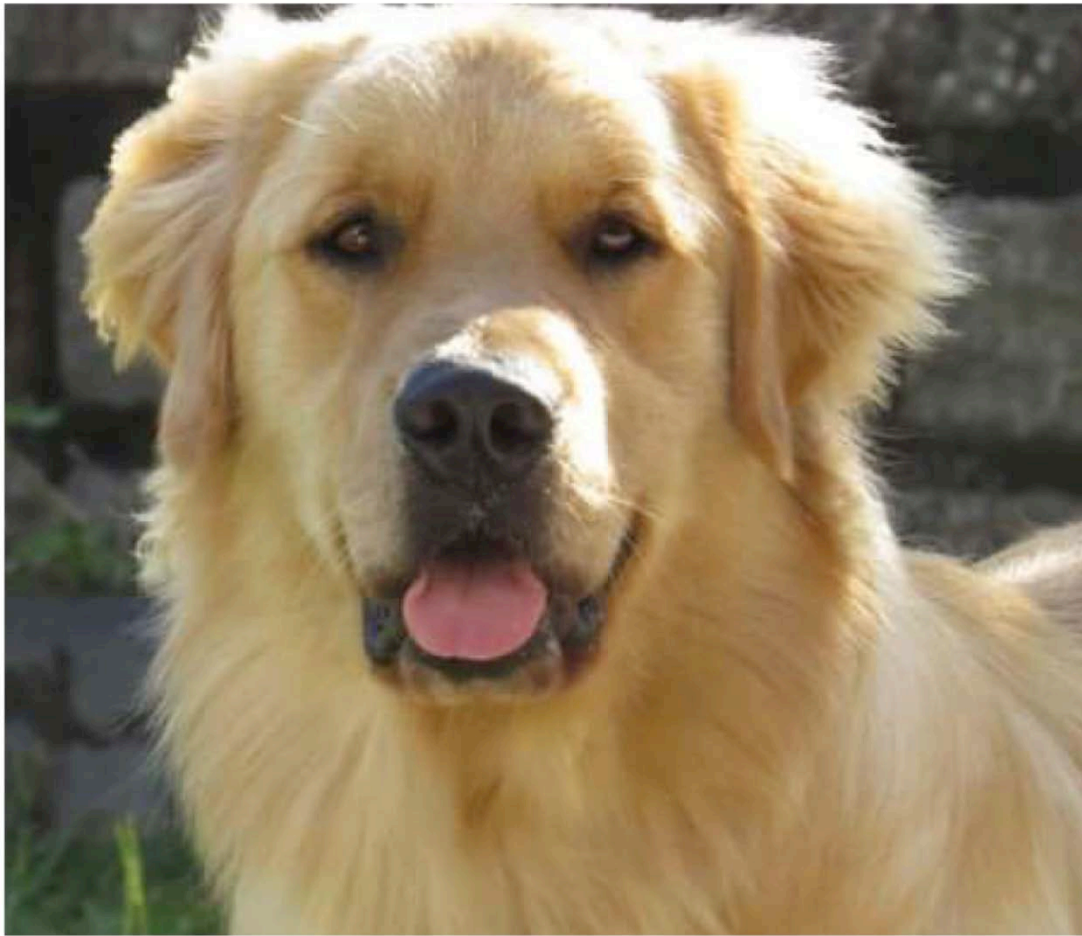


MANUAL DE GENÉTICA PARA CRIADORES DE CÃES

Uma breve abordagem



Autoria: Fabiana Michelsen de Andrade, Biol., MSc, PhD

www.geneticacanina.com

@genetica.canina

Janeiro de 2022

Dedico este texto para meu amado filho, Dublin Dior Oliver's Kind (2013-2021). Um dourado que me fez conhecer o mais puro amor entre espécies, e que me inspirou no aprofundamento dessa bela ciência que é a genética canina.

Dedico também a todo e qualquer criador ético, responsável e com desejo de melhorar sempre. Para minha sorte, em minha caminhada tenho conhecido mais e mais criadores deste tipo. Que eu consiga mostrar a importância da genética para uma criação de qualidade e contribuir para colocar a cinofilia brasileira no 1º mundo da criação de cães.

SOBRE A AUTORA:

Fabiana M. de Andrade é natural de Porto Alegre (RS), graduada em Ciências Biológicas pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS (1996). Possui Mestrado (1999) e Doutorado (2003) em Genética e Biologia Molecular pela mesma universidade. Em 2012 realizou um pós-doutorado no *Institute for Cell & Molecular Biosciences* (Newcastle University - Inglaterra), onde trabalhou com análises de expressão gênica em cultivo de células neuronais. Possui 16 anos de experiência em docência de ensino superior, tanto em nível de graduação como na pós-graduação, e para cursos da saúde, e nos últimos anos para Medicina Veterinária. Possui mais de 40 publicações na área da genética, a maioria em revistas internacionais, sendo as últimas na área da genética canina. Atualmente, tem interesse focado em melhoramento genético de pequenos animais, com atuação como assessora do laboratório LinkGen Biotecnologia Veterinária, e no aconselhamento genético de criadores de pequenos animais. É criadora do site www.geneticacanina.com. Em 2019, passou a integrar o grupo MEGAGEN, do PPG em Zootecnia da UFRGS, através de um segundo Pós-Doutorado na área de Melhoramento Genético de caninos. A partir de novembro de 2021 atua como consultora AD-HOC do Conselho Cinotécnico da CBKC.

(este texto é propriedade intelectual exclusiva da autora, e sua reprodução sem a correspondente citação é expressamente proibida, e está sujeita as penalidades previstas na lei. Esta apostila foi voluntariamente cedida para a CBKC, para divulgação)

TÓPICOS GERAIS ABORDADOS:

1 - A importância da genética na cinofilia.....	6
2 - Genética básica: conceitos fundamentais.....	7
3 - A coloração da pelagem de cães: tipos de pigmento.....	14
4 - Tipos de acasalamentos: <i>inbreeding</i> , <i>linebreeding</i> , <i>crossbreeding</i> , <i>outbreeding</i> e <i>outcrossing</i>	17
5 - A importância do controle de consanguinidade.....	21
6 – Exames de saúde na cinofilia.....	27
7 - Conclusão.....	30
8- Sugestões de leitura.....	31

1 - A IMPORTÂNCIA DA GENÉTICA NA CINOFILIA

Com o avanço do conhecimento científico sobre genética de pequenos animais domésticos, que vem ocorrendo de forma mais expressiva na última década, tem se tornado cada vez mais importante a aplicação destes novos conhecimentos na prática da criação. Neste sentido, a questão fundamental a ser analisada para o sucesso de um programa de criação é se o “problema” pode ser respondido através da genética básica, de fácil compreensão do leigo, ou se o mesmo necessita de intervenção de um profissional da área. Como acontece em qualquer campo de conhecimento, mesmo para decidir quando procurar auxílio especializado, o criador precisa ter noções mínimas desta área. O desconhecimento do que é a genética faz com que o criador nem perceba que precisa de auxílio técnico. Neste sentido, este texto tem objetivo de fornecer noções básicas sobre o assunto, de forma aplicada à cinofilia.

Quando necessitar de auxílio, é importante lembrar que a genética é uma especialidade, e nenhum profissional apenas graduado está habilitado para este trabalho. Biólogos, zootecnistas ou médicos veterinários, com pós-graduações em genética ou melhoramento genético (que são áreas diferentes das especializações em “reprodução animal”) são os profissionais mais indicados para a atuação na área.

2 - GENÉTICA BÁSICA: CONCEITOS FUNDAMENTAIS

2.1 DNA, GENE, CROMOSSOMO, GENÓTIPO E FENÓTIPO

“**DNA**” é a sigla para a denominação de uma molécula que possui extrema importância no funcionamento de cada célula e tecido de qualquer organismo: é nesta molécula que estão guardadas as informações para a produção e metabolismo de tudo o que o corpo necessita para seu correto funcionamento, desde substâncias produzidas pelo próprio indivíduo, como aquelas que vêm através da alimentação, respiração e absorção.

Cada espécie possui um número diferente de moléculas de DNA no interior de suas células: a espécie humana possui 46 DNA's, enquanto caninos possuem 78 moléculas deste tipo. Se fosse possível alinhar todas as moléculas de DNA de uma célula, teríamos aproximadamente dois metros de DNA dentro de uma única célula. Quando lembramos que células são unidades microscópicas, as quais não conseguimos visualizar a olho nu, é possível perceber esta aparente contradição: como pode 2m de comprimento de qualquer coisa caber dentro de uma célula que é microscópica?

A forma como a natureza consegue resolver este problema, é através da organização extrema: cada uma das 78 moléculas de DNA de um canino é “empacotada” em uma estrutura muito mais curta, para que possa caber no interior da célula, chamada de “**cromossomo**”. Uma boa analogia é um novelo de lã: o novelo seria um cromossomo, enquanto o fio de lã seria o próprio DNA. Assim, em uma única célula canina, existem 78 “novelos de lã”, com um grande comprimento de DNA cada um deles.

Os cromossomos de uma espécie existem em pares, ou seja: caninos possuem 78 cromossomos, sendo então 39 pares. O motivo de existirem 39 pares diferentes entre si, e não 78 cromossomos diferentes entre si, reside na herança genética: cada genitor doa um conjunto de cromossomos para o filhote – o pai doa 39 cromossomos dentro do espermatozoide (um diferente do outro, sendo chamados cromossomos 1 a 38, além do X ou Y), enquanto a mãe doa outros 39 cromossomos dentro do óvulo (1 a 38, além do cromossomo X).

E por que é necessário que existam tantos cromossomos? Lembre-se: cada um “guarda” uma longa molécula de DNA, que é extremamente importante para o funcionamento do organismo, porque possui centenas de “**genes**” diferentes. Assim, quando olhamos todos os 39 pares, teremos milhares e milhares de genes diferentes: de fato, atualmente sabe-se que caninos possuem 20.100 genes diferentes. Mas o que é um “**gene**”? Gene é um pequeno pedaço de DNA que possui a informação para produzir uma substância importante para a célula, tecido, órgão e organismo. Esta substância pode ser desde algo que apenas determine a cor do animal, até algo extremamente importante para a sobrevivência: alguns exemplos incluem a melanina, o colágeno, a insulina, todos anticorpos, e etc. Desta forma, defeitos dentro de genes, terão impactos para o animal.

Como cada cromossomo está duplicado (afinal, o cão recebeu um do pai e um da mãe daquele par), todos os genes de um cromossomo estão também duplicados. Assim, ao avaliarmos um único gene (ex, gene para cor de olho), o cão terá sempre a informação para uma “dupla”: como é o gene para cor de olho que o cão herdou do pai? Como é o mesmo gene

que o cão herdou da mãe? Esta dupla de genes recebe o nome de “**genótipo**”, e é sempre a informação que estará em laudos de análises de DNA.

Já o termo fenótipo se refere ao que é manifestado pelo animal: qualquer manifestação que possa ser visivelmente determinada (cor da pelagem por exemplo), ou diagnosticada por algum tipo de exame (por exemplo, o raio X para a displasia coxofemoral), é chamada de “**fenótipo**”. Assim, **fenótipos** não necessitam de exames de DNA para serem determinados (embora possam precisar de outros tipos de exames clínicos), embora o **genótipo** só possa ser determinado por testes genéticos.

2.2 - TIPOS DE FENÓTIPOS, DE ACORDO COM A INFLUÊNCIA DA GENÉTICA

A forma mais abrangente de classificação da influência da genética sobre fenótipos é a divisão entre fenótipos **MONOGÊNICOS** e **MULTIFATORIAIS**. Ao analisarmos as próprias palavras, já é possível ter uma dica sobre os respectivos conceitos:

- **MONOGÊNICO** é qualquer fenótipo que é **DETERMINADO** por um **ÚNICO GENE**. O cão pode ter este gene normal, ou então com alguma mutação, e somente esta variação em um único gene já será suficiente para explicar o fenótipo. Um ótimo exemplo é a diferença de coloração da pelagem sólida ou merle: cães com o gene “M” normal terão pelagem sólida, e cães com a mutação neste gene terão pelagem merle. Um outro exemplo, agora relacionado à saúde, é a doença conhecida como “anomalia do olho do Collie” ou CEA (*Collie Eye Anomaly*). Cães normais possuem o gene da CEA normal, e cães com a doença possuem a mutação neste gene. Para fenótipos **MONOGÊNICOS**, não existe nenhum fator ambiental que possa influenciar o resultado fenotípico, assim como nenhuma outra mutação conhecida possui influência. Ou seja: basta a mutação em **UM ÚNICO GENE** para o cão manifestar o fenótipo. Por este motivo, testes genéticos que detectam mutações são possíveis para este tipo de fenótipo, e de fato, atualmente existem mais de duas centenas disponíveis no mercado, para mais de duas centenas de fenótipos diferentes. Fenótipos monogênicos podem ainda ter diferentes classificações: dominantes ligados ao cromossomo X, recessivos ligados ao X, autossômicos dominantes e autossômicos recessivos. Os dois primeiros possuem relação com o sexo do animal, enquanto os dois últimos não. A enorme maioria dos fenótipos conhecidos é autossômica, e dentre estes a quase totalidade é recessiva.

- **MULTIFATORIAL** é qualquer fenótipo causado por múltiplos fatores, sendo estes tanto vários defeitos genéticos (ou seja, poligenes) como problemas relacionados ao ambiente do cão. Este conceito parece simples, mas exige um maior aprofundamento, pois abre espaço para uma série de interpretações. Quando um fenótipo é multifatorial, isto significa que para que o mesmo ocorra, é necessário um somatório mínimo de fatores de ambos os lados (genéticos e ambientais). Nenhum somatório genético será tão ruim que o cão já manifeste a doença só por causa da genética. Da mesma forma, nenhum somatório de fatores ambientais será determinante para que o cão já manifeste a doença só por causa do ambiente. Ou seja, para fenótipos classificados como multifatoriais, é necessário sempre o somatório. Um bom exemplo é o peso de um cão: o mesmo terá sobrepeso se uma série de fatores se somarem, tanto genéticos como ambientais. O mesmo ocorre para fenótipos de saúde, e sabe-se que as doenças mais comuns são aquelas classificadas como multifatoriais. Dentre os exemplos com maior preocupação na cinofilia estão a displasia coxofemoral, displasia de cotovelo, hérnia de disco, luxação de patela, demodicose (sarna demodécica ou sarna ra), síndrome

braquicefálica, dermatite atópica, dentre muitas outras. **Para todas estas doenças, não faz sentido perguntar se têm apenas origem genética ou ambiental. Todas ocorrem devido ao somatório**, de forma que a responsabilidade pelo seu controle deve ser compartilhada entre criador (pelo lado da genética) e tutor (pelo lado do ambiente).

Uma questão de grande importância para doenças multifatoriais como um todo é a de que **não existem testes genéticos para seu diagnóstico precoce**. Ou seja, não é possível saber através de exame de DNA se um cão possui mutações para a doença ou não. Ainda assim, existem diferentes metodologias de melhoramento genético que permitem identificar o cão com mais chance de portar estas mutações, e direcionar acasalamentos para diminuir a probabilidade da doença nos descendentes. Para este tipo de "problema", **sempre será trabalhada a diminuição de risco, não sendo possível zerar este risco**, devido à própria etiologia da doença. Assim, por mais que um criador avalie a saúde de seu plantel, e possua laudos atestando ausência de doença nos pais da ninhada (por exemplo, pais com laudos "A" para displasia coxofemoral"), **não é possível fornecer garantia para o comprador**.

- **DOMINANTE X RECESSIVO (somente para fenótipos MONOgênicos!)**: nos casos em que é possível avaliar a herança de uma característica de interesse, um conceito básico é muito útil para seu entendimento: o fenótipo (ou seja, o que se manifesta no animal, o que é visível) é determinado de forma dominante ou recessiva?

Como exemplo, podemos imaginar que cães possuem somente a pelagem de cor preta ou marrom. Como as mesmas são determinadas?

O primeiro ponto é lembrar que a determinação destas cores é um conjunto da herança paterna e materna, de forma que o gene para cor está sempre em duplicata. Assim, podemos dizer que o cão possui o "gene materno" (alelo materno) e também o "gene paterno" para cor de pelagem. O esquema abaixo ajuda a demonstrar este conceito, e os três tipos de cães que seriam possíveis no exemplo (Figura 1).

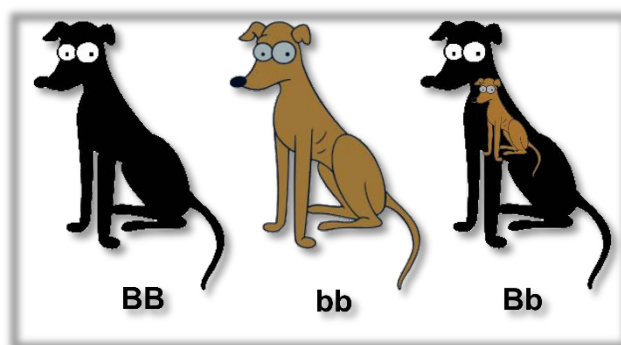


Figura 1 - Esquema demonstrativo do conceito de dominante e recessivo

No entanto, todos sabemos que não existem cães "com a parte do meio marrom, e o restante preto" como o terceiro cão da figura 1. Este cão que recebeu um alelo para preto do pai, e um alelo para marrom da mãe, demonstra somente uma cor no fenótipo: **a cor aparente neste cão é aquela determinada pelo alelo dominante, enquanto a cor que ficou escondida, é a determinada pelo alelo recessivo**. Desta forma, existiriam duas possibilidades para cães pretos (BB ou Bb), e somente uma possibilidade para cães marrons (bb).

Tecnicamente, o cão portador de dois alelos iguais (BB ou bb) é denominado de homozigoto, enquanto aquele portador de dois alelos diferentes (Bb) é o heterozigoto. Novamente, somente pelo fenótipo é impossível determinar se um cão preto é “BB ou Bb”. No entanto para o cão marrom, a única possibilidade é “bb”.

Este conhecimento é de grande importância na criação, uma vez que pode auxiliar o criador na determinação de seus acasalamentos. Existem diferentes termos populares para denominar o cão heterozigoto: estes cães são muitas vezes chamados de “portadores”, ou “fatorados para” a cor escondida. Por exemplo, o cão “Bb” do exemplo acima, seria um cão preto, fatorado para marrom. Desta forma, apesar de ser preto, poderia passar para a descendência a cor marrom.

O mesmo se aplica para fenótipos de saúde: existem tanto doenças dominantes quanto recessivas. De uma forma geral, uma mesma enfermidade (mesmos sinais clínicos) possui a mesma etiologia em todas as raças, embora isto não seja uma regra. Como exemplo, a atrofia progressiva da retina (PRA), que leva à cegueira, é uma doença comum no Cocker Spaniel Inglês (em torno de 10% dos cães afetados, variando de acordo com a população), sendo classificada como recessiva. Esta doença ocorre em muitas outras raças, sendo em geral mais rara, e na grande maioria delas é recessiva. Lembre-se que isto significa que cães portadores da mutação (“carriers”, como os cães “fatorados” para cor) nunca desenvolvem a doença, mas o acasalamento de dois cães portadores originará 25% dos filhotes com a doença (como explicado na próxima sessão). Para algumas raças, no entanto, esta é uma doença dominante, como é o caso do Mastiff Inglês, por exemplo. Lembre-se que ser classificada como dominante significa que o cão portador da mutação já irá desenvolver a doença, e que acasalando este cão com um normal irá originar 50% dos filhotes com o mesmo problema.

De uma forma geral, doenças recessivas são muito mais comuns que doenças dominantes, ou seja, existe um número maior de doenças do primeiro tipo do que do segundo. No entanto, ao serem comparadas com doenças multifatoriais, a prevalência destas doenças nas raças é sempre inferior, sendo enfermidades muito mais raras. Nenhuma doença recessiva ou dominante será tão comum (com prevalência tão alta) como a maior parte das doenças multifatoriais. Além disto, embora existam mais ou menos duas centenas de doenças deste tipo, este é um número de doenças para cães de uma forma geral: o número de doenças com ocorrência significativa em cada raça é muito menor (entre uma e no máximo 10), e o conhecimento daquelas comuns para a raça criada é de extrema importância para o criador, uma vez que atualmente há testes genéticos disponíveis para detecção de muitas delas, com possibilidade, portanto, de impedir o nascimento de animais acometidos. Para tanto, é importante procurar orientação especializada.

2.3- PREVENDO RESULTADOS DE ACASALAMENTOS

Para fenótipos simples, como algumas colorações de pelagem, é possível determinar quais cães devem ser reproduzidos para atingir o resultado esperado. Isto porque a 1ª Lei de Mendel, base de toda a genética, determina que:

- 1) Para um gene, todo cão possui dois alelos (ou seja, sempre uma duplicata), pois recebeu um de cada genitor

- 2) Ao produzir um óvulo ou o espermatozoide, somente um alelo deste gene estará aleatoriamente presente

Assim...

- um padreador preto “BB” produz 50% dos seus espermatozoides com o alelo “B” que recebeu do pai para cor preta, e os outros 50% dos seus espermatozoides terão o alelo “B” que recebeu da mãe para a cor preta. Ou seja, só produz espermatozoides com o alelo para “B” para preto.
- um padreador marrom “bb” produz 50% dos seus espermatozoides com o alelo “b” que recebeu do pai para cor marrom, e os outros 50% dos seus espermatozoides terão o alelo “b” que recebeu da mãe para a cor marrom. Ou seja, só produz espermatozoides com o alelo para “b” para preto.
- um padreador preto “Bb” produz 50% dos seus espermatozoides com o alelo “b” que recebeu do pai para cor marrom (ou da mãe), e os outros 50% dos seus espermatozoides terão o alelo “B” que recebeu da mãe para a cor preta (ou do pai).

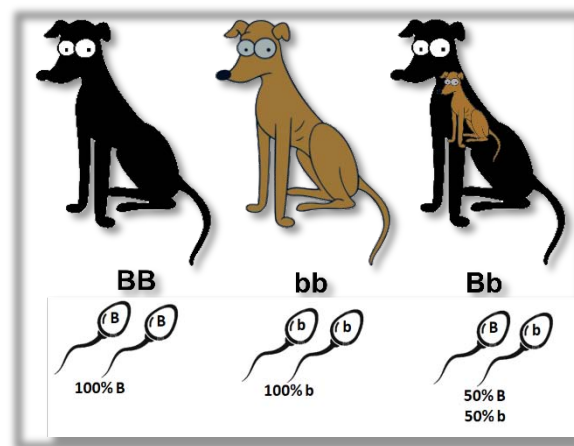


Figura 2 - Esquema demonstrativo dos tipos de espermatozóides formados em cada cão, com relação à composição genética do gene B (o mesmo acontece com matrizes e seus óvulos)

A grande questão sobre a previsão é: não é possível prever qual óvulo (com “B” ou “b”) será fecundado por qual espermatozoide (com “B” ou “b”). E é por isto que o raciocínio da previsão para a ninhada é baseada em chances. O geneticista britânico Reginald Pünnet criou um diagrama para facilitar esta previsão, denominado de quadrado de Pünnet. A parte esquerda da figura abaixo mostra, do lado de fora do quadrado de Pünnet, as possibilidades de espermatozoides e óvulos para o acasalamentos de dois cães pretos, porém heterozigotos (fatorados) para marrom. O quadrado da direita demonstra todas as possibilidades de filhotes (quatro ao total), e a contagem dos mesmos fornece a probabilidade de ocorrência na ninhada, para este exemplo de pais (1/4 BB, 2/4 Bb e 1/4 bb):

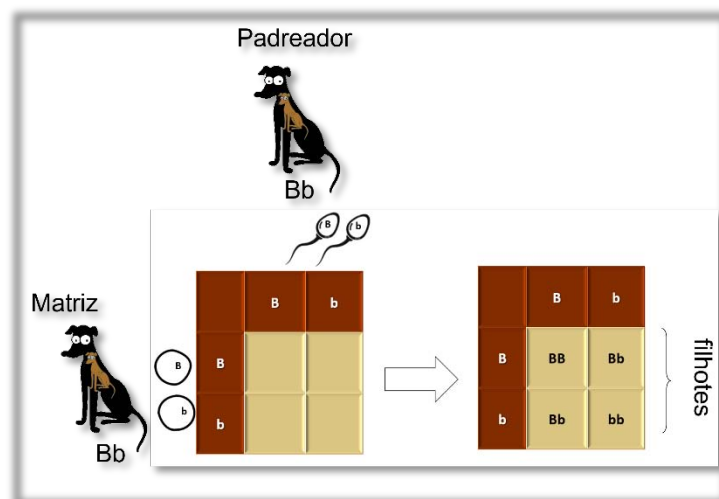
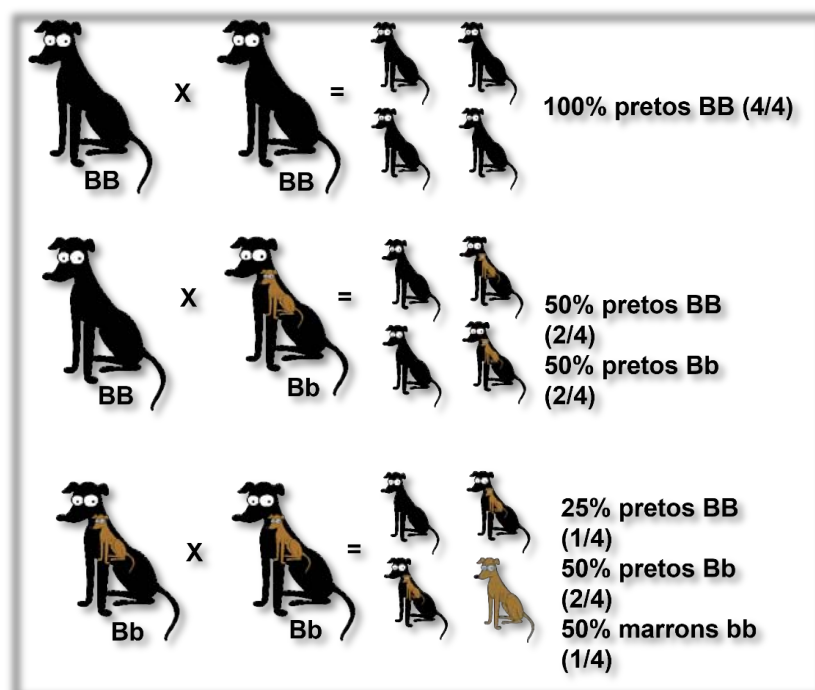


Figura 3 - Quadrado de Pünnet demonstrando o resultado do acasalamento de dois cães “Bb”

Veja, portanto, que nem sempre o aparecimento de uma cor na ninhada diferente daquela cor dos pais deve ser motivo de surpresa para o criador. Neste caso, por exemplo, se os pais pretos vêm de pedigrees onde algum ancestral era marrom (especialmente os pais do casal), é totalmente esperado que algum filhote da ninhada nasça marrom. Isto é verdadeiro para grande parte das cores de pelagem. Novamente, o exemplo abaixo demonstra o que os quadrados de Pünnet já haviam previsto:



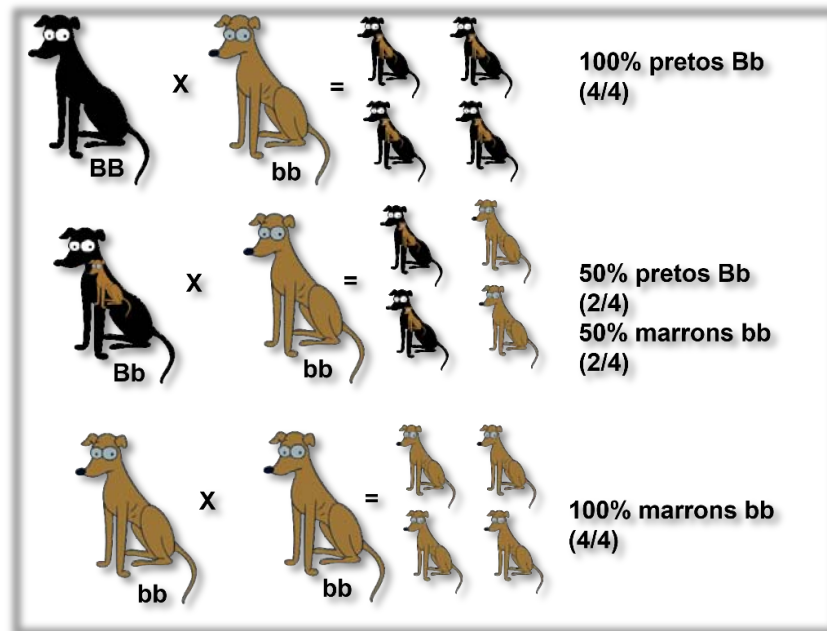


Figura 4 - Possibilidades de casais e probabilidades de filhotes nas ninhadas com relação ao gene B

O mesmo raciocínio utilizado aqui para as cores preto x marrom se aplica para cães saudáveis ou doentes, para qualquer uma das aproximadamente 200 doenças dominantes ou recessivas. Ou seja: conhecendo os alelos do casal (no exemplo, se BB, Bb ou bb) é possível direcionar acasalamentos para impedir a ocorrência da doença na prole.

3 - A COLORAÇÃO DA PELAGEM EM CÃES: TIPOS DE PIGMENTO

A pigmentação da pele e dos pelos de um cão é determinada a partir da produção de pigmento por células denominadas de melanócitos. De acordo com o tipo e a quantidade de pigmento produzido, e retido na pele ou secretado para o pelo, o cão terá diferentes colorações. É importante distinguir os principais tipos de pigmento:

→ **eumelanina**: quando este pigmento é secretado no pelo, é o mesmo que ocorre na pele. Desta forma, é impossível que um cão tenha um tipo de eumelanina no pelo, e outra na pele. A eumelanina pode variar em **tipo** e em **quantidade**.

- 1) **tipos** de eumelanina: preta ou marrom, originando pelagem **sólida**
- 2) **quantidade** de eumelanina: normal/total, ou quantidade diminuída, originando pelagem de cor **diluída**

Assim, com relação à eumelanina, cães podem ser de ao menos quatro cores, todas quando presentes no pelo, igualmente presentes na pele (trufa, por exemplo):

- **preto**
- **marrom**
- **azul** (menor quantidade de preto, ou preto diluído)
- **isabela** (menor quantidade de marrom, ou marrom diluído)

Mesmo quando outras cores são produzidas no pelo, é ainda possível determinar que tipo de eumelanina o cão produz, através da coloração de sua pele, por exemplo na trufa.

→ **feomelanina**: este pigmento nunca está presente na pele, sendo somente acumulado no pelo. A feomelanina possui uma ampla gama de variação de tons, todos relacionados de alguma forma à coloração creme, amarelada, caramelo, alaranjada ou avermelhada. Estas variações são possíveis devido principalmente à quantidade de feomelanina produzida em cães sem eumelanina na pelagem, que pode ser desde nenhuma (cão **branco**) ou pouca (cão **creme**), passando pelos tons de **dourado, baio e abricó**, até muita feomelanina (cães **laranja, avermelhados e vermelhos**).

Além dos tipos de quantidades de pigmento possíveis, a variação de padrões de pelagem ainda aumenta muito quando a distribuição dos dois tipos de melanina é levada em conta. Diferenças na distribuição destes pigmentos podem ocorrer ao longo do fio de pelo, originando fios que tenham ambos os pigmentos no mesmo fio (como em cães com pelagem *agouti* ou semelhante a lobos, e também em cães com pelagem zibelina ou *sable* – veja a figura abaixo). Além disto, ao longo do corpo pode haver áreas com um tipo de pigmento, áreas com outro tipo de pigmento, e ainda áreas sem pigmento algum. Desta forma, ainda são possíveis cães de pelagem merle, cães malhados, cães tigrados, cães com pintas, além dos diferentes tipos de máscaras.

Veja nas figuras abaixo alguns exemplos de fios de pelo, de acordo com a deposição de eumelanina (E) e/ou feomelanina (F):



Figura 5 – Tipos de pelos com relação ao tipo, distribuição e intensidade de eumelanina e feomelanina

A genética da coloração da pelagem é uma característica bastante complexa, e ainda não completamente entendida. Abaixo, é fornecida uma listagem dos principais genes cujas mutações/defeitos estão relacionados com diferentes cores, distribuições e padrões. É importante lembrar que alguns destes genes funcionam em conjunto, sendo necessário auxílio técnico para um completo entendimento. Além disto, sugere-se fortemente uma consultoria técnica com profissional geneticista antes de realizar a aquisição de testes genéticos, uma vez

que muitas vezes os mesmos não são necessários, e em outras vezes o número de testes comprados pode ser diminuído drasticamente.

Tabela 1 – Lista dos principais genes relacionados à coloração de pelagem

GENE	Fenótipos/cores/tons associados	
E	Eumelanina preta (dominante) ou marrom/ feomelanina dourada / máscara melânica	
K	Eumelanina sólida (preta dominante ou marrom)/ tigrada / outras cores dependendo de outros genes	
B	Eumelanina preta (dominante) / marrom	
A	Feomelanina dourado a avermelhado / zibelina / cinza lobo (agouti)/ preto (eumelanina) e canela (feomelanina), eumelanina preta (recessiva)	
As	Capa preta (distribuição típica de preto e canela)	
D	Eumelanina sólida (preta ou marrom) / diluída (azul ou isabela)	
I	Feomelanina intensa (avermelhado) / média (amarelado, dourado) / clara (creme, quase branco)*	
M	Merle	
H	Harlequim (somente no Dog Alemão)	
T	Pintas em fundo branco	

*recentemente, outros genes relacionados à intensidade de deposição de feomelanina foram descobertos, porém não constam desta listagem.

A genética detalhada de cada um dos genes de coloração, a interação entre eles, assim como a capacidade de previsão de cores na ninhada são assuntos bastante complexos. Assim, apesar do interesse de muitos criadores no assunto, este tema não será aprofundado no presente texto, e sugere-se a utilização de mão de obra especializada para o auxílio na definição de quais testes genéticos são necessários realizar (caso o sejam), para quais cães do plantel, e qual a previsão do resultado de cores na prole.

4 - TIPOS DE ACASALAMENTOS: *INBREEDING*, *LINEBREEDING*, *CROSSBREEDING*, *OUTBREEDING* E *OUTCROSSING*

Com relação ao tipo de acasalamento consanguíneo, é importante lembrar que existe uma grande variação de nomenclatura e conceitos, o que gera grande confusão quando diferentes criadores falam do mesmo assunto. Muitos definem o tipo de consanguinidade com base na proximidade dos cães reproduzidos, mas este não é o conceito mais adequado, uma vez que para medir proximidade genética entre o casal existe um valor denominado de “coeficiente de consanguinidade” ou COI (tratado na próxima sessão). Desta maneira, para tornar mais fácil o entendimento, neste texto serão utilizados os seguintes conceitos:

Inbreeding: acasalamento de dois animais com **grau de parentesco próximo**, que tenham um ou mais ancestrais em comum (ex: dois irmãos, que possuem pai e mãe em comum; dois meio-irmãos que possuem pai OU mãe em comum; primos, que possuem algum ou alguns avôs em comum). Veja exemplos na figura abaixo (cores repetidas representam animais repetidos). Alguns criadores denominam *inbreeding* qualquer tipo de acasalamento de parentes muito próximos, mas este não é o conceito que será utilizado aqui.

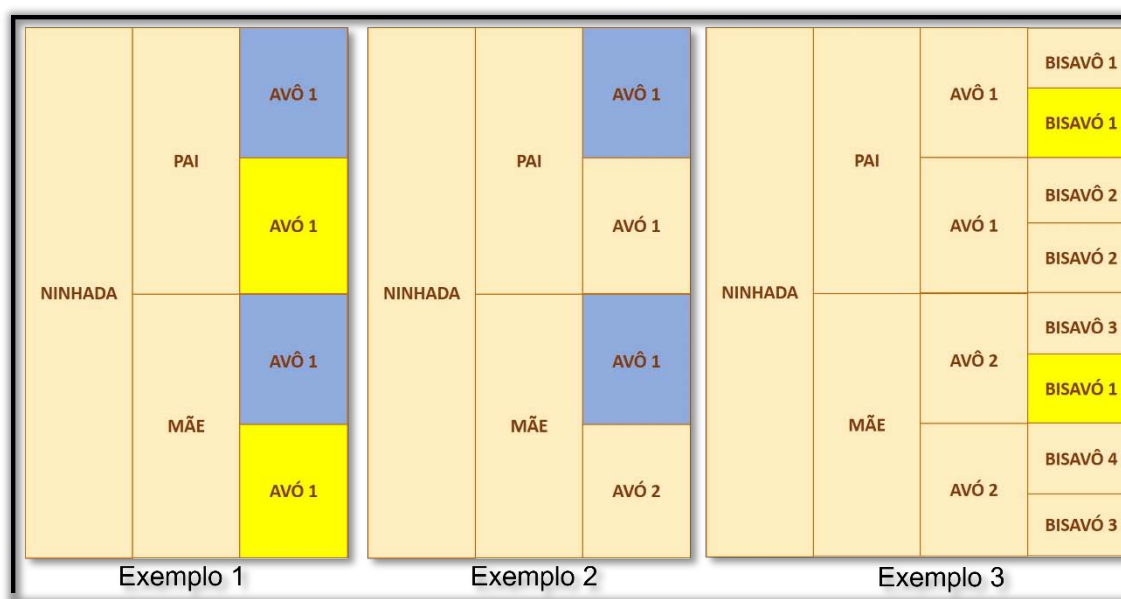


Figura 6 – Exemplos de pedigrees nos quais ocorreram acasalamentos do tipo “*inbreeding*”

Linebreeding: acasalamento de dois animais que **podem ter grau de parentesco próximo ou não**, mas que utiliza da **repetição de um mesmo cão superior em diferentes gerações** (ex: a utilização de um cão como pai e ao mesmo tempo avô materno da ninhada; ou a utilização de um cão como bisavô materno e como pai da ninhada). Veja exemplos na figura abaixo. Alguns criadores denominam *linebreeding* qualquer tipo de acasalamento de parentes distantes, mas se não existe a repetição de um mesmo cão em gerações diferentes, o termo *linebreeding* não é adequado.

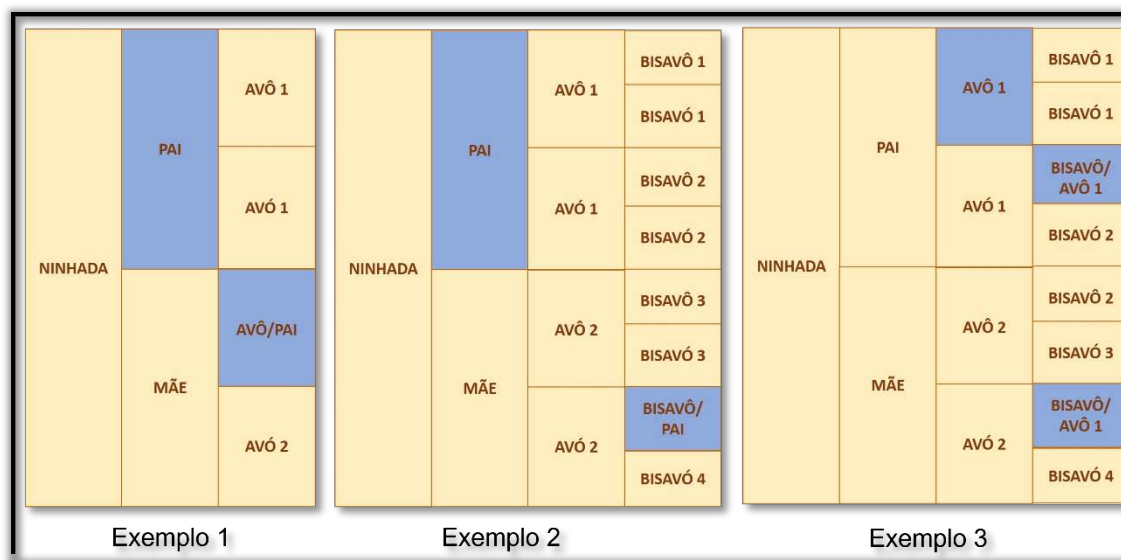


Figura 7 – Exemplos de pedigrees nos quais ocorreram acasalamentos do tipo “linebreeding”

Importante também determinar o conceito de **crossbreeding**, que não é um acasalamento consanguíneo, mas sim o acasalamento de dois cães que, apesar de não serem parentes, cada um foi produzido através de consanguinidade. Neste tipo de acasalamento, a mistura de duas linhagens consanguíneas, porém diferentes entre si, irá gerar uma ninhada com baixo grau de consanguinidade. Algumas vezes este termo é confundido com o termo **outcrossing** que é o acasalamento de animais de duas raças diferentes, ou **outbreeding** que é o acasalamento de dois animais da mesma raça, porém sem nenhum grau de parentesco em mais de cinco ou seis gerações.

Com relação às vantagens de cada um dos acasalamentos, se aceita que o **linebreeding em geral é mais vantajoso do que o inbreeding**. O motivo para isto é porque na maior parte dos casos de *inbreeding* existe mais de um ancestral em comum (veja exemplo na figura 2a, um caso clássico de *inbreeding*) e, portanto, não existe como controlar qual genética está sendo acumulada no filhote tornando o resultado mais imprevisível, podendo ser bom ou não. Infelizmente, muitos criadores utilizam *inbreeding* unicamente por motivos econômicos: não querem investir na procura de um animal não relacionado. Quando este for o único motivo do *inbreeding*, os riscos inerentes ao processo terão mais chance de se sobressair às possíveis vantagens, já que o mesmo não está sendo realizado com nenhum tipo de avaliação, a não ser a financeira. Diferente do *inbreeding*, o acasalamento consanguíneo denominado de *linebreeding* se utiliza (ou deveria se utilizar) da repetição de somente um animal, sendo mais fácil controlar que a ninhada terá uma composição genética superior deste animal específico. Inclusive, a maneira mais controlada de se estabelecer realmente uma **linha de sangue** é através do *linebreeding*, pois esta linha é caracterizada pela intensa participação genética deste animal.

Para entender por que a realização de *linebreeding* provoca o aumento da constituição genética de um ancestral no filhote em questão, é interessante lembrar da regra mais básica da genética: a cada geração, a genética do “ancestral foco” cai pela metade. Assim, filhos de

um cão “X” de interesse terão 50% de sua genética, seus netos 25%, seus bisnetos 12,5%, de maneira que a genética desejada vai sendo diluída. No *linebreeding* este animal “X” é utilizado novamente como reprodutor em gerações subsequentes, sendo acasalado com filhas, netas, bisnetas, e assim por diante, de maneira que a genética de interesse é mantida, em vez de diluída. Quanto maior sua utilização, menor será a diluição de sua genética com a passagem das gerações. Por este motivo se diz que o ***linebreeding* nada mais é do que *inbreeding* com seleção**, e como a cada geração o mesmo ancestral é utilizado, a **seleção é voltada para o ancestral**. A questão central à qual o criador deve prestar muita atenção neste ponto seria: **é realmente possível determinar que este cão selecionado para o *linebreeding* é superior?**

Em qualquer processo de criação é importante lembrar que uma série de patologias não manifestam sinais clínicos em cães jovens. Inclusive, as doenças mais comuns atualmente em muitas raças de cães são desta forma: câncer, displasia coxofemoral, luxação de patela e hérnia de disco, por exemplo, são todos **fenótipos multifatoriais** que raramente serão percebidas em cães de 2 ou 3 anos, a menos que o criador se preocupe em realizar exames clínicos e de imagens com médicos especialistas em cada área (para algumas enfermidades, como o câncer, nem isto acaba sendo útil...). Além disto, para as **doenças recessivas**, muitos cães serão portadores da mutação, e jamais irão manifestar a doença. Ou seja: **especialmente quando um mesmo cão é utilizado mais de uma vez na linha**, é importante que o criador “não confie no que está vendo, ou ouviu falar”: nestes casos, **é ainda mais importante que este cão seja extensivamente avaliado, seja por exames clínicos/complementares, seja por testes genéticos, e preferencialmente por ambos os tipos de avaliações**. Afirmar que realizou *linebreeding* com tranquilidade porque “toda a linha de sangue era saudável”, mas não realizou nenhum tipo de avaliação de saúde, não é compatível com cinofilia de qualidade.

Determinar a superioridade genética de um animal não é uma tarefa simples, pois raramente ela é resultado somente da aparência do animal. É por este motivo que os *linebreeding*’s de maior sucesso ocorrem quando a linha de sangue é iniciada após este cão de interesse já ter tido um grande número de filhos, já que muitos filhos também superiores indicam com um grau muito maior de certeza que um cão é superior geneticamente. Esta é a maior dificuldade no estabelecimento de uma linha de sangue de sucesso: quando esperar para iniciá-la? **Deve existir um equilíbrio entre iniciar o *linebreeding* com o cão jovem demais, e com pouca informação sobre ele (mas assim poder utilizá-lo por muito tempo para fortalecer a genética no mesmo na linha) ou aguardar o mesmo ter muitos filhos e, portanto, obter mais informações (mas então poder utilizá-lo em poucas gerações de *linebreeding*)**. Assim, o melhor conceito de *linebreeding* é o de que **“é uma forma de *inbreeding* direcionada à um animal cuja superioridade já é conhecida (através dos resultados de seus filhos), e que manterá a prole deste animal, nas gerações seguintes, relacionada geneticamente a ele mesmo”**. Assim, a relação à um ancestral escolhido é a principal característica que diferencia “*linebreeding*” de “*inbreeding*”.

Já o ***crossbreeding*** se trata de uma ferramenta extremamente interessante, tanto para aumentar chance de ninhada superior, como para diminuir a chance de problemas genéticos inerentes às linhas de sangue utilizadas. Neste tipo de acasalamento são utilizados macho e fêmea de diferentes linhas de sangue, mas resultantes de pronunciada consanguinidade, o que faz com que ambos possuam o que se denomina de **elevada prepotência**. A avaliação das qualidades externas destes animais irá auxiliar em suas escolhas como reprodutores, mas a vantagem de utilizá-los é que a chance destas qualidades passarem para a ninhada é muito maior, devido à prepotência. Como se tratam de animais de diferentes linhas, é provável que

tenham qualidades diferentes, que irão se complementar na formação da ninhada. É importante lembrar que a repetição das características de cada animal da ninhada irá ocorrer de maneira muito mais pronunciada neste tipo de acasalamento do que no **outbreeding** (acasalamento sem consanguinidade). É importante não confundir estes termos com o termo **outcrossing**, que se refere ao cruzamento de duas raças diferentes, como colocado anteriormente.

5 - A IMPORTÂNCIA DO CONTROLE DE CONSANGUINIDADE

O acasalamento consanguíneo, ou entre parentes, é uma ferramenta utilizada em diversas situações da criação, uma vez que pode trazer resultados satisfatórios já aparentes em somente uma geração de reprodução. No entanto, a consanguinidade nem sempre traz à tona o efeito esperado, e pode, muitas vezes, ser bastante arriscada. Desta forma, é muito importante que o criador saiba avaliar qual será o efeito mais provável de um acasalamento consanguíneo, de maneira a atingir os resultados desejados, e diminuir a chance de problemas na ninhada.

Em primeiro lugar, é importante lembrar que a crença de que “somente com algum grau de consanguinidade é possível melhoramento genético” é um **mito**. Sem dúvida alguma, o acasalamento entre animais com algum grau de parentesco é interessante nas primeiras gerações de criação da maioria das raças, pois diminui o número de gerações em que se espera atingir a homogeneidade fenotípica que caracteriza animais como pertencentes à mesma raça. No entanto, **após a raça ter sido estabelecida, será possível atingir melhoramento genético sempre que se escolher bons reprodutores e estes podem ser da mesma linha de sangue ou não**. Se o criador tiver acesso a um casal onde cada um venha de uma linhagem excelente, qual seria o motivo para a prole não ser superior? A grande questão aqui é que, dependendo da raça, a variabilidade já é tão baixa, que é muito difícil encontrar duas ou mais linhas de sangue superiores, e o criador acaba sendo obrigada a realizar acasalamentos dentro da mesma família superior para atingir seu objetivo. Mas esta prática é bastante arriscada, e não é necessária em todos os casos, e nem em todas as raças.

Na prática da criação, muitos já conseguiram produzir ninhadas superiores fenotipicamente, quando algum grau de consanguinidade é utilizado. Isto realmente pode ocorrer, mas não é a regra: **a consanguinidade não irá trazer novas características para a ninhada, mas manter ou até exacerbar características já presentes nos pais**. Assim, acasalamentos consanguíneos só serão bem-sucedidos se o casal for corretamente escolhido. Do contrário, podem trazer ninhadas tão comuns como qualquer outra.

5.1- Vantagens da consanguinidade

Sobre as **vantagens** que são possíveis de serem atingidas em cruzamentos deste tipo, sabe-se que um filhote nascido de uma consanguinidade corretamente realizada pode ser superior em dois sentidos: 1) este animal pode repetir ou acumular as características superiores dos pais; e 2) este animal pode ter alta **prepotência**. A alta prepotência não é uma vantagem para o próprio animal, mas sim para o mesmo como **reprodutor**. Um cão prepotente só pode ser produzido através de consanguinidade, e é aquele que imprime na maior parte de sua prole as suas características. Isto ocorre porque a consanguinidade aumenta o número de genes para o qual o animal é homozigoto, tanto para características recessivas (maioria delas relacionadas a doenças), mas também para características dominantes. Um animal que é homozigoto para muitas características dominantes, terá filhotes muito parecidos com ele, pois para estas características, só tem a possibilidade de doar ‘genes’ dominantes (já que é homozigoto). No filhote, a mesma característica irá

aparecer, independente do que receber do outro genitor. Veja nosso esquema abaixo para entender este conceito.

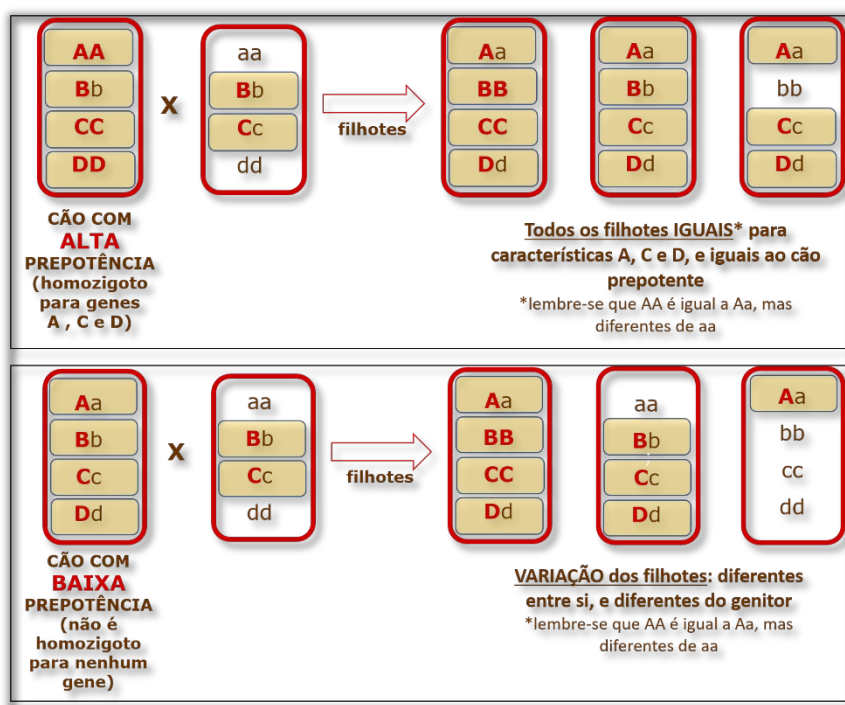


Figura 8 – Efeitos da prepotência exemplificados através dos genes A, B, C e D

Assim, quando bem realizada, algum grau de consanguinidade pode ser útil e interessante na criação, e **quanto maior a consanguinidade, mais prepotente é o animal**. No entanto, atenção! **Isto não significa que se deve procurar sempre acentuar o grau de acasalamentos** consanguíneos, pois existem riscos que serão tratados no final deste texto.

Como avaliar a consanguinidade corretamente? Apesar de grande parte dos criadores se preocupar em determinar se está para realizar um “inbreeding” ou um “linebreeding”, o que realmente define o grau de consanguinidade é unicamente **o coeficiente de consanguinidade**, ou COI. Isto porque na prática, ao longo de muitas gerações são realizados os dois tipos de acasalamentos e, portanto, determinar o tipo que se está fazendo somente levando em conta as gerações mais recentes é totalmente secundário.

5.2- O coeficiente de consanguinidade – COI

Este coeficiente é uma porcentagem diretamente relacionada ao grau de parentesco dos pais do animal. Assim, um cão nascido de irmãos completos tem um COI de 25%, assim como aquele nascido do acasalamento de pais com seus filhos; nascidos do acasalamento de meio irmãos ou primos, um COI de 12, 5%; de primos em 2º grau, de 6,5% e assim por diante. Existem diversas maneiras de interpretar este valor, mas a maneira que é mais interessante de ser aplicada na criação é: **o COI reflete a proporção total de genes para o qual o animal é homozigoto**, lembrando que para cada gene, ele pode ser homozigoto dominante (“AA”) ou recessivo (“aa”). Desta maneira, um cão com um COI de 25%, é homozigoto em 25% ou ¼ de seus genes, ou seja: para cada QUATRO genes, é homozigoto para UM. Se utilizarmos uma aproximação, e pensarmos que caninos possuem 20.000 genes, cada um para uma

característica/fenótipo diferente, este cão será homozigoto em 5.000 genes. A grande questão aqui é: para quais genes o mesmo será “homozigoto para características boas” (boa parte delas dominantes) e para quais genes o mesmo será “homozigoto para características ruins” (maioria delas sendo recessivas)? **Não existe como prever!** Assim, esta porcentagem indica uma estimativa geral, que pode ser avaliada tanto pelo lado ‘bom’ como pelo lado ‘ruim’. É por isto que **o valor de COI está relacionado à prepotência do animal**: quanto maior, maior sua prepotência. Isto acontece porque COIs elevados indicam muitos genes homozigotos, e se o criador tiver sorte o animal terá muitos genes homozigotos dominantes e para características interessantes. E por isto este animal será muito prepotente (veja acima).

Muitos criadores acreditam que os tipos de cruzamentos consanguíneos estão relacionados com o valor de COI, e interpretam que o **“inbreeding é sempre o tipo de acasalamento com COI bastante elevado, enquanto o linebreeding possui COI mais baixo”**, levando à conclusão de que **“no linebreeding não existe risco”**. No entanto, esta interpretação **não está correta**, pois existem *inbreeding’s* com COIs baixos (veja o 3º exemplo na figura acima sobre *inbreeding*, com COI mínimo de 3,1%) e *linebreeding’s* com COIs elevados (3º exemplo na figura acima sobre *linebreeding*, com COI mínimo de 37,5%). Desta maneira, é necessário um grande cuidado ao falar sobre os tipos de acasalamentos, pois o tipo (*inbreeding* x *linebreeding*) é muito menos relevante do que a “intensidade” ou “grau de consanguinidade” (medida pelo COI), que é um dado extremamente importante e informativo.

5.3 - Cuidados e limitações no cálculo do COI

Com relação ao cálculo do coeficiente de consanguinidade (COI) realizado através de registros genealógicos, o advento da internet possibilitou a criação de bancos de dados de pedigrees interligados entre si e, assim, a análise de múltiplas gerações. Muitos destes bancos de dados possuem a ferramenta automática do cálculo do COI, o que pode facilitar muito as escolhas do criador. Assim, boa parte destes sites calculam COI’s para 10 ou 12 gerações, e este valor, quando avaliado de maneira isolada (sem comparar com outros cães), e sem levar em conta o número de gerações, **não traz as informações mais úteis para o criador**. Quando se utiliza o valor de COI, é de extrema importância saber quantas gerações foram utilizadas para este cálculo, pois um COI de 20% calculado para cinco gerações é considerado alto, mas se o mesmo foi calculado para doze gerações é somente um COI mediano. Isto acontece porque o valor de COI é cumulativo ao longo das gerações, então quanto mais gerações utilizadas para este cálculo, o valor realmente tende a aumentar. No entanto, um COI que atingiu o valor de 20% porque houve muita consanguinidade entre a 4ª e a 8ª gerações anteriores, por exemplo, não é tão “sério” quanto um COI de 20% porque houve muita consanguinidade entre a 1ª e a 3ª gerações anteriores, de maneira que **a informação mais importante para o criador é aquela calculada utilizando cinco a sete gerações, que mostra a consanguinidade recente**. Claro que em casos em que é possível ampliar o número de gerações, é interessante comparar o quanto este COI aumenta, e traçar um comparativo de valores para 5, 6, 7... 12 gerações. Não existem estudos em pequenos animais determinando qual é o valor máximo aceitável. No entanto, como tudo relacionado à consanguinidade de animais de criação vem sendo replicado em pequenos animais também, é interessante buscar este valor máximo na produção animal. Nestes grupos (bovinos, suínos, ovinos, etc...) já se detectou que **os efeitos deletérios da consanguinidade começam a ser detectados de maneira mais pronunciada a partir do valor de 11%, calculado para no mínimo cinco**

gerações (preferencialmente mais), de maneira que é interessante trabalhar com este valor de segurança também na cinofilia.

Obviamente que este valor de COI calculado a partir de registros genealógicos tem uma limitação bastante importante, que é a fidedignidade do registro genealógico (sugere-se a leitura de texto sobre este assunto em www.geneticacanina.com/convenio-fecirs). Caso qualquer animal do pedigree não seja efetivamente o ancestral, mas tenha entrado neste pedigree por engano ou por fraude, ou ainda caso exista a falta de informação de algum animal, o valor de COI não irá corresponder à realidade.

Uma última questão sobre este valor é que o mesmo não pode ser comparado com valores determinados a partir de exames genéticos, divulgados em alguns sites internacionais: estes valores em geral são mais altos do que a maioria dos valores calculados através de registros genealógicos, pois não são somente uma estimativa, mas sim a avaliação do DNA mostrando em quantos genes os animais daquela raça são homozigotos.

5.4 - Desvantagens da consanguinidade

Após discutir sobre tipos, limitações e benefícios dos acasalamentos consanguíneos, é de extrema importância lembrar que este tipo de reprodução envolve, na grande maioria das vezes, riscos para a ninhada. Todos estes riscos estão relacionados ao fato de que, na reprodução entre parentes, o criador estar provocando o nascimento de animais com mais genes homozigotos que seus ancestrais. Veja abaixo o efeito prático do aumento de genes homozigotos nas criações, já comprovados cientificamente:

- **surgimento de doenças recessivas**, cujas mutações estavam “escondidas” nas famílias. Um exemplo é o colapso induzido pelo exercício (EIC), relativamente comum no Labrador. Nesta raça, a frequência de animais heterozigotos (“Aa” e saudáveis) é de 24% no Brasil. Se o criador realiza um acasalamento de animais de famílias diferentes, é raro que ambos os animais sejam portadores, e por isto, será raro o nascimento de um filhote homozigoto (“aa” e, portanto, afetado). Por outro lado, se ocorre o acasalamento entre animais da mesma família, será muito mais fácil que ambos os animais sejam portadores, aumentando assim a chance de filhotes doentes. Para doenças raras, como por exemplo a doença de Von Willebrand, menos de 5% dos animais das raças afetadas são heterozigotos (“Aa”), o que torna a diferença de chance de nascimento de filhotes doentes ainda mais pronunciada.

- **diminuição de tamanho de ninhada**: diversos estudos internacionais já detectaram, em diferentes raças, a relação entre aumento de consanguinidade e diminuição do tamanho da ninhada. Esta relação não é total, mas sim uma tendência de que casais com alta consanguinidade as ninhadas sejam menores. A maior causa disto acontecer é que após ocorrer a fecundação dos diversos óvulos, e formados os embriões, em ninhadas com alta consanguinidade, alguns embriões serão homozigotos para mutações recessivas graves, que impedem o embrião de crescer. Um embrião que não se desenvolve é reabsorvido pelo útero materno, um evento que quando ocorre no início da gestação, não é detectado. Portanto, o número de embriões que efetivamente se desenvolve, e chega a nascer, é menor.

- **diminuição da expectativa de vida:** algumas mutações só influenciam a saúde do animal idoso. Um grande exemplo disto é a mutação que causa a mielopatia degenerativa. Assim, animais homozigotos para estas mutações morrerão mais cedo que a média da raça. Como homozigotos são mais comuns quanto maior o grau de consanguinidade, a relação fica explicada.

- **aumento da ocorrência de doenças relacionadas ao sistema imunológico:** o sistema imunológico de um animal é mais eficiente quanto maior for o número diferente de respostas imunes que o mesmo é capaz de desencadear. Se imaginarmos que a resposta imunológica de um cão depende de 100 genes, caso o mesmo seja heterozigoto em todos eles, será capaz de produzir 200 proteínas diferentes (duas diferentes para cada gene). Já um animal que é homozigoto para todos estes genes, é capaz de produzir somente 100 proteínas diferentes. Como a consanguinidade aumenta o número de genes homozigotos, cães resultantes de excessivos cruzamentos consanguíneos têm também mais chance de terem alergias e outros problemas relacionados ao sistema imunológico.

- **aumento da frequência de casos de câncer:** apesar de muito se falar sobre o papel da raça relacionada ao câncer, não existe um único trabalho na literatura científica que comprove esta relação. Ao contrário, está comprovado que a consanguinidade está relacionada a maior predisposição ao câncer, uma vez que o animal possui uma variabilidade genética muito menor, necessária para combater a doença. Dessa forma, animais homozigotos para muitos “genes relacionados ao combate do câncer” possuem mais chance de que o organismo não detecte o tecido tumoral, deixando-o se desenvolver.

- **perda de variabilidade e risco de extinção:** em nível de população, a consanguinidade excessiva ainda irá levar a população de determinada raça para uma espécie de “funil” genético, pois irá diminuir a variabilidade genética da raça. Atualmente já existem raças caninas, inclusive, que são consideradas em risco de extinção devido ao somatório de todos os efeitos discutidos até aqui.

5.5 - Como aumentar a segurança em acasalamentos consanguíneos

Como discutido até o momento, existem alguns motivos para promover um acasalamento consanguíneo de forma mais controlada. No entanto, este tipo de reprodução será sempre menos segura do que a reprodução entre animais com parentesco distante. Assim, a decisão sobre realizar ou não o acasalamento entre parentes cabe ao criador, uma vez que somente ele pode avaliar sua disposição de correr riscos. Ainda assim, é importante saber que existem riscos maiores e menores, o que é quantificado pelo coeficiente de consanguinidade (COI). É importante lembrar que quanto maior este valor, maior o risco, uma vez que um COI de 18%, por exemplo, indica que o animal será homozigoto em 18% dos seus genes. Se compararmos com outro animal com um COI de 7%, por exemplo, o mesmo será homozigoto para somente 7% dos genes, o que indica menor chance de ser homozigoto. Portanto, o COI demonstra o risco de um acasalamento consanguíneo, e como mencionado anteriormente, estudos a partir de animais de produção indicam que um valor de COI é considerado de alto risco quando for acima de 11%. **Desta forma, é de extrema importância, ao planejar este tipo de acasalamento, realizar o cálculo do COI antes de efetivar a reprodução,** afinal um COI superior a 11% será um valor que demonstra grande risco, e o

criador tem condições de trocar o futuro pai ou mãe da ninhada, para produzir uma ninhada com mais segurança.

A segunda maneira através da qual é possível aumentar a segurança em um acasalamento consanguíneo é priorizando exames de DNA nos animais a serem reproduzidos, especialmente para as doenças mais comuns na raça. Existem dezenas de doenças genéticas para as quais exames de DNA já estão disponíveis, mas o número de doenças comuns em cada raça é bastante reduzido (uma, duas ou no máximo três doenças com prevalência acima de 5%). Assim, antes da decisão de reproduzir um casal que tenha parentesco, é importantíssimo a realização deste tipo de teste, para ter certeza de que se um animal for heterozigoto (portador assintomático ou *carrier*), o outro não será também. Afinal de contas, se são parentes, a chance de ambos serem portadores para a mutação em questão é muito maior do que se dois animais sem parentesco fossem cruzados. Quanto maior for o valor do COI em um acasalamento consanguíneo, maior é a importância de testar os animais para as doenças comuns. Ainda assim, é importante lembrar que **este raciocínio poderá detectar previamente animais portadores para estas doenças, porém não diminui a chance prevista pelo COI do filhote nascer com outras doenças não previamente testadas.**

6 – EXAMES DE SAÚDE NA CINOFILIA

A cinofilia dos anos 2000 tem sido marcada por uma crescente preocupação com o bem-estar, e o criador que não acompanhar esta tendência pode estar fadado ao ostracismo. É fundamental que o criador moderno tenha conhecimento sobre quais são os métodos disponíveis para diminuir os riscos de doenças nas ninhadas e futuras gerações. Desta forma, a primeira etapa neste trabalho é reconhecer a necessidade de auxílio técnico especializado para cada um dos problemas presentes na raça: médicos veterinários de cada especialidade devem ser consultados para questões relacionadas ao diagnóstico, manejo e tratamento, assim como geneticistas devem ser ouvidos com relação às escolhas reprodutivas, e necessidade de retirada da reprodução, quando for o caso.

É importante saber que algumas doenças são mais fáceis de serem prevenidas do que outras. Sempre existem métodos disponíveis para diminuir as chances na ninhada, e o criador deve estar ciente do tipo de trabalho que é possível realizar, até mesmo para inserir estas informações de forma correta nos contratos de compra e venda. Um criador que fornece garantias para uma doença que não pode ser totalmente prevenida, acaba tendo filhotes doentes, e perdendo credibilidade.

Assim, de forma geral, doenças multifatoriais (veja tópico 2.2) não podem nunca ser totalmente prevenidas, por mais correto que seja o trabalho do criador, mas devem ser controladas. Isto significa que o criador deve utilizar dos meios disponíveis para diminuir as chances de doenças na ninhada, embora não seja capaz de zerar estas chances. Para esta classe de patologias, é necessário que o criador realize os exames clínicos na idade correta, utilizando um serviço médico veterinário especializado em cada área. Veja abaixo alguns exemplos, de acordo com algumas raças:

Tabela 2 – Exemplos de doenças multifatoriais comuns em diferentes raças

Doença	Exemplos de raças	Exame e especialidade
Displasia coxofemoral	Golden Retriever, Labrador Retriever, Bernese, Fila Brasileiro, Pastor Alemão	Raio X com médico radiologista (laudos A, B, C, D ou E)
Luxação de patela	Spitz Alemão, Yorkshire Terrier, Chihuahua	Exame clínico com médico ortopedista (laudos 0, 1, 2, 3 ou 4)
Hemivértebras	Bulldog Francês e Pug	Raio X com médico radiologista (número e posição de hemivértebras)
Hérnia de disco (calcificação de discos)	Dachshund	Raio X com radiologista e neurologista (número e posição)
Estenose subaórtica	Golden Retriever, Boxer, Rotweiler	Ecocardiograma com médico cardiologista
Síndrome braquicefálica	Bulldog Inglês, Bulldog Francês, Pug	Exame clínico para graduação do problema

Lembre-se que **o fato de os cães do seu plantel não terem sinais clínicos não significa que estejam liberados para a reprodução sem a realização de uma triagem**. Na verdade, todas estas doenças costumam iniciar suas manifestações somente no cão adulto. Além disto, na maior parte das vezes, **os resultados dos exames clínicos não são utilizados para a retirada do cão do plantel**, mas sim para o direcionamento do casal correto (por exemplo, laudo “C” de displasia deve ser reproduzido com laudo “A”; cães com três discos calcificados devem ser reproduzidos com cães com somente um disco calcificado ou nenhum, e assim por diante).

Este tipo de direcionamento de casais de acordo com seus resultados clínicos é imprescindível em uma criação voltada para o bem-estar, e sua comprovação através de laudos veterinários pode, inclusive, auxiliar o criador em quaisquer eventuais processos legais. Um trabalho mais aprofundado e continuado realizado por geneticista é também possível, e irá diminuir ainda mais as chances de problemas nas ninhadas.

Por outro lado, boa parte das **doenças monogênicas** (veja tópico 2.2), já pode ser testada em laboratórios comerciais, pois já possuem o defeito genético conhecido. A grande maioria destas doenças é **recessiva**, o que significa que só ocorrerão em casos em que o filhote receber o defeito genético da mãe e também do pai (ver figuras 3 e 4). Justamente devido à grande possibilidade da existência de cães portadores assintomáticos (heterozigotos) no plantel, para algumas doenças, é que se torna tão interessante a realização de testes genéticos antes da reprodução. Afinal, **a escolha correta de casais praticamente zera a chance de ocorrência da doença testada nos filhotes**. Veja abaixo alguns exemplos de doenças monogênicas em algumas raças, que devem ser testadas nos reprodutores para o direcionamento correto de casais:

Tabela 3 – Exemplos de doenças monogênicas comuns em diferentes raças, e que possuem testes genéticos comerciais

Doença	Exemplos de raças mais afetadas	Descrição
Mielopatia degenerativa	Pastor Alemão, Bernese, e várias outras	Doença neurológica, que provoca perda de mobilidade após 6 anos em média
Atrofia progressiva da retina	Cocker Spaniel Inglês, Labrador Retriever, Yorkshire Terrier, Golden Retriever	Problema ocular que provoca cegueira na fase adulta
Intolerância à múltiplas drogas	Collie, Pastor de Shetland, Border Collie, Pastor Australiano	Intolerância ao uso de ivermectina e diversos outros medicamentos
Deficiência de fator von Willebrand	Spitz Alemão, Bernese, São Bernardo, Dobermann	Dificuldade de coagulação (pseudo hemofilia)
Colapso induzido por exercício	Labrador Retriever, Border Collie	Doença neurológica, na qual ocorre colapso respiratório e cardíaco após exercício físico intenso
Polineuropatia e paralisia juvenil da laringe	Rotweiller	Doença neurológica, que provoca paralisia da laringe e dificuldades motoras nas primeiras semanas de vida.

A tabela acima demonstra apenas uma pequena fração das doenças que já podem ser avaliadas nos cães de um plantel através de testes genéticos. Na verdade, o número de possibilidades de testes aumenta continuamente e atualmente existem mais de 200 possibilidades de doenças testáveis na espécie canina. Toda vez que um novo trabalho científico é publicado demonstrando a influência de um defeito genético sobre uma determinada doença, o exame passa a ser oferecido em algum laboratório do mundo.

Desta forma, é extremamente importante que o criador esteja ciente sobre este tipo de ferramenta, e que procure utilizá-la em sua criação, o que poderá virtualmente zerar as possibilidades de filhotes portadores para estas doenças. Ainda assim, **é fundamental que o criador tenha consciência de que os testes genéticos não são a única ferramenta a ser utilizada no melhoramento genético voltado para a saúde:** exames clínicos e controle de consanguinidade devem ser utilizados em paralelo para que o trabalho seja bem-sucedido neste sentido.

Além disto, o criador deve também estar ciente da necessidade de auxílio técnico, uma vez que a genética é uma área de especialidade, e poucos profissionais estão preparados. Veja alguns exemplos da importância deste trabalho:

- para a escolha do melhor teste a ser realizado: muitas doenças possuem diferentes testes de acordo com a raça, e nem sempre o laboratório deixa claro para qual raça o teste vendido é indicado. Comprar o teste no escuro pode ser desperdício de dinheiro.
- para a escolha das prioridades do plantel a serem testadas: dependendo dos dados de testes de parentes, nem sempre um cão precisará ser testado.

- para a definição sobre retirada do plantel: jamais retire do plantel um cão de qualidade somente devido ao resultado de um teste genético. Avalie sempre o cão como um conjunto de faltas e qualidades, e solicite auxílio técnico para definir se irá reproduzir este cão, e como deve ser o casal.

7 – CONCLUSÃO

A cinofilia é uma ciência e uma arte que tem acompanhado a evolução humana desde o início da domesticação de lobos. Como arte, é dependente de dons e instintos individuais de criadores. Nisto, a genética não tem como auxiliar. No entanto, como ciência que também é, a prática cinófila necessita estar atualizada com as descobertas e consensos atuais das áreas relacionadas. Neste sentido, o conhecimento básico sobre genética é de fundamental importância para o criador, pois possibilita que o mesmo tenha condições de perceber em quais momentos e situações é necessário o auxílio do profissional especializado. O criador que valorizar os conhecimentos científicos que este tipo de profissional é capaz de trazer será o criador que estará efetivamente contribuindo para a preservação das raças, e zelando pela saúde e bem-estar da criação.

7 – SUGESTÕES DE LEITURA

- TURRA, E.M. e cols (2019). Genética, acasalamentos e controle de doenças hereditárias. In LUZ, M. R & SILVA, A.R. Reprodução de Cães. Editora Manole, Barueri, SP p.333- 372
- OTTO, P.G.(2012). Genética Básica para Veterinária. 5ª ed. Ed. Roca Ltda, Rio de Janeiro.
- NICHOLAS, F.W. (2011). Introdução à Genética Veterinária. 3ª ed. Ed Artmed, Porto Alegre.
- OSTRANDER, E., & RUVINSKY, A (2001). The Genetics of the Dog. 2a ed. Ed CABI, Oxfordshire, UK.
- PADGETT, G.A. (1998). Controlo f Genetic Diseases. Ed. Howell Book House, New York, USA.
- Instituto de Biologia Canina: “Institute of Canine Biology”, disponível em <https://www.instituteofcaninebiology.org/>
- Genética canina, disponível em www.geneticacanina.com
- BRANCALION L., e cols (2021). Canine coat pigmentation genetics: a review. Animal Genetics, doi: 10.1111/age.13154