



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS HUMANAS, SOCIAIS E AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS
(AGROECOLOGIA)**

**CARACTERIZAÇÃO DO LEITE E PRODUÇÕES TÉCNICO-CIENTÍFICAS
SOBRE BOVINOS CURRALEIRO PÉ-DURO**

RAFAEL DA SILVA EVARISTO

BANANEIRAS – PB

2024

RAFAEL DA SILVA EVARISTO

**CARACTERIZAÇÃO DO LEITE E PRODUÇÕES TÉCNICO-CIENTÍFICAS
SOBRE BOVINOS CURRALEIRO PÉ-DURO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias (Agroecologia) do Centro de Ciências Humanas, Sociais e Agrárias da Universidade Federal da Paraíba, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Ciências Agrárias (Agroecologia).

Área de Concentração: Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável

Linha de Pesquisa: Desenvolvimento Rural, Processos Sociais e Produtos Agroecológicos

Comitê de orientação:

Prof. Dr. Emmanuel Moreira Pereira (Orientador)

Prof^a. Dra. Mônica Tejo Cavalcanti

Dr. Jorge Luiz Santos de Almeida (Coorientador)

BANANEIRAS – PB

2024

Catálogo na publicação
Seção de Catalogação e Classificação

E92c Evaristo, Rafael da Silva.
Caracterização do leite e produções
técnico-científicas sobre bovinos Curraleiro Pé-Duro /
Rafael da Silva Evaristo. - Bananeiras, 2024.
72 f. : il.

Orientação: Emmanuel Moreira Pereira.
Coorientação: Jorge Luiz Santos de Almeida.
Dissertação (Mestrado) - UFPB/CCHSA.

1. Bovinos. 2. Panorama científico. 3. Raças locais.
4. Semiárido. I. Pereira, Emmanuel Moreira. II.
Almeida, Jorge Luiz Santos de. III. Título.

UFPB/BSPJAT CDU 613.287.5

RAFAEL DA SILVA EVARISTO

**CARACTERIZAÇÃO DO LEITE E PRODUÇÕES TÉCNICO-CIENTÍFICAS
SOBRE BOVINOS CURRALEIRO PÉ-DURO**

Aprovado em: ____ de _____ de 2024

BANCA EXAMINADORA

Dr. Emmanuel Moreira Pereira
Universidade Federal da Paraíba – UFPB
Orientador

Dr. Diego Silva Batista
Universidade Federal da Paraíba – UFPB

Dr. Severino Guilherme Caetano Gonçalves dos Santos
Instituto Nacional do Semiárido - INSA

BANANEIRAS – PB

2024

À minha mãe, Rosangela da Silva, por sempre
contribuir para o alcance das minhas conquistas.

Dedico.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por me conceder saúde e disposição para cursar a pós-graduação.

Aos meus pais, Domingos de Jesus Evaristo e Rosangela da Silva, por sempre acreditarem e apoiar meus estudos.

Ao professor Dr. Emmanuel Moreira Pereira pela disponibilidade e gentileza em aceitar o desafio de me orientar nesta pesquisa de mestrado.

Ao Dr. Jorge Luiz Santos de Almeida pelas contribuições e presteza na coorientação.

À Professora Dra. Belisia Lucia Moreira Toscano Diniz, coordenadora do Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias (Agroecologia), por seu empenho.

Ao Professor Dr. Carlos Augusto Alanis Clemente pela oportunidade de realização do Estágio em Docência na disciplina de Bovinocultura no curso de Ciências Agrárias – UFPB.

À banca examinadora pelas observações pertinentes para adequação e melhoria na qualidade deste trabalho.

Aos professores do PPGCAG - UFPB, pelos ensinamentos e condução das disciplinas.

À FAPESQ-PB pela concessão de bolsa remunerada para o desenvolvimento do estudo.

Aos servidores da UFPB (técnicos, motoristas, etc.), especialmente a secretária do Programa, Neire Lima, pela presteza e atendimento quando nos foi necessário.

Aos pesquisadores e servidores do Instituto Nacional do Semiárido pelo auxílio nas coletas e análises laboratoriais.

Aos colegas de curso pelos momentos de amizade e apoio, em especial, Clayton e Damiana.

Aos meus irmãos, especialmente a Diego Evaristo por me ajudar financeiramente com sua bolsa de doutorado. Nós conseguimos!

Aos amigos, Luciano Barbosa pelas dicas importantes para sobrevivência no Brejo Paraibano. E Michael pelas conversas remotas e companheirismo nos momentos de surto (foram vários).

Ademais, sou grato a todos que de alguma forma contribuíram para o alcance dessa conquista.

CARACTERIZAÇÃO DO LEITE E PRODUÇÕES TÉCNICO-CIENTÍFICAS SOBRE BOVINOS CURRALEIRO PÉ-DURO

RESUMO

O Semiárido brasileiro detém diversas raças nativas, dentre elas os bovinos Curraleiro Pé-Duro (CPD). Todavia, existem lacunas no conhecimento das características de produção destes animais, principalmente com relação ao leite. Considerando isso, o presente estudo tem como objetivo contribuir com informações acerca dos bovinos Curraleiro Pé-Duro. Neste sentido, o trabalho foi estruturado em três capítulos. Inicialmente realizou-se uma revisão de literatura com abordagem sobre características produtivas da raça Curraleiro Pé-Duro e normas técnicas relacionadas ao leite. O segundo capítulo consiste numa revisão sistemática que investigou as produções técnico-científicas sobre bovinos CPD. Já o último capítulo relata os procedimentos e resultados obtidos a partir de pesquisa realizada para caracterizar o leite de vacas CPD no Semiárido Paraibano. De modo geral, observou-se uma quantidade limitada de estudos sobre a raça. Com relação a caracterização do leite das vacas CPD do rebanho da Estação Experimental do Instituto Nacional do Semiárido (INSA), os resultados demonstraram que o leite atendeu aos parâmetros físico-químicos definidos pela legislação vigente, com exceção da porcentagem de gordura, fato que pode estar relacionado ao manejo e frequências das ordenhas no rebanho. A partir deste estudo, espera-se contribuir para o conhecimento das características do leite de bovinos CPD submetidos às condições do semiárido, visando fomentar mais pesquisas para o aprofundamento e aproveitamento do potencial produtivo destes animais para fins econômicos e de conservação.

Palavras-chave: Bovinos, Panorama Científico, Raças Locais, Semiárido.

CHARACTERIZATION OF MILK AND TECHNICAL-SCIENTIFIC PRODUCTIONS ON CURRALEIRO PÉ-DURO CATTLES

ABSTRACT

The Brazilian semi-arid region has several native breeds, including the Curraleiro Pé-Duro (CPD) cattle. However, there are gaps in knowledge about the production characteristics of these animals, especially in relation to milk. Considering this, the present study aims to contribute information about Curraleiro Pé-Duro cattle. In this sense, the work was structured into three chapters. Initially, a literature review was carried out covering the productive characteristics of the Curraleiro Pé-Duro breed and technical standards related to milk. The second chapter consists of a systematic review that investigated technical-scientific productions on CPD cattle. The last chapter reports the procedures and results obtained from research carried out to characterize the milk of CPD cows in the Semiarid Paraibano. In general, a limited number of studies on the breed were observed. Regarding the characterization of milk from CPD cows from the herd at the Experimental Station of the National Semi-Arid Institute (INSA), the results demonstrated that the milk met the physical-chemical parameters defined by current legislation, with the exception fat percentage, a fact which may be related to the management and frequency of milking in the herd. From this study, it is expected to contribute to the knowledge of the characteristics of milk from CPD cattle subjected to semi-arid conditions, aiming to encourage further research to deepen and take advantage of the productive potential of these animals for economic and conservation purposes.

Keywords: Cattle, Scientific Panorama, Local Breeds, Semiarid.

LISTA DE FIGURAS

Capítulo 2

Figura1: Distribuição temporal dos estudos sobre bovinos Curraleiro Pé-Duro. 24

Figura2:Localização geográfica e número de estudos sobre bovinos Curraleiro Pé-Duro. 25

Figura3:Categoria dos estudos sobre Curraleiro Pé-Duro..... 25

Capítulo 3

Figura 1: Idade das vacas utilizadas na pesquisa. 49

Figura 2: Perfis de padrão de componentes para parâmetros intrínsecos das vacas e de qualidade do leite. PV: Peso da vaca; PB: Perfis de padrão de componentes para parâmetros intrínsecos das vacas e de qualidade do leite. PV: Peso da vaca; PB: Peso do bezerro; P PL: Produção de leite; Ac: Acidez do leite; CCS: Contagem de células somáticas; ρ : Densidade; P_C: Ponto de congelamento; pH: Potencial de hidrogênio; Con: Condutividade; Gor: Gordura; SNG: Sólidos não gordurosos; Pro: Proteína; Lac: Lactose; Sais: Sais; K: Potássio; Na: Sódio; Ca: Cálcio; Mg: Magnésio; Zn: Zinco; Fe: Ferro. 52

Figura 3: Análise bidimensional dos dois primeiros componentes agrupando os autovalores para avaliação do conjunto de variáveis. PV: Peso da vaca; PB: Peso do bezerro; PL: Produção de leite; Ac: Acidez do leite; CCS: Contagem de células somáticas; ρ : Densidade; P_C: Ponto de congelamento; pH: Potencial de hidrogênio; Con: Condutividade; Gor: Gordura; SNG: Sólidos não gordurosos; Pro: Proteína; Lac: Lactose; Sais: Sais; K: Potássio; Na: Sódio; Ca: Cálcio; Mg: Magnésio; Zn: Zinco; Fe: Ferro. 53

LISTA DE TABELAS

Capítulo Capítulo

Tabela 1: Estudos sobre o leite de bovinos Curraleiro Pé-Duro.....	26
Tabela 2: Estudos genéticos sobre bovinos Curraleiro Pé-Duro.	26
Tabela 3: Estudos sobre produção e desempenho de bovinos Curraleiro Pé-Duro.	29
Tabela 4: Estudos sobre comportamento e bioclimatologia de bovinos Curraleiro Pé-Duro.	31
Tabela 5: Estudos sobre reprodução de bovinos Curraleiro Pé-Duro.....	33
Tabela 6: Estudos sobre imunologia, sanidade e toxicologia em bovinos Curraleiro Pé-Duro.	36
Tabela 7: Estudos sobre conservação e difusão dos bovinos Curraleiro Pé-Duro.	38

Capitulo 3

Tabela 1: Análises físico-químicas do leite de vacas curraleiro Pé-Duro.....	51
Tabela 2: Composição de macrominerais e microminerais do leite liofilizado de vacas Curraleiro Pé-Duro.	51
Tabela 3: Representação das proporções do componentes principais.	53

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

ABCPD - Associação Brasileira de Curraleiro Pé-Duro
Ac - Acidez do leite
Ca - Cálcio
CAVN - Colégio Agrícola Vidal de Negreiros
CCHSA - Centro de Ciências Humanas, Sociais e Agrárias
CCS - Contagem de Células Somáticas
CCS - Contagem de células somáticas
Con - Condutividade
CPD - Curraleiro Pé-Duro
DGTA - Departamento de Gestão Agroindustrial
EB - Energia Bruta
EE - Extrato Etéreo
ESD - Extrato Seco Desengordurado
EST - Extrato Seco Total
Fe - Ferro
Gor – Gordura
IATF – Inseminação Artificial em Tempo Fixo
IN - Instrução Normativa
INSA - Instituto Nacional do Semiárido
K - Potássio
Lac - Lactose
LBL - Laboratório de Beneficiamento de Leite
MAPA - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento
Mg - Magnésio
MM - Matéria Mineral
MS - Matéria Seca
Na - Sódio;
P_C - Ponto de congelamento
PB - Paraíba
PB - Peso do bezerro
PB - Proteína Bruta
pH - Potencial de hidrogênio

PL - Produção de leite

PNMQL - Plano Nacional de Melhoria da Qualidade do Leite

Pro - Proteína

PV - Peso da vaca

PRISMA - Principais Itens para Relatar Revisões Sistemáticas e Meta-análises

RIISPOA - Regulamento de Inspeção Industrial e Sanitário de Produtos de Origem Animal

SNG - Sólidos Não Gordurosos

ST - Sólidos Totais

UFPB - Universidade Federal da Paraíba

Zn - Zinco

P - Densidade

LISTA DE SÍMBOLOS

% - Porcentagem

® - Registered

°C – Graus Celsius

α – Alfa

β – Beta

μ - Mu

σ - Sigma

SUMÁRIO

CONSIDERAÇÕES INICIAIS	1
Capítulo I.....	3
RESUMO.....	4
ABSTRACT	5
1. INTRODUÇÃO	6
2. REVISÃO DE LITERATURA	6
2.1. Bovinos Currealeiro Pé-Duro.....	6
2.2. Características Produtivas e Reprodutivas.....	7
2.3. Composição do leite	8
2.4. Leite A2.....	10
2.5. Legislação sobre o leite.....	12
3. REFERÊNCIAS	15
Capítulo II.....	18
RESUMO.....	19
ABSTRACT	20
1. Introdução.....	21
2. Material e Métodos.....	22
3. Resultados	23
4. Discussão	26
5. Conclusões.....	39
Referências	39
Capítulo III.....	45
RESUMO.....	46
ABSTRACT	47
1. Introdução.....	48
2. Material e Métodos.....	49
3. Resultados	51
4. Discussão	54
5. Conclusões.....	57
Referências	58
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	60

CONSIDERAÇÕES INICIAIS

As raças bovinas brasileiras locais originam-se de um longo processo de seleção natural (Felix *et al.*, 2013). O Brasil possui diversas raças de animais domésticos que se desenvolveram a partir dos animais trazidos pelos colonizadores (Egito; Mariante; Albuquerque, 2002). A raça bovina conhecida como Pé-Duro foi a primeira raça de grandes ruminantes a se formar em terras brasileiras, mais especificamente no Nordeste (Carvalho *et al.*, 2010).

A evolução dos animais domésticos tem sido moldada pelo homem (Egito; Mariante; Albuquerque, 2002). A raça Curraleiro Pé-Duro (CPD) originou-se a partir do tronco étnico *Bos taurus ibericus* (Nunes *et al.*, 2018). Os bovinos curraleiros são provenientes da união das raças Alentejana e Galega, ambas portuguesas (Salles *et al.*, 2011). O nome Pé-Duro foi empregado pelo fato de que os animais do sertão nordestino andam sobre pedras, em um ambiente onde animais de casco mole não conseguem sobreviver (Carvalho *et al.*, 2010). A raça Curraleiro Pé-Duro foi reconhecida pelo MAPA (Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento), em 2012, pela Portaria n. 1.150 que autorizou os trabalhos de registro genealógico desse gado nativo (BRASIL, 2012).

O Semiárido é tido como o maior detentor de raças nativas do Brasil (Carvalho *et al.*, 2010). As raças se caracterizam pela rusticidade, adaptabilidade e resistência (Felix *et al.*, 2013). Criadores relatam a resistência, rusticidade e qualidade da carne como as principais vantagens na criação de bovinos CPD (Barbosa, 2012). Os bovinos CPD possuem corpo pequeno, chifres de tamanho mediano e uma pelagem predominantemente castanha em diferentes tonalidades (Franciscatti, 2018).

O gado CPD atingiu níveis críticos de sobrevivência, chegando à beira da extinção (Carvalho *et al.*, 2010). A busca por raças mais produtivas fez com que, a partir do final do século XIX, houvessem importações de raças consideradas exóticas, que por cruzamentos absorventes, causaram uma rápida substituição e erosão nas raças locais (Egito; Mariante; Albuquerque, 2002). Embora raça naturalizadas pareçam pouco produtivas, devido a suas características únicas, estas podem ser muito utilizadas em programas de melhoramento genético, por isso a importância da conservação genética (Barbosa, 2012).

Além dos objetivos lógicos de preservação, são necessários multiplicação, avaliação, difusão e programas realistas de melhoramento genético e aproveitamento

das qualidades do gado CPD para sua utilização e inserção no agronegócio (Carvalho *et al.*, 2010). Uma vaca CPD pode chegar a produzir cinco litros de leite por dia (Barbosa, 2012). A produção leiteira ainda é considerada muito baixa nesta raça quando comparada à de vacas de raças especializadas (INSA, 2020). Embora, do ponto de vista econômico, quando comparado às raças melhoradas, as nativas apresentem menor produtividade, não existem dúvidas quanto à sua capacidade de adaptação às condições mais inóspitas e diversas (Egito; Mariante; Albuquerque, 2002).

A conservação das raças bovinas locais visa não apenas à conservação do valioso recurso genético por elas representado, mas também garantir a oportunidade de ocupação de nichos de mercados específicos (Felix *et al.*, 2013). Há uma necessidade de buscar soluções à exploração animal, à elaboração de alimentos com subprodutos, ao estudo de novas situações de exploração quanto aos rebanhos mundiais e à manutenção destes e novos recursos (Soares, 2018).

Considerando isso, o presente estudo tem como objetivo contribuir com informações acerca dos bovinos Curraleiro Pé-Duro. O trabalho foi estruturado em três capítulos. Inicialmente realizou-se uma revisão de literatura com abordagem sobre características produtivas da raça Curraleiro Pé-Duro e normas técnicas relacionadas ao leite. O segundo capítulo consiste numa revisão sistemática que investigou as produções técnico-científicas sobre bovinos CPD. Já o último capítulo relata os procedimentos e resultados obtidos a partir da pesquisa realizada para caracterizar o leite de vacas CPD em um rebanho no Semiárido Paraibano. Neste contexto, os capítulos baseiam-se na hipótese que o leite produzido por bovinos CPD possui as mesmas características apresentadas por raças bovinas exóticas exploradas zootecnicamente.

Capítulo I

Aspectos Produtivos dos Bovinos Curraleiro Pé-Duro e Noções Técnicas sobre o Leite: Uma breve revisão

Aspectos Produtivos dos Bovinos Curraleiro Pé-Duro e Noções Técnicas sobre o Leite: Uma breve revisão

RESUMO

O Brasil possui um dos maiores rebanhos bovinos do mundo. Diversas pesquisas vêm sendo realizadas com raças comerciais, visando explorar o potencial zootécnico destes animais. Há também a ocorrência de algumas raças nativas que se adaptaram às condições tropicais durante um longo processo de seleção natural, dentre elas os bovinos Curraleiro Pé-Duro. Diante disso, o presente estudo consiste numa revisão de literatura sobre características produtivas dos bovinos Curraleiro Pé-Duro, com ênfase na relação com parâmetros técnicos sobre o leite. Observou-se que a raça Curraleiro apresenta pequeno porte e rusticidade que pode favorecer a produção de carne e leite em condições de clima quente. Além disso, pressupõe-se que são animais com potencial para produção de leite A2. Todavia, notou-se uma escassez de trabalhos sobre a composição do leite desta raça. Considerando isso, ressalta-se a importância de estudos científicos de caracterização, seleção e melhoramento da raça, visando sua conservação, exploração zootécnica e atendimento às exigências técnicas previstas na legislação.

Palavras-chave: Leite A2, Legislação, Raças Adaptadas.

**Productive aspects of Curraleiro Pé-Duro cattle and technical notions about milk:
A brief review**

ABSTRACT

Brazil has one of the largest cattle herds in the world. In this context, several researches have been carried out with commercial breeds, aiming to explore the zootechnical potential of these animals. However, it is known about the occurrence of some natives breeds that adapted to tropical conditions during a long process of natural selection, including the Curraleiro Pé-Duro cattle. Therefore, the present study consists of a literature review on the productive characteristics of Curraleiro Pé-Duro cattle, with an emphasis on the relationship with technical parameters regarding milk. It was observed that the Curraleiro breed has a small size and rusticity that can favor the production of meat and milk in hot climate conditions. Furthermore, it is assumed that they are animals with the potential to produce A2 milk. However, there was a lack of work on the composition of this breed's milk. Considering this, the importance of scientific studies on the characterization, selection and improvement of the breed is highlighted, aiming at its conservation, zootechnical exploitation and compliance with the technical requirements set out in legislation.

Keywords: A2 Milk, Legislation, Adapted Breeds.

1. INTRODUÇÃO

O Brasil possui um dos maiores rebanhos bovinos do mundo, com uma estimativa de 202,78 milhões de cabeças em 2022, que corresponde ao dobro do rebanho estimado em 1970 (ABIEC, 2023). De modo geral, o rebanho bovino é composto por raças que podem ser classificadas em dois grupos: bovinos locais (nativos) e bovinos exóticos (Felix *et al.*, 2013).

As raças de bovinos locais despertam interesse de criadores, bem como dos institutos de conservação de recursos genéticos devido a sua adaptação às condições climáticas locais, por serem adaptados a tais condições esses animais caracterizam-se por serem mais resilientes e rústicos, o que os credenciam para viver e reproduzir nessas condições, tornando-os essenciais para estudos relacionados a conservação de recursos genéticos (Silva *et al.*, 2022).

Dentre as raças locais destacam-se os bovinos Curraleiro Pé-Duro (CPD), característicos da região semiárida do Nordeste e Centro-Oeste brasileiro. São animais provenientes da criação das raças Alentejana e Galena, que passaram por séculos de adaptação, adquirindo características únicas, essenciais para a produção sustentável, sendo participantes ativos da história, cultura e colonização (Carvalho *et al.*, 2010).

De acordo com Montesinos (2012) para assegurar o futuro do gado CPD é importante elaborar mais pesquisas com ênfase em parâmetros reprodutivos tanto de machos como fêmeas, pois pode contribuir para viabilizar sua multiplicação nos núcleos de criação, e conservação em bancos de germoplasma.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Bovinos Curraleiro Pé-Duro

Os animais da raça Curraleiro Pé-duro são taurinos (Franciscatti, 2018). Desde a divergência dos auroques selvagens (*Bos primigenius*), vários tipos de bovinos acumularam variações genéticas distintas, promovendo fenótipos altamente diferenciados (Campos *et al.*, 2017). O gado Curraleiro Pé-duro (CPD) é geneticamente distinto de outras raças, com diferenças substanciais principalmente devido à sua interação com o meio ambiente (Carvalho *et al.*, 2022).

No Brasil, as raças bovinas nativas adaptadas originaram-se de *Bos taurus ibericus*, gado trazido da Península Ibérica (Egito *et al.* 2002; Felix *et al.* 2013; Barbosa *et al.*, 2023). As raças introduzidas são agora chamadas de nativas ou locais, com vários

nomes dependendo de onde são criadas e agora formam diversas raças diferentes (Castanheira *et al.*, 2013). De acordo com Castanheira *et al.* (2013) embora a maior parte do gado criado atualmente em fazendas no Brasil seja de origem *Bos taurus indicus* ou *Bos taurus taurus*, ainda existem alguns vestígios da *Bos taurus ibericus* ou *Bos taurus aquitanicus* gado que foi introduzido no Brasil com os colonizadores.

As raças nativas possuem variabilidade e são distintas dos zebuínos e taurinos comerciais, sendo uma opção para uso em cruzamentos com o objetivo de complementar a interação Genótipo x Ambiente (Carvalho *et al.*, 2022). Estudo realizado por Barbosa *et al.* (2023) revelou que raças locais de origem *Bos taurus ibericus* quando submetidas a condições ambientais e dietéticas adequadas, apresentaram grande potencial produtivo comparável ao Nelore, a maior raça comercial do Brasil.

De acordo com Carvalho *et al.* (2022) o gado CPD apresenta uma similaridade genética mais próxima do Caracu, também brasileira, e das raças locais norte-americanas, seguida pelas raças de origem francesas

Animais CPD são uma opção para cruzamentos em sistemas de produção baseados em pastagens de baixa qualidade nutricional (Nunes *et al.*, 2018). Porém, é necessário destacar a importância de melhorias nos sistemas de produtivos, oferecendo condições para que o gado CPD possa expressar seu potencial.

2.2. Características Produtivas e Reprodutivas

De acordo com Franciscatti (2018), apesar das raças naturalizadas estarem no Brasil há quase cinco séculos, as bases científicas dispõem de poucas informações sobre o potencial zootécnico desses bovinos, incluindo o gado CPD.

As raças zebuínas e nativas são criadas principalmente em áreas tropicais e/ou marginalizadas (Teixeira; Costa; Camargo, 2023). Nunes *et al.*, (2018) observaram em estudo que bovinos cruzados com CPD apresentaram desempenho ponderal superior aos animais Nelore em sistema de pastagens de baixa qualidade.

As fêmeas CPD pesam em média 239,6 kg quando estão na idade reprodutiva (Barbosa, 2012). Nascimento *et al.* (2020) observaram intervalo entre partos com média de 346 dias no gado CPD.

Nascimento *et al.* (2022) avaliaram os indicadores reprodutivos de vacas CPD no Núcleo de Conservação do Gado Curraleiro Pé-Duro do INSA em Campina Grande-PB, nos anos de 2017 e 2018. Observou-se um índice de fertilidade de 81,82% e

95,45%, nos respectivos anos em estudo. O índice de fecundidade ou natalidade para o ano de 2017 foi de 77,27 e 2018 de 95,45%.

Com relação aos bezerros, estudo realizado por Medeiros *et al.* (2020) demonstrou influência negativa dos períodos prolongados de seca no desempenho ponderal destes animais. De acordo com os autores os pesos ao nascimento foram de 18,6, 19,3, 17,5 e 15,7 kg; aos 90 dias foram de 52,7, 61,7, 51,7 e 57,3 kg; aos 180 dias, registraram-se pesos de 81,5, 102,6, 74,0 e 78,0; e ao desmame foram de 90,1, 103,0, 83,2, 67,6 kg, nos anos de 2010, 2011, 2012 e 2013, respectivamente.

O gado CPD de criação extensiva apresenta padrões de comportamento materno-filial únicos, com as vacas deixando os bezerros em creches e distanciando-se por longos períodos de tempo (Castanheira *et al.*, 2013).

2.3. Composição do leite

O leite é um produto que faz parte da alimentação da maioria dos brasileiros, seja na forma *in natura* ou através de seus derivados (Rocha *et al.*, 2020). O leite é definido grosso modo como um produto da secreção mamária de mamíferos (Tronco, 2018).

Segundo o artigo 475 do Regulamento de Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal (RIISPOA), denomina-se leite, sem outra especificação, o produto normal, fresco, integral, oriundo da ordenha completa e ininterrupta de vacas sadias (BRASIL, 1952).

A composição do leite varia de acordo com a espécie, raça, alimentação, individualidade, fase da lactação, entre outros fatores (Saran Netto; Vidal, 2018). Vários são os componentes do leite. Todavia, há uma predominância proporcional de água, sendo os demais formados principalmente por gordura, proteínas, carboidratos, todos sintetizados na glândula mamária (Tronco, 2018).

De acordo com Saran Netto e Vidal (2018), geralmente o leite é composto por de 87% de água e de 13% de sólidos, denominados Extrato Seco Total (EST). Os termos Sólidos Totais (ST) ou Extrato Seco Total (EST) englobam todos os componentes do leite, exceto a água. Por Sólidos Não Gordurosos (SNG) ou Extrato Seco Desengordurado (ESD) compreendem-se todos os elementos do leite, menos a água e a gordura (Tronco, 2018).

O leite proveniente de diversas fontes, após misturado, o pH varia entre 6,6 e 6,8, com média de 6,7 a 20 °C ou 6,6 a 25 °C. A acidez natural do leite varia entre 0,13

e 0,17 por cento, expressa como ácido láctico (Silva, 1997). Ainda de acordo com Silva (1997), a densidade do leite varia entre 1,023 g/mL e 1,040 g/mL a 15 °C; o valor médio é 1,032 g mL⁻¹. Já o ponto de congelamento, depende de diversos fatores relacionados com o animal, o ambiente, o processamento industrial e as técnicas crioscópicas.

A composição do leite varia consideravelmente durante a lactação, e as maiores mudanças ocorrem logo após o início da lactação (Saran Netto; Vidal, 2018). Segundo Tronco (2018), a variação na composição além de estar relacionada com a proporção dos componentes, também pode variar na estrutura química deles.

A glândula mamária é composta de lóbulos com numerosos alvéolos revestidos por células epiteliais cúbicas altas ou baixas, dependendo do ciclo de atividade, que são as encarregadas de produzir o leite (Saran Netto; Vidal, 2018). A biossíntese do leite ocorre sob controle hormonal. Muitos dos constituintes são sintetizados nas células secretoras e alguns são agregados ao leite diretamente a partir do sangue e do epitélio glandular (Silva, 1997).

Existem seis produtos genéticos da glândula mamária de caráter majoritário: α 1-caseínas, α 2-caseínas, β -caseínas, κ -caseínas, β lactoglobulinas e α -lactoalbuminas (Saran Netto; Vidal, 2018). A proteína do leite é dividida em duas frações, a caseína (que compõe 80% do produto) e as proteínas do soro (que compõem 20%)(Santos; Pallone, 2023).

A caseína é um dos mais abundantes componentes orgânicos do leite, junto à lactose e à gordura (Saran Netto; Vidal, 2018). É definida como uma substância coloidal complexa, associada ao cálcio e ao fósforo. Já as proteínas do soro, são formadas pelas seguintes frações: albumina do soro, a-lactoalbumina, b-lactoglobulina, imunoglobulinas e proteose-peptonas (Tronco, 2018). Caseínas, a β lactoglobulina e a α -lactoalbumina, são sintetizadas nas células epiteliais da glândula mamária e produzidas exclusivamente nesse tecido. Enquanto as imunoglobulinas e a albumina sérica não são sintetizadas pelas células epiteliais, mas são absorvidas do sangue (Saran Netto; Vidal, 2018).

A lactose é o glucídio característico do leite, formado a partir da glicose e da galactose, sendo o constituinte sólido predominante e menos variável (Silva, 1997).

A gordura do leite, na sua maior proporção, está formada por triglicerídeos (97-98%), pequenas quantidades de esteróis, ácidos graxos livres e fosfolípidos (Tronco, 2018). Existem em média dezessete tipos de ácidos graxos na gordura do leite, podendo

variando de acordo com o número de carbonos que compõem a cadeia (Saran Netto; Vidal, 2018).

Mais da metade dos ácidos graxos presentes no leite possuem cadeias com 18 a 20 carbonos têm origem na dieta ou na síntese de feita pelo tecido adiposo dos bovinos e passam para glândula mamária via circulação sanguínea. O processo também ocorre com ácidos graxos de 16 carbonos, no entanto, metade é sintetizado pela própria glândula mamária, assim como acontece com os AG de 4 a 14 carbonos (Saran Netto; Vidal, 2018). Nos ruminantes, o acetato e o beta-hidroxibutirato são os precursores mais importantes dessa síntese (Tronco, 2018).

As substâncias minerais representam cerca de 0,6-0,8% do peso do leite e, nas análises, são designadas como cinzas (Tronco, 2018). Os minerais essenciais do leite se apresentam em diferentes concentrações (Saran Netto; Vidal, 2018). Neste sentido, o leite possui em sua composição teores consideráveis de cloro, fósforo, potássio, sódio, cálcio e magnésio e baixos teores de ferro, alumínio, bromo, zinco e manganês, formando sais orgânicos e inorgânicos (Silva, 1997).

O leite é a fonte mais abundante em cálcio entre os alimentos comuns (Saran Netto; Vidal, 2018). Além disso, contém ainda diversas vitaminas (mesmo que algumas estejam presentes apenas como traços), classificadas em lipossolúveis (A, D, E e K) e hidrossolúveis (B e C) (Tronco, 2018). A concentração das vitaminas lipossolúveis depende da alimentação do gado, exceto a da vitamina K. Esta, como as vitaminas hidrossolúveis, é sintetizada no sistema digestivo dos ruminantes (Silva, 1997).

2.4. Leite A2

Nos últimos anos, surgiu no mercado uma gama crescente de produtos lácteos rotulados como “A2”, “leite A2”, “proteína A2” ou “proteína beta caseína A2” (Li *et al.*, 2022). O leite A2 é um produto recente no mercado, semelhante ao produto tradicional, porém com possibilidade de melhor digestibilidade e à produção de menores proporções de β -casomorfina 7 (Santos; Pallone, 2023).

Diferentes mutações no CSN2 bovino levaram a formação de variantes genéticas, sendo A1 e A2 as mais comuns (Khan *et al.*, 2023). Todavia, A1 e A2 não são as únicas proteínas β -CN bovinas presentes no leite, pois doze variantes incluindo A1, A2, A3, B, C, D, E, F, G, H1, H2 e I foram caracterizadas até o momento (Li *et al.*, 2022).

De acordo com Khan *et al.* (2023) as variantes A1 e A2 do CSN2 diferem

apenas na 67^a posição no éxon 7 do CSN2, onde a variante A1 contém histidina e a variante A2 contém prolina. Este leite contendo o aminoácido prolina na 67^a posição do gene da caseína é definido como o leite A2 original, enquanto o leite contendo o aminoácido histidina é denominado leite A1. A diferença de sequência na posição 67 foi sugerido que contribui para efeitos alternativos na saúde ao consumir essas duas proteínas (Liet *et al.*, 2022).

Segundo Oliveira *et al.* (2023) há fortes evidências de que a mutação da beta-caseína que dá origem ao alelo A1 existe apenas na espécie bovina. Embora as proteínas β -CN bovinas tenham sido mais extensivamente estudadas do que as proteínas β -CN caprinas, ainda existem lacunas significativas no nosso conhecimento destas proteínas do leite (Liet *et al.*, 2022).

Os genótipos de bovinos produtores de leite A1 são A1A1 e A1A2, enquanto o genótipo de bovinos produtores de leite A2 é A2A2. Estes podem ser detectados por métodos moleculares (Sahin; Boztepe, 2022). Pouco se sabe sobre as características destes alelos e suas frequências em outras espécies pecuárias (Oliveira *et al.*, 2021). Todavia, estudo realizado por Oliveira *et al.* (2021) evidenciou a produção exclusiva de leite com alelo A2 na espécie bubalina.

Animais da raça CPD podem apresentar o genótipo A2A2. Este gene confere um leite livre da proteína beta-caseína A1A1 (INSA, 2020). No Brasil já foi observado que a população de animais das raças zebuínas apresenta as maiores frequências do alelo A2 (Santos; Pallone, 2023). Souza *et al.* (2022) avaliaram a distribuição dos alelos A2A2 em rebanhos de gado CPD no Estado do Tocantins, foi observada uma frequência de 40 e 60% dos alelos A1 e A2, respectivamente. A frequência de genótipo A2A2 foi de 41%, seguido de 39% do A1A2 e 20% do A1A1.

A investigação dos genes Beta-caseína-A2A2 em bovinos da raça CPD, relaciona-se a características economicamente importantes para os sistemas de produção de leite e possui relevância e importância científicas (Paula *et al.*, 2020). As raças locais devem ser vistas como portadores de genes que lhes permitam adaptar-se às condições específicas, capazes de dar origem a produtos valiosos (Verrier *et al.*, 2005). De acordo com Oliveira *et al.* (2021), o fato do leite A2 ser mais fácil de digerir pode ser utilizado para valorização do produto, marketing, conquista de mercados e incentivo à produção.

Estudo realizado na Turquia por Sahin e Boztepe (2023) avaliou a frequência alélica e genotípica de bovinos de diferentes raças. Para as raças bovinas Holandesa, Parda Suíça, Jersey e Simental, as frequências alélicas A1/A2 foram estimadas em

0,475/0,525, 0,370/0,630, 0,215/0,785 e 0,440/0,560, respectivamente. As frequências genóticas para as mesmas raças bovinas foram estimadas em 0,240, 0,150, 0,030 e 0,160 para A1A1; 0,470, 0,440, 0,370 e 0,560 para A1A2 e 0,290, 0,410, 0,600 e 0,280 para A2A2, respectivamente.

Trabalho realizado na Índia por Khan *et al.* (2023) obteve maior frequência de alelos A2 na raça Gir. No Brasil, a frequência genótica em bovinos Guzerá provenientes de rebanhos localizados nos estados da Bahia, Pernambuco e Minas Gerais foi de 80% para o genótipo A2A2 e 20% A2A1, não havendo ocorrência do genótipo A1A1. Já a frequência alélica foi de 90% A2 e 10% A1 (Teixeira; Costa; Camargo, 2021).

A identificação e seleção dos animais portadores dos genótipos A2A2 favorece a inserção da bovinocultura leiteira em novos nichos de mercado. Atualmente é comum que o leite obtido em diferentes propriedades seja misturado nos laticínios. Neste sentido, leite A1 obtido de vacas com genótipo A1A1 e A1A2 e o leite A2 obtido de vacas com genótipo A2A2 são involuntariamente misturados e comercializados como leite A1 (Sahin; Boztepe, 2023).

De acordo com Teixeira, Costa e Camargo (2021) a facilidade na produção do leite A2 por raças zebuínas e nativas promove a economia local e a conservação da raça.

2.5. Legislação sobre o leite

A qualidade do leite está diretamente relacionada com suas características físico-químicas, levando em consideração o aspecto, sabor, cor, odor, ausência de neutralizantes da acidez e reconstituintes de densidade, requisitos microbiológicos, contagem de células somáticas e resíduos químicos (Rocha *et al.*, 2020). Além disso, é influenciada por múltiplas condições, entre as quais destacam-se os fatores zootécnicos, associados ao manejo, à alimentação e ao potencial genético dos rebanhos (Saran Netto, Vidal, 2018).

O Regulamento de Inspeção Industrial de Produtos de Origem Animal (RIISPOA), aprovado a partir da década de 50, tornou obrigatória a inspeção do leite pelo Serviço de Inspeção Federal. No decorrer dos anos 90, foi divulgado pelo Ministério da Agricultura a primeira proposta do Plano Nacional de Melhoria da Qualidade do Leite (PNMQL) (Felipus, 2017).

Em setembro de 2002, no Brasil, foi publicada a Instrução Normativa nº 51 do MAPA, na qual foram aprovados os regulamentos técnicos para a produção, identidade,

qualidade, refrigeração e transporte do leite (BRASIL, 2002). Posteriormente, a IN 51/2002 foi atualizada pela IN 62/2011 que estabeleceu padrões de qualidade mais rígidos (BRASIL, 2011).

Em novembro de 2018, por meio da Instrução Normativa N° 76, o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) aprovou os Regulamentos Técnicos que fixam a identidade e as características de qualidade que devem apresentar o leite cru refrigerado, o leite pasteurizado e o leite pasteurizado tipo A (BRASIL, 2018).

De acordo com a IN 76/2018, leite cru refrigerado é o leite produzido em propriedades rurais, refrigerado e destinado aos estabelecimentos de leite e derivados sob serviço de inspeção oficial. Além disso, o artigo 4° da mesma Instrução Normativa, define que o leite cru refrigerado deve ser líquido branco opalescente homogêneo e apresentar odor característico (BRASIL, 2018).

Os parâmetros físico-químicos para o leite cru refrigerado são definidos no artigo 5° da IN 76/2018. Deste modo, o leite cru refrigerado deve possuir: I - teor mínimo de gordura de 3,0g/100g; II - teor mínimo de proteína total de 2,9g/100g; III - teor mínimo de lactose anidra de 4,3g/100g; IV - teor mínimo de sólidos não gordurosos de 8,4g/100g; V - teor mínimo de sólidos totais de 11,4g/100g; VI - acidez titulável entre 0,14 (quatorze centésimos) e 0,18 (dezoito centésimos) expressa em gramas de ácido láctico/100 mL; VII - estabilidade ao alizarol na concentração mínima de 72% v/v. VIII - densidade relativa a 15°C/ 15°C entre 1,028 (um inteiro e vinte e oito milésimos) e 1,034 (um inteiro e trinta e quatro milésimos); e IX - índice crioscópico entre - 0,530°H (quinhentos e trinta milésimos de grau Hortvet negativos) e -0,555°H (quinhentos e cinquenta e cinco milésimos de grau Hortvet negativos), equivalentes a - 0,512°C (quinhentos e doze milésimos de grau Celsius negativos) e a -0,536°C (quinhentos e trinta e seis milésimos de grau Celsius negativos), respectivamente (BRASIL, 2018).

O Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) aprovou também em novembro de 2018 a Instrução Normativa n° 77, definindo os critérios e procedimentos para a produção, acondicionamento, conservação, transporte, seleção e recepção do leite cru em estabelecimentos registrados no serviço de inspeção oficial (BRASIL, 2018). A IN 77/2018 foi alterada posteriormente pela IN n° 59, de 6 de novembro de 2019 (BRASIL, 2019).

Já em 2019, a IN n° 58 do MAPA alterou a IN 76/2018 definindo em seu artigo 8° que o leite cru refrigerado deve apresentar limite máximo para Contagem Padrão em

Placas de até 900.000 UFC/mL (novecentas mil unidades formadoras de colônia por mililitro) antes do seu processamento no estabelecimento industrial. A IN n° 76/2018 também foi alterada a partir da IN n°55 de 30 de setembro de 2020 (BRASIL, 2020).

3. REFERÊNCIAS

ABIEC. Associação Brasileira das Indústrias Exportadoras de Carne. Beef REPORT: **perfil da pecuária no Brasil 2023**. Disponível em: <https://www.abiec.com.br/catpub/impressos/>. Acesso em: 21 de fevereiro de 2024.

BARBOSA, M.C.P.; FIORAVANTI, M.C.S.; PERIPOLLI, V.; EGITO, A.A.; JULIANO, R.S.; RAMOS, A.F.; CARDOSO, D.; LAUDARES, K.M.; FEIJÓ, G.L.D.; PRADO, C.S.; VAZ JÚNIOR, R.G.; OLIVEIRA, N.A.; REZENDE, P.L.P.; RESTLE, J.; COSTA, G.L.; COSTA, M.F.O.; MCMANUS, C. Performance, carcass, and meat traits of locally adapted Brazilian cattle breeds under feedlot conditions. **Tropical Animal Health And Production**, [S.L.], v. 55, n. 4, p. 243-261, 19 jun. 2023.

BARBOSA, V.V. **Conservação da raça Curraleiro Pé-Duro no Nordeste Brasileiro**. Universidade Estadual da Paraíba, Trabalho de Conclusão de Curso, 59p. Campina Grande-PB, 2012.

BRASIL. Instrução Normativa nº 55, de 30 de setembro de 2020. **Instrução Normativa Nº 55, de 30 de Setembro de 2020**: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento/Gabinete da Ministra. 189. ed. Brasília, DF, 01 out. 2020. Seção 1, p. 9. Disponível em: <https://www.in.gov.br/web/dou/-/instrucao-normativa-n-55-de-30-de-setembro-de-2020-280529682>. Acesso em: 14 fev. 2024.

BRASIL. Instrução Normativa nº 58, de 06 de novembro de 2019. **Instrução Normativa Nº 58, de 6 de Novembro de 2019**: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento/Gabinete da Ministra. 216. ed. Brasília, DF, 07 nov. 2019. Seção 1, p. 18. Disponível em: <https://www.in.gov.br/web/dou/-/instrucao-normativa-n-58-de-6-de-novembro-de-2019-226514189>. Acesso em: 14 fev. 2024.

BRASIL. Instrução Normativa nº 76, de 26 de setembro de 2018. **Instrução Normativa Nº 76, de 26 de Novembro de 2018**: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento/Gabinete do Ministro. 230. ed. Brasília, DF, 30 nov. 2018. Seção 1, p. 9. Disponível em: <https://www.in.gov.br/web/dou/-/instrucao-normativa-n-76-de-26-de-novembro-de-2018-52749894>. Acesso em: 14 fev. 2024.

BRASIL. Instrução Normativa nº 77, de 26 de novembro de 2018. **Instrução Normativa Nº 77, de 26 de Novembro de 2018**: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento/Gabinete do Ministro. 230. ed. Brasília, DF, 30 nov. 2018. Seção 1, p. 10. Disponível em: https://www.in.gov.br/materia/-/asset_publisher/Kujrw0TZC2Mb/content/id/52750141/do1-2018-11-30-inst. Acesso em: 14 fev. 2024.

BRASIL. **Instrução Normativa Nº 51, de 18 de Setembro de 2002**: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento/Gabinete do Ministro. Brasília, DF, Disponível em: https://www.camara.leg.br/proposicoesWeb/prop_mostrarintegra?codteor=141673&file name=LegislacaoCitada%20INC%20611/2003. Acesso em: 14 fev. 2024.

BRASIL. **Instrução Normativa Nº 62, de 29 de Dezembro de 2011**: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento/Gabinete do Ministro. Brasília, DF, Disponível em: <https://wp.ufpel.edu.br/inspleite/files/2018/06/IN62.pdf>. Acesso em: 14 fev. 2024.

BRASIL. **Portaria n. 1.150 de 14 de dezembro de 2012**. Reconhecimento da raça de bovinos denominada Curraleiro Pé-Duro e outras providências. Disponível em: <http://anexos.datalegis.inf.br/arquivos/DO1_2012_12_17.pdf> Acesso: 11 set. 2022.

CAMPOS, B. M; CARMO, A.S.; EGITO, A.A.; MARIANTE, A.S.; ALBUQUERQUE, M.S.M.; GOUVEIA, J.J.S.; MALHADO, C.H.M.; VERARDO, L.L.; SILVA, M. V. G. B.; CARNEIRO, P. L. S. Genetic diversity, population structure, and correlations between locally adapted zebu and taurine breeds in Brazil using SNP markers. **Tropical Animal Health And Production**, [S.L.], v. 49, n. 8, p. 1677-1684, 15 ago. 2017.

CARVALHO, G.; QUIRINO, C.R.; PAIVA, S.R.; BLACKBURN, H.D. Distância genética de bovinos Curraleiro PéDuro em relação a outras raças criadas no Brasil e nos Estados Unidos avaliadas com microssatélites. **Archivos Latinoamericanos de Producción Animal**, [S.L.], v. 30, n. 2, p. 79-89, 15 mar. 2022.

CARVALHO, G.M.C.; ALMEIDA, M.J.O.; AZEVÊDO, D.M.M.R.; ARAÚJO NETO, R.B.A.; LEAL, T.M.; MONTEIRO, F.C.; FROTA, M.N.L.; NETO LIMA, A.F. **Origem, formação e conservação do gado Pé-Duro, o bovino do Nordeste Brasileiro**. Embrapa Meio-Norte. 25p, Teresina, 2010.

CASTANHEIRA, M.; MCMANUS, C. M.; PAULA NETO, J. B.; COSTA, M.J.R.P.; MENDES, F.D.C.; SERENO, J.R.B.; BÉRTOLI, C.D.; FIORAVANTI, M.C.S. Maternal offspring behaviour in Curraleiro Pé Duro naturalized cattle in Brazil. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 42, n. 8, p. 584–591, 2013.

EGITO, A.A.; MARIANTE, A.S.; ALBUQUERQUE, M.S.M. Programa Brasileiro de Conservação de Recursos Genéticos Animais. **Arch. Zootecnia**. 51: 39-52, 2002.

FELIPUS, N.C. **Impacto do transporte a granel na qualidade microbiológica e físico-química e na composição do leite cru refrigerado em indústria de laticínios**. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) - Universidade do Estado de Santa Catarina - Lages, 2017.

FELIX, G.A.; PIOVEZAN, U.; JULIANO, R.S.; SILVA, M.C.; FIORAVANTI, M.C.S. Potencial de uso de raças bovinas locais brasileiras: curraleiro pé-duro e pantaneiro. **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v.9, N.16; p.1715-1741, 2013.

FRANCISCATTI, P.M.L. **Potencial leiteiro de vacas das raças curraleiro pé-duro e pantaneira mantidas em regime de pastoreio**. (Dissertação de Mestrado), Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, 57p. Aquidauana, 2018.

INSA. Instituto Nacional do Semiárido. **Relatório do termo de compromisso de gestão**.MCTIC/INSA, 2019. p.49-52, Campina Grande, 2020.

KHAN, R.; DE, S.; DEWANGAN, R.; TAMBOLI, R.; GUPTA, R. Potential status of A1 and A2 variants of bovine beta-casein gene in milk samples of Indian cattle breeds. **Animal Biotechnology**, [S.L.], v. 34, n. 9, p. 4878-4884, 18 abr. 2023.

LI, X.; SPENCER, G.W.K.; ONG, L.; GRAS, S.L. Beta casein proteins – A comparison between caprine and bovine milk. **Trends In Food Science & Technology**, [S.L.], v. 121, p. 30-43, mar. 2022.

MONTESINOS, I.S. **Avaliação espermática do sêmen criopreservado de touros curraleiro/pé duro em banco de germoplasma**. 2012. 67 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós-Graduação em Ciência Animal, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2012.

NASCIMENTO, G. V; MEDEIROS, G. R; SANTOS, S.G.C.G.; SILVA, C. T; MELO, M. N; RIBEIRO, N.L.; COSTA, J.H.S.; NEVES, R. S.; CAVALCANTE, I.T.R.; RAMOS, C. T. C. Desempenho reprodutivo de um rebanho Curraleiro Pé-Duro no Semiárido da Paraíba. **Revista do Instituto Nacional do Semiárido**. 1(3):43-48, set./dez., 2022.

NUNES, M.L.;AFONSO, T.M.;CARVALHO, G.M.C.; FROTA, M.N.L.;VASCONCELOS, A.B.; HADLICH, J.C.; IGARASI, M.S. **Medidas de peso e morfométricas de animais curraleiro-pé-duro e seus cruzamentos do nascimento até o abate**. In: 55ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia e 28º Congresso Brasileiro de Zootecnia. Zootecnia Brasil, p.5, Goiânia-GO, 2018.

- OLIVEIRA, L.S.M.; ALVES, J.S.; BASTOS, M.S.; COSTA, R. B.; CAMARGO, G M. F. Do non-bovine domestic animals produce A2 milk?: an in silico analysis. **Animal Biotechnology**, [S.L.], v. 34, n. 1, p. 93-95, 20 jun. 2021.
- PAULA, R.S.; MINAFRA-REZENDE, C.S.; CARMO, A.S.; NICOLAU, E.S.; LIMA, L.G.F. **Genes de interesse produtivo em leite de vacas curraleiro pé-duro**. In : I Simpósio do Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal da UFG e I Encontro de Egressos do PPGCA. Goiânia, 2020.
- ROCHA, J.T; ANSUJ, A.P.; SEIDEL, E.J.; MOREIRA JUNIOR, F.J.; DULLIUS, A.I.S.; FABRIS, J.P. Avaliação da qualidade do leite “in natura”: um estudo de caso. **Ciência e Natura**, [S.L.], v. 42, p. 1-17, 29 dez. 2020.
- ŞAHIN, Ö; BOZTEPE, S. Assessment of A1 and A2 variants in the CNS2 gene of some cattle breeds by using ACRS-PCR method. **Animal Biotechnology**, [S.L.], v. 34, n. 4, p. 1505-1513, 17 fev. 2022.
- SALLES, P.A.; MEDEIROS, G.R.; COSTA, R.G.; RAMOS, C.T.C.; BORBUREMA, J.B.; ALMEIDA, M.J.O.; ROCHA, L.L.R.; WELLER, M. Programa de conservação e melhoramento de uma raça bovina brasileira: curraleiro (pé-duro). **Actas Iberoamericanas de Conservacion Animal**. v.1, p. 453-456, 2011.
- SANTOS, A.C.C.; PALLONE, J.A.L. Leite A2: Aspectos químicos, bioquímicos, efeitos na saúde e mercado. **Ciência e Tecnologia de Alimentos: o avanço da ciência no Brasil**, v.3, p.278-292, 2023.
- SARAN NETTO, A.; VIDAL, A. M.C. **Composição do leite. Obtenção e processamento do leite e derivados**. Tradução . Pirassununga: Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos da USP, 2018. p. 220 . Disponível em: <https://doi.org/10.11606/9788566404173>. Acesso em: 10 fev. 2024.
- SILVA, G. W. N.; OLIVEIRA, M.P.; LEITE, K.D.; OLIVEIRA, M.S.; SOUSA, B.A.A. Avaliação físico-química de leite in natura comercializado informalmente no sertão paraibano. **Revista Principia**, João Pessoa, v. 35, n. 1, p. 34-41, jun. 2017.
- SILVA, P. H. F. **Leite: aspectos de composição e propriedades**. Química Nova na Escola, n.6, p. 3-5, 1997.
- SOLA, M.C. **Características do leite e sanidade da glândula mamária de bovinos Curraleiro Pé-Duro e Pantaneiro**. (Tese de Doutorado), Universidade Federal de Goiás, Escola de Veterinária e Zootecnia (EVZ), Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal, 80p., Goiânia, 2015.
- SOUZA, A.B.B.; PEREIRA, M.S.; SOBREIRA, I.R.M.; GUIMARÃES, L.C.; NEPOMUCENO, L.L.; FERREIRA, J.L. **Variabilidade do polimorfismo do gene da B-caseína em bovinos curraleiro pé-duro: uma abordagem da genética geográfica**. In: Anais do IV Congresso Regional de Sanidade Animal e Saúde Pública e XIV Semana Acadêmica de Medicina Veterinária da UFNT. IV Congresso Regional de Sanidade Animal e Saúde Pública, 4ed., Araguaína, 2022.
- TEIXEIRA, D.P.; COSTA, R.B.; CAMARGO, G.M.F. Guzerat indicine cattle and A2 milk production. **Animal Biotechnology**, [S.L.], v. 34, n. 2, p. 467-469, 9 ago. 2021.
- VERRIER, E.; BOICHARD, M.T.; BERNIGAUD, R.; NAVES, M. Conservation and value of local livestock breeds: usefulness of niche products and/or adaptation to specific environments. **Animal Genetic Resources Information**, Roma, v. 36, p. 21-31, 2005.

Capítulo II

Investigando as produções técnico-científicas sobre a raça Curraleiro Pé-Duro: Uma revisão sistemática

Investigando as produções técnico-científicas sobre a raça Curraleiro Pé-Duro: Uma revisão sistemática

RESUMO

O Brasil possui uma ampla variedade de raças bovinas exóticas e algumas naturalizadas, destas destacam-se os bovinos Curraleiro Pé-Duro (CPD). Todavia, observa-se que há uma predominância de estudos sobre raças de interesse econômico e consequentemente um número reduzido de pesquisas com raças nativas. Neste sentido, o presente estudo teve como objetivo fornecer um panorama a partir de uma revisão sistemática dos estudos envolvendo a raça Curraleiro Pé-Duro. Foram realizadas buscas por artigos científicos em bases pesquisa especializadas, dentre elas: PubMed, Scopus e Web of Science. Adotou-se como critério de busca a utilização da expressão obtida a partir da combinação dos termos “Bovino” e “Curraleiro Pé-Duro”. Foram estabelecidos alguns critérios de inclusão e exclusão, no entanto, não foi estabelecida uma delimitação temporal e nem de idiomas. Foram obtidos um total de 109 artigos científicos, porém, a partir da triagem somente 40 foram incluídos na revisão. Observou-se uma média de dois estudos por ano, ao longo de um período aproximado de duas décadas. Os Estados de Goiás (GO), Piauí (PI) e o Distrito Federal (DF) concentram maior parte dos trabalhos de pesquisa sobre os bovinos CPD. Foi identificado apenas um estudo sobre características do leite da raça CPD. Evidenciou-se a ocorrência de um número relativamente baixo de pesquisas envolvendo os bovinos CPD. Maioria dos estudos são pioneiros e isolados. Neste sentido, destacamos a importância da replicação desses estudos, visando aprofundar o conhecimento sobre a raça e contribuir com informações que favoreçam os processos de conservação, melhoramento e difusão da raça.

Palavras-chave: Bovinos, Panorama Científico, Raças nativas.

Investigating technical-scientific productions on the Curraleiro Pé-Duro breed: A systematic review

ABSTRACT

Brazil has a wide variety of exotic cattle breeds and some naturalized ones, of which the Curraleiro Pé-Duro (CPD) cattle stand out. However, it is observed that there is a predominance of studies on breeds of economic interest and consequently a reduced number of research on natives breeds. In this sense, the present study aimed to provide an overview based on a systematic review of studies involving the Curraleiro Pé-Duro breed. Searches for scientific articles were carried out in specialized research databases, including: PubMed, Scopus and Web of Science. The search criterion was the use of the expression obtained from the combination of the terms “Bovino” and “Curraleiro Pé-Duro”. Some inclusion and exclusion criteria were established; however, no temporal or language delimitation was established. A total of 109 scientific articles were obtained, however, from the screening only 40 were included in the review. An average of two studies per year was observed, over a period of approximately two decades. The States of Goiás (GO), Piauí (PI) and the Federal District (DF) concentrate most of the research work on CPD cattle. Only one study on milk characteristics of the CPD breed was identified. It was evident that there was a relatively low number of studies involving CPD cattle. Most studies are pioneering and isolated. In this sense, we highlight the importance of replicating these studies, aiming to deepen knowledge about the breed and contribute information that favors the processes of conservation, improvement and dissemination of the breed.

Keywords: Cattle, Scientific Panorama, Natives breeds.

1. Introdução

O Brasil possui uma ampla variedade de raças bovinas exóticas e algumas nativas. Os bovinos Curraleiro Pé-Duro (CPD) são animais adaptados ao clima tropical, genuinamente reconhecidos como raças nativas/locais na bovinocultura brasileira. No entanto, algumas raças locais têm diminuído o tamanho efetivo e algumas estão até mesmo em via de extinção, acarretando perda da variabilidade que poderá restringir as opções disponíveis para as necessidades desconhecidas do futuro (Carvalho *et al.*, 2022).

Alguns estudos foram realizados para avaliar características dos bovinos CPD e outras raças naturalizadas. Todavia, com relação a caracterização genética, historicamente, os trabalhos realizados envolveram, predominantemente, as raças comerciais. O número reduzido de pesquisas envolvendo raças naturalizadas incluíam, basicamente, estudos citogenéticos, grupamentos sanguíneos e polimorfismos proteicos (Egito, Mariante e Albuquerque 2002).

Algumas raças naturalizadas brasileiras, embora recebam denominações diferentes e habitem regiões distintas, apresentam fenótipos semelhantes que levantam dúvidas em relação à suas identidades como um grupo racial ou um tipo nativo distinto (Egito, Mariante e Albuquerque 2002). Estas populações podem ser ou não geneticamente similares.

Apesar das raças naturalizadas estarem no Brasil a quase 500 anos, as informações do potencial zootécnico desses bovinos, sustentada em bases científicas, ainda é muito escassa (Franciscatti, 2018). Considerando isso, o objetivo com o presente trabalho é fornecer um panorama a partir de uma revisão sistemática dos estudos envolvendo a raça Curraleiro Pé-Duro nas principais bases científicas.

2. Material e Métodos

O presente estudo consiste em uma revisão sistemática, conforme padrões dos Principais Itens para Relatar Revisões Sistemáticas e Meta-análises (PRISMA). Neste sentido, realizou-se uma abordagem de cunho quali-quantitativo, com base em procedimentos de pesquisa bibliográfica e documental. Inicialmente foi realizado um levantamento bibliográfico e posteriormente revisão da literatura, buscando integrar os conceitos necessários para a discussão, com foco principalmente nas aproximações entre bovinos Curraleiro Pé-Duro, características de produção e estratégias de conservação de raças nativas, no contexto da bovinocultura. Nesta pesquisa não foi estabelecida uma delimitação temporal e nem de idiomas, conseqüentemente, buscou-se obter integralmente os estudos científicos realizados ao longo dos anos.

A pesquisa teve como pergunta de investigação “O que se sabe sobre a composição do leite de bovinos Curraleiro Pé-Duro e qual o estado atual das pesquisas técnico-científicas sobre a raça?”

As buscas por artigos científicos foram realizadas em plataformas de pesquisa especializadas, dentre elas: PubMed, Scopus e Web of Science, com acesso via Portal de Periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES). Adotou-se com critério de busca a utilização da expressão obtida a partir da combinação dos termos, o acrônimo PICo (População, Interesse, Contexto) foi adaptado para investigar os estudos com bovinos das raças curraleiro da seguinte maneira: 1. População (P): Bovino (no inglês: *Bovine*, *Cattle*, *Cow*); 2. Interesse (I): Curraleiro Pé-Duro (*Curraleiro Pé Duro*, “*Curraleiro Pé-Duro*”, *Curraleiro*, *Pé-Duro*, “*Pé Duro*”); 3. Contexto (C): O contexto não foi incluído na busca afim de observar todos os contextos possíveis ao qual foram avaliados a raça Curraleiro Pé-Duro, dentre estes, características de conservação; Características de produção (Adaptação, Bioclimatologia, Composição do leite, Desempenho, Etologia, Qualidade da carne, Reprodução, etc.); Aspectos genéticos (Seleção genética, Melhoramento animal).

A seleção inicial dos artigos obedeceu aos critérios de inclusão: presença dos termos indexadores no título, resumo ou palavras-chave; ser artigo. Excluíram-se os artigos repetidos; sem acesso disponível; artigos de revisão; estudos que utilizaram a raça Curraleiro com finalidade de validação de algum procedimento/técnica. Posteriormente, foi realizada uma triagem a partir do título e resumo, resultando na seleção dos artigos para serem lidos na íntegra. O diagrama de fluxo da pesquisa pode ser observado na Figura 1.

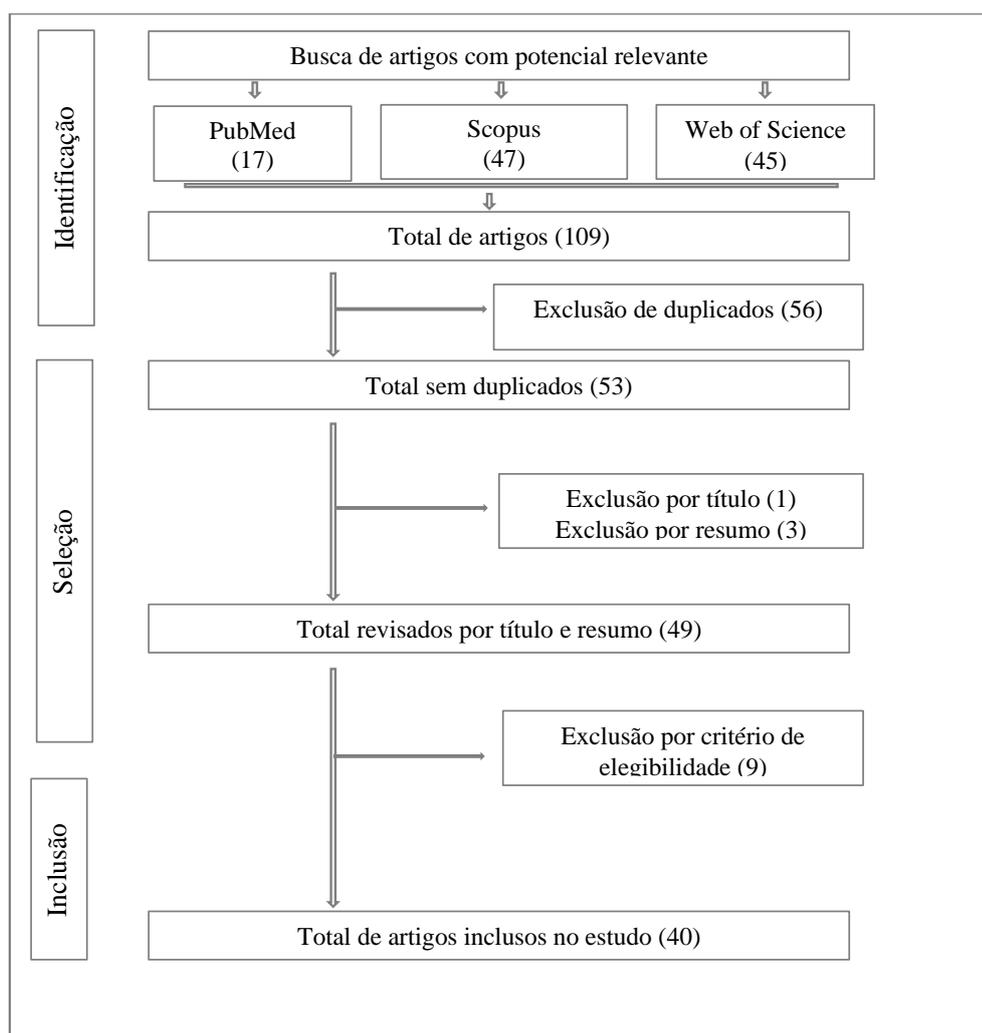


Figura 1: Diagrama de fluxo do processo de triagem dos estudos.

O resultado da busca foi revisado, exportado e todas as referências transferidas para o programa de gerenciamento EndNote X9®, em seguida os dados dos estudos incluídos foram transferidos e compilados no Microsoft Excel 2010®. Utilizou-se também o software QGIS® versão 3.36.2 para elaboração de recursos gráficos relacionados à distribuição geográfica dos estudos científicos.

3. Resultados

Foram obtidos um total de 109 (cento e nove) artigos científicos com base nos critérios de busca estabelecidos na metodologia do presente estudo. Destes, 17 (dezessete) foram recuperados na PubMed, enquanto na Scopus e Web of Science foram identificados 45 (quarenta e cinco) e 47 (quarenta e sete) artigos científicos, respectivamente. A partir da exclusão de duplicatas dentro de cada base e no conjunto formado através da intersecção entre elas, obteve-se um total de 53 (cinquenta e oito)

artigos. Posteriormente, procedeu-se com a seleção dos artigos mediante análise dos títulos e resumos. Neste sentido, 04 foram excluídos por tangenciar e/ou não atender o escopo deste estudo. Conseqüentemente, restaram 49 artigos, dos quais 09 foram excluídos após a leitura e aplicação dos critérios de elegibilidade. Considerando isso, somente 40 foram incluídos nesta revisão sistemática.

A frequência temporal dos estudos (Figura 2) possibilita observar que foram publicados uma média de dois estudos por ano, ao longo de um período aproximado de duas décadas. A partir do ano de 2015, observa-se um aumento no número de publicações, com algumas oscilações até o ano de 2023. O pico das produções técnico-científicas obtidas neste trabalho estão concentradas no ano de 2017, no qual foram identificadas cinco publicações com abordagens sobre a raça CPD.

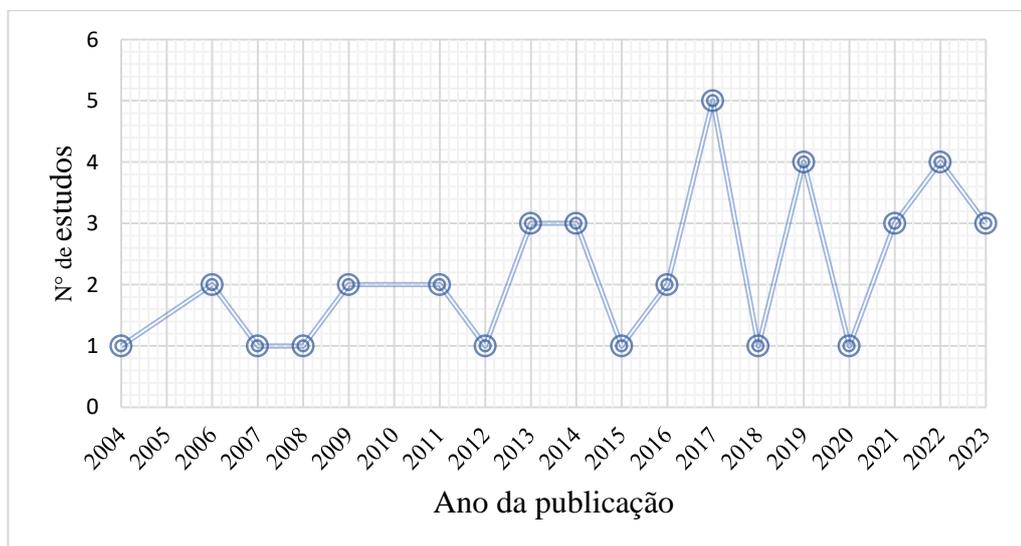


Figura1: Distribuição temporal dos estudos sobre bovinos Curraleiro Pé-Duro.

Com relação ao arranjo geográfico dos estudos, nota-se que estão distribuídos em Estados das regiões Centro-Oeste, Nordeste, Norte e Sudeste (**Figura 3**). Os estados de Goiás (GO), Piauí (PI) e o Distrito Federal (DF) concentram maior parte dos trabalhos de pesquisa sobre os bovinos CPD.

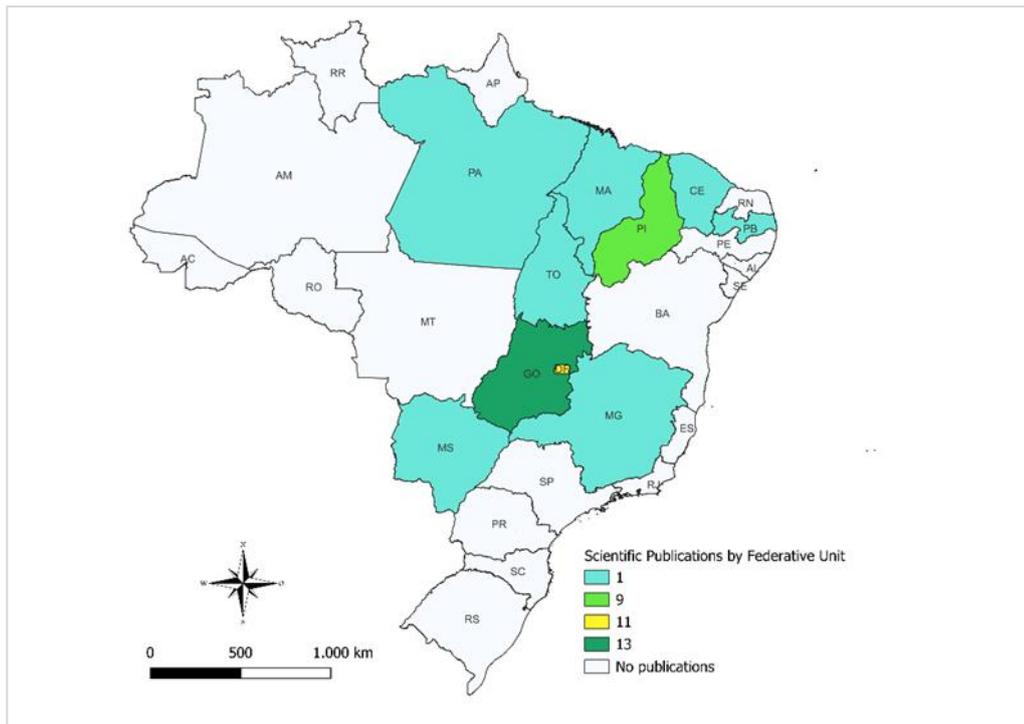


Figura2:Localização geográfica e número de estudos sobre bovinos Curraleiro Pé-Duro.

Os estudos avaliando o gado CPD seguiram diversos segmentos, explorando diferentes linhas de pesquisa. Sendo assim, foi feita uma classificação por categoria, que pode ser observada na figura 4. Maioria dos estudos estão relacionados a fatores genéticos (27,5%), seguido por estudos com sanidade (20%), reprodução (20%), bioclimatologia (17,5%), desempenho produtivo (7,5%), conservação (5%) e uma menor quantidade de estudos relacionados a características do leite (2,5%).

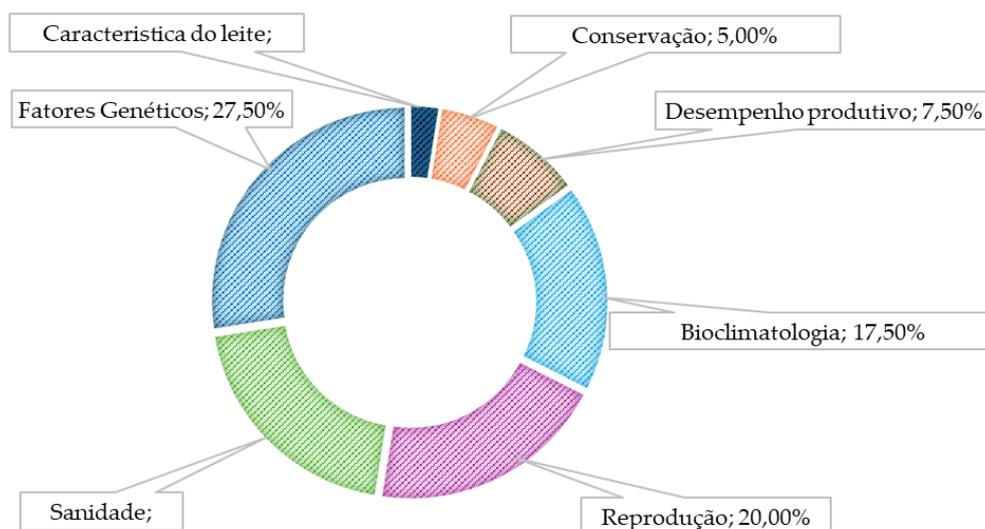


Figura3:Categoria dos estudos sobre Curraleiro Pé-Duro.

4. Discussão

Apenas um trabalho sobre características do leite de bovinos CPD foi identificado neste estudo. Esse resultado expressa a necessidade eminente de pesquisas para o conhecimento e determinação da composição, aspectos da produção e qualidade do leite desta raça.

Tabela1:Estudos sobre o leite de bovinos Curraleiro Pé-Duro.

Autor/Ano	Título	Revista
Silva <i>et al.</i> (2022)	Variability of the β -casein gene polymorphism in Curraleiro Pé-Duro cattle: a geographical genetics approach	Tropical Animal Health and Production

Esse estudo realizado por Silva *et al.* (2022) examinou a distribuição dos alelos A2A2 em rebanhos de bovinos Curraleiro Pé-Duro em municípios do Estado de Goiás. A frequência do alelo A1 e A2 foi de 40,0 e 60,0%, e as frequências dos genótipos A1A1, A1A2 e A2A2 foram de 20,0, 39,0 e 41,0%, respectivamente. Os resultados sugerem que a produção de leite A2A2 em bovinos CPD é viável. Isto dependerá da adoção de esquemas de seleção.

Vários artigos obtidos nesta busca nas bases de dados científicas revelam a ocorrência de pesquisas pioneiras e recentes com abordagens sobre caracterização genética de raças nativas, incluindo os bovinos Curraleiro Pé-Duro (Tabela 2). Destaca-se a utilização de marcadores moleculares nestes estudos.

Tabela2:Estudos genéticos sobre bovinos Curraleiro Pé-Duro.

Autor/Ano	Título	Revista
Afonso <i>et al.</i> (2020)	Use of crosses for sustainability in livestock farming in the Brazilian Meio-Norte region	Brazilian Journal of Animal Science
Campos <i>et al.</i> (2017)	Genetic diversity, population structure, and correlations between locally adapted zebu and taurine breeds in Brazil using SNP markers	Tropical Animal Health and Production
Felix <i>et al.</i> (2019)	Bovine Breeds Identification by Trichological Analysis	Animals
Silva Filho <i>et al.</i> (2014a)	Genetic characterization of Curraleiro Pé-Duro bovine breed from a conservation herd of Brazilian semiarid	Genetics and Molecular Research
Issa <i>et al.</i> (2019)	Cytogenetic analysis of the y chromosome of native Brazilian bovine breeds: Preliminary data	Archivos de Zootecnia
Oliveira <i>et al.</i> (2012)	Genetic diversity of the Brazilian creole cattle pé-duro assessed by microsatellites and mitochondrial DNA	Revista Brasileira de

		Zootecnia
Ribeiro <i>et al.</i> (2021)	Analysis of the population structure of a cattle conservation nucleus Curraleiro Pé Duro	Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia
Rocha-Silva <i>et al.</i> (2023)	The first Brazilian bovine breed: structure and genetic diversity of the Curraleiro Pé-duro	PeerJ
Serrano <i>et al.</i> (2004)	Genetic diversity and population structure of Brazilian native bovine breeds	Pesquisa Agropecuária Brasileira
Silva Filho <i>et al.</i> (2014b)	Molecular evidences of mutation-drift equilibrium by microsatellite markers in four meat producer bovine breeds in Brazil	Journal of Animal and Plant Sciences
Souza <i>et al.</i> (2021)	Bovine landscape genetics in Brazil	Scientia Agricola

Afonso *et al.* (2020) avaliaram diferentes cruzamentos para produção sustentável de carne bovina no Meio-Norte, Brasil. A partir da avaliação de trinta e quatro bovinos [sete Curraleiro Pé-duro (CPD), seis Nelore (NEL), sete F1 ($\frac{1}{2}$ NEL + $\frac{1}{2}$ CPD), sete F2A ($\frac{1}{4}$ CPD + $\frac{1}{4}$ NEL + $\frac{1}{2}$ Angus) e sete F2S ($\frac{1}{4}$ CPD + $\frac{1}{4}$ NEL + $\frac{1}{2}$ Senepol)] sob condições de pastagens naturais nos estados do Piauí e Maranhão, observou-se que os animais tricruzados (F2A e F2S) apresentaram maiores pesos do desmame ao abate, bem como maiores peso de carcaça quente e peso de carcaça fria. Além disso, o gado tricruzado produziu menos metano por kg de carne.

Estudo realizado por Campos *et al.* (2017) estimou os níveis de diferenciação genética entre taurinos e zebuínos adaptados localmente no Brasil. Os animais foram genotipados para mais de 777.000 marcadores SNPs. As raças taurinas apresentaram diferentes níveis de isolamento, variando de 7,88 (moderado) (Caracu x Franqueiro) e 7,97 (moderado) (Caracu x Pantaneiro) a 15% (alto nível de diferenciação) (Curraleiro Pé-Duro x Caracu Caldeano). Os autores observaram introgressão de zebuínos em raças localmente adaptadas, especialmente na raça Curraleiro Pé-Duro.

Silva Filho *et al.* (2014a) avaliaram a variabilidade genética de bovinos CPD mantidos em um centro de preservação no Estado do Piauí, Brasil. Foram avaliados 60 animais por meio de genotipagem utilizando 11 locus microssatélites. Observou-se que o número de alelos observados variou de 5 a 9, e o número efetivo de alelos variou de 2,01 a 4,64. A divergência do equilíbrio de Hardy-Weinberg foi significativa e a média

Fis valor foi 0,010. Rocha-Silva *et al.* (2023) avaliaram a composição, diversidade, variação, diferenciação e estrutura genética do gado Curraleiro Pé-duro criado nos estados do Maranhão e Piauí. Trabalho realizado por Oliveira *et al.* (2012) também buscou descrever a diversidade genética e a estrutura da maior população do Pé-duro, avaliando a variação em dez locos de microssatélites autossômicos (STR) e sequências de DNA mitocondrial (mtDNA). No estudo, o número de alelos por locus variou de 5 a 20 com número médio de 10,1, exceto para o locus BMS348. Num total de 101 alelos, o valor médio de riqueza alélica encontrado foi de 1.748, variando de 1.455 em BMS4049 a 1.912 em TGLA122 e UWCA46. Segundo os autores, as análises realizadas com marcadores microssatélites revelaram desvios significativos do equilíbrio de HardyWeinberg ($P < 0,01$) na maioria dos locos analisados no teste exato, excluindo BMS348.

Serrano e colaboradores (2004) caracterizaram cinco raças bovinas nativas do Brasil (Caracu, Crioulo Lageano, Curraleiro, Nacional Mocho e Pantaneiro). Utilizou-se 22 primers que geraram 122 bandas polimórficas para avaliar as relações genéticas. Foi observado que a maior parte da variação genética ocorre entre indivíduos dentro de populações. As variabilidades genéticas entre pares de raças foram estatisticamente significativas. A menor divergência genética foi entre Crioulo Lageano e Curraleiro.

Ribeiro *et al.* (2021) estudaram a estrutura populacional do gado CPD do Núcleo de Conservação do Instituto Nacional do Semiárido (INSA) com base em dados de pedigree. Com nas informações genealógicas de 338 animais cadastrados no período de 1991 a 2019, os autores identificaram os ancestrais até a terceira geração, com aumento das informações ao longo das gerações. Do total de informações de pedigree avaliadas dos 338 animais, 90,53% possuíam a identificação do pai e da mãe.

Já Souza *et al.* (2021) georreferenciaram 876 animais de dez raças criadas no Brasil, mantidos no Banco de Genes da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) com objetivo de explorar padrões de estrutura genética espacial em raças bovinas adaptadas às condições locais. O estudo demonstrou que as distâncias para testes de correlação espacial variaram de 5 a 15 classes, indicando descontinuidades genéticas em raças bovinas do Centro-Oeste, Sul e Sudeste do país. A correlação entre distância genética e geográfica foi baixa, mas significativa. O Algoritmo de Distância Máxima Monmonier indicou uma subdivisão inicial do Curraleiro e depois do Pantaneiro das demais raças.

Estudo citogenético realizado por Issa *et al.* (2009) com machos das raças brasileiras Curraleiro, Crioulo Lageano, Junqueira e Pantaneiro, disponíveis na Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, Brasília, DF e Fazenda Promissão, Poconé, MT, investigou a morfologia do cromossomo Y, seja submetacêntrico ou acrocêntrico, considerados marcadores das subespécies taurina e zebuína, respectivamente. Os resultados mostraram que dos seis animais curraleiros analisados, quatro apresentavam cromossomo Y acrocêntrico e dois submetacênticos, indicando contaminação por raças zebuínas. Todos os touros Pantaneiro analisados possuíam cromossomo Y exclusivamente zebuínico (acrocêntrico). Por outro lado, os touros Crioulo Lageano e Junqueira apresentaram cromossomos Y submetacênticos, indicando sua origem taurina.

Pesquisa realizada por Félix *et al.* (2019) avaliou a possibilidade de utilização de análise tricológica como marcador racial de bovinos. Foi observado que, o padrão medular no escudo capilar para as raças Caracu, CPD, Pantaneiro e Nelore foram descritas como contínuas, multiseriadas, anastomosadas e atrabeculares com margem fimbriada. Contudo, a “presença de vacúolos” foi uma característica determinante para a diferenciação racial bovina. Segundo os autores, a identificação das raças pode ser favorecida através da combinação dos padrões cuticulares, medulares e corticais dos pelos protetores.

Com relação as características de produção, morfometria e desempenho, foram identificados alguns estudos, embora em número bastante reduzido, com informações relativas aos bovinos CPD, utilizando-se principalmente aspectos comparativos com outras raças nativas e/ou comerciais (Tabela 3).

Tabela3:Estudos sobre produção e desempenho de bovinos Curraleiro Pé-Duro.

Autor/Ano	Título	Revista
Barbosa <i>et al.</i> (2023)	Performance, carcass, and meat traits of locally adapted Brazilian cattle breeds under feedlot conditions	Tropical Animal Health and Production
Carvalho <i>et al.</i> (2017)	Live weight, carcass, and meat evaluation of Nelore, Curraleiro Pe-Duro, and their crossbred products in Piauí State	Brazilian Journal of Animal Science
Carvalho <i>et al.</i> (2013)	Phenotypic evaluation of curraleiro pé-duro breed of cattle from semiarid areas of Brazil	Archivos de Zootecnia

Em estudo realizado por Barbosa *et al.* (2023) foi realizado um comparativo do crescimento, abate, características de carcaça e a qualidade da carne das raças CPD, Pantaneiro e Nelore. Observou-se que os animais Curraleiro eram mais leves que os Nelore no início do experimento, porém ao abate não apresentou diferença significativa no peso vivo com as demais raças devido à sua maior taxa de crescimento. Tanto o Pantaneiro quanto o Curraleiro apresentaram maior área muscular ocular que o Nelore, contudo, não foram observadas diferenças entre as raças quanto à gordura no abate. Ainda de acordo com o estudo, a carne do Pantaneiro apresentou maior maciez e suculência em relação às outras duas raças, mas diferiu apenas da do Nelore.

Trabalho semelhante foi realizado por Carvalho *et al.* (2017) com bovinos Nelore, Curraleiro Pé-Duro e mestiços (F1) no estado do Piauí, Brasil. A raça teve efeitos significativos em todos os pesos, sendo os produtos Nelore mais pesados que o F1 e estes mais pesados que o CPD. Todavia, os autores ressaltam que o fato da progênie entre Nelore e CPD apresentar menor peso ao nascer que o grupo Nelore, pode favorecer a sobrevivência de vacas e bezerros, durante o nascimento.

Já Carvalho *et al.* (2013) avaliaram características qualitativas e quantitativas relacionadas com a pelagem, morfometria, desenvolvimento ponderal, carcaça e carne de bovinos CPD. Foi observado que os efeitos ambientais foram significativos e variaram conforme a idade dos animais. Com base no estudo, constatou-se que o período de nascimento influencia o peso ao nascimento e desmame de bovinos CPD. Animais nascidos no período de maior disponibilidade de forragem apresentaram maior peso a desmama.

Com relação as características das carcaças de bovinos CPD. Carvalho *et al.* (2013) destacam que a carne apresentou cor vermelha com luminosidade média de 36,58, intensidade de vermelho com valor médio de 13,05 e a intensidade da cor amarela variando entre 9,84 e 12,52 com média de 10,98. Já de acordo com Carvalho *et al.* (2017) a carne dos bovinos CPD apresentou coloração vermelha pronunciada em comparação com as demais raças avaliadas, mas não houve diferença significativa nas demais variáveis qualitativas entre os grupos. Porém, segundo Barbosa *et al.* (2023) a carne de bovinos Curraleiro e Pantaneiro apresentaram-se mais escuras, quando comparadas à raça Nelore.

Os estudos também avaliaram a maciez da carne com base na força de cisalhamento. Carvalho *et al.* (2013) verificaram valores mínimos de força de

cisalhamento de até 2,9 kg, sendo uma carne classificada em mercados exigentes como extremamente macia. Entretanto, a força de cisalhamento média foi 6,99 e a máxima de 10,36. De acordo com os autores, esse aumento tem relação com o baixo acabamento da carcaça sem gordura de cobertura e marmoreio, considerando que, os animais foram criados a pasto em sistema de baixa qualidade. Barbosa *et al.* (2023) observaram que bovinos CPD e Pantaneiro tiveram carne com menor força de cisalhamento em estudo comparativo com gado Nelore.

Segundo Barbosa *et al.* (2023) tendo em vista que as raças locais não foram submetidas a programas de melhoramento genético, resultados de crescimento, abate, carcaça e carne observados demonstram que o CPD e o Pantaneiro poderão ter suas características desejáveis potencializadas caso sejam adotados programas de melhoramento genético. Porém, Carvalho *et al.* (2013) alertam que, a seleção para peso em qualquer idade pode resultar em ganho de peso nas pesagens posteriores e aumento na estatura dos animais. Todavia, os CPD apresentam-se bem adaptados ao ambiente em que vivem e o aumento de tamanho culminaria em maior necessidade nutricional, resultando em maiores despesas e necessidade de insumos.

Os bovinos CPD passaram por um longo processo de seleção natural, adquirindo características específicas que permitem a sua adaptação ao clima tropical. Neste contexto, alguns estudos obtidos a partir desta revisão descrevem aspectos da etologia e bioclimatologia desta raça (Tabela 4).

Tabela 4: Estudos sobre comportamento e bioclimatologia de bovinos Curraleiro Pé-Duro.

Autor/Ano	Título	Revista
Azevêdo <i>et al.</i> (2008)	Adaptability of Pé-Duro cattle breed at climatic conditions of semi-arid zone of state of the Piauí, Brazil	Archivos de Zootecnia
Bianchini <i>et al.</i> (2006)	Body traits associated with heat adaptation in naturalized Brazilian cattle breeds	Pesquisa Agropecuaria Brasileira
Cardoso <i>et al.</i> (2016)	Heat Tolerance in Curraleiro Pe-Duro, Pantaneiro and Nelore Cattle Using Thermographic Images	Animals
Carmo <i>et al.</i> (2019)	Identification of copy number variants in Curraleiro Pe Duro breed	Journal of Animal Science
Castanheira <i>et al.</i> (2013)	Maternal offspring behaviour in Curraleiro Pe Duro naturalized cattle in Brazil	Brazilian Journal of Animal Science
Teixeira <i>et al.</i> (2015)	Behavioral characteristics of calving in Curraleiro Pe-duro cows	Animal Reproduction

Azevedo *et al.* (2008) avaliaram a adaptabilidade de bovinos da raça Pé-Duro às condições climáticas do Semiárido Piauiense. Foram utilizados 32 bovinos da raça Pé-Duro (16 machos e 16 fêmeas), agrupados em duas categorias de idade (jovens e adultos) para cada sexo, em cada período do ano (chuvoso, em março, e seco, em novembro). O estudo revelou que independente do período do ano e horário do dia, a temperatura ambiente ($27,6\pm 0,9$) foi superior a faixa considerada como zona de termoneutralidade para ruminantes. Resultados semelhantes foram observados por Biachini *et al.* (2006) que avaliaram as medidas corporais associadas à tolerância ao calor em bovinos de naturalizadas e comerciais do Brasil, demonstrando que as raças CPD e Junqueira são mais tolerantes ao calor que as demais raças naturalizadas.

Carmo *et al.* (2019) realizaram estudo para identificar variantes de número de cópias possivelmente relacionadas a características adaptativas de CPD. As informações sobre características adaptativas poderão contribuir para seleção de animais de maior valor adaptativo a um ambiente tropical.

A adaptação dos bovinos a climas quentes também foi analisada por Cardoso *et al.* (2016) que compararam as respostas fisiológicas e termográficas ao estresse térmico nas raças Nelore, Pantaneiro e Curraleiro Pé-duro. A raça CPD apresentou as menores temperaturas superficiais independente do período avaliado, com menos animais que sofreram com as condições climáticas, podendo ser considerada a mais adaptada quando desafiada pelo calor nas condições experimentais. Em estudo realizado por Vieira *et al.* (2022) foi analisado as relações entre as condições climáticas, a fisiologia morfológica e de termorregulação em bovinos de raças adaptadas localmente e as respostas dos animais por meio de análises estatísticas como análise de trilha e regressão logística. Observou-se que animais com corpo menor tenderam a ter menor influência do tamanho corporal na frequência respiratória e cardíaca. Neste sentido, Biachini *et al.* (2006) destacaram que os bovinos CPD apresentaram menor porte, quando comparada com outras raças naturalizadas e algumas comerciais.

Acerca das características comportamentais da raça CPD. Teixeira *et al.* (2015) examinaram o comportamento de vacas CPD no período do parto. Dentre as características que foram observadas destacam-se o olhar fixo no flanco, cabeçadas no

flanco e gotejamento do colostro, durante a primeira fase do parto. Os autores relataram baixa frequência de inquietação dos animais no estudo. As vacas CPD apresentaram duração média de 25 minutos de parto, sendo que a vaca que apresentou menor duração do trabalho de parto demorou apenas 9 minutos para parir, enquanto a que apresentou maior duração demorou 1 hora e 36 minutos.

Castanheira *et al.* (2013) buscaram descrever as relações filiais maternas e o comportamento de amamentação em bovinos CPD. Durante as observações realizadas a cada três meses, no período de um ano, os pesquisadores avaliaram os efeitos do sexo e idade do bezerro, bem como do tempo de alimentação. Como resultados, relatou-se que os episódios de mamada (70,6%) tiveram duração de um a cinco minutos e o bezerro que mamou na posição paralela invertida teve maiores chances de sucesso durante a mamada (99,5%); os animais mais jovens tiveram duração média de sucção menor ($4,0 \pm 0,6$ minutos) que os mais velhos ($7,5 \pm 1,2$ minutos), mas apresentaram maior número de episódios de sucção ($6,29 \pm 1,00$ minutos) contra $1,33 \pm 0,04$ mamadas em 10 horas para bezerros jovens e mais velhos). Apenas o fator idade nos primeiros três meses foi significativo para episódios de amamentação, duração média e total da amamentação; machos e fêmeas tiveram duração e distribuição semelhantes dos episódios de amamentação.

De acordo com Teixeira *et al.* (2015) tendo em vista que grande parte das raças localmente adaptadas estão sob ameaça de extinção, informações sobre a sua caracterização reprodutiva poderão servir de base para a implementação de estratégias de manejo que possam aumentar as taxas de fertilidade nos núcleos de conservação e fazendas comerciais.

Com base nesse pressuposto, a partir desta revisão sistemática também foram encontrados alguns estudos conduzidos com objetivo de avaliar características reprodutivas dos bovinos CPD, conforme Tabela 5, a seguir.

Tabela 5: Estudos sobre reprodução de bovinos Curraleiro Pé-Duro.

Autor/Ano	Título	Revista
Menezes <i>et al.</i> (2017)	Proteomic analysis of seminal plasma from locally-adapted "Curraleiro Pé-Duro bulls" (<i>Bos taurus</i>): identifying biomarkers involved in sperm physiology in endangered animals for conservation of biodiversity	Animal Reproduction Science
Pacheco <i>et al.</i> (2022)	Viability of fibroblasts from "Curraleiro Pé Duro" cattle after different cryopreservation protocols	Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia

Pezzini <i>et al.</i> (2006)	Seminal characteristics of Curraleiro and Holstein bulls submitted to scrotal insulation	Pesquisa Agropecuaria Brasileira
Santos <i>et al.</i> (2018)	Protocol with nine days of progesterone for fixed-time artificial insemination in <i>Bos taurus</i> cows adapted to the tropical weather	Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinaria e Zootecnia
Teixeira <i>et al.</i> (2011)	Seasonal influence on semen traits and freezability from locally adapted Curraleiro bulls	Animal Reproduction Science
Teixeira <i>et al.</i> (2017)	Postpartum hormone and energy profiles and their influence on the resumption of ovarian cyclicity in Curraleiro Pé-Duro cows	Theriogenology
Tortorella <i>et al.</i> (2016)	Development of fixed-time artificial insemination protocols for locally adapted Curraleiro Pé-Duro cows	Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinaria e Zootecnia
Tortorella <i>et al.</i> (2017)	Characterizing emergence and divergence in the first follicular wave in a tropically adapted <i>Bos taurus</i> breed	Theriogenology

Teixeira *et al.* (2011) analisaram os efeitos da estação do ano na qualidade do sêmen em touros Curraleiro, visando favorecer na seleção de material biológico para bancos de germoplasma, por meio da intensificação da coleta em períodos de melhor qualidade. O estudo revelou que a influência marginal da época do ano na biometria testicular e no sêmen fresco em touros curraleiro expressa a adaptação desta raça às condições ambientais da região. Assim, a reprodução com acasalamento natural deve ser bem-sucedida em qualquer época do ano. No entanto, os autores concluíram que a coleta de sêmen para criopreservação em programas de conservação é recomendada no período de junho a setembro.

A adaptação dos touros curraleiros à altas temperaturas também foi investigada por Pezzini *et al.* (2006). No experimento, foram avaliados os efeitos da insulação escrotal, por 48 horas, nas características seminais de touros Curraleiros (n = 5) e Holandeses (n = 6), observou-se que os touros curraleiros são mais tolerantes aos efeitos da insulação escrotal nas características seminais do que os holandeses. Estudo sobre as proteínas plasmáticas seminais e parâmetros espermáticos de touros CPD também foram realizados por Menezes *et al.* (2017), sendo o primeiro a relatar a presença do inibidor da anidrase carbônica no plasma seminal bovino e sua associação empírica com parâmetros espermáticos.

Estudo realizado por Teixeira *et al.* (2017) avaliou os perfis hormonais e energéticos no pós-parto e fez uma correlação desses perfis com a retomada da ciclicidade ovariana em vacas CPD. Segundo os autores, as vacas CPD produziram seu primeiro pós-ovulação do parto em até 60 dias pós-parto, permitindo afirmar que são animais com grande potencial para serem selecionados por suas características de eficiência reprodutiva. O trabalho contribuiu para o estabelecimento de parâmetros fisiológicos para caracterização do ciclo estral curto em pós-parto na raça CPD, visto que, de acordo com os autores, consiste no primeiro trabalho na literatura a conter essas informações.

Santos *et al.* (2018) realizaram experimentos para adaptar um protocolo de sincronização de estro e da ovulação para ser utilizado em programas de inseminação artificial em tempo fixo (IATF) em vacas taurinas tropicalmente adaptadas. Os autores observaram boa taxa de sincronia e ovulação. Todavia, foi relatada baixa taxa de gestação a partir da inseminação utilizando os protocolos estabelecidos no estudo. Trabalho parecido foi realizado anteriormente por Tortorella *et al.* (2016), considerado provavelmente a primeira pesquisa a estudar os efeitos da IATF no desenvolvimento folicular e lúteo em vacas CPD. Os principais resultados demonstraram que o benzoato de estradiol (BE) foi melhor indutor ovulatório para sincronização da ovulação, porém, a gonadotrofina coriônica equina (eCG) não foi capaz de melhorar o crescimento folicular e lúteo.

Tortorella *et al.* (2017) caracterizaram a emergência e divergência folicular ovariana em vacas e novilhas CPD. Contudo, considerando as características analisadas no estudo, apenas os intervalos entre a ovulação e a emergência da onda folicular e a ovulação e a divergência da onda folicular diferiram, sendo ambos mais curtos nas vacas.

E, estudo de Pacheco *et al.* (2022) testou diferentes protocolos de criopreservação para manutenção da viabilidade celular de fibroblastos isolados dos bovinos CPD. Concluindo que, diferentes métodos são eficientes, independente dos equipamentos utilizados.

No presente estudo foram obtidos artigos científicos com abordagens sobre imunologia, sanidade e resistência dos bovinos CPD a intoxicação por plantas tóxicas.

Tabela6:Estudos sobre imunologia, sanidade e toxicologia em bovinos Curraleiro Pé-Duro.

Autor/Ano	Título	Revista
Freitas <i>et al.</i> (2021)	Genomic association between SNP markers and diseases in the "Curraleiro Pe-Duro" cattle	Genes
Freitas <i>et al.</i> (2022)	Population Structure of Curraleiro Pé-Duro Cattle and its Relationship With the Serological Profile Against Pathogens of Economic and Zoonotic Interest	Frontiers in Genetics
Juliano <i>et al.</i> (2007)	Seroepidemiology of babesiosis in Curraleiro cattle	Ciencia Rural
Juliano <i>et al.</i> (2009)	Serum protein concentration in Curraleiro bovine breed	Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinaria e Zootecnia
Juliano <i>et al.</i> (2014)	Seroepidemiology of bovine leukaemia (LB) in curraleiro cattle breed from goiás and Tocantins states	Ciencia Animal Brasileira
Maggioli <i>et al.</i> (2013)	Cellular immune response of Curraleiro Pe-duro and Nellore calves following Mycobacterium bovis-BCG vaccination	Pesquisa Veterinaria Brasileira
Moraes <i>et al.</i> (2009)	Immunophenotyping and quantitative evaluation of circulating lymphocytes of cattle of the Curraleiro breed	Pesquisa Veterinaria Brasileira
Serodio <i>et al.</i> (2019)	Evaluation of the resistance of Nellore, Curraleiro Pe-duro and Pantaneiro cattle breeds by experimental intoxication of <i>Palicourea marcgravii</i>	Toxicon

Pesquisa desenvolvida por Freitas *et al.* (2021) buscou identificar haplótipos associados à resiliência em populações de raças locais adaptadas a ambientes adversos e naturalmente expostas a infecções. Marcadores do tipo SNP relacionados ao risco de doenças infecciosas estiveram presentes em animais da raça CPD. Os polimorfismos formaram blocos de haplótipos para cada cromossomo, e os cromossomos 5, 6, 8, 10, 15, 17, 18, 27 e X foram associados a doenças. Haplótipo 2 de TLR2 estava presente em 70% dos animais positivos para *N. caninum* infecção, enquanto haplótipos relacionados aIL-10 e TLR10 foram comuns em animais soronegativos. Também, estudo conduzido por Freitas *et al.* (2022) buscou analisar a diversidade e a estrutura populacional da raça CPD utilizando marcadores microssatélites e correlacionar os perfis sorológicos para agentes causadores de brucelose, leptospirose, neosporose, leucose, rinotraqueíte

infecçiosa bovina e diarreia viral bovina. Foi observado que as populações de bovinos CPD estudados nos estados do Piauí e Tocantins estão em processo de diferenciação genética. No entanto, as diferenças entre as ocorrências das doenças não foram suficientes para indicar uma subpopulação genética com maior resistência a infecções.

Estudo pioneiro realizado por Magioli *et al.* (2013) avaliou os níveis sanguíneos de CD4, CD8 e $\gamma\delta$ em bovinos CPD, bem como a resposta específica do IFN- γ após vacinação com BCG por citometria de fluxo. A resposta imune específica contra BCG também foi avaliada pelo teste tuberculínico, realizado antes e 45 dias após a vacinação. O trabalho demonstrou que em resposta à vacina, o CPD apresentou maior capacidade de responder especificamente ao BCG, gerando perfil de resistência (Th1), evidenciado por maior número de células CD4+ antígeno específicas produtoras de IFN- γ e maior reação à prova tuberculínica. Além disso, bezerros CPD vacinados apresentaram maior número de células CD4 do que os grupos controle Nelore e vacinados. O maior nível sanguíneo de linfócitos basais de bezerros CPD e a resposta mais forte nos parâmetros do teste cutâneo de IFN- γ e tuberculina provavelmente desempenham um papel positivo na proteção/resistência a *Mycobacterium bovis*.

O perfil imunológico de bovinos curraleiro foram traçados a partir de estudo realizado por Moraes *et al.* (2009), por meio de marcação imunocitoquímica e quantificação de linfócitos T e B. Avaliaram-se 116 bovinos da raça Curraleiro entre machos e fêmeas, de diferentes faixas etárias, hípidos e mantidos em sistema de criação extensiva. Os percentuais de células marcadas para os anticorpos anti-CD3 e anti-LB foram 64 e 32, respectivamente. O estudo ressaltou que em relação ao fator idade, a porcentagem de linfócitos T foi superior a de linfócitos B em todas as faixas etárias, não havendo diferenças ao considerar o sexo dos animais.

Juliano *et al.* (2007) verificaram a soroprevalência da babesiose bovina em rebanho Curraleiro, buscando obter informações sobre a situação da doença na população e relacionar os resultados obtidos com informações edafoclimáticas e de manejo disponíveis. No estudo, a taxa de ocorrência em 2001 foi de 92,3% para *Babesia bovis* e de 83,8% para *Babesia bigemina* e, em 2003, foi de 92,9 e 66,4%, respectivamente. Posteriormente, Juliano *et al.* (2014) investigaram a presença de anticorpos contra o Vírus da Leucemia Bovina em rebanhos bovinos curraleiros, buscando correlacioná-los com possíveis fatores de risco associados à infecção por esse vírus. Os autores relataram a ocorrência de leucemia bovina em 21,1% das amostras analisadas. Segundo os resultados da pesquisa, as fêmeas e indivíduos com idade acima

de 48 meses apresentaram maior risco de infecção; no entanto, nem a presença de insetos hematófagos ou a introdução de novos animais no rebanho foram considerados fator de risco significativo para infecção.

Juliano *et al.* (2009) estudaram o perfil eletroforético das proteínas séricas de bovinos sadios da raça CPD por meio da técnica de gel de acrilamida contendo dodecil sulfato de sódio. O estudo identificou variações nas concentrações de diferentes frações protéicas no soro sanguíneo de 228 animais avaliados. Foram detectadas 26 proteínas e identificadas 10 delas. A ceruloplasmina esteve ausente em 78,1% dos indivíduos, e a α -antitripsina não foi detectada em nenhum animal. Proteína total, globulina, IgA, IgG e fibrinogênio aumentaram com a idade e houve correlação positiva entre os níveis séricos de haptoglobina e α 1-glicoproteína ácida.

Por fim, estudo realizado por Seródio *et al.* (2009) se propôs a avaliar a resistência entre bovinos de diferentes raças pela intoxicação experimental de *Palicourea marcgravii*. A dose tóxica estimada de 0,50 mg de ácido monofluoroacético por kg de peso vivo causou a morte de todos os bovinos das raças Nelore e Pantaneiro e apenas três dos bovinos CPD. A menor taxa de mortalidade de bovinos CPD indica maior resistência que bovinos das raças Nelore e Pantaneiro. O menor intervalo de tempo entre a intoxicação da planta e a morte sugere que o gado Pantaneiro é mais sensível que o gado Nelore.

Outros estudos pertinentes aos bovinos CPD foram identificados nesta revisão. Tais estudos são caracterizados principalmente pelo engajamento com estratégias de conservação, valorização e difusão da raça.

Tabela7: Estudos sobre conservação e difusão dos bovinos Curraleiro Pé-Duro.

Autor/Ano	Título	Revista
Neiva, Sereno e Fioravanti (2011)	Geographical indication in conservation and value aggregation to curraleiro cattle of the Kalunga community	Archivos de Zootecnia
Silva <i>et al.</i> (2023)	Prospection of sustainable agrifood systems based on discourse analysis of Curraleiro Pé-Duro cattle breeders in Brazil	Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinaria e Zootecnia

Trabalho realizado produzido por Neiva, Sereno e Fioravanti (2011) relatou a importância das indicações geográficas e agregação de valor ao gado Curraleiro. O estudo apresentou plano estratégico para denominação de origem Carne de Curraleiro

Kalunga, pela comunidade remanescente de quilombo Kalunga do município de Cavalcante, Goiás, Brasil.

Silva *et al.* (2023) analisaram o discurso de criadores de bovinos CPD no Estado do Tocantins, Brasil. O estudo destacou que a motivação para a criação de gado CPD está relacionada à influência de amigos e familiares, memórias e experiências de infância. Neste sentido, a criação desses animais na maioria das vezes não possui fins lucrativos. De acordo com os entrevistados pelos autores do trabalho, os bovinos CPD possuem qualidade diferencial no leite e carne, além da adaptabilidade aos biomas da região. Ainda com base no discurso dos criadores, observou-se uma perspectiva de conservação da raça e uma busca por melhores índices de produtividade dos animais, devido as características que apresentam.

5. Conclusões

A partir desta revisão sistemática evidenciou-se a ocorrência de um número relativamente baixo de pesquisas envolvendo os bovinos Curraleiro Pé-Duro. Maioria dos estudos são pioneiros e isolados. Neste sentido, destacamos a importância da replicação desses estudos, visando aprofundar o conhecimento sobre a raça e contribuir com informações que favoreçam os processos de conservação, melhoramento e difusão da raça.

Com bases neste estudo e observações sugeridas pelos próprios autores, destacamos a seguir alguns pontos específicos sobre a raça Curraleiro Pé-Duro com potencial relevante e que demandam de mais investigações, suporte financeiro e política públicas de incentivo a criação de raças nativas:

- Caracterização minuciosa sobre a produção e composição do leite;
- Avaliação aprofundada dos parâmetros fisiológicos e tolerância ao calor;
- Investigação do papel das proteínas plasmáticas seminais dos touros CPD;
- Determinação das particularidades reprodutivas das fêmeas;
- Análise do desempenho dos bovinos CPD submetidos a diferentes manejos nutricionais.

Referências

AFONSO, T.M.; CARVALHO, G.M.C.; HADLICH, J.C.; RODRIGUES, V.S.; BARROS, D.A.; VASCONCELOS, A.B.; IGARASI, M.S. Use of crosses for sustainability in livestock farming in the Brazilian Meio-Norte region. **Revista Brasileira de Zootecnia**, [S.L.], v. 49, n. 1, p. 1-10, 29 jul. 2020. Revista Brasileira de Zootecnia. <http://dx.doi.org/10.37496/rbz4920190228>.

AZEVÊDO, D.M.M.R.; ALVES, A.A.; FEITOSA, F.S.; MAGALHÃES, J.A.; MALHADO, C.H.M. Adaptability of Pé-Duro cattle breed at climatic conditions of semi-arid zone of state of the Piauí, Brazil. **Archivos de Zootecnia**, Cordoba, v. 57, n. 220, p. 513-523, jun. 2008.

BARBOSA, M.C.P.; FIORAVANTI, M.C.S.; PERIPOLLI, V.; EGITO, A.A.; JULIANO, R.S.; RAMOS, A.F.; CARDOSO, D.; LAUDARES, K.M.; FEIJÓ, G.L.D.; PRADO, C.S.; JÚNIOR, R.G.V.; OLIVEIRA, N.A.; REZENDE, P.L.P.; RESTLE, J.; COSTA, G.L.; COSTA, M.F.O.; MCMANUS, C. Performance, carcass, and meat traits of locally adapted Brazilian cattle breeds under feedlot conditions. **Tropical Animal Health And Production**, [S.L.], v. 55, n. 4, p. 243-243, 19 jun. 2023. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1007/s11250-023-03656-7>.

BIANCHINI, E.; MCMANUS, C.; LUCCI, C.M.; FERNANDES, M.C.B.; PRESCOTT, E.; MARIANTE, A.S.; EGITO, A.A. Características corporais associadas com a adaptação ao calor em bovinos naturalizados brasileiros. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, [S.L.], v. 41, n. 9, p. 1443-1448, set. 2006. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0100-204x2006000900014>.

CAMPOS, B.M.; CARMO, A.S.; EGITO, A.A.; MARIANTE, A.S.; ALBUQUERQUE, M.S.M.; GOUVEIA, J.J.S.; MALHADO, C.H.M.; VERARDO, L.L.; SILVA, M.V.G.B.; CARNEIRO, P.L.S. Genetic diversity, population structure, and correlations between locally adapted zebu and taurine breeds in Brazil using SNP markers. **Tropical Animal Health And Production**, [S.L.], v. 49, n. 8, p. 1677-1684, 15 ago. 2017. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1007/s11250-017-1376-7>.

CARDOSO, C.; LIMA, F.; FIORAVANTI, M.C.S.; EGITO, A.A.; SILVA, F.; TANURE, C.; PERIPOLLI, V.; MCMANUS, C. Heat Tolerance in Curraleiro Pe-Duro, Pantaneiro and Nelore Cattle Using Thermographic Images. **Animals**, [S.L.], v. 6, n. 2, p. 9-9, 29 jan. 2016. MDPI AG. <http://dx.doi.org/10.3390/ani6020009>.

CARMO, A.S.; SANTOS, G.; TEIXEIRA, A.L.; SILVA, M.; MOURA, M.I.; MASCIOLI, A.; FIORAVANTI, M.C. PSVIII-34 Identification of copy number variants in Curraleiro Pé Duro breed. **Journal Of Animal Science**, [S.L.], v. 97, n. 3, p. 268-269, dez. 2019. Oxford University Press (OUP). <http://dx.doi.org/10.1093/jas/skz258.546>.

CARVALHO, G.; QUIRINO, C.R.; PAIVA, S.R.; BLACKBURN, H.D. Distância genética de bovinos Curraleiro PéDuro em relação a outras raças criadas no Brasil e nos Estados Unidos avaliadas com microssatélites. **Archivos Latinoamericanos de Producción Animal**, [S.L.], v. 30, n. 2, p. 79-89, 15 mar. 2022.

CARVALHO, G.M.C.; FROTA, M.N.L.; LIMA NETO, A.F.; AZEVÊDO, D.M.M.R.; ARAUJO NETO, R.B.; ARAUJO, A.M.; PEREIRA, E.S.; CARNEIRO, M.S.S. Live weight, carcass, and meat evaluation of Nelore, Curraleiro Pé-Duro, and their crossbred products in Piauí State. **Revista Brasileira de Zootecnia**, [S.L.], v. 46, n. 5, p. 393-399, maio 2017. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s1806-92902017000500004>.

CARVALHO, G.M.C.; SILVA, L.R.F.; ALMEIDA, M.J.O.; LIMA NETO, A.F.; BEFFA, L.M. Avaliações fenotípicas da raça bovina Curraleiro Pé-duro do semiárido do Brasil. **Archivos de Zootecnia**, [S.L.], v. 62, n. 237, p. 9-20, mar. 2013. SciELO Espana/Repisalud. <http://dx.doi.org/10.4321/s0004-05922013000100002>.

CASTANHEIRA, M.; MCMANUS, C.M.; PAULA NETO, J.B.; COSTA, M.J.R.P.; MENDES, F.D.C.; SERENO, J.R.B.; BÉRTOLI, C.D.; FIORAVANTI, M.C.S.

Maternal offspring behaviour in Curraleiro Pé Duro naturalized cattle in Brazil. **Revista Brasileira de Zootecnia**, [S.L.], v. 42, n. 8, p. 584-591, ago. 2013. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s1516-35982013000800008>.

EGITO, A.A.; MARIANTE, A.S.; ALBUQUERQUE, M.S.M. Programa Brasileiro de Conservação de Recursos Genéticos Animais. **Arch. Zootecnia**. 51: 39-52, 2002.

FELIX, G.A.; FIORAVANTI, M.C.S.; CASSANDRO, M.; TORMEN, N.; QUADROS, J.; JULIANO, R.S.; EGITO, A.A.; MOURA, M.I.; PIOVEZAN, U. Bovine Breeds Identification by Trichological Analysis. **Animals**, [S.L.], v. 9, n. 10, p. 761-761, 2 out. 2019. MDPI AG. <http://dx.doi.org/10.3390/ani9100761>.

FRANCISCATTI, P.M.L. **Potencial leiteiro de vacas das raças curraleiro pé-duro e pantaneira mantidas em regime de pastoreio**. (Dissertação de Mestrado), Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, 57p. Aquidauana, 2018.

FREITAS, T.M.S.; DIAS, J.M.; GUIMARÃES, L.K.P.; PEIXOTO, S.V.; SILVA, R.H.S.; BADR, K.R.; MOURA, M.I.; CARMO, A.S.; LANDI, V.; FIORAVANTI, M.C.S. Genomic Association between SNP Markers and Diseases in the “Curraleiro Pé-Duro” Cattle. **Genes**, [S.L.], v. 12, n. 6, p. 806, 25 maio 2021. MDPI AG. <http://dx.doi.org/10.3390/genes12060806>.

FREITAS, T.M.S.; DIAS, J.M.; VERÍSSIMO, A.C.F.; LOBO, J.R.; COSTA, G.L.; MOURA, M.I.; LANDI, V.; MARTÍNEZ, A.M.; CARMO, A.S.; FIORAVANTI, M.C.S. Population Structure of Curraleiro Pé-Duro Cattle and its Relationship With the Serological Profile Against Pathogens of Economic and Zoonotic Interest. **Frontiers In Genetics**, [S.L.], v. 13, n. 1, p. 1-12, 13 maio 2022. Frontiers Media SA. <http://dx.doi.org/10.3389/fgene.2022.872660>.

ISSA, É.C.; JORGE, W.; EGITO, A.A.; SERENO, J.R.B. Cytogenetic analysis of the Y chromosome of native brazilian bovine breeds: preliminary data. **Archivos de Zootecnia**, [S.L.], v. 58, n. 221, p. 93-101, mar. 2009. SciELO Espana/Repisalud. <http://dx.doi.org/10.4321/s0004-05922009000100010>.

JULIANO, R.S.; FIORAVANTI, M.C.S.; BRITO, W.M.E.D; ABREU, U.G.P.; SOUZA, S.N. Soroepidemiologia da leucemia bovina (LB) em bovinos curraleiros dos estados de Goiás e Tocantins, Brasil. **Ciência Animal Brasileira**, [S.L.], v. 15, n. 3, p. 289-295, set. 2014. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/1809-6891v15i313369>.

JULIANO, R.S.; MACHADO, R.Z.; FIORAVANTI, M.C.S.; ANDRADE, G.M.; JAYME, V.S. Soroepidemiologia da babesiose em rebanho de bovinos da raça Curraleiro. **Ciência Rural**, [S.L.], v. 37, n. 5, p. 1387-1392, out. 2007. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0103-84782007000500026>.

JULIANO, R.S.; FIORAVANTI, M.C.S.; FAGLIARI, J.J.; SILVA, P.C.; SILVA, L.A.F. Proteinograma sérico de bovinos da raça Curraleiro. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, [S.L.], v. 61, n. 3, p. 533-538, jun. 2009. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0102-09352009000300002>.

MAGGIOLI, M.F.; LOBO, J.R.; FIORAVANTI, M.C.S.; KIPNIS, A.; JUNQUEIRA-KIPNIS, A.P. Cellular immune response of Curraleiro Pé-duro and Nellore calves following Mycobacterium bovis-BCG vaccination. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, [S.L.], v. 33, n. 12, p. 1403-1408, dez. 2013. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0100-736x2013001200002>.

MENEZES, E.B.; OLIVEIRA, R.V.; VAN TILBURG, M.F.; BARBOSA, E.A.;

NASCIMENTO, N.V.; VELHO, A.L.M.C.S.; MORENO, F.B.; MOREIRA, R.A.; MONTEIRO-MOREIRA, A.C.O.; CARVALHO, G.M.C.; RAMOS, A.F.; MEMILI, E.; MOURA, A.A. Proteomic analysis of seminal plasma from locally-adapted “Curraleiro Pé-Duro bulls” (*Bos taurus*): identifying biomarkers involved in sperm physiology in endangered animals for conservation of biodiversity. **Animal Reproduction Science**, [S.L.], v. 183, p. 86-101, ago. 2017. Elsevier BV.

<http://dx.doi.org/10.1016/j.anireprosci.2017.05.014>.

MORAES, J.M.; BRITO, L.A.B.; MOURA, V.M.B.D.; RIBEIRO, C.S.; GUIMARÃES, V.Y.; ANDRADE, D.F.; LOBO, J.R.; FIORAVANTI, M.C.S. Imunofenotipagem e avaliação quantitativa de linfócitos circulantes de bovinos da raça Curraleiro. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, [S.L.], v. 29, n. 4, p. 339-344, abr. 2009. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0100-736x2009000400011>.

NEIVA, A.C.G.R.; SERENO, J.R.B.; FIORAVANTI, M.C.S. Indicação geográfica na conservação e agregação de valor ao gado Curraleiro da comunidade Kalunga. **Archivos de Zootecnia**, [S.L.], v. 60, n. 231, p. 357-360, set. 2011. SciELO Espana/Repisalud. <http://dx.doi.org/10.4321/s0004-05922011000300010>.

OLIVEIRA, A.P.F.; CARVALHO, J.H.; MIRETTI, M.M.; LARA, M.A.C.; CONTEL, E.P.B. Genetic diversity of the Brazilian Creole cattle Pé-duro assessed by microsatellites and mitochondrial DNA. **Revista Brasileira de Zootecnia**, [S.L.], v. 41, n. 11, p. 2316-2322, nov. 2012. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s1516-35982012001100003>.

PACHECO, W.B.M.; SOUSA, A.P.M.; CORDEIRO, M.L.L.; SANTANA, M.V.; COSTA JÚNIOR, S.H.; SOUZA, J.A.T.; BRANCO, Y.N.T.C.C.; NASCIMENTO, I.M.R.; PAULA, N.R.O.; BARROS, F.N. Viability of fibroblasts from. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, [S.L.], v. 74, n. 4, p. 754-758, ago. 2022. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/1678-4162-12587>.

PEZZINI, T.G.; SARTORI, R.; SILVA, T.A.S.N.; MCMANUS, C.; MARIANTE, A.S. Características seminais de touros Curraleiros e Holandeses submetidos à insulação escrotal. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, [S.L.], v. 41, n. 5, p. 863-868, maio 2006. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0100-204x2006000500020>.

RIBEIRO, N.L.; MEDEIROS, G.R.; NASCIMENTO, G.V.; ARANDAS, J.K.G.; RIBEIRO, M.N. Analysis of the population structure of a cattle conservation nucleus Curraleiro Pé Duro. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, [S.L.], v. 73, n. 1, p. 231-238, fev. 2021. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/1678-4162-12042>.

ROCHA-SILVA, M.; SARMENTO, J.L.R.; BRITTO, F.B.; NASCIMENTO, G.V.; SILVA, L.; CARVALHO, G.; MEDEIROS, G.R. The first Brazilian bovine breed: structure and genetic diversity of the curraleiro pé-duro. **Peerj**, [S.L.], v. 11, p. 14768-14768, 11 abr. 2023. PeerJ. <http://dx.doi.org/10.7717/peerj.14768>.

SANTOS, R.; TORTORELLA, R.D.; BARBOSA, E.A.; TEIXEIRA, H.C.A.; PAIVA NETO, M.A.; RAMOS, A.F. Protocolo com nove dias de progesterona para inseminação artificial em tempo fixo em vacas taurinas adaptadas ao clima tropical. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, [S.L.], v. 70, n. 6, p. 1899-1906, dez. 2018. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/1678-4162-9703>.

SERODIO, J.J.; CASTRO, L.T.; MORAIS, T.L.; CUNHA, R.D.S.; SANT’ANA, F.J.F.; JULIANO, R.S.; BORGES, J.R.J.; FIORAVANTI, M.C. S.; CUNHA, P.H.J. Evaluation of the resistance of Nellore, Curraleiro Pe-duro and Pantaneiro cattle breeds

by experimental intoxication of *Palicourea marcgravii*. **Toxicon**, [S.L.], v. 168, n. 1, p. 126-130, out. 2019. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.toxicon.2019.07.008>.

SERRANO, G.M.; EGITO, A.A.; MCMANUS, C.M.; MARIANTE, A.S. Genetic diversity and population structure of Brazilian native bovine breeds. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, [S.L.], v. 39, n. 6, p. 543-549, jun. 2004. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0100-204x2004000600005>.

SILVA FILHO, E.; AZEVEDO, J.S.N.; RODRIGUES, L.F.S.; PINHEIRO, L.M.L.; DEROSIA, M.R.; ALMEIDA, T.T.G.; MONTEIRO, F.O.B.; CAMPELO, J.E.G. Molecular evidences of mutation-drift equilibrium by microsatellite markers in four meat producer bovine breeds in Brazil. **The Journal Of Animal & Plant Sciences**, Lahore, v. 6, n. 24, p. 1691-1694, jun. 2014.

SILVA FILHO, E.; SILVA, M.H.; CAMPELO, J.E.G.; DEROSIA, M.R.; PINHEIRO, L.M.L.; ALMEIDA, M.J.O. Genetic characterization of Curraleiro Pé-Duro bovine breed from a conservation herd of Brazilian semiarid. **Genetics And Molecular Research**, [S.L.], v. 13, n. 1, p. 2149-2154, 2014. Genetics and Molecular Research. <http://dx.doi.org/10.4238/2014.march.24.22>.

SILVA, M.C.; SANTOS, H.D.; FRANK, L.E.B.; FERRAZ, J.B.S.; SCHLINDWEIN, M.M.; GARCIA, J.A.S.; SOUZA, A.B.B.; FERREIRA, J.L. Prospection of sustainable agrifood systems based on discourse analysis of Curraleiro Pé-Duro cattle breeders in Brazil. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, [S.L.], v. 75, n. 2, p. 267-279, mar. 2023. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/1678-4162-12715>.

SILVA, M.C.; SOUZA, A.B.B.; FERRAZ, J.B.S.; BUSSIMAN, F.O.; RODRIGUES, M.H.D.; MELLO, S.Q.S.; BUENO, R.S.; CARVALHO, M.E.; FOLHAS, R.D.; SANTOS, H.D.; NEPOMUCENO, L.L.; FERREIRA, J.L. Variability of the β -casein gene polymorphism in Curraleiro Pé-Duro cattle: a geographical genetics approach. **Tropical Animal Health And Production**, [S.L.], v. 54, n. 6, p. 378-378, 10 nov. 2022. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1007/s11250-022-03375-5>.

SOUZA, A.C.B.; EGITO, A.A.; PERIPOLLI, V.; MCMANUS, C.M. Bovine landscape genetics in Brazil. **Scientia Agricola**, [S.L.], v. 79, n. 1, p. 1-8, set. 2022. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/1678-992x-2020-0142>.

TEIXEIRA, H.C.A.; BARBOSA, E.A.; SOUTO, P.L.G.; MARIANTE, A.S.; RAMOS, A.F. Postpartum hormone and energy profiles and their influence on the resumption of ovarian cyclicity in Curraleiro Pé-Duro cows. **Theriogenology**, [S.L.], v. 95, p. 133-140, jun. 2017. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.theriogenology.2017.03.013>.

TEIXEIRA, H.C.A.; NASCIMENTO, N.V.; MCMANUS, C.; EGITO, A.A.; MARIANTE, A.S.; RAMOS, A.F. Seasonal influence on semen traits and freezability from locally adapted Curraleiro bulls. **Animal Reproduction Science**, [S.L.], v. 125, n. 1-4, p. 56-61, maio 2011. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.anireprosci.2011.04.002>.

TEIXEIRA, H.C.A.; SOUTO, P.L.G.; BARBOSA, E.A.; MOREIRA, N.H.; SANTOS JÚNIOR, G.; MARIANTE, A.S.; RAMOS, A.F. Behavioral characteristics of calving in Curraleiro Pé-duro cows. **Animal Reproduction**, Brasilia, v. 12, n. 4, p. 899-902, out./dez. 2015.

TORTORELLA, R.D.; MODESTO, M.R.; NEVES, J.P.; RAMOS, A.F. Development of fixed-time artificial insemination protocols for locally adapted Curraleiro Pé-Duro

cows. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, [S.L.], v. 68, n. 5, p. 1159-1167, out. 2016. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/1678-4162-8555>.

TORTORELLA, R.D.; NOGUEIRA, G.P.; MODESTO, M.R.; SILVA, P.C.P.; SILVA, J.P.; NEVES, J.P.; RAMOS, A.F. Characterizing emergence and divergence in the first follicular wave in a tropically adapted *Bos taurus* breed. **Theriogenology**, [S.L.], v. 88, n. 1, p. 9-17, jan. 2017. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.theriogenology.2016.09.041>.

VIEIRA, R.; LOUVANDINI, H.; BARCELLOS, J.; MARTINS, C.F.; MCMANUS, C. Path and logistic analysis for heat tolerance in adapted breeds of cattle in Brazil. **Livestock Science**, [S.L.], v. 258, p. 104888, abr. 2022. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.livsci.2022.104888>.

Capítulo III

Caracterização do Leite de Bovinos Curraleiro Pé-Duro no Semiárido Paraibano

Caracterização do Leite de Bovinos Curraleiro Pé-Duro no Semiárido Paraibano

RESUMO

O Semiárido brasileiro detém diversas raças nativas, dentre elas os bovinos Curraleiro Pé-Duro (CPD). Todavia, existem lacunas no conhecimento das características de produção destes animais, principalmente com relação ao leite. Neste sentido, o presente trabalho tem como objetivo avaliar as características físico-químicas e bromatológicas do leite de bovinos Curraleiro Pé-Duro. O estudo foi conduzido no INSA localizado em Campina Grande/PB e no Laboratório de Beneficiamento de Leite (LBL) do Departamento Gestão e Tecnologia Agroindustrial (DGTA) da Universidade Federal da Paraíba, Campus III. Foram obtidas amostras do leite de 16 vacas CPD com diferentes idades, por meio de ordenha manual. Observou-se que o leite de bovinos CPD atendeu aos parâmetros físico-químicos definidos pela legislação, com exceção da porcentagem de gordura. O resultado pode estar relacionado ao manejo e frequências das ordenhas no rebanho. A produção média de leite das vacas CPD durante o período do estudo foi de $551,125 \pm 389,690$ g. A partir deste estudo, espera-se contribuir para o conhecimento das características do leite de bovinos CPD submetidos às condições do semiárido brasileiro, visando fomentar mais pesquisas para o aprofundamento e aproveitamento do potencial produtivo destes animais para fins econômicos e de conservação.

Palavras-chave: Físico-química, Leite, Raça nativa.

Characterization of milk from Curraleiro Pé-Duro cattle in the semi-arid region of Paraíba

ABSTRACT

The Brazilian semi-arid region has several native breeds, including the Curraleiro Pé-Duro (CPD) cattle. However, there are gaps in knowledge about the production characteristics of these animals, especially in relation to milk. In this sense, the present work aims to evaluate the physical-chemical and bromatological characteristics of milk from Curraleiro Pé-Duro cattle. The study was conducted at INSA located in Campina Grande/PB and at the Milk Processing Laboratory (LBL) of the Agroindustrial Management and Technology Department (DGTA) of the Federal University of Paraíba, Campus III. Milk samples were obtained from 16 CPD cows of different ages, through manual milking. It was observed that milk from CPD cattle met the physical-chemical parameters defined by legislation, with the exception fat percentage. The result may be related to the management and frequency of milking in the herd. The average milk production of CPD cows during the study period was 551.125 ± 389.690 g. From this study, it is expected to contribute to the knowledge of the characteristics of milk from CPD cattle subjected to the conditions of the Brazilian semi-arid, aiming to encourage further research to deepen and take advantage of the productive potential of these animals for economic and conservation purposes.

Keywords: Physical chemistry, Milk, Native breed.

1. Introdução

Conhecer as características de produção e dos produtos oriundos das diferentes raças bovinas é importante para a condução da atividade. Estudo realizado por Barbosa (2012) com criadores de bovinos CPD vinculados à Associação Brasileira de Criadores de Bovinos Curraleiro Pé-Duro (ABCPD) demonstrou que a maioria dos entrevistados não realizavam sequer o controle leiteiro. São escassas as informações sobre a produção e composição do leite dos bovinos CPD (Franciscatti, 2018). O Instituto Nacional do Semiárido (INSA) a partir do subprojeto “Caracterização genética de raças locais” vem realizando a sistematização dos dados do rebanho de bovinos CPD da Fazenda Experimental em Campina Grande-PB, para estudos genéticos quantitativos, utilizando informações fenotípicas do rebanho, como os pesos corporais; índices reprodutivos e produção de leite (INSA, 2020).

É perceptível o aumento do número de criadores da raça que buscam a melhoria nos sistemas de produção para a obtenção do retorno econômico, uma vez que o gado CPD é nativo e apresenta grandes possibilidades de agregação de valor aos seus produtos como a carne, o leite e derivados (Nascimento *et al.*, 2022). Soares (2018) aponta que, embora o rebanho de CPD apresente baixa produção leiteira, o leite apresenta qualidade. Resultados semelhantes foram observados por Sola (2015) que destaca a importância na conservação destes recursos genéticos para futura contribuição ao desenvolvimento da pecuária nacional.

Alguns estudos já foram realizados com o intuito de caracterizar a raça CPD, essas pesquisas visavam analisar as raças quanto à origem, perfil sanitário, adaptação, comportamento e inserção social dos criadores (Castanheira *et al.*, 2013; Neiva, 2009), porém, em relação ao leite ainda existe a necessidade de melhor elucidação quanto à produção e qualidade e caracterização, especialmente dos animais criados na região Nordeste. Além do papel social e econômico do leite bovino, existe a importância nutricional, visto que é um dos produtos mais importantes da agropecuária e possui um grande valor nutricional.

Neste contexto, o presente trabalho teve como objetivo avaliar as características físico-químicas e minerais do leite de bovinos Curraleiro Pé-Duro mantidos na Fazenda Experimental do Instituto Nacional do Semiárido (INSA).

2. Material e Métodos

No presente estudo, foi analisado o leite cru de bovinos da raça Curraleiro Pé-Duro. As amostras foram provenientes de animais criados na Fazenda Experimental do Instituto Nacional do Semiárido (INSA), que fica localizado no Complexo Laboratorial Miguel Arraes, da Estação Experimental do INSA, em Campina Grande/PB. Adotou-se como critério de inclusão todas as fêmeas em fase de produção de leite, independente do estágio de lactação.

Foram realizadas três coletas entre os meses de setembro e outubro de 2023. As amostras foram obtidas a partir da ordenha manual, durante o controle leiteiro realizado quinzenalmente. No momento, procedeu-se com a limpeza e desinfecção dos tetos das vacas e das mãos dos ordenhadores.

Após o controle leiteiro, foram retiradas amostras individuais do leite das vacas. Posteriormente as amostras foram adicionados em potinhos de coleta de 50 ml, esterelizados, e na sequencia devidamente identificados de acordo com o número de registro das vacas.

O estudo realizado com animais da estação experimental do INSA permitiu avaliar os animais em lactação no segundo semestre de 2023. Foi feito o levantamento da idade das vacas lactantes, assim foi observado que das 16 vacas presentes no estudo a idade variou 11,68 anos, sendo que a vaca mais velha tinha 14,96 anos e a mais nova 3,27 anos (**Figura 1**). As vacas avaliadas no estudo estavam com $99,31 \pm 13,02$ dias de lactação, indicando uma baixa variação no período de lactação, já que o tempo de lactação pode afetar as características do leite.

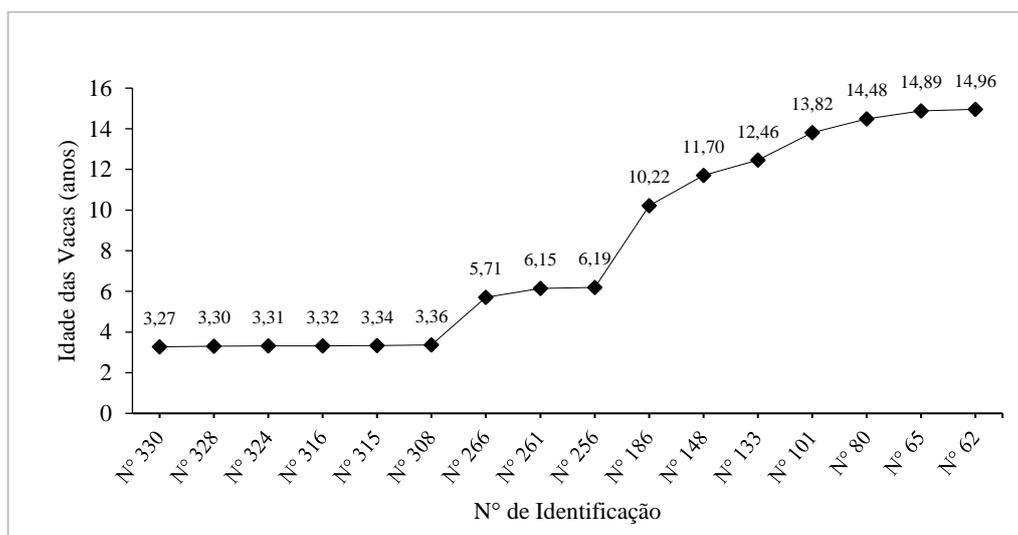


Figura 2: Idade das vacas utilizadas na pesquisa.

As amostras para as determinações químicas e bromatológicas foram armazenadas em ultra freezer à -80 °C no Laboratório de Alimentos e Nutrição Animal do INSA. Enquanto as amostras com finalidade para análises físico-químicas foram armazenadas em caixas térmicas com gelo reutilizável, mantendo uma temperatura de 4 C°, durante o transporte até o Laboratório de Beneficiamento de Leite (LBL) da UFPB, onde foram analisadas no mesmo dia de cada coleta.

As análises físico-químicas foram realizada no Laboratório de Beneficiamento de Leite (LBL), localizado no Colégio Agrícola “Vidal de Negreiros” (CAVN), escola técnica vinculada ao Centro de Ciências Humanas, Sociais e Agrárias (CCHSA), Campus Universitário III da Universidade Federal da Paraíba (UFPB), Departamento de Gestão e Tecnologia Agroindustrial (DGTA) em Bananeiras – PB. Foram avaliados a Contagem de Células Somáticas (CCS), Estabilidade ao alizarol, Acidez, Gordura, Sólidos não gordurosos, Densidade, Proteína, Lactose, Sais, Água adicionada, Ponto de congelamento, pH e Condutividade, a partir da utilização do equipamento MilkScan®.

A determinação mineral foi realizada no LABINSA (Laboratório do INSA), para isso foi realizada digestão úmida do leite, utilizando ácido perclórico e ácido nítrico. Em seguida foi determinada as concentrações minerais por espectrometria de absorção atômica de geração de hidreto, modelo iCE 3500 (HGAAS ICE 3000 Series Thermo Scientific device, Cambridge, UK) acoplado a um regenerador de hidreto UP 100. Foi utilizado o software Solar, uma chama de ar-acetileno e uma lâmpada catodo oca de Selênio (Photron-Lamps-Pty-Ltda, Victoria, Austrália). O comprimento de onda utilizado para a determinação foi de 196 nm e a curva analítica foi de 5 a 40 mg L⁻¹.

Os dados obtidos foram tabulados no editor de planilhas Microsoft Excel 2010®. Os resultados foram avaliados de acordo com a legislação vigente para as características do leite *in natura*. Os dados foram processados no software estatístico SAS® (OnDemand for Academics). Foi feita a análise descritiva dos dados (PROC UNIVARIATE), as associações entre características foram investigadas por meio de análise de correlação (PROC CORR) e análise de componentes principais (PROC PRINCOMP) para tentar compreender as fontes de variação nos dados.

3. Resultados

Foram analisados os parâmetros físico-químicos do leite de 16 vacas Curraleiro Pé-Duro. Os resultados obtidos foram avaliados de acordo com a Instrução Normativa MAPA n° 76, de 26 de novembro de 2018 (BRASIL, 2018 (**Tabela 1**)).

Tabela 1: Análises físico-químicas do leite de vacas curraleiro Pé-Duro.

Variável	μ	σ	Valor referência**
Produção de leite (g)	551,125	$\pm 389,690$..
Água adicionada (%)	0,000	$\pm 0,00$..
Estabilidade *	Estável
Acidez (gramas de ácido láctico/100 mL)	0,165	$\pm 0,021$	0,14 a 0,18
Contagem de células somáticas (CS/mL)	464.875,00	± 697079	<500.00,00
Densidade (g/mL)	1,032	$\pm 0,004$	1,028 a 1,034
Ponto de congelamento (°C)	-0,547	$\pm 0,040$	-0,512 a -0,536
pH	7,029	$\pm 0,164$..
Condutividade (mS/cm)	5,307	$\pm 0,107$..
Gordura (%)	1,391	$\pm 0,692$	>3,0 %
Sólidos não gordurosos (%)	8,793	$\pm 0,522$	>8,4 %
Proteína (%)	3,230	$\pm 0,194$	>2,9 %
Lactose (%)	4,825	$\pm 0,283$	>4,3 %
Sais (%)	0,713	$\pm 0,046$..

* estabilidade ao alizarol, análise subjetiva com resultados positivos ou negativos, apenas 2 amostras foram instáveis.

** Instrução Normativa MAPA n°76, de 26 de novembro de 2018 - Regulamentos Técnicos que fixam a identidade e as características de qualidade que devem apresentar o leite cru refrigerado, o leite pasteurizado e o leite pasteurizado tipo A.

A produção média de leite das vacas CPD durante o período do estudo foi de 551,125 \pm 389,690g. Apenas duas amostras apresentaram instabilidade ao Teste do alizarol.

A composição mineral do leite das vacas CPD avaliadas pode ser observado na tabela 2, a seguir.

Tabela 2: Composição de macrominerais e microminerais do leite liofilizado de vacas Curraleiro Pé-Duro.

Variável	μ	σ
K (g/kg)	14,327	$\pm 1,817$
Na (g/kg)	5,315	$\pm 2,470$
Ca (g/kg)	11,730	$\pm 1,372$
Mg (g/kg)	1,088	$\pm 0,162$

Zn (mg/kg)	45,628	± 9,529
Fe (mg/kg)	8,555	± 7,979
Cu (mg/kg)	NQ*	..
Mn (mg/kg)	NQ*	..

*Não quantificado.

Na figura 2 pode ser observado os perfis de padrão dos principais componentes em relação as variáveis analisadas, é possível observar que o primeiro componente se destaca, representado 59,74% da variação como pode ser observado mais detalhadamente na tabela 3. Todas as variáveis são representadas com um alta variação, especialmente olhando o primeiro componente, com exceção apenas de CCS e concentração de Fe.

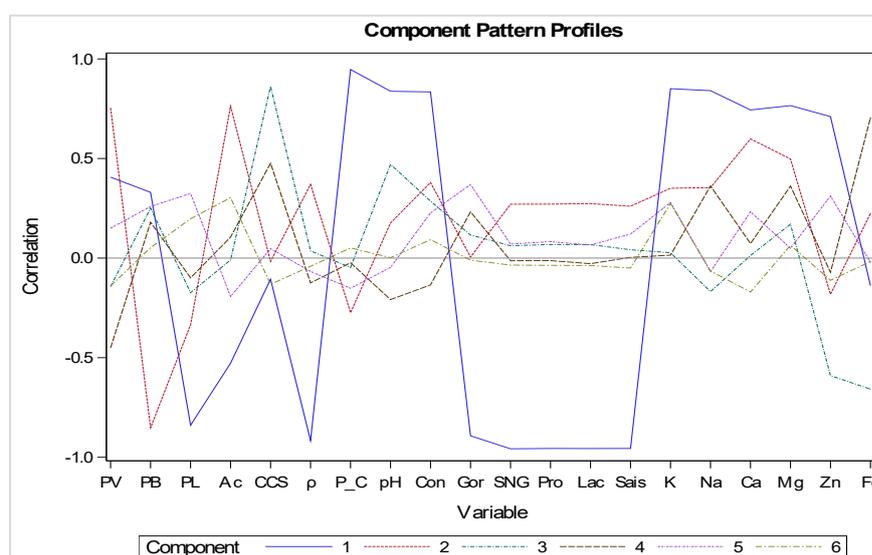


Figura 3: Perfis de padrão de componentes para parâmetros intrínsecos das vacas e de qualidade do leite. PV: Peso da vaca; PB: Perfis de padrão de componentes para parâmetros intrínsecos das vacas e de qualidade do leite. PV: Peso da vaca; PB: Peso do bezerro; P PL: Produção de leite; Ac: Acidez do leite; CCS: Contagem de células somáticas; p: Densidade; P_C: Ponto de congelamento; pH: Potencial de hidrogênio; Con: Condutividade; Gor: Gordura; SNG: Sólidos não gordurosos; Pro: Proteína; Lac: Lactose; Sais: Sais; K: Potássio; Na: Sódio; Ca: Cálcio; Mg: Magnésio; Zn: Zinco; Fe: Ferro.

Os componentes apresentados na tabela 3 demonstram que a maior variação dos autovalores está representada nos dois primeiros componentes, em que explica 77,75% da variação, sendo que apenas o primeiro componente explica 59,74% dessa variação.

Tabela 3: Representação das proporções do componentes principais.

Autovalores da Matriz de Correlação				
Componentes	Autovalores	Diferença	Proporção	Acumulado
1	11,9482	8,3464	0,5974	0,5974
2	3,6017	1,5717	0,1801	0,7775
3	2,0300	0,6440	0,1015	0,8790
4	1,3861	0,6674	0,0693	0,9483
5	0,7187	0,4034	0,0359	0,9842

Na figura 3 é demonstrado a análise de componentes principais das características avaliadas nesse estudo. Foi observado uma grande variação na idade das vacas, o que pode influenciar algumas características do leite, levando em consideração os dados obtidos foi realizada análise multivariada para avaliar quais foram as variáveis que mais explicam a variação no conjunto de dados. Dessa forma é perceptível que com exceção da CCS e concentração de Fe, as demais variáveis apresentaram um alta variação em seus autovalores, com algumas características de correlação negativa entre PL e concentração de minerais, ou mesmo correlação positiva entre Pro, Lac e Gor.

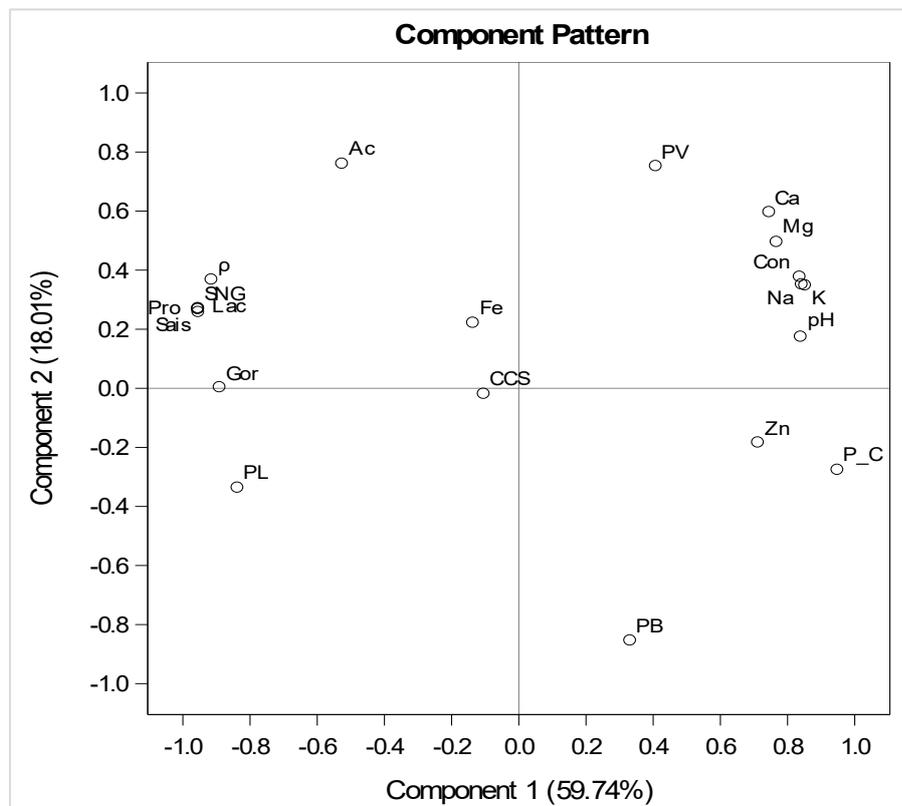


Figura 4: Análise bidimensional dos dois primeiros componentes agrupando os autovalores para avaliação do conjunto de variáveis. PV: Peso da vaca; PB: Peso do bezerro; PL: Produção de leite; Ac: Acidez do leite; CCS: Contagem de células

somáticas; ρ : Densidade; P_C: Ponto de congelamento; pH: Potencial de hidrogênio; Con: Condutividade; Gor: Gordura; SNG: Sólidos não gordurosos; Pro: Proteína; Lac: Lactose; Sais: Sais; K: Potássio; Na: Sódio; Ca: Cálcio; Mg: Magnésio; Zn: Zinco; Fe: Ferro.

4. Discussão

O leite de bovinos CPD mantidos na Estação Experimental do INSA em Campina Grande/PB atende os parâmetros físico-químicos definidos pela legislação, com exceção da porcentagem de gordura. A produção média de leite das vacas CPD durante o período do estudo foi de $551,125 \pm 389,690$ g. Apenas duas amostras apresentaram instabilidade ao Teste do alizarol.

A Contagem de Células Somáticas (CCS) foi de $464.875,00 \pm 697079$ CS/mL, sendo inferior ao limite máximo de $500.000,00$ CS/mL previsto nas normas técnicas. Soares (2018) também observou valores dentro dos padrões ao avaliar bovinos CPD e Pantaneiro no Mato Grosso do Sul. Já Sola (2015) a partir da avaliação da contagem de células somáticas observou 78,3% e 68,2% das amostras de leite dos rebanhos Curraleiro Pé-Duro e Pantaneiro com valores ≤ 200.000 CS/mL, enquanto 21,7% e 31,8% das amostras de leite apresentaram valores superiores, indicando mastite.

A densidade foi de $1,032$ g mL⁻¹. Silva *et al.* (2017) relataram a ocorrência de 54,16% de amostras fora dos requisitos estabelecidos pela legislação vigente, durante análise da densidade e crioscopia do leite cru *in natura* comercializado informalmente no Sertão Paraibano.

A avaliação da acidez titulável nas amostras de leite foi de $0,165 \pm 0,021$ gramas de ácido láctico/100 mL. Neste sentido, situou-se entre a faixa de 0,140 a 0,180 gramas de ácido láctico/100 mL estabelecidos pela legislação. Estudo realizado por Sola (2015) com bovinos CPD obteve acidez titulável variando entre 14,33 e 16,83 D°.

O ponto de congelamento foi de $-0,547 \pm 0,040$, valor muito próximo ao limite de -0,512 a -0,536 exigido pela IN 76.

O teor de gordura ($1,391 \pm 0,692\%$) dos animais avaliados não atendeu o valor previsto pela legislação vigente, que estabelece um teor mínimo de gordura maior que 3%. O baixo teor de gordura no leite obtido neste estudo pode estar relacionado ao estágio de lactação das vacas, nutrição e manejo na ordenha. Segundo Santos *et al.* (2021) a produção e a qualidade do leite de vaca são influenciadas por fatores como a nutrição, raça, idade ao primeiro parto, período de lactação, ordem de parto, ano,

estação de parto, período de serviço, duração da lactação, higiene no momento da ordenha e qual o jato de leite está sendo analisado.

Trabalho realizado por Sola (2015) obteve teor de gordura de $1,14 \pm 0,80\%$ em um rebanho de 150 bovinos CPD criados em sistema extensivo no Estado de Goiás. Resultados semelhantes foram obtidos por Soares (2018) que demonstrou um teor de gordura, com média de $1,03 \pm 0,45\%$ para Curraleiro Pé-Duro e $1,94 \pm 1,16\%$ para Pantaneiro no Mato Grosso do Sul. No entanto, estudo realizado por Franciscatti *et al.* (2018) apresentou valores mais elevados no teor de gordura do leite de vacas CPD primíparas, foi observado um valor médio de $3,37\%$, atendendo ao parâmetro previsto pela legislação. O teor de gordura observado no presente estudo é superior aos encontrados por Santos *et al.* (2021) em vacas Girolando no Semiárido Alagoano ($1,41\%$).

Dentre os fatores que podem ter influenciado o teor de gordura neste estudo, podemos destacar o manejo de ordenha empregado no rebanho. Os bovinos CPD da Estação Experimental do INSA são submetidos à ordenha somente a cada quinze dias, durante o controle leiteiro. Além disso, adotou-se a ordenha manual para obtenção das amostras, favorecendo o acúmulo de leite residual no úbere. Sola (2015) relata que ausência de ordenha diária promove a ocorrência ordenha incompleta e consequente presença de leite residual na glândula mamária, levando a redução no teor de gordura nas frações coletadas. Considerando isso, a autora testou o uso de ocitocina durante a ordenha manual na fase final das coletas em experimento com fêmeas CPD, a aplicação promoveu um aumento no teor de gordura no leite da ordem de $2,86$, logo, a porcentagem média de gordura das amostras passou de $1,14\%$ para $3,26\%$; adequando-se aos limites determinados pela legislação vigente. Franciscatti (2018) também relatou a aplicação de $0,5$ ml do hormônio ocitocina com agulha hipodérmica, diretamente na veia mamária, para facilitar a ejeção do leite de vacas primíparas CPD no Mato Grosso do Sul. Santos *et al.* (2021) avaliaram a variação na composição do leite de vacas holandesas e girolando ao longo da ordenha, sendo observado a ocorrência de um efeito quadrático ($P < 0,05$). Os teores de gordura foram de $2,21\%$, $1,72\%$, $1,77\%$ e $2,71\%$ no primeiro, segundo, terceiro e quarto jatos da ordenha, respectivamente.

Com relação a nutrição, as vacas no presente estudo são criadas em sistema extensivo sob condições de vegetação nativa do Semiárido. Além disso, destaca-se a presença dos bezerros não desmamados, contribuindo para utilização de reservas energéticas direcionadas ao aleitamento materno. De acordo com Ferrer *et al.* (2018), o

percentual de gordura no leite é influenciado positivamente pela quantidade de fibra em sua dieta, ou seja, quando há maior teor de gordura significa que há maior disponibilidade de fibra de qualidade na alimentação do rebanho. Todavia, Franciscatti *et al.* (2018) demonstraram que o incremento de diferentes níveis de proteína bruta no alimento concentrado de vacas da raça CPD resultou em aumento no consumo e na digestibilidade da proteína bruta dos alimentos, e nos teores de proteína, lactose e sólidos não gordurosos do leite, no entanto não influenciou a gordura e a produção de leite.

No presente estudo o leite foi oriundo de vacas no terço final da lactação. De acordo com Brito *et al.* (2021), a concentração de gordura no leite varia geralmente entre 3,5 e 5,3%, em razão de diferenças entre raças, estágio da lactação e de acordo com a alimentação dos animais. Contudo, estudo realizado por Silva *et al.* (2019) com objetivo relacionar os efeitos da raça e do estágio de lactação na produção de leite, teores de gordura bruta, proteína e de lactose de um rebanho no sul do Rio Grande do Sul revelou que não houve diferença estatística na composição do leite quando avaliado a relação entre raça e estágio de lactação.

Gonçalves *et al.* (2020) avaliaram a qualidade microbiológica e físico-química de leite cru comercializado informalmente em dois municípios do Brejo Paraibano, foi observada uma média de 3,38% e 3,25% no teor de gordura, respectivamente em Solânea/PB e Bananeiras/PB. No entanto, os autores destacaram a ocorrência de algumas amostras com teor de gordura abaixo de 3%. Silva *et al.* (2017) ao analisar o leite *in natura* comercializado informalmente no município de Aparecida/PB, localizado no Sertão Paraibano, observaram a ocorrência de teor de gordura variando entre 3,5% a 7,5%, estando todas as amostras de acordo com a IN 62. Araújo Junior *et al.* (2022) também obtiveram valores em conformidade com o padrão preconizado pela legislação, com índices variando de 3 a 6% em amostras de leite cru comercializadas em Patos/PB.

No presente estudo os Sólidos Não Gordurosos, que consiste nos teores de proteína, lactose e minerais no leite, teve média de $8,793 \pm 0,522\%$, estando de acordo com a legislação que prevê um teor mínimo de 8,40%. Os valores corroboram com os obtidos para bovinos CPD por Sola (2015) e Soares (2018), que observaram médias variando entre $8,71 \pm 0,81\%$ a $9,46 \pm 0,32$ e $9,14 \pm 0,90\%$, respectivamente.

Com relação a porcentagem de proteína, verificou-se um média de $3,230 \pm 0,194$, valor superior ao mínimo exigido pela legislação que é de 2,90%. Sola (2015) também identificou teor de proteína variando entre $3,58 \pm 3,26\%$ a $3,75 \pm 3,13\%$ em bovinos CPD

no Estado de Goiás. Contudo, os valores são relativamente inferiores aos encontrados por Soares (2018) em bovinos CPD do Mato Grosso do Sul, que apresentaram média $4,15 \pm 0,42\%$.

O teor de lactose nas amostras de leite das vacas CPD apresentou média de $4,825 \pm 0,283\%$. De acordo com a legislação o valor de referência é de no mínimo 4,3 %, neste sentido, os valores de lactose estão em conformidade com a IN 76. No trabalho realizado por Sola (2015) o teor de lactose no leite das raças Curraleiro Pé-Duro e Pantaneiro apresentaram valores de $4,20 \pm 3,08\%$ a $4,71 \pm 4,39\%$ e $3,30 \pm 0,82\%$ a $4,07 \pm 0,89\%$, respectivamente.

Com relação a composição mineral do leite, não há valores preconizados por legislação, no entanto, o conhecimento destes componentes é de bastante importância, visto que, influencia em várias funções no organismo. De acordo com Silva (2009) os teores de macro e microelementos no leite *in natura* podem variar de acordo com fatores ligados a secreção da glândula mamária, tais como o estágio de lactação, espécie animal e status de saúde, também fatores extrínsecos como estações do ano, estado nutricional das vacas e ambiente (natureza do solo e localização da fazenda).

Os minerais garantem a manutenção, crescimento e atividades produtiva e reprodutiva normais. Enquanto os macroelementos (cálcio, fósforo, sódio, cloro, potássio, magnésio e enxofre) são necessários em maiores quantidades, os microelementos (ferro, cobre, cobalto, iodo, manganês, zinco e selênio) são exigidos em quantidades menores nas dietas (Silva, 2009).

5. Conclusões

O leite das vacas da raça Curraleito Pé-Duro tiveram resultados positivos quanto a sua caracterização físico-química, atendendo a maioria das exigências preconizadas pela IN N° 76 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) para leite *in natura*, exceção o valor de gordura do leite, que foi discrepante. A variação dos autovalores observados através da análise multivariada foram atribuídos à idade das vacas, no entanto a baixa variação de CCS em vacas com diferentes idades produtivas, pode ser um indicativo de maior resistência da raça a ocorrência de mastites.

Referências

- ARAÚJO JÚNIOR, F. R.; MEDEIROS, F.J.P.; MEDEIROS, N.G.A.; SILVA, J. G. Qualidade físico-química do leite cru comercializado no sertão da Paraíba, Brasil. **Pubvet**, [S.L.], v. 16, n. 5, p. 1-8, maio 2022.
- BARBOSA, V.V. **Conservação da raça Curraleiro Pé-Duro no Nordeste Brasileiro**. Universidade Estadual da Paraíba, Trabalho de Conclusão de Curso, 59p. Campina Grande-PB, 2012.
- BRASIL. Instrução Normativa nº 76, de 26 de setembro de 2018. **Instrução Normativa Nº 76, de 26 de Novembro de 2018**: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento/Gabinete do Ministro. 230. ed. Brasília, DF, 30 nov. 2018. Seção 1, p. 9. Disponível em: <https://www.in.gov.br/web/dou/-/instrucao-normativa-n-76-de-26-de-novembro-de-2018-52749894>. Acesso em: 14 fev. 2024.
- BRITO, M.A.; BRITO, J.R.; ARCURI, E.F.; LANGE, C.C.; SILVA, M.R.; SOUZA, G.N. **Agronegócio do leite**: composição. EMBRAPA. 2021. Disponível em: https://www.embrapa.br/agencia-de-informacaotecnologica/criacoes/gado_de_leite/pre-producao/qualidade-e-seguranca/qualidade/composicao. Acesso em: 29 fev. 2024.
- CASTANHEIRA, M.; MCMANUS, C. M.; PAULA NETO, J. B.; COSTA, M.J.R.P.; MENDES, F.D.C.; SERENO, J.R.B.; BÉRTOLI, C.D.; FIORAVANTI, M.C.S. Maternal offspring behaviour in Curraleiro Pé Duro naturalized cattle in Brazil. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 42, n. 8, p. 584–591, 2013.
- FERRER, M.T.; FRANQUE, M.P.; MELO, A.A.S.; SANTORO, K.R. Variabilidade espacial da composição do leite cru refrigerado no estado de Alagoas e na mesorregião do agreste pernambucano. **Arquivos Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**. v.70, n. 6, p. 1925-1934, 2018.
- FRANCISCATTI, P.M.L. **Potencial leiteiro de vacas das raças curraleiro pé-duro e pantaneira mantidas em regime de pastoreio**. (Dissertação de Mestrado), Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, 57p. Aquidauana, 2018.
- GONÇALVES, L.S.C.; PEREIRA, K.C.C.; LAFIA, A.T.; GONÇALVES, L.S.C.; BELTRÃO, F.A.S. Avaliação da qualidade de leite comercializado informalmente no Brejo Paraibano. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DA AGROINDÚSTRIA, 1., 2020, Recife. **Anais [...]**. Recife: Instituto IDV, 2020. p. 1-15. Disponível em: <https://ciagro.institutoidv.org/ciagro/uploads/1847.pdf>. Acesso em: 29 fev. 2024.
- INSA. Instituto Nacional do Semiárido. **Relatório do termo de compromisso de gestão**. MCTIC/INSA, 2019. p.49-52, Campina Grande, 2020.
- NASCIMENTO, G. V; MEDEIROS, G. R; SANTOS, S.G.C.G.; SILVA, C. T; MELO, M. N; RIBEIRO, N.L.; COSTA, J.H.S.; NEVES, R. S.; CAVALCANTE, I.T.R.; RAMOS, C. T. C. Desempenho reprodutivo de um rebanho Curraleiro Pé-Duro no Semiárido da Paraíba. **Revista do Instituto Nacional do Semiárido**. 1(3):43-48, set./dez., 2022.
- NEIVA, A. C. G. R. **Caracterização socioeconômica da comunidade quilombola Kalunga e proposta de reintrodução do bovino Curraleiro como alternativa de geração de renda**. 2009. 138 f. Tese (Doutorado) - Curso de Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal, Escola de Veterinária, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2009.

SANTOS, N.S.; MEDEIROS, C.F.; SILVA, J.C.S.; ARAÚJO, C.A.; SARMENTO, T.C.F.; FONTES, C.N. Impacto do pré dipping, padrão racial e ordem dos jatos de leite sobre a atividade microbiológica e físico-química do leite cru bovino. **Diversitas Journal**, [S.L.], v. 6, n. 3, p. 3694-3705, 2021.

SILVA, G. W. N.; OLIVEIRA, M.P.; LEITE, K.D.; OLIVEIRA, M.S.; SOUSA, B.A.A. Avaliação físico-química de leite in natura comercializado informalmente no sertão paraibano. **Revista Principia**, João Pessoa, v. 35, n. 1, p. 34-41, jun. 2017.

SILVA, M. H. **Avaliação dos parâmetros físico-químicos e composição mineral do leite bovino na cadeia produtiva do Estado da Bahia**. (Tese de Doutorado), Universidade Federal da Bahia, Programa de Pós – Graduação, Instituto de Química, 197p, Salvador, 2009.

SILVA, V.L.R.; Poletti, G.; Silva, G.F.; Dias, D.B.C.; Grazziotin, R.C.B.; Bermudes, R.F. Produção e composição do leite em função da raça e estágio de lactação. In: 5º SEMANA INTEGRADA DA UFPEL, 5., 2019, Pelotas. **Anais do XXXII Congresso de Iniciação Científica**. Pelotas: Ufpel, 2019. p. 1-4. Disponível em: https://cti.ufpel.edu.br/siepe/arquivos/2019/CA_03610.pdf. Acesso em: 29 fev. 2024.

SOARES, N.R. **Microbioma do leite de bovinos das raças curraleiro pé-duro e pantaneiro**. (Tese de Doutorado) Universidade Federal de Goiás, Escola de Veterinária e Zootecnia (EVZ), Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal, 61p., Goiânia, 2018.

SOLA, M.C. **Características do leite e sanidade da glândula mamária de bovinos Curraleiro Pé-Duro e Pantaneiro**. (Tese de Doutorado), Universidade Federal de Goiás, Escola de Veterinária e Zootecnia (EVZ), Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal, 80p., Goiânia, 2015.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A conservação do gado Curraleiro Pé-Duro é de suma importância não apenas para preservar uma raça autóctone brasileira, mas também para manter a diversidade genética e promover a sustentabilidade no setor pecuário. Esses animais adaptados ao ambiente semiárido demonstram uma resistência natural a doenças e às condições adversas, tornando-se valiosos recursos genéticos para futuros desafios climáticos e de saúde animal.

De modo geral, observou-se uma quantidade limitada de estudos sobre a raça. Com relação a caracterização do leite das vacas CPD do rebanho da Estação Experimental do Instituto Nacional do Semiárido (INSA), os resultados demonstraram que o leite atendeu aos parâmetros físico-químicos definidos pela legislação vigente, com exceção da porcentagem de gordura. A necessidade de mais pesquisa sobre essa raça e características do leite é crucial para entender plenamente seu potencial econômico, ecológico e cultural. Investigações aprofundadas podem revelar novas características adaptativas, bem como maneiras de otimizar sua produtividade e bem-estar. Além disso, a pesquisa pode fornecer informações essenciais para a implementação de políticas de conservação eficazes e programas de melhoramento genético direcionados.

A partir deste estudo, espera-se contribuir para o conhecimento das características do leite de bovinos CPD submetidos às condições do semiárido. A conservação do gado CPD não apenas protege um patrimônio genético único, mas também promove a resiliência e a sustentabilidade na agropecuária brasileira. Portanto, é indispensável que haja um compromisso contínuo com a pesquisa e a conservação dessa raça, garantindo que as futuras gerações possam se beneficiar dessas contribuições para a agricultura e para o meio ambiente.