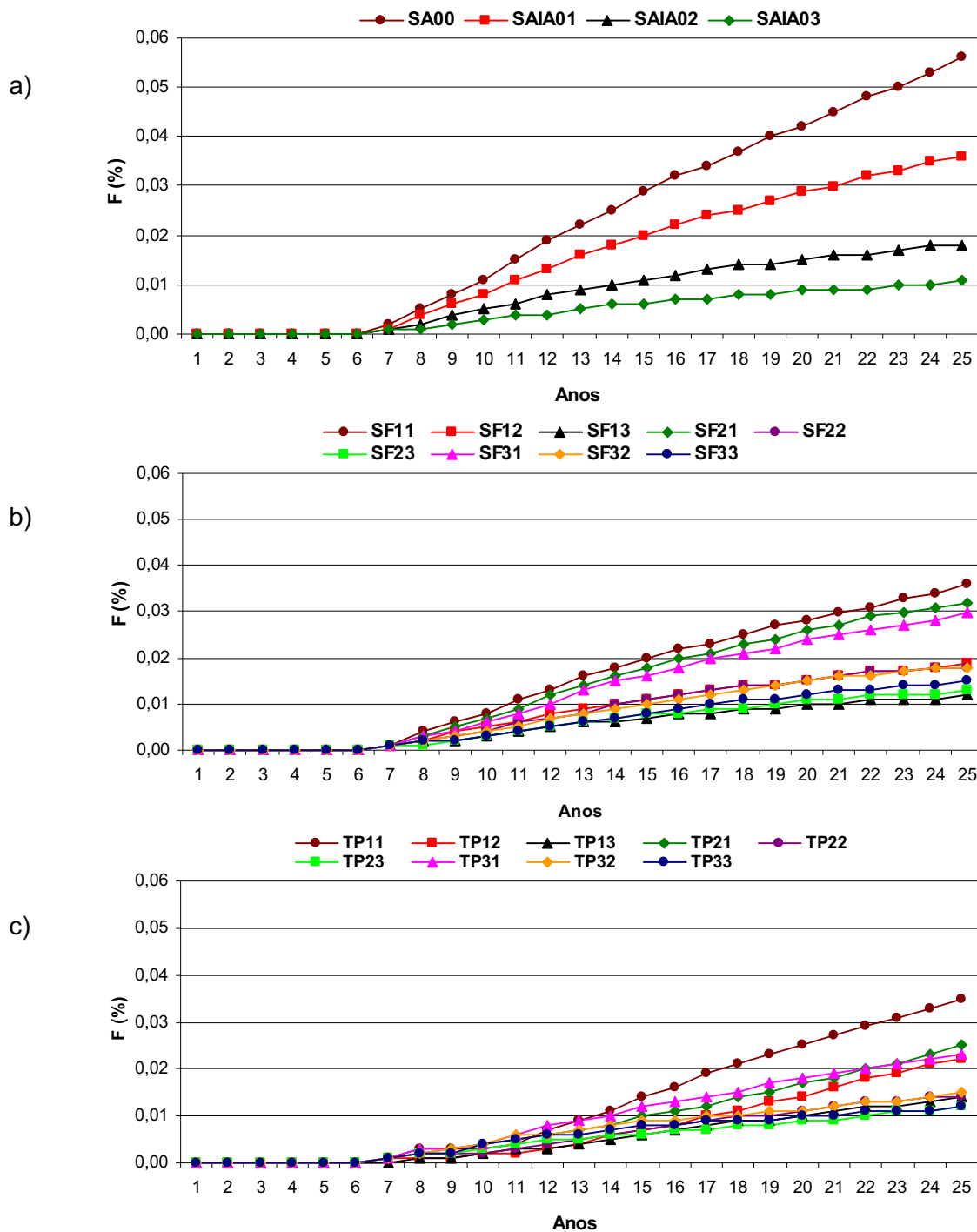


Figura 3 Mudança no coeficiente de endogamia (F) médio dos animais ativos em uma população simulada de bubalinos leiteiros, em decorrência da aplicação de seleção baseada em valores aleatórios (a), seleção fenotípica (b) e teste de progênie (c), em um horizonte de 25 anos de avaliação.

Tabela 6 Impacto da utilização de controle leiteiro (CL) sobre o coeficiente de endogamia (F) médio, em decorrência da aplicação das diferentes estratégias de seleção de bubalinos leiteiros da Região Sudeste do Brasil, em um horizonte de 25 anos de avaliação.

Estratégias	CL (%)	F (%)
SA e SAIA	0	0,030
SF	20	0,022
	50	0,021
	80	0,021
	80	0,021
TP	20	0,024
	50	0,017
	80	0,017

Tabela 7 Impacto da utilização de inseminação artificial (IA) sobre o coeficiente de endogamia (F) médio, em decorrência da aplicação das diferentes estratégias de seleção de bubalinos leiteiros da Região Sudeste do Brasil, em um horizonte de 25 anos de avaliação.

Estratégias	IA (%)	F (%)
SA	0	0,056
SAIA	20	0,036
	50	0,018
	80	0,011
	80	0,011
SF	20	0,033
	50	0,018
	80	0,013
TP	20	0,028
	50	0,017
	80	0,013

Observa-se na Figura 3 que os coeficientes de endogamia foram iguais a zero, para todas as estratégias estudadas, até o sétimo ano de avaliação. Isso ocorreu porque foram considerados nos cálculos apenas os indivíduos ativos na população, ou seja, aqueles que estavam disponíveis à reprodução. Somente a partir do sétimo ano que os primeiros animais endogâmicos se tornaram aptos.

No final do período de avaliação de 25 anos, observou-se um coeficiente de endogamia médio de 5,6% para a estratégia de SA (Figura 3). Na concepção da estratégia SA o uso de IA foi renunciado, desta forma, a seleção e os acasalamentos ocorrerem exclusivamente dentro dos rebanhos. O uso de tal pressuposição tornou a estratégia SA muito teórica. No entanto, o resultado demonstra que ao abdicar do uso da biotécnica de IA, os rebanhos tornaram-se populações de tamanho efetivo (N_e) pequeno e o fluxo de genes entre esses rebanhos ficou estagnado.

A avaliação do impacto do aumento no número de rebanhos participantes do programa de controle leiteiro sobre os $F(s)$ médios são apresentados na Tabela 6. Verifica-se que os $F(s)$ estimados para as estratégias de SF ficaram estáveis mesmo com o aumento crescente no número de rebanhos participantes do programa de controle leiteiro. No caso do TP, o aumento no número de touros avaliados possibilitou uma pequena redução no F médio. Com base nos resultados, pode-se afirmar que o aumento do número de rebanhos no programa de controle leiteiro, pouco interfere na mudança do coeficiente de endogamia, além disso, pode-se dizer que o aumento no número de touros avaliados em teste de progênie reduz o coeficiente de endogamia dessas populações.

Vasconcellos & Tonhati (1996) estudaram o efeito da endogamia sobre a produção de leite, duração da lactação, intervalo de parto e idade ao primeiro parto, em um rebanho da raça Murrah na região de Sarapuí, São Paulo. O coeficiente de endogamia médio para 2414 animais nascidos entre os anos de 1965 a 1995 foi de 2,94%. Desses animais, 47% foram considerados endogâmicos com um coeficiente de endogamia médio de 6,25%. Das quatro características estudadas, apenas a duração da lactação foi afetada.

A partir de dados da raça Holstein provenientes do USDA-Animal Improvement Programs Laboratory (Beltsville, MD), Smith et al. (1998), apresentaram reduções de 27; 0,9; e 0,8 kg para produção de leite, gordura e proteína, respectivamente, na primeira lactação, e de 177,00; 6,0; e 5,5 kg de leite, gordura, e proteína, respectivamente, durante a vida útil, para o aumento de 1% no coeficiente de endogamia. Estes resultados evidenciam que o controle da taxa de endogamia é importante em programas da seleção, visto que, com elevado nível de endogamia, aumenta-se a probabilidade da ocorrência do fenômeno conhecido como a depressão endogâmica (NEIRA et al., 2006).

A avaliação do impacto da introdução da IA sobre os F(s) médios são apresentados na Tabela 7. A introdução e o aumento de 20, 50 e 80% de IA nas estratégias de SF promoveram mudança de 3,3; 1,8; e 1,3%, respectivamente, nos coeficientes de endogamias dessas estratégias. Para as mesmas porcentagens de IA foram observados F médios de 2,8; 1,7; e 1,3%, respectivamente, para as estratégias de TP.

O aumento na utilização de IA nas estratégias SAIA, fez com que ocorresse diminuição drástica no coeficiente de endogamia. Essa diminuição foi possibilitada pelo aumento do uso de reprodutores externos, via IA (Tabela 7). Contudo, é importante frisar que na prática a utilização da biotécnica IA de forma não adequada, pode fazer com que alguns reprodutores sejam utilizados intensivamente, o que reduz o tamanho efetivo e aumenta o acasalamento de indivíduos aparentados nos rebanhos (MALHADO et al., 2008).

Observa-se que, na estratégia SF (SF_{11} , SF_{21} e SF_{31}), com 20% de IA, o coeficiente de endogamia médio foi superior ao estimado para a estratégia TP (TP_{11} , TP_{21} e TP_{31}). Nas estratégias de SF, os touros foram descartados de acordo com dois critérios: 1) pela média fenotípica de suas filhas; e 2) por idade. Essa pressuposição assumida para as estratégias de SF pode ter possibilitado a permanência de touros por um período maior de utilização, uma vez que, as produções de suas filhas poderiam demorar mais do que quatro anos para serem analisadas. No caso dos touros das estratégias de TP, é provável que o tempo de permanência em uso tenha sido menor,

uma vez que, na estimação dos EBV(s) foram consideradas as informações completas de família por meio da matriz de parentesco. Esse fato concorreu a intervalo de geração superior nas estratégias SF em relação ao emprego de TP.

Nas estratégias SF e TP, com maiores porcentagens de IA (50 e 80%), observou-se uma diminuição no coeficiente de endogamia médio, provocado pelo aumento do número de fêmeas inseminadas (Tabela 7). É claro que as inferências retiradas deste estudo referem-se a uma população simulada, com a aplicação de uma estrutura aberta, em que todos os touros apresentavam a mesma probabilidade de cobertura. Na prática, segundo Nicholas (1996) e Silva et al. (2001), o emprego da IA pode intensificar a utilização de touros com valores genéticos superiores para uma característica de importância econômica e possibilitar o incremento do mérito genético médio da progênie. Porém, a intensa utilização de touros com valores genéticos mais elevados tende a aumentar os laços genéticos entre os reprodutores, e isso pode trazer problemas com relação à endogamia e variabilidade da resposta.

2.3.3 – Variância dos valores genéticos verdadeiros (VG)

As mudanças nas variâncias dos valores genéticos verdadeiros (VG) dos animais ativos da população simulada, em decorrência da aplicação de diferentes estratégias de seleção, foram avaliadas em um horizonte de 25 anos e encontram-se apresentadas na Figura 4. Avaliou-se o impacto da utilização de controle leiteiro e IA (Tabelas 8 e 9, respectivamente) sobre as VG(s) médias das diferentes estratégias de seleção.

De acordo com Falconer, (1960) a variância genética total na população, considerando apenas um locus e a ausência de dominância, pode ser obtida pela soma dos componentes dentro $((1 - F)\sigma_a^2)$ e entre $(2F\sigma_a^2)$ subpopulações, que após decomposição é igual a $(1 + F)\sigma_a^2$, em que σ_a^2 , corresponde a variância genética aditiva original. O valor de F (0,056, Tabela 9) observado para a estratégia SA e a variância genética aditiva (σ_a^2) assumida neste estudo (36.000 kg^2) foram aplicados a equação de Falconer, resultando em uma VG de 38.016 kg^2 , que subtraída da σ_a^2 resultou em uma mudança de 2.016 kg^2 , que por sua vez, assemelha-se ao valor de $2.287,92 \text{ kg}^2$ obtido no final do processo de simulação dessa estratégia. Desta forma,

pode-se observar que a VG total de uma população manejada isoladamente, em subpopulações, pode ser aumentada.

Nas estratégias SAIA (Tabela 9), verificou-se que a introdução e o aumento da utilização de IA possibilitou maior difusão do mérito genético dos touros em toda a população e conseqüentemente, redução das VG(s). O aumento na conexão entre os rebanhos e a maior disseminação do material genético fez com que a estimativa de VG permanecesse próxima da variância genética aditiva inicial (σ_a^2 , 36.000 kg²). Além disso, verifica-se que os valores de VG e F foram próximos dos obtidos neste estudo, como foi observado na estratégia SA. A partir dos F(s) obtidos com a adoção das estratégias SAIA₀₁, SAIA₀₂ e SAIA₀₃ (Tabela 9), foram obtidas, respectivamente, mudanças de 2.016, 648 e 396 kg².

As VG(s) foram aumentadas em todas as estratégias de SF (Tabela 3), tanto na avaliação do impacto do aumento no número de rebanhos participantes do programa de controle leiteiro, quanto na porcentagem de IA utilizada (Tabelas 8 e 9, respectivamente). Em ambos os casos, os referidos aumentos ocorreram devido à diferença entre os TBV(s) dos animais dos rebanhos que praticavam controle leiteiro, em relação aos TBV(s) dos animais provenientes daqueles rebanhos que não praticavam o controle. Desta forma, mesmo tendo ocorrido redução da VG dentro da população controlada, a VG da população total aumentou, dada diferença entre os valores genéticos verdadeiros dos animais. O aumento no número de fêmeas inseminadas (Tabela 9) possibilitou a redução de VG, como consequência na maior difusão do mérito genético dos touros provenientes dos rebanhos que praticavam controle leiteiro, ou seja, mudança do mérito genético médio dos animais dos rebanhos que não realizavam o controle.

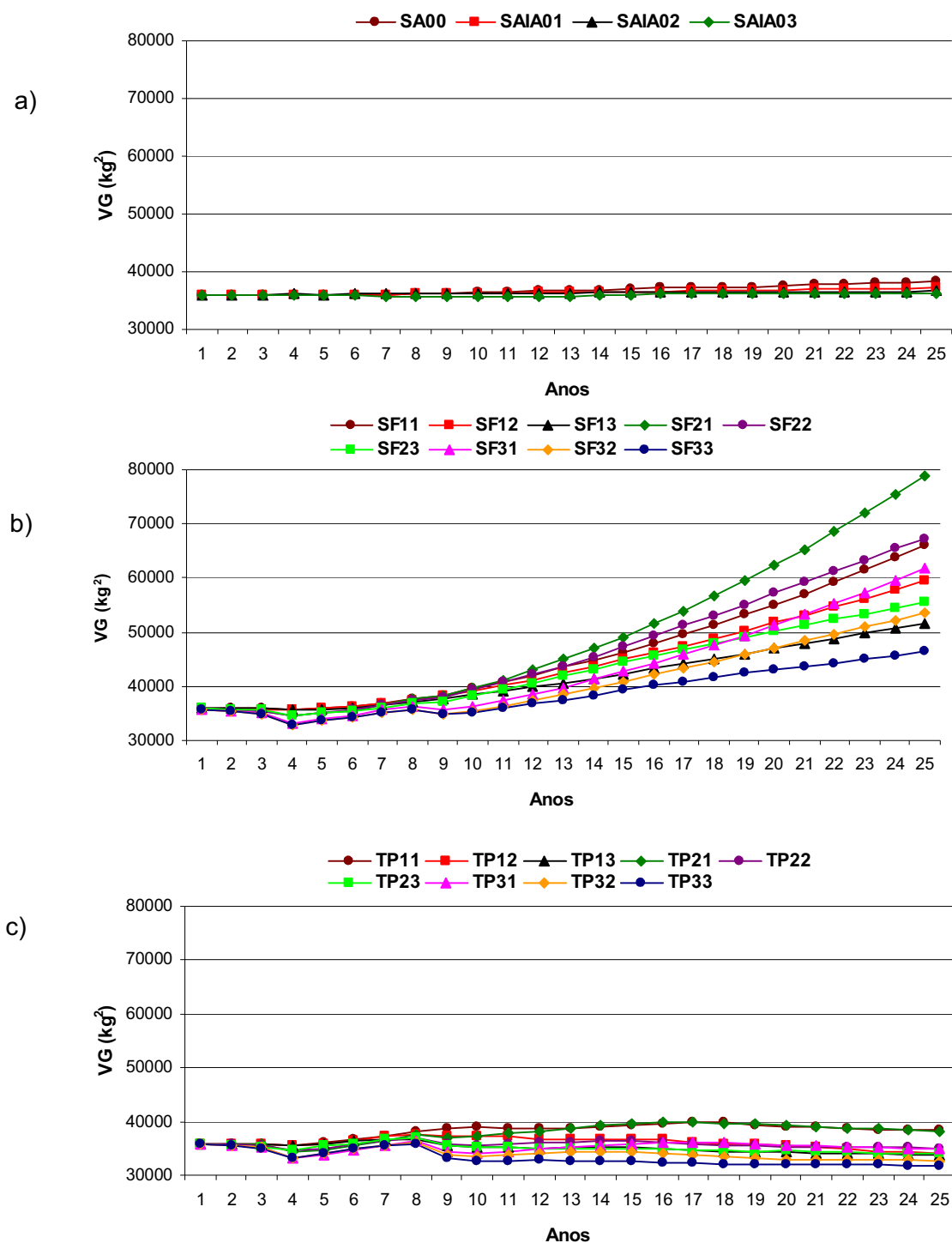


Figura 4 Mudança nas variâncias dos valores genéticos verdadeiros (VG) dos animais ativos em uma população simulada de bubalinos leiteiros, em decorrência da aplicação de seleção baseada em valores aleatórios (a), seleção fenotípica (b) e teste de progênie (c), em um horizonte de 25 anos de avaliação.

Tabela 8 Impacto da utilização de controle leiteiro (CL) sobre as variâncias dos valores genéticos verdadeiros (VG), em decorrência da aplicação das diferentes estratégias de seleção de bubalinos leiteiros da Região Sudeste do Brasil, em um horizonte de 25 anos de avaliação.

Estratégias	CL (%)	VG (kg²)
SA e SAIA	0	1.066,27
SF	20	23.007,96
	50	31.370,14
	80	18.178,23
TP	20	-416,13
	50	-142,98
	80	-2.682,11

Tabela 9 Impacto da utilização de inseminação artificial (IA) sobre as variâncias dos valores genéticos verdadeiros (VG), em decorrência da aplicação das diferentes estratégias de seleção de bubalinos leiteiros da Região Sudeste do Brasil, em um horizonte de 25 anos de avaliação.

Estratégias	IA (%)	VG (kg²)
SA	0	2.287,92
SAIA	20	1.228,32
	50	587,89
	80	160,93
SF	20	33.027,79
	50	24.298,04
	80	15.230,50
TP	20	1.341,35
	50	-1.984,63
	80	-2.597,93

Nas estratégias de TP, observou-se que os aumentos no número de rebanhos em controle leiteiro e na porcentagem de IA reduziram as variâncias dos valores genéticos verdadeiros (Tabelas 8 e 9, respectivamente). Maiores reduções foram observadas com a adoção de 50 e 80% de IA e 80% de controle leiteiro. Para as demais estratégias, os resultados finais ficaram próximos da VG inicial e a diferença existente entre as VG(s) foi quase nula. É provável que nas estratégias com número reduzido de informações fenotípicas (pouco controle leiteiro), os valores genéticos estimados foram pouco acurados, e, conseqüentemente, gerou-se progênies com TBV heterogêneos, impedindo que reduções nas VG(s) fossem evidenciadas.

Verifica-se na Tabela 3, que a redução na VG contribuiu para a diminuição do TBV (resposta à seleção) das estratégias de TP com 50% (TP₂₁, TP₂₂ e TP₂₃) e 80% (TP₃₁, TP₃₂ e TP₃₃) de controle leiteiro. Esses resultados permitem inferir que o aumento no número de rebanhos participantes do programa de controle leiteiro possibilitou estimativas mais acuradas dos valores genéticos estimados, que somada a maior utilização de IA concorreu a reduções, tanto no TBV como na VG. Segundo Neira et al., (2006), a avaliação genética empregando-se um modelo animal permite aumentar a resposta à seleção, porém, favorece a seleção de indivíduos aparentados, que por sua vez, aumenta o coeficiente de endogamia e reduz a longo prazo a variância genética.

2.4 – Conclusões

Com base nos resultados obtidos podemos concluir que:

A introdução e o aumento no número de rebanhos participantes do programa de controle leiteiro promoveu incremento nos valores genéticos verdadeiros das estratégias de seleção fenotípica e teste de progênie. Esses resultados indicam a importância de um programa de controle leiteiro, no sentido de aumentar a média leiteira nacional e assim, possibilitar que os rebanhos atendam a crescente demanda existente no país. Dentre as estratégias estudadas, as de teste de progênie foram as que promoveram maiores aumentos no valor genético médio.

A utilização de inseminação artificial associada a um programa de controle leiteiro com (TP) ou sem avaliação genética (SF) melhorou a difusão do material genético naqueles rebanhos que não participavam do programa de controle leiteiro, aumentando a produção de leite média.

CAPÍTULO 3 - ESTRATÉGIAS DE SELEÇÃO PARA O MELHORAMENTO GENÉTICO DE BUBALINOS LEITEIROS: ABORDAGEM ECONÔMICA

Resumo - Os bubalinos vêm sendo criados no Brasil sem que tenha havido, no entanto, a implementação de um programa abrangente de controle leiteiro. Assim, este trabalho visou verificar a viabilidade de execução de diferentes estratégias de seleção, no sentido, de selecionar dentre as opções a melhor estratégia. Desta forma, as estratégias envolveram: 1) seleção baseada em valores aleatórios, sem a adoção de IA (SA); 2) seleção baseada em valores aleatórios, com a adoção de IA (SAIA); 3) seleção fenotípica (SF); e 4) teste de progênie (TP). No processo de tomada de decisão, utilizou-se de indicadores determinísticos, valor presente líquido (VPL) e razão benefício/custo (B/C) para avaliar a viabilidade econômica comparativa das estratégias. A receita obtida com a venda de leite foi incrementada em função do aumento no número de rebanhos em programas de controle leiteiro nas SF e TP, demonstrando a importância de programas de controle das informações de desempenho e pedigree para a obtenção de maiores receitas. Nos sistemas com controle leiteiro (SF e TP), o aumento na utilização de IA possibilitou maior disseminação de material genético superior e, conseqüentemente, incremento na receita com a venda de leite daqueles rebanhos que não praticavam controle leiteiro. A participação do rebanho em provas de desempenho e/ou programas de avaliação genética promove valorização dos animais. A aplicação das estratégias de seleção SF e TP em uma população de bubalinos leiteiros na Região Sudeste do Brasil mostraram-se viáveis pelos critérios do VPL e da razão B/C, considerando uma taxa de desconto de 7,5% a.a. No entanto, seria importante considerar que o volume do investimento a ser aplicado e a manutenção de um empreendimento dessa natureza é muito elevado.

Palavras-chave: búfalas leiteiras, custo-benefício, sistema de produção

3.1 – Introdução

O melhoramento genético de bovinos leiteiros nos países desenvolvidos teve como ponto inicial a implementação em larga escala da tecnologia reprodutiva de inseminação artificial (IA) nas propriedades rurais, por volta dos anos 40. Desde então, tem sido usada intensivamente na pecuária leiteira, alterando drasticamente a estrutura de utilização dos recursos genéticos em rebanhos leiteiros. Dados provenientes de controle leiteiro constituíram a matéria prima para a realização de análises de desempenho e para o aprimoramento de técnicas estatísticas na avaliação dos touros para as características produtivas, desenvolvendo-se testes de superioridade genética de touros jovens, conhecidos como testes de progênie (HARRIS, 1998).

No entanto, o uso da IA de maneira convencional, ou seja, com a necessidade de observação de cios, depara-se com duas dificuldades relevantes na espécie bubalina. A primeira está relacionada à própria fisiologia do ciclo estral, que em bubalinos é mais discreta, dificultando a detecção do estro. A segunda, diretamente ligada ao primeiro fator, é a baixa taxa de serviço obtida em fêmeas bubalinas inseminadas artificialmente, levando ao comprometimento da eficiência reprodutiva do rebanho e ao insucesso da técnica. Também, é importante ressaltar que a atividade reprodutiva dos bubalinos criados em regiões distantes da linha do equador é sazonal, manifestando-se somente durante os meses de outono e inverno. Uma alternativa para a aplicação de IA seria a utilização de protocolos hormonais que permitissem a utilização da IA sem a necessidade da detecção de cio. Contudo, a adoção destes protocolos está relacionada à maior utilização de recursos financeiros (BARUSELLI et al., 2007).

Estes fatores, aliados à ausência de um programa abrangente de controle leiteiro comprometem a implementação de um programa de melhoramento genético de búfalos leiteiros no Brasil. Observa-se que a grande maioria dos bubalinocultores não está preparada para executar, gerar, armazenar e gerenciar as informações provenientes de um programa de controle leiteiro, talvez por desconhecerem os benefícios relacionados a sua prática. Segundo Dekkers & Van Der Werf (2007), a pequena participação dos produtores em programas de controle leiteiro ocorre, principalmente, pela baixa receita

obtida em alguns sistemas de produção. De acordo com os autores, esta prática de manejo em países desenvolvidos é, na maioria das vezes, aplicada apenas em sistemas intensivos. De acordo com Mpofu et al. (1993), os esquemas de melhoramento genético utilizados em países desenvolvidos (por exemplo, teste de progênie) não estão sendo usados em muitos países em desenvolvimento. A principal razão para as baixas taxas de adoção seria o custo de aplicação e execução de tais esquemas.

Em geral, o planejamento do melhoramento genético é feito para períodos de longo prazo e envolve a adoção de diferentes estratégias de seleção para níveis de abrangência maiores, como por exemplo, uma região ou uma população. Nos processos de tomadas de decisão para a escolha da melhor estratégia resultante deste planejamento mais a longo prazo, vários aspectos são considerados dentre os quais se destacam: viabilidade econômica e operacional (HUIRNE & DIJKHUIZEN, 1997).

Dessa forma, a prévia avaliação econômica de programas de melhoramento se torna, conseqüentemente, muito importante. Para Mpofu et al. (1993), as receitas e os custos com o melhoramento genético acumulam-se no tempo e são realizados em períodos diferentes, para as diferentes estratégias. Dada a expressão diferencial do melhoramento resultante da seleção no tempo, os resultados devem ser expressos em unidades comparáveis de tempo. O método usual de comparação é baseado no desconto, segundo o qual, custos futuros e fluxo de caixa são transformados em valores presentes. Os dois tipos comuns de análises de custo-benefício são análises financeira e econômica. A análise financeira é a avaliação da viabilidade do projeto, do ponto de vista dos indivíduos ou das empresas envolvidas, sendo indicada para os países desenvolvidos onde as empresas de melhoramento genético são geralmente privadas. Segundo os autores, a análise econômica visa à avaliação do bem estar da nação como um todo, sendo mais apropriada para países em desenvolvimento, onde os projetos são financiados pelo governo.

Vargas & Van Arendonk (2004) avaliaram diferentes estratégias de melhoramento genético para bovinos leiteiros na Costa Rica, incluindo diferentes objetivos de seleção. Analisaram o ganho econômico resultante de cada estratégia e de

cada objetivo de seleção, em um horizonte de planejamento de 25 anos, mediante o uso dos valores econômicos das diferentes características incluídas nos objetivos de seleção.

Para o desenvolvimento de análise de custo-benefício, três elementos estão envolvidos: a) enumeração dos benefícios e custos; b) determinação da taxa de juros apropriada; e c) especificação do critério de decisão. A tomada de decisão pode ser baseada em dois critérios: 1) valor presente líquido (VPL); e 2) razão benefício/custo (B/C). O VPL expressa a diferença entre o valor presente total dos benefícios e custos, ou seja, representa o valor do programa ao preço de hoje. Indica a escala dos benefícios líquidos, mas tem a desvantagem de não mostrar o tamanho relativo dos benefícios e custos. A razão B/C é calculada dividindo-se o valor presente total dos benefícios (B) pelo valor presente total dos custos (C) e representa o tamanho relativo dos custos e benefícios. Sua desvantagem é de não fornecer uma indicação da escala do investimento. Em análises de custo-benefício, pode-se avaliar mais de um critério para a tomada de decisões da melhor estratégia (HUIRNE & DIJKHUIZEN, 1997).

Assim, o objetivo deste estudo foi examinar, por meio de modelo determinístico, o retorno econômico e a viabilidade de execução como resultado da aplicação de diferentes estratégias de seleção em uma população de bubalinos leiteiros na Região Sudeste do Brasil.

3.2 – Material e Métodos

Foi descrito no Capítulo 2 um modelo estocástico para a simulação de uma população comercial de bubalinos leiteiros da raça Murrah, para gerar resultados provenientes de estratégias de teste de progênie, seleção fenotípica e seleção baseada em valores aleatórios.

A população simulada era composta por 20.000 búfalas e 35 touros de IA, sem informações prévias de desempenho e de parentesco. As fêmeas foram divididas em 100 rebanhos, perfazendo um número inicial de 180 a 220 búfalas/rebanho (Capítulo 2).

As quatro estratégias de seleção foram: seleção baseada em valores aleatórios, sem a adoção de IA (SA); seleção baseada em valores aleatórios, com a adoção de IA (SAIA); seleção fenotípica (SF); e teste de progênie (TP). Para a estratégia SAIA foi avaliado o impacto do aumento de 20, 50 e 80% na porcentagem de utilização de IA. Foram avaliados, sobre as estratégias SF e TP, os impactos dos aumentos de 20, 50 e 80% na porcentagem de: 1) rebanhos participantes de um programa de controle leiteiro (considerando um número fixo); e 2) utilização de IA. Desta forma, cada nível avaliado foi considerado como um tratamento diferente (Tabela 1). O incremento no número de touros avaliados em TP foi possibilitado pelo aumento no número de rebanhos controlados e de búfalas inseminadas. Os critérios de seleção e descarte, bem como, o sistema de acasalamento para as estratégias de seleção utilizadas neste estudo foram descritos no Capítulo 2.

O cálculo das receitas e dos custos, relacionados ao emprego das estratégias de seleção, foi realizado com o auxílio de planilhas Microsoft® Excel® 2000. O desempenho da característica produção de leite aos 270 dias de lactação (PL270), em função da aplicação de cada estratégia, em um horizonte de 25 anos, foi calculado e apresentado no Capítulo 2.

Os custos e receitas foram expressos em dólares americanos e calculados a partir dos preços relativos aos anos de 2007/2008. Somente os custos e benefícios resultantes da mudança no mérito genético foram considerados. Na Tabela 2 são apresentados os preços dos componentes de receita e custos envolvidos nas análises de custo-benefício.

Tabela 1 Definição das estratégias e do número de touros avaliados na estratégia de teste de progênie (TP) para uma população de bubalinos leiteiros da Região Sudeste do Brasil.

Siglas	Estratégias de seleção	Nº. de touros avaliados em TP
SA ₀₀	Seleção baseada em VA, sem CL e IA	0
SAIA ₀₁	Seleção baseada em VA, sem CL e 20% de IA	0
SAIA ₀₂	Seleção baseada em VA, sem CL e 50% de IA	0
SAIA ₀₃	Seleção baseada em VA, sem CL e 80% de IA	0
SF ₁₁	Seleção fenotípica, com 20% de CL e 20% de IA	0
SF ₁₂	Seleção fenotípica, com 20% de CL e 50% de IA	0
SF ₁₃	Seleção fenotípica, com 20% de CL e 80% de IA	0
SF ₂₁	Seleção fenotípica, com 50% de CL e 20% de IA	0
SF ₂₂	Seleção fenotípica, com 50% de CL e 50% de IA	0
SF ₂₃	Seleção fenotípica, com 50% de CL e 80% de IA	0
SF ₃₁	Seleção fenotípica, com 80% de CL e 20% de IA	0
SF ₃₂	Seleção fenotípica, com 80% de CL e 50% de IA	0
SF ₃₃	Seleção fenotípica, com 80% de CL e 80% de IA	0
TP ₁₁	Teste de progênie, com 20% de CL e 20% de IA	4
TP ₁₂	Teste de progênie, com 20% de CL e 50% de IA	10
TP ₁₃	Teste de progênie, com 20% de CL e 80% de IA	16
TP ₂₁	Teste de progênie, com 50% de CL e 20% de IA	10
TP ₂₂	Teste de progênie, com 50% de CL e 50% de IA	25
TP ₂₃	Teste de progênie, com 50% de CL e 80% de IA	40
TP ₃₁	Teste de progênie, com 80% de CL e 20% de IA	16
TP ₃₂	Teste de progênie, com 80% de CL e 50% de IA	40
TP ₃₃	Teste de progênie, com 80% de CL e 80% de IA	64

IA = inseminação artificial; CL = controle leiteiro; VA = valores aleatórios

Os preços dos produtos e dos componentes de produção (Tabela 2) foram obtidos em relatórios nacionais de estatísticas econômicas especializadas (ANUALPEC, 2008; IEA, 2008), bem como provenientes de laticínios que processam leite de búfala e de comunicação pessoal, quando as referidas fontes estatísticas não traziam informações pertinentes ao estudo. Os custos de formação e manutenção de pastagens e forrageiras foram calculados com base em planilhas de custo apresentadas no ANUALPEC (2008).

3.2.1 – Investimento inicial

Não foi considerado no estudo o dispêndio com materiais para a construção de sala de ordenha, silos e comedouros, bem como, aquisição de animais e de equipamentos de ordenha, de inseminação artificial (IA) e de controle leiteiro. Partiu-se da pressuposição que havia estruturação dos rebanhos, porém essa estrutura não era sistematizada, no sentido de maximizar o progresso genético e econômico, por meio da utilização de IA e/ou controle leiteiro.

3.2.2 – Custos

De acordo com Arêdes et al. (2006), o custo total de produção de leite pode ser dividido em custos fixos e variáveis. O primeiro corresponde aos gastos com a depreciação de benfeitorias, máquinas e animais de serviço; impostos; remuneração dos fatores de produção; custos com mão-de-obra familiar e contratada. Enquanto, no segundo, estão envolvidos os gastos e despesas com alimentação do rebanho, reprodução, sanidade e despesas gerais.

Neste estudo foram considerados apenas os custos variáveis de implantação da IA, controle leiteiro e avaliação genética e custos adicionais com alimentação, resultantes da mudança no mérito genético para produção de leite das búfalas, com a finalidade de comparar as diferentes estratégias de seleção.

Dada a ausência de controle leiteiro nas estratégias SAIA, foram assumidos os custos de aquisição de sêmen comercial, protocolos hormonais para a utilização da IA em tempo fixo (IATF) e o número médio de serviços por concepção. O mesmo

procedimento foi utilizado para a porcentagem de rebanhos que não praticavam controle leiteiro nas estratégias de SF e TP. Para a porcentagem de produtores que realizava controle leiteiro, foram assumidos os custos relacionados à coleta e processamento do sêmen, bem como, manutenção dos touros em central de IA (Tabela 2), dividido pelo número de doses processadas (5000 doses, obtidas em seis meses de coleta; BARUSELLI, P., 18/09/2008, comunicação pessoal: barusell@usp.br), que totalizou valor de US\$ 1,70/dose. Em todos os casos, os custos com a distribuição de sêmen foram incluídos ao valor final da dose de sêmen.

Os componentes de controle leiteiro assumidos para as estratégias de seleção fenotípica e de teste de progênie foram os mesmos praticados por Cardoso et al. (2005), nos quais o valor da diária foi igual a 25% do salário mínimo, a quilometragem representou 35% do preço de um litro de gasolina e a distância média percorrida para a realização do controle leiteiro equivaleu a 150km. Enquanto que o valor unitário de controle (taxa/búfala/mês) dependeu da estratégia de seleção analisada (Tabela 2).

Em geral, os gastos com alimentação são compostos das despesas com concentrados; forragens verdes, silagem e sais minerais. Desta forma, para o cálculo dos custos com alimentação, supôs-se que as búfalas em lactação foram mantidas em pastagem de *Brachiaria decumbens* com suplementação de mistura de cana-de-açúcar e uréia durante o período da seca (maio a outubro), além de sal mineral *ad libitum*. Assumiu-se o fornecimento diário individual na relação de 1 kg de concentrado: 4 kg de leite produzido, de acordo com a produção de leite no dia do controle.

Tabela 2 Preços e custos unitários considerados nos cálculos das análises de custo-benefício das diferentes estratégias de seleção de bubalinos leiteiros na Região Sudeste do Brasil.

Componentes	Preço (US\$)
<i>Produção</i>	
Leite (l)	0,50 ¹
Touro com avaliação genética	2.500,00 ²
Touro com informação produtiva	1.500,00 ²
Vaca com avaliação genética	1.250,00 ²
Vaca com informação produtiva	900,00 ²
Touro/vaca comercial (17@)	508,95 ³
<i>Alimentação dos animais</i>	
Cana-de-açúcar (kg de MS)	0,03 ⁴
<i>B. decumbens</i> (kg de MS)	0,01 ⁴
Concentrado (kg de MS)	0,40 ³
Sal mineral (kg)	1,89 ³
Uréia (kg)	0,63 ³
<i>Controle leiteiro</i>	
Diária (25% salário mínimo) ⁷	51,88 ³
Quilometragem (35% gasolina) ⁷	0,43 ³
Valor unitário - sem avaliação genética (mês)	0,50 ⁵
Valor unitário - com avaliação genética (mês)	1,25 ⁶
<i>Reprodução</i>	
Protocolo hormonal período favorável (dose)	5,00 ²
Protocolo hormonal período desfavorável (dose)	10,00 ²
Sêmen sem avaliação genética (dose)	8,75 ²
Sêmen com avaliação genética (dose)	15,00 ²
Manutenção do touro na central de IA (2 salários mínimos/mês)	415,00 ²
Coleta e processamento do sêmen (dose)	1,50 ²
Manutenção mensal de sêmen (dose)	0,015 ²

¹ Laticínio Búfalo Dourado (informação de campo), ² Pietro Baruselli (18/09/2008, comunicação pessoal: barusell@usp.br), ³ IEA (2008), ⁴ ANUALPEC (2008), ⁵ Clínica do Leite (Esalq/USP), ⁶ Programa de Análise de Rebanhos leiteiros do Paraná (APCB RH/UFPR), ⁷ Cardoso et al. (2005).

Taxa de câmbio: US\$ 1,00 = R\$ 2,00 (2007-2008), salário mínimo = US\$ 207,5

MS = matéria seca

Os cálculos das exigências de energia para a produção de leite das búfalas, em todas as estratégias de seleção, foram feitos da seguinte forma: aplicou-se a fórmula de Di Palo (1992), citado por Zicarelli (2001), para obtenção da produção de leite corrigido para energia (ECM):

$$ECM = PMLD \text{ (kg)} * (((PMGD \text{ (g)} - 40) + (PMPD \text{ (g)} - 31)) * 0,01155) + 1),$$

em que, PMLD, PMGD e PMPD são as produções médias para as características produtivas (leite, gordura e proteína, respectivamente); e multiplicou-se a produção corrigida (ECM) por 0,44 UFL, obtendo-se assim o total necessário de energia líquida (EL), para a produção de um litro de leite. A UFL representa uma unidade alimentar para a produção de leite e equivale a 1,7 Mcal de EL (DEMARQUILLY et al., 1996). Assumiram-se as porcentagens de 7,33 e 4,32% para gordura e proteína, respectivamente (CERÓN-MUÑOZ et al., 2002).

Posteriormente, a exigência (Mcal) necessária para a produção de um litro de leite de búfala foi multiplicada pelas produções médias ao 270 dias de lactação, pelo número de búfalas em lactação no rebanho, por 365 dias e, por fim, pelo número de rebanhos, que resultou no requisito anual de EL. Como base no sistema de manejo alimentar e no requisito anual de energia líquida (Mcal) foi possível calcular os custos com alimentação.

As informações sobre a composição dos alimentos (matéria seca (%), proteína bruta (%) e nutrientes digestíveis totais (%)) utilizados nos cálculos (Tabela 3) foram obtidas nas literaturas nacional (Valadares Filho, 2000) e internacional (Fox et al., 2000) e a partir de dados obtidos a campo.

Tabela 3 Composição (%) dos alimentos da dieta

Alimento	MS	PB	NDT
Concentrado	88,00 ²	20,00 ²	72,30 ²
Cana-de-açúcar	24,16 ¹	4,21 ¹	65,39 ¹
<i>B. decumbens</i>	32,75 ¹	7,26 ¹	55,00 ³

Fontes: ¹ Valadares Filho (2000), ² dados obtidos a campo, ³ Fox et al. (2000).

MS = matéria seca; PB = proteína bruta; NDT = nutrientes digestíveis totais;

3.2.3 – Receita

Na formação da receita foi considerada a venda do leite, de animais de descarte (voluntário e involuntário) e de sêmen, como resultado da adoção de cada estratégia de seleção. Não foram consideradas no estudo as receitas obtidas com a venda de bezerros (machos e fêmeas).

Para a obtenção da receita anual com a venda de leite, os resultados das produções médias aos 270 dias de lactação foram divididos pela duração da lactação (270 dias), para a obtenção da mudança na produção média diária das búfalas. Após este cálculo, multiplicou-se por um número fixo de 150 búfalas em lactação e, em seguida, por 365 dias, pelo número de rebanhos e pelo valor pago pelo litro do leite (US\$ 0,5).

Uma vez que as estratégias SA e SAIA não praticavam controle leiteiro, assumiu-se que os animais descartados, voluntariamente e involuntariamente, eram classificados como vacas gordas (17@). O mesmo procedimento foi utilizado para a porcentagem de rebanhos que não praticavam controle leiteiro nas estratégias de SF e TP. Por outro lado, adotou-se uma classificação diferenciada para os animais provenientes de descarte voluntário, daqueles rebanhos que praticavam controle leiteiro (Tabela 2).

Foi computado como receita nas estratégias com controle leiteiro (SF e TP), a parcela de sêmen destinado aos rebanhos comerciais, ou seja, aqueles rebanhos que não praticavam o controle de desempenho adquiriam sêmen dos rebanhos que realizavam o teste de desempenho. O preço pago pelos produtores foi de US\$ 8,75 e US\$ 15,00 para doses de sêmen sem e com avaliação genética, respectivamente.

3.2.4 – Métodos de avaliação econômica das estratégias

Após a obtenção dos resultados para cada uma das estratégias de seleção em um horizonte de 25 anos de avaliação, os custos e receitas provenientes da estratégia SA (sem a utilização de IA e controle leiteiro) foram subtraídos dos resultados

alcançados nas estratégias SAIA, SF e TP, para a observação do benefício anual obtido com a adoção de IA e controle leiteiro.

Posteriormente, aplicou-se o desconto nos custos e benefícios futuros, para que a comparação entre as estratégias fosse justa, uma vez que, a aplicação dos recursos financeiros e a obtenção dos benefícios não ocorrem simultaneamente. Assim, os resultados foram expressos em unidades comparáveis de tempo, pelo valor presente dos custos e benefícios. A equação usada para calcular o valor presente (VP) dos benefícios e custos futuros (VF), foi descrita por Huirne & Dijkhuizen (1997) como:

$$VP = \frac{VF}{\left(1 + \frac{r}{100}\right)^n}$$

em que, r é a taxa de desconto (%) ou taxa mínima de atratividade (TMA) e n é o número de anos no futuro.

Neste caso, a taxa de desconto praticada foi igual à taxa real de juros paga pela caderneta de poupança, que no ano de 2008 foi igual a 7,5% a.a. (BACEN, 2008). Depois de aplicados os descontos sobre as estratégias, critérios de decisão devem ser usados no processo de escolha da melhor estratégia (HUIRNE & DIJKHUIZEN, 1997). Dentre os indicadores de viabilidade destacam-se: valor presente líquido (VPL) e a relação benefício/custo (B/C).

O VPL, expressa o aumento nos benefícios de uma região ou nação, gerados pelo investimento. Se o VPL é negativo, o VP dos benefícios é insuficiente para recuperar os custos, ou seja, a estratégia é economicamente viável quando seu VPL é positivo. Desta forma, o VPL é um dos indicadores mais utilizados nas análises de viabilidade econômica, além de ser usado para classificar as estratégias (MPOFU et al., 1993). De acordo com Noronha (1987), o VPL pode ser representado pela equação abaixo:

$$VPL = \sum_{t=0}^n \frac{L_t}{(1+r)^t} \text{ e } t = 0,1,2,3...n$$

em que, L_t é o fluxo líquido do projeto no horizonte n ; r é a taxa de desconto; e t representa a variável tempo, medida em anos, que para esse estudo foi de 25 anos.

A razão B/C também é um importante critério utilizado no processo de tomada de decisão. Ela pode ser mensurada pela razão entre os valores presentes das entradas e das saídas, sendo representada pela seguinte equação:

$$B / C = \frac{\sum_{t=1}^n B_t / (1+r)^t}{C_0 + \sum_{t=1}^n C_t / (1+r)^t}$$

em que, B_t são os fluxos de entrada descontados; C_0 é o investimento inicial; C_t são os fluxos de saídas descontados. A viabilidade da estratégia de seleção é observada quando a razão B/C for superior a 1, indicando que o fluxo de entradas descontado é maior do que fluxo de saídas descontado.

Somente os benefícios econômicos alcançados com o melhoramento genético foram considerados, ou seja, os benefícios provenientes da melhoria das condições de manejo e da promoção comercial do rebanho não foram computados (MPOFU et al., 1993).

3.3 – Resultados e Discussão

3.3.1 – Formação do fluxo de caixa

3.3.1.1 – Composição da receita

As receitas parciais obtidas com a venda do leite, de animais de descarte e de sêmen, bem como as receitas totais, resultantes da aplicação das diferentes estratégias de seleção, em um horizonte de 25 anos de avaliação, foram apresentadas na Tabela 4 e na Figura 1. Avaliou-se o impacto da utilização de controle leiteiro e IA (Tabelas 5 e 6, respectivamente) sobre as receitas totais e parciais.

Tabela 4 Receitas parciais e totais obtidas com a venda de leite, animais de descarte e sêmen em decorrência da aplicação das diferentes estratégias de seleção de bubalinos leiteiros, em um horizonte de 25 anos de avaliação.

Estratégias	Receitas parciais de venda (US\$ x 10 ⁶)			Receita Total (US\$ x 10 ⁶)
	Leite	Animais de descarte	Sêmen	
SA ₀₀	468,66	47,33	0,00	515,99
SAIA ₀₁	468,59	47,91	0,00	516,50
SAIA ₀₂	467,98	47,56	0,00	515,54
SAIA ₀₃	468,94	47,20	0,00	516,14
SF ₁₁	484,06	58,55	0,16	542,77
SF ₁₂	488,41	57,41	0,43	546,25
SF ₁₃	493,37	54,95	0,73	549,06
SF ₂₁	499,93	71,00	0,43	571,35
SF ₂₂	504,21	71,93	1,08	577,22
SF ₂₃	506,23	68,10	1,81	576,14
SF ₃₁	516,24	78,27	0,73	595,24
SF ₃₂	519,96	86,10	1,71	607,77
SF ₃₃	520,50	85,41	2,75	608,66
TP ₁₁	516,71	63,07	0,31	580,09
TP ₁₂	519,64	54,37	0,94	574,95
TP ₁₃	518,76	60,55	1,29	580,60
TP ₂₁	524,38	59,29	1,00	584,68
TP ₂₂	524,71	63,68	2,41	590,80
TP ₂₃	528,35	89,87	2,71	620,92
TP ₃₁	535,20	93,57	1,32	630,10
TP ₃₂	533,99	92,98	3,21	630,17
TP ₃₃	535,41	103,04	4,72	643,17

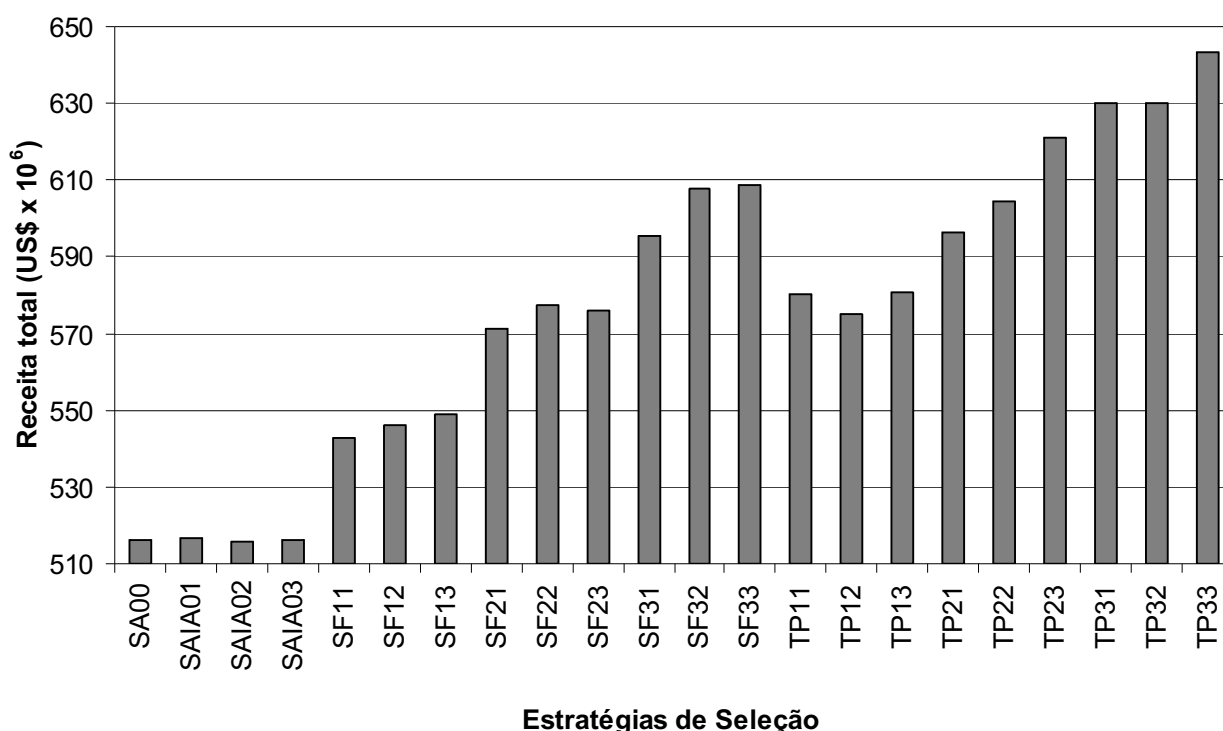


Figura 1 Receitas totais obtidas com a aplicação das diferentes estratégias de seleção de bubalinos leiteiros, em um horizonte de 25 anos de avaliação.

Na comparação das estratégias SA e SAIA (Tabela 4), verifica-se que a ausência de ganho genético para a produção de leite (Tabela 3, Capítulo 2) e a pequena valorização dos animais de descarte (venda como vaca gorda), promoveram pouca variação nas receitas obtidas com a venda de leite e animais de descarte. Além disso, observa-se nessas estratégias a ausência de receita oriunda da venda de sêmen, uma vez que, esses rebanhos na prática são potenciais consumidores de sêmen provenientes de rebanhos que realizam controle leiteiro com ou sem avaliação genética. As receitas obtidas com a venda de leite e, animais de descarte, representaram em média 90,80 e 9,20%, respectivamente, da receita total obtida com a aplicação dessas estratégias, indicando a forte importância da venda de leite naqueles rebanhos que não praticam controle leiteiro.

Tabela 5 Impacto da utilização de controle leiteiro (CL) sobre as receitas totais e parciais obtidas com a venda de leite, animais de descarte e sêmen, em decorrência da aplicação das diferentes estratégias de seleção de bubalinos leiteiros da Região Sudeste do Brasil, em um horizonte de 25 anos de avaliação.

Estratégias	CL (%)	Receitas parciais de venda (US\$ x 10 ⁶)			Receita Total (US\$ x 10 ⁶)
		Leite	Animais de descarte	Sêmen	
SA e SAIA	0	468,54	47,50	0,00	516,04
SF	20	488,61	56,97	0,44	546,03
	50	503,46	70,35	1,10	574,91
	80	518,90	83,26	1,73	603,89
TP	20	518,37	59,33	0,85	578,55
	50	526,58	78,90	1,90	607,38
	80	534,87	96,53	3,08	634,48

Na Tabela 5, observa-se que a prática de CL foi eficiente no aumento das receitas obtidas com a venda de leite, animais de descarte e sêmen, tanto para as estratégias de teste de progênie, quanto para as estratégias de seleção fenotípica, em relação às médias das estratégias SA e SAIA(s).

A utilização de 20% de CL nas estratégias de SF(s) promoveu (Tabela 5), sob as estratégias sem CL (SA e SAIA(s)), acréscimo médio de US\$ 20,07; 9,47; e 0,44 milhões, respectivamente, para as fontes de receita parcial, venda de leite, animais de descarte e sêmen. Para as mesmas fontes de receita foram observados acréscimos de US\$ 34,91; 22,85; e 1,10 milhões; e US\$ 50,35; 35,76; e 1,73 milhões, para as estratégias de SF(s), com 50 e 80% de controle leiteiro, respectivamente. Os acréscimos observados nas receitas parciais resultaram em fomento, respectivamente, de US\$ 29,98; 58,86; e 87,85 milhões nas receitas totais das estratégias de SF, com 20, 50 e 80% de controle leiteiro. Essas diferenças representaram, em média, incrementos de 4,28 e 19,95%, com 20% de CL; 7,45 e 48,10%, com 50% de CL; e

10,75 e 75,29%, com 20% de CL, nas receitas obtidas com a venda de leite e de animais de descarte das estratégias, respectivamente. Para aqueles rebanhos que participam do programa CL, nas estratégias de SF, figura outra possível fonte de renda, a venda de sêmen aos rebanhos comerciais. Esta fonte de renda promoveu acréscimo de 150,75 e 56,92%, quando a porcentagem de rebanhos controlados passou de 20 para 50% e de 50 para 80%, respectivamente, indicando o impacto da venda de sêmen na receita total do sistema de produção de rebanhos leiteiros e a possibilidade de diversificação das fontes de receita naqueles rebanhos que participam do CL. Vale lembrar que as comparações foram realizadas com as médias das receitas obtidas nos esquemas sem a utilização de controle leiteiro.

Na comparação das estratégias de TP e SF (Tabela 5), foram observados em favor das estratégias de TP incrementos de US\$ 29,76; 2,36; e 0,41 milhões, para adoção de 20% de CL; US\$ 23,13; 8,56; e 0,80 milhões, para adoção de 50% de CL; e US\$ 15,97; 13,27; e 1,35 milhões, para adoção de 80% de CL, nas receitas parciais de venda de leite, animais de descarte e sêmen, respectivamente. Os valores observados nas receitas parciais resultaram em acréscimos de US\$ 32,52; 32,48; e 30,59 milhões nas receitas totais das estratégias com 20, 50 e 80% de controle leiteiro, respectivamente. As porcentagens médias calculadas para a introdução de TP, em comparação com SF, foram de 6,09; 4,14; e 92,07%, com 20% de CL; 4,59; 12,16; e 72,02%, com 50% de CL; e 3,08; 15,94; e 77,91%, com 80% de CL, para as receitas obtidas com a venda de leite, de animais de descarte e sêmen, respectivamente.

Como já foi mencionado, o aumento na porcentagem de rebanhos participantes do programa de controle leiteiro promoveu incrementos nas receitas das estratégias de SF em comparação com SA e SAIA, sobretudo na receita proveniente da venda de leite (US\$ 20,07; 34,91; e 50,35 milhões, para com 20, 50 e 80% de controle leiteiro, respectivamente), objeto principal deste estudo. Quando se compara a estratégia de TP com SF, observa-se em favor das estratégias de TP, incrementos na receita com a venda de leite (US\$ 31,48; 23,13; e 15,97 milhões, para com 20, 50 e 80% de controle leiteiro, respectivamente). Porém, verifica-se diminuição nas diferenças entre as receitas das estratégias de TP e SF, com o aumento da porcentagem de rebanhos que

fazem parte do programa de controle leiteiro. Essa depressão na receita, pode ter ocorrido como consequência da redução da variabilidade genética da produção de leite, em decorrência da seleção (Tabela 3, Capítulo 2).

Os resultados obtidos neste estudo indicam que o controle leiteiro pode promover aumento da receita das propriedades rurais, tanto naqueles rebanhos que participam ou não de programas de melhoramento. Porém, as receitas obtidas nos rebanhos com avaliação genética (TP) foram superiores às aquelas provenientes de rebanhos em que a seleção é baseada em informações fenotípicas (Figura 1). Além disso, em programas organizados de melhoramento animal conectados por IA, o ganho genético anual para uma característica produtiva pode ser elevado e esses ganhos, podem ser alcançados graças às informações acuradas e às intensidades de seleção aplicadas nos touros em programas de teste de progênie (Cunningham, 1999).

Foram observadas receitas parciais de US\$ 468,66 e 47,33 milhões, obtidas com a venda de leite e de animais de descarte, respectivamente, para a estratégia de SA, que não conta com a utilização da biotécnica de IA (Tabelas 4 e 6). A soma dessas receitas totalizou US\$ 515,99 milhões.

Na avaliação do impacto da utilização de IA nas estratégias SAIA em comparação com SA (Tabelas 6), observou-se diferenças de US\$ -0,07 e 0,58 milhões, para a adoção de 20% de IA; US\$ -0,68 e 0,23 milhões, para a adoção de 50% de IA; e por fim, para 80% de IA, US\$ 0,29; -0,13 milhões, nas receitas parciais de venda de leite e animais de descarte, respectivamente. As diferenças apresentadas não promoveram alterações consideráveis nas receitas totais dessas estratégias (SAIA(s)). Esses resultados indicaram que, simplesmente, a introdução e o aumento da biotécnica de IA não promoveu mudanças (Tabelas 3 e 5, Capítulo 2) no mérito genético verdadeiro (TBV) para a produção de leite, desta forma não poderiam ser esperados incrementos nessas fontes receitas para aqueles rebanhos que não praticavam CL.

As receitas médias obtidas com a aplicação de 20% de IA sobre as estratégias de SF (SF_{11} , SF_{21} e SF_{31}) foram comparadas com as médias da estratégia $SAIA_{01}$, ou seja, com a mesma porcentagem de IA (Tabelas 6). Os resultados comparativos entre essas médias foram US\$ 31,48; 21,37; e 0,44 milhões, em favor das estratégias de SF,

para as receitas parciais, que no final totalizou acréscimo de US\$ 53,29 milhões na receita total. Esses resultados representaram um acréscimo de 6,72 e 44,60% nas receitas obtidas com a venda de leite e animais de descarte, que em conjunto com a receita obtida com a venda de sêmen totalizaram 10,32% de acréscimo na receita total das estratégias de SF, em relação à SAIA₀₁.

Nas comparações entre as estratégias de SF e SAIA, com a utilização de 50% (SF₁₂, SF₂₂ e SF₃₂ vs. SAIA₀₂) e 80% (SF₁₃, SF₂₃ e SF₃₃ vs SAIA₀₃) de IA (Tabelas 6), observaram-se diferenças de US\$ 36,21; 24,26; e 1,07 milhões; e US\$ 37,76; 22,29; e 1,76 milhões, em favor das estratégias de SF, para as receitas parciais. Esses valores representam incremento de 7,74 e 51,01%; e 8,05 e 47,23% nas receitas obtidas com a venda de leite e de animais de descarte, com relação às mesmas porcentagens de utilização de IA nas estratégias SAIA. As somas das receitas parciais totalizaram acréscimos de US\$ 61,54 e 61,81 milhões, representando uma elevação de 11,94 e 11,98% na receita total das estratégias de SF, com 50 e 80% de utilização de IA, respectivamente.

Na comparação entre as estratégias TP e SF de mesma porcentagem de IA, foram observadas diferenças nas médias das receitas parciais de US\$ 25,43; 6,65; e 0,40 milhões, para a adoção de 20% de IA (TP₁₁, TP₂₁ e TP₃₁ vs. SF₁₁, SF₂₁ e SF₃₁); US\$ 22,62; 2,54; e 1,01 milhões, para a adoção de 50% de IA (TP₁₂, TP₂₂ e TP₃₂ vs. SF₁₂, SF₂₂ e SF₃₂); e US\$ 20,80; 14,99; e 1,14 milhões, para a adoção de 80% de IA (TP₁₃, TP₂₃ e TP₃₃ vs. SF₁₃, SF₂₃ e SF₃₃), em favor das estratégias de TP. Essas diferenças representaram para as estratégias de TP uma elevação de 5,08; 9,61; e 89,95%, para a adoção de 20% de IA; 4,49; 3,53; e 94,00%, para a adoção de 50% de IA; e 4,11; 21,58; e 64,94%, para a adoção de 80% de IA, nas receitas obtidas com a venda de leite, animais de descarte e sêmen, respectivamente. Os referidos aumentos promoveram incrementos de US\$ 32,48; 26,17; e 36,94 milhões, que representaram fomento de 5,70; 4,53; e 6,39% nas receitas totais das estratégias TP, com 20, 50 e 80% de IA, respectivamente.

Tabela 6 Impacto da utilização de inseminação artificial (IA) sobre as receitas totais e parciais obtidas com a venda de leite, animais de descarte e sêmen, em decorrência da aplicação das diferentes estratégias de seleção de bubalinos leiteiros da Região Sudeste do Brasil, em um horizonte de 25 anos de avaliação.

Estratégias	IA (%)	Receitas parciais de venda (US\$ x 10 ⁶)			Receita Total (US\$ x 10 ⁶)
		Leite	Animais de descarte	Sêmen	
SA	0	468,66	47,33	0,00	515,99
SAIA	20	468,59	47,91	0,00	516,50
	50	467,98	47,56	0,00	515,54
	80	468,94	47,20	0,00	516,14
SF	20	500,07	69,27	0,44	569,79
	50	504,19	71,82	1,07	577,08
	80	506,70	69,49	1,76	577,95
TP	20	525,50	75,93	0,84	602,26
	50	526,82	74,35	2,08	603,25
	80	527,51	84,49	2,91	614,90

Embora tenha ocorrido aumento considerável em todas as receitas médias das estratégias de SF e TP, é importante ressaltar que esses incrementos foram resultados da seleção baseada em informações de desempenho provenientes da realização de controle leiteiro. Assim, podemos observar mais uma vez, que o aumento no número de participantes no teste de desempenho possibilitou a maiores receitas às propriedades rurais que realizam o teste. Isto demonstra a indiscutível importância de programas sistemáticos de controle das informações de desempenho e pedigree no processo de tomada de decisão de reposição e descarte dos animais, para a obtenção de maiores receitas.

De acordo com Cunningham (1999), em muitos países em desenvolvimento, um número insuficiente de vacas é mantido em programa de controle leiteiro para que seja realizado um programa de teste progênie eficiente, de modo que ganhos genéticos obtidos em países desenvolvidos não podem ser alcançados. Este aspecto torna-se

complicado pelo fato de muitas dessas populações estarem envolvidas em programas de cruzamento, tendo como fonte de sêmen o mercado internacional. A estrutura apresentada pelo autor pode ser aplicada à bubalinocultura nacional, onde observa-se número reduzido de búfalas controladas, ausência de um programa abrangente de melhoramento genético e até mesmo, a importação de sêmen de outros países, como Itália, Bulgária e Índia, sem a análise prévia de possíveis efeitos da interação genótipo-ambiente. Porém, no Brasil é possível observar programas avançados de melhoramento genético como, por exemplo, aqueles realizados na bovinocultura leiteira (teste de progênie da raça Gir e o núcleo MOET da raça Guzerá), que poderiam ser utilizados como modelo para a bubalinocultura nacional.

3.3.1.2 – Custos variáveis

Os custos parciais e totais obtidos com o somatório dos gastos com alimentação, controle leiteiro e reprodução, resultantes da aplicação das diferentes estratégias de seleção de bubalinos leiteiros, em um horizonte de 25 anos de avaliação, são apresentados na Tabela 7 e na Figura 2.

Os custos com alimentação foram, em média, de US\$ 111,57 milhões, sendo que, esse valor representou 93,63% dos custos variáveis totais. Pode-se observar elevação considerável nos custos com alimentação (Tabela 7), como consequência da mudança no mérito genético da produção de leite, em resposta à intensificação das estratégias de seleção (Tabela 3, Capítulo 2). Segundo Rennó et al. (2008), o custo com alimentação constitui o maior determinante dos lucros ou das perdas na exploração leiteira. Esse fator pode variar de acordo com os preços de venda do leite, com o custo de alimentação e com a resposta da vaca ao alimento fornecido. Segundo os autores, a obtenção de maior retorno econômico depende do custo dos nutrientes nos alimentos disponíveis e do valor da venda do leite.

Tabela 7 Custos parciais e totais obtidos com o somatório dos gastos com alimentação, controle leiteiro e reprodução em decorrência da aplicação das diferentes estratégias de seleção de bubalinos leiteiros, em um horizonte de 25 anos de avaliação.

Estratégias de seleção	Custos parciais (US\$ x 10 ⁶)			Custos Total (US\$ x 10 ⁶)
	Alimentação	Controle		
		leiteiro	Reprodução	
SA ₀₀	103,97	0,00	0,00	103,97
SAIA ₀₁	103,96	0,00	1,96	105,92
SAIA ₀₂	103,84	0,00	4,50	108,34
SAIA ₀₃	104,03	0,00	7,11	111,14
SF ₁₁	107,05	1,53	1,78	110,36
SF ₁₂	107,92	1,53	4,08	113,53
SF ₁₃	108,91	1,53	6,61	117,05
SF ₂₁	110,22	3,82	1,67	115,71
SF ₂₂	111,08	3,82	3,56	118,45
SF ₂₃	111,48	3,82	5,68	120,97
SF ₃₁	113,48	6,11	1,53	121,12
SF ₃₂	114,22	6,11	3,09	123,42
SF ₃₃	114,33	6,11	4,59	125,03
TP ₁₁	113,57	2,20	1,75	117,53
TP ₁₂	114,16	2,20	5,24	121,61
TP ₁₃	113,80	2,20	7,37	123,56
TP ₂₁	113,98	5,51	2,30	122,91
TP ₂₂	115,17	5,51	5,59	126,27
TP ₂₃	115,90	5,40	6,96	128,26
TP ₃₁	117,27	8,70	1,26	127,24
TP ₃₂	117,03	8,70	3,06	128,79
TP ₃₃	117,31	8,70	4,53	130,55

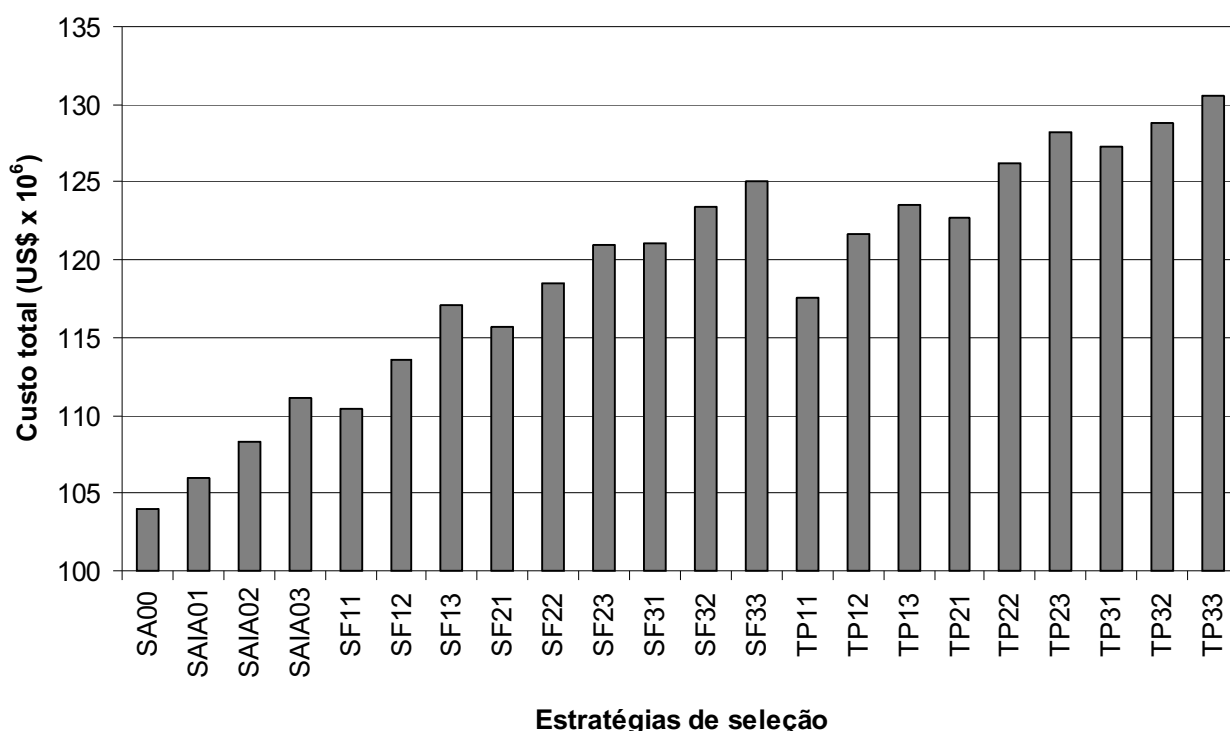


Figura 2 Custos totais obtidos com a aplicação das diferentes estratégias de seleção de bubalinos leiteiros, em um horizonte de 25 anos de avaliação.

De maneira geral, os gastos com controle leiteiro e reprodução variaram de US\$ 1,53 a 8,70 milhões e US\$ 1,27 a 7,37 milhões, de acordo com a estratégia de seleção utilizada (Tabela 7). Apesar dos custos relacionados com a realização de controle leiteiro e a utilização de IA terem promovido elevação dos custos de produção dos rebanhos, o teste de desempenho fornece informações necessárias para o gerenciamento dos rebanhos e avaliação genética dos animais (LEDIC et al., 2002; CARDOSO et al., 2005) e a IA permite aumentar a intensidade de seleção paterna e difundir rapidamente o material genético superior, que por sua vez, pode contribuir com o aumento do mérito genético médio da progênie (NICHOLAS, 1996).

Na prática, segundo Cardoso et al. (2005), é possível reduzir os custos de controle leiteiro mediante a adoção de esquemas mais flexíveis, com maior intervalo

entre controles e/ou menor número de ordenhas controladas ou, ainda, com o aproveitamento do controle leiteiro intermediário realizado pelo próprio fazendeiro.

Já no caso da IA, Cunningham (1999) destaca-se que, em países em desenvolvimento, o emprego eficiente da IA pode se defrontar com a particularidade da receita por vaca ser muito baixa (por exemplo, produções entre 1.000 e 2.000 litros) que, por sua vez, torna o custo com IA elevado em comparação com a receita obtida por vaca. O custo ainda pode ser elevado por fatores ambientais, alimentares e logísticos.

Na estratégia SA foi observado apenas o dispêndio com a alimentação dos animais (Tabelas 7 e 8). Verificou-se, nas estratégias SAIA, variação irrelevante desse custo, com relação à SA. Resultado esperado, uma vez que, não ocorreu mudança no mérito genético médio dos animais para a produção de leite e, conseqüentemente, nenhuma alteração nas exigências nutricionais. Porém, com a introdução de 20, 50 e 80% de IA às estratégias SAIA, constatou-se gastos adicionais de US\$ 1,96; 4,50; e 7,11 milhões, respectivamente, com despesas de reprodução.

Tabela 8 Impacto da utilização de controle leiteiro (CL) sobre custos parciais e totais obtidos com o somatório dos gastos com alimentação, controle leiteiro e reprodução, em decorrência da aplicação das diferentes estratégias de seleção de bubalinos leiteiros da Região Sudeste do Brasil, em um horizonte de 25 anos de avaliação.

Estratégias	CL (%)	Custos parciais (US\$ x 10 ⁶)			Custos Total (US\$ x 10 ⁶)
		Alimentação	Controle leiteiro	Reprodução	
SA e SAIA	0	103,95	0,00	3,39	107,34
SF	20	107,96	1,53	4,16	113,65
	50	110,93	3,82	3,63	118,38
	80	114,01	6,11	3,07	123,19
TP	20	113,91	2,20	4,79	120,90
	50	115,55	5,47	4,72	125,73
	80	117,20	8,70	2,95	128,86

O impacto do aumento no número de rebanhos participantes do programa de controle leiteiro são apresentados na Tabela 8. Comparando-se as estratégias SF(s) com SAIA(s), observaram-se diferenças de US\$ 4,01 e 0,76 milhões, para 20% de CL; US\$ 6,98 e 0,24 milhões, para 50% de CL; e US\$ 10,0; e -1,45 milhões, para 80% de CL, para os gastos médios com alimentação e reprodução, respectivamente. Essas diferenças em conjunto com os custos de controle leiteiro, carregaram incrementos médios de US\$ 6,30; 11,04; e 14,72 milhões aos custos totais das estratégias de SF, com 20, 50 e 80% de CL, respectivamente.

Comparando-se os resultados obtidos com a adoção das estratégias de TP sobre as de SF, com as mesmas porcentagens de controle leiteiro, observaram-se diferenças de US\$ 5,95; 0,67; e 0,63 milhões, para 20% de CL; US\$ 4,62; 1,65; e 1,08 milhões, para 50% de CL; e US\$ 3,19; 2,59; e -0,12 milhões, para 80% de CL, para os custos parciais de alimentação, controle leiteiro e reprodução, respectivamente. Esses valores resultaram em acréscimos de US\$ 7,25; 7,36; e 5,67 milhões nos custos totais das estratégias de TP com 20, 50 e 80% de controle leiteiro. As porcentagens médias calculadas para a introdução de TP, em comparação com SF, foram de 5,51; 44,20; e 15,18% para 20% CL; 4,17; 43,28; e 29,76%, para 50% e por fim 2,80; 42,47; e -3,86% para 80%, para os custo de alimentação, controle leiteiro e reprodução, que por sua vez, totalizaram 6,38; 6,21; e 4,60%, nas estratégias com 20, 50 e 80% de controle leiteiro, respectivamente.

Podemos observar que a intensificação do controle leiteiro promoveu ônus adicionais sobre os custos com alimentação. Rennó et al. (2008) descreveram que grande parte dos nutrientes é utilizada para a manutenção dos animais e não para produção de leite e isto pode influenciar o custo final de produção. Vacas de maior potencial genético para produção de leite podem apresentar melhor retorno econômico, em função da melhor utilização dos nutrientes para produção de leite, o que as tornaria mais eficientes.

O incremento no número de rebanhos participantes de programa de controle leiteiro também promoveu elevação dos custos totais das estratégias. De acordo com Meuwissen (1998), o custo adicional de coleta de dados tornaria o programa de teste

de progênie mais caro, no entanto, o benefício de encontrar um touro com valor genético predito (EBV) extremamente elevado compensaria, provavelmente, esses custos extras.

Os custos reprodutivos diminuíram com a inclusão de rebanhos no controle leiteiro, uma vez que, os rebanhos participantes rateavam os custos relacionados à coleta, processamento e manutenção dos touros nas centrais de inseminação (Tabela 9). Já os rebanhos que não praticavam controle, adquiriam sêmen comercial em central de inseminação com custo, relativamente, mais caro.

De maneira geral, a intensificação do uso de IA não acarretou aumentos aos custos de alimentação e controle leiteiro, como era de se esperar (Tabela 9). Já os custos reprodutivos aumentaram gradativamente com o incremento na porcentagem (número) de fêmeas inseminadas.

Tabela 9 Impacto da utilização de inseminação artificial (IA) sobre custos parciais e totais obtidos com o somatório dos gastos com alimentação, controle leiteiro e reprodução, em decorrência da aplicação das diferentes estratégias de seleção de bubalinos leiteiros da Região Sudeste do Brasil, em um horizonte de 25 anos de avaliação.

Estratégias	IA (%)	Custos parciais (US\$ x 10 ⁶)			Custos Total (US\$ x 10 ⁶)
		Alimentação	Controle leiteiro	Reprodução	
SA	0	103,97	0,00	0,00	103,97
SAIA	20	103,96	0,00	1,96	105,92
	50	103,84	0,00	4,50	108,34
	80	104,03	0,00	7,11	111,14
SF	20	110,25	3,82	1,66	115,73
	50	111,07	3,82	3,58	118,47
	80	111,58	3,82	5,63	121,02
TP	20	115,33	5,47	1,70	122,51
	50	115,59	5,47	4,47	125,53
	80	115,73	5,43	6,29	127,45

3.3.2 – *Análise dos indicadores de viabilidade*

3.3.2.1 – Valor presente líquido (VPL)

A introdução de inseminação artificial (IA) nas estratégias SAIA(s), cuja seleção foi baseado em valores aleatórios, tornou os VPL(s) inferiores a zero (Tabela 10 e Figura 3), portanto, a utilização dessas estratégias não permitiu retorno superior ao custo de oportunidade do capital, ou seja, os benefícios não foram suficientes para compensar os custos de oportunidade para abdicar outras fontes alternativas de investimento, como por exemplo, a aplicação do recurso na caderneta de poupança.

A intensificação do uso de IA e controle leiteiro com seleção baseada nos desempenhos fenotípicos (SF(s)) e valores genéticos estimados (TP(s)) dos animais, resultou em VPL(s) positivos, indicando a viabilidade do investimento para todas essas estratégias. Assim, pode-se dizer que, ainda que os fluxos líquidos de cada período fossem aplicados uma taxa de 7,5% a.a., o valor da estratégia seria aumentado (Figura 3).

Na Figura 3, verifica-se também que os VPL(s) foram maiores para aquelas estratégias com nível superior de intensificação. Na comparação entre as estratégias de SF e TP, foram observados, em média, aumentos de US\$ 2,07; 2,33; e 1,86 milhões, em benefício das estratégias de TP com, respectivamente, 20, 50 e 80% de rebanhos envolvidos em programas de controle leiteiro (Tabela 10). Esses resultados mostram que, sem dúvida, a realização de controle leiteiro associado a programas de melhoramento é mais vantajosa.

Apesar dos resultados obtidos nos cálculos dos VPL(s) apontarem para a viabilidade de execução das estratégias de SF e TP, assim como, para a provável obtenção de grandes margens de lucro com a adoção dessas estratégias, deve-se, no entanto, no processo de tomada decisão da melhor estratégia, levar em consideração que o volume dos investimentos a serem aplicados e a manutenção de um empreendimento dessa natureza seria muito elevado.

Tabela 10 Valor presente líquido (VPL) e razão benefício/custo (B/C) para as diferentes estratégias de seleção de bubalinos leiteiros, em um horizonte de 25 anos de avaliação.

Estratégias de seleção	VPL	Razão B/C
SAIA ₀₁	-0,54	0,37
SAIA ₀₂	-2,17	-0,11
SAIA ₀₃	-3,24	-0,01
SF ₁₁	7,09	3,96
SF ₁₂	6,25	2,72
SF ₁₃	5,09	2,02
SF ₂₁	14,99	4,44
SF ₂₂	15,37	3,83
SF ₂₃	13,07	3,03
SF ₃₁	20,83	4,30
SF ₃₂	24,43	4,38
SF ₃₃	23,46	3,94
TP ₁₁	15,31	4,50
TP ₁₂	10,15	2,71
TP ₁₃	12,16	2,75
TP ₂₁	18,30	3,83
TP ₂₂	20,05	3,52
TP ₂₃	25,95	3,94
TP ₃₁	29,28	4,52
TP ₃₂	28,05	4,12
TP ₃₃	31,79	4,25

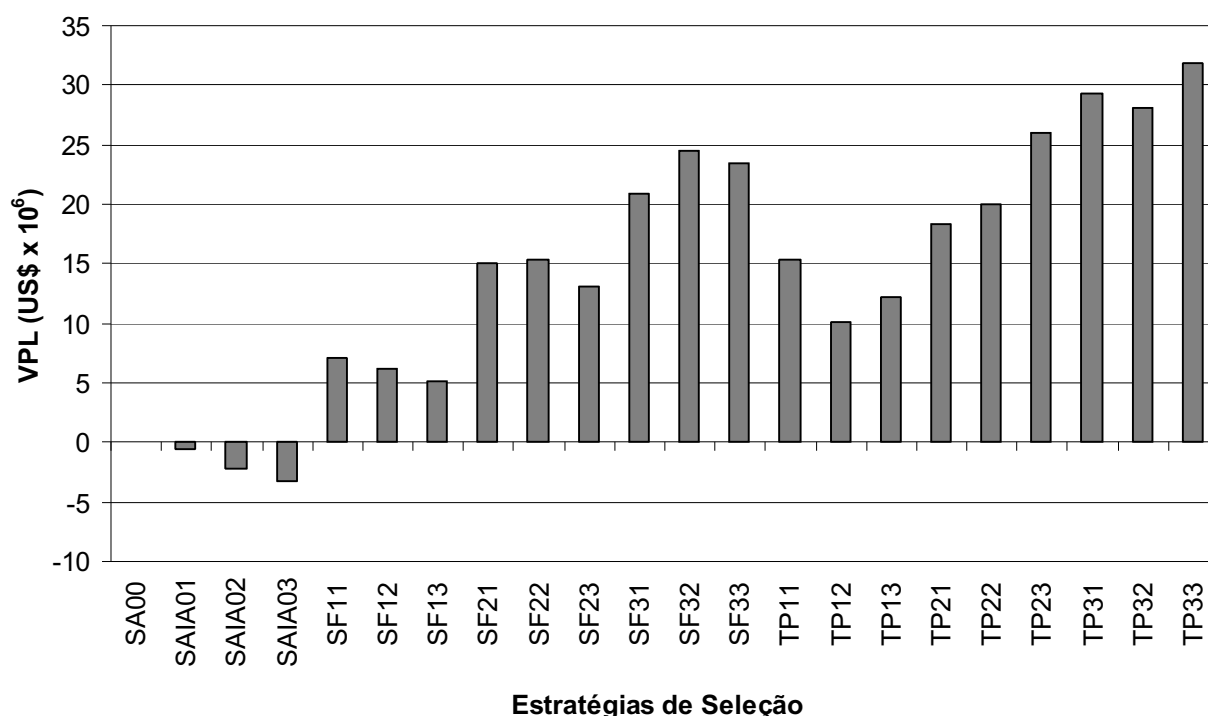


Figura 3 Valor presente líquido (VPL) para as diferentes estratégias de seleção de bubalinos leiteiros, em um horizonte de 25 anos de avaliação.

Com base na classificação dos VPL(s), a estratégia TP₃₃ foi a que apresentou maior benefício entre todas as estratégias estudadas. Atualmente, sabe-se que a realização de um programa de teste de desempenho envolvendo a coleta de informações zootécnicas de 16.000 búfalas (TP₃₃) se defrontaria com inúmeras limitações, sobretudo pela escassez de recursos financeiros para a implementação, execução e manutenção de tal projeto. Além disso, grande parte dos bubalinocultores não estaria preparada para executar, gerar, armazenar e gerenciar as informações provenientes de um programa de controle leiteiro, talvez por desconhecerem os benefícios relacionados a sua prática. A Associação Brasileira de Criadores de Búfalos (ABCB), que representa os criadores, assume papel fundamental na prestação de vários serviços, com destaque para a gestão do livro genealógico, isto é, registros no livro de nascimentos e suas genealogias, organização de cursos e palestras para a

divulgação da espécie. Porém, além disso, caberia a ABCB divulgar a importância da prática de controle leiteiro e reprodutivo e de métodos com vista ao melhoramento genético, com destaque para a inseminação artificial com sêmen de touros testados, e assim, promover o constante melhoramento da espécie, ampliando novas perspectivas no mercado.

Vargas & Van Arendonk (2004) concluíram, em estudo de diferentes estratégias de melhoramento genético para bovinos leiteiros na Costa Rica, incluindo diferentes objetivos de seleção, que a implementação de TP requer a participação de grande número de produtores, e abrangente programa de controle leiteiro. Esse fator pode dificultar a realização dada à baixa participação dos produtores no teste de desempenho. Em trabalho realizado no Quênia, Mpofu et al. (1993) avaliaram a adoção de estratégias de seleção e dentre as estratégias de TP avaliadas a que apresentou melhor VPL foi a utiliza-se de sêmen importado, dado o baixo preço do sêmen importado.

A importação de sêmen não foi avaliada no presente estudo, contudo, poderia ser uma estratégia interessante, caso fossem observados: custos baixos de importação; rebanho exótico melhor geneticamente que o rebanho doméstico; objetivos de seleção similares e interação genótipo x ambiente não importante (MPOFU et al., 1993). Além destes fatores, o rebanho exótico deve atender às condições de mercado e produção locais (SMITH, 1988).

3.3.2.2 – Razão benefício/custo (B/C)

Como no caso dos VPL(s) as razões de benefício/custo (B/C) para as estratégias para SAIA foram menores que um. Esses valores indicam que essas estratégias foram inviáveis, uma vez que, o fluxo de entradas descontado foi menor do que o fluxo de saídas descontado (Tabela 10 e Figura 4).

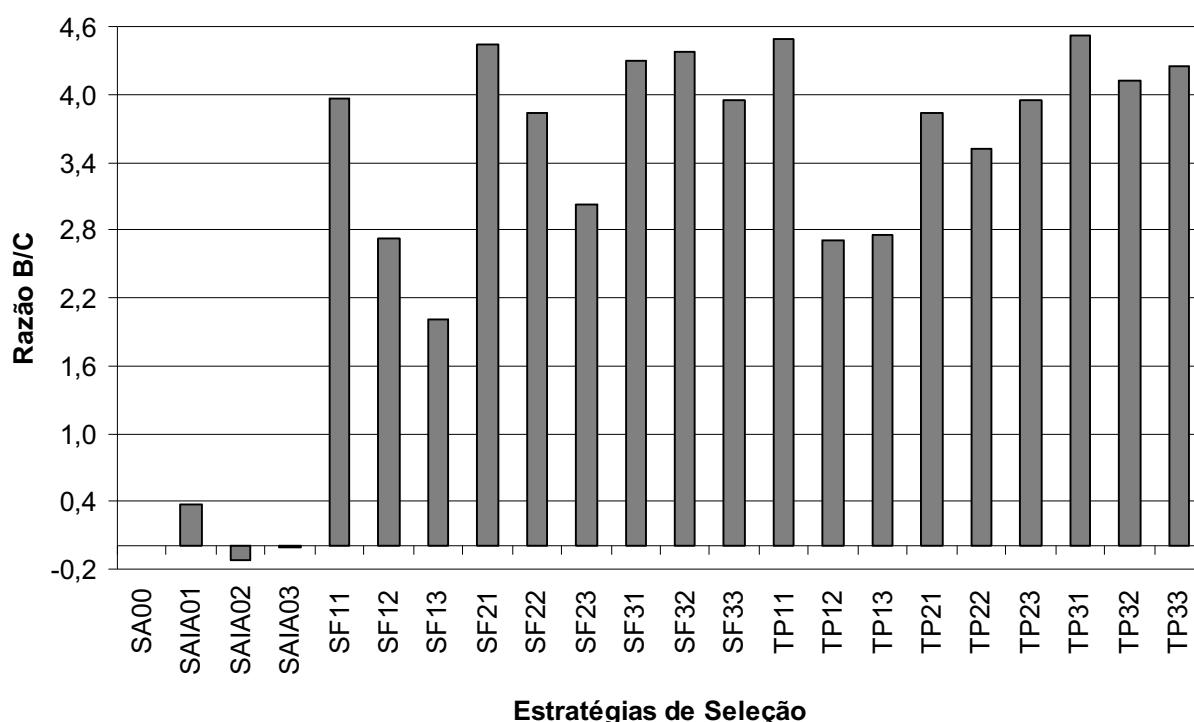


Figura 4 Razão benefício/custo (B/C) para as diferentes estratégias de seleção de bubalinos leiteiros, em um horizonte de 25 anos de avaliação.

A adoção crescente de IA e CL, com e sem avaliação genética nas estratégias de SF e TP, resultou em razões B/C maiores que um, indicando que, para cada US\$ 1,00 investido no empreendimento seria recebido valores de US\$ 2,02 a 4,52 (Figura 4) ao longo do projeto, dependendo da estratégia adotada. Desta forma, esses resultados evidenciam a viabilidade do investimento.

Com base na classificação das estratégias pela razão B/C, observa-se que o TP₃₁ apresentou a melhor razão (4,52), seguida das estratégias TP₁₁ (4,50), SF₂₁ (4,44), respectivamente. A estratégia TP₃₃, que apresenta 80% dos rebanhos em programas de controle leiteiro e 80% de IA ficou na sexta posição (4,25).

De maneira geral, a razão B/C não foi um bom critério para a tomada de decisão da melhor estratégia de SF e TP, uma vez que, que as razões foram muito próximas e pelo fato da razão B/C, não fornece a escala de um investimento. Além disso, trata-se

de uma razão matemática e, em alguns casos, pode não representar bem disposições econômicas, como, por exemplo, quando tem-se valores negativos tanto no numerador quanto no denominador e o segundo é menor que o primeiro o resultado é um valor positivo e grande. Por essa razão o VPL tem sido apontado como o melhor indicador em um estudo dessa natureza.

3.4 – Conclusões

A receita obtida com a venda de leite foi incrementada em função do aumento no número de rebanhos em programas de controle leiteiro nas SF e TP, demonstrando a importância de programas de controle das informações de desempenho e pedigree para a obtenção de maiores receitas.

Nos sistemas com controle leiteiro (SF e TP), o aumento na utilização de IA possibilitou maior disseminação de material genético superior e, conseqüentemente, incremento na receita com a venda de leite daqueles rebanhos que não praticavam controle leiteiro.

A participação do rebanho em provas de desempenho e/ou programas de avaliação genética promove valorização dos animais. Essa valorização pode ser considerada como outra fonte importante de renda, sobretudo, na venda de animais de descarte, que por sua vez serviriam para a reposição de outros rebanhos, bem como, de sêmen, diretamente para produtores ou pela utilização em seus próprios animais, que poderia conter custos com reprodutores.

A aplicação das estratégias de seleção SF e TP em uma população de bubalinos leiteiros na Região Sudeste do Brasil mostraram-se viáveis pelos critérios do VPL e da razão B/C, considerando uma taxa de desconto de 7,5% a.a. No entanto, seria importante considerar que o volume do investimento a ser aplicado e a manutenção de um empreendimento dessa natureza é muito elevado.

REFERÊNCIAS

ANUALPEC: anuário da pecuária brasileira. São Paulo: FNP Consultoria e Comércio, 2008. p. 194, p. 195.

ARÊDES, A; SILVEIRA, S. F. R; LIMA, A. A. T. F. C.; ARÊDES, A. F; PIRES, S. V. Análise de custos na pecuária leiteira: um estudo de caso das propriedades assistidas pelo programa de desenvolvimento da pecuária leiteira da região de Viçosa. **Custos e Agronegócio On-line**, Recife, v. 2, n. 1, p. 45-68, 2006.

BACEN: Banco Central do Brasil. **Captação em depósitos de poupança - dados mensais**. Disponível em: < <http://www.bcb.gov.br/> >. Acesso em: 11 nov. 2008.

BARUSELLI, P. S. **Inseminação artificial em bubalinos**. Disponível em: < <http://www2.fmvz.usp.br/bufalos/sitebra.html> >. Acesso em: 6 nov. 2008.

BARUSELLI, P. S.; GIMENES, L. U.; CARVALHO, N. A. T.; SÁ FILHO, M. F.; FERRAZ, M. L.; BARNABE, R. C. O estado atual da biotecnologia reprodutiva em bubalinos: perspectiva de aplicação comercial. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, Belo Horizonte, v. 31, n. 3, p. 285-292, 2007.

BICHARD, M. Genetic improvement in dairy cattle - an outsider's perspective. **Livestock Production Science**, Amsterdam, v. 75, p. 1–10, 2002.

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**, Belo Horizonte, v. 57, n. 1, p. 85-92, 2005.

CERÓN-MUÑOZ, M.; TONHATI, H.; DUARTE, J.; OLIVEIRA, J.; MUÑOZ-BERROCAL M.; JURADO-GÁMEZ, H. Factors affecting somatic cell counts and their relations with milk and milk constituent yield in buffaloes. **Journal of Dairy Science**, Savoy, v. 85, p. 2885–2889, 2002.

CLÍNICA DO LEITE. **Análises laboratoriais: leite cru**. Esalq/USP. Disponível em: < www.clinicadoleite.com.br > Acesso em: 22 nov. 2008.

CUNNINGHAM, E.P. The application of biotechnologies to enhance animal production in different farming systems. **Livestock Production Science**, Amsterdam, v. 58, p. 1–24, 1999.

DEKKERS, J. C. M.; VAN DER WERF, J. H. J. Strategies, limitations and opportunities for marker-assisted selection in livestock. In: GUIMARÃES E. P.; RUANE, J.; SCHERF B. D.; SONNINO A.; DARGIE J. D. **Marker-Assisted Selection**. Rome: FAO, 2007. cap. 10, p. 167-184.

DEKKERS, J. C. M.; GIBSON, J. P.; BIJMA P.; VAN ARENDONK, J. A. M. **Design and optimization of animal breeding programmes**. Iowa State University, 2004. 300 p.

DEMARQUILLY, C.; FAVERDIN, P.; GEAY, Y.; VÉRITÉ, R.; VERMOREL, M. **Bases rationnelles de l'alimentation des ruminants**. Disponível em: < <http://www.inra.fr/productions-animales/hs1996/cd96h.htm> >. Acesso em: 9 fev. 2005.

ZICARELLI, L. (Ed.) **Nutrition in dairy buffaloes**. Naples: University of Naples Federico II, 2001. p. 66.

FALCONER, D. S. **Introduction to quantitative genetics**. New York: Ronald Press, 1960. 365 p.

FOX, D. G.; TYLUTKI, T. P.; VAN AMBURGH, M. E.; CHASE, L. E.; PELL, A. N.; OVERTON, T. R.; TEDESCHI, L. O.; RASMUSSEN, C. N.; DURBAL, V. M. **The net carbohydrate and protein system for evaluation herd nutrition and nutrient excretion**: the Cornell University Nutrient Management Planning System – CNCPS version 4.0. Cornell: Cornell University, 2000. 237 p.

GONZÁLEZ-RECIO, O.; UGARTE, C.; ALENDA, R. Genetic analysis of an artificial insemination progeny test program. **Journal of Dairy Science**, Savoy, v. 88, p. 783-789, 2005.

HARE, E.; NORMAN, H. D.; WRIGHT, J. R. Duration of herd participation in dairy herd improvement milk recording in the United States. **Journal of Dairy Science**, Savoy, v. 87, p. 2743–2747, 2004.

HARRIS, D. L. Livestock improvement: art, science, or industry? **Journal Animal Science**, Savoy, v. 76, p. 2294-2302, 1998.

HARRIS, D. L. & NEWMAN, S. Breeding for profit: synergism between genetic improvement and livestock production (a review). **Journal Animal Science**, Savoy, v. 72, p. 2178-2200, 1994.

HUIRNE, R. B. M.; DIJKHUIZEN, A. A. Basic methods of economic analysis. In: DIJKHUIZEN, A. A.; MORRIS, R. S. **Animal health economics**: principles and applications. Sydney: University of Sydney, 1997. cap. 03, p. 25–39.

IEA. Instituto de Economia Agrícola. **Banco de dados**: preços médios mensais pagos pela agricultura. Disponível em: < <http://www.iea.sp.br> >. Acesso em: 22 nov. 2008.

KOSGEY, I. S.; KAHN, A. K.; VAN ARENDONK J. A. M. Evaluation of closed adult nucleus multiple ovulation and embryo transfer and conventional progeny testing breeding schemes for milk production in tropical crossbred cattle. **Journal Dairy Science**, Savoy, v. 88, p. 1582–1594, 2005.

LEDIC, I. L.; VERNEQUE, R. S.; LENIRA, E. F.; TONHATI, H.; MARTINEZ, M. L.; OLIVEIRA, MAURO D. S.; COSTA, C. N.; TEODORO, R. L.; FERNANDES, L. O. Avaliação genética de touros da raça Gir para produção de leite no dia do controle e em 305 dias de lactação. **Revista Brasileira Zootecnia**, Viçosa, v. 31, n. 5, p. 1964-1972, 2002

MALHADO, C. H. M.; RAMOS, A. A.; CARNEIRO, P. L. S.; SOUZA, J. C.; PICCININ, A. Parâmetros e tendências da produção de leite em bubalinos da raça Murrah no Brasil. **Revista Brasileira Zootecnia**, Viçosa, v. 36, n. 2, p. 376-379, 2007.

MALHADO, C. H. M.; RAMOS, A. A.; CARNEIRO, P. L. S.; AZEVEDO, D. M. M. R.; FILHO, R. M.; SOUZA, J. C. Melhoramento e estrutura populacional em bubalinos da raça Mediterrâneo no Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 43, n. 2, p. 215-220, 2008.

MEUWISSEN, T. H. E. Optimizing pure line breeding strategies utilizing reproductive technologies. **Journal of Dairy Science**, Savoy, v. 81, n. 2, p. 47-54, 1998.

MEUWISSEN, T. H. E. & LUO, Z. Computing inbreeding coefficients in large populations. **Genetics Selection Evolution**, Paris, v. 24, p. 305-313, 1992.

MPOFU, N.; SMITH, C.; VAN VUUREN, W.; BURNSIDE, E. B. Breeding strategies for genetic improvement of dairy cattle in Zimbabwe. 1. Economic evaluation. **Journal of Dairy Science**, Savoy, v. 76, n. 4, p. 1172-1181, 1993.

NEIRA, R; DÍAZ, N. F.; GALL, G. A. E.; GALLARDO, J. A.; LHORENTE, J. P.; MANTEROLA, R. Genetic improvement in Coho salmon (*Oncorhynchus kisutch*). I: Selection response and inbreeding depression on harvest weight. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 257, p. 9–17, 2006.

NICHOLAS, F.W. Genetic improvement through reproductive technology. **Animal Reproduction Science**, Amsterdam, v. 42, p. 205-214, 1996.

NORONHA, J. F. **Projetos agropecuários: administração financeira, orçamento e viabilidade econômica**. 2. ed. São Paulo: Editora Atlas, 1987. 269 p.

APCBRH/UFPR: Associação paranaense de criadores de bovinos da raça Holandesa **Programa de análise de rebanhos leiteiros do Paraná**. Disponível em: < <http://www.holandeparana.com.br/controle/parlpr.html> >. Acesso em: 3 dez. 2008.

PTASZYNSKA, M. **Compendium of animal reproduction**. 6th edition, Boxmeer: Intervet International B. V., 2001. 324 p.

RAMOS, A. A.; MALHADO, C. H. M.; CARNEIRO, P. L. S.; GONÇALVES, H. C.; AZEVEDO, D. M. M. R. Caracterização fenotípica e genética da produção de leite e do intervalo entre partos em bubalinos da Raça Murrah. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 41, n. 8, p. 1261-1267, 2006.

RENDEL, J. M., ROBERTSON, A. Estimation of genetic gain in milk yield by selection in a closed herd of dairy cattle. **Journal of Genetics**, Bangalore, v. 50, n. 1, p. 1-8, 1950.

RENNÓ, F. P.; PEREIRA, J. C.; LEITE, C. A. M.; RODRIGUES, M. T.; CAMPOS, O. F. FONSECA, D. M.; RENNO, L. N. Eficiência bioeconômica de vacas de diferentes níveis de produção de leite por lactação e estratégias de alimentação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 37, n. 4, p. 765-772, 2008.

SENO, L. O.; CARDOSO, V. L.; TONHATI, H. Valores econômicos para as características de produção de leite de búfalas no estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 36, n. 6, p. 2016-2022, 2007 (supl.).

SILVA, M. V. G. B.; FERREIRA, W. J.; JAIME ARAUJO COBUCI, J. A.; GUARAGNA, G. P.; OLIVEIRA, P. R. P. Efeito da endogamia sobre características produtivas e reprodutivas de bovinos do ecótipo Mantiqueira. **Revista Brasileira Zootecnia**, Viçosa, v. 30, n. 4, p. 1236-1242, 2001.

SMITH, C. Applications of embryo transfer in animal breeding. **Theriogenology**, New York, v. 29, p. 203-212, 1988.

SMITH, L. A.; CASSELL, B. G.; PEARSON, R. E. The Effects of Inbreeding on the Lifetime Performance of Dairy Cattle. **Journal of Dairy Science**, Savoy, v. 81, p. 2729–2737, 1998.

TONHATI, H.; ALBUQUERQUE, L. G.; OLIVEIRA, J. F. S.; BARUSELLI, P. S. Melhoramento genético em bubalinos, programa Vale do Ribeira – SP. In: SIMPÓSIO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE MELHORAMENTO ANIMAL, 1., 1996, Ribeirão Preto, SP. **Anais...** Ribeirão Preto, SP: Sociedade Brasileira de Melhoramento Animal, 1996. p. 69-72.

TONHATI, H.; SESANA, R. C.; ALBUQUERQUE, L. G. Avaliação genética de búfalos leiteiros. In: **Avaliação genética de búfalos leiteiros**. Jaboticabal: Fundação de Apoio a Pesquisa, Ensino e Extensão – Funep, 2007. 101 p.

VALADARES FILHO, S. C. Nutrição, avaliação de alimentos e tabelas de composição de alimentos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 37., 2000, Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2000. p. 267-340.

VARGAS, B.; VAN ARENDONK, J. A. M. Genetic comparison of breeding schemes based on semen importation and local breeding schemes: framework and application to Costa Rica. **Journal Dairy Science**, Savoy, v. 87, p. 1496–1505, 2004.

VASCONCELLOS, B. F.; TONHATI, H. Inbreeding and its effects on some productive and reproductive traits in a Murrah buffalo herd. **Journal Animal Breeding Genetics**, Berlin, v. 115, p. 299-306, 1996.

VILLANUEVA, B.; BIJMA, P.; WOOLLIAMS, J. A. Optimal mass selection policies for schemes with overlapping generation and restricted inbreeding. **Genetics Selection Evolution**, Paris, v. 32, p. 339-355, 2000.