

UNIVERSIDADE DE CAXIAS DO SUL
ÁREA DO CONHECIMENTO DE CIÊNCIAS DA VIDA
INSTITUTO DE BIOTECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM SAÚDE ANIMAL

BANCO DE DADOS PARA PESQUISA GENEALÓGICA EM
EQUINOS DA RAÇA CRIOULA

TIAGO ANTONIO PICCOLI

CAXIAS DO SUL, 2021

TIAGO ANTONIO PICCOLI

**BANCO DE DADOS PARA PESQUISA GENEALÓGICA EM
EQUINOS DA RAÇA CRIOULA**

“Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Saúde Animal da Universidade de Caxias do Sul, visando a obtenção do grau de Mestre em Saúde Animal”

Orientador: Scheila de Avila e Silva

CAXIAS DO SUL, 2021

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Universidade de Caxias do Sul
Sistema de Bibliotecas UCS - Processamento Técnico

P591b Piccoli, Tiago Antonio

Banco de dados para pesquisa genealógica em equinos da raça crioula
[recurso eletrônico] / Tiago Antonio Piccoli. – 2021.

Dados eletrônicos.

Dissertação (Mestrado) - Universidade de Caxias do Sul, Programa de
Pós-Graduação em Saúde Animal, 2021.

Orientação: Scheila de Avila e Silva.

Modo de acesso: World Wide Web

Disponível em: <https://repositorio.ucs.br>

1. Crioulo (Cavalo) - Genealogia - Banco de dados. 2. Cavalos - Raças.
3. Cavalos - Melhoramento genético. I. Silva, Scheila de Avila e, orient. II.
Título.

CDU 2. ed.: 636.122

Catalogação na fonte elaborada pela(o) bibliotecária(o)
Márcia Servi Gonçalves - CRB 10/1500

Tiago Antonio Piccoli

**DESENVOLVIMENTOS DE BANCO DE DADOS PARA PESQUISA GENEALÓGICA EM
EQUINOS DA RAÇA CRIOLA**

Dissertação apresentada à
Universidade de Caxias do Sul –
Programa de Pós-Graduação em
Saúde Animal, para obtenção do
Título de Mestre em Saúde
Animal.

**Área de Concentração: Saúde
Animal**

Orientador(a): Prof. Dr^a Scheila
de Avila e Silva

Aprovado em 28/11/2023

Banca Examinadora

Orientador:

Prof. Dr^a Scheila de Avila e Silva (UCS)

Avaliadora:

Prof. Dr. Charles Ferreira Martins (UFPEL)

Avaliadora:

Prof. Dr. Lorenzo Garrido Teixeira Martini Segabinazzi (Ross University)

Avaliadora:

Prof. Fernando Caetano de Oliveira (UCS)

ÍNDICE

1 INTRODUÇÃO.....	8
2 OBJETIVOS	12
2.1 OBJETIVO GERAL	12
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	12
3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA GERAL.....	13
3.1 O CAVALO CRIOULO	13
3.2 PROVAS.....	16
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	28
4.1 PRODUTO DE PESQUISA: BANCOS DE DADOS	28
4.1.1 Descrição do conjunto de dados.....	29
4.1.2 Consultas e informações.....	33
4.2 ARTIGO CIENTÍFICO PÚBLICADO NO PERÓDICO RESEARCH SOCIETY AND DEVELOPMENT	36
5 CONCLUSÕES.....	51
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	52

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Distribuição da população de equinos no Brasil, anos 2004 e 2013	8
Tabela 2 - Estimativa efetivo de equinos em 2014	9
Tabela 3 - Distribuição da população de equinos no Brasil, anos 2004 e 2013	10
Tabela 4 – Distribuição populacional da raça Crioula	14
Tabela 5 – Ganhadores das provas de morfologia e freio de ouro dos últimos 5 anos	17
Tabela 7 – Categorias morfologia Expointer	18

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Mais Um Magistrado, macho Grande Campeão Expointer	15
Figura 2 - Prova de Morfologia	19
Figura 3 - Prova de morfologia.....	20
Figura 4 - Padrão Racial.....	22
Figura 5 – Trote - Prova de andadura	23
Figura 6 - Prova de figura	23
Figura 7 - Movimento de giro	24
Figura 8 - Prova de aparte na mangueira	25
Figura 09 - Pista de provas Expointer	25
Figura 10 - Prova de paleteada	26
Figura 11 - Movimento de esbarrada	27
Figura 12 - Disposição dos dados no site da ABCCC	29
Figura 13 - Diagrama de siglas utilizadas na árvore genealógica. As letras presentes na planilha são um glossário do Banco de dados.	31
Figura 14 - Pesquisa utilizando o banco de dados.....	34
Figura 15 - Pesquisa utilizando o banco de dados.....	35

RESUMO

O Brasil detém um rebanho equino de mais de cinco milhões de cabeças sendo que aproximadamente 400.000 animais são da raça Crioula. A raça crioula é originária de animais da península ibérica e hoje se estabelece em todo território da América Latina. É um cavalo de muita resistência e aptidão para o trabalho em fazendas onde é amplamente utilizado. O presente trabalho tem por objetivo auxiliar os usuários a pesquisar sobre genealogias e notas dos equinos premiados nas provas de seleção raça Crioula. Em se tratando de um animal de trabalho e beleza, a Associação Brasileira de Criadores de Cavalos Crioulos (ABCCC) realiza duas provas de seleção e melhoramento genético denominadas: “Freio de Ouro” e “Morfologia”. Os animais premiados nestas provas compõem este banco de dados com suas genealogias identificadas até a quinta geração, assim como suas linhas de transmissões tanto paternas como maternas, o sexo, a prova em que competiram, colocação obtida, ano de participação e notas. Como resultado, estes dados possibilitam ao usuário buscar por padrões e estatísticas em uma população geneticamente superior, comprovada nas principais competições da raça.

ABSTRACT

Brazil has an equine herd of more than five million animals, which approximately 400,000 animals are Crioulo breed. The Crioulo breed are originates from animals of Iberian Peninsula and currently are established all over latin américa territory. They are horses with great resistance and ability to work on farms, where they are present. This work aims help users to research the genealogies and valuations of winning horses of the Crioulo breed selection tests. About work and beauty, the Brazilian Association of Crioulo Horse Breeders (ABCCC) carries out two selection and genetic improvement testes called: “Freio de Ouro” and “Morfologia”. The animals winners in this testes composse this data base with their genealogies identified up to the sixth Generation, as well as their lines of transmissions both paternal and maternal, sex, tests that They competed, position on the competition, year of participation and valuation. As a result, these data allow the users to search for patterns and statistics in a genetically superior population, proven in the main race competitions.

1 INTRODUÇÃO

Existem aproximadamente 60 milhões de cavalos no mundo, maioria deles vivendo nas Américas, Ásia e alguns países da Europa. A China é o país com maior contingente (aproximadamente 8 milhões), seguido de Estados Unidos (7 milhões), México (6 milhões), e Brasil (6 milhões). Estes quatro países, conjuntamente, possuem cerca de 45% da população global de cavalos (GLiPHA, 2011). No Brasil a distribuição dos equinos é diferente em cada unidade federativa (UF), como mostra a Tabela 1.

Tabela 1 - Distribuição da população de equinos no Brasil, anos 2004 e 2013

UF	2004		2013	
	Efetivo	Percentual	Efetivo	Percentual
Brasil	5.787.250		5.363.185	
Minas Gerais	859.974	14,86%	758.880	14,15%
Rio Grande do Sul	484.512	8,37%	535.299	9,98%
Bahia	614.073	10,61%	485.356	9,05%
Goiás	442.818	7,65%	394.799	7,36%
São Paulo	500.177	8,64%	347.411	6,48%
Mato Grosso do Sul	366.399	6,33%	337.124	6,29%
Paraná	434.381	7,51%	312.626	5,83%
Pará	282.835	4,89%	284.437	5,30%

Fonte: MAPA, 2016.

Esperava-se que, com o desenvolvimento industrial e a crescente mecanização, os equídeos perderiam sua importância como atividade agropecuária. De fato, isto ocorreu em um primeiro instante. Porém, como exemplificado na Tabela 2, o cavalo passou a ocupar outros

espaços como atividades militares, equoterapia, folclore popular, esporte e lazer, não ficando restrito às zonas rurais e ao trabalho nas fazendas. Mesmo com o desenvolvimento de novas tecnologias e a automação do campo, ainda é de vital importância a atuação dos cavalos e muares como força de trabalho nos diferentes sistemas de produção agropecuária brasileira (PEREIRA, 2008).

Tabela 2 - Estimativa efetivo de equinos em 2014

Classificação	Cabeças
Animais para esporte, lazer e criação	1.100.000
Animais para lida (trabalho)	3.900.000
Total	5.000.000

Fonte: MAPA, 2016.

Dentre as raças predominantes no país (Tabela 3), destaca-se aqui a raça de cavalo Crioulo. Este, além de ser usado como força de trabalho nas propriedades agropastoris também se encaixa nas outras atividades que o cavalo se propõe. Trata-se de uma raça de animais mansos, voluntariosos, inteligentes e resistentes, sendo sua criação difundida em solo brasileiro nos últimos 30 anos.

Para Pereira (2008), o melhoramento animal é uma área da ciência que utiliza conhecimentos da genética, estatística e economia, buscando alcançar o objetivo de criação animal com maior eficiência a um menor custo. Sabe-se que o desempenho animal resulta da ação conjunta das forças de origem genética, ambiental e da interação entre o genótipo e o ambiente. A criação de equídeos deve ser vista como um sistema de produção animal assim como a avicultura, suinocultura, bovinocultura e todas as outras criações. Desta forma, procede-se a busca de genótipos mais eficientes e compatíveis com as condições ambientes, dentro do

objetivo de cada criação. Conhecendo-se os efeitos ambientais, como por exemplo as condições de manejo e nutrição, treinamento e cavaleiro, procura-se atuar na parte genética, de forma a melhorar a relação custo e benefício.

Tabela 3 - Distribuição da população de equinos no Brasil, anos 2004 e 2013

Raça	UF Associação	Origem	Número animais registrados
Mangalarga Marchador	MG	Brasil	600.000
Nordestino	PE	Brasil	Associação inativa
Quarto de Milha	SP	EUA	402.000
Crioula	RS	América	386.000
Mangalarga	SP	Brasil	202.000
Campolina	MG	Brasil	100.559
Árabe	SP	Arábia	83.431
Pampa	MG	Brasil	22.723
Paint Horse	SP	EUA	17.174

Fonte: MAPA, 2016

O princípio básico da seleção é fazer com que indivíduos que possuam melhor combinação genética se reproduzam, de forma que a geração seguinte tenha, em média, maior quantidade de genes desejáveis. Ou seja, ao escolher um potro para garanhão em meio a um lote de contemporâneos, supõe-se que o selecionado é aquele que possui maior quantidade de genes desejáveis para transmitir aos seus filhos, alterando, desta forma, a frequência gênica da população.

Segundo Curi (2013), a capacidade de avaliar a genealogia na maioria das raças é alta, já que características de desempenho geralmente podem ser medidas em ambos os sexos, repetidamente, e em períodos de tempo relativamente curtos. Por outro lado, dificuldades

inerentes à espécie equina, como os baixos índices reprodutivos, altos intervalos de geração e de parto, baixo número de progênes por parição e longo período de gestação, além de aspectos operacionais, como informações escassas e imprecisas de caracteres reprodutivos, comportamentais e de desempenho em grande parte das raças, baixa receptividade das associações de criadores às tecnologias reprodutivas e relação superficial entre órgãos técnicos e criadores, têm sido empecilho para o melhoramento genético da espécie.

No Brasil, a avaliação genética em bovinos da raça Nelore, disponibiliza aos criadores as DEPs (Diferenças Esperadas na Progênie), o que é um exemplo de avaliação populacional que quebrou barreiras e que vem se consolidando como uma ferramenta por criadores para fins de melhoramento genético (Pereira 2008). A ausência de ferramenta semelhante em relação a criação de cavalos foi uma das motivações para o presente trabalho.

Considerando a importância da raça Crioula na cadeia da equinocultura brasileira, entende-se que um banco de dados reunindo as principais informações referentes aos melhores indivíduos que competiram pode contribuir para o melhoramento genético buscando animais de alto desempenho. Nesse sentido, o presente trabalho foi desenvolvido de modo a reunir os dados referentes aos melhores competidores da raça Crioula. Foi possível, assim, criar um mecanismo intuitivo de pesquisas específicas que ajudarão os usuários encontrar afinidades genéticas para seus projetos de criação equina.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

O objetivo geral deste trabalho foi desenvolver uma base de dados com informações para a seleção de equinos da raça Crioula baseados em premiações de graduação máxima dos animais competidores da Expointer.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Os objetivos específicos deste trabalho compreendem:

- a. Organizar os dados fornecidos pela ABCCC (Associação Brasileira de Criadores de Cavalos Crioulos) em uma tabela de forma facilitar os padrões entre os animais vencedores;
- b. Identificar genealogias relacionadas ao desempenho em provas da Expointer.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA GERAL

3.1 O CAVALO CRIOULO

De acordo com a ABCCC (2021), o cavalo Crioulo tem sua origem nos equinos das raças espanholas Andaluz e Jacas, os cavalos Crioulos foram trazidos da península ibérica no século XVI pelos colonizadores. Estabelecidos na América do Sul, principalmente na Argentina, Chile, Uruguai, Paraguai, Peru e sul do Brasil, muitos desses animais passaram a viver livres (SANTOS *et al*, 2018; SILVA *et al*, 2019).

A associação também cita que, durante quatro séculos, as manadas selvagens que foram formadas enfrentaram temperaturas extremas e condições adversas de alimentação. Tais adversidades imprimiram nestes animais algumas de suas características mais marcantes, como a rusticidade e a resistência. Foi em meados do século XIX que fazendeiros do sul do continente sul-americano começaram a tomar consciência da importância e da qualidade dos cavalos que vagavam por suas terras. A nova raça, bem definida e com características próprias, passou a ser preservada, vindo a ganhar notoriedade mundial a partir do século XX, quando a seleção técnica exaltou o valor e comprovou as virtudes do cavalo Crioulo (ABCCC, 2011; SANTOS *et al*, 2018; SILVA *et al*, 2019).

O cavalo Crioulo Brasileiro, que a princípio se apresentava restrito a região sul do Brasil, está presente hoje em todas as regiões geográficas do país (Tabela 4).

Tabela 4 – Distribuição populacional da raça Crioula

Região	Animais
Sul	353.200
Sudeste	12.158
Centro-Oeste	6.524
Nordeste	568
Norte	1.472
Brasil	373.922

Fonte: ABCCC, 2021.

Segundo a ABCCC (2021), o Crioulo é um equino caracterizado pela silhueta harmônica e pelo equilíbrio perfeito (Figura 1). Seu padrão racial admite quase todos os tipos de pelagens, exceto pintada e albina total. O peso varia entre 400 e 450 quilos e a altura mínima admitida para as fêmeas é de 1,38 m e nos machos de 1,40 m, já a máxima para fêmeas é 1,48 m e para machos é de 1,50 m. Apesar da beleza e do temperamento dócil, sua rusticidade, facilidade de adaptação e resistência são algumas das características mais marcantes. O cavalo Crioulo é um animal de coragem, ativo, bondoso, inteligente, longevo, e hoje comprovadamente versátil, pois se destaca em todas as exigências que lhe são impostas.

Uma forma de avaliação genética de uma raça equina é o teste de progênie por meio da análise de resultados de competições, ou mesmo em testes de campo dos descendentes dos garanhões. Para animais de corrida, diversas são as formas de obtenção dos dados, entre eles temos número de vitórias, vitórias por partida, classificação em relação aos concorrentes, premiações, entre várias outras. A compreensão da herança das características de desempenho está extremamente ligada à habilidade de identificar e mensurar os efeitos genéticos e ambientes como componentes separados. Ressalta-se, mais uma vez, que nos equinos as características de importância podem ser avaliadas em ambos os sexos, sendo que os animais competem em

igualdade de condições na maioria dos esportes hípicas. Desta forma, o desenvolvimento da metodologia do 'Modelo Animal' é considerada como uma solução eficaz para a avaliação genética nos equinos (LANGLOIS, 1990).

Figura 1 - Mais Um Magistrado, macho Grande Campeão Expointer



Fonte: ALMEIDA, 2019

O conhecimento da estrutura de população é o passo inicial para o processo de melhoramento genético de uma raça. No estudo de um grupo equídeo, seja ela com animais de um país, de uma raça ou de um haras, é importante avaliar desde sua distribuição geográfica, forma de acasalamentos e reprodução. Além de sua constituição gênica, estudando-se com ênfase o processo de formação, seu tamanho efetivo, níveis de endogamia e o intervalo de gerações (PROCÓPIO, 2000). Assim, a constituição genética de uma população não está relacionada apenas com a constituição do indivíduo, mas também com a transmissão dos genes entre as gerações subsequentes (FALCONER & MACKAY, 1996), sendo que a subdivisão populacional leva, inevitavelmente, a diferenciação genética entre as subpopulações (HARTL; CLARCK, 2006). As características de herdabilidade de moderada a alta podem ser

geneticamente melhoradas e, considerando a existência de correlações genéticas favoráveis e de grande magnitude entre cada grupo, auxiliam na definição dos critérios de seleção. 7

3.2 PROVAS

As avaliações genéticas na raça Crioula são feitas de forma subjetiva, normalmente embasados em resultados dentro de pista. As associações de criadores de cavalos possuem as informações da genealogia dos cavalos, e permitem o acesso até a quinta geração genealógica dos animais com o desempenho individual. Não é proporcionado uma pesquisa de avaliações em grupos, comparações ou outras análises com cruzamento de informações.

O cavalo Crioulo norteia seu melhoramento genético por três principais provas de seleção: *(i)* marcha de resistência; *(ii)* morfologia e *(iii)* Freio de Ouro. As provas de morfologia e Freio de Ouro existem desde o ano de 1982 neste formato que é disputado até hoje, com algumas alterações. A prova de morfologia busca avaliar o animal em seu fenótipo, predominando a beleza zootécnica como alto padrão. Por fim, a prova do Freio de Ouro foi pensada buscando o animal mais completo possível para a lida do campo. Nesta etapa são avaliadas diversas características tais quais, beleza, velocidade, força, coragem, habilidade, submissão entre outras tão necessárias para um cavalo de sela. Por todas suas exigências torna-se um modelo de seleção muito completo para um cavalo de sela. A tabela 5 mostra alguns dos animais que foram vencedores nos últimos cinco anos nas provas de morfologia e Freio de Ouro.

Tabela 5 – Ganhadores das provas de morfologia e freio de ouro dos últimos 5 anos

ANO	SEXO	VENCEDOR MORFOLOGIA	VENCEDOR FREIO DE OURO
2016	F	<i>DINASTIA CALA BASSA</i>	<i>FERRERA DE LOS CAMPOS</i>
2016	M	<i>ESQUIVADO CALA BASSA – TE</i>	<i>HARMONIA TEMPRANO</i>
2017	F	<i>BT DECISAO II</i>	<i>CAPANEGRA QUINTA SINFONIA</i>
2017	M	<i>INQUISITOR 1490 MAUFER</i>	<i>PN CAMBIASSO</i>
2018	F	<i>CONVOCADO CALA BASSA</i>	<i>INDEPENDENCIA DO ESPIGAO</i>
2018	M	<i>QUERENDON DO RECANTO CRIOULO</i>	<i>JA LIBERTADOR</i>
2019	F	<i>BASCA DESTEMIDA</i>	<i>INDEPENDENCIA DO ESPIGAO</i>
2019	M	<i>MAIS UM MAGISTRADO</i>	<i>SANTA ALICE NUBLADO II</i>
2020	F	<i>BASCA CONSTANCIA</i>	<i>COLIBRI MATRERO</i>
2020	M	<i>BUENO DE QUARACI</i>	<i>BALISA III DO ITAPORORÓ</i>

Fonte: ABCCC, 2021.

De acordo com o regulamento fornecido pela ABCCC (2021), a prova de marcha de resistência é formada por duas etapas: concentração prévia e largada da marcha. A concentração prévia dos animais ocorre 30 (trinta) dias antes da largada e, para tal, a Comissão ou Subcomissão de Marchas deverá providenciar potreiro de campo natural de boa qualidade e com volume de pasto suficiente para que ocorra ganho de peso dos animais neste período. Nesta etapa os animais são desverminados e desferrados sob a responsabilidade da Subcomissão Veterinária da prova. Durante a concentração prévia os animais não poderão ser montados ou exercitados e deverão manter-se sem ferraduras. Os organizadores são responsáveis pelo atendimento e assistência dos animais durante esse período. Os animais retornam aos seus proprietários ou ginetes, em até 2 (dois) dias que antecedam a largada da prova, para que sejam preparados e ferrados.

Na prova marcha de resistência os animais percorrem um total de setecentos e cinquenta quilômetros montados pelo ginete em um período de 15 (quinze) dias, de modo a testar a resistência e a capacidade de recuperação do cavalo.

Na prova de morfologia, os competidores inicialmente são separados por sexo e subdivisão de idade, o que os classifica em categorias: (i) potranco e potranca menor; (ii) potranco e potranca maior; (iii) cavalo e égua menor e (iv) cavalo e égua adulto. As categorias ainda são subdivididas para ajustar o mais próximo possível as datas de nascimentos dos avaliados (Tabela 7).

Tabela 7 – Categorias morfologia Expointer

	Categoria Macho	Categoria Fêmea	Meses	Nascimentos
Potranco (a) Menor	1 ^a	15 ^a	30	1º a 29 de fevereiro
	2 ^a	16 ^a	31	1º a 31 de janeiro
	3 ^a	17 ^a	32	1º a 31 de dezembro
	4 ^a	18 ^a	33	1º a 30 de novembro
Potranco (a) Maior	5 ^a	19 ^a	34	1º a 31 de outubro
	6 ^a	20 ^a	35	1º a 30 de setembro
	7 ^a	21 ^a	36	1º a 31 de agosto
	8 ^a	22 ^a	37 até 39	1º de maio a 31 de julho
Cavalo (Égua) Menor	9 ^a	23 ^a	40 até 42	1º de fevereiro a 30 de abril
	10 ^a	24 ^a	43 e 44	1º de dezembro a 31 de janeiro
	11 ^a	25 ^a	45	1º a 30 de novembro
	12 ^a	26 ^a	46	1º a 31 de outubro
Cavalo (Égua) Adulto (a)	13 ^a	27 ^a	47 até 51	1º de maio a 30 de setembro
	14 ^a	28 ^a	A partir de 52.	Até 30 de abril

Fonte: ABCCC, 2021.

A prova de morfologia na Expointer acontece da seguinte forma: os animais se apresentam primeiramente encilhados, para expor as três andaduras típicas da raça (tranco, trote e galope) em torno dos jurados. O objetivo é mostrar que se trata de um cavalo manso e apto a ser julgado, sendo avaliado neste momento a progressão e comodidade das andaduras, de forma subjetiva, sem nota.

Posterior a esta avaliação das andaduras, os competidores são apresentados de forma individual aos jurados e organizados em uma fila comparativa, quando são julgadas todas as subdivisões. Os líderes de suas subcategorias voltam para a disputa determinando quem será o campeão da categoria (Figura 2).

Figura 2 - Prova de Morfologia



Fonte: ULBRICH, 2020

Uma vez julgadas todas as categorias e definidas as colocações do primeiro ao quarto lugar, retornam a pista, os campeões de cada categoria. Estes animais desfilam para o jurado que irá definir quem é o Grande Campeão da Exposição, no caso, o melhor macho entre as quatro categorias. Escolhido este animal, vem para a disputa o segundo colocado na categoria

dele compondo a fila para a escolha do Reservado Grande Campeão da Exposição que compreende o segundo lugar geral na categoria machos, a mesma métrica é usada para o terceiro e quarto lugar (Figura 3).

Figura 3 - Prova de morfologia



Fonte: ULBRICH, 2021

Já definidos os melhores machos e fêmeas da exposição, o jurado define qual é o Melhor Exemplar da Raça, que seria o melhor animal da exposição, independente de sexo. A lista a seguir apresenta algumas características subjetivas a serem avaliadas nesta prova, que não vem acompanhadas de notas. A Figura 4 apresenta o padrão racial.

- I. Ângulos articulares a correção dos mesmos além de proporcionar equilíbrio é fundamental na progressão dos andares;
- II. Cabeça exteriorizando tipicidade racial, proporcionalidade e perfeita união ao pescoço;

- III. Características gerais silhueta ligeiramente retangular, equilibrada e de alto enquadramento no padrão racial;
- IV. Cascos preferencialmente pretos, proporcionais à estrutura morfológica, com correta angulação de suas paredes;
- V. Cernelha e dorso razoavelmente delineados, com bom revestimento muscular, permitindo harmonia na continuidade da linha superior através de sua união com o lombo;
- VI. Cola (Rabo) deve estar inserida, representando continuidade na linha superior. O posicionamento da cola é extremamente importante pois é um detalhe de caracterização racial, assim como o seu volume;
- VII. Encontros e paletas amplos, fortes e musculosos com paletas inclinadas proporcionando amplitude nos movimentos;
- VIII. Estrutura óssea forte e consistente, com correção de aprumos, proporcionando longevidade de utilização;
- IX. Flancos cheios, mostrando a sua capacidade de conversão, o que está diretamente ligado a sua resistência e poder de recuperação;
- X. Garupa (anca) forte e musculosa de mediana inclinação, proporcionando boa descida muscular aos posteriores;
- XI. Lombo firme com correta união a garupa, proporcionando firmeza e resistência à linha superior;
- XII. Pescoço leve com correta distribuição muscular, convexo no bordo superior, retilíneo no bordo inferior, apoiado sobre o peito, caracterizando uma frente leve;
- XIII. Tórax com bom perímetro, razoável arqueamento de costelas, possibilitando bom rendimento à atividade cardíaca e respiratória, fundamentais à resistência.

Figura 4 - Padrão Racial



Fonte: ABCCC, 2012 apud TELLECHEA, 2015

Estas características também são avaliadas na prova do Freio de Ouro, durante a etapa de “morfologia”. No entanto, ela passa a ser uma avaliação objetiva, uma vez que é designado uma nota como nas outras etapas do Freio de Ouro.

Na prova Freio de Ouro, posteriormente a etapa da morfologia, seguem sete provas subsequentes de cunho funcional que avaliam, dentre outras características do animal, aptidão e habilidade.

As provas são: andadura, figura, volta sobre patas, esbarrada, mangueira, Bayard/Sarmento e campo.

Na prova de andadura que segue a de morfologia, o animal executa os três andares característicos da raça: tranco, trote (Figura 5) e galope. Nestes movimentos são avaliados a progressão, cômodo e movimentação cinética de forma individual em cada andar. Terminadas as andaduras o conjunto se dirige até os jurados onde o ginete desce e sobe novamente no animal mostrando mansidão.

Figura 5 – Trote - Prova de andadura



Fonte: CANAL RURAL, 2020.

A etapa seguinte denominada “figura” exige que o conjunto contorne obstáculos colocados no chão (Figura 6) em um percurso pré-determinado avaliando velocidade, resistência, movimentos laterais e submissão.

Figura 6 - Prova de figura



Fonte: ULBRICH, 2018.

Na sequência o animal é submetido a um movimento lateral no qual o membro posterior deve estar “fixado” como um “eixo” para que o corpo gire sobre este por duas voltas para cada lado (Figura 7).

Em seguida se dirige ao início da pista voltando em alta velocidade até a altura dos jurados onde é realizado uma parada brusca (esbarrada), repetindo o movimento no outro sentido da pista.

Figura 7 - Movimento de giro



Fonte: ALMEIDA, 2020.

A próxima etapa é realizada em uma pista de nove metros de largura por dezesseis de comprimento. Adentram a este local dois bovinos onde os jurados indicam um para que seja separado do outro mantendo o cavalo em movimento por um tempo determinado (Figura 8).

Após esta parte são trocados os bovinos voltando apenas um para realizar o movimento de “pechada”, o qual consiste em uma batida com o peito do cavalo no bovino em um ângulo de 45 graus fazendo este trocar de direção. A prova é repetida por ambos os lados.

Figura 8 - Prova de aparte na mangueira



Fonte: REVISTA HORSE, 2017.

A última das etapas antes do primeiro ponto de corte é a prova de campo. Os participantes entram para a disputa em duplas seguindo o ranking de pontuação até o momento, da menor para a maior pontuação.

Figura 09 - Pista de provas Expointer



Fonte: VIEIRA, 2021.

A prova de campo consiste em uma dupla de cavalos/cavaleiros conduzirem um bovino entre os dois cavalos até os 80 metros de uma pista específica (Figura 9) onde deverão tomar a frente do bovino fazendo com que o mesmo retorne para o espaço de origem sendo conduzido pelo meio dos cavalos (Figura 10).

No primeiro ponto de corte ficam para o próximo dia de competição os quatorze, e agora dezesseis, animais mais bem colocados até o final da etapa de campo I.

Figura 10 - Prova de paleteada



Fonte: CLUBE DO HIPISMO, 2018.

Nesta nova etapa repete-se a prova de mangueira seguida pela prova de Bayard/Sarmento que é um percurso onde o conjunto realiza quatro esbarros (Foto 11) e duas volta sobre patas. Por último os participantes novamente são separados em duplas por pontuação do ranking da prova até o momento, do menos para o mais pontuado e repetem a prova de campo.

Figura 11 - Movimento de esbarrada



Fonte: ULBRICH, 2015.

Os animais mais bem pontuados são os ganhadores. Ao final de todas as etapas o animal faz uma média funcional que acrescido a nota da morfologia de peso 10 (dez) vai proporcionar a média final que irão basear os vencedores.

As características analisadas durante estas provas são frutos da seleção artificial escolhida a dedo por seres humanos, vulgo melhoramento genético. Para tanto, há necessidade do entendimento das características das gerações anteriores, para a construção de uma geração futura melhorada. Ao selecionar dois cavalos com fenótipos vencedores para determinada prova, a prole tende, de forma probabilística, a carregar o fenótipo vencedor. Desta forma, é necessário a compreensão de toda uma árvore genealógica de cada indivíduo, permitindo assim a melhor escolha do casal reprodutivo (SANTOS *et al*, 2018; SILVA, *et al*, 2019).

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

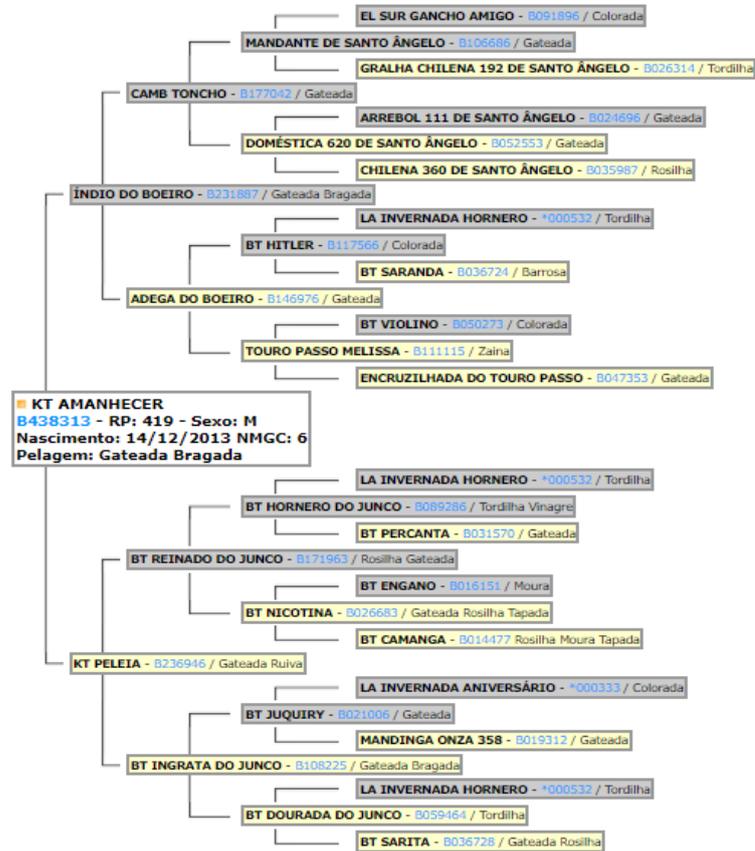
4.1 PRODUTO DE PESQUISA: BANCOS DE DADOS

Na primeira etapa deste projeto foi necessário buscar as informações sobre os quais animais deveriam ser pesquisados e catalogados, ou seja, quais animais foram os vencedores. Na prova Freio de Ouro foi utilizado como ponto de corte inicialmente os quatorze, hoje dezesseis animais mais pontuados ao término da prova de Campo I. Essa etapa, resultou em 90 dias de busca em repositórios on-line especializados. Dessa busca, resultou em 1910 animais. Na prova de morfologia, foram selecionados os 3 primeiros colocados de cada subdivisão.

Todos os dados coletados e organizados neste trabalho são públicos e estão disponíveis no site da Associação Brasileira de Criadores de Cavalos Crioulos (ABCCC), utilizando a árvore genealógica disponível no site (www.abccc.com.br). Trata-se de uma associação regulamentada pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) responsável por manter um *stud book* com as informações de cada indivíduo, realizar e fiscalizar provas de participação exclusiva de animais da raça Crioula, fazer as vias burocráticas necessárias para tais possibilidades. Hoje a ABCCC conta com pelo menos 14 modalidades esportivas oficiais.

Em posse destes nomes, o *pedigree* de cada animal, individualmente, foi consultado no site da ABCCC (Figura 12), transcrevendo os sessenta e quatro nomes do seu *pedigree* para uma planilha eletrônica. Esse procedimento foi repetido para todos os mil novecentos e dez animais premiados na raça até o presente momento. Após, realizou-se a pesquisas das linhas maternas, tribos paternas e linhas maternas dos pais. Abrindo novamente todos os pedigrees e seguindo a sequência genealógica até a identificação dos indivíduos acima e catalogando-os também no mesmo banco de dados.

Figura 12 - Disposição dos dados no site da ABCCC



Fonte: ABCCC, 2021.

Por fim foi realizada uma pesquisa dentro do site da ABCCC com todos os participantes do Freio de Ouro catalogados no presente trabalho para obter as notas que eram disponíveis pela associação. As notas foram também transcritas uma a uma de manualmente para o banco de dados.

Ao todo foram dois anos de pesquisas e transcrições até chegar ao modelo atual.

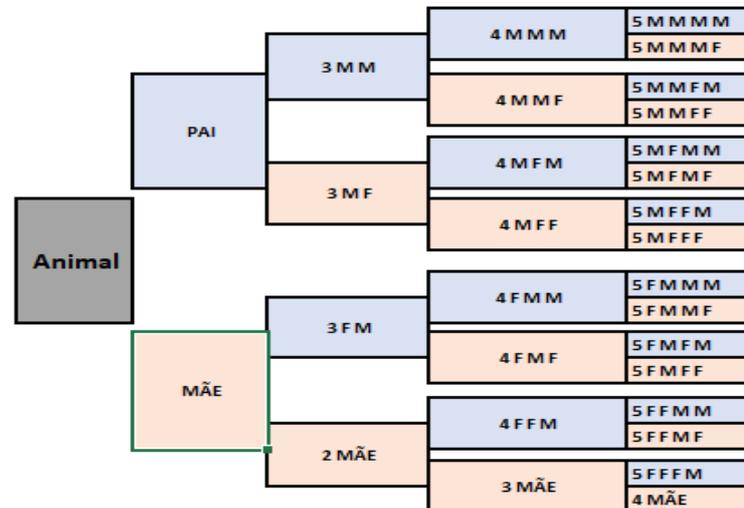
4.1.1 Descrição do conjunto de dados

O Banco de dados aqui descrito é uma coletânea de informações organizadas em uma planilha eletrônica. As linhas representam os animais premiados e as colunas representam as variáveis associadas a cada indivíduo. Foram cadastrados ao todo até o momento 1910 animais, divididos entre cinquenta variáveis. Os dados foram coletados entre novembro de 2019 e abril de 2020 havendo uma atualização no mês de dezembro de 2020.

As variáveis que compõe o banco de dados são:

- Categoria: Categoria em que cada animal compete para que possam ser avaliados no todo e em seu grupo específico;
- Prova: A competição que o animal participou, se foi disputa em “morfologia” ou “Freio de Ouro”;
- Colocação (C): Colocação que o animal permaneceu ao término da prova em que competiu para avaliação dos melhores;
- Ano (A): Ano da competição que participou;
- Sexo: Categoria sexual em que o animal está enquadrado para ser comparado com os do mesmo gênero, podendo minimizar qualquer diferença;
- Animal: Indivíduo que obteve a premiação;
- Genealogia: A divisão genealógica está representada como no diagrama exemplificado pela figura 13, contendo nas células do diagrama o nome correspondente a coluna da tabela.

Figura 13 - Diagrama de siglas utilizadas na árvore genealógica. As letras presentes na planilha são um glossário do Banco de dados.



Fonte: AUTORIA PRÓPRIA.

- Tribo Paterna: O ascendente masculino precursor no *pedigree*, animal que em uma linha de transmissão de machos para machos, vem a ser o patriarca da família. Importante conhecer as tribos paternas que sobrevivem ao passar dos anos e com quem elas melhor se acasalam;
- Linha Materna do Pai: A ascendente feminina precursora do *pedigree* do pai do animal em questão premiado. Ou seja, a matriarca do sangue do pai do animal em questão premiado. As linhas maternas são importantes para a seleção genética, elas são bases genéticas sólidas em que muitos resultados convergem. Todas as raças possuem suas grandes linhas maternas, animais de notada dominância para o propósito no qual é selecionado ao passar das gerações;
- Família Materna: Linha materna do animal em questão premiado;

- **Morfologia:** Nota referente a etapa de mesmo nome. Soma-se uma fração a cada etapa subsequente funcional para formar a média final. Tem importância para selecionar animais com físico condizente com o que busca a raça;
- **Andadura:** Nesta etapa o animal é avaliado sobre comodidade e capacidade de avanço dentre as andaduras determinados pela raça;
- **Figura:** Esta etapa o animal contorna alguns objetos em velocidade sendo avaliado a submissão, capacidade de coordenação de movimentos laterais, velocidade, disposição e resistência;
- **Volta Sobre Patas/Esbarrada (VSP/ESB):** Nesta etapa o animal faz algumas manobras de giros usando a pata traseira como eixo, e paradas bruscas depois de percorrer uma distância em velocidade, avaliando a coordenação de movimentos laterais, agilidade, velocidade, capacidade de utilizar as patas traseiras para frear e submissão;
- **Mangueira I:** Aqui é a primeira etapa em que se utilizam bovinos para execução. Dividida em duas partes, na primeira parte o animal tem que separar os bovinos mostrando aptidão vaqueira, suavidade e rapidez nos movimentos além de muita agilidade e submissão ao comando do ginete. Na segunda parte o animal tem que enfrentar o bovino utilizando o peito para fazer o bovino mudar de direção, avaliando assim aptidão vaqueira e a coragem do equino em questão;
- **Campo I:** Aqui é a segunda etapa em que se utilizam bovinos para execução. Os animais executam a prova em dupla, saindo um bovino de um caixão especializado, tendo que os animais conduzirem o bovino até os 80 metros e fazer com que o bovino troque sua direção reconduzindo até próximo ao ponto de partida. Nesta etapa se avalia além de aptidão vaqueira, velocidade, submissão, rapidez ao executar movimento lateral e coragem;

- Mangueira II: Exatamente como na “Mangueira I” com a diferença que o peso nesta fase passa a ser sobre 20;
- Bayard/Sarmento: Prova muito semelhante a VSP/ESB. É executada através de um percurso aonde o animal tem que correr e parar bruscamente algumas vezes, seguidos de giros sobre o eixo da pata. Assim como na VSP/ESB é avaliado a coordenação de movimentos laterais, agilidade, velocidade, capacidade de utilizar as patas traseiras para frear e submissão;
- Campo II: Exatamente como no “Campo I” com a diferença que o peso nesta fase passa a ser sobre 20;
- Final: Nota final referente a soma/divisão das médias anteriores. Por esta média se define os melhores colocados;
- Média Funcional (MFcn): Este valor é uma subtração da Média Final com a nota da etapa de “morfologia”, conseguindo assim isolar os melhores animais com aptidão funcional independente de conformação racial;

4.1.2 Consultas e informações

São várias as possibilidades de cruzamentos de dados. Pode-se criar estatística baseado na prova competida, no ano, no animal, usando a árvore genealógica, associando informações como por exemplo determinado cruzamento genético em determinada prova. Por se tratar de uma planilha eletrônica, o sistema funciona a base de filtros individuais. Deste modo o criador poderá isolar qualquer informação contida na planilha. A combinação de dados que poderá ser cruzada é muito ampla e atende ao objetivo individual de cada criador. Nos próximos parágrafos, exemplifica-se o resultado de duas consultas possíveis.

Exemplo 1: O usuário do programa gostaria de saber quais são as genealogias que tiveram maior sucesso nas pistas quando cruzadas com filhas do cavalo “x”. Ele consegue isolar as filhas do cavalo X nas provas que lhe interessa e comparar quais eram as linhagens de sangue dos ganhões que complementaram aquele acasalamento com sucesso nas pistas. A figura 14 mostra uma pesquisa para descobrir quais as melhores estruturas genéticas para filhos do animal *AS Malke Sedutor*, isolando os filhos do referido cavalo que foram finalistas da prova desejada.

Figura 14 - Pesquisa utilizando o banco de dados

Categoria	Prova	C	A	SE	Animal	PAI	MAE	3 F M	2 MÃE
FINALISTA	F.O.	5	2017	M	FEITIÇO CAVALERA	AS MALKE SEDUTOR-TE	QUILERO NUVEM RARA	BT PADRILHO DO JUNCO	QUILERO ESCOPETA
FINALISTA	F.O.	7	2019	F	BASCA ANITA-TE	AS MALKE SEDUTOR-TE	BT MARAGATA	LA INVERNADA HORNERO	BT CANHADA
FINALISTA	F.O.	14	2019	M	ESTANDARTE DE SAO PEDRO	AS MALKE SEDUTOR-TE	NOTICIA II DE SÃO PEDRO	BT HOSPEDEIRO	GENTE FINA DE SAO PEDRO
FINALISTA	F.O.	13	2019	F	GUARITA BAIONETA	AS MALKE SEDUTOR-TE	GUAINA DA VILA VELHA	IDAHUE OSTIGOSO	ERVA-MATE JB DE PALERMO
FINALISTA	F.O.	5	2018	M	FEITIÇO CAVALERA	AS MALKE SEDUTOR-TE	QUILERO NUVEM RARA	BT PADRILHO DO JUNCO	QUILERO ESCOPETA

Fonte: AUTORIA PRÓPRIA.

Exemplo 2: O usuário gostaria de saber como é formada a estrutura genética (genealogia) dos animais com maior sucesso em determinada prova. Ele poderá isolar as provas escolhidas e ordenar as genealogias dos animais de forma a encontrar semelhanças que possa tentar buscar na sua criação. A figura 15 mostra uma pesquisa dos animais mais pontuados na prova de andadura e suas estruturas genéticas.

Figura 15 - Pesquisa utilizando o banco de dados

Categoria	Prova	C	A	SE	Animal	PAI	MÃE	3 F M	2 MÃE	Andadura
FINALISTA	F.O.	5	2014	M	RZ TIEMPO AL VENTO DA CARAPUÇA	BT LAMBORGUINE	MAESTRA DE SANTA ANGELICA	GENERAL DE SANTA ANGELICA	FAROLEIRA DE SANTA ANGELICA	14,600
FINALISTA	F.O.	2	2020	M	FANTÁSTICO DE SÃO PEDRO	DEL OESTE MUTANTE	PAMPEANA DO RETIRO DO OURC	DUQUE DE SAO PEDRO	BALUCA DO RETIRO DO OURO	14,167
FINALISTA	F.O.	12	2012	M	MAPAXE DA RIO BONITO	HADOQUE DA VILA VELHA	COSECHA DA RIO BONITO	BT ABANDONO	CIGANA DE ROSAZUL	15,000
FINALISTA	F.O.	12	2013	M	MAPAXE DA RIO BONITO	HADOQUE DA VILA VELHA	COSECHA DA RIO BONITO	BT ABANDONO	CIGANA DE ROSAZUL	14,300
FINALISTA	F.O.	5	2012	M	PIRAI 1533 DO HONESTO	HONESTO SIMPATIA	SANTA TEREZA FISGA	ENTREVERO CHARRUA	SANTA TEREZA 262 DO PIRAI	14,450
FINALISTA	F.O.	4	2015	F	GUAPA 72 DO CERRO VELHO	LA FRONTERA TORMENTO	OBA DO PAINEL	BT FAVORITO	SAIA CURTA DO ARAGANO	14,200
FINALISTA	F.O.	7	1997	M	BT DAMASIO	LA INVERNADA HORNERO	BT PEDRA MORA	SORRO CAMPEIRO	BT HARMONIA	14,467
FINALISTA	F.O.	1	2000	M	DESTAQUE DE SANTA ADRIANA	REGALON DO ITAPORORO	PAMPEIRA 629	BT HERDEIRO	PAMPEIRA 344	14,017
FINALISTA	F.O.	4	2016	M	PN CAMBIASSO	SANTA ELBA SENUELO	NAPA DE SANTA ANGELICA	GENERAL DE SANTA ANGELICA	ALELUIA DE SANTA ANGELICA	14,100
FINALISTA	F.O.	2	2013	M	DESAFIO DE SANTA EDWIGES	TANIDO REDOBLADO	VIBORA DE SANTA EDWIGES	MUTICURA SIN SUERTE	LANÇA DE SANTA EDWIGES	14,200
FINALISTA	F.O.	5	2002	M	RODOPIO DE SANTA EDWIGES	TANIDO REDOBLADO	HUIFQUENCO TRANQUILLA	HUIFQUENCO HUILIENTO	HUIFQUENCO CANDILEIAS	14,033

Fonte: AUTORIA PRÓPRIA.

Em posse de dados que identifiquem ou não alguma semelhança com os animais premiados, o usuário pode direcionar suas compras e seus acasalamentos para caminhos que já tiveram sucesso anteriormente.

O banco de dados proporciona uma consulta ágil sobre estes animais, identificando padrões em animais do terço superior da raça.

4.2 ARTIGO CIENTÍFICO PÚBLICADO NO PERÍODICO RESEARCH SOCIETY AND DEVELOPMENT

Os resultados estão apresentados no formato do artigo científico “Resultados de competições e informações genealógicas de equinos da raça crioula: uma abordagem baseada em descoberta do conhecimento”. O artigo teve como objetivo a aplicação de inteligência artificial em *data mining* a partir de dados genealógicos de cavalos crioulos premiados na Expointer.

O presente artigo foi publicado no periódico: Research, Society and Development em agosto de 2021.

Resultados de competições e informações genealógicas de equinos da raça crioula: uma abordagem baseada em descoberta do conhecimento

Competition results and genealogical information of creole horses: a knowledge discovery-based approach

Resultados de la competencia e información genealógica de caballos criollos: un enfoque basado en el descubrimiento del conocimiento

Recebido: 09/08/2021 | Revisado: 18/08/2021 | Aceito: 23/08/2021 | Publicado: 24/08/2021

Jessica Della Giustina

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6333-7730>

Universidade de Caxias do Sul, Brasil

E-mail: jdgiustina@ucs.br

Tiago Piccoli

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8002-8286>

Universidade de Caxias do Sul, Brasil

E-mail: tapiccoli@gmail.com

Fernanda Pessi de Abreu

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5006-4833>

Universidade de Caxias do Sul, Brasil

E-mail: fpabreu1@ucs.br

Pedro Lenz Casa

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4666-9434>

Universidade de Caxias do Sul, Brasil

E-mail: plcasa@ucs.br

Fernando Paixão Lisboa

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5157-1506>

Universidade de Caxias do Sul, Brasil

E-mail: pxlisboa@gmail.com

Scheila de Avila e Silva

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3472-3907>

Universidade de Caxias do Sul, Brasil

E-mail: sasilva6@ucs.br

Resumo

O presente artigo tem por objetivo aplicar algoritmos de inteligência artificial na mineração de dados genealógicos de cavalos crioulos premiados dentro da Expointer, a fim de encontrar padrões e características de animais vencedores de competições. O conjunto de dados foi obtido do repositório da Associação Brasileira de Criadores de Cavalos Crioulos. As técnicas e algoritmos aplicados foram as análises de frequências, comparação de médias e regressão linear. No total, foram extraídas as informações de 1866 animais. Os dados foram organizados em dois grupos segundo as provas de Morfologia e Freio de Ouro. A tribo paterna que teve o melhor desempenho entre os campeões de Morfologia e Freio de Ouro foi Aculeo Vastago. Em comparação, as famílias maternas bem-sucedidas demonstraram uma maior variabilidade, mesmo assim foi observado uma dominação de Torhuela, Che Pitanga 565 e BT Fuzarca na prova de Morfologia. As análises de comparação de médias revelaram que existe diferença estatística significativa ($p < 0,001$) entre as médias das notas finais em comparação à posição da prova. A análise do conjunto de dados demonstrou grande variabilidade e poucos padrões. Ainda assim, foi possível identificar as linhagens mais recorrentes entre as melhores colocações nas provas de Morfologia e Freio de Ouro. Os achados deste estudo podem auxiliar no melhoramento genético das raças crioulas, possibilitando um melhor desempenho das linhagens nas competições.

Palavras-chave: Descoberta do conhecimento em banco de dados; Associação brasileira de criadores de cavalos crioulos; Pesquisa genealógica.

Abstract

The current paper aims to perform data mining and artificial intelligence algorithms for genealogical data related to creole horses awarded in the “Expoiner” competition, in order to uncover patterns and characteristics of winning animals. The dataset was obtained on a repository from the “Associação Brasileira de Criadores de Cavalos Crioulos”. The techniques and algorithms employed were frequency analysis, means comparison and linear regression. In total, information from 1866 animals was extracted, which were organized in two groups according to the competition events of “Morfologia” and “Freio de Ouro”. The paternal lineage with better performance out of the champions from both events was Aculeo Vastago. In comparison, the more successful maternal branches demonstrated higher variability; Nevertheless, a dominance was observed for the families Torhuela, Che Pitanga 565 and BT Fuzarca in the “Morfologia” event. The mean comparison analyses revealed a statistically significant difference ($p < 0,001$) between the mean final punctuation in comparison to final position in the event. Overall, the analysis of this dataset demonstrated high variability and few patterns. Still, we were able to identify the most recurrent lineages amongst the better positioned animals in the “Morfologia” and “Freio de Ouro” events. The findings contained in this study can be used as support for genetic enhancement of creole breeds, allowing for a better performance in competitions.

Keywords: Knowledge discovery in databases; Brazilian association of creole horse breeders; Genealogical research.

Resumen

Este artículo tiene como objetivo aplicar algoritmos de inteligencia artificial en la minería de datos genealógicos de caballos criollos premiados en la competencia de Expoiner, con el fin de encontrar patrones y características de animales que han ganado concursos. El conjunto de datos se obtuvo del repositorio de la Asociación Brasileña de Criadores de Caballos Criollos. Las técnicas y algoritmos

aplicados fueron análisis de frecuencia, comparación de medias y regresión lineal. En total, se extrajo la información de 1866 animales. Los datos se organizaron en dos grupos de acuerdo con las pruebas de Morfología y Golden Brake. La tribu paterna que mejor desempeño tuvo entre los campeones de Morfología y Golden Brake fue Aculeo Vastago. En comparación, las familias maternas exitosas mostraron mayor variabilidad, aun así se observó una dominancia de Torhuela, Che Pitanga 565 y BT Fuzarca en la prueba de Morfología. El análisis de comparación de medias reveló que existe una diferencia estadísticamente significativa ($p < 0,001$) entre las medias de las notas finales en comparación con el puesto de prueba. El análisis del conjunto de datos mostró una gran variabilidad y pocos patrones. Aun así, fue posible identificar las cepas más reincidentes entre las mejor colocadas en las pruebas de Morfología y Golden Brake. Los hallazgos de este estudio pueden ayudar en la mejora genética de razas autóctonas, permitiendo un mejor desempeño de las cepas en competiciones.

Palabras clave: Descubrimiento de conocimiento en la base de datos; Asociación brasileña de criadores de caballos criollos; Investigación genealógica.

1. Introdução

A obtenção de conhecimento a partir de bases de dados requer um processo que abrange etapas desde a coleta e armazenamento de dados até o tratamento e interpretação de resultados. Nesse sentido, a Mineração de Dados compõe uma das etapas da descoberta do conhecimento em banco de dados (KDD, do inglês *knowledge discovery in databases*). Com ela é possível revelar o conhecimento implícito em grandes bases de dados, possibilitando a análise antecipada de eventos e a previsão de tendências e comportamentos futuros (Cardoso & Machado, 2008).

Na saúde animal, a disponibilidade de dados vem crescendo devido a informatização de vários processos. Os avanços nas tecnologias de sequenciamento de genomas, sistemas de vigilância e registros médicos eletrônicos aumentaram a quantidade de dados brutos gerados. Além disso, uma forma de auxiliar a aquisição de dados é a utilização de sensores desenvolvidos para animais. Outras fontes de dados na saúde animal incluem a vigilância governamental sobre doenças animais, registros médicos veterinários eletrônicos, registros de produção agrícola e bancos de dados específicos de espécies (Ouyang et al., 2019).

Como exemplo de aplicação do KDD em saúde animal, cita-se a epidemiologia veterinária. Nesse contexto, essas análises podem ser utilizadas para entender os riscos e minimizar o impacto de problemas adversos à saúde dos animais. Por meio da modelagem epidemiológica é possível combinar diferentes dados ou processos, identificando populações de alto risco. Assim, a identificação de padrões auxilia em ações de vigilância e controle. Como o movimento de animais entre locais é um fator de risco essencial para muitas doenças infecciosas, muitos países implementaram programas obrigatórios de rastreabilidade animal. Por meio desses, as remessas de animais em produção são rastreadas no espaço e no tempo, gerando uma rica fonte de informações para uma resposta rápida a ameaças à saúde (VanderWaal et al., 2017; Neethirajan, 2020).

Lima e colaboradores (2013) fizeram uso da base de dados de um programa de controle de incidência da Anemia Infecciosa Equina na região do Pantanal sul-mato-grossense. O principal objetivo da pesquisa foi modelar os resultados do acompanhamento da Anemia Infecciosa Equina, traçando o perfil do sucesso ou fracasso do controle da doença. Como resultado, os autores obtiveram um modelo baseado em árvore de decisão com acurácia de 85%, sendo esse efetivo na identificação de fatores e características que culminam na infecção dos animais (Lima et al., 2013).

O KDD foi também exemplificado em um estudo realizado pelo programa de melhoramento genético da Universidade Federal de Santa Maria. O trabalho teve como finalidade aprimorar o processo de seleção de poedeiras. Para isso, foram utilizadas técnicas de mineração de dados. A metodologia

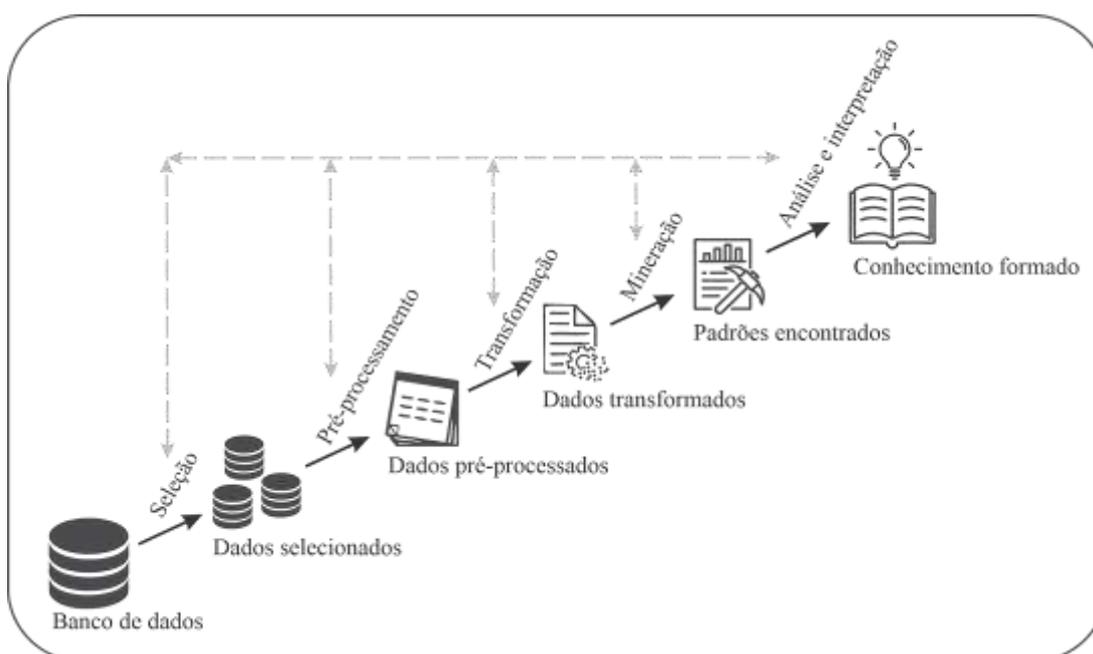
utilizada estabeleceu quais são as características chave para classificar a produtividade de cada raça de poedeiras de ovos. Assim, tornou-se possível aumentar os ganhos na produção de ovos por intermédio da identificação de características fenotípicas associadas ao ambiente (Ferreira et al., 2013).

Considerando a aplicabilidade do processo de descoberta do conhecimento em dados provenientes de saúde animal, o objetivo do presente trabalho foi aplicar técnicas de mineração de dados em um repositório referente à genealogia de cavalos crioulos premiados na Expointer.

2. Metodologia

Este trabalho baseou-se no processo de KDD, o qual compreende uma série de etapas, entre as quais está a seleção dos dados, pré-processamento, mineração, análise e avaliação (Figura 1) (Fayad; Haussler & Stolorz, 1996; Elmasri & Navathe, 2019). Sendo que presume que a análise da informação seja feita por um especialista de domínio, a fim de gerar conhecimento. O KDD realiza análises através de algoritmos que retornam padrões e tendências nos dados analisados (Silva, 2016; Carvalho et al., 2021).

Figura 1. Etapas do KDD.



Fonte: Adaptado de Fayyad; Piatetsky-Shapiro e Smyth (1996).

A seleção dos dados consistiu na escolha do conjunto de dados. O presente estudo fez uso de dados disponibilizados na base de dados da Associação Brasileira de Criadores de Cavalos Crioulos (ABCCC, 2020). Assim, realizou-se uma pesquisa de mérito dos principais animais da raça crioula premiados nas provas de Morfologia e Freio de Ouro da Expointer, um dos maiores eventos da ABCCC. Vale notar que essas provas são consideradas importantes como subsídio para a seleção e melhoramento (Cucco et al., 2016), visto que podem repercutir diretamente na lucratividade do equino (Gianluppi et al., 2009).

Para a seleção dos dados foram consideradas somente as premiações máximas das provas de seleção da raça (Morfologia). Já nas provas Freio de Ouro foram consideradas as colocações de primeiro até o

décimo quarto lugar a partir do ano de 1982. No total, as informações de 1866 animais foram extraídas para o projeto.

O Pré-Processamento envolveu a compreensão de cada variável do conjunto de dados. No Pré-processamento é realizada inicialmente a limpeza e transformação dos elementos, com o objetivo de selecionar e filtrar dados ruidosos, inconsistentes e dados faltantes que podem afetar a qualidade do processo de mineração de dados (Elmasri & Navathe, 2019; Silva, 2016; Goldschmidt; Passos, & Bezerra, 2015). No total, foram considerados 53 atributos para serem trabalhados, dos quais definidos os atributos mais relevantes para a etapa de mineração (Tabela 1).

Tabela 1. Atributos do conjunto de dados e suas classificações.

Atributo	Tipologia
Categoria	Categórico
Prova	Categórico
Colocação	Numérico
Ano	Numérico
Sexo	Categórico
Nome do animal	Categórico
Genealogia paterna (5 gerações) 2m, 3mm, 4mmm, 5mmmm	Categórico
Tribo paterna	Categórico
Linha materna pai	Categórico
Genealogia materna (5 gerações) 2f, 3ff, 4fff, 5ffff	Categórico
Família materna	Categórico
Morfologia	Numérico
Andadura	Numérico
Figura	Numérico
VSP/ESB	Numérico
Mangueira 1 / Mangueira 2	Numérico
Campo 1 / Campo 2	Numérico
Final	Numérico

Fonte: Autores.

Em seguida, foi encaminhada a etapa de Mineração, visto que não foi necessária a etapa de Transformação para o conjunto utilizado. A mineração de dados, se trata de um processo de escavação de conjuntos de dados com grandes volumes, os quais são analisados e deles extraídos informações, padrões, tendências, entre outros (Dani et al., 2020). As ferramentas utilizadas para o processo de mineração de dados foram: Minitab (Minitab 17 Statistical Software, 2010) e Orange Data Mining (Demšar et al., 2013).

As técnicas e algoritmos aplicados foram as análises de frequências, comparação de médias e regressão linear (Demšar et al., 2013). Para os testes inferenciais, todas as premissas foram analisadas a fim de aplicar os testes adequadamente. Em todas as análises, o conjunto de dados foi dividido em dois grupos: (i) um grupo referente à prova de Morfologia, a qual não define pontuação para os animais, apenas uma colocação; e (ii) um grupo relacionado às provas de Freio de Ouro, voltadas para o desempenho dos animais, as quais apresentam pontuações nas provas.

3. Resultados e Discussão

Em relação à análise de frequências, pode-se elencar os animais das famílias materna e paterna mais reincidentes na prova de Morfologia. Os valores apresentados no Quadro 1 foram obtidos pelo cruzamento dos atributos: Família Materna, Categoria e Colocação. A partir dessas variáveis encontrou-se os animais da Família Materna mais reincidentes (troncos maternos dominantes) nas respectivas categorias, considerando as quatro primeiras colocações. A Família Materna denominada Torhuela foi a mais frequente (26 animais campeões), seguida por BT Fuzarca e Che Pitanga 565 (25 animais campeões cada uma).

Quadro 1. Animais da Família Materna mais reincidentes na prova de Morfologia.

Família materna	Cavalo adulto	Cavalo menor	Égua adulta	Égua menor	Gr campeonato	Melhor exemplar	Potranca maior	Potranca menor	Potranco maior	Potranco menor	Total
Anahi onza	2	1	1		3					2	9
Aragana			1	2	1		1	1	2		8
Aroeira 8 de nazareth		1	2	3	8		1	1			16
Bt argila	1	1			4		1	1	2		10
Bt camanga	4	4		1	3		3		3	1	19
Bt dansarina					8	1			2	1	12
Bt fuzarca	1	2	3	2	12		2		2	1	25
Bt lambisgoia	2		5	1	9	1		1		2	21
Bt sarita		1		2	3			1	1	2	10
Che pitanga 565	1	3	1	3	7		6	1	2	1	25
Rosi 10 de nazareth			2	1	5	1	1	2			12
Santa isabel farrera			1	1	6		1				9
Taleira 486 de nazareth					4			3		1	8
Torhuela	1	1	1	1	10	1	4	3		4	26
Trinidad la invernada	1	1			1		2		4		9
Victoria de santa angelica	1				3		2	1		1	8

Fonte: Autores.

O mesmo procedimento foi realizado para a construção da Quadro 2, porém cruzando Categoria e Colocação com os animais da Tribo Paterna. Essa apresenta os animais da Tribo Paterna mais reincidentes nas respectivas categorias, considerando as quatro primeiras colocações. A Tribo Paterna denominada Aculeo Vastago foi a mais frequente (509 animais campeões), seguida pela tribo Curiche Rigor (131 animais campeões).

Quadro 2. Animais da Tribo Paterna mais reincidentes na prova de Morfologia.

Tribo paterna	Cavalo adulto	Cavalo menor	Égua adulta	Égua menor	Gr campeão ato	Melhor exemplar	Potranca maior	Potranca menor	Potranco maior	Potranco menor	Total
Aculeo vastago	37	55	33	36	130	11	52	50	54	51	509
Casas de polpaico estribillo		3	2	2	7		4	1	3	4	26
Charque chingolo			1						2	2	5
Coiron iii	3	6	4	7	9	1	4	5	9	6	54
Curiche rigor	10	11	8	11	31		14	20	12	14	131
Los tilos cachupin	1	6	4	5	14	2	11	9	6	10	68
Naranjal quebradito	2	3	2	2	10		3	5	2	3	32
No me toques	9	1	2	2	18		2	8	2	7	51
Peralillo tranquilito				1	2		1		1	2	7
Quillacon ii					5					1	6
San justo 400		1	3	2	15		3	7	1	1	33
Santa elsa descarinado	1		1		2			1			5
Santa zulema el huila		1		1	1		1	1		1	6
Totoral colibri		1	1	2			1	1		2	8

Fonte: Autores.

Os Quadros 1 e 2 permitem, adicionalmente, identificar famílias de padrões genéticos precoces ou tardios, de acordo com a reincidência nas categorias da prova. Outro destaque destas tabelas é a reincidência no Grande Campeonato, uma vez que se trata de uma categoria que mostra características superiores em um animal.

O Freio de Ouro consiste em um conjunto de nove provas de desempenho e possui o cálculo de quatro médias, até a média final de cada animal. O Quadro 3 apresenta os animais mais reincidentes da Tribo Paterna, Família Materna e Família Materna do Pai, com as melhores pontuações nas provas do Freio de Ouro (terço superior das notas individuais de cada prova).

Em suma, os animais campeões mais reincidentes nas nove provas da Tribo Paterna e Linha Materna do Pai foram Aculeo Vastago e Hacienda Aculeo Sancion, respectivamente. Por outro lado, as Famílias Maternas dos animais campeões nas nove provas apresentaram uma alta variabilidade. Com as informações presentes nessa tabela, é possível aos criadores identificar as genealogias relacionadas às características específicas como, por exemplo: aptidão vaqueira (provas de mangueira e campo), habilidade lateral (provas de envolta sobre pata, figura e bayard).

Quadro 3. Animais da família materna mais reincidentes no Freio de Ouro e suas gerações.

Prova	Tribo paterna	Qtd	Linha materna pai	Qtd	Família materna	Qtd
Morfologia +8	Aculeo vastago	31	Haciendada aculeo sancion	12	Torhuela	2
	Curiche rigor	5	Torhuela	6	Tirana de santa angelica	2
	Los tilos cachupin Casas de polpaico estribillo	5	Mandinga onza 358	4	Mandinga onza 358	2
	Coiron	4	Bt dansarina	3	Bt lambisgoia	2
	iii	2	Bt fuzarca	3	Bt camanga	2

	Clementino aleteo	1	Bt camanga	2	Esmeralda do itapororo 19	1
	Flotador	1	Pozo azul castanuela	1	Pantera de santa angelica	1
	Aculeo coiron iii	1	Taleira 486 de nazareth	1	Rosi 14 de nazareth	1
	No me toques	1	Aculeo indirecta	1	Jardineira 163 merkt do penarol	1
	San justo 400	1	Bt fumaça	1	Che pitanga 591	1
Bayard +15	Aculeo vastago	95	Haciendada aculeo sancion	28	Torhuella	8
	Los tilos cachupin	10	Mandinga onza 358	10	Bt camanga	7
	Curiche rigor	49	Bt fuzarca	10	Miss de santa angelica	5
	Casas de polpaico estribillo	19	La amanecida muchachita	8	Peleadora la invernada	3
	San justo 400	12	Palmira piedrait	8	Mandinga onza 358	3
			Torhuella	8	Huifquenco tranquilla	3
			Bt camanga	8		
Mangueira +11	Aculeo vastago	109	Haciendada aculeo sancion	29	Torhuella	9
	Curiche rigor	53	Bt fuzarca	15	Bt camanga	8
	Casas de polpaico estribillo	30	Torhuella	14	Mandinga onza 358	5
	San justo 400	11	Palmira piedrait	10	Peleadora la invernada	4
	Los tilos cachupin	10	Bt camanga	10	Peleadora la invernada	3
			La amanecida muchachita	8	Manta pampa de san justo	3
			Mandinga onza 358	7	Huifquenco tranquilla	3
Mangueira 2 +15	Aculeo vastago	79	Haciendada aculeo sancion	24	Torhuella	6
	Curiche rigor	43	Torhuella	15	Bt camanga	6
	Casas de polpaico estribillo	18	Mandinga onza 358	10	Peleadora la invernada	5
	San justo 400	11	Palmira piedrait	8	Miss de santa angelica	4
	Los tilos cachupin	10	Del oeste diferente	8	Mandinga onza 358	4
Campo 1 +12	Aculeo vastago	85	Haciendada aculeo sancion	18	Bt camanga Torhuella	5
	Curiche rigor	39	Bt fuzarca	11	Bt argila	5
	Casas de polpaico estribillo	23	Mandinga onza 358	11		4
	San justo 400	9	Torhuella	11	Bt fuzarca	4
	Los tilos cachupin	8	Palmira piedrait	7	Reliquia do reponte	3
			Bt camanga	6	Peleadora la invernada	3
Campo 2 +15	Aculeo vastago	111	Haciendada aculeo sancion	34	Bt camanga	7
	Curiche rigor	59	Torhuella	18	Torhuella	5
	Casas de polpaico estribillo	23	Palmira piedrait	14	Mandinga onza 358	5
	San justo 400	13	Mandinga onza 358	14	Che pitanga 565	4
	Los tilos cachupin	12	Bt fuzarca	11	Peleadora la invernada	4
	No me toques	5	Bt camanga	8	Anahi onza	3

Andadura +12	Aculeo vastago	76	Haciendada aculeo sancion	12	Bt camanga	6
	Curiche rigor	30	Torhuella	9	Aroeira 8 de nazareth	4
	Casas de polpaico estribillo	16	Mandinga onza 358	8	Bt argila	3
	San justo 400	9	Bt fuzarca	7	Che napinda 553	3
	Los tilos cachupin	7	Bt camanga	6	Torhuella	3
			Aroeira 8 de nazareth	5	Cabriuva 4 de nazareth	3
Figura +12	Aculeo vastago	81	Haciendada aculeo sancion	15	Torhuella	5
	Curiche rigor	42	Bt fuzarca	12	Bt camanga	5
	Casas de polpaico estribillo	17	Palmira piedrait	10	Mandinga onza 358	4
	San justo 400	10	Torhuella	9	Chake la peloncha	3
	Los tilos cachupin	7	Mandinga onza 358	7	Bt insinuante	3
			Huifquenco tranquilla	6		
Vsp/esb +12	Aculeo vastago	61	Haciendada aculeo sancion	14	Peledora la invernada	5
	Curiche rigor	35	Torhuella	7	Bt camanga	3
	Casas de polpaico estribillo	14	Del oeste diferente	7	Torhuella	3
	San justo 400	11	Mandinga onza 358	6	Huifquenco tranquilla	3
	Los tilos cachupin	6	Palmira piedrait	6	Che pitanga 565	3
			La amanecida muchachita	5	Bt insinuante	3
Final +19	Aculeo vastago	150	Haciendada aculeo sancion	38	Bt camanga	8
	Curiche rigor	72	Torhuella	22	Torhuella	8
	Casas de polpaico estribillo	26	Mandinga onza 358	15	Peledora la invernada	7
	San justo 400	18	Palmira piedrait	14	Mandinga onza 358	6
	Los tilos cachupin	15	Bt fuzarca	13	Miss de santa angelica	5
			La amanecida muchachita	9	Bt fuzarca	4
		Del oeste diferente	9	Chake la peloncha	3	
		Bt camanga	8			

Fonte: Autores.

Para os Quadros 4 e 5, foram selecionados os animais com maior frequência no Quadro 3, ou seja, os com melhor desempenho nas provas do Freio de Ouro. Assim, por meio dos animais selecionados foram localizadas as respectivas Tribos Paternas e Famílias Maternas.

Quadro 4. Animais da tribo paterna mais reincidentes no Freio de Ouro e suas gerações.

Tribo paterna	2m	Qtd	3mm	Qtd	4mmm	Qtd	5mmmm	Qtd
Aculeo vastago	La invernada hornero	223	Tren tren arrebol	273	Tren tren arrebol	437	Estuco 2	273
	Bt delantero	46	La invernada hornero	418	La invernada hornero	193	Tren tren arrebol	218
	Pirai 1569 do brazaio	29	Bt brazaio do junco	38	Sendero kalifa	21	La invernada hornero	31
	Bt lucero	29	Bt delantero	29	Ja cartucho	11	Hacienda aculeo veguero	11

	Chicao de santa odessa	28	Crt guapo	28	Estuco 2	11	Sendero kalifa	11
	Nobre tupambae	26	Ja cartucho	21	Bt brazaço do junco	7		
Casas de polpaico estribillo	Santa elba comediante	22	Puchaura esquinazo	23	Puchaura esquinazo	19	Casas de polpaico estribo	40
	Mackenna guindo	15	Santa elba comediante	19	La amanecida esperando	17	Puchaura esquinazo	6
	As malke sedutor-te	14	Mackenna guindo	16	Santa elba comediante	6	Com dario pavez guarani	5
	Butia leopardo	7	La amanecida esperando	15	Casas de polpaico estribo	5	Casas de polpaico estribillo	1
	Sbt custodio	3	Lutador do puruna	3	Santa isabel escorpion	1		
	La amanecida esperando	3	Butia leopardo	2				
San justo 400	Tanido redoblado	25	Tanido trampolin	25	Tanido trampolin	26	San justo conde	25
	Quero quero de santa edwiges	7	Tanido redoblado	24	San justo conde	4	Tanido trampolin	7
	Rz tanido redoblado ii	5	Mananero abanico	4	Dormido trampero	4	Prendedor guampa	4
	Desafio de santa edwiges	5	Dormido trampero	2	Tanido redoblado	3	Dormido trampero	2
	Rodopio de santa edwiges	4	Ja anarquista	2	Mananero abanico	2		
	Mananero manicero	4	Mananero manicero	2				
Los tilos cachupin	Las hortensias rigolemu	19	Las hortensias rigolemu	23	Curitiro facon	19	El rincon estanquero	26
	Indio da escondida	15	Festeiro do itapororo	15	El rincon estanquero	19	Curiche salteador	19
	Macanudo do itapororo	15	Tinajera buen abrigo	15	Las hortensias rigolemu	18	Los tilos sembrador	19
	Equador de santa edwiges	15	Equador de santa edwiges	11	Tinajera buen abrigo	11	Curitiro facon	11
	Ja impulso	7	Curitiro facon	4	Festeiro do itapororo	4	Las hortensias rigolemu	4
	Oitao de rancho da escondida	4	Indio da escondida	4	Los tilos sembrador	4		
Curiche rigor	Santa elba senuelo	46	Santa elba senuelo	55	Las mercedes taco	87	Las mercedes taco Com.	58
	Muchacho de santa angelica	25	Las mercedes taco	48	Santa elba senuelo	32	Dario pavez comunista	53
	Indio do boeiro	21	Muchacho de santa angelica	30	Mandante de santo angelo	21	El sur gancho amigo Santa elba bellaco	21
	Bt lamborguine	15	Bt farroupilha	15	El aroma de pichidegua campero	18		18
	Ganadero da harmonia	13	Santa elba bellaco	14	Santa elba bellaco	13	Bellavista ganchito	11
	La invernada pascuero	12	El aroma de pichidegua campero	12	El sur gancho amigo	11	Santa elba puelche	7

Fonte: Autores.

Quadro 5. Animais da família materna mais reincidentes no Freio de Ouro e suas gerações.

Família materna	2f	Qtd	3ff	Qtd	4fff	Qtd	5ffff	Qtd
Torhuela	Fuzarca do itapororo	6	La invernada tortolita iv	16	La invernada jauria	16	La invernada buenas noches	16
	Balisa do itapororo	5	La invernada pama	5	La invernada tortolita iv	6	La invernada jauria	6
	Serpentina do itapororo	5	Chilenero bataraza	4	La invernada la gorda	5	La invernada parana	5
	Tinajera mancha rara	4	Dinastia do itapororo	4	Melincue paula	4	La invernada trilhadora	4
	Tarrafa do puruna	4	La invernada jauria	4	La invernada buenas noches	4	La invernada torhuela ii	3
	Desejada da boa vista	4	La invernada gualtata	3	La invernada pajarera	3	La invernada pepilla	2
	La invernada tortolita iv	4	La invernada anchoa ii	2	La invernada atorhuela	2	La invernada tinaja	2
Bt camanga	Butia fantasia	13	Bt tarca	14	Bt loirosa	14	Taleira 2	13
	Bt nicotina	8	Bt nicotina	9	Taleira 2	13	Taleira 340 de nazareth	13
	Bt familia do junco	4	Bt tirana	3	Bt nicotina	4	Bt nicotina	3
	Bt calhandra do junco	3	Bt loirosa	2	Bt tarca	1	Bt loirosa	1
	Bt loirosa	3	Bt sirigaita	2	Bt tirana	1	Bt tirana	1
	Bt cachucha	2	Bt familia do junco	1	Bt ermana do junco	1		

Miss de santa angelica	Doutora de santa angelica	4	Taguatinga de santa angelica	4	Santa angelica 44	3	Santa angelica 44	7
	Inca de santa angelica	2	angelica	2			Morena	3
	Orgulhosa de santa angelica	2	Brisa de santa angelica	1				
	Campeira de santa angelica	1	Disposta de santa angelica					
Peleador a la invernada	Bt labareda	10	Bt emiencia do junco	6	Tijereta	13	Cachimba oriental	13
	As malke mimosa	5	Bt labareda	6	Bt rendeira	6	Bt labareda	6
	Bt relancina	3	Olivia do igiquiqua	2	Dançarina do igiquiqua	2	Tijereta	6
	Bt venus	3	Bt rendeira	1	Bt labareda	1	Bt odessa	2
	Unica do igiquiqua	2						
Mandinga onza 358	Bt raposa	5	Bt nazarena	5	Bt nazarena	5	Castilla	7
	Bt carola do junco	4	Bt carola do junco	4	Bt raposa	4	Bt nazarena	4
	Jotace barbela	2	Bt raposa	4	Castilla	1	Vibora	1
	Bt umbanda	1	Bt odalisca	2	Bt odalisca	1	Bejera	1
	Bt vinagrete	1	Bt brigite	1	Vibora	1		
	Garbosa da 3j	1	Bt soberana	1				
	Jotace hortencia	1	Castilla	1				

Fonte: Autores.

Nesses quadros é possível identificar as informações relacionadas à genealogia dos melhores indivíduos transmissores de informações genéticas de cada tribo paterna e, adicionalmente, as tribos paternas com maior destaque na prova de freio de ouro. Trata-se de uma informação que contribui para a melhoria da raça de cavalos Crioulos, visto que não é importante apenas pertencer a uma linhagem, mas sim, ser um bom transmissor de características que contribuem para o animal ser vencedor. Apesar da informação genealógica ser altamente valorizada na avaliação de potencial do animal (Gianluppi et al., 2009), dados genéticos de metabolismo, bem como fatores ambientais merecem atenção nessa área (Regatieri & Mota, 2012).

Considerando as variáveis quantitativas relacionadas à prova de Freio de Ouro, as médias das notas finais foram comparadas em relação à posição da prova. Para isso foi aplicado o teste de ANOVA com correção de Brown-Forsythe (devido à violação da premissa da homogeneidade das variâncias) seguido de teste de Bonferroni. A comparação múltipla das médias foi estatisticamente significativa ($p < 0,001$). Os resultados até a décima colocação estão apresentados na Tabela 2.

Tabela 2. Atributos do conjunto de dados, suas respectivas classificações e exemplos de valores.

Subconjuntos homogêneos de médias das colocações							
(Médias \pm Desvio Padrão)							
Colocação	N	1	2	3	4	5	6
1	48	21,14 \pm 0,73					
2	48	20,77 \pm 0,4	20,77 \pm 0,4				
3	48		20,41 \pm 0,3	20,41 \pm 0,3			
4	48			20,15 \pm 0,34	20,15 \pm 0,34		
5	48				19,92 \pm 0,4	19,92 \pm 0,4	
6	48				19,78 \pm 0,42	19,78 \pm 0,4	
7	48					19,61 \pm 0,41	19,61 \pm 0,41
8	47					19,45 \pm 0,37	19,45 \pm 0,37

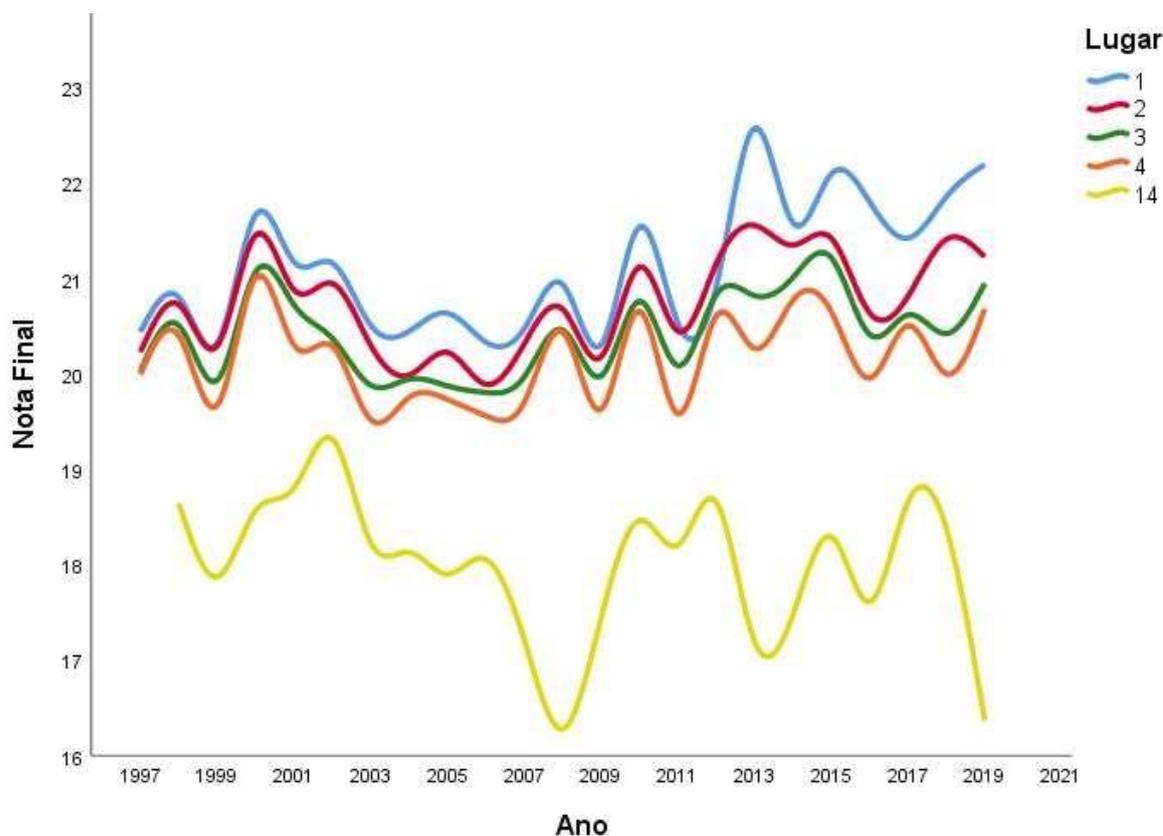
9	47	19,22±0,62
10	46	19,18±0,42

Fonte: Autores.

É possível verificar que, apesar das médias apresentarem valores próximos às primeiras posições, são formados grupos com médias maiores que 20 pontos. Apesar de ser um critério importante, considerar apenas a nota da prova isoladamente não contribui para a zootecnia e melhoramento da raça. Como é possível observar na Tabela 2, as médias das primeiras posições possuem pouca variação e o desvio padrão associado também é baixo. Além disso, algumas provas do Freio de Ouro possuem elementos externos que podem diminuir a nota do animal, o que não reflete em suas características genéticas. Um exemplo são as provas de campo, que contam com a presença de bovinos. Nessas provas, o comportamento do bovino pode prejudicar o cavalo, baixando sua nota (Garcia et al., 2020).

Outra análise realizada foi a distribuição das notas ao longo do tempo. Percebe-se que as notas apresentam oscilações ao longo dos anos (Figura 2). Não há nenhuma linha de tendência perceptível das notas finais em função do tempo. Este é outro resultado que mostra a influência dos fatores externos ao cavalo na nota final do Freio de Ouro. Das 8 provas que compõem a nota final, quatro envolvem elementos externos ao cavalo como condições da pista e gado participante.

Figura 2. Notas finais da prova Freio de Ouro.



Fonte: Autores.

Assim, a verificação de tendências não é perceptível. Essa justificativa fundamenta-se, também, com análise de regressão linear, que apresentou R^2 de 0,57 quando se analisou a relação entre a nota final (variável dependente) em função do ano (variável independente).

4. Conclusão

A análise do conjunto de dados mostrou a grande variabilidade existente do ponto de vista da teoria da informação. O conjunto de dados é vasto e com pouca repetição, o que dificulta a aplicação de algoritmos de mineração de dados. A partir dos resultados apresentados, foi possível identificar as linhagens mais recorrentes entre as melhores colocações nas provas de Morfologia e Freio de Ouro. Assim, de acordo com o objetivo do criador, é possível verificar os troncos maternos e paternos que apresentam as características desejadas, bem como a informação sobre os transmissores dessas características. Ainda assim, é importante ressaltar que o bom desempenho em competições depende de um conjunto complexo de fatores. Nesse sentido, existem lacunas a serem preenchidas na integração de informações genealógicas com estudos de caráter morfológico, genético e metabólico.

Referências

- ABCCC. ABCCC - Associação Brasileira de Criadores de Cavalos Crioulos. <https://www.cavalocrioulo.org.br/>
- Cardoso, O. N. P. & Machado, R. T. M. (2008). Gestão do conhecimento usando data mining: Estudo de caso na Universidade Federal de Lavras. *Revista de Administração Pública*, 42, 495–528.
- Faceli, K., Lorena, A. C., Gama, J., Almeida, T. A. & Carvalho, A. C. P. R. F. (2021). *Inteligência Artificial—Uma Abordagem de Aprendizado de Máquina* (2ª ed.). LTC.
- Cucco, D. C., Salles, E. L., Santos, M. R., Ferreira, R., Soriano, V. S., Zampar, A. & Kessler, J. D. (2016). Freio de Ouro como ferramenta de seleção na raça Crioula. *Archivos de Zootecnia*, 65(250), 155–161.
- Dani, G., Sachet, M. & De Avila e Silva, S. (2020) *Data Mining in Bioinformática [recurso eletrônico]: contexto computacional e aplicações*. Educs.
- Demšar, J., Curk, T., Erjavec, A., Gorup, Č., Hočevár, T., Milutinovič, M., Mozina, M., Polajnar, M., Toplak, M., Staric, A., Stajdohar, M., Umel, L., Zagar, L., Zbontar, J., Zitnik, M. & Zupan, B. (2013). Orange: data mining toolbox in Python. *the Journal of machine Learning research*, 14(1), 2349-2353.
- Elmasri, R. & Navathe, S. B. (2019). *Sistemas de Banco de Dados*. Pearson Universidades.
- Fayyad, U., Piatetsky-Shapiro, G. & Smyth, P. (1996). The KDD process for extracting useful knowledge from volumes of data. *Communications of the ACM*, 39(11), 27-34.
- Fayyad, U. M., Haussler, D. & Stolorz, P. E. (1996). *KDD for Science Data Analysis: Issues and Examples*. In *KDD*.
- Ferreira, P. B., Vale, M. M. D., Macedo, A., Boemo, L. S., Rorato, P. R. N. & Beck, T. B. (2013). Classificação de características produtivas fenotípicas de diferentes raças de poedeiras através da mineração de dados. *Ciência Rural*, 43, 164-171.

Garcia, C. A. S. C., Martins, C. F., Silva, L. L., Brandi, R. A., Feijó, J. O., Barbosa, A. A., Bruhn, F. R. P. & Corrêa, M. N. (2020). Frequência cardíaca, lactacidemia e gasto energético de equinos da raça Crioula em provas credenciadoras ao Freio de Ouro. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, 72, 1631–1638.

Gianluppi, L. D. F., Bortoli, E. C., Schvarz Sobrinho, R., Falcão, T. F. & Silva, T. N. (2009). Agregação de valor em eqüinos da raça crioula: Um estudo de caso. *Archivos de Zootecnia*, 58(223), 471–474.

Goldschmidt, R., Passos, E. & Bezerra, E. (2015). *Data Mining*. Elsevier Brasil.

Lima, H. P., de Abreu, U. G., Oliveira, S. D. M. & Massruhá, S. M. (2013). Mineração de dados aplicada à modelagem da incidência da Anemia Infecciosa Equina (AIE), no Pantanal sul-matogrossense. In: *Embrapa Informática Agropecuária-Artigo em anais de congresso*. Universidade Federal de Mato Grosso.

Minitab 17 Statistical Software (2010). [Computer software]. Minitab, Inc. (www.minitab.com)

Neethirajan, S. (2020). The role of sensors, big data and machine learning in modern animal farming. *Sensing and Bio-Sensing Research*, 29, 100367.

Ouyang, Z., Sargeant, J., Thomas, A., Wycherley, K., Ma, R., Esmailbeigi, R., Versluis, A., Stacey, D., Stone, E., Poljak, Z. & Bernardo, T. M. (2019). A scoping review of “big data”, “informatics”, and “bioinformatics” in the animal health and veterinary medical literature. *Animal Health Research Reviews*, 20(1), 1–18.

Regatieri, I. C. & Mota, M. D. S. (2012). Melhoramento genético de equinos: Aspectos bioquímicos. *Ars Veterinaria*, 28(4), 227–233.

Silva, L. A. (2016). *Introdução à Mineração de Dados - Com Aplicações em R GEN LTC*.

VanderWaal, K., Morrison, R. B., Neuhauser, C., Vilalta, C. & Perez, A. M. (2017). Translating big data into smart data for veterinary epidemiology. *Frontiers in veterinary science*, 4, 110.

5 CONCLUSÕES

O processamento de dados com o auxílio da tecnologia da informação aplicado ao melhoramento genético em equinos da raça Crioula ainda é embrionário e oportuniza um crescimento e desenvolvimento da área. A compilação de dados como os apresentados neste trabalho mostra-se relevante uma vez que a população da raça é heterogênea.

A identificação de padrões em animais superiores desses grupos populacionais contribui para o melhoramento genético. Em bovinos existem algumas ferramentas computacionais dedicadas ao processamento de dados que fornecem informações que auxiliam na escolha de características a serem aprimoradas.

No entanto em equinos a tecnologia, principalmente para melhoramento genético, é inovador. Ainda não existem softwares específicos que processem dados de comparação genética entre cavalos. Os existentes por hora cadastram os animais da desejados para um registro de controle sanitário ou gestão interna da propriedade.

Tratando-se de competições anuais, o banco de dados exigirá uma atualização com os animais vencedores no ciclo vigente. Este trabalho busca no futuro implantar uma arquitetura computacional para organização e disponibilização das informações.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Almeida, F. (2019). Fotos: IN: Cavalo Crioulo apresenta seus campeões da Morfologia na Expointer 2019. **Cavalus**. Acesso em: 12/10/2021. Disponível em: < <https://cavalus.com.br/racas/crioulo/cavalo-crioulo-apresenta-seus-campeoes-da-morfologia-na-expointer-2019> />.
- Almeida, F. (2020). Fotos: IN: Balisa III Itapororó e Santa Alice Posteiro são campeões do Bocal de Ouro. **Canal Rural**. Acesso em: 12/10/2021. Disponível em: < <https://www.canalrural.com.br/sites-e-especiais/freio-de-ouro/com-reviravoltas-e-comprovacao-genetica-bocal-de-ouro-define-seus-vencedores/> >.
- Canal Rural (2021). Freio de Ouro. **Canal rural**. Acesso em: 12/10/2021. Disponível em < <https://www.canalrural.com.br/sites-e-especiais/freio-de-ouro> >.
- Clube do Hipismo (2018). Noticias Antigas, Arquivo. **Clube do Hipismo**. Acesso em: 12/10/2021. Disponível em: < <https://v18.clubedohipismo.com.br/tag/crioulo/page/42/> >.
- Curi, R.A. (2013). Seleção Assistida por Marcadores para o Melhoramento do Desempenho de Equinos em Corridas. **Boletim de Indústria Animal**. Nova Odessa, SP. v.70, n.1, p.88-102.
- Falconer, D.S., Mackay, T.F.C. (1996). **Introduction to Quantitative Genetics**. 4a ed. Harlow: Longman.
- Hartl, D. L.; Clark A. G. (2006). **Principies of Population Genetics**. 4.ed. Sunderland. Sinauer Associates, 682p.
- GLiPHA. The Global Livestock Production and Health Atlas. Disponível em: Acesso em: 20 nov. 2011.

- Langlois B. (1990) Genetic hypothesis required for the use of the 'animal model' methodology in horse breeding. **Proceedings of the XVI Annual World Conference Applied Livestock Production**. p.202-205.
- Pereira, J. C. C. (2008). **MELHORAMENTO GENÉTICO APLICADO À PRODUÇÃO ANIMAL**. FEPMVZ Editora, Belo Horizonte: MG.
- Procópio, A. M. (2000). Formação e demografia da raça Campolina. **Dissertação de Mestrado, Escola de Veterinária da UFMG**.
- Revista Horse. Final do freio de ouro terá confronto de revelações e campeões. **Revista Horse: A informação do cavalo no Brasil**. Acesso em: 12/10/2021. Disponível em <
<https://www.revistahorse.com.br/imprensa/final-do-freio-de-ouro-tera-confronto-de-revelacoes-e-campeoes/20170814-170643-1917> >.
- Santos, F. C. C. *et al* (2018). Individual and maternal aspects of athlete crioulo horses. **Science and animal health**. V.6 n.2 p. 129-139.
- Silva, D. C. *et al*. (2019). Identification of historic horse ecotype analyzing speech content in central Brazil. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**. v. 71. n.3. p. 1047-1057.
- Tellechea, T. 2015. Comportamento do consumidor: Pesquisa dos fatores de decisão na compra de cavalos crioulos. **TCC**. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, RS.
- Ulbrich, F. (2015). Foto: IN: jotace Utopia e JÁ Libertador vencem o Freio de Ouro 2015. **ABCCC**. Acesso em: 13/10/2021. Disponível em <
<https://www.cavalocrioulo.org.br/noticias/detalhes/132388/jotace-utopia-e-ja-libertador-vencem-o-freio-de-ouro-2015> >.

Ulbrich, F. (2018). Éguas da região são destaque nos primeiros dias do Freio de Ouro.

Osepeense. Acesso em: 13/10/2021. Disponível em < <https://osepeense.com/eguas-da-regiao-sao-destaque-nos-primeiros-dias-do-freio-de-ouro/> >.

Ulbrich, F. (2020). ABCCC realiza última prévia morfológica neste final de semana em

Esteio. **Jornal do Comércio**. Acesso em: 12/10/2021. Disponível em < https://www.jornaldocomercio.com/_conteudo/agro/2020/08/753118-abccc-realiza-ultima-previa-morfologica-neste-final-de-semana-em-esteio.html >.

Ulbrich, F. (2021). IN: Ourinhos sedia nova etapa passaporte para a morfologia do cavalo

crioulo. **Cosas del campo**. Acesso em: 12/10/2021. Disponível em: < <https://cosasdelcampo.com.br/conteudo/2431/Ourinhos-sedia-nova-etapa-Passaporte-para-a-Morfologia-do-Cavalo-Crioulo> >.

VIEIRA, L. Com acesso restrito, provas do cavalo Crioulo voltam em Esteio. **Cavalus**.

Acesso em: 12/10/2021. Disponível em: < <https://cavalus.com.br/racas/crioulo/com-acesso-restrito-provas-do-cavalo-crioulo-voltam-em-esteio/> >.