

Capítulo 11

O MELHORAMENTO GENÉTICO DE AVES NO BRASIL E AS CONTRIBUIÇÕES DA EMBRAPA SUÍNOS E AVES

Mônica Corrêa Ledur

Elsio Antonio Pereira de Figueiredo

Gilberto Silber Schmidt

Valdir Silveira de Avila

Jane de Oliveira Peixoto

Os avanços ocorridos na genética de aves viabilizaram a estrutura avícola dos países desenvolvidos e, posteriormente, dos países em desenvolvimento. Os países que dominam a genética avícola investem no melhoramento genético de aves desde o final da segunda guerra mundial. Com esse investimento, grandes avanços foram e vêm sendo conseguidos nas características produtivas, tais como: redução da idade ao abate, melhora na conversão alimentar, aumento do peso de abate, do rendimento de carcaça e de cortes nobres, entre outros, trazendo como resultado a redução nos custos de produção.

A partir dos anos 60, as diversas linhagens de aves produzidas disseminaram-se internacionalmente via empresas multinacionais detentoras das marcas, por empresas representantes especializadas e por empresas integradoras, que além de produzirem para o seu próprio consumo, ofertavam ao mercado a linhagem representada. Em alguns países, empresas nacionais desenvolveram programas próprios de melhoramento genético difundindo conhecimento técnico.

Considerando a importância da avicultura brasileira e sua total dependência em material genético, tornou-se imperioso a implantação de pesquisas visando o desenvolvimento de tecnologias de produção de linhagens nacionais de aves geneticamente melhoradas e comercialmente com-

petitivas. Os primeiros trabalhos de melhoramento genético de aves no Brasil tiveram início no antigo Instituto de Pesquisa e Experimentação Agropecuária do Centro-Sul - IPEACS, RJ, no começo dos anos 60. Na metade da década de 60, o Departamento de Genética da Escola Superior Luiz de Queiroz - ESALQ/USP, SP e a Universidade Federal de Viçosa - UFV, MG, também iniciaram pesquisas na área.

O objetivo principal era o desenvolvimento de linhagens comerciais de aves para corte e postura, visando reduzir a dependência externa da importação de material genético básico. Além do desenvolvimento de pesquisas básicas, havia grande apelo para a capacitação de recursos humanos que pudessem reduzir a dependência externa, visto que no País havia carência de massa crítica capaz de questionar as imposições colocadas pelas empresas exportadoras de material genético. No início da década de 80, o Instituto de Zootecnia de Nova Odessa, SP e a Universidade Federal de Santa Maria, RS, seguiram o mesmo caminho, desenvolvendo projetos na área de postura.

Na iniciativa privada brasileira, a Granja Guanabara apresentou importante participação no desenvolvimento e comercialização de aves de corte e postura, até a década de 80. O desenvolvimento de linhagens comerciais pela iniciativa privada foi retomado em escala comercial no início dos anos 90, sendo um dos exemplos importantes o da Agrocere em parceria com a Ross, e que hoje fazem parte do grupo Aviagen do Brasil. Algumas empresas integradoras também mantiveram por um longo período seus programas de melhoramento, como a Sadia e Perdigão, porém, esses foram com o tempo transferidos a outras empresas. Através da importação de pacotes genéticos e tecnológicos, algumas empresas utilizaram-se de um atalho para tentar a autossuficiência na produção do material genético. Dentre esses programas privados estão principalmente os de produção de roasters (frangões), que são frangos de corte desenvolvidos a partir do cruzamento de linhagens puras selecionadas para a produção de maior quantidade de

carnes nobres (peito e coxas).

Melhoramento genético de aves na Embrapa Suínos e Aves

Nesse contexto de dependência e vulnerabilidade da avicultura nacional, a Embrapa Suínos e Aves desenvolveu um programa de melhoramento completo, voltado à formação de pacotes comerciais que pudessem ser utilizados por empresas brasileiras para dar suporte ao lugar de destaque que o Brasil ocupava e ocupa no cenário mundial. Além do material genético propriamente dito, também foram treinadas pessoas e se produziram tecnologias de melhoramento, que deram suporte a programas de melhoramento conduzidos pelas empresas brasileiras.

Os trabalhos de melhoramento genético tiveram início em 1982 com a formação das populações base de aves para corte, por meio de cruzamentos dialélicos envolvendo linhagens comerciais. A finalidade principal era gerar um produto comercial que pudesse atender a demanda da cadeia de frango de corte sob qualquer eventualidade que pudesse ocorrer no processo de importação de pacotes tecnológicos. Essa estratégia tinha como principal finalidade melhorar a eficiência produtiva e favorecer a exportação de carne de frango. A partir desse trabalho, foram geradas as linhas macho (LL) e fêmea (PP) que cruzadas eram responsáveis pela produção do frango de corte denominado na época de Embrapa.

Em 1985, a Granja Guanabara, que detinha de 5 a 10% do mercado de aves para corte e postura, teve seu patrimônio físico e genético transferido para o Ministério da Agricultura que o repassou a Embrapa. A partir de então, a Embrapa Suínos e Aves recebeu a responsabilidade de dar continuidade ao programa de melhoramento da Granja Guanabara. Assim, foram incorporadas ao programa as linhas White Leghorn (CC e DD) para postura de ovos brancos, as linhas Rhode Island Red (MM e GG) de postura de ovos castanhos, a linha Plymouth Rock Branca de postura ovos castanhos com o

gene silver (SS) para sexagem pela cor da plumagem do pinto, além das linhas de corte Plymouth Rock Branca (KK e ZZ). Durante várias gerações o grande desafio da Embrapa foi a erradicação de *Mycoplasma* e *Salmonella*. Depois de concluída essa etapa, toda a infraestrutura e material genético foram transferidos para uma estação experimental específica para alojar o programa de melhoramento da Embrapa, em Concórdia, SC.

Ainda em 1985, foram formadas as linhas controle (sem seleção) para CC, LL e PP, denominadas, respectivamente, CCc, LLc e PPc, com o objetivo de avaliar os ganhos genéticos advindos dos diferentes processos de seleção utilizados no programa. A partir de 1988 os objetivos e metas do projeto foram revistos, mantendo-se como objetivo principal o desenvolvimento de linhagens de corte e postura. Além disso, foram ampliados os esforços no desenvolvimento de tecnologias e na formação de recursos humanos, uma vez que já existiam os primeiros sinais de que algumas empresas nacionais poderiam iniciar atividades de melhoramento genético, como foi o caso da Agrocere, através de *joint-venture* com a Ross Breeders no início dos anos 90.

Em 1992, foram formadas as linhas macho TT (pelo cruzamento *inter se* de LL e ZZ) e fêmea VV (pelo cruzamento *inter se* de PP e KK). Atualmente a linhagem TT é uma das bases para estudos genômicos em aves, juntamente com a linhagem de postura CC. Em 1994 foram iniciados trabalhos de pesquisa com avaliação de características moleculares diretamente relacionadas com o desenvolvimento dos embriões, por meio do estudo de somitos. Em 2000, foram iniciados os estudos para formação dos pacotes genéticos para uso na agricultura familiar como Embrapa 041 (frango de corte colonial) e Embrapa 051 (poedeira colonial). Mais detalhes sobre a história e a evolução do Programa de Melhoramento Genético de Aves da Embrapa podem ser obtidos em Schmidt et al. (1993) e Figueiredo et al. (2000).

Os métodos de seleção utilizados para o melhoramento convencional das linhas puras de corte foram seleção massal combinada com seleção por níveis independentes de descarte (FIGUEIREDO et al., 1998). Das linhas puras produz-se os lotes de bisavós que produzem os lotes de avós, os quais pelo cruzamento produzem as matrizes híbridas. Em 2000 foram incluídas metodologias de seleção para eficiência alimentar e rendimento de peito nas linhas puras de corte, bem como para erradicação e caracterização molecular do vírus de leucose J e investigação da transmissão vertical do vírus da anemia em linhas puras.

Nas linhas de corte as características selecionadas com mais ênfase foram: nas linhas fêmeas - peso aos 42 dias de idade, conversão alimentar dos 35 aos 42 dias de idade, tamanho e conformação do peito e produção de ovos até 56 semanas de idade; nas linhas macho - peso aos 42 dias de idade, conversão alimentar dos 35 aos 42 dias de idade, tamanho e conformação do peito, e empenamento. Em ambas as linhas foi utilizado o método de níveis independentes de descarte para selecionar as características fertilidade e eclodibilidade, trabalho este que recebeu destaque da FACTA através de premiações.

Os métodos de seleção utilizados para o melhoramento das linhas puras de postura foram índices de seleção para ganhos desejados, combinados com seleção por níveis independentes de descarte. Utilizou-se também seleção recorrente recíproca. Apenas nas linhas de postura foi estimado o valor genético do indivíduo pelo modelo animal. Nas linhas macho foi priorizada a característica produção de ovos; nas linhas fêmea, peso e características do ovo. Em todas as linhas de postura houve seleção para idade a maturidade sexual, fertilidade, eclodibilidade, menor peso da ave ao início e ao final da postura, para maior peso inicial do ovo, bem como o monitoramento da qualidade dos ovos e resistência da casca.

Como resultado dos projetos de pesquisa em melhoramento genético de aves, conduzidos desde 1982 até hoje, a Embrapa Suínos e Aves desenvolveu cinco pacotes genéticos destinados ao mercado brasileiro: Embrapa 011 (poedeira de ovos brancos), Embrapa 021 e 022 (frango de corte), Embrapa 031 (poedeira de ovos castanhos), Embrapa 041 (frango de corte colonial) e Embrapa 051 (poedeira colonial de ovos castanhos). Detalhes sobre o desempenho desses produtos podem ser obtidos em Figueiredo et al. (1998), Figueiredo et al. (2003) e no folder produzido por Figueiredo e Albino (2000), e estão resumidamente descritos a seguir:

- Embrapa 011: O pacote comercial de galinhas de postura industrial de ovos brancos, Embrapa 011, era composto por duas linhas puras de aves da raça White Leghorn, com empenamento rápido, selecionadas para produção intensiva de ovos brancos. Algumas metas de desempenho da poedeira Embrapa 011, enquanto a mesma estava disponível no mercado eram: idade a maturidade sexual as 19 semanas, viabilidade na produção até 80 semanas de 90 a 93%, peso médio dos ovos ao redor de 60g, produção no pico de postura de 91 a 94 % e produção média entre 21 a 80 semanas de 77 a 80 % de postura.
- Embrapa 021: O pacote comercial Embrapa 021 dava origem a um frango de corte industrial, que era um híbrido proveniente do cruzamento de quatro linhas puras. Aos 42 dias de idade esse produto apresentava alta viabilidade (96 %), peso vivo de 2125 g, conversão alimentar de 1,84, rendimento de carcaça de 73,6% e rendimento de peito de 20%.
- Embrapa 031: O pacote comercial de galinhas de postura industrial de ovos castanhos, Embrapa 031, era composto por três linhas puras de aves: duas da raça Rhode Island Red e uma da raça Plymouth Rock Branca, selecionadas para produção intensiva de ovos de mesa de casca marrom. Algumas metas de desempenho da poedeira Embrapa 031 eram: idade a maturidade sexual as 19 semanas, viabilidade na produção até 80 semanas de 91 a 94%, peso médio dos ovos de 59g, produção no pico de postura de 89 a 92 % e produção média entre 21 a 80 semanas de 74 a 77 % de postura.

- Embrapa 041: O frango de corte colonial, Embrapa 041, é resultante do cruzamento controlado entre linhagens de galinhas pesadas e semipesadas e enquadra-se no recomendado pelo ofício circular DOI/DIPOA no 007/99 sobre o registro de produto Frango Caipira ou Colonial. Trata-se de um produto ideal para venda em lojas agropecuárias e integrações. Aos 42 dias de idade, apresenta 96% de viabilidade, 2.600 g de peso vivo, 2,35 de conversão alimentar, 71,5 de rendimento de carcaça e 18% de rendimento de peito. Os frangos apresentam plumagem avermelhada, sendo que as fêmeas apresentam coloração mais clara do que os machos. A principal diferença entre o frango de corte colonial Embrapa 041 e o frango de corte industrial Embrapa 021 é que o primeiro apresenta crescimento mais lento e características organolépticas específicas, como carne mais consistente, com menos gordura e coloração de pele mais acentuada.
- Embrapa 051: As poedeiras coloniais Embrapa 051 são galinhas híbridas, resultantes do cruzamento entre linhas Rhode Island Red e Plymouth Rock Branca, selecionadas na Embrapa Suínos e Aves. Essas galinhas são especializadas para produção de ovos de mesa casca marrom e por serem rústicas se adaptam bem aos sistemas menos intensivos, como parques.

Nas Figuras 1, 2, 3, 4 e 5, são apresentados os produtos genéticos desenvolvidos e lançados ao mercado pela Embrapa Suínos e Aves.



Crédito: Acervo Embrapa Suínos e Aves

Figura 1. A Poadeira Comercial 011 foi um dos primeiros produtos disponibilizados pelo Programa de Melhoramento Genético da Embrapa Suínos e Aves, em meados dos anos 90



Crédito: Acervo Embrapa Suínos e Aves

Figura 2. O Frango de Corte Industrial 021 foi uma tentativa da Embrapa de oferecer uma linhagem adaptada às condições brasileiras de produção. Mais tarde, a Unidade lançou a versão 022



Crédito: Acervo Embrapa Suínos e Aves

Figura 3. A Poedeira Comercial 031 ofereceu ao mercado uma opção para os interessados em produzir ovos vermelhos



Crédito: Acervo Embrapa Suínos e Aves

Figura 4. O Frango Colonial 041 foi bastante requisitado por projetos ligados à agricultura familiar nos anos 2000. Um desses projetos chegou até a lançar um produto comercial chamado “Frango Verde”



Crédito: Acervo Embrapa Suínos e Aves

Figura 5. A Poedeira Colonial de Ovos Castanhos 051 é ofertada ao mercado por meio de um acordo com Gramado Avicultura, que vende a galinha para produtores em todo o Brasil

Quando lançados, os produtos genéticos da Embrapa eram competitivos no mercado de genética de aves, como pode ser observado no exemplo da Tabela 1. Porém, diante da evolução agressiva dos programas privados de genética num comércio globalizado e das dificuldades em manter os programas oficiais de genética avícola competitivos, surge na Embrapa Suínos e Aves uma nova visão na genética de aves na qual se busca formas mais eficientes de se trabalhar as interfaces entre recursos genéticos, genômica e parceria com o setor privado. Dessa forma, foi encerrada a fase de desenvolvimento de produtos comerciais e os esforços foram direcionados para duas linhas de pesquisa: manutenção e caracterização das linhagens pertencentes ao programa de melhoramento e estudos de genômica de aves, com a intenção de explorar o potencial desta ciência para uso no melhoramento genético avícola. Além disso, busca-se parceiros para transferência das tecnologias geradas e do material genético para empresas privadas nacionais.

Tabela 1. Avaliação do desempenho do frango de corte Embrapa 021 na Coopercentral em 1999

Linha	NAA	MORT	IDA	PM	CA	IEP
LC1	136.550	4,94	44,2	2.086	1,957	230
LC2	7.462.337	6,46	46,2	2.258	1,968	232
LC3	165.500	5,29	43,5	2.105	1,968	232
LC4	70.300	3,37	43,0	2.089	1,921	244
LC5	2.242.291	5,25	47,1	2.301	2,017	229
LC6	1.813.150	5,67	46,0	2.160	2,030	218
LC7	31.800	6,14	45,5	2.273	1,975	237
EMBRAPA	33.130	4,29	43,3	2.109	1,936	241

LC= Linha comercial, NAA - Número de aves alojadas, MORT - Mortalidade,
 IDA - Idade de abate, PM - peso médio do lote, CA - Conversão alimentar,
 IEP - Índice de eficiência produtiva.

Os recursos para as pesquisas em melhoramento genético de aves foram captados junto aos órgãos de fomento FINEP e CNPq e por projetos internos da Embrapa. Além disso, houve o estabelecimento de parceria, em setembro de 2002, com a Cooperativa de Produção e Consumo Concórdia/SC-Copérdia. Essa parceria ajudou a custear o desenvolvimento de linhagens comerciais de aves para corte e postura, mediante utilização do material genético desenvolvido pela Embrapa; a avaliação, a campo, do desempenho do material genético em pequenas e médias propriedades; e a produção, transferência e comercialização dos produtos obtidos em razão dessa parceria. Essa ação otimizou o fluxo administrativo/financeiro da Unidade, e permitiu que os produtos comerciais e coloniais de frangos de corte e poedeiras gerados a partir do Programa de Melhoramento Genético da Embrapa Suínos e Aves ganhassem espaço no mercado de aves brasileiro, ampliando alternativas para a agregação de renda na agricultura familiar.

Genômica de aves

Um grande esforço da pesquisa genômica tem sido a identificação e o mapeamento de *loci* que controlam características quantitativas (QTLs). Estas informações facilitam a identificação de genes responsáveis por características poligênicas, como as características produtivas. Uma vez identificados os genes ou marcadores de interesse, esses poderão ser utilizados como complemento aos métodos de seleção genética tradicionalmente empregados, através da seleção assistida por marcadores (MAS), para melhorar a eficiência dos programas de melhoramento (LEDUR et al., 2003).

A Embrapa Suínos e Aves, em conjunto com a ESALQ/USP, iniciaram estudos em genômica de aves no Brasil em 1999 com o objetivo de mapear QTLs para características de interesse econômico para a avicultura. Posteriormente, os projetos na área de genômica levaram a formação da Rede

de Genômica de Aves, que une esforços da Embrapa, Universidades e Agro-indústria. Visando a identificação de genes ou marcadores de interesse, foram utilizadas duas abordagens alternativas e complementares: o estudo de genes candidatos e o mapeamento de QTLs. No estudo de genes candidatos são investigados genes de ação biológica conhecida e que estão envolvidos com o desenvolvimento ou a fisiologia de uma determinada característica. Já no mapeamento de QTLs busca-se identificar as regiões do genoma que controlam características quantitativas, como por exemplo, ganho de peso, produção de ovos e rendimento de peito.

Para esses estudos genômicos foi desenvolvida uma população F2 a partir do cruzamento entre linhagens divergentes de corte e postura que estão sendo utilizadas para identificar marcadores associados a características de crescimento, consumo e composição de carcaça, nas condições brasileiras de clima e manejo (LEDUR et al., 2000). Nos estudos de genes candidatos foram caracterizadas variantes alélicas em genes envolvidos no crescimento muscular e no metabolismo de gordura em aves. Alguns dos genes estudados foram: miostatina, MyoD, MRF4, Myf-5, miogenina, grelina, leptina e receptor da leptina. Por meio dessa abordagem se identificou um marcador genético potencial no gene do receptor da leptina para melhoria de rendimento de carcaça, peito e coxa em galinhas (NINOV et al., 2008).

Como resultados da abordagem do mapeamento de QTLs, em que foi realizada uma investigação do genoma da galinha, foram identificados e mapeados QTLs para características de desempenho, carcaça, peso de órgãos e também as associadas ao metabolismo e deposição de gordura (NONES et al., 2006; AMBO et al., 2009 e CAMPOS et al., 2009). Vários QTLs foram mapeados para peso ao nascer, peso aos 35 e aos 42 dias de idade. QTLs que controlam o comprimento do intestino foram também identificados (AMBO et al., 2009). Foi identificado um QTL no cromossomo (GGA) 7 influenciando 5 caracteres relacionados com crescimento e consumo alimentar. Outros QTLs foram mapeados nos GGAs 6 e 11 associ-

ados com o peso dos pés, nos GGAs 8 e 11 com o peso da moela, e no GGA13 com o peso do coração. O QTL para peso do coração explicou 4,34% da variação fenotípica para essa característica. Esse resultado é de grande importância para a avicultura, considerando que a capacidade cardio-respiratória está relacionada com problemas metabólicos como ascite e morte súbita em frangos de corte (MOURA et al., 2006). QTLs também foram mapeados para o rendimento de carcaça e de cortes nobres. Destacam-se, por sua importância econômica, os QTLs para rendimento de peito e de coxas e sobrecoxas. Na busca de regiões associadas ao metabolismo da gordura, foram mapeados cinco QTLs para peso da gordura abdominal nos GGAs 2, 3 e 27, seis QTLs para porcentagem de gordura abdominal nos GGAs 3, 10, 12 e 27 e quatro QTLs para níveis de triglicérides no plasma nos GGAs 5, 23 e 27 (CAMPOS et al., 2009).

Além disso, foram utilizadas metodologias de análise de múltiplas características para mapeamento de QTL em galinhas. Essa metodologia complexa permitiu mapear novas regiões do genoma associadas à caracteres de interesse para a avicultura, possibilitando discernir QTLs ligados (QTLs muito próximos) de QTLs pleiotrópicos (QTL associado a vários caracteres), o que não é possível pela análise de uma única característica por vez. Outro procedimento utilizado foi a inclusão da interação entre QTL e sexo no mapeamento de regiões de interesse, permitindo identificar QTLs importantes apenas nos machos e outros com maior efeito em machos do que em fêmeas (PINTO et al., 2006). Com base na população F2 da Embrapa, foram construídos os mapas de ligação de 23 cromossomos da galinha. Esses mapas de ligação confiáveis podem ser utilizados pela comunidade científica para mapeamento de QTLs ou auxílio na localização de genes em aves, juntamente com os demais disponíveis na literatura (NONES et al., 2005, AMBO et al., 2008).

Atualmente, está em andamento um projeto para a validação de marcadores identificados na população F2 nos projetos anteriores e, também, para a descoberta de novos marcadores associados à características de interesse em frangos de corte.

As pesquisas em genômica de aves contam com um laboratório com infraestrutura básica para biologia molecular, onde são realizadas análises de extração, amplificação e sequenciamento de DNA, e genotipagens de marcadores moleculares do tipo SNP e microssatélites, conforme Figura 6. Resultados gerados nessa linha de pesquisa vêm sendo disponibilizados na página da Rede de Genômica de Aves da Embrapa Suínos e Aves, no endereço: <http://www.cnpsa.embrapa.br/genomafrango/genomafrango.html>.

As regiões de QTL identificadas no genoma da galinha servirão de base para a descoberta e localização de genes envolvidos no controle de características de interesse econômico na avicultura. Contudo, pesquisas ainda são necessárias antes que essas informações possam ser utilizadas pelo setor produtivo. Os resultados dessas pesquisas têm impacto na redução da dependência tecnológica nacional e no avanço do conhecimento técnico-científico, sendo estratégicos para o aumento da competitividade do agronegócio brasileiro. As próximas etapas dessa linha de pesquisa envolvem o mapeamento fino de regiões importantes previamente identificadas, a validação de marcadores e a identificação de genes candidatos por posição. Essas etapas requerem o uso de novas metodologias de análise, aliadas ao desenvolvimento de novas estratégias.



Foto: Jane de O. Peixoto

Figura 6. Análise de sequenciamento automático de DNA no Laboratório de Genética Animal da Embrapa Suínos e Aves

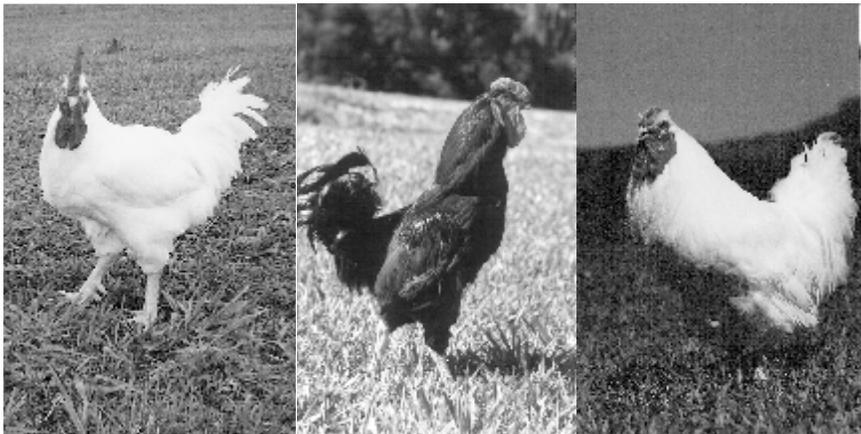
Núcleo de conservação de material genético

O material genético pertencente ao Programa de Melhoramento Genético da Embrapa Suínos e Aves está sendo mantido como um Núcleo de Conservação *in situ*. Esse material genético, que compreende aves de corte (linhas macho e linhas fêmea) e de postura (ovos brancos e castanhos), permanece sob seleção para múltiplas características e rigoroso controle sanitário e de biossegurança, possibilitando a geração dos produtos da Embrapa, tanto industriais como coloniais. Também são mantidas algumas linhas controle, as quais não sofrem nenhum processo seletivo. Esse plantel está livre de salmonela, micoplasma e é monitorado para Leucose J. A qualidade sanitária e a variabilidade das linhagens puras fazem desse material genético único para pesquisa no Brasil, uma vez que esse material genético puro não se encontra disponível no mercado. Dessa forma, a Embrapa Suínos e Aves é a única instituição oficial brasileira capaz de fornecer esse material para fins de pesquisa.

Desde de 2000 esse Núcleo de Conservação passou a fazer parte de projetos específicos para a manutenção de recursos genéticos da Embrapa. Em 2008, o Núcleo de Conservação passou a integrar a Rede de Recursos Genéticos Animais liderada pela Embrapa Recursos Genéticos (CENARGEN). Esse projeto em rede constitui-se num grande desafio nacional e visa caracterizar geneticamente as linhagens de corte e postura a fim de auxiliar na manutenção da máxima variabilidade genética e a conservação dessas populações como reservatório para a busca de alelos favoráveis relacionados à características produtivas.

O Núcleo de Conservação fornece material para os estudos em genômica de aves na Unidade. A partir dele foram formadas duas populações referência para estudos genômicos: a população segregante F2, proveniente do cruzamento de aves de corte (TT) e postura (CC), é a base para o mapeamento de regiões importantes no genoma da galinha, e a população pura

obtida a partir da linha macho TT, desenvolvida para a validação de marcadores potenciais e para a descoberta de novos genes. Além disso, esse material poderá servir de modelo para a incorporação das informações provenientes da genômica no melhoramento genético. Esse material genético também é excelente para trabalhos em outras linhas de pesquisas em genética, por exemplo, resistência à doenças, comportamento e bem-estar animal. Como direcionamento, busca-se manter a qualidade sanitária e ampliar as ações de conservação e caracterização, uma vez que esses recursos genéticos continuarão a desempenhar importante papel para pesquisas atuais e futuras. Na Figura 7 são apresentados exemplos da diversidade genética entre galos de linhagens puras desenvolvidas e mantidas no Núcleo de Conservação da Embrapa Suínos e Aves.



Fotos: Acervo Embrapa Suínos e Aves

Figura 7. Exemplo da diversidade genética entre os galos das linhagens de corte (TT) e de postura (GG e SS), respectivamente

Transferência de tecnologia em genética

Durante estas quase três décadas de implementação, o Programa de Melhoramento Genético de Aves da Embrapa Suínos e Aves atendeu e apoiou os programas estratégicos governamentais. Para isso, contou com o suporte de diversas áreas, principalmente a sanidade, nutrição e manejo e com a dedicação de vários pesquisadores e grande quadro de apoio. Como reconhecimento de suas contribuições, essa linha de pesquisa recebeu diversos prêmios importantes na avicultura brasileira, entre eles: o Troféu Mérito Avícola Nacional - Lauriston Von Schmidt, conferido pela União Brasileira de Avicultura (UBA), dois prêmios Jovens Cientistas conferidos pelo Congresso Mundial de Genética Aplicada a Produção Animal. Além desses, cerca de nove prêmios José Maria Lamas da Silva, conferidos pela Fundação APINCO de Ciência e Tecnologia Avícola e World Poultry Science Association foram recebidos pelos melhores trabalhos apresentados no evento, provenientes de resultados de pesquisas em Melhoramento Genético e Genômica de Aves. Os projetos da Embrapa Suínos e Aves em Melhoramento e Genômica permitiram intercâmbio com instituições de outros países como a Universidade de Purdue, EUA, Universidade de Guelph, Canadá, Universidade de Uppsala, Suécia, e Universidade Autônoma de Barcelona, Espanha, além da colaboração do Instituto Roslin, Escócia.

A partir dos pacotes genéticos comerciais gerados nesses projetos a Embrapa Suínos e Aves participou com destaque em feiras, exposições e eventos de caráter nacional ofertando material genético para empresas e organizações públicas e privadas de fomento à produção, bem como para produtores independentes interessados na produção de frangos, de ovos ou de matrizes. Diversos cursos, treinamentos e visitas foram conduzidos para repassar para a iniciativa privada todos os conhecimentos existentes sobre o material genético avícola disponível no Brasil.

Várias unidades de observação e de demonstração foram implantadas com a finalidade de transferência de tecnologia em produção de ovos industrial e colonial, bem como em produção de frangos de corte colonial e industrial, além de algumas em produção de matrizes (ovos férteis e pintos comerciais). Os projetos conduzidos nesse período geraram um grande número de publicações científicas em revistas indexadas nacionais e internacionais, em anais de congressos no Brasil e no exterior, além de um conjunto de publicações técnicas que estão disponíveis na página eletrônica da Embrapa Suínos e Aves. Em parceria com distintas universidades foram desenvolvidas várias teses de doutorado e dissertações de mestrado, bem como estágios de alunos de graduação, contribuindo diretamente para capacitação de recursos humanos para o melhoramento genético, estudos avançados na área de genômica e para utilização de marcadores moleculares em programas de melhoramento.

Referências

AMBO, M.; CAMPOS, R. L. R.; MOURA, A. S. M. T.; BOSCHIERO, C.; ROSARIO, M. F.; LEDUR, M. C.; NONES, K.; COUTINHO, L. L. Genetic linkage maps of chicken chromosomes 6, 7, 8, 11 and 13 from a Brazilian resource population. *Scientia Agrícola*, Piracicaba, v. 65, n. 5, p. 447-452, 2008.

AMBO, M.; MOURA, A. S.; LEDUR, M. C.; PINTO, L. F.; BARON, E. E.; RUY, D. C.; NONES, K.; CAMPOS, R. L.; BOSCHIERO, C.; BURT, D. W.; COUTINHO, L. L. Quantitative trait loci for performance traits in a broiler x layer cross. *Animal Genetics*, v. 40, n. 2, p. 200-208, 2009.

CAMPOS, R. L.; NONES, K.; LEDUR, M. C.; MOURA, A. S.; PINTO, L. F.; AMBO, M.; BOSCHIERO, C.; RUY, D. C.; BARON, E. E.; NINOV, K.; ALTENHOFEN, C. A.; SILVA, R. A.; ROSÁRIO, M. F.; BURT, D. W.; COUTINHO, L. L. Quantitative trait loci associated with fatness in a broiler-layer cross. *Animal Genetics*, v. 40, n. 3, p. 729-736, 2009.

FIGUEIREDO, E. A. P. de; SCHMIDT, G. S.; MUNARI, D. P.; ZANOTTO, D. L.; LEDUR, M. C. Genetic evolution in performance and correlated carcass response, in pure paternal and maternal broiler lines. In: *World Congress on Genetics Applied to Livestock Production*, 6., 1998, Armidale. *Proceedings... Armidale: 1998*. v. 24, p. 325-328.

FIGUEIREDO, E. A. P. de; ALBINO, J. Linhagens comerciais de galinhas para corte e postura. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2000. 8 p. 1 Folder.

FIGUEIREDO, E. A. P. de; SCHMIDT, G. S.; ROSA, P. S.; LEDUR, M. C. O programa de Melhoramento Genético de Aves da Embrapa. In: *SIMPÓSIO NACIONAL DE MELHORAMENTO GENÉTICO ANIMAL*, 3., 2000, Belo Horizonte, MG. *Anais... Belo Horizonte: SBMA, 2000*. p. 58-62. v. 3.

FIGUEIREDO, E. A. P. de; AVILA, V. S. de; ROSA, P. S.; MAZZUCO, H.; JAENISCH, F. R. F.; LEDUR, M. C.; SCHMIDT, G. S. Genetic gain in egg production and egg weight in Rhode Island Red x White Plymouth Rock cross Embrapa 031. In: *CONGRESSO MUNDIAL DE PRODUÇÃO ANIMAL*, 9., 2003, Porto Alegre. *Anais... Porto Alegre, 2003*.

LEDUR, M. C.; BERTANI, G. R.; NONES, K. Genômica nos programas de melhoramento genético avícola. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 2003, Campinas. Anais. Campinas: FACTA, 2003. p. 87-105.

LEDUR, M. C.; ZANELLA, E. L.; SCHMIDT, G. S.; JAENISCH, F. R. F.; SILVA, V. S.; VENTURA, L.; COUTINHO, L. L. Divergence of strains and strain crosses used to develop new reference populations for QTL studies in poultry. In: WORLD'S POULTRY CONGRESS, 21., 2000, Montreal, Canada. Abstracts & Proceedings. Montreal: WPC, 2000. 1 CD-ROM.

MOURA, A. S. A. M. T.; BOSCHIERO, C.; CAMPOS, R. L. R.; AMBO, M.; NONES, K.; LEDUR, M. C.; ROSARIO, M. F.; MELO, C. M. R.; BURT, D. W.; COUTINHO, L. L. Mapping QTL for performance and carcass traits in chicken chromosomes 6, 7, 8, 11 and 13. In: WORLD CONGRESS ON GENETICS APPLIED TO LIVESTOCK PRODUCTION, 8., 2006, Belo Horizonte, MG. Proceedings... Belo Horizonte: Instituto Prociência, 2006. 1 CD-ROM.

NINOV, K.; LEDUR, M. C.; NONES, K.; COLDEBELLA, A.; BERTOL, T. M.; CAETANO, A. R.; COUTINHO, L. L. Polimorfismo de base única (SNP) no gene do receptor da leptina associado com características de rendimento e composição de carcaça de galinhas. In: Simpósio Brasileiro de Melhoramento Animal, 7., 2008, São Carlos, SP. Anais... São Carlos: SBMA, 2008.

NONES K.; LEDUR M. C.; RUY D. C.; BARON E. E.; MOURA A. S. A. M. T.; COUTINHO L. L. Genetic linkage map of chicken chromosome 1 from a Brazilian resource population. *Scientia Agricola*, v. 62, p. 12-17, 2005.

NONES, K.; LEDUR, M. C.; RUY, D. C.; BARON, E. E.; MELO, C. M. R.; MOURA, A. S. A. M. T.; ZANELLA, E. L.; BURT, D. W.; COUTINHO, L. L. Mapping QTLs on chicken chromosome 1 for performance and carcass traits in a broiler x layer cross. *Animal Genetics*, v. 37, p. 95-100, 2006.

PINTO, L. F. B.; PACKER, I. U.; LEDUR, M. C.; CAMPOS, R. L. R.; MOURA, A. S. A. M. T.; AMBO, M.; BOSCHIERO, C.; NONES, K.; RUY, D. C.; BARON, E. E.; PÉREZ-ENCISO, M.; COUTINHO, L. L. Quantitative trait loci by sex interactions for performance and carcass traits in a broiler x layer cross. In: XII Reunión Nacional de Mejora Genética Animal, 12., 2006, Gijón. Proceedings... Gijón: 2006. 8 p. 1 CD ROM.

SCHMIDT, G. S.; LEDUR, M. C.; FIGUEIREDO, E. A. P. Melhoramento genético de aves no Brasil: resultados obtidos nas Instituições oficiais de pesquisa. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 1993, Campinas. Anais... Campinas: APINCO, 1993. p. 83-97.