

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

**AVALIAÇÃO PRODUTIVA DE VACAS HOLANDEAS CRIADAS NA
REGIÃO AGRESTE DE PERNAMBUCO**

BUENO DA SILVA ABREU

**RECIFE – PE
FEVEREIRO – 2020**

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

**AVALIAÇÃO PRODUTIVA DE VACAS HOLANDESAS CRIADAS NA
REGIÃO AGRESTE DE PERNAMBUCO**

**BUENO DA SILVA ABREU
(MÉDICO VETERINÁRIO)**

**RECIFE – PE
FEVEREIRO – 2020**

BUENO DA SILVA ABREU

**AVALIAÇÃO PRODUTIVA DE VACAS HOLANDESAS CRIADAS NA
REGIÃO AGRESTE DE PERNAMBUCO**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Federal Rural de Pernambuco, como partes dos requisitos para obtenção do título de Doutor em Zootecnia.

Área de concentração: Produção de Ruminantes.

Orientador: Prof. Dr. Severino Benone Paes Barbosa

Conselheiros: Prof. Dra. Ângela Maria Vieira Batista

Prof. Dr. Kleber Régis Santoro

**RECIFE – PE
FEVEREIRO – 2020**

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

CDD

1 **AVALIAÇÃO PRODUTIVA DE VACAS HOLANDEAS CRIADAS NA REGIÃO**
2 **AGRESTE DE PERNAMBUCO**

3
4
5 Tese defendida e aprovada pela Comissão Examinadora em 28 de fevereiro de 2020

6
7 Presidente

8
9
10

Prof. Severino Benone Paes Barbosa
11 Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE
12 Departamento de Zootecnia

13
14 Comissão Examinadora

15
16

Prof. Dr. Marcílio de Azevedo
17 Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE
18 Departamento de Zootecnia

19
20
21

Profa. Dra. Luciana Felizardo Pereira Soares
22 Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE
23 Departamento de Zootecnia

24
25
26

Prof. Dr. Raimundo Martins Filho
27 Pesquisador Visitante FUNCAP
28 Universidade Federal do Cariri – UFCA
29 Centro de Ciências Agrárias e da Biodiversidade – CCAB

30
31
32

Dra. Elizabete Cristina da Silva
33 Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE
34 PNPd-Programa de Pós-Graduação em Zootecnia

35
36
37
38 **RECIFE- PE**

39 **FEVEREIRO-2020**

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

BUENO DA SILVA ABREU – filho de Oscar Coutinho de Abreu e Maria da Silva Abreu, nascido na cidade de Caxias, Estado do Maranhão, em 10 de maio de 1990. Em março de 2008, ingressou no Curso de Graduação de Bacharelado em Medicina Veterinária, pela Universidade Federal do Piauí – UFPI, Campus Professora Cinobelina Elvas – CPCE, onde desenvolveu atividades de extensão e iniciação científica nos anos de 2010 à 2013, e se tornou Bacharel em Medicina Veterinária no dia 28 de Novembro de 2013. Em março de 2014, ingressou no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, na área de concentração em Produção Animal, linha de pesquisa: Melhoramento e Reprodução Animal, pela Universidade Federal do Piauí, tendo concluído e recebido o título de mestre em 03 de março de 2016. Em março de 2016 ingressou no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Federal Rural do Pernambuco – UFRPE, e iniciou a desenvolver sua pesquisa na área de Produção de Ruminantes, submetendo-se à defesa de tese para obtenção do título de Doutor em Zootecnia no dia 28 de fevereiro de 2020.

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31

“Os sonhos não determinam o lugar onde vocês vão chegar, mas produzem a força necessária para tirá-los do lugar em que vocês estão. Sonhem com as estrelas para que vocês possam pisar pelo menos na Lua. Sonhem com a Lua para que vocês possam pisar pelo menos nos altos montes. Sonhem com os altos montes para que vocês possam ter dignidade quando atravessarem os vales das perdas e das frustrações. Bons alunos aprendem a matemática numérica, alunos fascinantes vão além, aprendem a matemática da emoção, que não tem conta exata e que rompe a regra da lógica. Nessa matemática você só aprende a multiplicar quando aprende a dividir, só consegue ganhar quando aprende a perder, só consegue receber, quando aprende a se doar”.

Augusto Cury

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30

A Deus, minha maior força e fortaleza;

Ao meu avô, Zuza Paparauba, por ser uma das minhas maiores fontes de inspiração na vida, por todo incentivo para seguir firme na busca de conhecimentos e por todo apoio e força nas suas simples palavras e expressões.

OFEREÇO

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32

Com muito Amor e carinho, à Deus, aos meus pais, Oscar Coutinho e Maria Abreu, pelo amor, pela educação e caráter que me foi ensinado, e por me incentivar em prol do meu desenvolvimento pessoal e intelectual.

Aos meus irmãos Bruno e Brauly, pela amizade e carinho.

A minha noiva Nara Núbia por todo amor, carinho, cuidado, companheirismo, força e confiança doados a mim em todos os momentos difíceis desta jornada e de toda vida.

DEDICO!

AGRADECIMENTOS

1
2
3 À Deus por ter me concedido o dom da vida, pela força para prosseguir na busca pelos
4 meus ideais, me ungiu de todos os males sempre.

5 A minha mãe Maria da Silva Abreu, que me apoiou, me consolou e sempre acreditou na
6 minha capacidade. Ao meu pai, Oscar Coutinho de Abreu, por ter me ensinado sempre que a
7 vida não é fácil, porém aqueles que lutam conseguem alcançar o mérito desejado, com seus
8 ensinamentos me ensinou a conquistar os meus objetivos, pelo seu apoio financeiro nos
9 momentos de maior necessidade, pelos sonhos que perdeu preocupado com a minha distância e
10 por toda a sua força e perseverança nos meus ideais.

11 Aos meus Irmãos Bruno e Brauly, por todo o carinho, o conforto das suas palavras me
12 fez seguir em frente. E a toda minha família que me auxiliaram de alguma forma sendo essencial
13 pra toda a batalha e realização deste sonho, em especial meus Tios Helena e Edvan.

14 A minha noiva Nara Núbia pelas noites em claro, pela paciência nos momentos de maior
15 angústia, por sempre estar ao meu lado mesmo quando não me havia muitas chances, por ter
16 apostado e confiado que eu conseguiria essa vitória.

17 À Universidade Federal Rural de Pernambuco e ao Programa de Pós-Graduação em
18 Zootecnia pela oportunidade de realização do curso de Doutorado.

19 Ao CNPq, pelo apoio financeiro por meio da concessão da bolsa de estudos.

20 À Associação dos Criadores de Pernambuco (ACP) e Associação Brasileira dos
21 Criadores de Bovinos da Raça Holandesa (ABCBRH) em especial a Rafael Vargas, pela
22 concessão do banco de dados.

23 Ao Professor Severino Benone Paes Barbosa, meu orientador, pela orientação, pela
24 paciência e compreensão com que me acolheu, mesmo nos momentos mais difíceis no decorrer
25 no curso. Obrigado por todas as conversas, experiências de vida, compartilhar conhecimentos
26 científicos e ensinamento para a vida.

27 Aos meus co-orientadores Profa. Ângela Batista e Prof. Kleber Santoro, por todo o
28 apoio, dedicação e amizade.

1 À PNPd Dra. Elizabete Cristina, pelo companheirismo, amizade, apoio nesse período
2 de doutorado! Agradeço pelos ensinamentos que foram muito além do universo acadêmico,
3 pela paciência, por toda ajuda e contribuições no processamento e análises dos dados.

4 Aos amigos da Pós-Graduação, em especial Renaldo, João Bandeira, Arturene, Maycon
5 e Pedro, pelo companheirismo, amizade e apoio ao longo dessa caminhada. Obrigado pela troca
6 de ideias e papos paralelos.

7 Ao corpo da UFRPE, servidores e professores que me mostraram a forma de como
8 devemos buscar um objetivo, pela motivação de continuar sonhado com os meus futuros
9 projetos de vida, buscado sempre agregar conhecimentos.

10 Enfim, a todos os amigos que direto ou indiretamente contribuíram para a realização
11 deste trabalho e sonho...

12

13

14

15

16

17

18

19

20

21

22

23

24

25

26

27

28

29

30

SUMÁRIO

1		
2		
3	LISTA DE TABELAS	14
4	CAPÍTULO I.....	14
5	CAPÍTULO II.....	14
6	CAPÍTULO III	15
7	LISTA DE FIGURAS	16
8	CAPÍTULO II.....	16
9	CAPÍTULO III	16
10	RESUMO GERAL.....	17
11	ABSTRACT	17
12	CAPÍTULO I.....	21
13	1. BOVINOCULTURA DE LEITE NO BRASIL	22
14	2. PARÂMETROS PRODUTIVOS E REPRODUTIVOS	24
15	2.1 Estação do Ano	25
16	2.2 Ordem de Parto	27
17	2.3 Idade ao Primeiro Parto	28
18	2.4 Intervalo de Parto e Período de Serviço.....	30
19	3. ANÁLISE MULTIVARIADA NA PRODUÇÃO ANIMAL	32
20	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	34
21	CAPITULO II	42
22	RESUMO.....	43
23	ABSTRACT	44
24	INTRODUÇÃO.....	45
25	MATERIAL E MÉTODOS.....	46
26	Caracterização do local de estudo.....	46
27	Caracterização das fazendas	46
28	Descrição e análise dos dados.....	47
29	1. Curva de lactação	48
30	2. Avaliação dos índices reprodutivos	49
31	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	49
32	CONCLUSÃO.....	54
33	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	55
34	CAPITULO III	65
35	RESUMO.....	66

1	ABSTRACT	67
2	INTRODUÇÃO.....	67
3	MATERIAL E MÉTODOS.....	69
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	73
5	CONCLUSÃO.....	82
6	REFERÊNCIAS	83

7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31

LISTA DE TABELAS

1

2

3 CAPÍTULO I

Tabela 1. Produção de leite, número de vacas ordenhadas e produtividade segundo Brasil e Grandes Regiões – 2018. 23

Tabela 2. Produção de leite nas três primeiras lactações em relação à idade do primeiro parto. 29

Tabela 3. Diferenças quanto ao intervalo de partos (IP) no resultado zootécnico e econômico da atividade leiteira. 31

4

5 CAPÍTULO II

Tabela 1. Valores de médias, mínimos, máximos, desvios-padrão (DP) e coeficiente de variação (CV) das características avaliadas de vacas da raça Holandesa criadas na região Agreste de Pernambuco. 59

Tabela 2. Efeito da fazenda sobre a produtividade e composição de leite de vacas da raça Holandesa criadas na região Agreste de Pernambuco. 59

Tabela 3. Efeito da ordem de parto sobre a produtividade e composição de leite de vacas da raça Holandesa criadas na região Agreste de Pernambuco. 60

Tabela 4. Efeito da estação do ano sobre a produtividade e composição de leite de vacas da raça Holandesa criadas na região Agreste de Pernambuco. 60

Tabela 5. Efeito do ano de parto sobre a produtividade e composição de leite de vacas da raça Holandesa criadas na região Agreste de Pernambuco. 61

Tabela 6. Parâmetros da curva de lactação, produção no pico, tempo até o pico e persistência de lactação, estimados pelo modelo de Wood em função da ordem de parto. 61

Tabela 7. Valores médios e desvio padrão das características: Idade ao Primeiro Parto, Intervalo de parto e período de serviço de vacas Holandesas. 61

Material suplementar 1. Valores médios das variáveis climáticas de acordo com a estação do ano durante os anos estudados. 63

1

2 **CAPÍTULO III**

Tabela 1. Valores de médias, mínimos, máximos, erro padrão (EP) e coeficiente de variação (CV) das variáveis avaliadas em vacas da raça Holandesa criadas na região Agreste de Pernambuco. 72

Tabela 2. Matriz de correlação de Pearson entre as características de produção e composição do leite em vacas da raça Holandesa criadas na região Agreste de Pernambuco. 73

Tabela 3. Autovalores, proporção individual e acumulada da variação das características da produção e composição do leite explicadas por cada componente principal avaliado em vacas da raça Holandesa criadas na região Agreste de Pernambuco. 74

Tabela 4. Autovetores para as sete variáveis descritivas de acordo com os três componentes principais retidos na análise de cluster. 75

Tabela 5. Comparação das diferenças entre os clusters formados das variáveis avaliadas em vacas da raça Holandesa criadas na região Agreste de Pernambuco. 78

Tabela 6. Percentuais das distribuições nos clusters de acordo com as ordens de partos (ORD1; ORD2...) e mês de lactação (1; 2; 3...) de vacas da raça Holandesa criadas na região Agreste de Pernambuco. 79

3

4

5

6

7

8

9

10

LISTA DE FIGURAS

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20

CAPÍTULO II

Figura 1. Curvas de lactação obtidas pelas médias da produção de leite observada e estimada pelo modelo de Wood, em função da ordem de parto e meses de lactação. 62

CAPÍTULO III

Figura 1. Contribuição (A e B) e Projeção das variáveis (C) nos componentes principais (CP1 e CP2): produção de leite (MY), lactose (LAC), sólidos não gordurosos (FNS), sólidos totais (TS), gordura (FAT), proteína (PROT) e escore de células somáticas (SCS). 77

Figura 2. Definição do número de Clusters pelo método do K-means (*Gap statistic*) (A) e a representação dos clusters formados (B) a partir da análise de componentes principais para a caracterização da produção e qualidade do leite de vacas da raça Holandesa criadas na região Agreste de Pernambuco. 79

AVALIAÇÃO PRODUTIVA DE VACAS HOLANDESAS CRIADAS NA REGIÃO AGRESTE DE PERNAMBUCO

RESUMO GERAL: Ganhos em produtividade e qualidade do leite são apontados como os principais mecanismos para garantia de eficiência e sustentabilidade dos sistemas de produção no cenário das recentes transformações da agroindústria brasileira e mundial. Diante do exposto, objetivou-se com este estudo avaliar o desempenho produtivo e reprodutivo de vacas da raça Holandesa criadas no Agreste de Pernambuco, além de identificar por meio de análises multivariadas, as variáveis capazes de explicar a variabilidade da produção e composição do leite e contagem de células somáticas (CCS). Foram analisados registros de controle leiteiro obtidos em três fazendas localizadas na região Agreste do estado de Pernambuco, realizados mensalmente entre os anos de 2007 e 2017. Um total de 42.677 informações sobre produção de leite, componentes do leite e CCS e outras informações de controle zootécnico referente ao manejo reprodutivo foram analisados neste estudo. Para avaliar o desempenho produtivo das vacas, foram feitas estimativas das curvas de lactação em função da ordem de parto utilizando o modelo de Wood e a produção de leite, componentes do leite e CCS foram analisados em função da ordem de parto e quanto aos efeitos de fazenda, estação do ano e ano de parto e a interação entre ordem de parto e estação do ano. As variáveis produtivas também foram analisadas quanto a possibilidade de formação de grupos que pudessem ser destacados pela similaridade e verificar a capacidade discriminante dessas características nos grupos, por meio das análises de componentes principais (ACP) e agrupamento. Para avaliação reprodutiva, foi avaliado o efeito da fazenda sobre os índices como idade ao primeiro parto (IPP), intervalo de parto (IP) e período de serviço (PS). Houve efeito significativo ($p < 0,05$) de fazenda, ordem de parto, estação do ano, ano de parto e interação analisada, sobre os valores de produção, composição do leite e CCS. Para os índices reprodutivos, observou-se efeito significativo ($p < 0,05$) de fazenda sobre o IP e PS. Foi observado também que os primeiros três componentes principais explicaram 79,69% da variabilidade dos dados. Na análise de agrupamento, três *clusters* diferiram em relação a todas as características ($p < 0,001$). As variáveis sólidos totais, lactose e gordura foram as que mais contribuíram dentro dos três componentes selecionados. Os parâmetros ordem de parto, fazenda, estação do ano, ano de parto, interação entre ordem de parto e estação do ano, assim como o efeito de fazenda nos índices reprodutivos (IP e PS) são fatores considerados importantes na avaliação da produção e qualidade do leite de vacas de alta produção criadas no semiárido. A ACP e agrupamento podem ser ferramentas úteis na obtenção de características efetivas, sendo três fatores considerados importantes para explicar a relação entre produção e qualidade do leite, definindo como características importantes na seleção dos animais para melhorar a qualidade do leite dos rebanhos.

Palavras-chave: desempenho zootécnico; produção de leite; semiárido.

ABSTRACT: Gains in productivity and milk quality are the main mechanisms for ensuring the efficiency and sustainability of production systems in the scenario of recent agro-industry transformations in Brazil and worldwide. Given the above, the objective of this study was to evaluate the productive and reproductive performance of Holstein cows grown in the Agreste

1 of Pernambuco, in addition to identifying through multivariate analyzes, the variables capable
2 of explaining the variability of milk production and composition and counting of somatic cells
3 (CCS). Dairy control records obtained from three farms located in the Agreste region of the
4 state of Pernambuco, carried out monthly between the years 2007 and 2017 were analyzed. A
5 total of 42,677 information on milk production, milk components and CCS and other
6 information on zootechnical control regarding reproductive management were analyzed in this
7 study. To evaluate the productive performance of cows, estimates of lactation curves were made
8 according to the calving order using the Wood model and milk production, milk components
9 and CCS were analyzed according to the calving order and the effects of farm, season and
10 calving year and the interaction between birth order and season. The productive variables were
11 also analyzed for the possibility of forming groups that could be highlighted by the similarity
12 and to verify the discriminating capacity of these characteristics in the groups, through the of
13 principal components analysis (ACP) and cluster. For reproductive evaluation, the effect of the
14 farm on the indices such as age at first calving (IPP), calving interval (IP) and service period
15 (PS). There was a significant effect ($p < 0.05$) of farm, calving order, season, calving year and
16 analyzed interaction, on production values, milk composition and CCS. For reproductive
17 indices, there was a significant effect ($p < 0.05$) of farm on the IP and PS. It was also observed
18 that the first three main components explained 79.69% of the data variability. In the cluster
19 analysis, three clusters differed for all characteristics ($p < 0.001$). The variables total solids,
20 lactose and fat were the ones that most contributed within the three selected components. The
21 parameters calving order, farm, season, calving year, interaction between calving order and
22 season, as well as the farm effect on reproductive indices (IP and PS) are factors considered
23 important in the evaluation of production and quality of milk from high production cows raised
24 in the semiarid. The ACP and cluster can be useful tools in obtaining effective characteristics,
25 three factors considered important in explaining the relationship between production and
26 quality of milk, defining as important characteristics in the selection of animals to improve the
27 quality of milk herds.

28 **Key words:** animal performance; milk production; semiarid

29
30
31
32
33
34
35
36
37
38

CONSIDERAÇÕES INICIAS

Na bovinocultura leiteira, melhorias na produtividade e na qualidade do leite são considerados como os principais fatores para garantia de lucratividade e desenvolvimento sustentável dos sistemas de produção. Considerando que a produtividade ou mesmo a sobrevivência do animal depende, principalmente, da interação animal-ambiente deve ser levada em consideração quando se busca maior eficiência na exploração pecuária, considerando-se que o conhecimento das variáveis climáticas e suas ações sobre as respostas comportamentais e fisiológicas dos animais são preponderantes na adequação do sistema de produção aos objetivos da atividade pecuária.

Cuidados com o meio ambiente e com o bem estar animal são parâmetros que devem ser considerados para aumento dos índices produtivos e reprodutivos, desta forma a escolha da raça é de extrema importância de acordo com as características edafoclimáticas da região em que será criada. Dentre as várias raças com aptidão leiteira destaca-se a raça Holandesa, que é hoje uma das principais responsáveis pela dispersão da genética nas propriedades nacionais.

A raça Holandesa por ser originária de regiões de clima temperado, pode sofrer limitações quando criadas em regiões de clima semiárido, o que pode impossibilitar a expressão da máxima capacidade produtiva. Desta forma, para obtenção de melhores resultados produtivos e reprodutivos, faz-se necessário adequar as condições ambientais aos animais utilizando estratégias de climatização para reduzir os efeitos do estresse térmico sobre as vacas em lactação.

Além da avaliação das condições climáticas e dos fatores fisiológicos que influenciam a produtividade dos animais, o estudo dos componentes do leite são fundamentais para determinação das diversas propriedades sensoriais e industriais, que irão afetar diretamente na lucratividade da propriedade. Avaliar os dados de produção, composição e qualidade do leite, possibilitará melhor interpretação de toda a cadeia produtiva. A análise multivariada avalia concomitantemente um conjunto de características considerando as correlações existentes entre as variáveis, possibilitando obter melhores interpretações das informações extraídas de um conjunto de dados.

Diante do exposto, o objetivo deste estudo foi avaliar o desempenho produtivo e reprodutivo de vacas da raça Holandesa criadas no Agreste de Pernambuco, além de identificar por meio de análises multivariadas, as variáveis capazes de explicar a variabilidade da produção e composição do leite e contagem de células somáticas (CCS), que serão importantes para

1 determinação de técnicas de manejo e fundamentais nas tomadas de decisão na seleção de
2 animais nos programas de melhoramento genético.

3 Deste modo, a presente tese está dividida da seguinte forma: Capítulo 1 – Referencial
4 teórico; Capítulo 2 - artigo científico seguindo as normas da Revista Semina: Ciências Agrárias,
5 intitulado como: “Desempenho produtivo e reprodutivo de vacas Holandesas no Agreste de
6 Pernambuco, no período de 2007 a 2017” e Capítulo 3 - artigo científico seguindo as normas
7 da Revista Ciência Agronômica, intitulado: “Análise de agrupamento e componentes principais
8 para avaliar características de produção e qualidade do leite”.

9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30

CAPÍTULO I

Revisão de Literatura

1. BOVINOCULTURA DE LEITE NO BRASIL

2

3 A bovinocultura atualmente é a principal atividade produtiva no agronegócio nacional,
4 proporcionando o maior faturamento entre as cadeias produtivas agropecuárias, com
5 aproximadamente 213,5 milhões de cabeças em 2018, sendo desenvolvida em todo o território
6 brasileiro, gerando cerca de mais de 145,8 bilhões de reais/ano, a pecuária de leite se destaca
7 na cadeia produtiva desse setor, com faturamento estimado em R\$ 48,17 bilhões/ano (CNA,
8 2019).

9 Apesar do destaque na produção de leite, o Brasil, ocupa a quarta posição na produção
10 de leite mundial (33,8 bilhões de litros), ficando atrás dos Estados Unidos, Índia e China, com
11 produção média em 2018 de 2,069 litros/vaca/ano, apresentando aumento de 4,7% em relação
12 ao ano anterior é estimado de 16,4 milhões de vacas ordenhadas, 7,7% do efetivo de bovinos
13 do país (IBGE, 2018).

14 A produção do leite nacional está concentrada principalmente nas regiões Sul e
15 Sudeste, com 34,2% e 33,9% do total de litros produzidos, respectivamente, seguida das regiões
16 Nordeste, Centro-Oeste e Norte (Tabela 1). A região Nordeste se destacou por apresentar
17 crescimento de 10,1% em relação ao ano de 2017, produzindo aproximadamente 4,4 bilhões de
18 litros de leite. O estado de Pernambuco se destaca como o maior produtor no ranking
19 nordestino, com produção de 941,2 milhões de litros de leite, seguido dos estados da Bahia e
20 Ceará (IBGE, 2018).

21

22

23

24

25

1 **Tabela 1.** Produção de leite, número de vacas ordenhadas e produtividade segundo Brasil e
 2 Grandes Regiões – 2018.

Brasil e Regiões	Leite (mil litros)	Participação (%)	Vacas ordenhadas	Produtividade (litros/vaca/ano)
Brasil	33.839.864	100	16.357.485	2.069
Sul	11.588.369	34,2	3.371.200	3.437
Sudeste	11.465.530	33,9	4.772.231	2.403
Centro-Oeste	4.108.236	12,1	2.615.301	1.571
Nordeste	4.383.566	13,0	3.344.357	1.311
Norte	2.294.164	6,8	2.254.396	1.018

3 Fonte: IBGE, Diretoria de Pesquisas, Coordenação de Agropecuária, Pesquisa da Pecuária Municipal 2018.

4

5 A produção leiteira nacional apresenta grande diversidade nos sistemas produtivos. A
 6 heterogeneidade dos sistemas de produção se destaca principalmente aos padrões raciais dos
 7 animais criados, a diversidade de alimentação dos rebanhos e a qualidade do leite produzido
 8 nas propriedades (MATTE JÚNIOR E JUNG, 2017). Cerca de 70% da produção de leite
 9 nacional provêm de vacas mestiças Europeu x Zebu (MARTINS NETO et al., 2018), e, dentre
 10 as principais raças europeias utilizadas, a raça Holandesa predomina nos cruzamentos e entre
 11 as zebuínas, a raça Gir é a mais utilizada, resultando na raça Girolando, no qual demonstra
 12 rusticidade, adaptabilidade às condições edafoclimáticas e ao sistema de criação predominante
 13 no Brasil, caracterizado como produção de leite a pasto (CARVALHO et al., 2003; ABCZ,
 14 2015).

15 Apesar da grande magnitude do rebanho bovino, o Brasil ainda apresenta indicadores
 16 de produtividade considerados baixos, quando comparados a outros países produtores e
 17 comercializadores de leite (SILVA et al., 2011). Porém, Souza et al. (2016) afirmam que o
 18 cenário leiteiro nacional, está avançando para uma modernização na atividade, sobretudo nas

1 propriedades das regiões sul e sudeste, principalmente no aumento da produtividade e na
2 qualidade do leite, promovendo melhoria na renda e qualidade de vida dos produtores.

3 Atualmente com a crescente demanda por alimentos em quantidade e qualidade, o país
4 busca aumento na capacidade produtiva e avanços na qualidade do leite, para garantia dos
5 sistemas de produção no cenário mundial. Dentre os fatores que devem ser levados em
6 consideração para melhoria da eficiência produtiva e reprodutiva dos animais, cuidados com o
7 meio ambiente, seleção de animais, mudanças nos manejos nutricional, sanitário, e reprodutivo,
8 além do uso de sistemas mecanizados, fazem crescer a produtividade das vacas (VILELA et al.,
9 2017).

10 Uma das ferramentas para melhorar a eficiência na exploração de vacas leiteiras, se dá
11 por meio do uso da aplicação de diferentes técnicas do melhoramento genético, como por
12 exemplo, ao utilizar reprodutores geneticamente superiores para as características de produção
13 de leite, aumento do teor de sólidos, características lineares de conformação e contagem de
14 células somáticas, que são características de importância econômica com a finalidade de suprir
15 as exigências atuais do mercado consumidor (MARQUES et al., 2012).

16 Vários são os fatores que irão interferir na quantidade e qualidade do leite produzido,
17 desta forma, o estudo dos fatores que afetam a produção têm função estratégica em programas
18 de melhoramento animal, pois, auxiliam no estabelecimento de princípios de seleção, e podem
19 auxiliar na definição de sistemas de produção mais eficientes, quanto ao manejo, programas
20 alimentares e definição dos melhores cruzamentos a serem realizados (SOUZA et al., 2016;
21 SILVA et al., 2011).

22

23 2. PARÂMETROS PRODUTIVOS E REPRODUTIVOS

24

1 2.1 Estação do Ano

2 Diversos fatores podem influenciar na variação da produção e qualidade do leite, sendo
3 essas variações de origem genética, entre as vacas, e diferenças não genéticas, que podem ser
4 provocadas por fatores relacionados ao meio ambiente ou por funções do sistema fisiológico,
5 recebendo a denominação geral de fatores de meio ou ambientais (RANGEL et al., 2008).

6 O conhecimento das principais fontes de variações na produção e composição do leite
7 são essenciais para a determinação principalmente dos parâmetros de qualidade, pois definem
8 várias propriedades organolépticas e industriais, sendo que estes parâmetros são utilizados na
9 identificação de possíveis erros nas diversas práticas de manejo, servindo como referência na
10 valorização da matéria-prima (DÜRR, 2004).

11 Bondan et al. (2018) avaliando o efeito das estações do ano sobre a composição do
12 leite e contagem de células somáticas (CCS) de 148.604 registros de controles leiteiros em
13 rebanhos de vacas da raça Holandesa na região sul do Brasil, observaram efeito significativo
14 sobre a produção, composição do leite e CCS. Os maiores teores de gordura, proteína, sólidos
15 totais e CCS foram observados no outono. As maiores produções de leite e teores de lactose
16 foram observadas no inverno, tendo os autores atribuído esse aumento à maior quantidade e
17 qualidade das forragens durante o inverno no sul do Brasil, em termos de energia e proteína.

18 Em um estudo com vacas da raça Holandesa no estado de São Paulo, Magalhães et al.
19 (2006) verificaram que não houve efeito da estação do ano e produção de leite, porém os altos
20 níveis de produção foram observados nos meses secos, em que normalmente se observa
21 escassez de forragem de boa qualidade. Os autores justificaram que esse resultado pode ser
22 devido à suplementação alimentar nos meses de seca, pois provavelmente os animais receberam
23 dietas com adequado teor de energia e volumoso de boa qualidade nesse período. Porém para a
24 CCS, foi observado efeito significativo, sendo menor no inverno e maior no verão (janeiro a
25 março), demonstrando que no verão ocorre aumento na umidade e maior estresse térmico,

1 aumentando a suscetibilidade do animal a infecções e o número de patógenos aos quais estaria
2 exposto, favorecendo a incidência de mastite.

3 Lambertz et al. (2014) realizaram um estudo em 20 fazendas leiteiras na Alemanha,
4 avaliando os efeitos da temperatura e umidade sobre a produção e composição do leite e CCS,
5 concluíram que as vacas sob estresse térmico no verão reduzem a produção de leite e os teores
6 de gordura e proteína e aumentam a CCS, causado principalmente pela redução da capacidade
7 de resposta do sistema imunológico, em função do estresse térmico, favorecendo desta maneira
8 a incidência de infecções nesses meses.

9 Ribeiro Neto et al. (2012) avaliando a influência sazonal sobre a composição química,
10 CCS e contagem bacteriana total (CBT) de leite cru refrigerado em vários estados da região
11 Nordeste, também observaram variação na composição do leite ao longo dos meses, sendo que
12 os maiores teores de gordura e proteína foram observados no outono, período que coincide com
13 os meses mais chuvosos, os menores teores de gordura e proteína foram observado na
14 primavera, período considerado seco, já no inverno foi obtido os maiores valores de CCS. Os
15 autores ressaltam que os resultados obtidos sofrem essas variações principalmente pela
16 disponibilidade de alimento e manejo alimentar oferecidos aos animais durante os períodos
17 distintos. Tais variações são justificadas pelas diferenças na pluviosidade e na temperatura
18 ambiente entre as estações, que influenciam diretamente o consumo de matéria seca e o
19 metabolismo, bem como pela qualidade das forragens disponíveis.

20 A produção e composição do leite e CCS do leite são influenciadas pela variação
21 sazonal, isso deve ser considerada como uma importante fonte de variação, principalmente nas
22 tomadas de decisões e adoção de técnicas que possam minimizar os problemas causados pelo
23 estresse térmico, além de um planejamento do manejo alimentar durante o ano.

24

1 2.2 *Ordem de Parto*

2 Sabe-se que a produção e a composição do leite variam com a idade da vaca. A
3 produção de leite cresce desde a primeira lactação até a vaca atingir sua maturidade fisiológica,
4 mantendo um platô, para depois decrescer suavemente à medida que o animal vai envelhecendo,
5 estando esse efeito diretamente relacionado com a ordem de parto. Efeito significativo da idade
6 e/ou ordem de parto na produção e composição de leite foram observados por Soares et al.
7 (2009) e Rangel et al. (2009).

8 Ao avaliarem o efeito da ordem de parto na produção e composição do leite de vacas
9 da raça Holandesa na China, Yang et al. (2013) observaram que vacas primíparas, produziram
10 menor quantidade de leite com menor teor de gordura, as vacas de quarta ordem de parto
11 apresentaram as maiores produções de leite e CCS e os menores teores de proteína, lactose e
12 sólidos no leite, indicando que, com o aumento da ordem de parto, diminui a qualidade e o
13 estado de higiene do leite, enquanto que a produção de leite aumentou e afirmam ainda que
14 vacas de 59-71 meses atingem seu ápice de produção, diminuindo após os sete anos de idade.

15 Galvão Júnior et al. (2010) avaliaram a influência da produção de leite e da ordem de
16 parto sobre a composição físico-química do leite de vacas de raças zebuínas leiteiras. Os autores
17 observaram correlação positiva entre ordem de parto e produção de leite, uma vez que a
18 produção de leite tende a aumentar com a idade da vaca. Para os componentes do leite (gordura,
19 proteína, sólidos totais e sólidos não gordurosos), os maiores valores foram observados em
20 animais de primeira ordem, porém, todos os valores declinaram à medida que aumentou o
21 número de lactações.

22 Essa maior produção observada principalmente em vacas de terceira até quinta ordem
23 de parto, está relacionada ao fato de os animais atingirem a idade adulta com o desenvolvimento
24 corporal e aumento de tamanho do úbere já estabelecidos, resultando diretamente no aumento
25 das células secretoras (SORENSEN et al., 2006), além do desenvolvimento corporal e a relação

1 do controle na mobilização de reservas lipídicas entre vacas primíparas e multíparas, que reflete
2 diretamente no aumento da produção de leite (VIJAYAKUMAR et al., 2017).

3 Além da maior produção de leite das vacas multíparas, geralmente esses animais
4 produzem leite com maior contagem de células somáticas, o que está associado principalmente
5 por seu maior tempo de vida produtiva, período de lactação prolongados, enfraquecimento do
6 esfíncter do teto da glândula mamária, fatores estes que aumentam a incidência da infecção, o
7 que pode ser potencializado no período do inverno, com uma maior umidade, no qual as
8 condições sanitárias são afetadas e, conseqüentemente, aumenta a incidência de casos de
9 mastite (BONDAN et al., 2018; DAL PIZZOL et al., 2014). Cunha et al. (2008) afirmam que
10 o aumento da CCS no leite de vacas multíparas poderia ser parcialmente justificado pela maior
11 quantidade de células epiteliais de descamação da glândula mamária presentes no leite das
12 multíparas.

13

14 *2.3 Idade ao Primeiro Parto*

15 A Idade ao primeiro parto (IPP) é uma das características de maior importância para a
16 eficiência do desempenho reprodutivo de vacas leiteiras, refletindo diretamente em toda sua
17 vida produtiva, impactando assim, na lucratividade da produção de leite (COELHO et al.,
18 2009).

19 De acordo com Viégas (2010) na medida em que a propriedade leiteira se aproxima de
20 um índice de 24 meses para a IPP, considerado ideal para animais da raça Holandesa, estará
21 atingindo a melhor eficiência técnica do rebanho. Não existe nenhum impedimento biológico
22 que determine que uma fêmea não possa parir aos 24 meses de idade tendo alcançado um peso
23 adequado. Porém, Eastham et al. (2018) afirmaram que a meta ideal para a raça, dificilmente é
24 alcançada e, em diferentes países, a média de IPP geralmente fica em torno de 24,5 a 30 meses.

1 Almeida et al. (2017) avaliaram dados de 113.000 vacas oriundas da Associação
 2 Brasileira de Criadores de Bovinos da Raça Holandesa e suas afiliadas estaduais, entre 1995 e
 3 2010, e relataram que a média de IPP nos rebanhos avaliados foi de 26,86 meses. Os autores
 4 chamam a atenção para a avaliação da IPP, apesar de ser intensamente selecionada na raça
 5 Holandesa, merece atenção nos programas de melhoramento animal, pois pode influenciar
 6 outras características reprodutivas e produtivas. Krpálková et al. (2014) demonstraram que
 7 vacas com partos mais precoces apresentam menos dias vazias, menor número de serviços,
 8 menor intervalo de concepção e maior produção de leite na segunda e terceira lactações.

9 Cooke et al. (2013) avaliaram as relações entre IPP e subsequentes taxas de fertilidade,
 10 produção de leite e sobrevivência até o terceiro parto em novilhas da raça Holandesa no Reino
 11 Unido. Os animais foram divididos em quatro grupos de IPP: < 23 meses, 23-25 meses, 26-30
 12 meses e > 30 meses. Observaram que a taxa de fertilidade na primeira lactação foi melhor em
 13 vacas de 23 a 25 meses e menores no grupo com animais de IPP maior que 30 meses. Os
 14 parâmetros de produção de leite na primeira e segunda lactação foram semelhantes entre os
 15 grupos (Tabela 2).

16 **Tabela 2.** Produção de leite nas três primeiras lactações em relação à idade do primeiro parto.

	Idade ao Primeiro Parto (meses)			
	<23	23-25	26-30	>30
Primeira Lactação				
Número de Vacas	60/59	129/109	155/147	44/38
Número de lactações curtas <55dias	0	2	7	2
Produção de leite no pico (Kg/dia)	32 ± 1	33 ± 1	35 ± 1	35 ± 1
Produção aos 305 dias (Kg)	8494 ± 206	8811 ± 167	9103 ± 166	8914 ± 335
Total de dias em lactação	355 ± 14	349 ± 11	357 ± 12	377 ± 17
Total de leite produzido (Kg)	9384 ± 335	9420 ± 339	9985 ± 346	10,136 ± 585
Segunda Lactação				

Número de Vacas	51	109	122	34
Número de lactações curtas <55dias	2	2	2	0
Produção de leite no pico (Kg/dia)	40 ± 1	41 ± 1	44 ± 1	43 ± 2
Produção aos 305 dias (Kg)	9340 ± 210	9908 ± 190	10,546 ± 183	9633 ± 537
Total de dias em lactação	320 ± 12	325 ± 9	356 ± 11	340 ± 24
Total de leite produzido (Kg)	9624 ± 408	10,055 ± 295	11,194 ± 325	9748 ± 678
5 anos de vida				
Número de vacas ainda vivas (%)	33/60 (55%)	74/129 (57%)	93/155 (60%)	28/44 (64%)
Produção total de leite em 5 anos	21,072 ± 1400	22,477 ± 912	20,605 ± 863	15,777 ± 1237
% de vida nos 5 anos gastos em leite	46 ± 2%	45 ± 1%	40 ± 1%	34 ± 2

1 Fonte: Adaptado de (COOKE et al., 2013).

2

3 Os autores ainda concluíram que o desempenho ideal em vacas holandesas com mais
4 de 5 anos de vida foi alcançado com IPP de 23 a 25 meses, pois esses animais tiveram bom
5 desempenho em termos de produção e fertilidade e, portanto, sobreviveram mais tempo no
6 rebanho. Eles também eram mais propensos a atingir 3 lactações; isso é crucial para a
7 lucratividade, que aumenta à medida que o número de lactação aumenta (COOKE et al., 2013).
8 Melhorar a eficiência reprodutiva de novilhas aumenta a lucratividade, pois possibilitará custos
9 de criação mais baixos, sem efeito adverso na produtividade após o parto.

10

11 *2.4 Intervalo de Parto e Período de Serviço*

12 O intervalo de parto (IP) compreende o período da gestação e o período de serviço
13 (PS). Como não podemos interferir na duração da gestação das vacas (285 dias), o período de
14 serviço determina o intervalo de partos. Neste sentido, para obter IP de 12 meses (ideal), o PS
15 não poderia exceder a 85 dias. O PS, também conhecido como intervalo parto/concepção ou

1 “dias em aberto”, é um dos parâmetros reprodutivos mais importantes, pois reflete diretamente
2 a fertilidade do rebanho (BERGAMASCHI et al., 2010).

3 Intervalos de partos mais longos, acima de 420 dias, causam perdas econômicas, já
4 que a próxima gestação será retardada, e atrasará a geração de um novo bezerro e de uma nova
5 lactação. Quando a prenhez é tardia, ocasionará prolongamento da lactação, contudo, isso não
6 compensará na produção de leite total, pois a maior produção ocorre nos primeiros meses após
7 o parto (Tabela 3) (KASHOMA et al., 2015; BERGAMASCHI et al., 2010).

8 Dentre os principais fatores que podem prolongar o PS estão, a alta produção de leite,
9 problemas como, partos prematuros, distorcias, retenção de placenta e as endometrites, a não
10 detecção de estro, o anestro pós-parto prolongado, causado principalmente por disfunções
11 ovarianas ou má nutrição e manejo ambiental deficiente. Quanto mais cedo acontecer a
12 concepção, maior será o número de bezerros nascidos e maior será a produtividade de leite por
13 dia de IP e durante toda a vida produtiva da vaca (KASHOMA et al., 2015).

14

15 **Tabela 3.** Diferenças quanto ao intervalo de partos (IP) no resultado zootécnico e econômico
16 da atividade leiteira.

Variáveis	Intervalo de partos (meses)			
	12	15	18	24
Duração da lactação (meses)	10	13	16	22
Produção de leite na vida útil (Kg)	25.080	23.180	21.080	17.700
Produção por Lactação (Kg)	4.180	4.830	5.270	5.900
Média de produção na lactação (Kg/dia)	13,7	12,2	10,8	8,8
Produção por dia de IP (Kg/dia)	11,4	10,6	9,6	8,1
Nº de crias	6	4,8	4	3

17 Fonte: Adaptado de Camargo (2000).

18 Na literatura é possível encontrar vários autores abordando diferentes valores de IP e
19 PS para rebanhos leiteiros. Almeida et al. (2017) avaliando informações da Associação

1 Brasileira de Criadores de Bovinos da Raça Holandesa, em 15 anos de estudo, relataram que a
2 média de IP e PS no rebanho foi de 14,66 ($\pm 3,58$) meses e 61 ($\pm 16,05$) dias. Marestone et al.
3 (2013) que reportaram valores médios de 449 ($\pm 118,2$) e 178 ($\pm 118,73$) dias, para IP e PS,
4 respectivamente, para vacas da raça Holandesa nos estados de São Paulo e Paraná. Grebogi et
5 al. (2008) estudando os parâmetros reprodutivos de vacas Holandesas no Paraná, obtiveram
6 valores de 375 dias para IP e 90 dias para PS.

7

8 3. ANÁLISE MULTIVARIADA NA PRODUÇÃO ANIMAL

9 O desenvolvimento da estatística clássica baseia-se na análise das variáveis
10 individualmente e, a partir dos resultados obtidos, possibilita pressuposições a respeito do
11 fenômeno avaliado (SANTOS et al., 2010). No entanto, a maior parte dos processos biológicos
12 na natureza dependem de muitas variáveis, desta forma, a análise univariada torna-se limitada
13 por não considerar as correlações existentes entre as variáveis. Deste modo, surgiu a
14 necessidade de buscar metodologias estatísticas que avaliassem concomitantemente um
15 conjunto de variáveis para obter melhores interpretações das informações extraídas de um
16 conjunto de dados (GUEDES, 2017).

17 As análises multivariadas consistem em um conjunto de métodos e técnicas que permitem
18 a análise simultânea de variáveis características para cada indivíduo, tendo em consideração as
19 correlações e covariâncias existentes entre as variáveis. São ferramentas úteis nos estudos de
20 caracterização dos diversos sistemas de produção, pois possibilitam avaliação das variáveis de
21 forma conjunta (HAIR JR. et al., 2009).

22 O método de análise multivariada deve ser adotado de acordo com os objetivos do
23 estudo, pois, as técnicas multivariadas consistem de análises exploratórias para a sintetização
24 de dados e construção de hipóteses, e não para confirmações a respeito dos dados (HAIR JR. et
25 al., 2009). Dentre as técnicas de análise multivariada de grande aplicabilidade em estudos de
26 produção animal, as análises de componentes principais (ACP) e de agrupamento (*cluster*) são

1 duas técnicas comumente utilizadas em diversos trabalhos envolvendo animais de produção
2 (BARBOSA et al., 2020; BODENMÜLLER FILHO et al., 2010; RIBEIRO et al., 2018;
3 VENTURA et al., 2012).

4 A análise de componentes principais (ACP) é uma técnica multivariada que avalia um
5 conjunto de dados representando as observações descritas por variáveis dependentes, as quais,
6 em geral, são inter-correlacionadas (GUEDES, 2017). Portanto, o objetivo principal é extrair
7 informações importantes de características avaliadas do banco de dados possivelmente
8 correlacionadas e expressar essas informações em um novo conjunto de variáveis ortogonais
9 (ortogonalização dos vetores) linearmente não correlacionadas, denominadas componentes
10 principais (ABDI e WILLIAMS, 2010).

11 A determinação dos números de componentes principais importantes continua sendo
12 um dos maiores desafios para a interpretação significativa de dados multivariados (PERES-
13 NETO et al., 2005). O primeiro componente principal é uma combinação linear normalizada,
14 que retém a máxima variância, o segundo componente principal possui a segunda maior
15 variância e, assim, sucessivamente, de forma que o máximo de informação, em termos de
16 variação total. Além disso, os componentes principais representam vetores linearmente
17 independentes, ou seja, são independentes entre si (SANTOS et al., 2019).

18 O número de componentes principais a ser retido, ou seja, a quantidade de
19 componentes principais necessário para explicar a variabilidade das informações extraídas de
20 um banco de dados, pode ser determinada pelo uso da matriz de correlação baseado no tamanho
21 (magnitude) das variâncias dos componentes principais, ou seja, o uso dos autovalores da matriz
22 de correlação. Esta metodologia foi determinada por Kaiser (1960), e considera que se as
23 variáveis originais são todas não-correlacionadas então o ajuste dos componentes principais é
24 o mesmo que o das variáveis originais. No caso da matriz de correlação, todas as variáveis
25 padronizadas possuem variância igual a um. Dessa forma, apenas componentes com valores

1 próprios maiores que 1 são considerados significativos e todos os componentes com valores
2 próprios menores que 1 são considerados insignificantes e descartados.

3 Em estudos sobre a bovinocultura leiteira no Brasil é possível encontrar uma vasta
4 literatura abordando essas ferramentas estatísticas. Alessio et al. (2016) avaliaram os fatores
5 que influenciam a variação de lactose do leite, em rebanhos de Santa Catarina, e verificaram a
6 relação da CCS e ordem de parto. Santos et al. (2017) utilizaram a análise multivariada para
7 caracterizar os sistemas de produção da Amazônia Brasileira. Haygert-Velho et al. (2018)
8 analisaram controles mensais de produção, composição e qualidade microbiológica do leite no
9 estado do Rio Grande do Sul e observaram a formação e separação de grupos por estações do
10 ano.

11

12 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

13 ABCZ – Associação Brasileira dos Criadores de Zebu. **Notas da Superintendência Técnica**,
14 2015. Disponível em: <http://www.abcz.org.br/conteudo/tecnica/cdp.html>. Acesso em 20 jan.
15 2020.

16 ABDI, H., WILLIAMS, L. J. Principal component analysis. **WIREs Comp Stat**, v. 2 p. 433-
17 459, 2010.

18 ALESSIO, D. R. M., THALER NETO, A.; VELHO, J. P., PEREIRA, I. B., MIQUELLUTI, D.
19 J., KNOB, D. A., SILVA, E. C. G. Multivariate analysis of lactose content in milk of Holstein
20 and Jersey cows. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 37, n. 4, p. 2641–2652, 2016.

21 ALMEIDA, T. P., KERN, E. L., DALTRO, D. S., NETO, J. B., MCMANUS, C., NETO, A.
22 T., COBUCCI, A. C. Genetic associations between reproductive and linear-type traits of Holstein
23 cows in Brazil. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 46, n. 2, p. 91-98, 2017.

1 BARBOSA, S. B. P., MODESTO, E. C., LOPES, F. A., SILVA, E. C., ABAD, A. C. A.
2 Relationship between milk production system and milk traits and somatic cell counts in
3 Brazilian Murrah buffaloes: a multivariate analysis. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v.
4 42, e46522, 2020.

5 BERGAMASCHI, M. C. M. A, MACHADO, R., BARBOSA, R. T. Eficiência reprodutiva das
6 vacas leiteiras. Juiz de Fora, MG: Embrapa Gado de leite, **Circular Técnica**, n. 64, p. 1-12
7 2010.

8 BODENMÜLLER FILHO, A., DAMASCENO, J. C., PREVIDELLI, I. T. S., SANTANA, R.
9 G., RAMOS, C. E. C. O., SANTOS, G. T. Tipologia de sistemas de produção baseadas nas
10 características de leite. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, n. 8, p. 1832-1839, 2010.

11 BONDAN, C., FOLCHINI, J. A., NORO, M., QUADROS, D. L., MACHADO, K. M.,
12 GONZÁLEZ, F. H. D. Milk composition of Holstein cows: a retrospective study. **Ciência**
13 **Rural**, v. 48, n. 12, e20180123, 2018.

14 CAMARGO, A. C. Sistema de Produção de Leite: Conceitos Básicos. **Balde Branco**, n. 425,
15 2000.

16 CARVALHO, L.A.; NOVAES, N.P.; GOMES, T.A., MIRANDA, J. E. C., RIBEIRO, A. C. C.
17 L. Sistema de produção de leite zona da Mata Atlântica. Coronel Pacheco: **Embrapa Gado de**
18 **Leite**, v. 1, 2003.

19 CNA - Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil. Valor Bruto da Produção (VBP).
20 Brasília – DF. **Boletim Informativo**, 1-5. Disponível em: [https://www.cnabrazil.org.br/](https://www.cnabrazil.org.br/assets/arquivos/boletinstecnicos/SUT-VBP.pdf)
21 [assets/arquivos/boletinstecnicos/SUT-VBP.pdf](https://www.cnabrazil.org.br/assets/arquivos/boletinstecnicos/SUT-VBP.pdf). 2019. Acesso em 20 jan. 2020.

- 1 COELHO, J. G., BARBOSA, P. F., TONHATI, H., FREITAS, M. A. R. Análise das relações
2 da curva de crescimento e eficiência produtiva de vacas da raça Holandesa. **Revista Brasileira**
3 **de Zootecnia**, v. 38, n. 12, p. 2346-2353, 2009.
- 4 COOKE, J. S., CHENG, Z., BOURNE, N. E., WATHES, D. C. Association between growth
5 rates, age at first calving and subsequent fertility, milk production and survival in Holstein-
6 Friesian heifers. **Open Journal of Animal Sciences**, v. 3, n. 1, p. 1-12, 2013.
- 7 CUNHA, R. P. L., MOLINA, L. R., CARVALHO, A. U., FACURY FILHO, E. J., FERREIRA,
8 P. M., GENTILINI, M. B. Mastite subclínica e relação da contagem de células somáticas com
9 número de lactações, produção e composição química do leite em vacas da raça Holandesa.
10 **Arquivos Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 60, p. 19-24, 2008.
- 11 DAL PIZZOL, J. G., THALER NETO, A., FARIAS, D. K. BRAUN, W., WERNCKE, D.
12 Contagem de células somáticas em vacas da raça Holandesa e mestiças Holandês x Jersey.
13 **Archives of Veterinary Science**, v. 19, n. 1, p. 46-50, 2014.
- 14 DÜRR, J. W. Programa nacional de melhoria da qualidade do leite: uma oportunidade única.
15 In: DÜRR, J. W., CARVALHO, M. P., SANTOS, M. V. (Eds.). **O compromisso com a**
16 **qualidade do leite no Brasil**. Passo Fundo: Editora Universidade de Passo Fundo, p. 38-55,
17 2004.
- 18 EASTHAM, N. T., COATES, A., CRIPPS, P., RICHARDSON, H., SMITH, R.,
19 OIKONOMOU G. Associations between age at first calving and subsequent lactation
20 performance in UK Holstein and Holstein-Friesian dairy cows. **Plos One**, v. 13, n. 6, p. 1-13,
21 2018.
- 22 GALVÃO JÚNIOR, J. G. B., RANGEL, A. H. N., MEDEIROS, H. R., SILVA, J. B. A.,
23 AGUIAR, E. M., MADRUGA, R. C., LIMA JÚNIOR, D. M. Efeito da produção diária e da

1 ordem de parto na composição físico-química do leite de vacas de raças Zebuínas. **Acta**
2 **Veterinária Brasileira**, v. 4, n. 1, p. 25-30, 2010.

3 GREBOGI, A., OSTRENSKY, A., POHL, F., ALMEIDA, R., WEISS, R. R., KOZICKI, L. E.,
4 BREDA, J. C., & GIACOMELI, A. M. Impacto da idade ao parto no desempenho produtivo e
5 reprodutivo em vacas Holandesas primíparas. **Archives of Veterinary Science**, n. 13, v. 1, p.
6 22-25, 2008.

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

10 HAIR JR, J. F. J., ANDERSON, R. E., TATHAM, R. L., BLACK, W. C. **Análise multivariada**
11 **de dados**. 6. ed. Porto Alegre: Bookman, 2009.

12 HAYGERT-VELHO, I. M. P., CONCEIÇÃO, G. M. D., COSMAM, L. C., ALESSIO, D. R.
13 M., BUSANELLO, M., SIPPERT, M. R., DAMIANI, C., ALMEIDA, A. P. A., VELHO, J. P.
14 Multivariate analysis relating milk production, milk composition, and seasons of the year.
15 **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 90, n. 4, p. 3839–3852, 2018.

16 IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Pesquisa Pecuária Censo Agropecuário**
17 **Municipal**. Rio de Janeiro, 46, 1-8. Disponível em:
18 [https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/84/ppm_2018_v46_br_notas_tecnicas.p](https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/84/ppm_2018_v46_br_notas_tecnicas.pdf)
19 [df](https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/84/ppm_2018_v46_br_notas_tecnicas.pdf). 2018. Acesso em 10 dez. 2019.

20 KAISER, H. F. The application of electronic computers to factor analysis. **Educational and**
21 **Psychological Measurement**, v. 20, p. 141 – 151, 1960.

- 1 KASHOMA, I. P., MWINGIRA, S. M., WEREMA, C. W., KESSY, B. M. Productive and
2 reproductive performance of Friesian cows at Kitulo livestock multiplication unit, Tanzania.
3 **Tanzania Veterinary Journal**, v. 30, n. 1, p. 33-41, 2015.
- 4 KRPÁLKOVÁ, L.; CABRERA, V. E.; VACEK, M.; ŠTÍPKOVÁ, M.; STÁDNÍK, L. AND
5 CRUMP, P. Effect of prepubertal and postpubertal growth and age at first calving on production
6 and reproduction traits during the first 3 lactations in Holstein dairy cattle. **Journal of Dairy**
7 **Science**, v. 97, n. 5, p. 3017-3027, 2014.
- 8 LAMBERTZ, C., SANKER, C., GAULY, M. Climatic effects on milk production traits and
9 somatic cell score in lactating Holstein-Friesian cows in different housing systems. **Journal of**
10 **Dairy Science**, v. 97, n. 1, p. 319-329, 2014.
- 11 MAGALHÃES, H. R., EL FARO, L., CARDOSO, V. L., PAZ, C. C. P., CASSOLI, L. D.,
12 MACHADO, P. F. Influência de fatores de ambiente sobre a contagem de células somáticas e
13 sua relação com perdas na produção de leite de vacas da raça Holandesa. **Revista Brasileira**
14 **de Zootecnia**, v. 35, n. 2, p. 415-421, 2006.
- 15 MARESTONE, B. S., SANTOS, E. R., SERRA, F. B. S., MUNIZ, C. A. S. D., MARQUES,
16 C. P., ALVES, K. B., ALVES, M. V., ALVES, R. C. M. Características reprodutivas, de
17 crescimento e idade ao primeiro parto em bovinos da raça Holandesa. **Semina: Ciências**
18 **Agrárias**, v. 34, n. 6, p. 4105-4112, 2013.
- 19 MARTINS NETO, T., SILVA, C. B., RUAS, J. R. M., SILVA, E. A., QUEIROZ, D.S.,
20 COSTA, M. D., GOMES, V. M., SANTOS, L. H. T. Viabilidade econômica de vacas leiteiras
21 F1 Holandês x Zebu com diferentes bases maternas e ordens de parto. **Arquivo Brasileiro de**
22 **Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 70, n. 6, p. 1959-1969, 2018.

- 1 MATTE JÚNIOR, A. A., JUNG, C. F. Produção leiteira no Brasil e características da
2 bovinocultura leiteira no Rio Grande do Sul. **VII Seminário Internacional sobre**
3 **desenvolvimento regional**, v. 1, p. 1-22, 2017.
- 4 PERES-NETO, P.R., JACKSON D. A., SOMERS, K. M. How many principal components:
5 stopping rules for determining the number of non-trivial axes revisited. **Computational**
6 **Statistics & Data Analysis**, v. 49, p. 974-997, 2005.
- 7 RANGEL, A. H. N., BRAGA, A. P., AGUIAR, E. M., MORAIS JÚNIOR, D., LIMA, R. N.
8 Fatores ambientais que afetam a desempenho produtivo de rebanhos da Raça Jersey. **Revista**
9 **Verde da Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 3, n. 3, p. 36 -39, 2008.
- 10 RANGEL, A. H. N., GUEDES, P. L. C., ALBUQUERQUE, R. P. F., NOVAIS, L. P. LIMA
11 JÚNIOR, D. M. Desempenho produtivo leiteiro de vacas guzerá. **Revista Verde de**
12 **Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 4, p. 85-89, 2009.
- 13 RIBEIRO NETO, A. C., BARBOSA, S. B. P., JATOBÁ, R. B., SILVA, A. M., SILVA, C. X.,
14 SILVA, M. J. A., SANTORO, K. R. Qualidade do leite cru refrigerado sob inspeção federal na
15 região Nordeste. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 64, n. 5, p.
16 1343-1351, 2012.
- 17 RIBEIRO, M. J. B., PINTO, L. F. B., BARBOSA, A. C. B., SANTOS, G. R. A., PINTO, A. P.
18 G., NASCIMENTO, C. S., BARBOSA, L. T. Principal components for the in vivo and carcass
19 conformations of Anglo-Nubian crossbred goats. **Ciência Rural**, v. 48, n. 6, e20170771, 2018.
- 20 SANTOS, E. F. N., SANTORO, K. R., FERREIRA, R. L. C., SANTOS, E. S., SANTOS, G.
21 R. A. Formação de grupos produtivos em vacas leiteiras por meio de componentes principais.
22 **Revista Brasileira Biométrica**, v. 28, n. 3, p. 15-22, 2010.

1 SANTOS, M. A. S., LOURENÇO JÚNIOR, J. B., SANTANA, A. C., HOMMA, A. K. O.,
2 ANDRADE, S. J. T., SILVA, A. G. M. Caracterização do nível tecnológico da pecuária bovina
3 na Amazônia Brasileira. **Revista de Ciências Agrárias: Amazonian Journal of Agricultural
4 and Environmental Sciences**, v. 60, n. 1, p. 103–111, 2017.

5 SANTOS, R. O., MENDES, GORGULHO, B. M., CASTRO, M. A., FISBERG, R. M.,
6 MARCHIONI, D. M., BALTAR, V. T. Principal Component Analysis and Factor Analysis:
7 differences and similarities in Nutritional Epidemiology application. **Revista Brasileira de
8 Epidemiologia**, v. 22, e190041, 2019.

9 SILVA, D. A. R., OLIVO, C. J., CAMPOS, B. C., TEJKOWSKI, T. M., MEINERZ, G. R.,
10 SACCOL, A. G. F., COSTA, S. T. Produção de leite de vacas da raça Holandesa de pequeno,
11 médio e grande porte. **Ciência Rural**, v. 41, n. 3, p. 501–506, 2011.

12 SOARES, G. V. M., RANGEL, A. H. N., AGUIAR, E. M., MEDEIROS, H. R., LIMA
13 JUNIOR, D. M. Influência da ordem de parto sobre a produção de leite de vacas zebuínas. **Acta
14 Veterinária Brasília**, v. 3, n. 2, p. 106-110, 2009.

15 SORENSEN, M. T., NORGAARD, J. V., THEIL, P. K., VESTERGAARD, M., SEJRSEN, K.
16 Cell turnover and activity in mammary tissue during lactation and the dry period in dairy cows.
17 **Journal of Dairy Science**, v. 89, n. 12, p. 4632–4639, 2006.

18 SOUZA, K. A., ABRANTES, R. S. X., SANTOS, C. L. A., SOARES, D. M. A., SANTOS, V.
19 C., LOIOLA, M. V. C., LIMA, P. M. F., SANTOS, E. L. A. Panorama de sistema de produção
20 de leite no Brasil. **INTESA – Informativo Técnico do Semiárido**, v. 10, n. 2, p. 57 - 61, 2016.

21 VENTURA, H. T., LOPES, P. S., PELOSO, J. V. GUIMARÃES, S. E. F., CARNEIRO, A. P.
22 S., CARNEIRO, P. L. S. Use of multivariate analysis to evaluate genetic groups of pigs for dry-
23 cured ham production. **Livestock Science**, v. 148, n. 3, p. 214–220, 2012.

- 1 VIÉGAS, J. Manejo de novilhas leiteiras, em busca da eficiência técnica. In: SANTOS, G. T.,
2 MASSUDA, E. M., KAZAMA, D. C. S., JOBIM, C. C., BRANCO, A. F. **Bovinocultura**
3 **leiteira: bases zootécnicas, fisiológicas e de produção**, Maringá: Eduem, p. 79-107, 2010.
- 4 VIJAYAKUMAR, M., PARK, J. H., KI, K. S., LIM, D. H., KIM, S. B., PARK, S. M., JEONG,
5 H. Y., PARK, B. Y., KIM, T. I. The effect of lactation number, stage, length, and milking
6 frequency on milk yield in Korean Holstein dairy cows using automatic milking system. **Asian-**
7 **Australasian Journal of Animal Sciences**, v. 30, n. 8, p. 1093–1098, 2017.
- 8 YANG, L., YANG, Q., YI, M., PANG, Z. H., XIONG, B. H. Effects of seasonal change and
9 parity on raw milk composition and related indices in Chinese Holstein cows in northern China.
10 **Journal of Dairy Science**, v. 96, n. 11, p. 6863–6869, 2013.

11

12

13

14

15

16

17

18

19

20

21

22

23

24

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28

CAPITULO II

**DESEMPENHO PRODUTIVO E REPRODUTIVO DE VACAS HOLANDESAS NO
AGRESTE DE PERNAMBUCO, NO PERÍODO DE 2007 A 2017**

1 **Desempenho produtivo e reprodutivo de vacas Holandesas no Agreste de Pernambuco,**
2 **no período de 2007 a 2017**

3 **Productive and reproductive performance of Holstein cows in Agreste of Pernambuco**
4 **from 2007 to 2017**

- 5
- 6 • Vacas criadas na região Agreste tiveram produção de leite de 32,46 kg.
 - 7 • Vacas primíparas apresentaram maiores teores dos componentes do leite.
 - 8 • Observou-se aumento significativo do ECS com o aumento da ordem de parto.
 - 9 • O modelo de Wood apresentou bom ajuste aos dados para a curva de lactação.
- 10

11 **RESUMO**

12 Objetivou-se com este trabalho avaliar o desempenho produtivo e reprodutivo de vacas
13 holandesas criadas no Agreste de Pernambuco. Foram analisados registros de controle leiteiro
14 obtidos em três fazendas localizadas na região Agreste do estado de Pernambuco, realizados
15 mensalmente entre os anos de 2007 e 2017. As características climáticas, de acordo com o
16 Instituto Nacional de Meteorologia, para o período de coleta foram: temperatura média anual
17 de 24,21°C; precipitação média anual de 551,7 mm e umidade relativa média anual de 75,92%.
18 Um total de 42.677 informações sobre produção de leite, componentes do leite e escore de
19 células somáticas (ECS) e outras informações de controle zootécnico referente ao manejo
20 reprodutivo foram analisados neste estudo. Para avaliar o desempenho produtivo das vacas,
21 foram feitas estimativas das curvas de lactação em função da ordem de parto utilizando o
22 modelo de Wood e a produção de leite, componentes do leite e ECS foram analisados em função
23 da ordem de parto e quanto aos efeitos de fazenda, estação do ano e ano de parto e a interação
24 ordem de parto e estação do ano. Para avaliação reprodutiva, foi avaliado o efeito da fazenda
25 sobre os índices como idade ao primeiro parto (IPP), intervalo de parto (IP) e período de serviço
26 (PS). Os dados foram processados usando os comandos do SAS, PROC GLM para análise de
27 variância e PROC NLIN para estimativa das curvas. Houve efeito significativo ($p < 0,05$) de
28 fazenda, ordem de parto, estação do ano, ano de parto e da interação analisada, sobre os valores
29 de produção, composição do leite e ECS. Os maiores teores de alguns componentes (lactose,
30 sólidos totais e sólidos não gordurosos) do leite foram observados nas primíparas. As vacas
31 multíparas foram as mais produtivas em relação à quantidade de leite produzido diariamente
32 (34,15 kg/leite/dia) e conseqüentemente, apresentaram maior ECS (4,48). O modelo de Wood
33 apresentou bom ajuste aos dados, apresentando uma curva caracterizada por uma fase

1 ascendente até o pico e uma fase descendente posterior ao pico. Para os índices reprodutivos,
2 observou-se efeito significativo ($p < 0,05$) de fazenda sobre o IP e PS. Os parâmetros ordem de
3 parto, fazenda, estação do ano, ano de parto, interação entre ordem de parto e estação do ano,
4 assim como o efeito de fazenda nos índices reprodutivos (IP e PS) são os fatores mais
5 importantes na avaliação da produção e qualidade do leite de vacas de alta produção criadas no
6 semiárido.

7

8 **Palavras-chave:** bovinocultura leiteira, controle leiteiro, curva de lactação, índices
9 zootécnicos, qualidade de leite

10

11 **ABSTRACT**

12 The aim of this study was to assess the productive and reproductive performance of Holstein
13 cows grown in the Agreste region of Pernambuco. Dairy records were collected from three
14 farms located in the Agreste region of the state of Pernambuco each month between 2007 and
15 2017. According to the National Institute of Meteorology the average annual temperature
16 during the collection period was 24.21 °C, mean annual rainfall was 551.7 mm and mean annual
17 relative humidity was 75.92%. A total of 42,677 data points concerning milk production, milk
18 components and somatic cell score (SCS), as well as other zootechnical information regarding
19 reproductive management, are analyzed herein. In order to assess cow productive performance,
20 lactation curve estimates were performed according to calving order by applying the Wood
21 model, while milk production, milk components and SCS were analyzed according to calving
22 order and farm, season, calving year and the interaction between calving order and season.
23 Regarding reproductive evaluations, farm effects on indices such as age at first calving (IPP),
24 calving interval (IP) and service period (PS) were evaluated. Data were processed using analysis
25 of variance SAS PROC GLM commands, while PROC NLIN commands were used to estimate
26 the curves. Significant ($p < 0.05$) farm, calving order, season, calving year and interaction
27 effects on production values, milk composition and SCS were noted. Higher amounts of certain
28 milk components (lactose, total solids and non-fat solids) were observed in primiparous cows.
29 Multiparous cows were the most productive in relation to the amount of milk produced milk
30 (34.15 kg/milk/day) and, consequently, presented the highest SCS (4.48). The Wood model
31 showed a good fit of lactation curve characterized by an ascending phase until peaking and a
32 descending phase following the peak. Regarding the assessed reproductive indices, a significant
33 effect ($p < 0.05$) of farm was observed on IP and PS. The parameters calving order, farm, season,

1 year of calving, interaction between calving order and season, as well as the effect of farm on
2 reproductive indices (IP and PS) are the most important factors in the evaluation of production
3 and milk quality of cows raised in semiarid environments.

4

5 **Keywords:** dairy cattle, dairy control, lactation curve, milk quality, zootechnical indexes

6

7 **INTRODUÇÃO**

8 O aumento da produção pecuária no Brasil é um impulso de vital importância para se
9 considerar o país como um dos principais fornecedores de alimentos de origem animal no
10 mundo. Embora o Brasil tenha um dos maiores rebanhos bovinos (214,9 milhões de cabeça) e
11 ocupe a quarta posição na produção de leite no cenário mundial (33,5 bilhões de litros), a
12 produção do rebanho nacional é baixa (aproximadamente 1.963 litros/vaca/ano) (IBGE, 2017),
13 o que evidencia a necessidade de melhorar as eficiências produtiva e reprodutiva dos rebanhos
14 leiteiros (Martins et al., 2018a).

15 Ganhos em produtividade e qualidade do leite são apontados como os principais
16 mecanismos para garantia de eficiência e sustentabilidade dos sistemas de produção no cenário
17 das recentes transformações da agroindústria brasileira e mundial. Dentre os fatores devem ser
18 considerados para aumento dos índices produtivos e reprodutivos na atividade, cuidado com o
19 meio ambiente, a garantia da inocuidade do leite, o conforto animal, destacando-se a raça e o
20 tipo animal (Silva et al., 2011).

21 Dentre as várias raças com aptidão leiteira destaca-se a raça Holandesa, presente na
22 maioria dos países de pecuária desenvolvida. No Brasil, essa raça é a base de vários
23 cruzamentos, garantindo uma grande dispersão da genética em diversos rebanhos no país
24 (Martins et al., 2018b).

25 A raça Holandesa é originária de clima temperado, por essa razão pode sofrer limitações
26 quando criadas em regiões de clima semiárido, que apresenta altas temperaturas, com médias
27 anuais variando de 23°C à 27°C, baixa umidade relativa, igual ou inferior a 50%, baixo índice
28 de pluviosidade, menor que 800 mm ao ano, com chuvas irregulares e escassas, solos pobres em
29 nutrientes, que são os principais fatores que limitam a disponibilidade e qualidade da forragem
30 durante o ano (Teixeira, 2016), o que pode impossibilitar a expressão da máxima capacidade
31 produtiva de vacas selecionadas para maior produção de leite (Cerutti et al., 2013). Para
32 obtenção de resultados produtivos e reprodutivos satisfatórios, faz-se necessário adequar as
33 condições ambientais aos animais utilizando estratégias de climatização para reduzir os efeitos

1 do estresse térmico sobre as vacas em lactação, uma vez que, haverá melhorias nos índices de
2 conforto térmico. (Cerutti et al., 2013).

3 Outros fatores que podem influenciar a produtividade e a qualidade do leite, além dos
4 fatores ambientais, são os fatores fisiológicos, como idade ao primeiro parto, ordem de parto e
5 período de lactação (Chegini et al., 2017). As mudanças que ocorrem com o avanço da idade
6 da vaca são, principalmente, causadas por fatores fisiológicos e proporcionam desempenhos
7 máximos com a maturidade do animal, mantendo um platô, para depois decrescer à medida que
8 o animal vai envelhecendo, efeito que está diretamente relacionado com a ordem de parto
9 (Soares et al., 2009).

10 O estudo da estação do ano, da curva de lactação, idade ao parto sobre o desempenho
11 produtivo das vacas é importante para determinação de técnicas de manejo e fundamentais nas
12 tomadas de decisão na seleção de animais em programas de melhoramento genético. Assim,
13 objetivou-se neste trabalho avaliar o desempenho produtivo e reprodutivo de vacas da raça
14 Holandesa criadas no Agreste de Pernambuco.

15

16 **MATERIAL E MÉTODOS**

17

18 *Caracterização do local de estudo*

19 Para realização deste estudo foram utilizados dados de produção e composição de leite
20 de três rebanhos leiteiros comerciais de vacas Holandesas, localizados nas cidades de Gravatá
21 e São Bento do Una, no Agreste de Pernambuco. As características climáticas para os 11 anos
22 de coleta de dados segundo o Instituto Nacional de Meteorologia - INMET foram: temperatura
23 média anual de 24,21°C (mínima de 20,43°C e máxima de 30,03°C); precipitação média anual
24 de 551,7 mm (mínimo de 376,9 mm e máximo de 859,4 mm) e umidade relativa média anual
25 de 75,92% (mínimo de 73,30% e máximo de 78,14%) (Material suplementar 1).

26

27 *Caracterização das fazendas*

28 Para realização deste trabalho, foram obtidos 6.350 registros do controle leiteiro oficial
29 realizados mensalmente entre janeiro de 2007 e dezembro de 2017. Os rebanhos foram
30 caracterizados pela produção de leite sob clima semiárido e com manejo alimentar semelhantes,
31 utilizando como concentrado, ração comercial a base de milho e soja, e volumoso, uso de palma

1 forrageira, silagem de milho e feno de Tifton, ao longo dos anos. Sal mineral e água foram
2 fornecidas *ad libitum*.

3 Foram utilizadas informações de três fazendas, selecionadas em função do número de
4 animais controlados, período no qual os rebanhos estavam em controle e frequência da
5 realização do controle leiteiro mensal. As instalações eram semelhantes, com galpão com
6 comedouros e bebedouros e área de acesso livre com cama de areia, exceto na fazenda dois,
7 que faz uso de um galpão de *free stall*, uso de ventiladores, aspersores e escovas rotativas no
8 galpão.

9

10 *Descrição e análise dos dados*

11 Nenhuma aprovação do Comitê de Ética com Uso de Animais foi necessária para os
12 propósitos desta pesquisa, já que todas as informações necessárias foram obtidas de bancos de
13 dados existentes.

14 Os dados de produção e composição do leite e contagem de células somáticas foram
15 obtidos mensalmente a partir dos relatórios de controle de laticínios nos rebanhos selecionados.
16 Os dados utilizados foram obtidos dos relatórios oficiais do Programa de Gerenciamento de
17 Rebanhos Leiteiros do Nordeste (PROGENE) e Associação dos Criadores de Pernambuco
18 (ACP), com informações de acordo com Associação Brasileira dos Criadores de Bovinos da
19 Raça Holandesa (ABCBRH). Análises da composição do leite, incluindo lactose, gordura,
20 proteína, sólidos totais e sólidos não gordurosos, foram realizadas por técnica de infravermelho
21 (Bentley 2000, Bentley Instruments, EUA) e contagem de células somáticas (CCS) por
22 citometria de fluxo (Somacount 500, Bentley Instruments, EUA).

23 Os dados foram analisados previamente utilizando a função *outlierKD* do R para
24 exclusão de valores extremos (*outliers*) que pudessem interferir nos resultados. A CCS por não
25 apresentar distribuição normal, foi transformada em Escore de Células Somáticas (ECS),
26 resultando da transformação logarítmica, obtida pela equação $ECS = \log_2(CCS/100) + 3$. Os
27 valores de ECS correspondentes ao intervalo de CCS de zero a 12.000 células/ml foram
28 igualados a zero, para evitar números negativos (Ribas et al., 2014).

29 Após as restrições, foram utilizados para análises estatísticas informações de 380 vacas,
30 sendo, 6.311 registros de produção de leite e 6.061 registros para gordura, proteína, lactose,
31 sólidos totais, sólidos não gordurosos (SNG) e escore de células somáticas (ECS), totalizando
32 42.677 informações. Foram estudados os efeitos da fazenda (1, 2 e 3), ordem de parto (1, 2, 3
33 e 4 ou mais), as últimas ordens foram agrupadas e representadas pela última classe, em

1 decorrência da baixa frequência de observações, as estações do ano (Outono, Inverno,
2 Primavera e Verão) e ano de parto (2007 a 2017).

3 Em seguida, a análise de variância foi realizada utilizando o procedimento do modelo
4 linear geral (PROC GLM), para verificar os fatores que pudessem estar influenciando as
5 variáveis e posteriormente uma comparação de médias utilizando o teste Tukey a 5% de
6 probabilidade.

7 O modelo utilizado:

$$8 Y_{ijkl} = \mu + Prop_i + Ord_j + Est_k + AP_l + (Ord*Est)_{jk} + e_{ijkl}$$

9 Em que Y_{ijk} = valor observado da variável dependente (produção de leite, composição
10 de leite e ECS); μ = a média geral; $Prop_i$ = efeito da i -ésima fazenda; Ord_j = efeito da j -ésima
11 ordem de parto; Est_k = efeito da k -ésima estação do ano; AP_l = efeito da l -ésima ano de parto;
12 $Ord*Est_{jk}$ = efeito da interação entre ordem de parto e estação do ano e e_{ijkl} = erro aleatório
13 associado a cada observação.

14

15 1. Curva de lactação

16 Para definição das curvas de lactação em função da ordem de parto, foi utilizado o
17 modelo de Wood (1967), que tem sido a função matemática mais utilizada em estudos
18 envolvendo o ajuste de curvas de lactação de bovinos leiteiros (Glória et al., 2010):

$$19 Y_t = at^b \exp^{-ct}$$

20 Em que: Y é a produção de leite (kg) no tempo de lactação t (dias); a , b e c são
21 parâmetros que representam, respectivamente, a produção inicial da vaca, a taxa média de
22 aumento da produção até atingir o pico e a taxa média de declínio na produção após atingir o
23 pico de lactação; e \exp a base do logaritmo natural (constante= 2,7182). Para essa análise, foram
24 excluídas lactações com primeiro controle após 30 dias de lactação, intervalo entre pesagens
25 superior a 30 dias e animais com menos de quatro controles leiteiros registrados.

26 Visando ao melhor ajuste das curvas foram formadas classes intervaladas de 30 dias em
27 lactação, utilizando-se a média de produção dos animais nessas classes, sendo a primeira classe
28 composta de produções de leite mensuradas entre cinco e 30 dias de início da lactação e assim
29 sucessivamente, até a décima classe composta de lactação entre 271 e 305 dias de lactação. As
30 análises foram realizadas mediante o uso do PROC NLIN do SAS 9.0. A produção de leite no
31 pico $[(a*(b/c)^b)*\exp^{-b}]$, tempo até a ocorrência do pico (b/c) e a persistência da lactação $[-$
32 $(b+1)*\ln(c)]$ também foram estimadas.

33

1 2. Avaliação dos índices reprodutivos

2 Para avaliação dos índices reprodutivos nas fazendas, foram avaliados os parâmetros:
3 idade ao primeiro parto (IPP), intervalo de parto (IP) e período de serviço (PS). As informações
4 obtidas dos controles zootécnicos foram tabuladas para obtenção da IPP e cálculos de IP, a
5 partir das datas de parição e, juntamente com a duração de gestação, em dias, foi obtido para
6 cada animal, visando padronizar o conhecimento dos principais parâmetros utilizados na
7 avaliação do desempenho reprodutivo em gado de leite.

8 Para realização das análises foram excluídas informações de IPP menor que 570 e maior
9 que 1020 dias, IP menor que 335 e maior que 600 dias e PS menor que 50 e maior que 315 dias,
10 restando 343 informações de IPP e 290 informações para IP e PS, seguindo a metodologia
11 proposta por Ferreira (1991). A análise de variância foi realizada pelo PROC GLM do SAS e
12 posteriormente uma comparação de médias utilizando o teste Tukey a 5% de probabilidade.

13

14 **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

15 Na Tabela 1 estão apresentadas as estatísticas descritivas para produção de leite diária,
16 componentes do leite, escore de células somáticas e características reprodutivas analisadas no
17 presente estudo.

18 As vacas da raça Holandesa criadas na região Agreste de Pernambuco, no semiárido do
19 Nordeste apresentaram boa produção com média de leite de 32,46 kg/vaca/dia, resultado das
20 adaptações às condições de manejo alimentar e melhorias no conforto térmico utilizados nas
21 propriedades.

22 Resultados inferiores foram encontrados para vacas holandesas criadas em outras
23 regiões brasileiras, comona região Sul, por exemplo, onde Silva et al. (2011), Ludovico et al.
24 (2015) e Bondan et al. (2018), encontraram produção média de 28,62, 31,78 e 25,50
25 kg/vaca/dia, respectivamente. Na região Sudeste, Bignardi et al. (2015) e Villadiego et al.
26 (2016), obtiveram valores médios de 24,25 e 22,9 kg/vaca/dia, respectivamente. Em países
27 como Estados Unidos e Canadá estes valores foram consideravelmente superiores, como
28 demonstrado por Stoop et al. (2016) e García-Muñoz et al. (2017), onde a produtividade diária
29 média foi de 36,68 e 39,78 kg/dia, respectivamente, demonstrando a diferença existente na
30 produção de leite em países mais especializados, onde as tecnologias e os programas de seleção
31 já vêm sendo adotados há algum tempo.

1 Quanto aos componentes do leite, os valores médios de percentual de gordura, proteína,
2 lactose e sólidos totais foram de 3,33%, 3,21%, 4,58% e 12,12%, respectivamente (Tabela 1).
3 A média do escore de células somáticas foi 3,87, correspondendo a 185.000 células/ml.

4 Bondan et al. (2018), avaliando a composição do leite e células somáticas (CCS) de
5 148.604 registros de controles em rebanhos de vacas da raça Holandesa na região sul do Brasil,
6 encontraram média de 3,45% de gordura, 3,23% de proteína, 4,45% de lactose, e um escore de
7 células somáticas de 5,22. Com exceção da lactose, os valores são superiores aos encontrados
8 nesse trabalho.

9 O efeito da interação entre ordem de parto e estação do ano foi significativo ($p < 0,05$)
10 para a produção de leite, teor de lactose e ECS. A produção de leite foi superior na primavera
11 em todas as ordens de parto, observando-se um aumento de produção à medida que aumentou
12 a ordem de parto; animais de 1ª ordem produziram 31,54 kg e os de ≥ 4 ª ordem 35,75 kg,
13 representando um aumento de 13,35%. O aumento da produção de leite em vacas multíparas
14 pode ter sido um reflexo principalmente da maior capacidade produtiva dos animais quando
15 atingiram a idade adulta com desenvolvimento corporal e da glândula mamária já estabelecidos.
16 Essas características associadas à estação da primavera, que é um período seco com escassez
17 de alimentos, tornam necessária a utilização de práticas de manejo de suplementação alimentar,
18 e isso pode ter sido um fator relevante para o aumento da produção de leite com teor de sólidos
19 reduzido como reportado em outros estudo (Magalhães et al., 2006; Yang et al., 2013;
20 Vijayakumar et al., 2017; Bondan et al., 2018).

21 Por outro lado, os valores dos teores de sólidos totais do leite foram maiores no outono
22 e reduziram à medida que avançou a ordem de parto. Esses valores podem ser resultantes da
23 menor quantidade de leite produzido no outono, que é um comportamento conhecido como
24 efeito de diluição, pois quanto maior a produção de leite menor será a concentração dos
25 componentes sólidos (Mollenhorst et al., 2011). Para o teor de lactose, os resultados
26 encontrados foram semelhantes aos dos sólidos totais.

27 Com relação ao ECS, as vacas de 3ª e ≥ 4 ª ordem de parto apresentaram maiores escores
28 de células somáticas no inverno (ECS variando de 4,91 a 5,20), enquanto as de 1ª ordem
29 apresentaram os menores valores na primavera (ECS=3,00). Vacas multíparas geralmente
30 produzem leite com maior quantidade de células somáticas, o que está associado principalmente
31 por sua maior exposição aos fatores que são fontes de infecção, o que pode ser potencializado
32 no período do inverno, no qual as condições sanitárias são afetadas e, conseqüentemente,
33 aumenta a incidência de casos de mastite (Bondan et al., 2018).

1 Houve efeito ($p < 0,05$) das fazendas sobre os valores de produção, composição do leite
2 e ECS, com exceção da proteína (Tabela 2). Os animais da fazenda dois tiveram melhor
3 desempenho para a produção e componentes do leite (lactose, gordura, sólidos totais e SNG) e
4 produção de leite com menor ECS, o que, provavelmente seja reflexo de melhor manejo diário
5 adotado, melhores condições de estábulos para os animais, além da alta taxa de substituição de
6 vacas (30%), visando seleção de animais para aumento da produção de leite. As boas práticas
7 na produção de leite são fundamentais em todas as etapas, fornecendo garantia de qualidade e
8 de segurança assim como a agregação de valor ao sistema de produção de alimentos (Ribeiro
9 Júnior et al., 2015).

10 Houve efeito da ordem de parto sobre a produção e composição de leite e ECS (Tabela
11 3). As vacas de 2º, 3º e $\geq 4^\circ$ ordem apresentaram as maiores produções de leite, não diferindo
12 ($p > 0,05$) entre elas, seguidas pelas vacas de 1º ordem ($25,55 \pm 2,84$ meses), que foram as
13 menos produtivas. Yang et al. (2013) e Bondan et al. (2018) afirmam que vacas primíparas,
14 produzem menor quantidade de leite, enquanto que animais de 59-71 meses atingem seu ápice
15 de produção, diminuindo após os sete anos de idade. A maior produção observada nas vacas de
16 3º $\geq 4^\circ$ ordem está relacionada com o desenvolvimento e aumento de tamanho do úbere,
17 resultando diretamente no aumento das células secretoras (Sorensen et al., 2006), além do
18 desenvolvimento corporal e a relação do controle na mobilização de reservas lipídicas entre
19 vacas primíparas e multíparas, que reflete diretamente no aumento da produção de leite
20 (Vijayakumar et al., 2017).

21 Observou-se um aumento significativo do ECS conforme o aumento da ordem de parto.
22 Resultados semelhantes foram observados por outros autores, em vacas holandesas, no Brasil
23 (Magalhães et al., 2006; Dal Pizzol et al., 2014) e na China (Zhao et al., 2015). Para o 1º parto,
24 observaram-se menores valores, possivelmente, por menor exposição do animal a agentes
25 infecciosos causadores de mastites (Souza et al., 2010), evidenciando que à medida que ocorre
26 o aumento da ordem de parto, o que também coincidem com o aumento da idade e produção de
27 leite, os animais se tornam mais susceptíveis e são expostos com maior frequência à infecção
28 (Dal Pizzol et al., 2014). Segundo Cunha et al. (2008), o aumento do ECS no leite de vacas
29 mais velhas poderia ser parcialmente justificado pelo aumento de células epiteliais de
30 descamação da glândula mamária presentes no leite em vacas multíparas.

31 Os teores dos componentes do leite variaram com o número de lactações (Tabela 3).
32 Apenas o teor de proteína foi maior na 2º lactação (3,25%), o mesmo comportamento foi
33 observado por Souza et al. (2010). Bondan et al. (2018) citaram alguns fatores que afetam o
34 teor de proteína, dentre eles, que vacas de 1º e 2º ordem produzam leite com teor de proteína

1 mais elevado do que vacas que tiveram mais crias. Para os demais componentes (gordura,
2 lactose, sólidos totais e sólidos não gordurosos), os maiores valores foram observados na 1º
3 lactação, porém todos os valores declinaram à medida que aumentou o número de lactações.

4 Os resultados supracitados corroboram com os resultados obtidos por Cunha et al.
5 (2008) ao estudarem as características das fazendas integrantes do programa de controle leiteiro
6 da Associação de Criadores de Gado Holandês de Minas Gerais e por Galvão Júnior et al.
7 (2010) que avaliou a influência da produção de leite e da ordem de parto sobre a composição
8 físico-química do leite de vacas de raças zebuínas leiteiras.

9 As estações do ano influenciaram de forma significativa ($P < 0,05$) a produção e
10 composição do leite e ECS. Observou-se maior valor de produção média diária (33,91
11 kg/vaca/dia) e menor valor dos teores de gordura (3,30%) e proteína (3,15%) na primavera,
12 período considerado seco (14,08 mm/est) e com temperatura média em torno de 24,5°C
13 (Material suplementar 1). Na região de abrangência do trabalho há uma tendência de os
14 criadores fornecerem melhor manejo nutricional aos animais na estação seca, uma vez que neste
15 período ocorre diminuição da oferta de volumoso na região, optando-se por acrescentar maior
16 proporção de concentrado e, conseqüentemente, os animais respondem com aumento na
17 produção de leite e diminuição dos teores de sólidos totais nesse período, corroborando com os
18 resultados de Magalhães et al. (2006), que ao avaliarem vacas da raça Holandesa no estado de
19 São Paulo verificaram altos níveis de produção nos meses secos em detrimento de uma melhor
20 suplementação alimentar.

21 Observa-se também que a maior concentração de lactose (4,61%) foi na primavera,
22 aumento este diretamente relacionado à maior quantidade de leite produzido na estação. O ECS
23 foi maior no verão (4,03), período com maior temperatura média (25,4° C) e alta umidade
24 (74,62%) e menor na primavera (3,59). Resultados semelhantes foram observados por Henrichs
25 et al. (2014), nos quais a média de escore de células somáticas foi menor no inverno e
26 primavera, e maior no verão e no outono. Com o aumento da temperatura e umidade que ocorre
27 no verão, é produzido maior estresse térmico e menor capacidade de resposta, favorecendo a
28 incidência da infecção nesses meses (Lambertz et al., 2014).

29 A produção de leite foi afetada pelo ano de parto: entre os anos de 2007 e 2011 a
30 produção de leite diminuiu progressivamente, no entanto entre 2014 e 2017 a produção de leite
31 teve um aumento, destacando o ano de 2017 que apresentou um acréscimo de 6,1 kg em relação
32 ao ano de 2007 (Tabela 5). Quanto aos teores de gordura, lactose e sólidos totais também foram
33 afetados pelo ano, aumentando gradativamente, sendo os maiores teores observados nos anos
34 de 2016 e 2017, enquanto o teor de proteína teve um comportamento inverso, sendo superior

1 nos anos iniciais do estudo. O ECS foi afetado pelo ano, variando entre os anos estudados,
2 menores escores registrados em 2007, 2010 e 2017.

3 O aumento dos índices produtivos nos últimos anos, pode-se atribuir às melhorias da
4 produtividade dos rebanhos, resultantes de mudanças nos sistemas de produção, potencial
5 genético dos animais e de dietas cada vez mais eficientes. A variação do ECS de acordo com
6 os anos, indica que os criadores precisam manter práticas de manejo eficazes para prevenção e
7 controle de mastite clínica e subclínica, para produção de leite de melhor qualidade.

8 Ribeiro et al. (2009) afirmaram que o aumento da produção, da produtividade e da
9 eficiência reprodutiva de vacas leiteiras depende de melhorias do ambiente, da nutrição,
10 sanidade e bem-estar, proporcionando a expressão do potencial genético dos animais.

11 Quanto às curvas de lactação estimadas para as ordens de parto, usando o modelo de
12 Wood, estas apresentaram formato de curva semelhante a curva observada, demonstrando um
13 bom ajuste aos dados, caracterizada por uma fase ascendente até o pico e uma fase descendente
14 posterior ao pico (Figura 1), assim como encontrado por Lazzari et al. (2013) que avaliaram
15 modelos matemáticos para ajuste da curva de lactação de vacas Holandesas no estado de Santa
16 Catarina, Brasil. Esses pesquisadores também optaram pelo modelo de Wood, por apresentar
17 menor índice, menores desvios residuais, além de uma melhor representação gráfica.

18 A produção inicial (parâmetro a), a taxa de aumento de produção até atingir o pico
19 (parâmetro b), taxa de declínio na produção após o pico (parâmetro c) e produção no pico
20 aumentaram de acordo com as maiores ordens de parto (Tabela 5). Na primeira ordem de parto
21 as produções foram inferiores, porém a persistência de lactação, foi superior, tornando a curva
22 com declínio mais acentuado. A persistência de lactação é determinada economicamente como
23 o parâmetro de maior importância na curva, relacionada à redução de custos no sistema, à menor
24 ocorrência de distúrbios metabólicos e de problemas reprodutivos (Jakobsen et al., 2002).

25 As vacas de terceira e quarta ordem apresentaram os maiores valores das produções,
26 alcançando o pico mais rapidamente (Tabela 6). Segundo Souza et al. (2010), as vacas
27 primíparas ainda estariam na fase de crescimento corporal, desenvolvimento da glândula
28 mamária, apresentando menor capacidade produtiva e maior tempo até o pico. Estima-se que
29 vacas holandesas a partir da segunda lactação, apresentem maior valor de produção ao pico e
30 maior produção total na lactação, por essas características estarem diretamente correlacionadas,
31 resultado do desenvolvimento da glândula mamária e maior tamanho corporal (Noro et al.,
32 2006).

33 Coelho et al. (2009) atribuíram a IPP como uma das características de maior importância
34 para o desempenho reprodutivo, refletindo diretamente em toda sua vida produtiva, impactando

1 assim na lucratividade leiteira. Para a IPP analisada no presente estudo, não houve diferença
2 significativa ($P > 0,05$) entre as médias das três fazendas que se mantiveram próximas aos 771,6
3 ($\pm 92,8$) dias de idade (Tabela 7). Esse valor obtido para IPP foi superior ao considerado ideal
4 para a raça em estudo Cooke et al. (2013) que recomendaram para animais da raça Holandesa
5 a idade ao primeiro parto de 720 dias, para melhor aproveitamento da vida produtiva do animal.
6 Eastham et al. (2018) afirmaram que a meta ideal para a raça, raramente é alcançada em
7 qualquer país e da IPP variam geralmente de 735 a 930 dias. Almeida et al. (2017), avaliando
8 dados da Associação Brasileira de Criadores de Bovinos da Raça Holandesa e suas afiliadas
9 estaduais, entre 1995 e 2010, relataram que a média de IPP no rebanho foi de 805,8 dias.

10 Para o intervalo de parto (IP) e período de serviço (PS) houve diferença ($P < 0,05$). A
11 fazenda 2 apresentou os menores valores (420 e 135 dias para IP e PS, respectivamente),
12 enquanto as demais mantiveram valores médios próximos (Tabela 7). Os valores encontrados
13 para IP e PS foram superiores aos relatados por outros pesquisadores. Grebogi et al. (2008) e
14 Almeida et al. (2017) encontraram valores médios de 390; 110 e 420; 61 dias para IP e PS,
15 respectivamente. Porém estiveram próximos ao encontrados por Marestone et al. (2013), que
16 reportaram valores médios de 449 ($\pm 118,2$) e 178 ($\pm 118,73$) dias para vacas da raça Holandesa
17 nos estados de São Paulo e Paraná, respectivamente, valores considerados altos para animais
18 da raça, que preconizam índices ideais de ± 365 dias para IP e ± 90 dias para PS (Bahonar et al.,
19 2009). Intervalos mais longos, acima de 420 dias, estão relacionados à diminuição da produção
20 de leite e ao aumento dos problemas reprodutivos, como o aborto (Kashoma et al., 2015).

22 **CONCLUSÃO**

23 Os parâmetros ordem de parto, fazenda, estação e ano de parto, assim como a interação
24 entre ordem de parto e estação do ano são fatores importantes e devem ser considerados nos
25 estudos com o objetivo de avaliar a produção e qualidade do leite de vacas especializadas para
26 alta produção e criadas em regiões de clima semiárido. Além disso, o efeito de fazenda consiste
27 em um fator determinante na avaliação de índices reprodutivos como de intervalo de parto e
28 período de serviço.

30 **AGRADECIMENTOS**

31 Os autores agradecem ao apoio da Associação de Criadores de Pernambuco, Associação
32 Brasileira de Criadores da Raça Holandesa, do Programa de Gerenciamento de Rebanhos
33 Leiteiros do Nordeste, por fornecer os dados utilizados neste estudo. Os autores agradecem ao

1 CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico) pela concessão da
2 bolsa ao doutorando Bueno da Silva Abreu.

3

4 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 5 Almeida, T. P., Kern, E. L., Daltro, D. S., Neto, J. B., McManus, C., Neto, A. T., & Cobuci, A.
6 C. (2017). Genetic associations between reproductive and linear-type traits of Holstein
7 cows in Brazil. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 46(2), 91-98. doi:10.1590/s1806-
8 92902017000200002.
- 9 Bahonar, A. R., Azizzadeh, M., Stevenson, M. A., Vojgani, M., & Mahmoudi, M. (2009).
10 Factors affecting days open in Holstein dairy cattle in Khorasan Razavi Province, Iran; A
11 cox proportional hazard model. *Journal of Animal and Veterinary Advances*, 8(4), 747-754.
- 12 Bignardi, A. B., El Faro, L., Pereira, R. J., Ayres, D. R., Machado, P. F., Albuquerque, L. G.,
13 & Santana Júnior, M. L. (2015). Reaction norm model to describe environmental sensitivity
14 across first lactation in dairy cattle under tropical conditions. *Tropical Animal Health and*
15 *Production*, 47(7), 1405–1410. doi:10.1007/s11250-015-0878-4.
- 16 Bondan, C., Folchini, J. A., Noro, M., Quadros, D. L., Machado, K. M., & González, F. H. D.
17 (2018). Milk composition of Holstein cows: a retrospective study. *Ciência Rural*, 48(12),
18 e20180123. doi:10.1590/0103-8478cr20180123.
- 19 Cerutti, W. G., Bermudes, R. F., Viégas, J., & Martins, C. M. M. R. (2013). Respostas
20 fisiológicas e produtivas de vacas holandesas em lactação submetidas ou não a
21 sombreamento e aspersão na pré-ordenha. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*,
22 14(3), 406-412. doi:10.1590/S1519-99402013000300016.
- 23 Chegini, A., Ghavi, N., Hosseini, H., & Shadparvar, A. (2017). Effect of somatic cell count on
24 milk fat and protein in different parities and stages of lactation in Holstein cows. *Acta*
25 *Agriculturae Slovenica*, 110(1), 37-45. doi:10.14720/aas.2017.110.1.5.
- 26 Coelho, J. G., Barbosa, P. F., Tonhati, H., & Freitas, M. A. R. (2009). Análise das relações da
27 curva de crescimento e eficiência produtiva de vacas da raça Holandesa. *Revista Brasileira*
28 *de Zootecnia*, 38(12), 2346-2353. doi:10.1590/S1516-35982009001200008.
- 29 Cooke, J. S., Cheng, Z., Bourne, N. E., & Wathes, D. C. (2013). Association between growth
30 rates, age at first calving and subsequent fertility, milk production and survival in Holstein-
31 Friesian heifers. *Open Journal of Animal Sciences*, 3(1), 1-12.
32 doi:10.4236/ojas.2013.31001.

- 1 Cunha, R. P. L., Molina, L. R., Carvalho, A. U., Facury Filho, E. J., Ferreira, P. M., & Gentilini,
2 M. B. (2008). Mastite subclínica e relação da contagem de células somáticas com número
3 de lactações, produção e composição química do leite em vacas da raça Holandesa.
4 *Arquivos Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, 60, 19-24. doi:10.1590/S0102-
5 09352008000100003.
- 6 Dal Pizzol, J. G., Thaler Neto, A., Farias, D. K. Braun, W., & Werncke, D. (2014). Contagem
7 de células somáticas em vacas da raça Holandesa e mestiças Holandês x Jersey. *Archives*
8 *of Veterinary Science*, 19(1), 46-50. doi:10.5380/avs.v19i1.32443.
- 9 Eastham, N. T., Coates, A., Cripps, P., Richardson, H., Smith, R., & Oikonomou G. (2018).
10 Associations between age at first calving and subsequent lactation performance in UK
11 Holstein and Holstein-Friesian dairy cows. *Plos One*, 13(6), 1-13.
12 doi:10.1371/journal.pone.0197764.
- 13 Ferreira, A.M. (1991). Manejo reprodutivo e eficiência da atividade leiteira. Juiz de Fora, MG:
14 EMBRAPA – CNPGL. Documentos 46, 47p.
- 15 Galvão Júnior, J. G. B., Rangel, A. H. N., Medeiros, H. R., Silva, J. B. A., Aguiar, E. M.,
16 Madruga, R. C., & Lima Júnior, D. M. (2010). Efeito da produção diária e da ordem de
17 parto na composição físico-química do leite de vacas de raças Zebuínas. *Acta Veterinaria*
18 *Brasilica*, 4(1), 25-30. doi:10.21708/avb.2010.4.1.1452.
- 19 García-Muñoz, A., Singh, N., Leonardi, C., & Silva-Del-Río, N. (2017). Effect of hoof trimmer
20 intervention in moderately lame cows in lameness progression and milk yield. *Journal of*
21 *Dairy Science*. 100(11), 9205-9214. doi:10.3168/jds.2016-12449.
- 22 Glória, J. R., Bergmann, J. A. G., Quirino, C. R., Ruas, J. R. M., & Pereira, J. C. C. (2010).
23 Curvas de lactação de quatro grupos genéticos de mestiças Holandês-Zebu. *Revista*
24 *Brasileira de Zootecnia*, 39(10), 2160–2165. doi:10.1590/S1516-35982010001000009.
- 25 Grebogi, A., Ostrensky, A., Pohl, F., Almeida, R., Weiss, R. R., Kozicki, L. E., Breda, J. C., &
26 Giacomeli, A. M. (2008). Impacto da idade ao parto no desempenho produtivo e
27 reprodutivo em vacas Holandesas primíparas. *Archives of Veterinary Science*, 13(1), 22-25.
28 doi:10.5380/avs.v13i1.11555.
- 29 Henrichs, S. C.; Macedo, R. E. F.; & Karam, B. L. (2014). Influência de indicadores de
30 qualidade sobre a composição química do leite e influência das estações do ano sobre esses
31 parâmetros. *Revista Acadêmica de Ciências Agrárias Ambientais*, 12 (3), 199-208.
32 doi:10.7213/academica.12.03.AO05
- 33 IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2017). Pesquisa Pecuária Censo
34 Agropecuário Municipal. Rio de Janeiro, 45, 1-17. Disponível em:

- 1 [https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/84/ppm_2017_v45_br_notas_tecnic](https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/84/ppm_2017_v45_br_notas_tecnicas.pdf)
2 [as.pdf](https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/84/ppm_2017_v45_br_notas_tecnicas.pdf).
- 3 Jakobsen, J. H., Madsen, P., Jensen, J., Pedersen, L. G., Christensen, L. G., & Sorensen D. A.
4 (2002). Genetic parameters for milk production and persistency for Danish Holstein
5 estimated in random regression models using REML. *Journal of Dairy Science*, 85(1), 607-
6 1616. doi:10.3168/jds.S0022-0302(02)742318.
- 7 Kashoma, I. P., Mwingira, S. M., Werema, C. W., & Kessy, B. M. (2015). Productive and
8 reproductive performance of Friesian cows at Kitulo livestock multiplication unit,
9 Tanzania. *Tanzania Veterinary Journal*, 30(1), 33-41.
- 10 Lambertz C., Sanker C. & Gauly M. (2014). Climatic effects on milk production traits and
11 somatic cell score in lactating Holstein-Friesian cows in different housing systems. *Journal*
12 *of Dairy Science*. 97(1), 319-329. doi:10.3168/jds.2013-7217.
- 13 Lazzari, M., Dornelles, M. A., Everling, D. M., Pacheco, P. S., Viégas, J., Rorato, P. R. N.,
14 Prestes, A. M., Giacomelli, L., Bresolin, T., & Pivetta, C. G. (2013). Modelos matemáticos
15 para ajuste da curva de lactação de vacas Holandesas criadas no Oeste de Santa Catarina.
16 *Revista Acadêmica: Ciência Animal*, 11(2), 137-143.
17 doi:10.7213/academica.011.002.AO03.
- 18 Ludovico, A., Maion, V. B., Bronkhorst, D. E., Grecco, F. A. C. R., Cunha Filho, L. F. C.,
19 Mizubuti, I. Y., Almeida, K. M., Ludovico, M, S., & Santana, E. H. W. (2015). Losses in
20 milk production and quality due to milk somatic cell count and heat stress of Holsteins cows
21 in temperate climate. *Semina: Ciências Agrárias* 36(5), 3455-3470. doi:10.5433/1679-
22 0359.2015v36n5p3455-3470.
- 23 Magalhães, H. R., El Faro, L., Cardoso, V. L., Paz, C. C. P., Cassoli, L. D., & Machado, P. F.
24 (2006). Influência de fatores de ambiente sobre a contagem de células somáticas e sua
25 relação com perdas na produção de leite de vacas da raça Holandesa. *Revista Brasileira de*
26 *Zootecnia*, 35(2), 415-421. doi:10.1590/S151635982006000200011.
- 27 Marestone, B. S., Santos, E. R., Serra, F. B. S., Muniz, C. A. S. D., Marques, C. P., Alves, K.
28 B., Alves, M. V., & Alves, R.C. M. (2013). Características reprodutivas, de crescimento e
29 idade ao primeiro parto em bovinos da raça Holandesa. *Semina: Ciências Agrárias*, 34(6),
30 4105-4112. doi:10.5433/16790359.2013v34n6Supl2p4105.
- 31 Martins, P. C., Rocha, D. T., Resende, J. C., Carvalho, A. C., & Freitas, M. A. (2018a). De
32 tirador a produtor de leite. In: Anuário Leite 2018 – Indicadores, tendências e oportunidades
33 para quem vive no setor leiteiro (pp. 84-85). São Paulo - SP: Embrapa Gado de Leite.

- 1 Martins, P. C., Zoccal, R., Rentero, N., & Albuquerque, A. (2018b). Diversidade de raças para
2 um país-continente. In: Anuário Leite 2018 – Indicadores, tendências e oportunidades para
3 quem vive no setor leiteiro (pp. 106-113). São Paulo - SP: Embrapa Gado de Leite.
- 4 Mollenhorst, H., Hidayat, M. M., Broek, J. V. D., Neijenhuis, F., & Hogeveen, H. (2011).
5 The relationship between milking interval and somatic cell count in automatic milking
6 systems. *Journal of Dairy Science*, 94(9), 4531-4537. doi:10.3168/jds.2011-4244.
- 7 Noro, G., González, F. H. D., Campos, R., & Dürr, J. W. (2006). Fatores ambientais que afetam
8 a produção e a composição do leite em rebanhos assistidos por cooperativas no Rio Grande
9 do Sul. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 35(3), 1129-1135. doi: 10.1590/S1516-
10 35982006000400026.
- 11 Ribas, N. P., Rossi, J. R. P., Andrade, U. V. C., Valotto, A. A., Jesus, C. P., & Almeida, M. C.
12 (2014). Escore de células somáticas e sua relação com os componentes do leite em amostras
13 de tanque no estado do Paraná. *Archives of Veterinary Science*, 19(3), 14-23.
14 doi:10.5380/avs.v19i3.32490.
- 15 Ribeiro Júnior, J. C., Tamanini, R., Corrêa da Silva, L. C. & Beloti, V. (2015). Quality of milk
16 produced by small and large dairy producers. *Semina: Ciências Agrárias*, 36(2), 883-888.
17 doi:10.5433/16790359.2015v36n2p883.
- 18 Ribeiro, A. B., Tinoco, A. F. F., Lima, G. F. C., Guilhermino, M. M., & Rangel, A. H. N.
19 (2009). Produção e composição do leite de vacas Gir e Guzerá nas diferentes ordens de
20 parto. *Revista Caatinga*, 22(3), 46-51.
- 21 Silva, D. A. R., Olivo, C. J., Campos, B. C., Tejkowski, T. M., Meinerz, G. R., Saccol, A. G.
22 F., & Costa, S. T. (2011). Produção de leite de vacas da raça Holandesa de pequeno, médio
23 e grande porte. *Ciência Rural*, 41(3), 501–506. doi:10.1590/S0103-84782011000300023.
- 24 Soares, G. V. M., Rangel, A. H. N., Aguiar, E. M., Medeiros, H. R., & Lima Junior, D. M.
25 (2009). Influência da ordem de parto sobre a produção de leite de vacas zebuínas. *Acta*
26 *Veterinária Brasília*, 3(2), 106-110. doi:10.21708/avb.2009.3.2.1298.
- 27 Sorensen, M. T., Norgaard, J. V., Theil, P. K., Vestergaard, M., & Sejrsen, K. (2006). Cell
28 turnover and activity in mammary tissue during lactation and the dry period in dairy
29 cows. *Journal of Dairy Science*, 89(12), 4632–4639. doi:10.3168/jds.S0022-
30 0302(06)72513-9.
- 31 Souza, R., Santos, G. T., Valloto, A. A., Santos, A. L., Gasparino, E., Silva, D. C., & Santos,
32 W. B. R. (2010). Produção e qualidade do leite de vacas da raça Holandesa em função da
33 estação do ano e ordem de parto. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, 11(2),
34 484-495.

- 1 Stoop, C. L., Thompson-Crispi, K. A., Cartwright, S. & Mallard, B. A. (2016). Short
2 communication: Variation in production parameters among Canadian Holstein cows
3 classified as high, average, and low immune responders. *Journal of Dairy Science*, 99(6),
4 4870–4874. doi:10.3168/jds.2015-10145.
- 5 Teixeira, M. N. (2016). O sertão semiárido. Uma relação de sociedade e natureza numa
6 dinâmica de organização social do espaço. *Sociedade e Estado*, 31(3), 769-797.
7 doi:10.1590/s0102-69922016.00030010
- 8 Vijayakumar, M., Park, J. H., Ki, K. S., Lim, D. H., Kim, S. B., Park, S. M., Jeong, H. Y., Park,
9 B. Y., & Kim, T. I. (2017). The effect of lactation number, stage, length, and milking
10 frequency on milk yield in Korean Holstein dairy cows using automatic milking system.
11 *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 30(8), 1093–1098.
12 doi:10.5713/ajas.16.0882.
- 13 Villadiego, F. A. C., Pereira, J. V., Guimarães, J. D., Costa, E. P., Marcondes, M. I., Leon, V.
14 E. G., Maitan, P. P., & Nogueira A.R. (2016). Parâmetros reprodutivos e produtivos em
15 vacas leiteiras de manejo free stall. *Pesquisa Veterinária Brasileira*, 36(1), 55-61. doi:
16 10.1590/S0100-736X2016000100009.
- 17 Wood, P. D. P. (1967). Algebraic model of lactation curve in cattle. *Nature*, 216, 164-165.
18 doi:10.1038/216164a0.
- 19 Yang, L., Yang, Q., Yi, M., Pang, Z. H., Xiong, B. H. (2013). Effects of seasonal change and
20 parity on raw milk composition and related indices in Chinese Holstein cows in northern
21 China. *Journal of Dairy Science*, 96(11), 6863–6869. doi:10.3168/jds.2013-6846.
- 22 Zhao, F., Guo, G., Wang, Y., Guo, X., Zhang, Y., & Du, L. (2015). Genetic parameters for
23 somatic cell score and production traits in the first three lactations of Chinese Holstein cow.
24 *Journal of Integrative Agriculture*, 14(1), 125-130. doi:10.1016/S2095-3119(14)60758-9.
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34

1 **Tabelas e Figuras**

2 **Tabela 1.** Valores de médias, mínimos, máximos, desvios-padrão (DP) e coeficiente de variação (CV)
 3 das características avaliadas de vacas da raça Holandesa criadas na região Agreste de Pernambuco.

Características	N	Média	Mínimo	Máximo	DP	CV
Produção						
PT (kg)	6311	32,46	10,30	61,00	8,15	25,12
Gordura (%)	6061	3,33	1,50	6,05	0,75	22,60
Proteína (%)	6061	3,21	2,00	4,99	0,39	12,19
Lactose (%)	6061	4,58	3,31	5,20	0,23	5,00
Sólidos Totais (%)	6061	12,12	9,52	15,19	0,94	7,77
SNG (%)	6061	8,78	6,46	10,13	0,44	4,99
ECS	6061	3,87	0,00	9,64	2,40	62,01
Reprodução						
IPP (dias)	343	771,60	570,00	990,00	91,75	11,89
IP (dias)	290	453,57	335,00	600,00	75,35	16,61
PS (dias)	290	168,57	50,00	315,00	75,35	44,70

4 *PT: Produção Total diária; SNG: Sólidos não gordurosos; ECS: Escore de células somáticas; IPP: Idade ao
 5 primeiro parto; IP: Intervalo de parto; PS: período de serviço.

7 **Tabela 2.** Efeito da fazenda sobre a produtividade e composição de leite de vacas da raça Holandesa
 8 criadas na região Agreste de Pernambuco.

Variável/Fazenda	1		2		3		P- value
	N	Média ± DP	N	Média ± DP	N	Média ± DP	
PT (kg)	1512	33,40 ± 8,77 b	901	36,69 ± 8,10 a	3898	31,12 ± 7,5 c	<0,001
Gordura (%)	1430	3,02 ± 0,80 c	886	3,75 ± 0,64 a	3745	3,35 ± 0,70 b	<0,001
Proteína (%)	1430	3,20 ± 0,41	886	3,20 ± 0,32	3745	3,21 ± 0,40	0,6424
Lactose (%)	1430	4,59 ± 0,22 b	886	4,71 ± 0,16 a	3745	4,55 ± 0,23 c	<0,001
Sólidos Totais (%)	1430	11,78 ± 0,90 c	886	12,69 ± 0,81 a	3745	12,12 ± 0,92 b	<0,001
SNG (%)	1430	8,76 ± 0,43 b	886	8,94 ± 0,39 a	3745	8,76 ± 0,44 b	<0,001
ECS	1430	4,10 ± 2,47 a	886	3,06 ± 2,04 b	3745	3,98 ± 2,41 a	<0,001

9 *PT: Produção Total diária; SNG: Sólidos não gordurosos; ECS: Escore de células somáticas. Médias seguidas da
 10 mesma letra na linha não diferem entre si pelo teste Tukey (P < 0,05).

11
 12
 13
 14
 15
 16
 17
 18
 19

1 **Tabela 3.** Efeito da ordem de parto sobre a produtividade e composição de leite de vacas da raça
 2 Holandesa criadas na região Agreste de Pernambuco.

Variável/Orde m	1º		2º		3º		≥4º		P- value
	N	Média ± DP	N	Média ± DP	N	Média ± DP	N	Média ± DP	
PT (kg)	274	30,42 ± 7,60	176	33,68 ± 8,53	113	34,38 ± 7,90	67	34,38 ± 7,82	<0,00
	5	b	3	a	3	a	0	a	1
Gordura (%)	263	3,37 ± 0,74 a	170	3,34 ± 0,75	109	3,26 ± 0,74 b	63	3,27 ± 0,82 b	0,017
	5		5	ab	0		1		1
Proteína (%)	263	3,21 ± 0,38 b	170	3,25 ± 0,40 a	109	3,17 ± 0,38 c	63	3,14 ± 0,41 c	<0,00
	5		5		0		1		1
Lactose (%)	263	4,65 ± 0,20 a	170	4,56 ± 0,21 b	109	4,51 ± 0,24 c	63	4,46 ± 0,23 d	<0,00
	5		5		0		1		1
Sól. Totais (%)	263	12,24 ± 0,91	170	12,15 ± 0,94	109	11,95 ± 0,92	63	11,85 ± 1,06	<0,00
	5	a	5	b	0	c	1	c	1
SNG (%)	263	8,87 ± 0,42 a	170	8,81 ± 0,41 b	109	8,68 ± 0,42 c	63	8,56 ± 0,46 d	<0,00
	5		5		0		1		1
ECS	263	3,24 ± 2,15 c	170	4,04 ± 2,47 b	109	4,64 ± 2,41 a	63	4,76 ± 2,49 a	<0,00
	5		5		0		1		1

3 *PT: Produção Total diária; SNG: Sólidos não gordurosos; ECS: Escore de células somáticas. Médias seguidas da
 4 mesma letra na linha não diferem entre si pelo teste Tukey (P < 0,05).

5

6 **Tabela 4.** Efeito da estação do ano sobre a produtividade e composição de leite de vacas da raça
 7 Holandesa criadas na região Agreste de Pernambuco.

Variável/Estação o	Outono		Inverno		Primavera		Verão		P- value
	N	Média ± DP	N	Média ± DP	N	Média ± DP	N	Média ± DP	
PT (kg)	147	30,93 ± 7,93	162	32,67 ± 8,34	172	33,91 ± 8,05	149	32,10 ± 7,99	<0,00
	5	c	0	b	0	a	6	b	1
Gordura (%)	142	3,39 ± 0,77 a	157	3,28 ± 0,73 b	159	3,30 ± 0,76 b	147	3,37 ± 0,75 a	<0,00
	2		8		0		1		1
Proteína (%)	142	3,25 ± 0,43 a	157	3,18 ± 0,39 b	159	3,15 ± 0,36 b	147	3,25 ± 0,37 a	<0,00
	2		8		0		1		1
Lactose (%)	142	4,56 ± 0,24 b	157	4,58 ± 0,23 b	159	4,61 ± 0,21 a	147	4,57 ± 0,23 b	<0,00
	2		8		0		1		1
Sól. Totais (%)	142	12,17 ± 0,95	157	12,06 ± 0,93	159	12,08 ± 0,94	147	12,18 ± 0,94	<0,00
	2	a	8	b	0	b	1	a	1
SNG (%)	142	8,77 ± 0,49	157	8,78 ± 0,42	159	8,78 ± 0,40	147	8,81 ± 0,44	0,0513
	2		8		0		1		
ECS	142	3,92 ± 2,40 a	157	3,98 ± 2,45 a	159	3,59 ± 2,41 b	147	4,03 ± 2,32 a	<0,00
	2		8		0		1		1

8 *PT: Produção Total diária; SNG: Sólidos não gordurosos; ECS: Escore de células somáticas. Médias seguidas da
 9 mesma letra na linha não diferem entre si pelo teste Tukey (P < 0,05).

10

11

12

13

14

1 **Tabela 5.** Efeito do ano de parto sobre a produtividade e composição de leite de vacas da raça Holandesa
 2 criadas na região Agreste de Pernambuco.

Ano/Var	PT (kg)	Gord (%)	Prot (%)	Lact (%)	ST (%)	ECS
2007	29,09 ± 8,94 e	3,23 ± 0,83 cd	3,29 ± 0,43 ab	4,53 ± 0,27 c	12 ± 0,86 cd	3,43 ± 2,63 df
2008	29,49 ± 8,84 e	2,84 ± 0,71 f	3,32 ± 0,39 ab	4,55 ± 0,21 bc	11,62 ± 0,78 e	4,93 ± 2,26 a
2009	32,41 ± 8,46 d	3,23 ± 0,81 cd	3,06 ± 0,38 e	4,59 ± 0,25 b	11,78 ± 0,86 de	4,85 ± 2,29 a
2010	25,74 ± 9,15 f	3,45 ± 0,73 b	3,37 ± 0,39 a	4,56 ± 0,21 bc	12,32 ± 0,91 b	3,29 ± 2,26 ef
2011	28,1 ± 7,5 e	3,51 ± 0,66 b	3,26 ± 0,42 b	4,55 ± 0,22 bc	12,31 ± 0,94 b	3,21 ± 2,18 f
2012	32,08 ± 7,57 d	3,29 ± 0,68 c	3,28 ± 0,43 b	4,52 ± 0,24 c	12,09 ± 0,85 c	4,04 ± 2,44 bc
2013	32,42 ± 7,36 d	2,96 ± 0,72 f	3,25 ± 0,4 bc	4,54 ± 0,25 c	11,76 ± 0,85 de	4,42 ± 2,5 ab
2014	34,02 ± 8,04 bc	3,04 ± 0,68 ef	3,12 ± 0,37 e	4,59 ± 0,23 b	11,76 ± 0,88 de	4,03 ± 2,32 bc
2015	33,15 ± 7,91 cd	3,14 ± 0,75 de	3,15 ± 0,36 de	4,59 ± 0,23 b	11,89 ± 0,97 de	3,88 ± 2,62 cd
2016	34,43 ± 7,22 ab	3,65 ± 0,69 a	3,17 ± 0,34 de	4,64 ± 0,2 a	12,47 ± 0,88 ab	3,97 ± 2,27 cd
2017	35,1 ± 7,07 a	3,7 ± 0,67 a	3,19 ± 0,37 cd	4,63 ± 0,21 a	12,54 ± 0,89 a	3,6 ± 2,27 de
P-value	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001

3 *PT: Produção Total diária; Gord: Teor de Gordura; Prot: Teor de Proteína; Lact: Teor de Lactose; ST: Sólidos
 4 Tótais; SNG: Sólidos não gordurosos; ECS: Escore de células somáticas. Médias seguidas da mesma letra na
 5 coluna não diferem entre si pelo teste Tukey (P < 0,05).
 6

7 **Tabela 6.** Parâmetros da curva de lactação, produção no pico, tempo até o pico e persistência de lactação,
 8 estimados pelo modelo de Wood em função da ordem de parto.

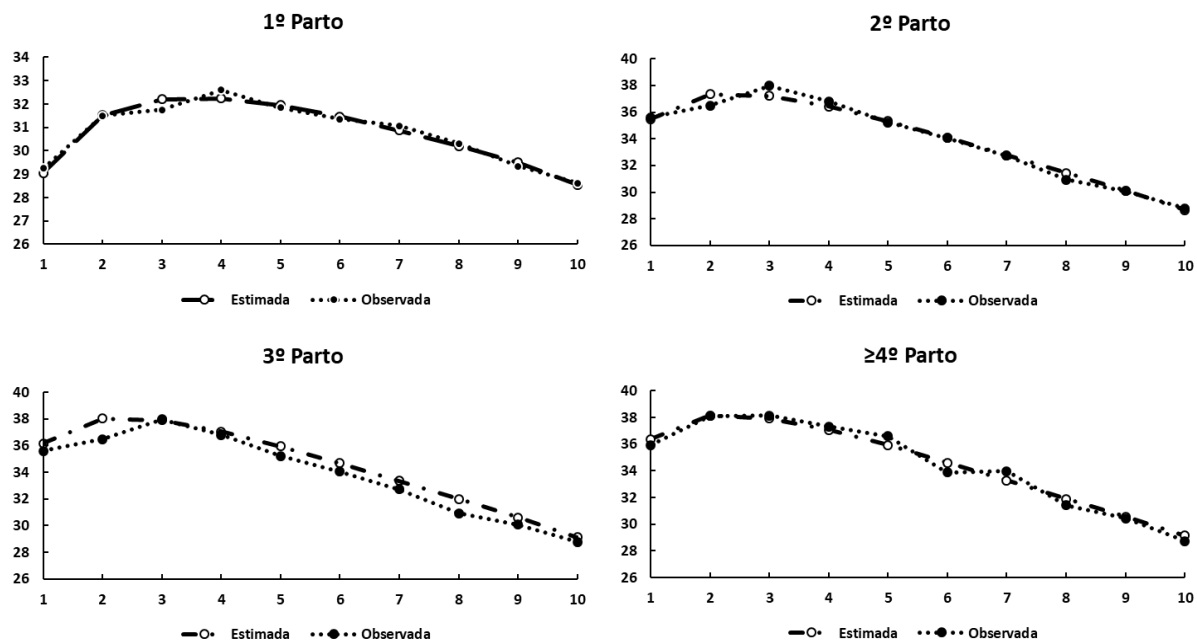
	1º Parto	2º Parto	3º Parto	≥4º Parto
Parâmetro a	21,4391	27,5042	28,3199	28,6314
Parâmetro b	0,1168	0,103	0,1000	0,0979
Parâmetro c	0,00128	0,00188	0,00186	0,00187
Produção ao pico (kg)	32,9604	37,6976	38,28	38,27879
Tempo até o pico (dias)	91,25	54,78723	53,76344	52,35294
Persistência	3,23067	3,0066	3,00354	2,995245

9 a = produção inicial da vaca; b = taxa de aumento da produção até atingir o pico; c = taxa de declínio na
 10 produção após atingir o pico de produção.
 11

12 **Tabela 7.** Valores médios e desvio padrão das características: Idade ao Primeiro Parto, Intervalo de
 13 parto e período de serviço de vacas Holandesas.

Fazenda	Variáveis					
	N	IPP (dias)	N	IP (dias)	N	PS (dias)
1	112	767,4 (±93,3) a	71	454,0 (±81,2) a	71	169,0 (±81,2) a
2	62	773,7 (±95,1) a	60	420,0 (±66,4) b	60	135,0 (±66,4) b
3	169	773,6 (±90,2) a	159	459,8 (±72,7) a	159	174,8 (±72,7) a
Média		771,57		444,57		159,56

14 *Médias seguidas de letras distintas, na coluna, diferem pelo teste de Tukey ao nível de 5% significância.
 15
 16



1
 2 **Figura 1.** Curvas de lactação obtidas pelas médias da produção de leite observada e estimada pelo
 3 modelo de Wood, em função da ordem de parto e meses de lactação.

MATERIAL SUPLEMENTAR

Material suplementar 1. Valores médios das variáveis climáticas de acordo com a estação do ano durante os anos estudados.

Ano	Estações do Ano											
	Outono			Inverno			Primavera			Verão		
	Prec (mm/est.)	T°Med (°C)	UR (%)	Prec (mm/est.)	T°Med (°C)	UR (%)	Prec (mm/est.)	T°Med (°C)	UR (%)	Prec (mm/est.)	T°Med (°C)	UR (%)
2007	49,96	24,28	78,21	64,41	22,27	80,70	13,07	24,10	69,11	29,94	25,09	70,31
2008	77,48	24,12	82,75	73,56	21,82	82,76	4,59	24,58	69,70	7,65	25,80	72,26
2009	50,91	24,77	79,89	37,74	22,77	80,49	13,84	24,76	69,92	37,09	25,59	76,62
2010	107,94	25,10	75,29	92,73	22,39	78,57	20,36	24,34	70,90	80,48	25,67	77,46
2011	121,15	23,89	81,54	72,03	21,73	82,94	12,46	24,02	73,25	39,15	25,36	74,24
2012	32,88	24,67	71,23	56,75	22,07	78,52	4,99	24,31	68,59	34,06	24,73	75,11
2013	68,47	24,51	78,08	55,74	22,31	80,59	10,97	24,48	72,10	15,85	25,78	71,89
2014	97,13	23,97	79,71	55,90	22,45	79,22	43,47	24,19	73,18	39,27	25,18	74,88
2015	49,84	24,98	73,71	42,67	22,59	77,74	17,78	24,96	68,57	9,95	25,36	74,85
2016	71,81	24,18	78,84	8,80	23,40	72,06	1,87	25,42	66,97	72,40	24,90	80,73
2017	72,08	24,99	76,88	78,67	22,07	84,06	11,52	24,12	71,94	10,03	25,88	72,50
Média	72,70	24,50	77,83	58,09	22,35	79,79	14,08	24,48	70,38	34,17	25,40	74,62

* Prec (mm/est.): Precipitação média (mm/estação); T°Med (°C): Temperatura média; UR (%): Umidade relativa média.

CAPITULO III

ANÁLISE DE AGRUPAMENTO E COMPONENTES PRINCIPAIS PARA AVALIAR CARACTERÍSTICAS DE PRODUÇÃO E QUALIDADE DO LEITE

1 **Análise de agrupamento e componentes principais para avaliar características de**
2 **produção e qualidade do leite¹**

3
4 Principal component and cluster analyses to evaluate production and milk quality traits

5
6 **RESUMO** - Objetivou-se com este estudo identificar, por meio da análise de componentes
7 principais e análise de agrupamento, as variáveis capazes de explicar a variabilidade na
8 qualidade e na produção de leite de vacas Holandesas. Foram utilizados dados mensais de
9 controle leiteiro, de três fazendas comerciais localizadas na região Agreste do estado de
10 Pernambuco, Brasil, obtidos no período de 2007 a 2017. Foram analisadas 5.872 informações
11 de produção e componentes do leite, e de escore de células somáticas (SCS), quanto à
12 possibilidade de formação de grupos que pudessem ser destacados pela similaridade e verificar
13 a capacidade discriminante dessas características nos grupos. Os métodos K-means e Ward.D2,
14 baseados na análise da distância euclidiana e dos componentes principais (PCA), foram
15 utilizados para indicar as fontes de variação que diferenciaram os grupos. Foi observado que os
16 primeiros três componentes principais explicaram 79,69% da variabilidade dos dados. A
17 variável que mais contribuiu no primeiro componente foi o teor de sólidos totais com 29,66%.
18 No segundo componente, a lactose, se destacou com uma contribuição de 49,43%. Na análise
19 de agrupamento, três *clusters* diferiram em relação a todas as características ($p < 0,001$), o *cluster*
20 2, por exemplo, concentrou 43,15% (2.534) das informações, agrupando animais com um
21 menor SCS e maior lactose e produção de leite. As variáveis sólidos totais, lactose e gordura
22 foram as que mais contribuíram dentro dos três componentes selecionados. A ACP e
23 agrupamento podem ser ferramentas úteis na obtenção de características efetivas, sendo três
24 fatores considerados importantes para explicar a relação entre produção e qualidade do leite.

26 **Palavras-chave:** Análise multivariada. Bovinocultura leiteira. Composição do leite.

27

28 **ABSTRACT** - This study attempted to identify, through multivariate analysis (principal
29 component and cluster analyses), important traits to explain the relationship between
30 production and milk quality produced by Holstein cows. Monthly milk records from three
31 commercial dairy farms located in the Agreste region of Pernambuco, Brazil, collected in the
32 period from 2007 to 2017, were used. A total of 5,872 observations on milk production, milk
33 components and somatic cell score (SCS) were analyzed using clustering and principal
34 component analyses (PCA). In PCA, the first three principal components explained 79.69% of
35 the total variation. Total solids content contributed with 29.66% of the variation in the first
36 principal component and lactose content contributed with 49.43% of the variation in the second
37 principal component. By cluster analysis, three clusters differed for all characteristics (p
38 <0.001) and the cluster 2 concentrated 43.15% (2,534) of the information with lower SCS and
39 higher lactose content and milk production. Total solid, lactose and fat were considered the
40 most representative traits to explain the variability of the data set. Multivariate techniques used
41 in this study were useful tools in obtaining effective characteristics, and three factors are
42 considered important to explain the relationship between milk production and quality of
43 Holstein cows.

44 **Keywords:** Multivariate analysis. Dairy cattle. Milk composition.

45

46

INTRODUÇÃO

47 A atividade leiteira tem se destacado no agronegócio nacional e mundial por desempenhar
48 um papel importantíssimo no fornecimento de alimentos para o consumo humano, geração de
49 empregos e renda para a população e aumento do Produto Interno Bruto (PIB) do país. Além
50 de ser um destaque no setor econômico, o leite é um alimento de alto valor nutritivo para a

51 população humana, rico em nutrientes essenciais ao crescimento, especialmente na infância,
52 auxilia na manutenção de uma vida saudável (GÓMEZ-CORTÉS; JUÁREZ; DE LA FUENTE,
53 2018) e redução de problemas ósseos em pessoas com idade mais avançada (THORNING *et*
54 *al.*, 2016).

55 A produtividade e a qualidade do leite apresentam variações entre os sistemas de
56 produção, uma vez que cada propriedade possui características peculiares para a obtenção de
57 leite como tipos de ordenha, manejo nutricional e sanitário (CUNHA *et al.*, 2008), além dos
58 efeitos das condições climáticas (temperatura, umidade e precipitação) (QI; BRAVO-URETA;
59 CABRERA, 2015) e dos fatores fisiológicos (idade ao primeiro parto, ordem de parto e período
60 de lactação) (CHEGINI *et al.*, 2017).

61 Dessa forma, o estudo do comportamento dos componentes do leite é de fundamental
62 importância para determinação das diversas propriedades sensoriais e industriais, qualidade e
63 produção de leite (RIBAS *et al.*, 2014), além da lucratividade da fazenda (CINAR *et al.*, 2015).
64 Para a indústria, por exemplo, um leite que apresenta alto valor para contagem de células
65 somáticas (CCS) está diretamente associado com a diminuição da produção de derivados e o
66 prazo de validade dos produtos lácteos (CHEGINI *et al.*, 2017). Diferentes países (Austrália,
67 Nova Zelândia, Canadá e EUA) que realizam o pagamento do leite considerando sua qualidade,
68 utilizam os parâmetros teores de proteína e gordura para pagamento aos produtores.

69 Para se avaliar um conjunto de variáveis de dados de produção, composição e qualidade
70 de leite, a análise univariada pode ser considerada limitada, uma vez que avalia cada uma das
71 variáveis individualmente, enquanto a análise multivariada avalia concomitantemente um
72 conjunto de características considerando as correlações existentes entre as variáveis,
73 possibilitando obter melhores interpretações das informações extraídas de um conjunto de
74 dados (SANTOS *et al.*, 2010). Dentre as técnicas de análise multivariada de grande
75 aplicabilidade na produção animal, as análises de componentes principais (ACP) e de

76 agrupamento (*cluster*) são duas técnicas comumente utilizadas em diversos estudos envolvendo
77 animais de produção (BODENMÜLLER FILHO *et al.*, 2010; RIBEIRO *et al.*, 2018;
78 VENTURA *et al.*, 2012).

79 Em bovinos leiteiros brasileiros é possível encontrar uma vasta literatura abordando essas
80 ferramentas estatísticas. Alessio *et al.* (2016) avaliaram os fatores que influenciam a variação
81 de lactose do leite, em rebanhos de Santa Catarina, e verificaram a relação da CCS e ordem de
82 parto. Santos *et al.* (2017) utilizaram a análise multivariada para caracterizar os sistemas de
83 produção da Amazônia Brasileira. Haygert-Velho *et al.* (2018) analisaram controles mensais
84 de produção, composição e qualidade microbiológica do leite no Rio Grande do Sul e
85 observaram a formação e separação de grupos por estações do ano.

86 Diante do exposto, o objetivo deste estudo foi identificar por meio das análises de
87 componentes principais e de agrupamento (*cluster*), as variáveis capazes de explicar a
88 variabilidade na produção e composição do leite e SCS de vacas Holandesas criadas na região
89 agreste de Pernambuco, Brasil.

90 MATERIAL E MÉTODOS

91 Todas as informações utilizadas no presente estudo foram obtidas de bancos de dados
92 existentes, desta forma, não foi necessária aprovação do Comitê de Ética com Uso de Animais
93 (CEUA).

94 Para realização deste estudo foram utilizadas 5.872 observações de produção e
95 composição de leite de três rebanhos leiteiros comerciais de vacas Holandesas, localizados nas
96 cidades de Gravatá (latitude 8°12'04" sul e longitude 35°33'53" oeste) e São Bento do Una
97 (latitude 08°31'22" sul e longitude 36°26'40" oeste) do estado de Pernambuco, Brasil. As
98 características climáticas para os 11 anos de coleta de dados segundo o Instituto Nacional de
99 Meteorologia - INMET foram: temperatura média anual de 24,21 °C (mínima de 20,43 °C e
100 máxima de 30,03 °C); precipitação média anual de 551,7 mm (mínimo de 376,9 mm e máximo

101 de 859,4 mm) e umidade relativa média anual de 75,92% (mínimo de 73,30% e máximo de
102 78,14%).

103 Os rebanhos foram caracterizados pela produção de leite sob clima semiárido e com
104 manejo alimentar semelhantes, utilizando como concentrado, ração comercial a base de milho
105 e soja, e volumoso, uso de palma forrageira, silagem de milho e feno de Tifton, ao longo dos
106 anos. Sal mineral e água foram fornecidos *ad libitum*. As fazendas foram selecionadas em
107 função do número de animais controlados, período no qual os rebanhos estavam em controle e
108 frequência da realização do controle leiteiro mensal. As instalações eram semelhantes, com
109 galpão com comedouros e bebedouros e área de acesso livre com cama de areia, exceto na
110 fazenda dois, que faz uso de um galpão de *free stall*, uso de ventiladores, aspersores e escovas
111 rotativas no galpão.

112 As informações de produção e composição do leite e contagem de células somáticas
113 foram obtidas mensalmente a partir dos relatórios de controle de laticínios nos rebanhos
114 selecionados. Os dados utilizados foram obtidos dos relatórios oficiais do Programa de
115 Gerenciamento de Rebanhos Leiteiros do Nordeste (PROGENE) e Associação dos Criadores
116 de Pernambuco (ACP), com informações de acordo com Associação Brasileira dos Criadores
117 de Bovinos da Raça Holandesa (ABCBRH).

118 Os dados foram analisados previamente utilizando a função *outlierKD* do R para exclusão de
119 valores extremos (*outliers*) que pudessem interferir nos resultados. As variáveis produção de leite
120 (MY), proteína (PROT), gordura (FAT), lactose (LAC), sólidos totais (TS), sólidos não
121 gordurosos (FNS) e escore de células somáticas (SCS) foram analisadas usando as análises
122 descritivas médias, desvios-padrão e coeficientes de variação. Uma análise de correlação de
123 Pearson para observações completas também foi utilizada para estudar a relação existente entre
124 as variáveis utilizando a função *rcorr* no pacote *Hmisc* juntamente com a função *p.adjust* para
125 obtenção dos valores-*p* corrigidos pelo método de *Holm* (HOLM, 1979) entre as correlações.

126 A análise de componentes principais (ACP) foi utilizada com o objetivo de indicar as
127 fontes de variação que diferenciaram os grupos, servindo como ferramenta útil para
128 identificação e compreensão dos padrões de associação entre as variáveis.

129 A ACP é uma técnica estatística multivariada que analisa várias variáveis para reduzir
130 uma grande dimensão de dados a um número relativamente menor de dimensões e componentes
131 (combinação linear das variáveis), linearmente independentes entre si, o que representa uma
132 porcentagem da covariância total (SANTOS *et al.*, 2019), podendo revelar aspectos não
133 percebidos na análise univariada das características originais (RIBEIRO *et al.*, 2018).

134 O número de componentes principais a ser retido, ou seja, a quantidade de componentes
135 principais necessário para explicar a variabilidade dos componentes do leite, foi considerando
136 autovalores (variâncias) maiores que 1, seguindo a Regra de Kaiser (KAISER, 1960), portanto,
137 apenas componentes com valores próprios maiores que 1 são considerados significativos e
138 todos os componentes com valores próprios menores que 1 são considerados insignificantes e
139 descartados. A relação entre as variáveis originais e os componentes principais foi analisada
140 pela correlação de Pearson. Essas análises foram realizadas com os pacotes estatísticos
141 *FactoMineR* (para análise) e *factoextra* (para visualização dos resultados).

142 Para cada variável, foi analisado quanto à possibilidade de formação de grupos que
143 pudessem ser destacados pela similaridade nas características do leite analisadas, bem como
144 para verificar a capacidade discriminante dessas características na formação dos grupos com
145 homogeneidade dentro e heterogeneidade entre os grupos (VENTURA *et al.*, 2012). Após a
146 aplicação da ACP, utilizou-se a análise de agrupamento que visa a melhoria na caracterização
147 e interpretação dos grupos formados, visto que permite a comparação dos indivíduos dentro do
148 grupo e entre os grupos (TREMBLAY *et al.*, 2016).

149 Dessa forma, para análise de agrupamento (*cluster*) foi utilizado o método hierárquico
150 Ward.D2, que objetiva minimizar a variação total dentro dos grupos (MURTAGH;

151 LEGENDRE, 2014) baseado na distância euclidiana utilizando os pacotes estatísticos *cluster* e
152 *factoextra*. O número de grupos reais foi determinado pelo método de agrupamento K-means
153 que particiona n observações em k grupos com cada observação designada no grupo mais
154 próximo da média (MACQUEEN, 1967). Após a determinação do número reais de grupos, a
155 função *fviz_cluster* foi utilizada para visualização dos resultados em um gráfico de dispersão
156 (*scatter plot*). A análises de componentes principais e agrupamento foram realizadas com os
157 dados padronizados para ter média 0 e desvio padrão 1.

158 A partir dos resultados da análise de agrupamento foi possível designar cada observação
159 a um grupo específico composto por amostras similares e diferentes das observações designadas
160 aos demais grupos. Essa etapa também foi importante para observar se houve agrupamento das
161 observações de acordo com o estágio fisiológica em que as vacas se encontravam, segundo a
162 ordem de parto (1, 2, 3 e ≥ 4) e ao mês de lactação (1, 2, ..., 10).

163 Para identificar as variáveis que contribuíram para diferenciação dos grupos formados na
164 análise de agrupamentos, foram testadas as suposições de distribuição normal dos resíduos e
165 homogeneidade das variâncias usando os testes de Kolmogorov-Smirnov e Levene,
166 respectivamente. O teste não paramétrico de Kruskal-Wallis foi utilizado para confirmar as
167 diferenças entre os grupos obtidos com a análise de cluster e o teste *post-hoc* de Dunn (1964)
168 foi utilizado para identificar as variáveis que contribuíram para diferenciar os grupos ($p < 0,05$)
169 com os valores de p ajustados pelo método de Bonferroni. Além disso, foi utilizado o método
170 de HCPC (Hierarchical Clustering on Principal Components) para confirmar as variáveis de
171 maior importância dentro de cada grupo utilizando o pacote *FactoMineR* (HUSSON; JOSSE;
172 PAGÉS, 2010).

173 Todas as análises estatísticas citadas anteriormente foram realizadas utilizando o
174 programa R versão 1.2.1335.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

175
176 As estatísticas descritivas para produção de leite diária, componentes do leite e escore de
177 células somáticas estão apresentadas na Tabela 1. As vacas Holandesas criadas no agreste
178 pernambucano, no semiárido do Nordeste apresentaram produção média de leite de 32,50
179 kg/dia. Essa alta produção é reflexo principalmente da qualidade genética dos animais, além
180 das boas características adaptativas do rebanho e as condições de manejo utilizados nas
181 propriedades estudadas na região do Agreste.

182 Quanto aos componentes do leite, os valores médios de percentual de gordura, proteína,
183 lactose e sólidos totais foram de 3,33%, 3,21%, 4,58% e 12,12%, respectivamente. A média do
184 escore de células somáticas foi 3,89, correspondendo a aproximadamente 185.000 células/ml
185 (Tabela 1). Esses resultados são semelhantes aos encontrados por Ludovico *et al.* (2015), que
186 obtiveram uma produção média de leite diária de 31,78 kg e média de SCS de 3,46.

187

188 **Tabela 1** - Valores de médias, mínimos, máximos, erro padrão (EP) e coeficiente de variação
189 (CV) das variáveis avaliadas em vacas da raça Holandesa criadas na região Agreste de
190 Pernambuco.

Variável	Média	Mínimo	Máximo	EP	CV
MY (kg)	32,50	10,30	61,00	0,107	25,12
FAT (%)	3,33	1,50	6,05	0,010	22,57
PROT (%)	3,21	2,00	4,99	0,005	12,09
LAC (%)	4,58	3,31	5,20	0,003	4,98
TS (%)	12,12	9,52	15,19	0,012	7,75
FNS (%)	8,79	6,46	10,13	0,006	4,98
SCS	3,89	0,00	9,64	0,031	61,72

191 *MY: Produção de leite; PROT: proteína; FAT: Gordura; LAC: Lactose; TS: Sólidos totais; FNS: Sólidos não
192 gordurosos e SCS: Escore de células somáticas.

193 Os coeficientes de correlação entre a produção e composição do leite e SCS variaram de
194 -0,43 até 0,89 (Tabela 2). Significativos pelo método de Holm ($p < 0,05$), exceto para as variáveis
195 FNS e SCS ($p > 0,05$), que não apresentaram correlações significativas. A produção de leite
196 apresentou correlações negativas de fraca a moderada magnitude com os teores de gordura,
197 proteína, sólido total, sólidos não gordurosos e escore de células somáticas e correlação positiva
198 fraca com o teor de lactose ($r = 0,17$). Correlações positivas de forte magnitude foram

199 observadas entre os teores de gordura e sólidos totais ($r = 0,89$) e o teor de proteína e sólidos
 200 não gordurosos ($r = 0,79$). Altas correlações entre sólidos totais e seus componentes foram
 201 observadas em vários trabalhos (BONDAN *et al.*, 2018; LUDOVICO *et al.*, 2015; SILVA *et*
 202 *al.*, 2018). Esses parâmetros são importantes nos programas por promoverem a qualidade do
 203 leite, pois o pagamento do leite por componentes lácteos visa melhorar a qualidade da matéria-
 204 prima, aumentando o rendimento industrial para a fabricação de diversos derivados lácteos
 205 (CHEGINI *et al.*, 2017).

206 **Tabela 2** - Matriz de correlação de Pearson entre as características de produção e composição
 207 do leite em vacas da raça Holandesa criadas na região Agreste de Pernambuco.

	MY	FAT	PROT	LAC	TS	FNS	SCS
MY	1	-0,1674	-0,3260	0,1702	-0,2278	-0,2022	-0,0860
FAT	<,0001	1	0,2522	-0,0644	0,8948	0,2014	0,0402
PROT	<,0001	<,0001	1	-0,1870	0,5685	0,7929	0,2822
LAC	<,0001	<,0001	<,0001	1	0,1209	0,3714	-0,4346
TS	<,0001	<,0001	<,0001	<,0001	1	0,6130	0,0426
FNS	<,0001	<,0001	<,0001	<,0001	<,0001	1	0,0225
SCS	<,0001	0,0107	<,0001	<,0001	0,0065	0,2534	1

208 *MY: Produção de leite; FAT: Gordura; PROT: proteína; LAC: Lactose; TS: Sólidos totais; FNS: Sólidos não
 209 gordurosos e SCS: Escore de células somáticas. Significativos pelo método de Holm ($p < 0,05$).

210 O SCS apresentou uma correlação negativa com produção de leite e lactose, e positiva
 211 com as variáveis: gordura, proteína e sólidos totais. Em geral, os altos valores de SCS indicam
 212 processos inflamatórios mamários, que podem reduzir a produção de leite e causar aumento nas
 213 concentrações dos sólidos e, em consequência disso, as duas características tornam-se
 214 correlacionadas positivamente (CINAR *et al.*, 2015).

215 De acordo com o comportamento das estimativas das correlações pode-se definir
 216 estratégias de seleção e manejo dos animais, visando melhorar a qualidade do leite produzido.
 217 Características que apresentam correlação negativa, indicam que o impacto da seleção realizada
 218 pode agir de maneira diferente em cada uma, enquanto uma sofre aumento, a outra pode sofrer
 219 redução. Knob *et al.* (2018) afirma que a forte seleção para o aumento da produção de leite de
 220 vacas Holandesas nos últimos anos, alcançando elevado ganho genético para esta característica,
 221 prejudicou algumas características como é o caso da concentração de sólidos no leite.

222 A análise de correlação é uma importante fonte para compreendermos o grau de
223 associação entre duas ou mais variáveis, além de ser uma premissa essencial para a utilização
224 na análise multivariada, tendo em vista que para se utilizar ACP, por exemplo, as variáveis
225 necessariamente devem apresentar algum grau de correlação.

226 Na análise de ACP foram obtidos sete componentes principais, dos quais os três primeiros
227 foram selecionados segundo a Regra de Kaiser, por apresentarem autovalores superiores a 1
228 (um). Esses três componentes foram capazes de explicar 79,69% da variação total dos dados, o
229 que representa aproximadamente 20% de perda de explicação da variação total, demonstrando
230 que a técnica de componentes principais foi efetiva para resumir a quantidade de variáveis
231 responsáveis pela variabilidade na caracterização produtiva do leite de vacas holandesas criadas
232 na região agreste de Pernambuco (Tabela 3).

233 **Tabela 3** - Autovalores, proporção individual e acumulada da variação das características da
234 produção e composição do leite explicadas por cada componente principal avaliado em vacas
235 da raça Holandesa criadas na região Agreste de Pernambuco.

Componente Principal	Autovalores	Variância Total (%)	Variância Acumulada (%)
CP1	2,831035411	40,443363	40,44336
CP2	1,613952848	23,0564693	63,49983
CP3	1,133622075	16,1946011	79,69443
CP4	0,870276506	12,4325215	92,12695
CP5	0,506521498	7,2360214	99,36298
CP6	0,042972737	0,6138962	99,97687
CP7	0,001618925	0,0231275	100

236 Os resultados observados neste estudo corroboram com os de outros pesquisadores que
237 também utilizaram a ACP. Bodenmüller Filho *et al.* (2010), por exemplo, avaliaram as
238 diferenças entre os sistemas de produção na região norte do Paraná, a partir do uso de sete
239 características de produção e qualidade do leite, e verificaram que três componentes principais
240 foram suficientes para explicar 70,52% da variância total das características. Fraga *et al.* (2016)
241 avaliando a relação entre características produtivas e proporções genóticas de bovinos
242 leiteiros mestiços da raça Holandesa e Zebu, observaram que os dois primeiros componentes
243 explicaram 89,4% da variância total, denominando os componentes de produção e genotípico.

244 O primeiro componente principal (CP1) representou 40,44% da variância total e incluiu
 245 as variáveis com os mais altos coeficientes de ponderação (autovetores) e contribuições (Figura
 246 1A), que foi representado por: sólidos totais (0,916; 29,66%), seguida da proteína (0,823;
 247 23,91%) e sólidos não gordurosos (0,793; 22,23%). Essas variáveis apresentaram-se altamente
 248 relacionados entre si, caracterizando CP1 como um índice para determinação do conteúdo
 249 sólido do leite (Tabela 4).

250 **Tabela 4** - Autovetores para as sete variáveis descritivas de acordo com os três componentes
 251 principais retidos na análise de *cluster*.

Variável	CP1	CP2	CP3
MY	-0,417	0,297	-0,128
FAT	0,690	0,026	-0,721
PROT	0,823	-0,214	0,420
LAC	0,030	0,893	0,178
TS	0,916	0,162	-0,355
FNS	0,793	0,309	0,493
SCS	0,185	-0,748	0,143

252 *MY: Produção de leite; FAT: Gordura; PROT: proteína; LAC: Lactose; TS: Sólidos totais; FNS: Sólidos não
 253 gordurosos e SCS: Escore de células somáticas.

254 A parte sólida do leite consiste em um importante indicador da qualidade nutricional dos
 255 animais, além de indicar a qualidade do leite para o processo industrial, uma vez que quanto
 256 maior forem os teores de sólidos, maior será o rendimento dos derivados e, conseqüentemente,
 257 isso possibilitará maior remuneração para os agentes envolvidos na cadeia produtiva (BELLI
 258 *et al.*, 2017; CINAR *et al.*, 2015).

259 No segundo componente (CP2), as variáveis de maiores autovetores e contribuições
 260 foram: lactose (0,893; 49,43%) e escore de células somáticas (-0,748; 34,67%), que explicaram
 261 23,05% da variância total (Figura 1B). Esse componente pode ser definido como o índice que
 262 determina a qualidade higiênico-sanitária do rebanho, uma vez que ficou evidente o contraste
 263 entre a lactose e SCS. Um dos principais reguladores osmóticos da glândula mamária é a
 264 lactose, e com o incremento do SCS, ocorre uma alteração na pressão osmótica, elevando a
 265 permeabilidade do alvéolo que separa o leite do sangue, ocorrendo perda de lactose para
 266 corrente sanguínea (ALESSIO *et al.*, 2016).

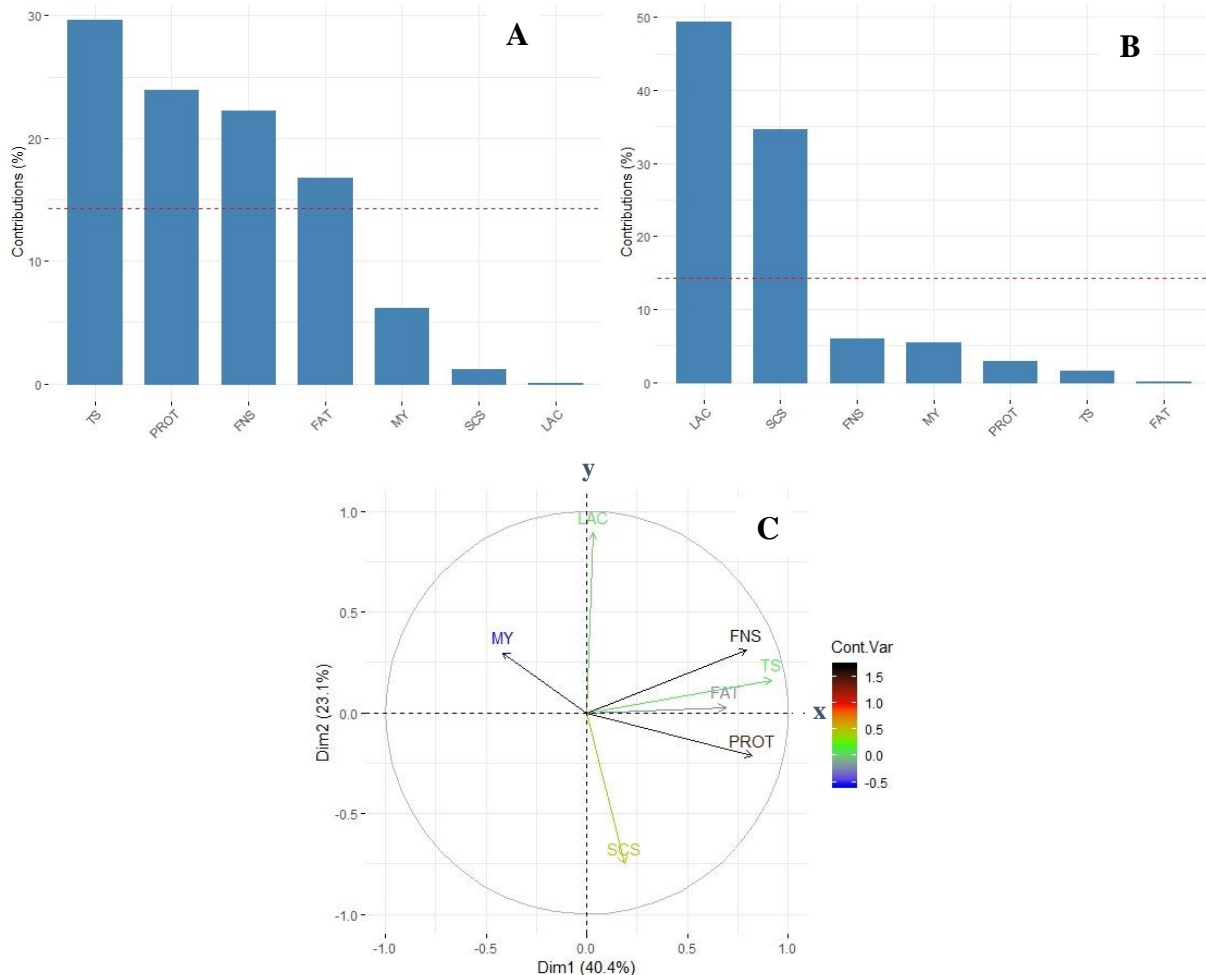
267 A gordura apresentou uma contribuição de 45,86% e um autovetor de -0,721 no terceiro
268 componente (CP3), explicando 16,19% da variação total dos dados. O teor de gordura é o
269 componente com maior variabilidade do leite, sendo influenciado por fatores nutricionais e
270 ambientais, desta forma, é fundamental o fornecimento de volumosos de boa qualidade na
271 alimentação de vacas em lactação, como forma de melhorar a composição, produzindo um leite
272 com maior teor de gordura, uma das características produtivas mais valorizadas pelas indústrias
273 lácteas para pagamento do leite por qualidade, por ser fator determinante do rendimento do
274 produto (BELLI *et al.*, 2017).

275 A aplicação da análise de componentes principais pode contribuir aos produtores na
276 interpretação das relações entre as variáveis e conseqüentemente nas decisões acerca da seleção
277 de animais para determinada característica, podendo definir e identificar as principais variáveis
278 e as associações entre eles (PAIVA *et al.*, 2010).

279 A ACP permitiu por meio de um gráfico de projeção (Figura 1C), avaliar o
280 comportamento de cada variável de acordo com as correlações inerentes a distribuição nos
281 componentes e em função do ângulo formado entre os vetores. Se o ângulo entre as variáveis
282 (vetores) for próximo a zero, a correlação é muito alta e positiva e essas estarão mais próximas;
283 se for próximo a 180°, a correlação é também alta, porém negativa e essas estarão mais
284 distantes; se o a ângulo formado for é cerca de 90°, as variáveis são pouco correlacionadas
285 (BODENMÜLLER FILHO *et al.*, 2010). Pode-se observar uma forte correlação entre os teores
286 de sólidos totais, proteína, sólidos não gordurosos e gordura, caracterizando a composição
287 sólida do leite, apresentando-se próxima ao eixo 1, além de estarem no mesmo quadrante (1),
288 exceto para a proteína que se apresentou no quadrante 4, podemos verificar que as variáveis
289 que têm vetor de maior comprimento são as de maior importância. Além do ângulo formado
290 entre as variáveis serem menores que 45°, indicando uma forte ligação. Ressaltando o oposto

291 com a produção de leite, no qual forma um ângulo próximo aos 180°, e se apresentam em
292 quadrantes opostos, apresentando uma correlação forte negativa.

293 **Figura 1** - Contribuição (A e B) e Projeção das variáveis (C) nos componentes principais (CP1
294 e CP2): produção de leite (MY), lactose (LAC), sólidos não gordurosos (FNS), sólidos totais
295 (TS), gordura (FAT), proteína (PROT) e escore de células somáticas (SCS).



296 Diferentes cores (C) representam as correlações das contribuições (Cont.Var) dentro do componente, representadas
297 pela cor preta na extremidade positiva e azul quando a correlação é negativa dentro dos componentes.

298 Semelhante ao CP1, pode-se observar no CP2, a relação da lactose e produção de leite
299 com o escore de células somáticas, os quais se apresentaram em quadrantes opostos, indicando
300 a associação negativa entre os parâmetros deste componente, demonstrando uma diminuição da
301 lactose e produção de leite à medida que aumenta o escore de células somáticas. O teor de
302 lactose é influenciado por diversas fontes de variação, principalmente número de parição,
303 estágio de lactação, estado de saúde do úbere e animal individual (ALESSIO *et al.*, 2016). O
304 ângulo formado entre a lactose e SCS, indica uma correlação negativa (-0,43) entre as variáveis.

305 Evidenciando que quando menor for a carga de células somáticas no leite, melhor será a
 306 sanidade das vacas, obtendo-se conseqüentemente uma maior produção leiteira (SILVA *et al.*,
 307 2018).

308 Na análise de agrupamento a definição do número de grupos foi realizada pelo método
 309 do K-means, no qual das 5.872 observações, resultou na formação de três grupos composto por
 310 1.357 (C1), 2.534 (2) e 1.981 (C3) observações (Tabela 5). Pode se observar pelo teste de
 311 Kruskal-Wallis que houve efeito significativo ($p < 0,01$) dos grupos formados (*clusters*) sobre a
 312 produção e composição de leite e SCS, logo após utilizou-se o teste de Dunn, no qual foi
 313 possível observar as diferenças das médias entre os *clusters* (Tabela 5).

314 **Tabela 5** - Comparação das diferenças entre os clusters formados das variáveis avaliadas em
 315 vacas da raça Holandesa criadas na região Agreste de Pernambuco.

	<i>Cluster1</i> (n=1357)	<i>Cluster2</i> (n=2534)	<i>Cluster3</i> (n=1981)	<i>P-value</i>
FAT	2,96 ± 0,017 c	3,08 ± 0,011 b	3,89 ± 0,016 a	<0,001
FNS	8,37 ± 0,010 c	8,72 ± 0,006 b	9,15 ± 0,007 a	<0,001
LAC	4,36 ± 0,005 c	4,70 ± 0,002 a	4,57 ± 0,005 b	<0,001
MY	33,33 ± 0,226 b	35,11 ± 0,156 a	28,58 ± 0,155 c	<0,001
PROT	3,05 ± 0,009 b	3,02 ± 0,005 c	3,56 ± 0,007 a	<0,001
SCS	5,69 ± 0,058 a	2,45 ± 0,032 c	4,49 ± 0,051 b	<0,001
TS	11,34 ± 0,018 c	11,80 ± 0,012 b	13,05 ± 0,015 a	<0,001

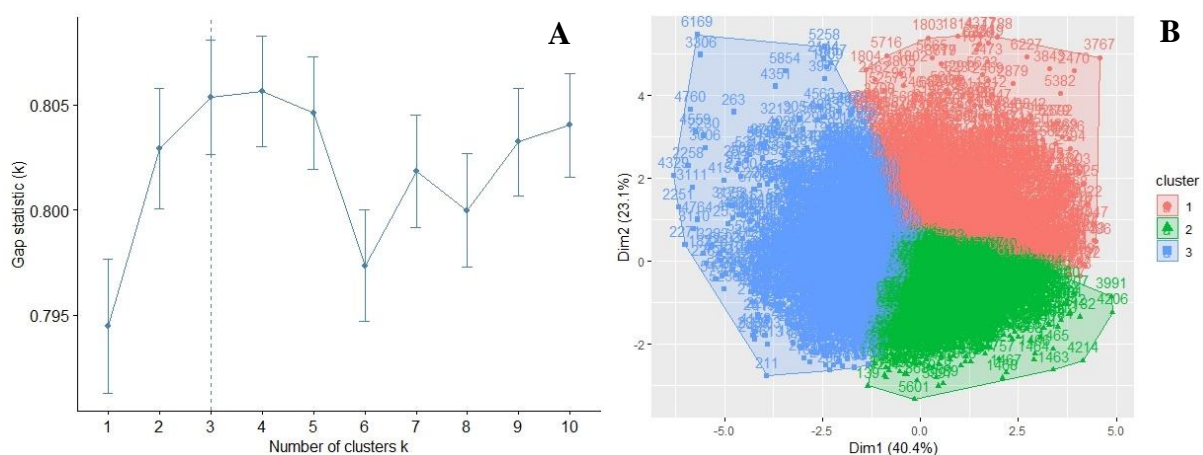
316 *MY: Produção de leite; PROT: proteína; FAT: Gordura; LAC: Lactose; TS: Sólidos totais; FNS: Sólidos não
 317 gordurosos e SCS: Escore de células somáticas. Médias seguidas da mesma letra na linha não diferem entre si pelo
 318 teste de Dunn ($P < 0,05$).

319 Na Figura 2, pode-se observar a formação de três *clusters* pelo método do K-means (*Gap*
 320 *statistic*), realizado através do método de particionamento, definido de modo que objetos dentro
 321 do mesmo *cluster* sejam os mais similares possíveis, especificando cada centroíde do seu grupo,
 322 que foi atribuído de acordo com a média das informações. Como observado na ACP, o *cluster*
 323 *I* agrupou as variáveis referentes à composição sólida do leite, mantendo o mesmo
 324 comportamento do primeiro componente (CP1) obtidos na ACP.

325 Na população estudada foram utilizadas amostras de leite de vacas de diferentes ordens
 326 de parto, e com a análise de *cluster* foi possível identificar diferentes grupos de acordo com a
 327 idade fisiológica das vacas e de acordo com o mês de lactação (Tabela 6). No C1 agrupou vacas

328 multíparas, acima da terceira ordem de parto, coincidindo com o *cluster1* da Tabela 5 que
 329 representou as amostras com menor concentração de sólidos e maior quantidade de células
 330 somáticas no leite.

331 **Figura 2** - Definição do número de Clusters pelo método do K-means (*Gap statistic*) (A) e a
 332 representação dos clusters formados (B) a partir da análise de componentes principais para a
 333 caracterização da produção e qualidade do leite de vacas da raça Holandesa criadas na região
 334 Agreste de Pernambuco.



335 **Tabela 6** - Percentuais das distribuições nos clusters de acordo com as ordens de partos (ORD1;
 336 ORD2...) e mês de lactação (1; 2; 3...) de vacas da raça Holandesa criadas na região Agreste
 337 de Pernambuco.

Características	Cluster1 (n=1357)	Cluster2 (n=2534)	Cluster3 (n=1981)
ORD1	12,93	49,01	38,05
ORD2	22,09	42,62	35,29
ORD3	42,24	34,90	22,86
ORD _≥ 4	43,71	29,30	26,99
1	23,46	58,77	17,76
2	27,29	64,08	8,64
3	26,40	63,99	9,62
4	25,95	58,92	15,14
5	25,14	53,39	21,47
6	24,82	32,52	42,66
7	22,65	36,08	41,27
8	23,23	30,75	46,02
9	21,94	27,25	50,81
10	18,01	21,76	60,23

338 Os teores dos componentes do leite variam com o número de lactações e com o aumento
 339 da SCS. Bondan *et al.* (2018) e Ludovico *et al.* (2015) citam que os teores de sólidos do leite

340 declinaram à medida que aumentou o número de lactações e escore de células somáticas,
341 respectivamente. Com o aumento da ordem de parto, os animais se tornam mais susceptíveis e
342 são expostos com maior frequência à infecção, logo o aumento do SCS no leite poderia ser
343 parcialmente justificado pelo aumento de células epiteliais de descamação da glândula mamária
344 presentes no leite em vacas multíparas (CUNHA *et al.*, 2008; GALVÃO JÚNIOR *et al.*, 2010).

345 Vacas primíparas e animais nos primeiros meses de lactação fisiologicamente tendem a
346 produzir leite de melhor qualidade, ou seja, com menor quantidade de células somáticas, fato
347 este que ocorre principalmente pela menor exposição dos animais aos fatores responsáveis pela
348 infecção da glândula mamária. No *cluster 2* (C2) definiu-se animais com um menor SCS e
349 maior teor de Lactose e produção de leite, concentrando vacas de primeiro e segunda ordem de
350 parto, nos primeiros cinco meses de lactação (Tabela 6).

351 De acordo com Alessio *et al.* (2016) e Bondan *et al.* (2018) o número de lactações e a
352 fase da lactação é o preditor mais importante na concentração de lactose no leite. Bondan *et al.*
353 (2018) avaliando as características do leite de vacas da raça Holandesa, observaram que as
354 concentrações de lactose diminuíram com o aumento do SCS, número de lactações e foi afetada
355 linear e negativamente pela fase de lactação, ocorrendo a concentração maior nas vacas com
356 até quatro meses de lactação, diminuindo gradativamente até o final da lactação. A alta
357 produção de leite observada no C2 pode ser decorrente também da fase de lactação dos animais,
358 período de pico, caracterizado por maior produção de leite, que geralmente ocorre por volta dos
359 60 dias de lactação (CHEGINI *et al.*, 2017).

360 A fase de lactação é de extrema importância para os produtores para definição do manejo
361 correto dos animais, principalmente por demanda de nutrientes. Os constituintes do leite
362 normalmente tendem a crescer à medida que aumenta o tempo de lactação, apenas a lactose
363 sofre redução, fato que coincide com uma menor produção de leite. No terceiro *cluster* (C3)
364 ficou definido com o maior teor de gordura, proteína e sólidos totais e menor produção de leite,

365 agrupando animais a partir do sexto mês de lactação. Animais na fase final de lactação tendem
366 a produzir menor volume de leite com maior quantidade de sólidos totais, gordura e proteína
367 (Bondan *et al.*, 2018). Cabral *et al.* (2016) estudando a relação da composição química do leite
368 com o estágio de lactação, observaram à influência significativa do estágio de lactação sobre o
369 extrato seco total, proteína e gordura, observando um aumento a medida que chega ao final da
370 lactação, a concentração de gordura por exemplo, chegando a 3,91% em animais com 305 dias
371 de lactação, em relação aos animais que estavam na fase inicial de lactação que apresentaram
372 média de 3,24%.

373 O uso do método HCPC confirmou com a quantidade de grupos gerados a partir das
374 análises de agrupamento e componentes principais, e os resultados mostraram que as
375 informações formaram agrupamentos definidos principalmente pelas variáveis ligadas a parte
376 sólida do leite e o teor de lactose e produção de leite.

377 A aplicação de técnicas estatísticas, como as análises multivariadas são ferramentas
378 importantes para a identificar e avaliar a associação entre as características de produção e
379 composição do leite e escore de células somáticas, sendo importantes para possibilitar uma
380 otimização nas avaliações de rebanhos leiteiros e definir as principais características de
381 interesse do produtor, assim como promover uma seleção mais eficiente, de modo a responder
382 aos objetivos do melhoramento genético animal.

383 CONCLUSÃO

384 1. As análises de componentes principais e agrupamento permitiram uma redução no número
385 de características avaliadas nos dados de produção, composição e qualidade do leite, e
386 explicaram parte satisfatória das informações originais de vacas Holandesas no Agreste de
387 Pernambuco, diferenciando os grupos de acordo com as diferentes classes fisiológicas e com
388 mês de lactação.

389 2. As variáveis TS, LAC e FAT foram as mais importantes entre os três componentes
390 selecionados, definindo como características importantes na seleção dos animais para melhorar
391 a qualidade do leite dos rebanhos.

392 REFERÊNCIAS

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

395 BELLI, C. Z. P. *et al.* Qualidade do leite cru refrigerado obtido em unidades produtivas no
396 Sudoeste do Paraná. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v. 16, n. 2, p. 109-120, 2017.

397 BODENMÜLLER FILHO, A. *et al.* Tipologia de sistemas de produção baseadas nas
398 características de leite. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, n. 8, p. 1832-1839, 2010.

399 BONDAN, C. *et al.* Milk composition of Holstein cows: a retrospective study. **Ciência Rural**,
400 v. 48 n. 12, e20180123, 2018.

401 CABRAL, J. F. *et al.* Relação da composição química do leite com o nível de produção, estágio
402 de lactação e ordem de parição de vacas mestiças. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido**
403 **Tostes**, v. 71, n. 4, p. 244-255, 2016.

404 CHEGINI, A. *et al.* Effect of somatic cell count on milk fat and protein in different parities and
405 stages of lactation in Holstein cows. **Acta Agriculturae Slovenica**, v. 110, n. 1, p. 37-45, 2017.

406 CINAR, M. *et al.* Effect of somatic cell count on milk yield and composition of first and second
407 lactation dairy cows. **Italian Journal of Animal Science**, v. 14, n. 1, p. 105-108, 2015.

408 CUNHA, R. P. L. *et al.* Mastite subclínica e relação da contagem de células somáticas com
409 número de lactações, produção e composição química do leite em vacas da raça
410 Holandesa. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 60, n. 1, p. 19-24,
411 2008.

412 DUNN, O. J. Multiple comparisons using rank sums. **Technometrics**, v. 6, n. 3, p. 241-252,
413 1964.

414 FRAGA, A. B. *et al.* Multivariate analysis to evaluate genetic groups and production traits of
415 crossbred Holstein × Zebu cows. **Tropical Animal Health and Production**, v. 48, n. 3, p. 533-
416 538, 2016.

417 GALVÃO JÚNIOR, J. G. B. *et al.* Efeito da produção diária e da ordem de parto na composição
418 físico-química do leite de vacas de raças Zebuínas. **Acta Veterinaria Brasilica**, v. 4, n. 1, p.
419 25-30, 2010.

420 GÓMEZ-CORTÉS, P.; JUÁREZ, M.; DE LA FUENTE, M. A. Milk fatty acids and potential
421 health benefits: An updated vision. **Trends in Food Science & Technology**, v. 81, p. 1-9, 2018.

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

425 HOLM, S. A simple sequentially rejective multiple test procedure. **Scandinavian Journal of**
426 **Statistics**, v. 6, n.2, p. 65–70, 1979.

427 HUSSON, F.; JOSSE, J.; PAGÉS, J. Principal component methods - hierarchical clustering -
428 partitional clustering: why would we need to choose for visualizing data? **Technical Report –**
429 **Agrocampus**, Applied Mathematics Department. 2010.

430 KAISER, H. F. The application of electronic computers to factor analysis. **Educational and**
431 **Psychological Measurement**, v. 20, p. 141 – 151, 1960.

432 KNOB, D. A. *et al.* Growth, productive performance, and udder health of crossbred Holstein x
433 Simmental cows and purebred Holstein cows. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 36, n. 6, p. 2597-
434 2606, 2018.

435 LUDOVICO, A. *et al.* Losses in milk production and quality due to milk somatic cell count and
436 heat stress of Holsteins cows in temperate climate. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 36, n. 5, p.
437 3455-3470, 2015.

438 MACQUEEN, J. B. Some Methods for classification and Analysis of Multivariate
439 Observations. *Proceedings of 5-th Berkeley Symposium on Mathematical Statistics and*
440 *Probability*. v. 1, p. 281-297, 1967.

441 MURTAGH, F.; LEGENDRE, P. Ward's hierarchical agglomerative clustering method: which
442 algorithms implement Ward's criterion? *Journal of Classification*, v. 31, n. 3, p. 274-295,
443 2014.

444 PAIVA, A.L.C. *et al.* Principal component analysis in laying hen production traits. **Revista**
445 **Brasileira de Zootecnia**, v. 39, p. 285- 288, 2010.

446 QI, L.; BRAVO-URETA, B. E.; CABRERA, V. E. From cold to hot: Climatic effects and
447 productivity in Wisconsin dairy farms. **Journal Dairy Science**, v. 98, n. 12, p. 8664–8677,
448 2015.

449 RIBAS, N. P. *et al.* Escore de células somáticas e sua relação com os componentes do leite em
450 amostras de tanque no estado do Paraná. **Archives of Veterinary Science**, v. 19, n. 3, p. 14-
451 23, 2014.

452 RIBEIRO, M. J. B. *et al.* Principal components for the in vivo and carcass conformations of
453 Anglo-Nubian crossbred goats. **Ciência Rural**, v. 48, n. 6, e20170771, 2018.

454 SANTOS, E. F. N. *et al.* Formação de grupos produtivos em vacas leiteiras por meio de
455 componentes principais. **Revista Brasileira Biométrica**, v. 28, n. 3, p. 15-22, 2010.

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

459 SANTOS, R. O. *et al.* Principal Component Analysis and Factor Analysis: differences and
460 similarities in Nutritional Epidemiology application. **Revista Brasileira de Epidemiologia**, v.
461 22, e190041, 2019.

462 SILVA, J. E. *et al.* Effect of somatic cell count on milk yield and milk components in Holstein
463 cows in a semi-arid climate in Brazil. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 19,
464 n. 4, p. 391-402, 2018.

465 THORNING, T. K. *et al.* Milk and dairy products: good or bad for human health? An
466 assessment of the totality of scientific evidence. **Food & Nutrition Research**, v. 60, 2016.

467 VENTURA, H. T. *et al.* Use of multivariate analysis to evaluate genetic groups of pigs for dry-
468 cured ham production. **Livestock Science**, v. 148, n. 3, p. 214–220, 2012.

469

470

471

472

473

474

475

476

477

478

479

480

481

482

483

484

485

486

CONSIDERAÇÕES FINAIS

487
488
489
490
491
492
493
494
495
496
497
498
499
500
501
502
503
504
505
506
507
508
509
510
511

A avaliação da produção e composição de leite de vacas leiteiras de alta produção criadas em condições climáticas semiáridas, se torna um fator de grande importância para que se tenha conhecimento quais os principais fatores que alteram os parâmetros produtivos e reprodutivos. Esse conhecimento é importante, principalmente para adoção de medidas de controle sanitário, melhorias nos manejos nutricionais e reprodutivos, nas instalações e no ambiente.

Os parâmetros ordem de parto, fazenda, estação e ano de parto, são fatores importantes e devem ser considerados nos estudos com o objetivo de avaliar a produção e qualidade do leite de vacas especializadas para alta produção e criadas em regiões de clima semiárido.

As análises de componentes principais e agrupamento foram eficientes para explicar a variabilidade existente entre produção, composição e qualidade sanitária do leite, além de poder definir grupos de acordo com as classes fisiológicas e os diferentes períodos produtivos da curva de lactação. Destacou-se como principais variáveis dentro dos componentes selecionados, os sólidos do leite, os teores de lactose e gordura, definindo como características importantes a serem selecionadas para melhor qualidade do leite.

A aplicação de técnicas estatísticas multivariadas são ferramentas importantes na identificação e avaliação de associações entre as principais características de produção e qualidade do leite, podendo possibilitar uma otimização nas avaliações de rebanhos leiteiros e definir as principais características de interesse do produtor, assim como promover uma seleção mais eficiente, de modo a responder aos objetivos do melhoramento genético animal.