



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO – UFRPE**  
**DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA**

**AVALIAÇÃO DA PRODUÇÃO, COMPOSIÇÃO QUÍMICA E INDICADORES  
DE QUALIDADE DO LEITE DE BÚFALAS CRIADAS NO SEMIÁRIDO  
NORDESTINO**

**PAULO OTÁVIO SILVA CAVALCANTE**

**RECIFE – PE**  
**FEVEREIRO DE 2019**



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO – UFRPE**  
**DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA**

**AVALIAÇÃO DA PRODUÇÃO, COMPOSIÇÃO QUÍMICA E INDICADORES  
DE QUALIDADE DO LEITE DE BÚFALAS CRIADAS NO SEMIÁRIDO  
NORDESTINO**

**PAULO OTÁVIO SILVA CAVALCANTE**  
**(Zootecnista)**

**RECIFE – PE**  
**FEVEREIRO DE 2019**

**PAULO OTÁVIO SILVA CAVALCANTE**

**AVALIAÇÃO DA PRODUÇÃO, COMPOSIÇÃO QUÍMICA E INDICADORES  
DE QUALIDADE DO LEITE DE BÚFALAS CRIADAS NO SEMIÁRIDO  
NORDESTINO**

Dissertação apresentado ao Programa de Pós Graduação em Zootecnia da Universidade Federal Rural de Pernambuco, como exigência para obtenção de título de Mestre em Zootecnia.

**Área de concentração:** Produção Animal

**Comitê de Orientação:**

**Orientadora:** Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Maria Norma Ribeiro

**Co-orientador:** Prof. Dr. Ricardo Alexandre da Silva Pessoa

**RECIFE – PE  
FEVEREIRO DE 2019**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)  
Sistema Integrado de Bibliotecas da UFRPE  
Biblioteca Central, Recife-PE, Brasil

C376a Cavalcante, Paulo Otávio Silva  
Avaliação da produção, composição química e indicadores de  
qualidade do leite de búfalas criadas no semiárido nordestino / Paulo  
Otávio Silva Cavalcante. – 2019.  
67 f.: il.

Orientadora: Maria Norma Ribeiro.  
Coorientador: Ricardo Alexandre da Silva Pessoa.  
Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal Rural de  
Pernambuco, Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Recife,  
BR-PE, 2019.  
Inclui referências.

1. Análise multivariada 2. Búfalos 3. Leite - Qualidade 4. Leite –  
Produção 5. Regiões áridas 6. Brasil, Nordeste I. Ribeiro, Maria Norma,  
orient. II. Pessoa, Ricardo Alexandre da Silva, coorient. III. Título

CDD 636

**PAULO OTÁVIO SILVA CAVALCANTE**

**AVALIAÇÃO DA PRODUÇÃO, COMPOSIÇÃO QUÍMICA E INDICADORES  
DE QUALIDADE DO LEITE DE BÚFALAS CRIADAS NO SEMIÁRIDO  
NORDESTINO**

Dissertação apresentada e examinada pela comissão de Examinadores em 27 de fevereiro de 2019.

**Comissão Examinadora:**

---

**Profa. Dra. Maria Norma Ribeiro**  
Universidade Federal Rural de Pernambuco  
Departamento de Zootecnia  
Presidente

---

**Prof. Dra. Laura Leandro da Rocha**  
Universidade Federal Rural de Pernambuco  
Departamento de Zootecnia  
Avaliadora

---

**Prof. Dr. Francisco Fernando Ramos de Carvalho**  
Universidade Federal Rural de Pernambuco  
Departamento de Zootecnia  
Avaliador

**RECIFE – PE**

## **DADOS CURRICULARES DO AUTOR**

PAULO OTÁVIO SILVA CAVALCANTE, nascido em 16 de fevereiro de 1995, filho de Paulo Ferreira Cavalcante e Maristela dos Santos Silva, natural de Arapiraca – AL, iniciou o curso de graduação em Zootecnia pela Universidade Federal de Alagoas – UFAL *campus* Arapiraca, no ano de 2012. Em agosto de 2017 concluiu a graduação. Ingressou no Programa de Pós-graduação em Zootecnia, área de concentração Produção Animal, da Universidade Federal Rural de Pernambuco, concluindo em fevereiro do ano de 2019.

*"Buscai, em primeiro lugar, o Reino de Deus e a sua justiça, e todas suas necessidades  
vos serão dadas por acréscimo".*

(Mateus 6, 24-34)

*"O encontro da preparação com a oportunidade gera o rebento que chamamos sorte".*

(Anthony Robbins)

*DEUS, que é meu alicerce, me dar forças e que me faz perseverar para sempre seguir  
em frente.*

*Ao meu pai, Paulo Ferreira Cavalcante, minha mãe, Maristela dos Santos Silva, minha  
amada filhinha, Emanuelle Sophia de Moraes Cavalcante, minha amada esposa,  
Janielle de Moraes Cavalcante, minha irmã, Paula Priscila Ferreira Cavalcante e meus  
avós Otávio Ferreira Cavalcante e Marinita Ferreira Cavalcante e Severina dos Santos  
Silva (in memorian), por tudo que me ensinaram ao longo de minha jornada pela vida,  
pelo companheirismo, amor, carinho, confiança depositada e tudo que me foi  
acrescentado por estar ao lado dessas pessoas maravilhosas  
A todos os meus amigos que sempre estiveram ao meu lado me apoiando e me dando  
forças.*

*DEDICO*



## AGRADECIMENTOS

A Deus, pelo dom da vida e por estar sempre ao meu lado em todos os momentos, guiando-me.

Aos meus pais, Paulo e Maristela e minha irmã Paula, por todo apoio e ensinamentos sobre a vida e por estarem sempre ao meu lado nos meus projeto de vida.

À minha pequena, Emanuelle Sophia, minha filha, que tem sido por muitas vezes motivo da minha inspiração e minha dedicação a tudo que faço, ela que é capaz de tirar qualquer estresse com uma simples “carreira” e um sorriso.

À minha companheira, Janielle, por me proporcionar a dádiva de ser Pai e por estar sempre ao meu lado em minhas loucuras, cuidado e me dando carinho, além de ser meu ombro amigo sempre que preciso.

À minha querida amiga/sócia Josilaine Matos e seu esposo Agnaldo, por terem me acolhido em sua casa nos momentos que mais precisei, ao iniciar na pós-graduação. Nunca esquecerei o que fizeram por mim. Estarão sempre em minhas orações.

À minha querida orientadora Norma Ribeiro, por todas as experiências e conhecimentos passados, além dos concelhos valiosos de vida; por ser tão compreensível, amiga e mãe nas horas certas.

Ao meu Co-orientador, Ricardo Pessoa, pelo fornecimento dos dados e por toda a ajuda para que eu pudesse encerrar mais essa etapa muito importante da minha vida.

A minha amiga Janaína Kelli, pelo conhecimento de multivariada passado e por ter me ajudado bastante com suas dicas e concelhos dentro da Pós-Graduação.

A todos meus amigos que desde o começo me deram força. Em especial a Edneide e Darlan, pelo companheirismo e sempre estarem dispostos a me ajudar quando preciso.

A UFRPE, não só pela oportunidade de cursar o mestrado, mas por tudo que tem me proporcionado.

A CAPES, pela concessão da bolsa de estudo, pois se não fosse ela, não conseguiria cursar o mestrado, tendo em vista, todas as responsabilidades de um Pai de família.

**Muito Obrigado a Todos!**

## SUMÁRIO

### CAPÍTULO I

<b>REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	15
1- Bubalinocultura no Brasil.....	15
1.1- Bubalinocultura no Nordeste .....	16
1.2- Qualidade do leite de búfalas.....	17
1.2.1- Composição química do leite de búfala .....	18
1.2.2- Contagem de células somáticas no leite de búfala .....	19
<b>2- Técnicas de análise multivariada na avaliação da produção, composição e qualidade de leite</b> .....	20
2.1 – Análise de variância multivariada .....	22
2.2- Análise fatorial .....	23
2.3- Análise discriminante canônica.....	25
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	27

### CAPÍTULO II

<b>PRODUÇÃO E COMPOSIÇÃO DO LEITE DE BÚFALA NO SEMIÁRIDO NORDESTINO ATRAVÉS DA ANÁLISE MULTIVARIADA</b> .....	33
RESUMO .....	33
ABSTRACT .....	34
INTRODUÇÃO.....	35
MATERIAL E MÉTODOS.....	36
RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	38
CONCLUSÃO.....	49
REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA.....	49

### CAPÍTULO III

<b>AVALIAÇÃO DO LEITE DE BÚFALAS CRIADAS NO SEMIÁRIDO NORDESTINO ATRAVÉS DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA MULTIVARIADA E DISCRIMINANTE CANÔNICA</b> .....	53
RESUMO .....	53
ABSTRACT .....	54
INTRODUÇÃO.....	55
MATERIAL E MÉTODOS.....	56
RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	59
CONCLUSÃO.....	66
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	66

## LISTA DE TABELAS

### CAPITULO II

<b>Tabela 1-</b> Média, desvio padrão, valores máximos e mínimos e coeficiente de variação da produção, qualidade e CCS do leite de búfalas criadas na região do semiárido nordestino no período de 2013 a 2016.....	39
<b>Tabela 2 -</b> Média, desvio padrão, valores máximos e mínimos e coeficiente de variação da produção, qualidade e CCS do leite de búfalas criadas na região do semiárido nordestino nos períodos: seco, chuvoso e de transição. ....	41
<b>Tabela 3 -</b> Coeficiente de correlação de Pearson entre as variáveis: Produção de leite (Prod), gordura (Gord), proteína (Prot), lactose (Lac), sólidos totais (ST), contagem de células somáticas (CCS) e pluviometria (Pluv) de búfalas. ....	44
<b>Tabela 4 -</b> Fatores, autovalores, porcentagem da variância total por fator e variância total acumulada da composição e qualidade do leite de búfalas .....	45
<b>Tabela 5 -</b> Pesos das variáveis de qualidade e composição do leite, por fator e suas comunalidades .....	46

### CAPITULO III

<b>Tabela 1-</b> Análise de variância multivariada dos diferentes anos avaliados. ....	59
<b>Tabela 2 -</b> Testes de igualdade dos vetores de médias de acordo com os anos avaliados.....	59
<b>Tabela 3 -</b> Funções linear geradas e porcentagem de classificações corretas por ano... 60	
<b>Tabela 4 -</b> Análise de variância multivariada dos diferentes períodos (seco, chuvoso e transição) avaliados: raízes e vetores característicos.....	62
<b>Tabela 5 -</b> Teste de igualdade dos vetores de médias dos diferentes períodos (seco, chuvoso e transição) avaliados .....	63
<b>Tabela 6 -</b> Função Linear gerada e porcentagem de variáveis agrupadas em cada ano... ..	63

**LISTA DE FIGURAS**

## CAPITULO II

**Figura 1-** Dados pluviométricos da propriedade nos anos de 2013 a 2016..... 38

**Figura 2 -** Representação fatorial das variáveis de produção e composição do leite de búfalas =. PROT – proteína, GORD – gordura, ST – sólidos totais, PROD – produção, LAC – lactose, CCS – contagem de células somáticas ..... 48

## CAPITULO III

**Figura 1-** Médias pluviométricas mensais nos anos de 2013 a 2016 da fazenda localizada no Rio Grande do Norte ..... 57

**Figura 2 -** Representação canônica dos diferentes anos avaliados ..... 61

**Figura 3 -** Pluviosidade combinada dos anos de 2013 com 2016 e 2014 com 2015 ..... 62

**Figura 4 -** Representação canônica dos diferentes períodos avaliados..... 65

**LISTA DE ABREVIATURAS**

ANOVA	Análise de variância
CBT	Contagem de bactérias totais
CCS	Contagem de células somáticas
GORD	Gordura
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
LAC	Lactose
MANOVA	Análise de variância multivariada
PL	Produção de leite
PROT	Proteína
ST	Sólidos totais

# **CAPÍTULO I**

## REVISÃO DE LITERATURA

### 1- Bubalinocultura no Brasil

De origem Asiática, Europeia e Caribenha, os búfalos foram introduzidos no Brasil por volta do século XIX, através das Ilhas de Marajó, no estado do Pará, trazidos pelo Dr. Vicente Chermont de Miranda em 1890 e mais tarde, em 1895 e 1962 houve a importação de búfalos italianos por outros fazendeiros (BERNARDES, 2007; ROSA et al, 2007; ZAVA, 1984).

A criação de búfalos inicialmente não era realizada com a intenção de explorar seu potencial produtivo, mas com o objetivo de se obter um animal com características exóticas dentro das propriedades. Quando começou-se observar qualidades zootécnicas nesses animais, os mesmos foram subjugados, sendo direcionados a áreas marginais inadequada a criação de bovinos, já que possuíam boas características adaptativas. Em contrapartida, as condições das áreas inóspitas onde foram alocados não foi de todo mal, visto que permitiu à espécie bubalina experimentar diversidades de ambientes levando-a a um grande processo evolutivo em suas características adaptativas (BERNARDES, 2007; ROSA et al, 2007).

Atualmente, no Brasil, são reconhecidas quatro raças de búfalos pela Associação Brasileira de Criadores de Búfalos, sendo elas: Carabao, também conhecido como búfalo do pântano, Jafarabadi ou búfalo do rio, Mediterrâneo e Murrah. Todas as raças têm como característica produtiva a dupla aptidão, tanto para a produção de carne quanto para a produção de leite com exceção da Carabao que também é utilizado como força motriz em atividades agropecuárias e pouco utilizado para a produção de leite.

Devido a sua significativa adaptabilidade aos mais variados ambientes, além de sua docilidade, elevada fertilidade e longevidade produtiva, a espécie bubalina em menos de 100 anos teve um crescimento bastante significativo, dos pouco mais de 200 animais introduzidos no País, resultaram em um plantel de 381 mil búfalos em 1980 com um crescimento anual de 10,80% entre os anos de 1961 a 1980 (BERNARDES, 2007).

Em 2017, trinta e sete anos depois, o rebanho bubalino consta de um efetivo de mais de 948 mil búfalos, com crescimento de mais de 149% do rebanho no mesmo período. Em comparação com a bovinocultura no País, no mesmo período de 37 anos, o

rebanho cresceu apenas 45,7% ou seja, 103% a menos que a bubalinocultura (IBGE, 2017).

Há evidências de que apesar da pequena quantidade de búfalos em relação ao efetivo bovino no Brasil, seu crescimento demonstra que a cada dia a bubalinocultura tem ganhado espaço na pecuária brasileira, graças ao interesse dos produtores no potencial produtivo desses animais, o que tem fortalecido a cadeia produtiva. Nesse sentido, também ocorre o fortalecimento da pecuária brasileira, promovendo maior diversidade de produtos a serem ofertados para os consumidores, tanto produtos cárneos quanto produtos lácteos.

Não há dúvidas de que a criação de búfalos apresenta-se como uma alternativa rentável, devido à sua adaptação aos mais variados ambientes, além de elevada fertilidade e longevidade produtiva (SOARES, 2017). No Brasil, a exploração de búfalos destinava-se principalmente à produção de carne. Entretanto, a partir dos anos 80, verificou-se crescente interesse em animais com aptidão leiteira ou duplo propósito (leite/carne) (ROSA et al., 2007).

Evoluções nos rebanhos leiteiros também foram relatadas por Villares et al., (1979), que verificaram no estado de São Paulo aumentos de aproximadamente 2.200 kg de leite entre os quinquênios 1964-1968 e 1974- 1978, associados a uma diminuição na duração da lactação de aproximadamente 20 dias, e aumento no teor de gordura.

### **1.1- Bubalinocultura no Nordeste**

A região Nordeste do Brasil, composta por nove estados, ocupa uma área de 1.554.295.607 km<sup>2</sup> do território brasileiro, possui efetivo bubalino de 83.018 cabeças, sendo o Maranhão o estado com maior número de cabeças com um total de 57.305 búfalos, seguido da Bahia com 16.033, Pernambuco com 5.239 e Rio Grande do Norte com 1.311 cabeças de búfalos. Os quatro estados juntos detêm 96% de todo o efetivo bubalino da região Nordeste (IBGE, 2017).

No Nordeste, a bubalinocultura tem apresentado crescimento relativamente significativo, visto que nessa região a espécie doméstica encontrou condições favoráveis de solo e clima para desempenhar seu potencial produtivo. Desta forma a produção de bubalinos apresenta-se como uma alternativa rentável que tem contribuído com a renda



de muitos produtores gerando renda e ainda promovendo diversidade e qualidade nos produtos advindos dessa atividade.

Além da produção de carne, uma das atividades que também pode ser praticada na região Nordeste com a bubalinocultura é a produção de leite para o consumo e a fabricação de derivados tendo em vista sua já reconhecida qualidade.

## **1.2- Qualidade do leite de búfalas**

A qualidade do leite é definida por parâmetros de composição química (gordura, proteína, lipídios, lactose, sais minerais e vitaminas), características físico-químicas e microbiológicas (Contagem de células somáticas - CCS e Contagem de bactérias totais - CBT) (BRITO; DIAS, 1998). Do ponto de vista físico-químico, o leite é considerado uma emulsão, ou seja, uma solução coloidal, onde partículas em suspensão estão dispersas em um solvente (ANDRADE, 2015)

Os teores de proteína, gordura, lactose, sais minerais e vitaminas determinam a qualidade da composição, que, por sua vez, é influenciada pela alimentação, manejo, genética e raça do animal. Fatores ligados a cada animal, como o período de lactação, a condição corporal ou situações de estresse também são importantes quanto à qualidade composicional (BRITO; DIAS, 1998).

A qualidade microbiológica do leite está relacionada com situações de estresse, manejos diários de higiene nos processos de ordenha e sanidade das fêmeas. Nesse contexto, a qualidade do leite seja ela, química, físico-química ou higiênica, sempre estará sujeita a variações devido a diversos fatores genéticos e/ou ambientais. Noro et al. (2006), Souza et al. (2010) e Soares et al. (2013a) consideram que além da influência de fatores genéticos, a produção e composição do leite, também sofrem influência de efeitos de cunho nutricional (qualidade do alimento ofertado) e do ambiente como a temperatura, pluviosidade e umidade relativa do ar, fatores esses que podem contribuir para baixa qualidade do leite e, conseqüentemente, do produto final.

Vários estudos, entre eles, Andrade et al. (2011) e Rangel et al. (2008), destacam que na composição química do leite, principalmente os teores de gordura, tem forte influência do manejo alimentar dos animais, visto que em épocas de escassez de alimento a gordura do leite e, conseqüentemente, a porcentagem de sólidos totais são

alterados se não houver controle alimentar rígido, fato que também afeta os teores de proteína e lactose em menor proporção.

Todavia, quando a produção leiteira é realizada corretamente e não é afetada por esses fatores indesejáveis, o leite produzido possui características que o torna matéria prima de excelente qualidade no fabrico de derivados além de possuir peculiaridades que o torna ainda mais agradável. Figueiredo et al. (2010) comentaram que o leite de búfala possui características que o diferencia do leite de vaca, apresentado níveis maiores de lipídios, proteína e valor calórico. Verruma & Salgado, (1994) e Oliveira, (2005) evidenciaram ainda, os altos teores de vitamina A e cálcio em relação ao leite bovino, características de grande importância do ponto de vista nutricional pois a vitamina A está ligada a imunidade, saúde da pele, visão e cabelo e o cálcio a saúde dos ossos.

#### 1.2.1- Composição química do leite de búfala

É sabido que o leite de búfala possui altos teores de gordura saturada. A literatura científica traz evidências de que a alimentação humana rica em gordura saturada pode ser fator de risco para a incidência e mortes por doenças cardiovasculares (CAPILHEIRA, 2006). Entretanto, a fração lipídica presente no leite de búfala é composta predominantemente os ácidos palmítico, esteárico e mirístico. Tanto o ácido palmítico como o esteárico demonstraram exercer um efeito favorável nos perfis lipídicos (VIANNA, 2010). Já o ácido graxo mirístico em concentrações adequadas, pode proporcionar efeitos benéficos no perfil lipídico e de lipoproteínas, bem como no estresse oxidativo, conferindo, assim, menor risco cardiovascular a indivíduos com dislipidemia (BOTELHO, 2009).

Outra característica bastante significativa do leite de búfala em relação ao leite de vaca é que no de búfala há o dobro da concentração de ácidos linoleico conjugado (CLA), substância essa considerada anticarcinogênica, atuando também sobre efeitos secundários da obesidade, diabetes e da arteriosclerose (OLIVEIRA et al., 2009). Logo, a porção lipídica do leite de búfalas apresentam-se de forma muito mais benéfica que maléfica para a saúde dos consumidores.

Para a fração protéica do leite bubalino, Verruma; Salgado, (1994), observaram diferenças na composição química do leite de búfala e de vaca com cerca de 25% mais aminoácidos essenciais para o leite de búfalas. Deste modo o consumo de leite de búfala

ou de seus derivados, proporcionará maiores ingestão desses aminoácidos se comparado com o leite de vaca.

Todas essas vantagens configuram ao leite de búfalas, uma matéria prima de grande riqueza nutricional, além de favorecer o aumento do rendimento na elaboração de derivados (FIGUEIREDO et al., 2010) afirmação que corrobora com a descrita por Teixeira et al. (2005), quando afirma que o leite de búfala é considerado de excelente qualidade nutricional.

#### 1.2.2- Contagem de células somáticas no leite de búfala

É comum encontrarmos trabalhos na literatura que demonstram elevações nos níveis de contagem de células somáticas (CCS) em algumas épocas do ano, principalmente relacionadas ao aumento das sujidades aderidas ao animal que dificultam a assepsia do úbere e podem colonizar tanto a glândula mamária como o próprio leite, comprometendo a saúde do órgão e, conseqüentemente, implicando no aumento dos valores de CCS (RHODA; PANTOJA, 2012).

SKRZYPEK et al. (2004) descreveram que a CCS é um dos critérios mais importantes para a avaliação da qualidade higiênico sanitária do leite, que por sua vez, tem sido considerada como medida do padrão de qualidade, pois está relacionada com a composição, rendimento industrial e segurança alimentar do leite. Tem ainda alta relevância para os produtores, pois indica o estado sanitário da glândula mamária das fêmeas, podendo sinalizar perdas significativas na produção e alterações da qualidade do leite (BUENO et al., 2005).

As búfalas por serem animais mais rústicos tendem a apresentarem menos problemas com contaminações na glândula mamária e conseqüentemente menores valores de CCS se comparada com a produção de leite bovino. Como demonstrado por Jorge et al. (2005), o leite bubalino tem como característica uma baixa CCS comparando-se com rebanhos bovinos de alto padrão de qualidade. Além de sua rusticidade, as búfalas são consideradas menos susceptíveis à mastite que as vacas, devido a apresentarem o *Ductus papilaris* mais musculoso, com maior quantidade de fibras e vasos sanguíneos, funcionando como uma barreira mais eficiente contra as infecções (RICCI; DOMINGUES, 2012). Outro fator importante é a lactoferrina, uma substância antibacteriana presente no leite que compete com as bactérias pelo ferro, tornando-o indisponível e impedindo seu crescimento bacteriano. O leite bubalino

apresenta maior concentração de lactoferrina que o leite bovino Pizauro et al. (2014), o que favorece a menor incidência de mastite nessa espécie.

Apesar das búfalas apresentarem todas essas características que as tornam menos susceptíveis a infecções na glândula mamária, deve-se ter bastante cuidado nos processos de ordenha, pois é nesses momentos que os tetos estão mais susceptíveis a adquirirem infecções (WERNCKE et al., 2016), principalmente durante períodos chuvosos, acarretando na baixa qualidade do leite devido a processos infecciosos na glândula mamária (VARGAS et al., 2014).

Correlações significativas são constatadas nesses casos onde a produção, composição química do leite e níveis de CCS é influenciada pelo manejo alimentar, épocas do ano e/ou aumento de sujidades no manejo diário, como demonstrado por (BARRETO et al., 2010 e VARGAS et al., 2014) quando utilizaram a análise de correlação para analisar os dados de seus trabalhos.

A análise de correlação é uma técnica univariada bastante utilizada quando busca-se conhecer o grau de associação entre duas ou mais variáveis, visto sua capacidade de medir o grau de correlação e a direção dessa correlação que pode ser positiva ou negativa entre duas variáveis. Este foi o primeiro método de correlação, estudado por Francis Galton e seu aluno Karl Pearson, em 1897 (SCHULTZ; SCHULTZ, 1992).

Este coeficiente de correlação é utilizado nas análises multivariadas como: Análise de Componentes Principais, Análise Fatorial, Análise de Confiabilidade, entre outras (HAIR et al., 2009; TABACHNICK et al., 2007). Visto que é também a premissa essencial para a utilização desse tipo de análise, tendo em vista que para se utilizar qualquer método de análise multivariada, as variáveis necessariamente devem apresentar algum grau de correlação.

## **2- Técnicas de análise multivariada na avaliação da produção, composição e qualidade de leite**

O desenvolvimento da estatística clássica baseia-se na análise de uma única variável, de forma isolada e, a partir do resultado, realiza inferências acerca do fenômeno estudado. Contudo, a maioria dos fenômenos existentes na natureza dependem de mais de uma variável, de modo que a análise univariada torna-se insuficiente por não considerar as relações que existem entre as variáveis. Assim, surgiu a necessidade de desenvolver uma metodologia estatística que utilizasse

simultaneamente todas as variáveis para a interpretação teórica do conjunto de dados obtidos (GUEDES., 2017).

Em geral, a obtenção e a análise de diferentes variáveis são etapas necessárias para estabelecer uma conclusão mais precisa sobre algo. Em se tratando de qualidade de leite, é cada vez mais comum que vários parâmetros físicos, químicos, microbiológicos, genético e ambientais sejam considerados na avaliação da produção.

As análises multivariadas consistem em um conjunto de métodos e técnicas que permitem a análise simultânea de medidas múltiplas para cada indivíduo, levando em consideração as correlações e covariâncias existentes entre elas (HAIR et al, 2009).

As análises multivariadas são ferramentas bastante úteis nos estudos de caracterização do sistema de produção por permitir avaliar as variáveis de forma conjunta. O método de análise multivariada deve ser escolhido de acordo com os objetivos da pesquisa, pois, as técnicas multivariadas consistem de análises exploratórias para a sintetização de dados e construção de hipóteses, e não para confirmações a respeito dos dados (HAIR et al., 2009).

Muitos trabalhos foram realizados com técnicas multivariadas em produção animal, no entanto, são escassos os trabalhos que avaliam a produção e composição do leite de búfalas através da análise multivariada considerando diferentes anos e período caracterizados por índices pluviométricos e com intuito de verificar a relação existente entre a produção e condições climáticas do local onde o animal está inserido.

Bezerra Junior et al. (2018) utilizaram técnicas de análise multivariada para analisar conjuntamente as características de produção de leite por lactação, duração da lactação e intervalo de partos de búfalas mestiças Murrah entre os anos de 2002 e 2014, para auxiliar na classificação búfalas de acordo com seu potencial. Melo (2017) utilizou essas mesmas variáveis associadas a morfometria de búfalas da mesma raça.

Alessio et al. (2016) avaliaram os fatores que influenciam a variação de lactose do leite bovino em 73 rebanhos do estado de Santa Catarina sobre controle leiteiro com base na análise fatorial, e verificaram a relação com a CCS e ordem de parto, enquanto raça, produção de leite, teor de gordura e proteína não apresentaram relação com teor de lactose.

Norakmar et al. (2017) utilizaram a análise de componentes principais para avaliar a composição de oligoelementos do leite em sete estados da península da Malasia, onde demonstraram que existem diferentes grupos entre os estados de Selangor e Negeri Sembilan, bem como Kedah e Negeri Sembilan, enquanto que para os demais



ANOVA e a MANOVA fornecem as ferramentas necessárias para julgar os efeitos observados (ou seja, se uma diferença observada ocorre devido a um efeito de tratamento ou à variabilidade de amostragem aleatória. No entanto, a MANOVA tem também um papel em planejamentos não experimentais (por exemplo em levantamentos de informações) onde grupos de interesse (sexo, comprador/ não-comprador) são definidos e então as diferenças em qualquer número de variáveis métricas (atitudes, satisfação, taxa de compras) são avaliadas quanto à significância estatística (HAIR et al., 2009).

Na avaliação da produção e qualidade de leite de búfalas por exemplo, a MANOVA terá o papel de fornecer mecanismos importantes para avaliar o efeito conjunto de composição química do leite, CCS e fatores ambientais.

Vargas et al. (2014) utilizaram a análise de variância multivariada na CCS e parâmetros físico-químicos e microbiológicos de qualidade do leite com o objetivo de reduzir a dimensionalidade do conjunto original de variáveis com menor perda de informação possível, onde foi observado diferença estatística para os vetores de médias para as classes de CCS avaliadas.

Werncke et al. (2016) caracterizaram propriedades leiteiras da região do Vale do Braço do Norte, sul de Santa Catarina, utilizando a análise de variância multivariada para a comparação entre grupos de produtores, sendo dois compostos por produtores com maior nível tecnológico e outro constituído por pequenos produtores com menor infraestrutura e nível de tecnologia, onde verificou-se diferença estatística entre os grupos.

## **2.2- Análise fatorial**

O método de análise fatorial permite analisar um conjunto de variáveis com o objetivo de verificar se é possível agrupar as respostas que são interpretadas de forma idêntica pelos elementos da amostra, determinando o seu posicionamento nesse conjunto de variáveis (STEVENS, 1996). Ela permite identificar um número reduzido de fatores que podem ser utilizados para representar um conjunto de variáveis inter-relacionadas. Para Pereira (2004), a técnica utilizada na análise fatorial, consiste em calcular todas as correlações entre diversas variáveis e isolar o fator principal.

A análise fatorial pode também ser utilizada para examinar padrões ou relações latentes para um grande número de variáveis e determinar se a informação pode ser condensada ou resumida a um conjunto menor de fatores ou componentes. O objetivo é

encontrar um meio de condensar a informação contida em várias variáveis originais em um conjunto menor de variáveis estatísticas (fatores) com uma perda mínima de informação (HAIR et al., 2009). As variáveis observadas são modeladas como combinação linear dos fatores comuns mais um erro aleatório,

$$\begin{aligned} Z_1 &= l_{11}F_1 + l_{12}F_2 + \dots + l_{1m}F_m + \epsilon_1 \\ Z_2 &= l_{21}F_1 + l_{22}F_2 + \dots + l_{2m}F_m + \epsilon_2 \\ &\vdots \\ Z_p &= l_{p1}F_1 + l_{p2}F_2 + \dots + l_{pm}F_m + \epsilon_p, \end{aligned}$$

Em que  $Z_i = (X_i - \mu_i)/\sigma_i$ , é a variável padronizada,  $X_i$  é a variável original com média  $\mu_i$  e variância  $\sigma_i^2$  e  $\epsilon_i$  é o  $i$ -ésimo erro aleatório para  $i = 1, \dots, p$ .  $F_j, j = 1, \dots, m$  é o  $j$ -ésimo fator comum e  $l_{ij}$  é o coeficiente da  $i$ -ésima variável padronizada  $Z_i$  no  $j$ -ésimo fator  $F_j$  e representa o grau de relacionamento linear entre  $Z_i$  e  $F_j$ .  $l_{ij}$  é chamado de *loading* (JOHNSON et al., 2002; LATTIN et al., 2011; MINGOTI, 2005).

Segundo Vicini (2005), a análise fatorial (AF) é muitas vezes confundida com a análise de componentes principais, pois a AF usa a componente principal como uma das formas de extração de fatores. A análise fatorial é considerada uma técnica estatística que pressupõe a existência de um modelo, permite que se faça inferências e cumpre com algumas pressuposições básicas sobre as variáveis em análise, como a multinormalidade dos dados.

Aleixo et al. (2007) utilizaram a análise fatorial para caracterizar o sistema de produção de leite de uma cooperativa de pequenos criadores, baseado em 29 variáveis relacionadas a fatores produtivos. Conseguiram reduzir o espaço amostral inicial em três fatores que explicaram 52,76% da variância total acumulada e, as variáveis indicadas como importantes para explicar a variância total dos dados nesses primeiros fatores foram aquelas relacionadas a capitalização dos criadores, idade do criador, nível de escolaridade do produtor, tempo que o criador tem tanto na atividade agropecuária como um todo e somente na atividade leiteira.

Santos et al. (2017), também utilizaram a análise fatorial para avaliar o nível tecnológico dos sistemas de produção de bovinos na Amazônia Brasileira a partir de dados oficiais do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), onde foram calculados 15 indicadores de adoção de tecnologias dos quais, através da análise fatorial foi possível selecionar 5 fatores os quais foram denominados de Pecuária tradicional;



Manejo de pastagens; Pecuária integrada; Tecnologias de reprodução e Qualidade do leite.

Uso dessa análise também foi verificada no trabalho de Alessio et al. (2016) e colaboradores onde avaliaram os fatores que influenciam a variação de lactose do leite bovino em que foi possível a formação de 3 fatores, que juntos absorveram 68,9% da variação total dos dados entrando em destaque no fator 1 as variáveis raça, rendimento e composição do leite, no fator 2, escore de células somática, ordem de parto e lactose e no 3 fator destacou-se os dias de produção.

Mele et al. (2016) com o objetivo de extrair informações metabólicas de dados sobre a quantidade e a qualidade do leite produzido sob diferentes sistemas de manejo, utilizaram dados de 47 ácidos graxos individuais, produção de leite e 5 características de composição de leite (teor de gordura, proteína, caseína e lactose, escore de células somáticas), em que verificaram representatividade de 12 diferentes grupos de ácidos graxos e produção de leite, sugerindo a existência de diferenças nas vias metabólicas para os ácidos graxos de cadeia curta, média e de novos ácidos e produtos de 9-dessaturase.

### **2.3- Análise discriminante canônica**

A análise discriminante é uma técnica estatística multivariada que busca a separação (discriminação) de uma série de indivíduos (observações) e, ou, a alocação (classificação) de novos indivíduos em grupos previamente definidos, com base em variáveis mensuradas nos indivíduos que compõem cada um dos grupos (JOHNSON; DEAN, 2002; MANLY, 1986; MARDIA; KENT; BIBBY, 1979; MARRIOT, 1974). A análise discriminante permite avaliar se os grupos diferem entre si, para o conjunto das variáveis mensuradas em seus indivíduos e, se o conhecimento prévio dessas variáveis permite designar um novo indivíduo a um dos grupos, com um risco mínimo de erro (BOUROCHE e SAPORTA, 1982).

Souza (1989), diz que a análise discriminante pode ser empregada com as finalidades de:

- Testar a integridade de agrupamentos.
- Selecionar as variáveis com poder real de discriminação.
- Determinar o número de funções discriminantes necessário para descrever o modelo de agrupamento.

- Construir regras para a alocação de indivíduos aos grupos.
- Estimar as probabilidades de classificações corretas.
- Verificar a validade de classificações prévias.
- Elaborar mapas territoriais dos grupos.
- Extrair informações sobre os relacionamentos entre as variáveis e os grupos.

Haygert-Velho et al. (2018) utilizaram a análise discriminante em um trabalho com banco de dados de produção de leite no Rio Grande do Sul com o objetivo de observar formação de grupos por estações do ano através de amostras mensais de produção e composição de leite, qualidade microbiológica do leite e saúde da glândula mamária, onde constatou a distinção das estações do ano através das variáveis estudadas.

Vários outros estudos na área de Zootecnia foram realizados utilizando a análise discriminante canônica, dentre eles, estão Veloso et al. (2016), que averiguaram a diferença genética entre 3 diferentes genótipos de frango de corte através de dados de desempenho e características de carcaça utilizando a análise discriminante canônica para selecionar as variáveis com maior poder de discriminação. Foi verificado que as duas primeiras variáveis canônicas explicaram quase 90% da variação entre os genótipos estudados.

Legaz et al. (2011) também utilizaram essa técnica de análise para testar a integridade dos agrupamentos, onde estudaram dezessete características morfométricas de 341 ovinos adultos da raça Assaf localizados em Churra e Manchega na Espanha. Ao final do trabalho verificaram que existiam pouca diferença entre as variáveis coletadas nos animais nas duas regiões da Espanha, principalmente as características de tamanho de orelha e de cauda que são características importantes para caracterização de uma raça. Este resultado pode ser considerado como um indicador de homogeneidade da raça no País.

Na avaliação de produção, qualidade e indicadores de qualidade de leite, essa técnica multivariada poderia ser utilizada para avaliar diferentes grupos genéticos, efeitos de ambiente sobre a produção, composição e qualidade higiênico sanitário do leite de forma a avaliar o sistema de produção frente a diferentes anos, estações ou até mesmo por estação/ano, verificando a integridade dos grupos formados, selecionando

variáveis com maior poder discriminatório, gerar modelos de agrupamentos, entre outras finalidades já citadas neste capítulo.

Neste trabalho em específico, objetivou-se avaliar por meio da análise multivariada a produção por ano e por período, bem como, a composição química (gordura, proteína, lactose e sólidos totais) e parâmetro de qualidade higiênico sanitária (contagem de células somáticas (CCS)) do leite de búfalas da raça Murrah criadas no semiárido nordestino.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALEIXO, S. S.; SOUZA, J. G. DE; FERRAUDO, A. S. Técnicas de análise multivariada na determinação de grupos homogêneos de produtores de leite. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, n. 6, p. 2168–2175, 2007.

ALESSIO, D. R. M. et al. Multivariate analysis of lactose content in milk of Holstein and Jersey cows. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 37, n. 4, p. 2641–2652, 2016.

ANDRADE, E. C. B. DE. **Análise de alimentos: uma visão química da nutrição**. 4. ed. São Paulo: Livraria Varela, 2015.

ANDRADE, K. D. DE et al. Efeito da estação do ano na qualidade do leite de búfalas. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 6, n. 3, p. 33–37, 2011.

BARRETO, M. L. J. et al. Análise de correlação entre a contagem de células somáticas (ccs), a produção, o teor de gordura, proteína e extrato seco total do leite bubalino. **Agropecuária Científica no Semi-Árido**, v. 6, n. 2, p. 43–53, 2010.

BERNARDES, O. Bubalinocultura no Brasil: situação e importância econômica. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, v. 31, n. 2, p. 293–298, 2007.

BEZERRA JUNIOR, J. S. et al. Multivariate analysis of milk yield, lactation length, and calving interval in female buffaloes. **Revista Colombiana de Ciências Pecuárias**, v. 31, n. 2, p. 103–109, 2018.

BOTELHO, P. B. **Aplicação de técnicas estatísticas multivariadas na avaliação de associações entre biomarcadores do estresse oxidativo e fatores dietéticos em indivíduos com dislipidemia controlada por estatinas**. São Paulo: Dissertação (mestrado) - Faculdade de Ciências Farmacêuticas da Universidade de São Paulo, 2009.

BOUROCHE, J.; SAPORTA, G. **Análise de dados**. Rio de Janeiro: Zahar, 1982.

BRITO, J. R. F.; DIAS, J. C. **A qualidade do leite**. Juiz de Fora (Brasil): Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 1998.

BUENO, V. et al. Contagem celular somática: relação com a composição centesimal do

leite e período do ano no Estado de Goiás. **Ciência Rural, Santa Maria**, v. 35, n. 4, p. 848–854, 2005.

CAPILHEIRA, M. F.; SANTOS, I. DA S. DOS. Fatores individuais associados à utilização de consultas médicas por adultos. **Revista Saúde Pública**, v. 40, n. 3, p. 436–443, 2006.

CONTE, G. et al. A canonical discriminant analysis to study the association between milk fatty acids of ruminal origin and milk fat depression in dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 101, n. 7, p. 1–14, 2018.

FERRARA, B.; INTRIERI, F. Características e emprego do leite de búfala. **Zootec SP**, v. 13, p. 25–50, 1975.

FIGUEIREDO, E. L.; JÚNIOR, J. DE B. L.; TORO, M. J. U. Caracterização físico-química e microbiológica do leite de búfala “in natura” produzido no estado do Pará. **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**, v. 4, n. 1, p. 19–28, 2010.

GUEDES., D. G. P. **Técnicas estatísticas multivariadas aplicadas a caracterização de carcaça de ovinos da raça Morada Nova**. Recife - PE: Tese (Doutorado) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Universidade Federal do Ceará, Universidade Federal da Paraíba, Programa de Doutorado Integrado em Zootecnia, 2017.

HAIR, J. F. J. et al. **Análise multivariada de dados**. 6. ed. Porto Alegre: Bookman, 2009.

HAYGERT-VELHO, I. M. P. et al. Multivariate analysis relating milk production, milk composition, and seasons of the year. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 90, n. 4, p. 3839–3852, 2018.

IBGE. **Censo Agropecuário: resultados preliminares**. Rio de Janeiro, RJ. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, , 2017.

JOHNSON, R. A.; DEAN, W. W. **Applied multivariate statistical analysis**. 5. ed. Upper Saddle River, New Jersey: Pearson Prentice hall, 2002.

JORGE, A. M. et al. Correlação entre o California Mastitis Test (CMT) e a contagem de células somáticas (CCS) do leite de búfalas Murrah. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, n. 6, p. 2039–2045, 2005.

LATTIN, J.; CARROL, J. D.; GREEN, P. E. **Análise de dados multivariados**. São Paulo: Cengage Learning, 2011.

LEGAZ, E. et al. Multivariate characterisation of morphological traits in Assaf (Assaf.E) sheep. **Small Ruminant Research**, v. 100, n. 2–3, p. 122–130, 2011.

MANLY, B. F. J. **Multivariate statistical methods; a primer**. New York: Chapman Hall, 1986.

MARDIA, K. V.; KENT, J. T.; BIBBY, J. M. **Multivariate analysis**. London: Academic Press, 1979.

MARRIOT, F. H. C. **The interpretation of multivariate observations**. London: Academic Press, 1974.

MELE, M. et al. Multivariate factor analysis of detailed milk fatty acid profile: Effects of dairy system, feeding, herd, parity, and stage of lactation. **Journal of Dairy Science**, v. 99, n. 12, p. 9820–9833, 2016.

MELO, B. A. DE. **Associação entre produção de leite, duração da lactação, primeiro intervalo de parto e intervalo de parto com a morfometria de búfalas mestiças da raça Murrah por meio de análise multivariada**. Rio Largo - AL: Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Alagoas, 2017.

MINGOTI, S. A. **Análise de dados através de métodos de estatística multivariada: uma abordagem aplicada**. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2005.

NORAKMAR, I. et al. Minerals and trace elements composition of raw cow's milk in peninsular Malaysia. **Malaysian Journal of Veterinary Research**, v. 8, n. 1, p. 155–162, 2017.

NORO, G. et al. Fatores ambientais que afetam a produção e a composição do leite em rebanhos assistidos por cooperativas no Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, n. 3, p. 1129–1135, 2006.

OLIVEIRA, A. DE L. Búfalos: produção, qualidade de carcaça e de carne. Alguns aspectos quantitativos, qualitativos e nutricionais para promoção do melhoramento genético. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, v. 29, n. 2, p. 122–134, 2005.

OLIVEIRA, R. L. et al. Composição química e perfil de ácidos graxos do leite e muçarela de búfalas alimentadas com diferentes fontes de lipídeos. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 61, n. 3, p. 736–744, 2009.

PEREIRA, C. DE B. **O marketing do lugarzinho: uma aplicação exploratória da técnica de índice de preços hedônicos a jovens consumidores de restaurantes na cidade de São Paulo**. São Paulo: Tese (Doutorado em Administração) - Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade, University of São Paulo, 2004.

PITUCH, K.; STEVENS, J. P. **Applied multivariate statistics for the social sciences**. New York: Routledge, 2016.

PIZAURO, L. J. L. et al. Perfil bioquímico, inclusive proteinograma, do soro lácteo de búfalas primíparas e pluríparas sadias ao longo da lactação. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 34, n. 1, p. 79–86, 2014.

RANGEL, A. H. DO N. et al. Fatores ambientais que afetam o desempenho de rebanhos da raça Jersey. **Revista Verde de agroecologia e desenvolvimento sustentável**, v. 3, n. 3, p. 36–39, 2008.

RHODA, D. A.; PANTOJA, J. C. F. Using mastitis records and somatic cell count data. **Veterinary Clinics of North America - Food Animal Practice**, v. 28, n. 2, p. 347–361, 2012.

RICCI, G. D.; DOMINGUES, P. F. O leite de búfala. **Revista de Educação**

**Conceituada em Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 10, n. 1, p. 14–19, 2012.

ROSA, B. R. T. et al. Introdução de búfalos no Brasil e sua aptidão leiteira. **Revista Científica Eletrônica de Medicina Veterinária**, n. 8, p. 1–6, 2007.

SANTOS, M. A. S. DOS et al. Caracterização do nível tecnológico da pecuária bovina na Amazônia Brasileira. **Revista de Ciências Agrárias Amazonian Journal of Agricultural and Environmental Sciences**, v. 60, n. 1, p. 103–111, 2017.

SCHULTZ, DUANE P.; SCHULTZ, S. E. **História da psicologia moderna**. 16. ed. São Paulo: Cultrix, 1992.

SKRZYPEK, R.; WÓJTOWSKI, J.; FAHR, R. D. Factors affecting somatic cell count in cow bulk tank milk - A case study from Poland. **Journal of Veterinary Medicine Series A: Physiology Pathology Clinical Medicine**, v. 51, n. 3, p. 127–131, 2004.

SOARES, A. D. et al. Composição do leite de búfala em diferentes ordens de parto. **Agropecuária Científica no Semi Árido**, v. 9, n. 4, p. 53–60, 2013.

SOARES, L. B. F. **Ocorrência da infecção pelo vírus da diarreia viral bovina (BVDV) e rinotraqueíte infecciosa bovina (IBR) em búfalos no estado de Pernambuco**. Garanhuns: Dissertação (Mestrado em Sanidade e Reprodução de Ruminantes) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2017.

SOUZA, A. L. **Análise multivariada para o manejo de florestas naturais: alternativas de produção sustentada de madeiras para serraria**. Curitiba: UFPR, 1989.

SOUZA, R. et al. Produção e qualidade do leite de vacas da raça Holandesa em função da estação do ano e ordem de parto. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 11, n. 2, p. 484–495, 2010.

STEVENS, J. **Applied multivariate statistics for the social sciences**. 3. ed. Mahway, NJ: Erlbaum, Lawrence, 1996.

TABACHNICK, B. G.; FIDELL, L. S.; ULLMAN, J. B. **Using multivariate statistics**. Massachusetts: Pearson Boston, 2007. v. 5

TEIXEIRA, L. V.; BASTIANETTO, E.; OLIVEIRA, D. A. A. Leite de búfala na indústria de produtos lácteos. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, v. 29, n. 2, p. 96–100, 2005.

VARGAS, D. P. DE et al. Correlações entre contagem de células somáticas e parâmetros físico-químicos e microbiológicos de qualidade do leite. **Ciência Animal Brasileira**, v. 15, n. 4, p. 473–483, 2014.

VELOSO, R. DE C. et al. Genetic divergence between genotypes for male and female broilers. **Ciência Rural**, v. 46, n. 3, p. 554–559, 2016.

VERRUMA, M. R.; SALGADO, J. M. Análise química do leite de búfala em comparação ao leite de vaca. **Scientia Agricola**, v. 51, n. 1, p. 131–137, 1994.

VIANNA, P. C. B. Qualidade microbiológica e físico-química do leite cru refrigerado adicionado de dióxido de carbono. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, v. 65, n. 375, p. 51–59, 2010.

VICINI, L. **Análise multivariada da teoria à prática**. Santa Maria: Monografia - Departamento de Estatística da Universidade Federal de Santa Maria, 2005.

VILLARES, J. B.; DOMINGUES, C. A. C.; RAMOS, A. . **Prova de ganho de peso de bubalinos para fins de melhoramento genético**. Campinas: Fundação Cargill, 1979.

WARNE, R. T. A Primer on Multivariate Analysis of Variance (MANOVA) for Behavioral Scientists. **Practical Assessment, Research & Evaluation**, v. 19, n. 17, p. 1–10, 2014.

WERNCKE, D. et al. Qualidade do leite e perfil das propriedades leiteiras no sul de Santa Catarina: Abordagem multivariada. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 68, n. 2, p. 506–516, 2016.

ZAVA, M. A. R. A. **Produção de Búfalos**. Campinas, SP: Instituto Campineiro de Ensino Agrícola, 1984.

ZIENTEK, L. R.; CAPRARO, M. M.; CAPRARO, R. M. Reporting practices in quantitative teacher education research: One look at the evidence cited in the AERA panel report. **Educational Researcher**, v. 37, n. 4, p. 208–216, 2008.

## **CAPÍTULO II**



## PRODUÇÃO E COMPOSIÇÃO DO LEITE DE BÚFALA NO SEMIÁRIDO NORDESTINO ATRAVÉS DA ANÁLISE MULTIVARIADA

### RESUMO

Objetivou-se avaliar dados de produção e qualidade do leite de búfalas criadas na região semiárida do Nordeste com abordagem multivariada. Foram utilizados dados de 13.752 observações de lactações coletados dos anos de 2013 a 2016, armazenados em banco de dados de produção e controle de qualidade do leite do plantel de uma Empresa Agropecuária, de Taipu, no Rio Grande do Norte. Para a avaliação da qualidade do leite foram consideradas a composição química (teores de gordura (GORD), proteína (PROT), lactose (LAC), e sólidos totais (ST), e como indicador de qualidade higiênico sanitária a contagem de células somáticas (CCS), e produção do leite (PL) avaliada através da quantidade produzida. Os dados foram submetidos a análise descritiva por ano e por período (seco, chuvoso e transição), correlação de Pearson e análise fatorial, com o objetivo de descrever, avaliar os níveis de correlações existentes entre as variáveis estudadas e verificar a significância do efeito conjunto dessas variáveis. O ano de 2015 apresentou maior média de produção de leite (7 litros/búfala/dia), enquanto a menor média (5,16) foi observada no ano de 2016. A composição química do leite não apresentou grandes variações ao longo dos anos estudados. Correlação alta e positiva foi observada para sólidos totais e gordura (0,91), e correlação positiva para proteína e sólidos totais, produção e lactose. Através da Análise Fatorial, foram selecionados 4 fatores que explicaram 88% da variação total. A variável GORD apresentou maior comunalidade (0,98), sendo esta a variável que melhor contribuiu para explicar a variação dos dados em todos os fatores. O primeiro fator foi considerado “fator qualidade do leite de búfala”, o segundo fator como “fator produção de leite” e o terceiro fator como “fator sanidade”. A análise fatorial mostra-se eficiente na avaliação da produção, composição química e pluviosidade na produção de leite bubalino.

**Palavras-chave:** Análise Descritiva; Análise Fatorial; Qualidade do leite; Semiárido

## EVALUATION OF THE PRODUCTION AND COMPOSITION OF BUFFALO MILK IN THE NORDESTINO SEMIARID THROUGH MULTIVARIATE ANALYSIS

### ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the production and quality of buffalo milk in the semi-arid region of the Northeast with a multivariate approach. Were used data from 13,752 observations of lactations collected from the years of 2013 to 2016 were stored in a database of production and quality control of the milk of the herd an Agro Animal Husbandry Company from Taipu, Rio Grande do Norte. In order to evaluate the quality of the milk, the chemical composition (fat fraction (GORD), protein (PROT), lactose (LAC), and total solids (ST)) were considered and somatic cell counts (CCS) as indicators of sanitary hygienic quality, and milk production (PL) evaluated by the quantity produced. The data were submitted to descriptive analysis by year and by period (dry, rainy and transition), Pearson's correlation and factorial analysis, with the purpose of describing, evaluating levels of correlation existents between the variables studied and verifying the significance of the joint effect of these variables. The year 2015 had the highest average milk production (7 liters / buffalo / day), while the lowest average (5.16) was observed in the year 2016. The chemical composition of the milk did not present great variations throughout the studied years. High and positive correlation was observed for total solids and fat (0.91), and positive correlation for protein and total solids, yield and lactose. Through Factor Analysis, were selected 4 factors that explained 88% of the total variation. The variable GORD presented greater commonality (0.98), being this the variable that best contributes to explain the variation of the data in all the factors. The first factor was considered "quality factor", the second factor as "production factor" and the third factor as "health factor". The factorial analysis was efficient in evaluating the production, chemical composition and rainfall in buffalo milk production.

**Keywords:** Descriptive Analysis; Factor analysis; Milk quality; Semi-arid

## INTRODUÇÃO

A bubalinocultura vem se destacando e ganhando espaço na pecuária brasileira. A região Nordeste também tem avançado na produção de búfalos nos últimos anos, onde, segundo dados do (IBGE, 2017), o rebanho apresentou efetivo de 83.018 cabeças, sendo o Maranhão o estado com maior número de cabeças, com um total de 57.305 búfalos, seguido da Bahia com 16.033, Pernambuco com 5.239 e Rio Grande do Norte com 1.311 cabeças de búfalos. Esse crescimento na região nordeste caracteriza-se pela boa adaptabilidade dos búfalos aos solos de baixa fertilidade e clima quente presente na zona da mata e semiárido nordestino.

Apesar da predominância da criação estar ligada a produção de carne, dados da literatura Fernandes et al. (2008) e Santos (2012), mostraram que a produção de leite bubalino na região nordeste também é uma atividade rentável, que contribui total ou parcialmente com a economia de muitos produtores, gerando renda e ainda promovendo diversidade e qualidade dos produtos advindos dessa atividade.

Figueiredo et al. (2010) e Teixeira et al. (2005) afirmaram que o leite de búfala é considerado de alta qualidade nutricional, apresentando níveis elevados de lipídeos, proteína, valor calórico, vitamina A e cálcio, além da presença de níveis de ácido linoleico conjugado, que ajuda no combate de doenças como a obesidade e a diabetes, características que confirmam a grande riqueza nutricional dessa matéria prima. Porém, essa configuração nutricional pode ser variável tendo em vista os processos de influência ambiental, genética e nutricional.

Em qualquer sistema de produção leiteira, as características quantitativas do leite terão grande importância, visto que a qualidade do produto final dependerá dentre outros fatores do estado do produto de origem. Alguns autores, como mencionados anteriormente (Noro et al., 2006; Rangel et al., 2008; Andrade et al., 2011), chamam a atenção sobre os efeitos do ambiente na qualidade do leite, pois esse apresenta-se como um fator de grande influência. A contagem de células somáticas, por exemplo, que é um fator sensível aos efeitos ambientais, apresenta-se como um parâmetro que tem alta relação com a seguridade higiênica do leite e o estado de sanidade da glândula mamária dos animais.

É comum observarmos trabalhos na literatura que avaliam a produção e qualidade de leite bovino na região Nordeste, porém para bubalinos os trabalhos ainda são escassos. Tendo em vista a natureza multivariada dos dados, faz-se necessário a

utilização de análise multivariada para avaliar essas características de produção. Dentre essas análises pode-se destacar a análise fatorial com base em componentes principais que tem como objetivo resumir as variáveis iniciais em fatores que possam apresentar dentre todas as variáveis aquelas que possuem maior importância e que melhor explicam a variação total dos dados, além de avaliar a inter-relação existente entre as variáveis.

Nesse contexto, objetivou-se, com o presente estudo, avaliar a produção de leite bubalino, sua composição química e contagem de células somáticas na região do semiárido nordestino, utilizando a análise fatorial.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

Os dados utilizados para a realização desse trabalho foram provenientes de registros de produção, controle e qualidade do leite do plantel bubalino de uma empresa agropecuária, que atua no ramo do agronegócio há 27 anos e uma de suas principais atividades é a produção de leite bubalino e seus derivados há mais de 15 anos.

A fazenda está localizada no município de Taipu, à 50km de Natal, e está situada na região Agreste do estado do Rio Grande do Norte. Segundo a Köppen e Geiger a região possui clima semiárido quente (BSh) com época seca que vai de agosto a janeiro e época chuvosa, de fevereiro a julho. A precipitação pluviométrica média é de aproximadamente 962 mm ao ano, sendo novembro o mês mais seco com 7 mm e o mês de abril com maior pluviosidade apresentando média de 180 mm. A temperatura média na propriedade é de 25,8°C, sendo janeiro o mês mais quente do ano com temperatura média de 27,1°C e julho o mês com temperaturas mais baixas com média de 24,0° C, com máxima de 31,6° C e mínima de 19,7° C e umidade relativa do ar média de 79,0% (CLIMATE-DATA.ORG, 2018).

O sistema de produção adotado na propriedade é o semi-intensivo, com animais manejados em pastejo rotacionado com pastagem do tipo *Panicum maximum* cv. Massai e *Brachiaria brizantha*, com utilização de suplementação no período das secas, utilizando-se de palma forrageira associada a outras fontes de volumosos e concentrado no cocho, todos os anos, como alternativa para melhorar o status nutricional dos animais nos períodos de baixa disponibilidade de nutrientes.

Os dados foram obtidos durante os anos de 2013, 2014, 2015 e 2016 totalizando 4 anos de coletas e 13.752 observações de lactações de búfalas da espécie *Bubalus bubalis*, pertencentes a raça Murrah. Foram utilizadas informações provenientes de amostra composta de uma média de 273 observações mensais com média total aos 12 meses de 3.276 lactações para o ano de 2013; 311 e 3.732 para o ano de 2014; 304 e 3.648 para 2015 e 258 e 3.096 para o ano de 2016, respectivamente. As ordenhas foram realizadas duas vezes ao dia com a utilização de ordenhadeira mecânica.

As coletas das amostras do leite foram realizadas uma vez ao mês durante os 12 meses do ano, durante os 4 anos. Todas as amostragens foram realizadas diretamente do tanque de resfriamento da propriedade e colocadas em frascos plásticos estéreis contendo uma pílula de reagente Bronopol (2-bromo-2-nitropropano-1,3-diol), para manter as características do leite intactas. Posteriormente as amostras foram encaminhadas para o laboratório de análise de leite da Universidade Federal Rural de Pernambuco no Departamento de Zootecnia, onde foram realizadas análises de composição química (teores de proteína (PROT), gordura (GORD), lactose (LAC) e sólidos totais (ST)), além das análises de qualidade do leite (contagem de células somáticas – (CCS)).

Todos os parâmetros anteriores foram analisados por meio de estatística descritiva simples por ano e por período, e correlacionados com os dados meteorológicos da região através da análise de correlação de *pearson*, a fim de descrever as médias de produção e composição do leite e correlacionar as variações como estudo base para avaliar a pertinência da análise fatorial.

Na análise descritiva foram considerados os anos de 2013 a 2016 e os períodos chuvoso, seco e transição que foram estabelecidos com base nos dados pluviométricos médio mensal coletados da propriedade, estes, apresentados na Figura 1.

Para a análise, o período chuvoso foram selecionados os meses de março a julho, como sendo os meses de maior precipitação pluviométrica da localidade, o período seco foi determinado com base nos meses de menor incidência de chuva, neste caso de outubro a dezembro e o período de transição foi classificado nos meses de janeiro, fevereiro, agosto e setembro como os meses com pluviosidade média.

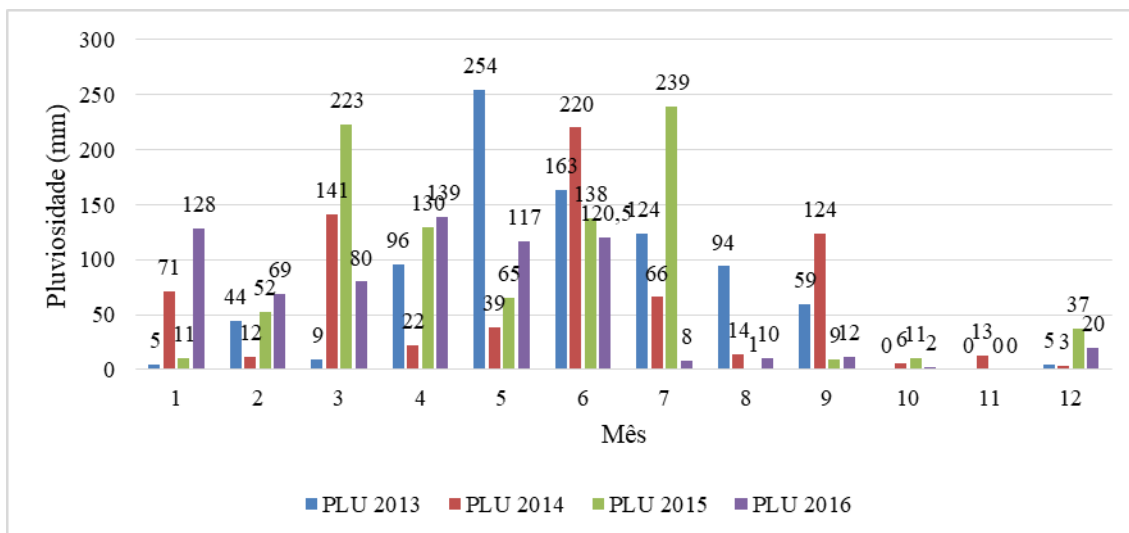


Figura 1 – Dados pluviométricos da propriedade nos anos de 2013 a 2016.

Pluviosidade média no ano de 2013 (PLU 2013); pluviosidade média no ano de 2014 (PLU 2014); pluviosidade média no ano de 2015 (PLU 2015); pluviosidade média no ano de 2016 (PLU 2016).

A análise fatorial com base em componentes principais – (AF) foi utilizada com a finalidade de resumir o conjunto de variáveis originais em poucos fatores e indicar as variáveis que mais contribuem para avaliação da produção e composição do leite. Foi utilizado o método de rotação ortogonal *Varimax*, que procura dar aos fatores maior potencial de interpretabilidade. Para seleção dos fatores foi utilizado o critério extração de Jolliffe (1986), o qual sugere manter os fatores com autovalores maior que 0,7, com a premissa de que os fatores associados a autovalores próximos de zero, podem ser desprezados sem grande perda de informação.

Os dados foram analisados com apoio dos programas estatístico *Statistical Analyses System®* (SAS) versão 9.0 e *software Statistica* (2009) versão 8.0. As estatísticas descritivas foram realizadas com a utilização dos procedimentos PROC MEANS e PROC CORR (para correlações simples) e a análise multivariada do tipo fatorial pelo procedimento PROC FACTOR.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Maiores médias de produção de leite foram verificadas para os anos de 2013 e 2015 com valores médios de 6,8 e 7 litros de leite produzido por búfala, por dia (Tabela 1). Rosa et al. (2007) citaram em seu trabalho, produção média de 1.583,7 litros de leite

por lactação, por búfala, com média diária de 7,3 litros, resultado bem próximo ao encontrado neste estudo, enquanto que, Gonçalves (2008) e Rassi et al. (2009), trabalhando com búfalas da raça Murrah, verificaram produções média diária de 5,10 e 3,53 litros, respectivamente. Esses resultados são indicativos de que a produção de leite é bastante influenciada por características de raça e meio, principalmente aquelas relacionadas a fatores nutricionais

Tabela 1 - Média, desvio padrão, valores máximos e mínimos e coeficiente de variação da produção, qualidade e CCS do leite de búfalas criadas na região do semiárido nordestino no período de 2013 a 2016.

<b>2013</b>					
Variáveis	Média	DP	Máximo	Mínimo	CV (%)
Produção (kg/dia)	6,892	0,959	7,970	5,610	13,91
Gordura (%)	6,881	1,160	8,210	5,330	16,87
Proteína (%)	4,289	0,124	4,460	4,130	2,892
Lactose (%)	4,557	0,150	4,810	4,320	3,302
Sólidos Totais (%)	16,66	1,061	17,90	15,36	6,371
CCS/mL de leite x10 <sup>3</sup>	323,8	126,0	531,0	194,0	38,93
Pluviosidade (mm)	80,00	84,35	254,0	0,000	105,4
<b>2014</b>					
Variáveis	Média	DP	Máximo	Mínimo	CV (%)
Produção (kg/dia)	6,650	1,265	8,480	5,020	19,02
Gordura (%)	6,747	0,799	8,480	5,820	11,84
Proteína (%)	4,162	0,212	4,480	3,790	5,107
Lactose (%)	4,468	0,286	4,770	4,020	6,407
Sólidos Totais (%)	16,42	0,660	17,82	15,57	4,021
CCS/mL de leite x10 <sup>3</sup>	492,0	148,1	696,0	277,0	30,10
Pluviosidade (mm)	60,9	68,14	220,0	3,000	111,8
<b>2015</b>					
Variáveis	Média	DP	Máximo	Mínimo	CV (%)
Produção (kg/dia)	7,009	1,329	8,930	5,250	18,97

Gordura (%)	6,744	0,440	7,610	6,180	6,534
Proteína (%)	4,101	0,237	4,470	3,510	5,793
Lactose (%)	4,460	0,178	4,690	4,100	4,006
Sólidos Totais (%)	16,26	0,576	17,35	14,89	3,541
CCS/mL de leitek <sup>10</sup> <sup>3</sup>	600,8	119,2	854,0	382,0	19,85
Pluviosidade (mm)	76,33	86,07	239,0	0,000	112,7
<b>2016</b>					
Variáveis	Média	DP	Máximo	Mínimo	CV (%)
Produção (kg/dia)	5,164	0,576	6,460	4,190	11,15
Gordura (%)	6,632	0,728	7,480	5,240	10,97
Proteína (%)	4,035	0,185	4,310	3,720	4,598
Lactose (%)	4,311	0,141	4,590	4,090	3,278
Sólidos Totais (%)	16,01	0,672	16,88	14,71	4,197
CCS/mL de leitek <sup>10</sup> <sup>3</sup>	690,2	123,7	954,0	506,0	17,92
Pluviosidade (mm)	58,79	55,84	139,0	0,000	94,99

DP: Desvio padrão e CV: Coeficiente de variação CCS: Contagem de células somáticas

O ano de 2016 apresentou menor média diária de produção (5,16 litros) de leite por búfala, com valor máximo e mínimo de 6,46 e 4,19, respectivamente. Foi também o ano que apresentou maior média (690,2 x 10<sup>3</sup>/mL) de contagem de células somáticas, com valor máximo de 954 x 10<sup>3</sup>/mL e mínimo de 506 x 10<sup>3</sup>/mL. Neste ano, a pluviosidade apresentou média inferior (58,79 ± 55,84) aos anos anteriores, que refletiu em menor produção de leite por búfala por dia e maiores quantidades de CCS por mL de leite.

Segundo Bueno et al. (2005) e Noro et al. (2006), propriedades que não armazenam volumoso em quantidade suficiente para suprir as necessidades no período de escassez de pastagens, pode ter comprometimento da quantidade e qualidade da dieta das vacas, o que poderia estar relacionado com elevação da CCS. Dessa forma, a restrição alimentar acarreta redução na produção de leite e, conseqüentemente, concentração das células somáticas.

A menor média de contagem de células somáticas (323,8 ± 126 x 10<sup>3</sup>cel/mL) no leite de búfala foi verificada no ano de 2013, contudo, o coeficiente de variação foi



acima de 30%, o que indica grande heterogeneidade dos dados ao longo do ano, não permitindo a caracterização da CCS neste ano.

A composição do leite (gordura, proteína, lactose e sólidos totais) apresentou valores bastante semelhantes para todos os anos, com coeficiente de variação baixos ou dentro do esperado para dados de campo, a exemplo do ano de 2013.

No período estudado, a porcentagem de gordura variou entre 6,63% a 7%, demonstrando estar dentro do intervalo de variação proposto para búfalas, citado por Rosa et al. (2007), que postularam valores entre 5,1% e 8,7%. Além da fração líquida, a gordura é o componente de maior variação dentro dos componentes do leite, pois está mais propensa a ser influenciada por características ambientais, principalmente a nutrição, assim como a produção de leite.

Constata-se a grande influência de outros fatores na concentração da gordura no leite, destacando-se a dieta dos rebanhos. O teor de gordura do leite decresceu, certamente, em consequência da inibição da síntese na glândula mamária ou da escassez dos precursores lipídicos. A dieta pobre em fibras e que contém gordura insaturada proporciona redução de até 30% do teor de gordura do leite, comparativamente à dieta rica em fibras e com gordura saturada (GRIINARI et al., 1998; BUENO et al., 2005). Zava, (1984) também apresenta valores de 4,36% para proteína, 4,83% para lactose e 17,96% para sólidos totais, valores esses bem próximos dos encontrados nesse estudo.

Maior média diária de produção foi verificada no período chuvoso, com 6,63 litros de leite/dia, cuja média de produção no período seco apresentou queda média de 0,750 kg de leite/dia (Tabela 2). Essa queda na produção pode estar relacionada a fatores ambientais e nutricionais, tendo em vista que nesse período os alimentos possuem baixa qualidade nutritiva, deficiências na quantidade e qualidade de água e temperaturas mais elevadas.

Tabela 2 - Média, desvio padrão, valores máximos e mínimos e coeficiente de variação da produção, qualidade e CCS do leite de búfalas criadas na região do semiárido nordestino nos períodos: seco, chuvoso e de transição.

<b>Período Seco</b>					
Variáveis	Média	DP	Máximo	Mínimo	CV (%)
Produção (kg/dia)	5,93	0,88	7,57	4,71	14,78
Gordura (%)	6,80	0,96	8,21	5,24	14,07

Proteína (%)	4,06	0,23	4,45	3,72	5,62
Lactose (%)	4,48	0,17	4,75	4,17	3,82
Sólidos Totais (%)	16,35	1,00	17,90	14,71	6,16
CCS/ml de leite x10 <sup>3</sup>	581	175,6	854	199	30,22
Pluviosidade (mm)	8,08	11,07	37	0	7,75

#### Período Chuvoso

Variáveis	Média	DP	Máximo	Mínimo	CV (%)
Produção (kg/dia)	6,63	1,41	8,93	4,19	21,35
Gordura (%)	6,67	0,65	7,61	5,52	9,68
Proteína (%)	4,20	0,15	4,47	3,79	3,55
Lactose (%)	4,42	0,22	4,81	4,09	4,90
Sólidos Totais (%)	16,29	0,57	17,35	15,44	3,47
CCS/ml de leite x10 <sup>3</sup>	495,5	211,4	954	207	42,65
Pluviosidade (mm)	125,5	71,52	254	8	56,98

#### Período de Transição

Variáveis	Média	DP	Máximo	Mínimo	CV (%)
Produção (kg/dia)	6,43	1,30	8,48	4,81	20,1
Gordura (%)	6,80	0,83	8,48	5,33	12,2
Proteína (%)	4,13	0,25	4,48	3,51	6,15
Lactose (%)	4,44	0,24	4,77	4,02	5,45
Sólidos Totais (%)	16,36	0,80	17,82	14,89	4,92
CCS/ml de leite x10 <sup>3</sup>	547,8	156,9	761	194	28,64
Pluviosidade (mm)	44,73	44,22	128	1	98,85

Para alcançar o sucesso na atividade leiteira, faz-se necessário, alguns requisitos básicos no sistema de produção de leite, dentre eles, o bom manejo nutricional (GARCIA, 2006), que está ligado a qualidade do alimento disponível, que pode variar em detrimento a pluviosidade como citado por Vitor et al. (2009). Estes autores destacam que a estacionalidade da produção de forragem, que ocorre com a maioria das espécies forrageiras tropicais, está relacionada principalmente a fatores climáticos, como a ocorrência de longos períodos com baixa intensidade de chuvas associada ao fotoperíodo mais curto e as baixas temperaturas durante os meses de maio a setembro.

Conforme esperado, a perda de produtividade proporcionou aumento na concentração de alguns componentes sólidos do leite, como por exemplo: teores de gordura e lactose, que, por sua vez, influenciaram o aumento na porcentagem de sólidos totais.

A variação nos constituintes do leite entre as diferentes épocas do ano estão dentro do documentado na literatura; esse comportamento deve-se à adaptabilidade dos animais às condições edafoclimáticas da unidade produtiva onde eram mantidas e ao manejo alimentar (ARAÚJO et al., 2011; BUFANO, 2006).

Quanto aos valores de CCS por mililitro (mL) de leite, pode-se observar maior média ( $581 \times 10^3$ ) para o período seco, seguido pelo período de transição com  $547,8 \times 10^3$  e pelo período chuvoso com menor média de CCS de  $495 \times 10^3$ /mL de leite. Em alguns casos, o aumento das chuvas e, conseqüentemente, das sujidades dentro do sistema de produção, pode ocasionar aumento na CCS do leite, devido ser considerado período de maior favorecimento no desenvolvimento de patógenos no ambiente; porém, não foi verificado esse comportamento na média observada no rebanho estudado (Tabela 2). Todavia, ao observar os valores máximos e mínimos, pode-se notar maiores valores para o período chuvoso se comparado ao período seco e de transição. Nota-se, também, que o coeficiente de variação observado foi acima de 40%, indicando alta dispersão dos dados acarretados por dados de CCS bastante variável ao longo do período.

Rosa et al. (2012), trabalhando com qualidade de leite bovino, com amostras individual e de tanque de expansão, verificaram que nos períodos de outono e início do inverno (período de maiores índices pluviométricos) ocorre aumento na quantidade de CCS, tanto nas amostras individuais como de tanque, indicando falha de manejo, provavelmente devido ao regime característico de chuvas desta época do ano na região estudada, o que leva ao aumento da contaminação do ambiente e, conseqüentemente, ao aumento de casos de mastites subclínicas.

Estudos demonstram que a quantidade de CCS presente no leite pode estar mais relacionada com o estágio de lactação da fêmea, do que com o aumento das sujidades observadas no período chuvoso, podendo essa segunda opção variar conforme a qualidade no manejo sanitário realizado nas fêmeas. Segundo (LACERDA et al., 2010; SOUZA et al., 2010), além da presença de infecções intramamárias e fatores intrínsecos como raça, idade da vaca e estágio de lactação, outros fatores extrínsecos podem interferir na CCS, como época do ano e estresse climático.

No geral, observa-se que a produção e as variáveis de composição química do leite tendem a aumentar conforme há maiores incidências pluviométricas na propriedade. Essa relação pode estar diretamente relacionada com a maior quantidade e qualidade da água e dos alimentos disponíveis fornecidos as búfalas.

Verificou-se neste trabalho correlação alta e positiva apenas para os teores de sólidos totais e gordura com coeficiente de correlação de 0,91 (Tabela 3). Os sólidos totais são compostos de todos os componentes sólidos do leite (gordura, proteína, lactose, minerais e vitaminas), sendo a gordura o componente de maior quantidade proporcionalmente e de maior oscilação em decorrência de diversos fatores. Assim, a quantidade de sólidos totais presente no leite tende a apresentar maior dependência da quantidade de gordura do que da quantidade dos demais componentes sólidos.

Tabela 3 - Coeficiente de correlação de Pearson entre as variáveis: Produção de leite (Prod), gordura (Gord), proteína (Prot), lactose (Lac), sólidos totais (ST), contagem de células somáticas (CCS) e pluviometria (Pluv) de búfalas.

Variáveis	Gord	Prot	Lac	ST	CCS	Pluv
Prod	-0,14 0,338	-0,02 0,870	0,47 *0,0008	-0,01 0,904	-0,33 *0,026	0,29 *0,040
Gord	-	0,25 0,091	-0,48 *0,0007	0,91 <.0001	0,12 0,397	0,10 0,504
Prot		-	0,02 0,853	0,50 *0,0004	-0,37 *0,011	0,26 0,081
Lac			-	-0,17 0,239	-0,40 *0,006	0,11 0,449
ST				-	-0,07 0,625	-0,02 0,893
CCS					-	-0,30 *0,045

\*Significância

Correlações média e positiva foram verificadas para teores de proteína e sólidos totais (0,50), produção e lactose (0,47) apresentando, assim, efeito de linearidade positiva, ou seja, se uma variável aumentar, provavelmente a sua correlacionada mudará na mesma proporção e direção.

Correlação média e negativa foi observada para gordura e lactose (-0,48) e lactose e CCS (-0,40). Nesses casos, seguindo a premissa do modelo linear, tem-se que se uma dessas variáveis diminuir, como sua correlação é negativa, a outra variável

correlacionada negativamente provavelmente variará em sentido contrário e proporcional ao valor obtido.

González et al. (2001) comentaram que a variação no teor de sólidos totais é, em sua grande parte, dependente das variações no teor de gordura do leite, fração que apresenta maior amplitude de variação. Coeficientes de correlação semelhantes (0,90) foram encontrados por Soares et al. (2013) para sólidos totais e gordura.

Correlações quase nulas foram verificadas para os demais parâmetros com o destaque para produção e sólidos totais (-0,01), o que corrobora com o resultado encontrado por Soares et al. (2013), produção e proteína (-0,02), proteína e lactose (0,02) e sólidos totais e lactose (-0,02). Relação entre gordura e CCS também foi avaliada por Sabedot et al. (2011) que obtiveram correlação baixa. Segundo os autores, existe muita controvérsia sobre os efeitos da CCS sobre a concentração de gordura no leite, pois o aumento de alguns componentes do leite pode estar relacionado com a diminuição da produção do leite causado por infecções da glândula mamária (MOURA et al., 2009; PEREIRA et al., 1999; SILVA et al., 2007).

As correlações entre CCS e produção de leite (-0,33), CCS e proteína (-0,37) e, CCS e pluviosidade (-0,30) apresentaram valores médios.

Na Tabela 4, são apresentados os fatores obtidos da análise fatorial, seus autovalores, variância total por fator, ou seja, o quanto cada fator explica em porcentagem a variação total dos dados e por fim, a variância acumulada, que é a somatória da variância total em casos onde é necessário utilizar mais de um fator. Com base na metodologia de Jolliffe, foram selecionados três fatores dos 6 existentes, cujos autovalores foram acima de 0,7

Tabela 4 - Fatores, autovalores, porcentagem da variância total por fator e variância total acumulada da composição e qualidade do leite de búfalas

Fatores	Autovalor	% Variância Total	% Variância Acumulada
1	2,37	0,39	0,39
2	1,85	0,31	0,70
3	0,88	0,14	0,85
4	0,49	0,08	0,93
5	0,39	0,06	0,99
6	0,00	0,00	1,00

Através da análise fatorial foi possível selecionar três fatores os quais explicaram 85% da variação total dos dados, ou seja, 50% das variáveis explicaram maior parte da variação, permitindo redução do espaço amostral em 50%.

Observa-se que as comunalidades variaram de 0,72 a 0,97, sendo a lactose a variável que menos contribuiu para explicar a variação total dos fatores, enquanto que a gordura apresentou maior comunalidade, sendo, portanto, esta variável a que melhor contribui para explicar a variação total dos dados (Tabela 5).

Tabela 5 - Pesos das variáveis de qualidade e composição do leite, por fator e suas comunalidades

Variáveis	Fator 1	Fator 2	Fator 3	C
Produção	0,05	<b>-0,93</b>	-0,03	0,87
Gordura	<b>0,97</b>	0,17	-0,03	0,97
Proteína	0,33	0,13	<b>0,84</b>	0,83
Lactose	-0,37	<b>-0,70</b>	0,29	0,72
Sólidos Totais	<b>0,94</b>	-0,00	0,26	0,96
CCS	0,10	0,40	<b>-0,75</b>	0,74
% Variância Total	39,62	31	14,65	

CCS – Contagem de células somáticas, C – Comunalidades

A maior comunalidade para gordura é devido ao maior peso obtido para esta variável no fator 1 (0,97), que é, também, o componente que mais varia dentro da fração dos sólidos totais do leite, sólidos esse que também se destacou no mesmo fator (0,94). Deste modo, fica claro que a qualidade do leite é determinada principalmente pelos teores de gordura que por consequência serão fatores de influência na quantidade e qualidade dos sólidos totais. Denominou-se então o fator 1 de “fator qualidade”.

A variável produção se destacou no fator 2 (Tabela 5), denominando-se de “fator produção de leite”. Em um sistema de produção leiteira, a produção em si, é responsável pela obtenção do leite, produto já é reconhecido pelo seu elevado valor nutritivo e considerado alimento essencial a algumas faixas da população. É responsável pela geração de renda de centenas de produtores e ainda pela sua alta participação e de seus derivados na cesta básica e, por consequência, nos índices que calculam a inflação

(GOMES, 1999). Outra variável que também se destacou no segundo fator foi a lactose (-0,70), variável diretamente ligada com a quantidade de leite produzido, visto que a lactose está relacionada com a regulação da pressão osmótica na glândula mamária; no processo de síntese do leite a lactose tende a atrair a água através da relação soluto e solvente para as células epiteliais mamárias, desta forma, a maior produção de lactose determina maior produção de leite (GONZÁLEZ; et al, 2001; ROSA et al., 2012). Variáveis que apresentam uma alta associação tendem a compartilhar o mesmo fator.

A proteína foi a variável com maior carga fatorial no terceiro fator (0,84), juntamente com CCS (-0,75). As proteínas do leite possuem alto valor nutricional, contendo alto teor de aminoácidos essenciais, especialmente os de cadeia ramificada (HARAGUCHI et al, 2005). A relação entre o aumento da contagem de células somáticas e a proteína total do leite apresenta resultados variáveis, isso ocorre quando a contagem de células somáticas se encontra elevada e, então, a composição proteica do leite muda, a síntese das proteínas verdadeiras principalmente da caseína são reduzidas, pois o tecido secretor encontra-se comprometido, porém os níveis de proteína total são mantidos pela presença das proteínas do sangue, que são lançadas no alvéolo mamário devido ao aumento da permeabilidade vascular (AULDIST; HUBBLE, 1998). Esse resultado é confirmado pelo valor da correlação observado neste estudo (-0,37). Na medida que a quantidade de CCS aumenta a quantidade de proteína diminui.

A plasmina, enzima proteases endógenas naturalmente presente no leite, possui aumento expressivamente no leite quando há processos infeccioso que, por sua vez aumenta a quantidade de célula somáticas presente no leite. Essas enzimas degradam rapidamente as proteínas,  $\alpha$ 1- e  $\beta$ -caseínas, diminuindo a concentração de proteína e aumentando a concentração de células somáticas presente no leite (CRUZ et al., 2016).

Gonzalez et al. (2003) encontraram efeito estatisticamente relevante ( $p < 0,0001$ ) da CCS sobre os teores de proteínas. As proteínas do leite possuem alto valor nutricional, contendo alto teor de aminoácidos essenciais, especialmente os de cadeia ramificada (HARAGUCHI et al., 2005).

No Brasil, a produção total de leite e o teor de gordura são as características mais enfatizadas pelos serviços de controle leiteiro, enquanto diversos países, nos últimos anos, têm valorizado o teor de proteína utilizando este critério nos sistemas de pagamento por qualidade. Esta tendência se explica porque, enquanto a gordura teve sua preferência reduzida pelos hábitos de consumo da população, a proteína tem sido

valorizada por ser determinante do rendimento industrial de derivados lácteos (MONARDES, 1998).

Na Figura 2, estão dispostos em plano tridimensional os três fatores escolhidos através do método de Jolliffe. Um plano fatorial tridimensional é formado para explicar graficamente a relação das variáveis com os três primeiros fatores considerados, ou seja, é verificada associação entre variáveis e a relação dessas a um fator específico. Cargas fatoriais próximas a -1 ou 1 indicam que a variável influencia fortemente o fator, já cargas próximas de 0 indicam que a variável tem uma influência fraca no fator.

Observa-se proximidades das variáveis com maiores pesos nos fatores. As variáveis gordura e sólidos totais apresentaram-se muito próximas, considerando-se os planos horizontal e vertical no Fator 1, por isso, esse fator melhor descreve a qualidade do leite.

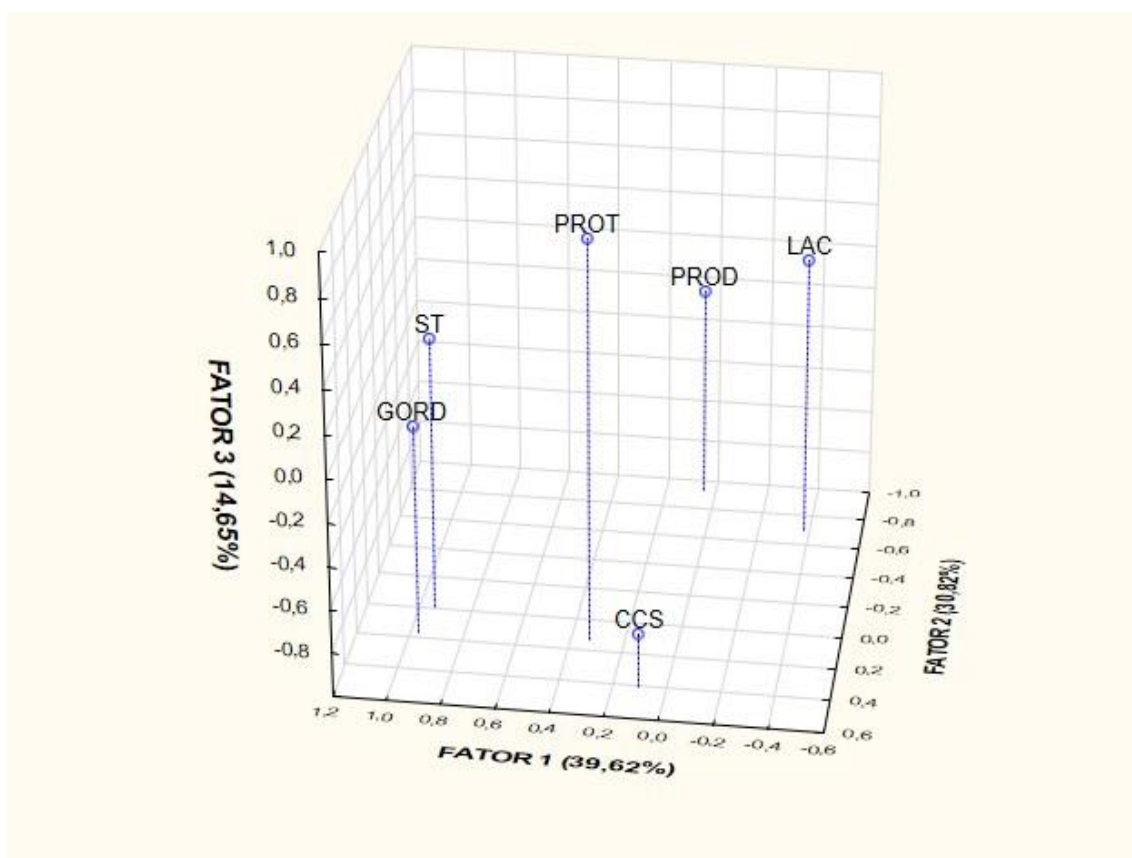


Figura 2 - Representação fatorial das variáveis de produção e composição do leite de búfalas =. PROT – proteína, GORD – gordura, ST – sólidos totais, PROD – produção, LAC – lactose, CCS – contagem de células somáticas.



O contrário pode ser observado entre a proteína e a contagem de células somáticas que apresentaram-se com distâncias bastante acentuadas, o que deve-se ao fato da variável proteína apresentar peso alto positivo e a variável contagem de células somáticas apresentar peso alto, porém negativo. As variáveis produção e lactose apresentaram comportamento semelhantes a gordura e sólidos totais com distâncias pequenas entre si.

## CONCLUSÃO

As análises utilizadas são eficientes na avaliação da produção e qualidade do leite de búfalas da região semiárida e permite a verificação do comportamento dos dados e correlação entre as variáveis durante os períodos avaliados.

As variáveis são bons preditores para a produção, composição química e qualidade do leite bubalino.

## REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

ANDRADE, K. D. DE et al. Efeito da estação do ano na qualidade do leite de búfalas. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 6, n. 3, p. 33–37, 2011.

ARAÚJO, T. P. M. et al. Influência das estações do ano sobre a composição do leite de búfalas mantido em tanque de resfriamento. **Agropecuária Científica no Semi-Árido**, v. 7, n. 1, p. 1–5, 2011.

AULDIST, M. J.; HUBBLE, I. B. Effects of mastitis on raw milk and dairy products. **Australian Journal Dairy Technology**, v. 53, p. 28–36, 1998.

BUENO, V. et al. Contagem celular somática: relação com a composição centesimal do leite e período do ano no Estado de Goiás. **Ciência Rural, Santa Maria**, v. 35, n. 4, p. 848–854, 2005.

BUFANO, G. ET AL. The effect of calving season on milk production in water buffalo (*Bubalus bubalis*). **Archivos Latinoamericanos de Producción Animal**, v. 14, n. 2, p. 56–59, 2006.

CLIMATE-DATA.ORG. **Climate Rio Grande do Norte: Temperature, climate graph, Climate table for Rio Grande do Norte - Climate-Data.org**. Disponível em: <<https://en.climate-data.org/region/216/>>. Acesso em: 30 set. 2018.

CRUZ, A. et al. **Química, Bioquímica, Análise Sensorial e Nutrição no Processamento de Leite e Derivados**. 1. ed. Rio de Janeiro: Elsevier Brasil, 2016.

FERNANDES, S. A. DE A. et al. Sistemas produtivos de búfalos na zona canvieira de Pernambuco, caracterização e diagnóstico. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 9, n. 3, p. 565–577, 2008.

FIGUEIREDO, E. L.; JÚNIOR, J. DE B. L.; TORO, M. J. U. Caracterização físico-química e microbiológica do leite de búfala “in natura” produzido no estado do Pará. **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**, v. 4, n. 1, p. 19–28, 2010.

GARCIA, A. R. Influência de fatores ambientais sobre as características reprodutivas de búfalos do rio (*Bubalus bubalis*). **Revista de Ciências Agrárias**, v. 45, n. 10, p. 1–13, 2006.

GOMES, S. T. Diagnóstico e perspectivas da produção de leite no Brasil. **Arquivo Universidade Federal de Viçosa**, v. 121, n. 20, p. 1–13, 1999.

GONÇALVES, O. **Características de criações de búfalos no Brasil e a contribuição do marketing no agronegócio bubalino**. Pirassununga: Tese (Doutorado em Zootecnia) Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos – Universidade de São Paulo, 2008.

GONZÁLEZ, F. H. D.; DÜRR, W.; FONTANELI, R. S. Composição bioquímica do leite e hormônios da lactação. In: **Uso do leite para monitorar a nutrição e o metabolismo de vacas leiteiras**. Porto Alegre, RS: Faculdade de Medicina Veterinária da UFRGS, 2001. p. 5–22.

GONZALEZ, S. G. et al. Influência de fatores raciais e manejo nutricional na contagem de células somáticas e nos constituintes do leite de vacas holandesas e mestiças no Norte do Estado do Paraná, Brasil. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 25, n. 2, p. 323–329, 2003.

GRIINARI, J. M. et al. Trans-octadecenoic acids and milk fat depression in lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 81, n. 5, p. 1251–1261, 1998.

HARAGUCHI, F. K.; ABREU, W. C. DE; PAULA, H. DE. Proteínas do soro do leite: composição, propriedades nutricionais, aplicações no esporte e benefícios para a saúde humana. **Revista Nutrição**, v. 19, n. 4, p. 479–478, 2005.

IBGE. **Censo Agropecuário: resultados preliminares**. Rio de Janeiro, RJ. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, , 2017.

JOLLIFFE, I. T. **Principal component analysis**. Springer, Berlin: International Encyclopedia of Statistical Science, 2011.

LACERDA, L. M.; MOTA, R. A.; SENA, M. J. DE. Contagem de células somáticas, composição e contagem bacteriana total do leite de propriedades leiteiras nos municípios de Miranda do Norte, Itapecurú– Mirim e Santa Rita, Maranhão. **Arquivo do Instituto Biológico**, v. 77, n. 2, p. 209–215, 2010.

MONARDES, L. H. Programa de pagamento de leite por qualidade em Québec, Canadá. In: **Simpósio Internacional sobre Qualidade do leite**. Curitiba: Universidade Federal do Paraná, 1998. p. 40–43.

- MOURA, A. C. S. et al. Avaliação da qualidade do leite cru refrigerado no Estado de Alagoas. **Revista Higiene Alimentar**, v. 23, n. 172/173, p. 156–159, 2009.
- NORO, G. et al. Fatores ambientais que afetam a produção e a composição do leite em rebanhos assistidos por cooperativas no Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, n. 3, p. 1129–1135, 2006.
- PEREIRA, A. R. et al. Efeito do nível de células somáticas sobre os constituintes do leite I-gordura e proteína. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, v. 36, n. 3, p. 121–124, 1999.
- RANGEL, A. H. DO N. et al. Fatores ambientais que afetam o desempenho de rebanhos da raça Jersey. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 3, n. 3, p. 36–39, 2008.
- RASSI, L. F. et al. Correlação entre produções parciais e totais de leite em um rebanho bubalino. **Estudos**, v. 36, n. 11/12, p. 1135–1139, 2009.
- ROSA, B. R. T. et al. Introdução de búfalos no Brasil e sua aptidão leiteira. **Revista Científica Eletrônica de Medicina Veterinária**, n. 8, p. 1–6, 2007.
- ROSA, D. C. et al. Qualidade do leite em amostras individuais e de tanque de vacas leiteiras. **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 79, n. 4, p. 485–493, 2012.
- SABEDOT, M. A. et al. Correlação entre contagem de células somáticas, parâmetros microbiológicos e componentes do leite em amostras de leite. **Arquivos de Ciências Veterinárias e Zoologia da UNIPAR**, v. 14, n. 2, p. 101–106, 2011.
- SANTOS, K. L. DE L. DOS. **Caracterização do sistema produtivo de búfalos no Estado de Pernambuco**. Recife, PE: Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2012.
- SILVA et al. Contagem de células somáticas em amostras de leite cru na região de Catalão, GO. **Revista Higiene Alimentar**, v. 21, n. 149, p. 73–81, 2007.
- SOARES, A. D. et al. Composição do leite de búfala em diferentes ordens de parto. **Agropecuária Científica no Semiárido**, v. 9, n. 4, p. 53–60, 2013.
- SOUZA, R. et al. Produção e qualidade do leite de vacas da raça Holandesa em função da estação do ano e ordem de parto. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 11, n. 2, p. 484–495, 2010.
- TEIXEIRA, L. V.; BASTIANETTO, E.; OLIVEIRA, D. A. A. Leite de búfala na indústria de produtos lácteos. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, v. 29, n. 2, p. 96–100, 2005.
- VITOR, C. M. T. et al. Produção de matéria seca e valor nutritivo de pastagem de capim-elefante sob irrigação e adubação nitrogenada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, n. 3, p. 435–442, 2009.
- ZAVA, M. A. R. A. **Produção de Búfalos**. Campinas, SP: Instituto Campineiro de Ensino Agrícola, 1984.

## **CAPITULO III**

## **AVALIAÇÃO DO LEITE DE BÚFALAS CRIADAS NO SEMIÁRIDO NORDESTINO ATRAVÉS DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA MULTIVARIADA E DISCRIMINANTE CANÔNICA**

### **RESUMO**

Objetivou-se utilizar a análise de variância multivariada e discriminante canônica para avaliar a produção, composição química e contagem de células somáticas (CCS) do leite de búfalas criadas na região semiárida do Nordeste. Para as características químicas do leite, foram considerados os teores de gordura, proteína, lactose e sólidos totais. Como parâmetro indicador de qualidade do leite foi utilizado os valores de CCS do leite. Foram analisados dados de 13.752 observações de lactações de búfalas coletados durante os anos de 2013, 2014, 2015 e 2016 de uma Empresa Agropecuária, localizada no município de Taipu, no estado do Rio Grande do Norte. Além do efeito de ano, os meses foram classificados em períodos (seco, de transição, e chuvoso), determinados com base na pluviosidade da localidade. Utilizou-se a técnica de análise de variância multivariada e discriminante canônica com o objetivo de verificar a significância entre os vetores de médias bem como, discriminar e classificar os grupos por ano e por período. O primeiro componente absorveu mais de 86% da variação total, sendo a gordura e os sólidos totais, as variáveis que mais contribuíram para a variação total dos dados. Efeito significativo de ano pelo teste de Pillai's sobre as variáveis estudadas. Na análise discriminante canônica por ano as variáveis de maior peso foi (CCS), produção de leite e sólidos totais. Foram formadas duas variáveis canônicas, as quais representam 95% da variação total onde os anos de 2013 e 2016 apresentaram-se distantes enquanto que os anos de 2014 e 2015 apresentaram-se aproximados. Na Manova, por períodos, o primeiro componente acumulou de mais de 93% da variação total, onde as frações de lactose e gordura foram as variáveis de maior peso. Não houve diferença significativa entre as estações de acordo com o teste de Pillai. Na análise discriminante por período, as variáveis de maior poder discriminatório foram a proteína, produção, lactose, gordura e sólidos totais. A análise permitiu a formação de duas variáveis canônicas, as quais sintetizaram toda variação. A análise discriminante foi eficiente na avaliação da produção, qualidade do leite e CCS, podendo ser usadas com segurança para classificação e alocação de novos animais aos grupos por estação.

**Palavras-chave:** Análise Multivariada; Bubalinos; Produção de leite; Semiárido nordestino

## **EVALUATION OF MILK OF BUFFALAS CREATED IN NORDESTINO SEMIARID THROUGH ANALYSIS OF MULTIVARIATE VARIANCE AND CANNON DISCRIMINANT**

### **ABSTRACT**

The objective was to use the multivariate analysis of variance and canonical discriminant for to evaluate the production, chemical composition and somatic cell count (CCS) of buffalo milk created in the semi-arid region of the Northeast. For the chemical characteristics of milk, the levels of fat, protein, lactose and total solids were considered. The CCS values of milk were used as the indicator parameter for milk quality. Data from 13,752 observations of buffalo lactations collected during the years of 2013, 2014, 2015 and 2016 from an Agricultural and Livestock Enterprise, located in the city of Taipu, in the state of Rio Grande do Norte, were analyzed. In addition to the year effect, the months were classified into periods (dry, transition, and rainy), determined based on rainfall of the locality. We used multivariate analysis of variance technique and canonical discriminant in order to verify the significance between the mean vectors as well, discriminate and classify groups by year and period. The first component absorbed more than 86% of the total variation, being the fat and total solids, the variables that contributed the most to the total variation of the data. Significant year effect was observed by the Pillai's test on the studied variables. In the canonical discriminant analysis per year, the variables in highest weight were (CCS), milk production and total solids. Were formed two canonical variables, representing 95% of the total variation where the years of 2013 and 2016 presented himself distant while the years 2014 and 2015 were approximate. In Manova, for periods, the first component accumulated of more than 93% of the total variation, where the lactose and fat fractions were the variables of greater weight. There was no significant difference between stations according to the Pillai test. In the discriminant analysis by period, the variables of greater discriminatory power were protein, production, lactose, fat and total solids. The analysis allowed the formation of two canonical variables, which synthesized every variation. The discriminant analysis was efficient in evaluating the production, milk quality and CCS, and could be safely used to classify and allocate new animals to groups per season.

**Key-words:** Multivariate analysis; Buffaloes; Milk production; Northeastern semi-arid

## INTRODUÇÃO

Por muitos anos, a capacidade produtiva e adaptativa dos búfalos foi subestimada de forma que sua criação era realizada apenas em áreas marginalizadas, onde a bovinocultura não apresentava bons desempenhos. Porém, esse conceito tem sido quebrado por diversos estudos que comprovam que esses animais possui potencial produtivo e adaptativo (BERNARDES, 2006; GONÇALVES, 2008; RASSI et al., 2009; ROSA et al., 2007).

A utilização de búfalas para a produção de leite e derivados vem se tornando uma atividade cada vez mais reconhecida no cenário agropecuário, porém ainda com crescimento modesto da atividade; todavia, o mercado de derivados do leite de búfala já está consolidado no Brasil, trazendo segurança e preços compensatórios aos produtores que praticam a atividade.

No Nordeste brasileiro essa atividade também tem apresentado bons resultados econômicos, mas ainda sofre com a escassez de informações acerca dos efeitos de interação ambiente/animal nesta região, fato que pode levar a queda de produção e qualidade do leite e seus derivados.

Sabe-se que a produção de leite pode ser influenciada por diversos fatores, dentre eles os ambientais e nutricionais que variam em detrimento da incidência pluviométrica da localidade. Amaral et al. (2004) estudaram a variação dos componentes do leite de búfalas em relação a estação do ano em rebanhos bubalinos em Minas Gerais, observaram variações dos componentes, sendo que as maiores variações ocorreram para o teor de gordura, teor de proteína e teor de sólidos totais, com os maiores percentuais para o teor de gordura na primavera e os menores no outono e verão; os maiores percentuais para o teor de proteína no verão e os menores, no inverno.

Caracterizar o sistema produtivo levando em consideração a pluviosidade local apresenta-se como uma forma de conhecer as vantagens e limitações do próprio sistema, além de poder analisar o comportamento de algumas particularidades própria do sistema de produção de leite frente as características da região. Araújo et al. (2011) estudaram a influência das estações secas e chuvosas na composição do leite de búfalas na região semiárida do Rio Grande do Norte onde verificaram que há variações dos componentes do leite durante os períodos de menor pluviosidade. A caracterização do sistema

produtivo pode ser realizada por vários métodos, porém o mais indicado é o uso de análise estatística multivariada, tendo em vista o comportamento multivariado dos dados.

Objetivou-se avaliar a produção de leite de búfala, bem como sua composição química e contagem de células somáticas utilizando análise de variância multivariada afim de verificar como os anos de 2013 a 2016 e os períodos seco, chuvoso e de transição exercem influência sobre as variáveis estudadas, além de verificar o comportamento dos animais por ano e estação por meio da análise discriminante canônica.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

Os dados utilizados para a realização desse trabalho foram provenientes de registros de produção, controle e qualidade do leite do plantel bubalino de uma empresa agropecuária, que atua no ramo do agronegócio há 27 anos, onde uma de suas principais atividades é a produção de leite bubalino e seus derivados a mais de 15 anos.

A fazenda está localizada no município de Taipu, à 50km de Natal, e está situada na região Agreste do estado do Rio Grande do Norte. A região possui clima semiárido quente (BSh) com época seca que vai de agosto a janeiro e época chuvosa, de fevereiro a julho. A média precipitação pluviométrica é de aproximadamente 962 mm ao ano, sendo novembro o mês mais seco com 7 mm e o mês de abril com maior pluviosidade apresentando média de 180 mm. A temperatura média na propriedade é de 25,8°C, sendo janeiro o mês mais quente do ano com temperatura média de 27,1°C e julho o mês com temperaturas mais baixas com média de 24,0° C, com máxima de 31,6° C e mínima de 19,7° C e umidade relativa do ar média de 79,0% (CLIMATE-DATA.ORG, 2018).

O sistema de produção adotado na propriedade é o semi-intensivo, com animais manejados em pastejo rotacionado com pastagem do tipo *Panicum maximum* cv. Massai e *Brachiaria brizantha*, com utilização de suplementação no período das secas utilizando-se de palma forrageira associada a outras fontes de volumosos e concentrado no cocho como alternativa para melhorar o status nutricional dos animais nos períodos de baixa disponibilidade de nutrientes.



Os dados foram obtidos durante os anos de 2013, 2014, 2015 e 2016, totalizando 4 anos de coletas e 13.752 observações de lactações de búfalas da espécie *Bubalus bubalis*, pertencentes a raça Murrah. Foram utilizadas informações provenientes de uma média de 273 observações mensais com média total aos 12 meses de 3.276 lactações para o ano de 2013, 311 e 3.732 para o ano de 2014; 304 e 3.648 para 2015 e 258 e 3.096 para o ano de 2016, respectivamente. As ordenhas foram realizadas duas vezes ao dia com a utilização de ordenhadeiras mecânica.

As coletas das amostras do leite foram realizadas uma vez ao mês durante os 12 meses do ano, durante os 4 anos. Todas as amostragens foram realizadas diretamente do tanque de resfriamento da propriedade e colocadas em frascos plásticos estéreis contendo uma pílula de reagente Bronopol (2-bromo-2-nitropropano-1,3-diol), para manter as características do leite intactas. Posteriormente as amostras foram encaminhadas para o laboratório de análise de leite da Universidade Federal Rural de Pernambuco no Departamento de Zootecnia, onde foram realizadas as análises de composição química do leite (teores de proteína (PROT), gordura (GOR), lactose (LAC) e sólidos totais (ST)), além das análises de qualidade do leite (contagem de células somáticas - CCS), visto que o último parâmetro tem alta relação com a seguridade higiênica do leite e o estado de sanidade da glândula mamária dos animais. Todos os parâmetros anteriores foram analisados com base nos dados pluviométricos (PLU) da localidade e que estão representados no Figura 1.

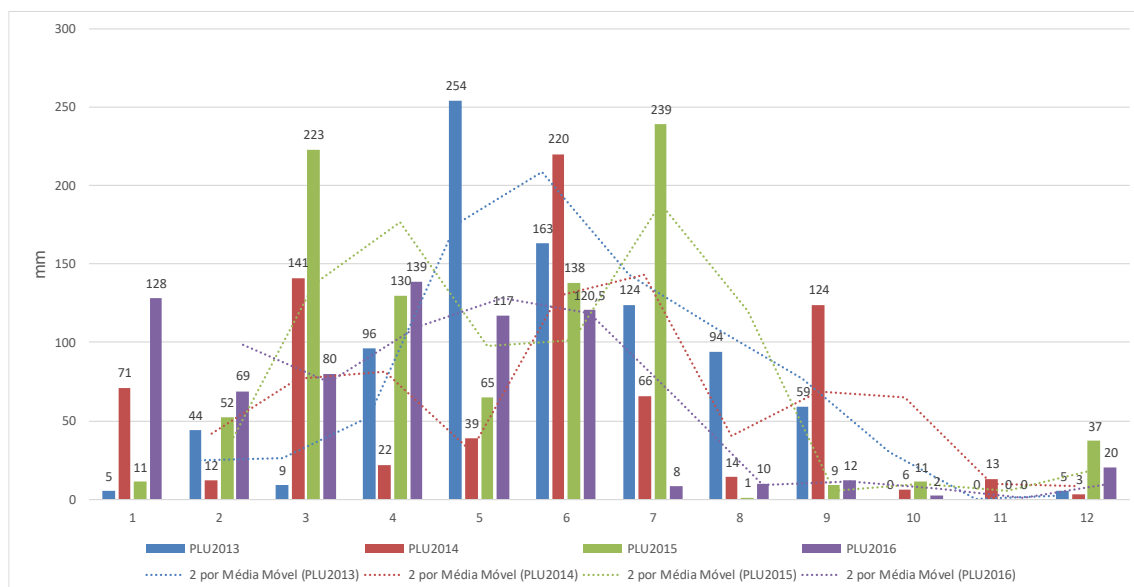


Figura 1 - Médias pluviométricas mensais nos anos de 2013 a 2016 da fazenda localizada no Rio Grande do Norte.

Foi determinado três períodos nos quatro anos: o período de seco representado pelos meses de outubro a dezembro, período chuvoso de março a julho e período de transição para os meses de janeiro, fevereiro, agosto e setembro, a fim de verificar o efeito da pluviosidade sobre a produção, qualidade do leite e perfil higiênico sanitário do leite de búfalas criadas no semiárido nordestino por ano e por período.

Os dados foram submetidos a análise de variância multivariada (MANOVA) com o objetivo de verificar se há diferença entre os vetores de médias através do teste de Wilks, Pillai's' e Hotelling-Lawlev nos anos de 2013 a 2016 e nos períodos seco, chuvoso e de transição.

A análise discriminante canônica foi adotada para verificar diferenças entre os anos e períodos avaliados, através da classificação e discriminação desses grupos, e encontrar funções das variáveis observadas que possam explicar essas diferenças. Para essa análise a variável dependente é representada pelas variáveis de produção, composição do leite e contagem de células somáticas, e as variáveis independentes são representadas pelos anos e períodos previamente identificados.

A representação gráfica da análise discriminante canônica foi obtida através das 2 primeiras variáveis compostas denominadas raízes canônicas ou funções discriminantes, a partir da combinação dos dados das variáveis originais. Cada raiz canônica consiste numa combinação linear (Z) das variáveis independentes (Y<sub>i</sub>), de modo a maximizar a correlação entre Z e Y<sub>i</sub>. A combinação linear de i variáveis Y, formando uma função discriminante Z pode ser representada no seguinte modelo:

$$Z = \mu_0 + \mu_1 Y_1 + \mu_2 Y_2 + \mu_3 Y_3 + \dots + \mu_i Y_i$$

Neste modelo,  $\mu_1, \mu_2 \dots \mu_i$  são coeficientes canônicos estimados para os dados e Y<sub>1</sub>, Y<sub>2</sub> ... Y<sub>i</sub> são valores das variáveis independentes, sendo estas os diferentes grupos avaliados (ano e período).

Os dados foram analisados utilizando-se o *software* estatístico Statistical Analyses System® (SAS) versão 9.0 com a utilização dos procedimentos PROC MANOVA H para a análise de variância multivariada e PROC DISCRIM para a análise discriminante canônica, para a formação do gráfico da discriminante canônica, foi utilizado o programa estatístico Statistica® versão 6.0.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observa-se que a primeira combinação linear acumulou mais de 86% da variação total dos dados sendo as frações de gordura e sólidos totais, as variáveis que mais contribuíram para a variação total dos dados, verificado pelo maior peso dessas variáveis (1,1099 e -1,0276), respectivamente (Tabela 1).

Tabela 1 - Análise de variância multivariada dos diferentes anos avaliados

Variância Simples	Variância Acumulada (%)	Autovetores correspondentes						
		PROD	GORD	PROT	LAC	ST	CCS	PLU
3,546432	86,25	0,1159	1,1099	0,3349	0,3727	-1,0276	-0,1849	-0,0891
0,390994	9,51	0,1169	0,8348	0,2292	0,2461	-0,8489	0,1408	0,0201
0,174151	4,24	0,1339	-1,1736	-0,2579	-0,3784	1,1587	0,0313	-0,0289
0,000000	0,00	-0,0003	0,0829	-0,0260	-0,0239	0,0645	0,0128	0,0098
0,000000	0,00	-0,0263	-0,3123	-0,1155	-0,0667	0,3452	-0,0040	0,1583
0,000000	0,00	-0,0629	0,0186	-0,0559	0,1754	0,0700	0,0586	0,0000
0,000000	0,00	-0,0135	-0,1724	0,1356	-0,0185	0,1299	0,0909	0,0000

Produção de leite (PROD), Gordura (GORD), Proteína (PROT), Lactose (LAC), Sólidos totais (ST), Contagem de células somáticas (CCS), Pluviosidade (PLU).

Observa-se que houve diferença significativa entre os vetores de médias tanto para o teste de Pillai's, quanto para os demais testes (Wilks', Hotelling- Lawlev) (Tabela 2). Desta forma, pode-se inferir que houve diferença entre os diferentes anos de coleta de dados com base nas características avaliadas de produção, gordura, proteína, lactose, sólidos totais, CCS e pluviosidade.

Tabela 2 - Testes de igualdade dos vetores de médias de acordo com os anos avaliados

Estatística	Valor	F	Grau de liberdade	Den_GL	Pr > F
Wilks	0,14	4,86	21	101,05	<,0001
Pillai	1,21	3,57	21	111	<,0001
Hotelling-Lawley	4,11	6,66	21	66,80	<,0001

As funções lineares geradas a partir da análise discriminante encontram-se na Tabela 3. Os resultados obtidos indicam que as variáveis com maior poder de discriminação entre os anos avaliados foram a contagem de células somáticas (CCS),

produção de leite e sólidos totais. Apenas dados gerados no ano de 2016 foram classificados totalmente (100%) em seu respectivos grupos de origem. No ano de 2013 foi classificado 80% em seu grupo de origem e 20% destes foram classificados em outros grupos. Os anos de 2014 e 2015 foram os anos de maior variação, apenas 42% e 55%, respectivamente, foram classificados no seu grupo de origem como pode ser verificado na Tabela 3.

Tabela 3 - Funções linear geradas e percentagem de classificações corretas por ano

<b>Função Linear discriminante</b>	<b>%</b>
$Y_{(2013)} = -308,25 - 0,02_{(CCS)} + 10,6_{(PROD)} + 32,73_{(ST)}$	80
$Y_{(2014)} = -296,01 - 0,01_{(CCS)} + 10,38_{(PROD)} + 31,83_{(ST)}$	41,67
$Y_{(2015)} = -295,89 + 0,002_{(CCS)} + 10,81_{(PROD)} + 31,39_{(ST)}$	54,54
$Y_{(2016)} = -269,08 + 0,01_{(CCS)} + 9,00_{(PROD)} + 30,21_{(ST)}$	100

É possível observar que as variáveis de maior poder discriminante (CCS, PROD e ST) são aquelas associadas a produção, qualidade do leite e qualidade higiênico sanitária do leite, o que permite imaginar que a caracterização do sistema de produção de leite de búfalas criadas no semiárido nordestino não deve sempre considerar a quantidade de leite produzida por búfala, por dia, as proporções de gordura, proteína e lactose presente no leite que perfazem os sólidos totais e o manejo sanitário, bem como a saúde da glândula mamária das fêmeas em lactação.

A contagem de células somáticas tem sido considerada como medida padrão de qualidade, pois está relacionada com a composição, rendimento industrial e segurança alimentar do leite, além de possuir alta relevância para os produtores, indicando o estado sanitário das glândulas mamárias das vacas, podendo sinalizar perdas significativas na produção e alterações da qualidade do leite (BUENO et al., 2005; SABEDOT et al., 2011).

Estão representadas graficamente as diferenças entre os anos avaliados com base na produção, composição do leite e contagem de células somáticas (Figura 2). A análise discriminante canônica realizada com base nas características de produção, qualidade de leite e CCS nos diferentes anos estudados permitiu a formação de duas variáveis canônicas (CAN1 e CAN2) com representação de 83,14% e 11,73%, respectivamente, da variação total dos dados. As duas primeiras variáveis canônicas representam ao total

95% da variação total, com uma perda de explicação pela análise de apenas 5%, o que demonstra boa representatividade da variabilidade dos dados.

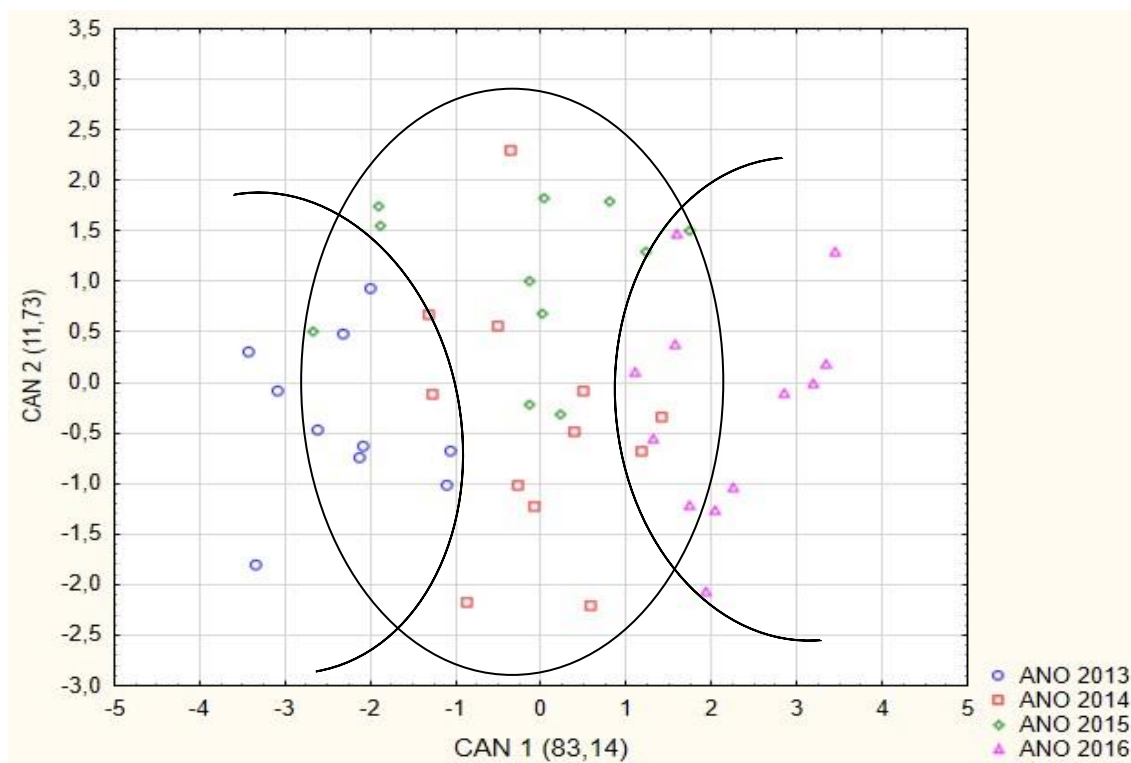


Figura 2 - Representação canônica dos diferentes anos avaliados.

A representação canônica dos diferentes anos de produção estudados demonstra com clareza a separação dos anos de 2013 e 2016, indicando diferenças nas variáveis de produção, qualidade de leite (proteína, gordura, lactose e sólidos totais) e CCS. Já os anos de 2014 e 2015 apresentaram-se aproximados um do outro sem clareza na separação, isto se deve ao percentual de agrupamentos no grupo de origem apresentado na tabela 3. Observa-se que esse anos apresentaram baixa percentual de agrupamento se considerarmos os anos de 2013 e 2016 com percentuais elevados, estes que na figura 3 possuem disposições afastados um do outro.

Outra possível explicação para a separação dos anos de 2013 e 2016 é a comportamento de suas respectivas pluviosidades ao longo do ano apresentado no Figura 3.

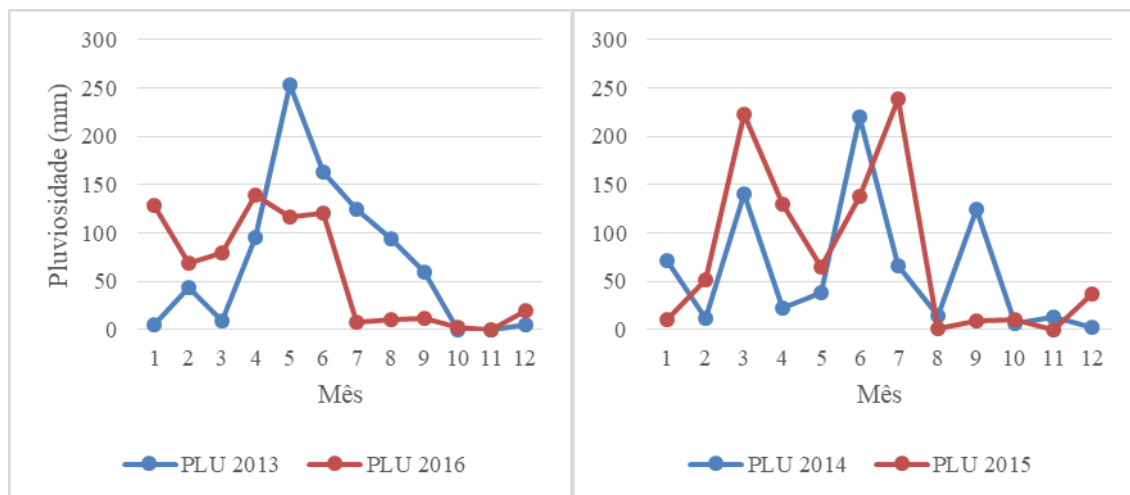


Figura 3 - Pluviosidade combinada dos anos de 2013 com 2016 e 2014 com 2015.

Observa-se que os anos de 2013 e 2016 apresentam pluviosidade bastante irregulares entre os dois anos, caracterizando-se como anos atípicos para a ocorrência de chuvas. O contrário pode ser observado nos anos de 2014 e 2015, com pluviosidade bastante semelhantes.

Na Tabela 4 observa-se na contribuição total da variância acumulada a contribuição de cada variável para explicar as variáveis (produção, gordura, proteína, lactose, sólidos totais e contagem de células somáticas) do leite de búfalas coletado na propriedade particular localizada no semiárido do Rio Grande do Norte nos diferentes períodos (seco, chuvoso e de transição). Observa-se no primeiro componente um acúmulo de mais de 93% da variação total, onde as frações de lactose e gordura foram as variáveis que mais contribuiu para a variação total dos dados, tendo em vista o seu maior peso -1,5898 e -0,8244, respectivamente, e perda de explicação de aproximadamente 7%. Se forem considerados as duas primeiras variâncias tem-se 100% de explicação com 0% de perda de explicação.

Tabela 4 - Análise de variância multivariada dos diferentes períodos (seco, chuvoso e transição) avaliados: raízes e vetores característicos

Variância Simples	Variância Acumulada (%)	Autovetores correspondentes					
		PROD	GORD	PROT	LAC	ST	CCS
0,405229	93,24	0,1035	-0,8244	-0,1200	-1,5898	0,6993	-0,0002
0,029376	6,76	-0,0652	-1,4623	-1,2294	-1,3791	1,4585	-0,0001
0,000000	0,00	0,0405	-0,2909	0,2203	-0,1687	0,2492	0,0010
0,000000	0,00	0,0045	-0,3473	-0,4032	-0,5663	0,5403	0,0000

0,000000	0,00	-0,0437	0,6495	1,1490	1,0694	-0,6659	0,0000
0,000000	0,00	0,0610	-0,4099	-0,5061	-0,0255	0,4853	0,0000

Prod: produção, Gord: gordura, Prot: proteína, Lac: Lactose, ST: sólidos totais, CCS: contagem de células somáticas, Plu: pluviosidade

Observa-se que para o teste de igualdade dos vetores de média nos diferentes períodos avaliados não houve diferença significativa para o teste escolhido para o teste de significância para o teste de Pillai, quanto para os demais testes (Wilks', Hotelling-Lawlev) (Tabela 5). Deste modo, pode-se inferir que não houve diferença entre os períodos seco, chuvoso e de transição com base nas variáveis avaliadas de produtividade, qualidade química e CCS.

Tabela 5 - Teste de igualdade dos vetores de médias dos diferentes períodos (seco, chuvoso e transição) avaliados

Estatística	Valor	F	Grau de liberdade	Den_GL	Pr > F
Wilks	0,69	1,25	12	74	0,26
Pillai	0,32	1,19	12	76	0,30
Hotelling-Lawley	0,43	1,32	12	54,55	0,23

As variáveis que apresentam maior poder discriminatório para os períodos seco, chuvoso e de transição de quatro anos consecutivos (2013 a 2016) foram: proteína, produção, lactose, gordura e sólidos totais (Tabela 6). Para a classificação em seu respectivo grupo de origem (Tabela 6), nota-se que o período chuvoso apresentou maior porcentagem, seguido do período seco e de transição com os percentuais de 68,42%, 50% e 33,33%, respectivamente.

Tabela 6 - Função Linear gerada e percentagem de variáveis agrupadas em cada ano

<b>Função Linear discriminante</b>	<b>%</b>
$Y_{(\text{PERÍODO SECO})} = -659,71 - 108,43_{(\text{PROT})} - 5,69_{(\text{PROD})} - 45,47_{(\text{LAC})} - 156,96_{(\text{GORD})} + 187,16_{(\text{ST})}$	50
$Y_{(\text{PERÍODO TRANSIÇÃO})} = -650,09 - 105,51_{(\text{PROT})} - 5,05_{(\text{PROD})} - 48,69_{(\text{LAC})} - 156,77_{(\text{GORD})} + 186,42_{(\text{ST})}$	33,33
$Y_{(\text{PERÍODO CHUVOSO})} = -652,39 - 108,10_{(\text{PROT})} - 4,58_{(\text{PROD})} - 59,68_{(\text{LAC})} - 164,13_{(\text{GORD})} + 193,06_{(\text{ST})}$	68,42

É possível observar que as variáveis que apresentaram maior poder discriminante são todas aquelas relacionadas a produção e qualidade de leite. Verifica-se que a variável CCS não entrou para compor o modelo da função linear discriminante. Desta forma, subentende-se que a contagem de células somáticas não teve poder discriminante para diferenciar os períodos, enquanto que as demais variáveis presentes

no modelo linear possuem características que permitem distinguir os três períodos avaliados.

É comum observar oscilações na produção e qualidade química do leite durante os diversos períodos do ano. Nos períodos mais secos na maioria dos casos é comum observar queda na produção em virtude de vários motivos, entre eles, estão a queda na quantidade e qualidade de alimentação disponível, falta de planejamento, desconforto térmico, entre outros, que de modo geral acarreta em menor quantidade de leite produzida para ser vendido pelo produtor.

Ao diminuir a quantidade de leite produzido, todavia, em alguns casos aumenta-se a qualidade nutricional do leite e, em se tratando de búfalas, essa concentração é ainda bem mais superior que as de bovinos. Como descrito por Andrade et al. (2011), o leite de búfala é cerca de 40-50% mais produtivo na elaboração de derivados (queijos, iogurte, doce de leite, etc.) quando comparado ao leite bovino. Esta característica é derivada do elevado teor de extrato seco total, além de características físicas como densidade e disposição coloidal dos constituintes do leite.

O oposto do período seco também é válido para o período chuvoso, onde se tem, na maioria das vezes, maiores produções devido a características ambientais favoráveis a produção de alimentos de qualidade e conforto térmico.

Araújo et al. (2011) descreveram que a maior oferta de forragem no período chuvoso provavelmente proporciona maiores volumes de leite, afetando a relação constituinte sólido/volume líquido. Dessa forma, o efeito de diluição pode explicar o comportamento da gordura nos diferentes períodos, em que a quantidade de leite produzido por animal no período seco foi menor que no período chuvoso, acarretando em maiores concentração dos sólidos em solução no leite no período seco. Em seu trabalho, os teores de gordura, lactose e sólidos totais apresentaram-se maiores no leite produzido no período seco.

A análise discriminante canônica com base nas variáveis estudadas de produção, qualidade e CCS nos períodos permitiu a formação de duas variáveis canônicas (CAN1 e CAN2) que representam 93,01% e 6,99%, respectivamente, da variação total (Figura 4). Juntos representam 100% da variação total, com 0% de perda de explicação pela análise, sendo totalmente representativa.



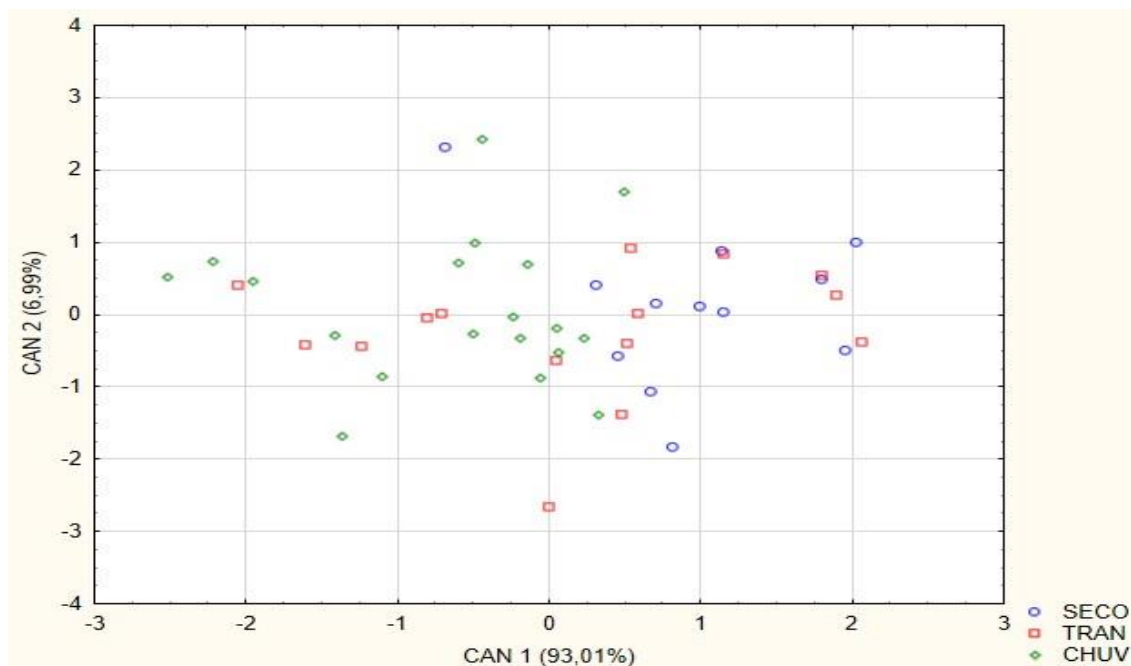


Figura 4 - Representação canônica dos diferentes períodos avaliados.

É possível observar através da representação canônica (Figura 4) que não há separação clara dos períodos avaliados, resultado já esperado ao observar a porcentagem de classificação nos próprios grupos na Tabela 6.

A irregularidade das chuvas no Nordeste do Brasil também é observada em diversos trabalhos na literatura (DE COSTA et al., 2009; MARENGO, 2006), apresentando-se como obstáculo constante ao desenvolvimento das atividades agropecuárias, causando efeitos sobre a quantidade e qualidade da forragem (LUNA et al., 2012), obrigando, muitas vezes, o produtor de leite fazer uso de suplementação nos períodos de escassez de alimento (FERREIRA et al., 2009), aumentando os riscos de infestação de ecto e endoparasitas nos meses de maior índice pluviométricos (COSTA et al., 2009). Todos esses fatores podem ser considerados como determinantes para a variação na produção de leite e, conseqüentemente, dos compostos presentes no leite como verificado por Andrade et al., (2011), quando verificou o efeito da estação do ano sobre a qualidade do leite de búfalas na região semiárida do Rio Grande do Norte onde apresentou variações de extrato seco total, produção e quantidades de células somáticas.

Haygert-Velho et al. (2018), trabalharam com banco de dados de produção de leite de um rebanho de uma escola técnica do Rio Grande do Sul, e com o uso da discriminante canônica, conseguiram observar formação de grupos por estações do ano

através de amostras mensais de produção e composição de leite, qualidade microbiológica do leite e saúde da glândula mamária.

Neste trabalho não foi verificado a separação dos períodos, este resultado pode estar relacionado com a grande variação pluviométrica em um mesmo período nos quatro anos podendo ou não haver variação nas características do leite.

## CONCLUSÃO

As análise de variância multivariada e discriminante canônica demonstraram eficientes para a avaliação da produção, composição química e contagem de células somáticas do leite de búfalas criadas na região semiárida do Nordeste.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMARAL, F. R. et al. Composição e contagem de células somáticas em leite bubalino na região do Alto São Francisco, Minas Gerais, Brasil. **Revista do Instituto Laticínio Cândido Tostes**, v. 59, n. 339, p. 37–41, 2004.

ANDRADE, K. D. DE et al. Efeito da estação do ano na qualidade do leite de búfalas. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 6, n. 3, p. 33–37, 2011.

ARAÚJO, T. P. M. et al. Influência das estações do ano sobre a composição do leite de búfalas mantido em tanque de resfriamento. **Agropecuária Científica no Semi-Árido**, v. 7, n. 1, p. 1–5, 2011.

BERNARDES, O. **Os Búfalos no Brasil**. In: II Simpósio de Búfalo de Las Américas. **Anais...**Medellín: Colombia, 2006

BUENO, V. et al. Contagem celular somática: relação com a composição centesimal do leite e período do ano no Estado de Goiás. **Ciência Rural**, v. 35, n. 4, p. 848–854, 2005.

CLIMATE-DATA.ORG. **Climate Rio Grande do Norte: Temperature, climate graph, Climate table for Rio Grande do Norte - Climate-Data.org**. Disponível em: <<https://en.climate-data.org/region/216/>>. Acesso em: 30 set. 2018.

COSTA, V. M. M. DE; SIMÕES, S. V.D.; RIET-CORREA, F. Doenças parasitárias em ruminantes no semi-árido brasileiro. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 29, n. 7, p. 563–568, 2009.

FERREIRA, M. DE A. et al. Estratégias na suplementação de vacas leiteiras no semi-árido do Brasil. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, n. 1, p. 322–329, 2009.

GONÇALVES, O. **Características de criações de búfalos no Brasil e a contribuição do marketing no agronegócio bubalino**. Pirassununga: Tese (Doutorado em Zootecnia) Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos – Universidade de São Paulo, 2008.

HAYGERT-VELHO, I. M. P. et al. Multivariate analysis relating milk production, milk composition, and seasons of the year. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 90, n. 4, p. 3839–3852, 2018.

LUNA, A. A. et al. Características Morfogênicas de Gramíneas Forrageiras no Nordeste do Brasil. **Revista Científica de Produção Animal**, v. 14, n. 2, p. 138–141, 2012.

MARENGO, J. A. Vulnerabilidade, impactos e adaptação à mudança do clima no semi-árido do Brasil. **Mudança do Clima Prospecção Tecnológica**, v. 13, n. 27, p. 149–176, 2006.

RASSI, L. F. et al. Correlação entre produções parciais e totais de leite em um rebanho bubalino. **Estudos**, v. 36, n. 11/12, p. 1135–1139, 2009.

ROSA, B. R. T. et al. Introdução de búfalos no Brasil e sua aptidão leiteira. **Revista Científica Eletrônica de Medicina Veterinária**, n. 8, p. 1–6, 2007.

SABEDOT, M. A. et al. Correlação entre contagem de células somáticas, parâmetros microbiológicos e componentes do leite em amostras de leite. **Arquivos de Ciências Veterinárias e Zoologia da UNIPAR**, v. 14, n. 2, p. 101–106, 2011.