

Melhoramento Genético em Bubalinos¹

Pesq. Dra. Cintia Righetti Marcondes
Zootecnista, Embrapa Amazônia Oriental

Pesq. Dr. José Ribamar F. Marques
Zootecnista, Embrapa Amazônia Oriental

Brena Roberta do Nascimento Cunha
Aluna de Zootecnia, Universidade Federal Rural da Amazônia

¹ Palestra apresentada por Cintia R. Marcondes durante o evento “AMAZONPEC”, Hangar, Belém-PA, outubro/2008

Preâmbulo

A palestra focará aspectos gerais do melhoramento animal, com conceitos básicos e essenciais à compreensão do tema. Haverá apresentação de exemplos e estudo de caso em bovinos Nelore, que representam o grande exemplo nacional em relação a programas de melhoramento. Será apresentado o Programa de Melhoramento Genético de Búfalos – APCB/EMBRAPA/UFRA e alguns dados deste trabalho, iniciado em 2006 e reforçado com minha contratação no final de 2006 pela Embrapa, trazendo para o Estado do Pará conhecimentos, metodologias e tecnologias necessárias para aplicação nos rebanhos bubalinos. E assim procurarmos recuperar pelo menos 10 anos de atraso. Espero que aproveitem e reflitam sobre as colocações expostas, as indicações de referências e sugestões de sites para consulta.

1. Introdução

A produção animal baseia-se prioritariamente em três pilares de sustentação: a nutrição, o manejo e a genética. Somente a melhoria conjunta destes fatores pode conferir maiores índices produtivos e, possivelmente, maior rentabilidade ao sistema produtivo. De nada adianta fornecer alimentos de ótima qualidade a animais não especializados e acometidos por enfermidades. Cabe aos técnicos orientar os produtores rurais sobre a utilização racional de sua propriedade, respeitando a natureza e explorando ao máximo o potencial genético dos animais. Com este objetivo, muitas empresas privadas e instituições de pesquisa dão suporte técnico na área de melhoramento genético,

seja para suinocultores, avicultores ou criadores de gado (Marcondes et al., 2000).

Sabe-se que o número de touros, avaliados geneticamente nos programas de melhoramento do Brasil, não atende nem 5% da demanda anual, o que mostra o grande mercado em potencial a ser explorado no país.

A competitividade no mercado e o atual desenvolvimento tecnológico forçam o melhoramento genético a ser mais abrangente, envolvendo fatores como o investimento e o gerenciamento. No entanto, isso acarreta grande inquietação nos pesquisadores e selecionadores brasileiros, pois nem sempre é fácil separar a aptidão, o amor ao rebanho ou os interesses científicos da necessidade de gerar lucro e, conseqüentemente, maiores divisas ao país. Porém, para que a produção possa atender à crescente demanda do mercado consumidor por produtos de melhor qualidade, sendo saudáveis e sustentáveis, esforços conjuntos de pesquisadores, selecionadores, criadores comerciais, indústria frigorífica e governo são necessários.

Há muitas décadas o búfalo vem sendo criado no Brasil sem que, no entanto, tenha havido um programa mais intenso de melhoramento genético nesta espécie. Apesar disso, iniciativas isoladas foram tomadas desde a década de 1950, como menciona Villares et al. (1979). Segundo esses autores, em 1958 foram iniciadas as provas de ganho de peso na Estação Experimental de Criação de Sertãozinho. Mais tarde, ainda de acordo com esses autores, outras centrais de prova foram sendo estruturadas. Em fins dos anos de 1970, Villares et al. (1979) fizeram uma avaliação global dessas provas e observaram ganhos médios de peso iguais a 144,4; 148,1 e 123,6 kg para as raças Mediterrânea, Jafarabadi e Murrah, respectivamente, em 140 dias de confinamento (Euclides Filho, 2000).

Até a década de 1980, estas foram as ações para identificação e seleção de animais com búfalos de corte. Com respeito à produção leiteira, até 1980, as avaliações e seleção vinham sendo feitas com base na produção de leite. Após esta data, iniciaram-se as seleções com base na capacidade mais provável de produção das búfalas, avaliações estas que, em alguns casos isolados, evoluíram para o uso de modelos mistos com estimativas de BLUP e, mais recentemente, o uso de modelo touro e modelo animal. No ano de 2004 foi lançado o segundo Sumário de Touros Bubalinos para produção de carne e leite, com base em 11.883 lactações e 7.808 controles de peso (Ramos et al., 2004). Comparando-se com apenas dois dos programas de melhoramento desenvolvidos no país para a raça Nelore (Embrapa-ABCZ, 2006; Lôbo et al., 2006), onde cerca de 1.846.663 e 874.624 animais participaram da matriz de parentesco, naquele ano e respectivamente, percebe-se que muito ainda tem que ser feito na espécie para se conseguir parâmetros e avaliações genéticas consistentes. Em 2005 foi implementado Programa Nacional de Melhoramento Genético dos Bubalinos de Leite, mediante iniciativa do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento e parceria com a Associação Brasileira dos Criadores de Búfalo e a UNESP -Jaboticabal, sob

coordenação do Prof. Dr. Humberto Tonhati.

A grande demanda da classe produtora de búfalos de todo o país é por animais superiores, provados e/ou testados, para a produção de carne e leite. A pecuária bubalina vem sendo praticada em todas as regiões do país, apresentando excelente desempenho, onde os produtos diferenciados são o ponto alto da exploração. No Pará já está ocorrendo essa transformação e os búfalos são criados com eficácia, em sistemas integrados de terra firme com as áreas naturais, destacando-se os rebanhos das raças Mediterrâneo, Murrah e Jafarabadi (*Bubalus bubalis bubalis*), seguindo-se da Carabao (*Bubalus bubalis kerebao*), além do tipo Baio. O sistema de criação semi-intensivo está em franco desenvolvimento nas áreas de pastagem cultivadas, onde os animais são de melhor padrão genético, embora, em todo o contexto, o agronegócio búfalo necessite de animais melhoradores. Considerando-se, ainda, a tendência mundial e emergente em relação aos padrões de produção e consumo sustentáveis, o búfalo caracteriza-se muito bem como uma opção viável para produção de carne e leite de qualidade em áreas locais já alteradas. No Pará, o consumo de leite per capita é de apenas 60g/dia, enquanto que a Organização Mundial de Saúde recomenda 400g/dia, além da capital, Belém, ser um dos maiores importadores de leite em pó do Brasil. Essa situação reflete claramente a necessidade de se criar alternativas para a exploração da pecuária leiteira, na região. É inegável a importância do búfalo para a Amazônia, em especial nas áreas alagadiças, onde nenhuma outra espécie doméstica encontra-se tão bem adaptada, gerando receita a partir do consumo de pastagens de médio a baixo valor nutricional e agregando valor aos produtos, mesmo em condições supostamente inóspitas.

Outros autores citam os búfalos como grande opção econômica e discutem as diversas formas de manejo, criação e melhoramento genético, inclusive o uso da genética molecular como ferramenta para o melhoramento e associação de genes com as características produtivas (Macedo et al.; 1995; Del Lama & Zago, 1996; Tiwana & Dhillon, 1996; Youssef & Khattab, 1997; Lara, 1998; Marques et al., 1998; Rosati & Van Vleck, 1998; Tonhati et al., 1998; Vasconcellos & Tonhati, 1998; Trivini et al., 2001; Rosati & Van Vleck, 2002; Sena et al., 2003; Albuquerque et al., 2005; Barbosa et al., 2006; Seno et al., 2006; Malhado et al., 2007).

1.1. A ferramenta de trabalho do melhorista

O trabalho do melhorista é tentar separar a parte genética da parte ambiental e destinar um valor para cada reprodutor ou reprodutriz. Da seleção e acasalamento entre indivíduos de valores desejáveis, espera-se uma progênie superior. A ferramenta do geneticista, portanto, é a variabilidade genética. A consangüinidade (ou endogamia) tende a fazer o conjunto de gametas mais semelhantes, promovendo a formação de famílias. A exogamia, que ocorre quando os indivíduos

acasalados são menos aparentados entre si, promovendo a destruição das diferenças entre as famílias que foram obtidas por endogamia e produzindo o vigor híbrido ou heterose. Mesmo dentro de uma raça, havendo famílias distintas, o criador poderá usufruir dessas diferenças a seu favor, acasalando indivíduos provenientes de famílias diferentes e, conseqüentemente, com características diferentes fixadas pela endogamia.

Os métodos empregados na medição da variação têm o inconveniente de ser demasiadamente técnicos para aqueles não habituados aos processos estatísticos, no entanto, em Anexo, coloca-se um exemplo para ilustrar os cálculos dos valores genéticos de quatro touros para a característica peso à desmama. A importância das várias causas na produção da variabilidade de uma população se expressa mais convenientemente em termos de variância. A variância é a metade da média das diferenças entre os indivíduos, elevadas ao quadrado, quando estes indivíduos são tomados ao acaso.

De acordo com suas causas, a variância fenotípica (existente entre indivíduos do mesmo rebanho ou programa de seleção) pode ser dividida em três partes: variações promovidas pelo meio (ou variância ambiental), devidas às diferenças na hereditariedade (ou variância genética) e outra devida aos efeitos conjugados do meio e da hereditariedade. Pode-se dividir, ainda, a variância genética em outras três partes: aditiva (aquela que definitivamente consegue ser transmitida de pai para filho), dos desvios de dominância e dos desvios epistáticos, ambas resultantes das interações entre genes no próprio indivíduo, não sendo herdáveis.

A partir das estimativas de variância, pode-se determinar a herdabilidade de uma característica, isto é, qual a porção que é transmitida, em relação a variação total. Por exemplo, se a herdabilidade do peso à desmama for 0,30 ou 30%, significa que da variação total (1 ou 100%), 30% é genética (transmitida) e 70% é ambiente (adquirida).

1.2. Objetivo e critério de seleção

Em qualquer programa de melhoramento de animais, o primeiro passo é definir o ideal. Até que decida qual o tipo de animal produzir, o criador está de mãos atadas e incapacitado de selecionar os melhores animais, ou de eliminar os piores. A seleção, portanto, deve ser precedida pela definição dos objetivos e critérios de seleção a serem adotados pelo criador individual ou pelo grupo de criadores que compartilham sistemas de produção e exigências mercadológicas semelhantes. O objetivo de seleção define a meta a ser atingida, baseando-se no que o criador pretende alcançar, qual o tipo de produto que pretende disponibilizar. No entanto, ações em melhoramento genético devem prever a situação dos mercados (interno e externo) daqui a 5 ou 10 anos, o que não se trata de uma tarefa simples. E para atingir a meta estabelecida existem os

critérios de seleção disponibilizados pelos programas de melhoramento ou determinados pelo próprio criador. Os critérios, portanto, são os meios pelos quais espera-se atingir os objetivos. São características como os pesos às várias idades, medições de perímetro escrotal, altura e de eficiência reprodutiva (como idade ao primeiro parto ou produtividade acumulada). Muitas dessas características são correlacionadas e a seleção para uma delas pode afetar, de maneira favorável ou desfavorável, as outras. Somando-se a isso, cada criador teria uma lista de características que consideraria importante, mudando de criador para criador. Segundo Van Vleck et al. (1987), a cadeia produtiva da carne bovina representaria bem esse típico conflito quanto à importância de determinadas características para o melhoramento. Quem trabalha com a fase de cria, produz bezerros para venda. O peso à desmama e o número de bezerros por vaca determinariam a renda bruta do empreendimento e seriam influenciados, por sua vez, pela habilidade materna, pelas taxas reprodutivas e pela facilidade de parto. O custo primário envolvido nessa fase contabilizaria, principalmente, os custos para manutenção das vacas adultas. Para quem cria e engorda os animais, o ganho de peso da desmama até o abate e a musculabilidade têm grande importância. A indústria, no entanto, preocuparia-se com características de qualidade (marmoreio, área do olho de lombo, entre outras).

A decisão de incluir ou não uma característica em programa de melhoramento, no entanto, dependeria da importância econômica, do potencial para ganho genético e dos custos de medição dispendidos (Harris, 1970) e não somente dos interesses particulares de cada segmento da cadeia produtiva.

1.3. Valores Genéticos

O cálculo e a aplicação dos valores genético nos processos de seleção e acasalamentos caracterizam que ações de melhoramento genético estão efetivamente sendo implementadas. Qualquer outra ferramenta reprodutiva ou analítica (como softwares de gerenciamento de rebanho) por si só não promove melhoria genética do rebanho.

A informação dos valores das DEPs (Diferenças Esperadas na Progênie) – mais utilizadas em gado de corte – ou das PTAs – para caracteres de produção leiteira - dos animais é uma ferramenta de suma importância utilizada na predição do desempenho futuro dos rebanhos. As DEPs são obtidas por meio das avaliações genéticas (ver explicação sobre Avaliação Genética, em anexo) e expressam, por exemplo, o quanto se espera que os filhos de determinado touro sejam superiores ou inferiores ao restante da população envolvida na avaliação. Se apresentar uma DEP para peso aos 550 dias de idade (DEPP550) de +15kg, isso significa que os filhos deste touro apresentarão 15 kg a mais que a média da população. Elas podem ser relativas a qualquer característica que se possa

medir com precisão, como o peso ao nascer, à desmama, a produção de leite, de gordura ou de proteína, circunferência escrotal, pontuação em um sistema linear de avaliação corporal, altura, etc. Quanto maior o número de informações, mais ampla será a avaliação de um reprodutor. Nada impede que um reprodutor seja “superior” aos demais em algumas características e “inferior” em outras. Essas informações, as DEPs, são essenciais para a decisão de cada criador, que deve ter a liberdade de melhorar seu rebanho segundo seus conceitos e idéias (Ferraz et al., 2004).

Os valores das DEPs podem mudar de uma avaliação para outra (em geral de um ano para outro), à medida que novas informações são agregadas. Os sistemas de avaliação em uso hoje estimam DEPs para todos os animais controlados, inclusive aqueles que não têm registro de produção ou que já morreram, pois isso é feito pelos laços de parentesco com aqueles que têm produções controladas. As DEPs são válidas para a população onde foram estimadas. Portanto, estimativas obtidas para determinada raça não são comparáveis aos obtidos para outra raça. A comparação de DEPs apresentadas por diferentes sumários, mesmo dentro de uma mesma raça, também não é válida, pois as populações, metodologias e referências de cada sumário diferem. É comum o mesmo animal ser avaliado em dois programas e suas DEPs terem valores diferentes (Ferraz et al., 2004).

Os criadores, atualmente, estão utilizando as DEPs como informação essencial na hora da compra e venda dos animais, estando dispostos a pagar mais por animais com melhores DEPs. A DEP, além de ser excelente instrumento no auxílio à seleção, pode trazer benefícios econômicos imediatos ao criador como o aumento no preço de venda dos seus animais.

Segundo Ferraz & Formigoni (2000), interpretando-se as DEPs e balanceando a escolha dos reprodutores, o pecuarista certamente melhorará seu rebanho, em velocidade muito maior do que o faria com as metodologias atuais, como a avaliação visual geral dos touros. No entanto, para cada situação em especial, para cada objetivo de melhoramento, o pecuarista deve escolher o reprodutor que melhor se adequa às suas necessidades.

1.3.1. A DEP e seu uso

Como já foi dito anteriormente, a DEP prediz a habilidade de transmissão genética de um animal avaliado como progenitor. Ela é expressa na unidade da característica (exemplo: kg para peso, cm para PE e meses para IPP), com sinal positivo ou negativo.

a) Diferença Esperada na Progenie para Efeito Direto: É um preditor da habilidade de um animal em transmitir genes para crescimento ou fertilidade à sua progênie;

b) Diferença Esperada na Progenie para Efeito Maternal: Esta DEP refere-se àquelas características que são influenciadas maternalmente e se expressam somente nas fêmeas, e.g.,

produção de leite. Prediz a diferença esperada em peso da progênie das filhas do reprodutor em questão quando comparado aos de outros reprodutores avaliados na análise;

c) Diferença Esperada na Progênie para Efeito Maternal Total: É calculada como a metade da DEP direta mais o valor da DEP maternal. A mesma expressa, em kg, o potencial de desmama que um touro transmite à progênie de suas filhas, pois inclui a habilidade de crescimento de seus netos e a produção de leite de suas filhas.

Iniciaremos a interpretação da DEP com o exemplo da DEP para Peso aos 450 dias de idade, que pode ser feito utilizando-se o quadro abaixo:

Touros			Valor Genético das Progênies (kg)		
Identificação	N	DEPDP450 (kg)	Inferior	Médio	Superior
A	327	20,1	2,3	22,2	43,8
B	379	13,9	-7,7	14,6	34,1
C	609	9,8	-16,9	10,9	48,8
D	661	6,0	-15,7	6,6	34,2
E	239	-1,6	-24,3	-1,7	16,2
F	293	-8,8	-33,3	-8,6	9,4

Observe como os valores genéticos médios das progênies mantêm coerência com os valores das DEPs dos progenitores. O **touro A**, com a maior DEP (20,1 kg), produz a progênie com maior média, apesar de produzir alguns filhos com valor genético baixo, enquanto o **touro F**, com a DEP mais negativa (-8,8 kg), produz a progênie com a menor média, apesar de ter filhos com valor genético positivo. A variação no mérito genético, observada na progênie de um mesmo touro, é consequência da amostragem aleatória dos seus genes no momento da formação dos gametas, assim como do material genético herdado, pela progênie, de suas respectivas mães. Um touro com DEP de 13,9kg (**touro B**), quando comparado a outro com DEP de 9,8kg (**touro C**), poderá ter filhos inferiores e até mesmo negativos para peso aos 450 dias, porém em média sua progênie será superior em 4,1kg.

É interessante notar que o **touro C** possivelmente apresenta maior acurácia no valor de sua DEP, pois possui quase o dobro de filhos em relação ao **touro B**. Isso significa que o valor da sua DEP não deverá sofrer muitas alterações futuras. Ao mesmo tempo, possui filhos com DEPs altas (48,8kg).

As DEPs dos touros são obtidas por meio das avaliações genéticas e expressam o quanto se espera que os filhos daquele touro sejam superiores ou inferiores ao restante da população envolvida na avaliação. Os criadores, atualmente, estão utilizando as DEPs como informação essencial na hora da compra e venda dos animais, estando dispostos a pagar mais por animais com melhores DEPs. Dessa forma, outra consequência das avaliações genéticas é o reflexo das DEPs no preço dos animais. Paneto et al. (2000) encontraram que para cada 1kg a mais na DEP para peso ao

sobreano (DEPP550) espera-se um aumento de R\$88,52 no preço de venda do animal, na raça Nelore. Ou ainda, para cada arroba a mais na DEPP550 espera-se um aumento de R\$1300,00. A DEP, além de ser excelente instrumento no auxílio à seleção, pode trazer benefícios econômicos imediatos ao criador como o aumento no preço de venda dos animais.

1.3.2. Acurácia

Deve estar sempre associada ao valor da DEP, pois trata-se de uma medida de risco, como aquelas relacionadas a determinados investimentos no mercado financeiro, devendo ser encarada como tal. Sempre existirá um risco ao usar touros jovens e, para minimizá-lo, basta usar estes tourinhos em uma parte da vacada, de preferência, na novilhada. Para minimizar os riscos devido à baixa acurácia, o criador deverá usar entre dois ou três touros jovens que, na média, possuem maior acurácia.

1.3.3. Estudo de caso – Reprodução Programada do PMGRN - Nelore Brasil (Lôbo et al., 2004)

Será utilizado o exemplo do teste de progênie de touros e touros jovens com o objetivo de ilustrar o impacto econômico e de ganho genético da utilização de animais avaliados geneticamente.

A Reprodução Programada (RP) resulta de um Projeto Técnico desenvolvido pela equipe de pesquisadores (docentes, pós-graduandos e técnicos colaboradores) do PMGRN – Nelore Brasil. Este tem como premissa pontos importantes para o Melhoramento Genético de Bovinos:

- a) reduzir o intervalo de gerações, proporcionando maior oferta de touros jovens nas Centrais de IA;
- b) incrementar a opção de material genético para os rebanhos;
- c) aumentar a conectabilidade dos touros entre rebanhos;
- d) incrementar a acurácia média das características avaliadas;
- e) aumentar o ganho genético das características de interesse econômico;
- f) democratizar o uso de sêmen desses touros, não só para criadores do PMGRN, como para qualquer outro interessado, com possível redução de preço.

1.3.3.1. Impacto Econômico da Reprodução Programada

Visto que não dispomos da característica determinante do peso (rendimento) de abate dos animais, vamos considerar a característica correlacionada peso aos 450 dias como seu indicador,

porque a correlação entre essas características é alta e de menor magnitude que o peso de abate.

Analisando os resultados da RP, podemos determinar o ganho econômico obtido pelas progênes dos Touros da Reprodução Programada em comparação com os outros Touros usados no mesmo período de 1998 a 2003 pelos rebanhos participantes do PMGRN.

Para ilustrar o sucesso da RP, expressaremos a diferença das médias anuais de DP450, entre progênes de Touros da RP subtraindo-se as respectivas médias de progênes de outros Touros. A partir dessas diferenças, podemos apresentar dois resultados de impacto econômico. O primeiro que chamaremos de Impacto Real RP e o segundo de Impacto Presumível PMGRN.

O Impacto Real RP é determinado como a somatória do produto da diferença DP450 pelo número de progênes de Touros RP, expresso em R\$ e US\$, em função do preço atual da arroba do boi gordo.

O Impacto Presumível PMGRN é determinado como a somatória do produto da diferença DP450 pelo número total de progênes, expresso em R\$ e US\$, em função do preço atual da arroba do boi gordo.

Apresentando numericamente os resultados, obteremos a seguinte Tabela:

Ano	Impacto Real da RP			Impacto Presumível PMGRN		
	Diferença DP450	Número de Progênes	Total Kg	Diferença DP450	Número de Progênes	Total Kg
1998	1,89	3.298	6.233,2	1,89	29.718	56.167,0
1999	1,97	4.941	9.733,8	1,97	34.283	67.537,5
2000	3,12	6.849	21.368,9	3,12	41.519	129.539,3
2001	3,04	8.758	26.624,3	3,04	45.977	139.770,1
2002	3,37	9.428	31.772,4	3,37	46.041	155.158,2
2003	4,27	1.210	5.166,7	4,27	7.051	30.107,8
Total Kg			100.899,3			578.279,8
Total @	Rendimento 56%		3.766,90			21.589,12
Preço @ R\$			54,55			54,55
Preço @ US\$			18,92			18,92
Total R\$			205.484,40			1.177.686,50
Total US\$			71.269,75			408.466,15

Analisando os resultados, pode-se concluir que o PMGRN proporcionou um ganho real mínimo de 205,5 mil reais ou 71,3 mil dólares, durante o período de 1998 a 2003, com o uso de Touros do Projeto RP. Supondo o emprego dos Touros da RP no rebanho geral do PMGRN e que houvesse o mesmo desempenho nas suas progênes, o ganho chegaria a 1,2 milhões de reais ou 408,5 mil dólares em termos de peso de abate de animais. Ressaltamos um ganho real mínimo, uma vez que se espera que as DEPs para a característica peso ao abate, sejam de maior magnitude, o que aumentaria consideravelmente esses resultados.

1.3.3.2. Ganho genético

As tabelas ilustram o desempenho obtido pelos Touros da Reprodução Programada comparados com os outros Touros Participantes do PMGRN, com relação a MGT e DP450, médias entre os anos de 1998 e 2003.

ANO	Progênie de Touros			
	RP		Outros	
	N	MGT	N	MGT
1998	3298	0,55	26447	0,37
1999	4941	0,58	29390	0,42
2000	6849	0,68	34683	0,44
2001	8758	0,71	37253	0,47
2002	9428	0,79	36619	0,52
2003	1210	0,81	5844	0,48

ANO	Progênie de Touros					
	RP			Outros		
	N	DP450	AP450	N	DP450	AP450
1998	3298	5,96	0,23	26420	4,07	0,18
1999	4941	6,55	0,22	29342	4,58	0,19
2000	6849	7,90	0,23	34670	4,78	0,19
2001	8758	8,16	0,21	37219	5,12	0,17
2002	9428	9,05	0,16	36613	5,68	0,13
2003	1210	9,52	0,15	5841	5,25	0,11

Com base nas tabelas acima, pode-se concluir que:

- As tabelas acima mostram claramente a importância da RP, em termos de aumento da acurácia das DEPs, melhorando as amarrações entre os grupos de contemporâneos;
- Verifica-se, também, aumento no progresso genético, expresso pelo incremento no valor do MGT de 0,55 para 0,81 para a RP *versus* 0,37 para 0,48 para o PMGRN;
- Para a DP450, o progresso genético foi ainda maior, passando de 5,96 kg para 9,52 kg para a RP e de 4,07 kg para 5,25 kg para o PMGRN como um todo. As mudanças totais, em kg, foram de 3,56 e 1,15, respectivamente para a RP e o PMGRN;
- A participação de Touros da RP nos rebanhos do PMGRN tem aumentado substancialmente, passando de 12,5% (1998) para 25,8% (2002) do total de produtos nascidos.

1.4. O Programa de Melhoramento Genético APCB/EMBRAPA/UFRA

1.4.1. Breve histórico

Em meados do ano de 2006 foi estabelecida parceria entre a APCB – Associação Paraense de Criadores de Búfalos, a Embrapa Amazônia Oriental e a UFRA – Universidade Federal Rural da Amazônia para a formatação de um programa de melhoramento regional, que contemplasse os caracteres produtivos relacionadas à produção de carne e leite, dado o foco da dupla-aptidão exigido pelo mercado. Foram visitadas fazendas do entorno de Belém, realizado o diagnóstico inicial por meio de questionário e iniciados os Controle Leiteiros e demais mensurações em junho de 2007, com custos arcados pelos criadores e equipes de campo formadas por alunos de Mestrado do Curso de Ciência Animal e alunos de Agrárias da UFRA e da UFPA. Ao longo deste período o processo vem sendo aprimorado, inclusive quanto à mudança de criatórios de corte para a atividade leiteira, exigindo treinamento de funcionários de campo, aquisição de material de ordenha, adequação de espaço físico, etc.

1.4.2. Projetos envolvidos

A partir do estabelecimento dos Controles Leiteiros mensais e demais mensurações (pesagens da búfala e do bezerro, medidas de perímetro escrotal nos bezerras a partir de 6 meses de idade), foram articulados e submetidos projetos em diversas fontes de financiamento estadual e federal. Foram aprovados os projetos “Estruturação de dados para avaliação genética de bubalinos em rebanhos-núcleo do Pará” pelo CNPq (período de execução: dezembro/2007 a novembro/2009), “Estrutura da população e aspectos do crescimento de bubalinos criados em condições da Amazônia” pela FAPESPA (período de execução: agosto/2008 a julho/2010) e “Análises genéticas aplicadas à seleção de búfalos (*Bubalus bubalis*) para carne e leite de qualidade” pela Embrapa (período de execução: outubro/2008 a setembro/2012), sendo este último uma rede nacional que integra os dados coletados nas fazendas do Pará aos dados de fazendas (particulares e/ou da Embrapa) dos Estados de Rondônia, Rio Grande do Sul e Bahia. Os projetos relacionados anteriormente são coordenados pela Dra. Cintia Marcondes e outros detalhes estão em Marcondes et al., 2007.

1.4.3. Resultados preliminares

Durante a exposição serão mostrados alguns dados referentes aos Controles Leiteiros

realizados no Pará.

1.5. As novas tecnologias e relação com o melhoramento animal

A aplicação de biotecnologias visa a melhora das eficiências reprodutiva e produtiva, a preservação de recursos genéticos, a melhora na qualidade dos produtos ou a introdução de novos produtos ou estratégias de produção. Quando aliadas à avaliação genética podem trazer vantagens interessantes, principalmente pela identificação mais precisa dos animais superiores.

O efeito primordial destas biotecnologias é o aumento do potencial reprodutivo do rebanho. Conseqüentemente, há aumento na intensidade de seleção, pois poucos pais são necessários para a produção de um número considerável de produtos. Uma desvantagem, no entanto, é que o uso de menos indivíduos pode criar problemas em termos de endogamia e variabilidade da resposta, com perda da variação genética. As biotécnicas tradicionais já bastante difundidas como a Inseminação Artificial (IA), a Transferência de Embriões (TE) e a Fecundação *in vitro* (FIV) podem aumentar substancialmente a taxa de melhoramento genético, com taxas aceitáveis de endogamia. A sexagem de sêmen e a clonagem, entretanto, podem contribuir com aumento limitado na taxa de melhoramento genético, contudo a clonagem pode produzir substancial impulso no mérito genético médio da população, revolucionando a estrutura racial. Os pesquisadores, atualmente, buscam compreender as implicações do uso das diferentes biotecnologias existentes e como utilizá-las, de maneira viável, nos programas de melhoramento.

O uso de biotecnologias, no entanto, está intimamente condicionado à evolução cultural daqueles que as empregam. E também à melhoria das condições gerais do rebanho, quanto aos aspectos nutricionais, sanitários e de manejo.

2. Considerações Finais

O melhoramento genético futuro, segundo Figueiredo (2005), para qualquer espécie zootécnica, tem de considerar: eficiência e custo de produção; qualidade e composição dos produtos; bem estar dos animais e proteção ambiental.

Além do benefício direto obtido com o uso do melhoramento genético, como a venda mais valorizada dos animais, toda a cadeia produtiva de bubalinos, estaria sendo influenciada pela melhoria no padrão produtivo dos rebanhos comerciais. No entanto, cabe aqui ressaltar alguns pontos:

- a) a simples entrada em qualquer programa de melhoramento não significa que o rebanho seja detentor de animais superiores. O trabalho (seleção e acasalamento baseados em DEP), ao longo dos anos, sim;

b) definição do objetivo de seleção: lembrar que o objetivo tenta prever preferências do mercado daqui a 5 ou 10 anos. Alguns ajustes podem ser feitos dentro deste período, no entanto, alterações drásticas afetarão o resultado final;

c) critérios de seleção: características de herdabilidade média a alta respondem mais rapidamente à seleção, enquanto que características reprodutivas, por exemplo, demoram mais a mostrar os resultados. Além disso, a existência de correlações entre características pode comprometer a resposta esperada. Manter em mente o objetivo e qual o caminho mais fácil (e barato) de atingi-lo;

d) coleta de dados: a qualidade dos dados que entram na base de dados para a avaliação genética é extremamente importante. Estimular o trabalho consciente, desde o funcionário do campo até o digitador, por meio de esclarecimentos da importância ou incentivo pode ser uma garantia do retorno de informações (DEPs) seguras. Lembrar que qualquer tipo de manipulação de dados, além de colocar o nome do criatório em risco, pode ser desmascarada com o nascimento dos primeiros filhos;

e) a DEP isolada não exerce qualquer melhoria sobre a qualidade genética do rebanho. Tratar a DEP como valor médio e comparativo para a seleção dos pais da próxima geração e consolidar os acasalamentos, primeiramente, com base no valor genético;

f) os ganhos genéticos não são tão rápidos quanto as respostas obtidas por melhoria da nutrição ou do manejo, porém são cumulativos. Segundo Lush (1945) “Os melhoramentos na herança são permanentes e cada geração aproveita o progresso da precedente, enquanto que os melhoramentos no meio produzem quase todos os seus efeitos nos animais em que são aplicados de início. Cada geração nova deve receber novamente o ambiente melhorado, ou o ganho se perderá (...)Os custos dos melhoramentos de herança são investimento de capital; os custos de despesas no melhoramento do meio são despesas de operação”. São maiores em rebanhos com nível genético inicial mais baixo e menores em rebanhos onde a seleção é praticada a vários anos.

Portanto, a rentabilidade obtida pelo uso de animais geneticamente superiores deve ser esperada em médio prazo, porém os ganhos genéticos sendo cumulativos podem gerar receitas posteriores com o aumento do número de bezerros nascidos/ha, com a redução da mortalidade pré-desmama etc.

Referências Bibliográficas

ALBUQUERQUE, M.S.M. ; EGITO, A.A. ; MARQUES, J.R.F. et al. Variabilidade genética em búfalos determinada por marcadores RAPD. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 41, n. 4, p. 623-628, 2005.

BARBOSA, S.B.P.; LOPES, C.R.A.; PEREIRA, R.G.A. et al. Environmental and inherited factors as sources of variation in buffalo birth weight. In: World Congress on Genetics Applied to Livestock Production, 8, Belo Horizonte: MG, 2006. **Proceedings...** Belo Horizonte: UFMG, 2006 (em: <http://www.wcgalp8.org.br/wcgalp8/> Acesso em: 13/12/2006).

DEL LAMA, S.N.; ZAGO, M.A. Identification of the k-casein and B-lactoglobulin genotypes in Brazilian *Bos indicus* and *Bubalus bubalis* populations. **Brazilian Journal of Genetics**, v. 19, n. 1, p. 73-77, 1996.

EMBRAPA-ABCZ. **Sumário nacional de touros das raças zebuínas – Nelore 2006**. Disponível em: http://www.cnpqc.embrapa.br/~locs/sumario/sumzebu/nel_index.htm

EUCLIDES FILHO, K. **Melhoramento genético animal no Brasil: fundamentos, história e importância**. 2000. Disponível: <http://www.cnpqc.embrapa.br/publicacoes/doc/doc75/index.html>

FERRAZ, J. B. S.; FORMIGONI, I. B. **O uso das DEPs na seleção de reprodutores**. 2000. <http://www.beefpoint.com.br> (radares técnicos/melhoramento genético). Acesso em 08/05/2008.

FERRAZ, J. B. S.; MARCONDES, C. R. ; LÔBO, R. B.; ELER, J. P. **Avaliação genética de reprodutores e Deps para qualidade de carcaça**. In: Workshop de Ultra-sonografia para Avaliação de Carcaça Bovina, 1, Pirassununga-SP, fevereiro/2004 (CD-ROM).

FIGUEIREDO, E.A.P. **A evolução da genética avícola e suinícola no mundo**. 2005. Disponível em: http://www.cnpsa.embrapa.br/sgc/sgc_artigos/artigos_n1r8m5j.pdf. Acesso em 09/05/2008.

HARRIS, D.L. Breeding for efficiency in livestock production: defining the economic objectives. **J. Anim. Sci.**, v. 30, n. 6, p. 860-865, 1970.

LARA, M.A.C. **Variabilidade genética em bovinos e bubalinos através de polimorfismos protéicos: análise populacional e suas implicações no melhoramento**. Ribeirão Preto: Departamento de Genética, 1998. 215p. Tese (Doutorado) - FMRP/USP.

LÔBO, R.B.; BEZERRA, L.A.F.; OLIVEIRA, H.N. et al. **Avaliação genética de touros e matrizes da raça Nelore: Sumário 2004**. Ribeirão Preto, USP/FMRP/GEMAC/ Departamento de Genética, 2004. 122p.

LÔBO, R.B.; BEZERRA, L.A.F.; OLIVEIRA, H.N. et al. **Avaliação genética de touros e matrizes da raça Nelore: Sumário 2006**. ANCP, Ribeirão Preto-SP, 124p., 2006.

- LUSH, J.L. **Animal breeding plans**. 3 ed. Ames: Iowa State College Press. 443p. 1945.
- MACEDO, M.P.; SOUZA, J.C.; RAMOS, A.A. et al. Efeitos ambientes e genéticos sobre o peso ao 210 dias de bezerras bubalinas da raça Mediterrânea. In: REUNIÃO ANUAL DA SBZ, 32, Brasília:DF, 1995. **Anais...** Viçosa: UFV, p. 723-724, 1995.
- MALHADO, C. H. M.; RAMOS, R. R.; CARNEIRO. P. L. S.; SOUZA. J. C.; PICCININ, A. Parâmetros e tendências da produção de leite em bubalinos da raça Murrah no Brasil. **R. Bras. Zootec.**, v. 36, n. 2, p. 376-379, 2007.
- MARCONDES, C. R.; ZAMBIANCHI, A. R. ; LÔBO, R. B. Gênese do Lucro. **Revista Agroanalysis**, São Paulo -SP, p. 46 - 47, 01 jun. 2000.
- MARCONDES, C.R.; MARQUES, J.R.F.; COSTA, M.R.T.R. et al. **Programa de pesquisas da Embrapa Amazônia Oriental para o melhoramento genético de búfalos**. Brasília: EMBRAPA, 2007 (Documentos on-line - EMBRAPA). 31p. Disponível em: <http://www.cpatu.embrapa.br>
- PANETO, J.C.C.; FIGUEIREDO, L.F.C.; CARDOSO, M.C.P. et al. Retorno econômico das avaliações genéticas. In: Simpósio Nacional de Melhoramento Animal, 3, 2000, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: SBMA, 2000. p. 356-358. Resumo.
- RAMOS, A.A.; WECHSLER, F.S.; VAN ONSELEN, V.J. et al. **PROMEBUL: sumário de touros bubalinos**. Botucatu: UNESP/FMVZ, 39p., 2004. (Boletim técnico; 2)
- ROSATI, A., VAN VLECK, L. D. Estimation of genetic parameters for milk, fat, protein and mozzarella cheese production in the Italian river buffalo population. In: WORLD CONGRESS ON GENETIC APPLIED TO LIVESTOCK PRODUCTION, 6, Armidale, Austrália. **Proceedings...** Armidale, 1998, v.24. p.459-462.
- ROSATI, A.; VAN VLECK, L.D. Estimation of genetic parameters for milk, fat, protein and Mozzarella cheese production for the Italian river buffalo *Bubalus bubalis* population. **Livestock Production Science**, v. 74, n. 2, p. 185-190, 2002.
- SENA, L.; SCHNEIDER, M.P.C.; BRENIG, B. et al. Polymorphisms in MHC-DRA and DRB alleles of water buffalo (*Bubalus bubalis*) reveal different features from cattle DR alleles. **Animal Genetics**, v. 34, p. 1-10, 2003.
- SENO, L.O.; CARDOSO, V.L.; TONHATI, H. Responses to selection for milk traits in dairy buffaloes. **Genet. Mol. Res.**, v. 5, n. 4, p. 790-796, 2006.
- TIWANA, M.N; DHILLON, J.S. Buffalo improvement in retrospective and prospective. **Journal of Research**, v. 33, n. 1-4, p. 323 - 334, 1996.
- TONHATI, H.; VASCONCELLOS, B.F.; WALDIGE, V. et al. Sazonalidade de partos, repetibilidade e fatores que afetam a produção de leite e a duração da lactação em búfalos da raça Jafarabadi. **Veterinária Notícias**, v. 4, n. 1, p. 89-95, 1998.

TRIVINI, D.; BHARAT, B; SANJEEV, K.; et al. Genetic parameters of first lactation performance traits in Murrah buffaloes. **Indian Journal of Animal Sciences**, v. 71, n. 4, p. 394-395, 2001.

VAN VLECK, L.D.; POLLACK, E.J.; OLTENACU, E.A.B. **Genetics for the animal sciences**. New York: Freeman and Company, 1987. 391p.

VASCONCELLOS, B.F.; TONHATI, H. Inbreeding and its effects on some productive and reproductive traits in a Murrah buffalo herd. **Journal Animal Breeding and Genetics**, v. 115, p. 299-306, 1998.

VILLARES, J.B.; DOMINGUES, C.A.C.; RAMOS, A.A.; ROCHA, G.P. **Prova de ganho de peso de bubalinos para fins de melhoramento genético**. In: RAMOS, A.A.; VILLARES, J.B.; MOURA, J.C. de. Bubalinos. Campinas: Fundação Cargill, 1979. p.235-252.

YOUSSEF, M.M.; KHATTAB, R.M. Prospective dell'allevamento bufalino in Egitto. **Bubalis Bubalis**, v. 3, n. 1, p. 7-26, 1997.

Sugestões

Para acessar textos relacionados a este assunto, com uma linguagem mais simples, entre no site www.beefpoint.com.br, na Seção Radares Técnicos (Melhoramento Genético).

Consulte nosso catálogo de produtos: www.embrapa.br/catalogo e faça uma busca nos vários produtos e serviços oferecidos pela Embrapa.

ANEXO: A AVALIAÇÃO GENÉTICA

Numa tentativa de explicar de maneira mais simples o processo de avaliação genética, podemos dizer que os dados gerados nas fazendas (pesos, medidas de perímetro, registros de nascimento, cadastros de animais, regime alimentar ou lote de manejo etc.), geralmente são submetidos a um programa que identifica erros de digitação ou outros problemas e comunica às fazendas. O dado, então, quando armazenado na base de dados, pode gerar informações (por meio de relatórios de desempenho fenotípico, por exemplo). Posteriormente, a equipe envolvida na avaliação genética inicia seu trabalho. São formados os grupos de contemporâneos (GC), com base nas informações de fazenda, sexo, ano de nascimento etc., que servirão para controlar os efeitos ambientais (ou não-genéticos) que atuaram para que determinado animal pesasse 200kg à desmama, por exemplo, e outro 150kg (relembrando: fenótipo (peso) = genótipo + ambiente). São examinados os pais dos animais de cada GC, para que haja conexão (ou *conectabilidade*) entre os grupos, possibilitando, assim, que determinado touro possa ser avaliado nos vários rebanhos (com condições ambientais diferentes).

Abaixo, encontra-se um esquema de como uma informação de peso passa a se relacionar, na forma binária e matricial (a única compreendida pelos computadores), com outras informações (genealogia) para resultar no Valor Genético (o produto desejado!).

Supondo que 4 touros (identificações 1, 2, 3 e 4) tenham filhos em 2 rebanhos diferentes (A e B) e seus filhos foram pesados à desmama (PD). Como conseguiremos o valor genético desses 4 touros?

RGN Touro	RGN Filho	Rebanho	PD (kg)
1	5	B	205
1	6	B	198
1	7	A	130
2	8	A	156
2	9	A	200
3	10	B	195
3	11	A	165
4	12	B	185
4	13	B	195
4	14	A	145

O modelo (ou transformação desses dados em uma equação matemática adequada) pode ser descrito como:

$$y = Xb + Zu + e$$

Trata-se de um modelo simples, que inclui um efeito genético (Zu), um efeito ambiental (Xb) e um efeito de tudo aquilo que não conseguimos explicar ou controlar (e). Outros tipos de modelo podem ainda considerar efeitos maternos, efeitos de ambiente permanente da vaca (aqueles que afetam de modo permanente toda a produção da vaca, por exemplo, a perda de um teto por mastite), outros efeitos não-genéticos (como a classe de idade da vaca ao parto, pois as vacas têm seu pico de produção próximo aos 6 anos de idade) ou ainda covariáveis (efeitos que podem ser controlados e que influenciam a resposta ou o y da nossa equação, como a idade em que foi feita a medida). Este tipo de modelo é chamado de *modelo touro*. Se usássemos um *modelo animal*, teríamos valores genéticos para todos os animais (tousos, vacas e filhos).

Continuando com o exemplo, montaremos matrizes da seguinte maneira:

Matriz **y**: contém 1 coluna (1 característica = PD)

$$\mathbf{y} = \begin{pmatrix} 205 \\ 198 \\ 130 \\ 156 \\ 200 \\ 195 \\ 165 \\ 185 \\ 195 \\ 145 \end{pmatrix}$$

Matriz **X**: relacionada ao ambiente, contém 2 colunas (rebanhos A e B) e 10 linhas (uma para cada animal com peso ou os 10 filhos dos 4 touros). Por exemplo, a matriz está “dizendo” ao computador que o animal 5 é do rebanho B.

$$\mathbf{X} = \begin{matrix} & \text{A} & \text{B} \\ 5 & \begin{pmatrix} 0 & 1 \end{pmatrix} \\ 6 & \begin{pmatrix} 0 & 1 \\ 1 & 0 \\ 1 & 0 \\ 1 & 0 \\ 0 & 1 \\ 1 & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & 1 \\ 1 & 0 \end{pmatrix} \end{matrix}$$

Matriz **Z**: relacionada à genética, contém 4 colunas (touros 1, 2, 3 e 4) e 10 linhas (uma para cada animal com peso ou os 10 filhos dos 4 touros). Por exemplo, a matriz está “dizendo” ao computador que o animal 5 é filho do touro 1.

$$\mathbf{A} = \begin{pmatrix} 1 & 0,25 & 0 & 0 \\ 0,25 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

$$\mathbf{A}^{-1} = \begin{pmatrix} 1,067 & -0,267 & 0 & 0 \\ -0,267 & 1,067 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

A metodologia adotada é chamada de *BLUP* ou traduzindo-se: Melhor Predição Linear Não-viciada. É a *melhor* ferramenta disponível no momento para *predizer* (determinar com certo grau de probabilidade), a partir de um modelo *linear não-viciado* (aquele mostrado no exemplo: $\mathbf{y} = \mathbf{Xb} + \mathbf{Zu} + \mathbf{e}$, que considerada ao mesmo tempo fatores genéticos e ambientais e corrige para acasalamentos preferenciais).