

UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
ESCOLA DE VETERINÁRIA E ZOOTECNIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL

**AVALIAÇÃO DE *CLUSTERS* DA COMPOSIÇÃO QUÍMICA DO LEITE
NO ESTADO DE GOIÁS**

Rafaella Belchior Brasil
Orientador: Prof. Dr. Edmar Soares Nicolau

GOIÂNIA
2016



TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAR AS TESES E DISSERTAÇÕES ELETRÔNICAS NA BIBLIOTECA DIGITAL DA UFG

Na qualidade de titular dos direitos de autor, autorizo a Universidade Federal de Goiás (UFG) a disponibilizar, gratuitamente, por meio da Biblioteca Digital de Teses e Dissertações (BDTD/UFG), regulamentada pela Resolução CEPEC nº 832/2007, sem ressarcimento dos direitos autorais, de acordo com a Lei nº 9610/98, o documento conforme permissões assinaladas abaixo, para fins de leitura, impressão e/ou *download*, a título de divulgação da produção científica brasileira, a partir desta data.

1. Identificação do material bibliográfico: Dissertação Tese

2. Identificação da Tese ou Dissertação

Nome completo do autor: Raffaella Belchior Brasil

Título do trabalho: Avaliação de *clusters* da composição química do leite no Estado de Goiás

3. Informações de acesso ao documento:

Concorda com a liberação total do documento SIM NÃO¹

Havendo concordância com a disponibilização eletrônica, torna-se imprescindível o envio do(s) arquivo(s) em formato digital PDF da tese ou dissertação.

Data: 05/10/2016

Assinatura do (a) autor (a) ²

¹ Neste caso o documento será embargado por até um ano a partir da data de defesa. A extensão deste prazo suscita justificativa junto à coordenação do curso. Os dados do documento não serão disponibilizados durante o período de embargo.

² A assinatura deve ser escaneada.

RAFAELLA BELCHIOR BRASIL

**AVALIAÇÃO DE *CLUSTERS* DA COMPOSIÇÃO QUÍMICA DO LEITE
NO ESTADO DE GOIÁS**

Tese apresentada para obtenção do título de Doutora em Ciência Animal junto à Escola de Veterinária e Zootecnia da Universidade Federal de Goiás.

Área de Concentração:

Sanidade Animal, Higiene e Tecnologia de Alimentos

Linha de Pesquisa:

Controle de qualidade de alimentos

Orientador:

Prof. Dr. Edmar Soares Nicolau – EVZ/UFG

Comitê de Orientação:

Prof. Dr. Marco Antônio Pereira da Silva – IF
Goiano

Prof. Dr. Milton Luiz Moreira Lima – UFG

GOIÂNIA

2016

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do Programa de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da UFG.

Brasil, Rafaella Belchior
Avaliação de clusters da composição química do leite no Estado de Goiás [manuscrito] / Rafaella Belchior Brasil. - 2016.
xii, 84 f.: il.

Orientador: Prof. Dr. Edmar Soares Nicolau; co-orientador Dr. Marco Antônio Pereira da Silva; co-orientador Dr. Milton Luiz Moreira Lima.

Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Goiás, Escola de Veterinária e Zootecnia (EVZ), Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal, Goiânia, 2016.

Bibliografia. Apêndice.

Inclui siglas, mapas, abreviaturas, gráfico, tabelas.

1. Análise espacial. 2. Geoestatística. 3. Mesorregiões. 4. Pecuária leiteira. 5. Qualidade do leite. I. Nicolau, Edmar Soares, orient. II. Título.

CDU 639.09

ATA NÚMERO **237** DE DEFESA DE TESE DE **DOCTORADO** DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL DA ESCOLA DE VETERINÁRIA E ZOOTECNIA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS, REALIZADA POR **Rafaella Belchior Brasil**. Às **14h00min** do dia **16/09/2016**, reuniu-se na Sala de Defesas do Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal da Escola de Veterinária e Zootecnia da Universidade Federal de Goiás, Campus II Samambaia, nesta Capital Goiânia - Goiás, a Comissão Julgadora infra nomeada para proceder ao julgamento da Defesa de Tese de Doutorado apresentado (a) pelo (a) Pós-Graduando (a) **Rafaella Belchior Brasil**, intitulada “**Avaliação de clusters da composição química do leite no Estado de Goiás**”, apresentada para obtenção do **Título de Doutor em Ciência Animal**, junto à Área de Concentração: **Sanidade Animal, Higiene e Tecnologia de Alimentos** desta Universidade. O Presidente da Comissão Julgadora **Prof. Dr. Edmar Soares Nicolau**, iniciando os trabalhos, concedeu a palavra ao (a) candidato (a) **Rafaella Belchior Brasil** para exposição em **cinquenta** minutos do seu trabalho. A seguir, o senhor Presidente concedeu a palavra, pela ordem sucessivamente, aos Examinadores, os quais passaram a argüir o (a) candidato (a), durante o prazo máximo de **vinte** minutos, assegurando-se ao mesmo igual prazo para responder aos Senhores Examinadores. Ultimada a arguição, que se desenvolveu nos termos regimentais, a Comissão, em sessão secreta, expressou seu Julgamento, considerando o (a) candidato (a) **Aprovado (a) ou Reprovado (a)**:

Prof. Dr. Edmar Soares Nicolau

Profa. Dra. Karen Martins Leão

Profa. Dra. Karyne Oliveira Coelho

Prof. Dr. Moacir Evandro Lage

Profa. Dra. Thaísa Campos Marques

Em face do resultado obtido, a Comissão Julgadora considerou o (a) candidato (a) **Rafaella Belchior Brasil**, HABILITADA [(**Habilitado (a) ou não Habilitado (a)**)] pelo(s) motivo(s) abaixo exposto(s):

ESCOLA DE VETERINÁRIA E ZOOTECNIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL



A Banca Examinadora aprovou a seguinte alteração no título da tese:

NENHUMA ALTERAÇÃO NO TÍTULO.

Nada mais havendo a tratar, eu **Prof. Dr. Edmar Soares Nicolau**, lavrei a presente ata que, após lida e achada conforme foi por todos assinada.

Prof. Dr. Edmar Soares Nicolau

Edmar Soares Nicolau

Profa. Dra. Karen Martins Leão

Karen Martins Leão

Profa. Dra. Karyne Oliveira Coelho

Karyne Oliveira Coelho

Prof. Dr. Moacir Evandro Lage

Moacir Evandro Lage

Profa. Dra. Tháisa Campos Marques

Tháisa Campos Marques

Dedico ao meu filho
Pedro Lopes Belchior e ao
meu irmão Brunno Belchior Brasil

AGRADECIMENTOS

Trabalhar em equipe é saber ser parte de um todo. É como ser uma parte fundamental de um corpo, mas sabendo que sem corpo esta parte de nada serve. Ter a capacidade de trabalhar bem em equipe mostra humildade, tolerância, inteligência emocional e companheirismo.

Quero expressar minha gratidão, primeiramente a Deus, pela sua compaixão, pela sua graça, pela sua bondade, que estão sempre presentes sustentando-me nos momentos mais difíceis, por não me deixar esquecer que você me habita e é a força que dá vida a minha alma.

A minha mãe Rose Belchior, agradeço por todos os momentos dedicados a mim, pelas palavras, pelos conselhos, pelo amor, pela honestidade, pelo afeto, pela amizade. Saiba que nunca deixarei de te amar.

Ao meu esposo Diego Lopes Goulart, que faz dos meus dias, dias mais felizes, obrigada pelos carinhos e beijos dados, pelas palavras doces e o respeito, por compartilhar comigo alegrias e tristezas, por estar sempre ao meu lado me apoiando em qualquer momento. Obrigada meu amor, por toda sua dedicação a mim e ao nosso filho.

A minha tia Maria José Gonçalves Belchior, que dedicou sua vida a educação. Obrigada tia, por ser uma segunda mãe, pedagoga que sempre foi um referencial para a construção da minha vida acadêmica.

Ao meu orientador professor Dr. Edmar Soares Nicolau, que ao longo dessa caminhada, me mostrou a cada momento compreensão, paciência, inteligência e acima de tudo dedicação. Carregarei na bagagem da vida teus ensinamentos, que lapidaram meus conhecimentos em cada momento desta jornada.

Ao meu co-orientador professor Dr. Marco Antônio Pereira da Silva. Como descrever o completo significado dos seus ensinamentos na minha vida, de quantas palavras precisaria para exprimir a sua importância, enfim, você transformou minhas curiosidades em experiências vividas, nas quais, a busca pela perfeição foi o incentivo maior para essa grande conquista, estivemos lado a lado por todos esses anos, desde a graduação. Ensinou-me a aprender, a refletir, a pesquisar, a decidir e a interrogar... Esta é uma tentativa vã e ineficiente de demonstrar o quão grata sempre serei, são apenas palavras, que não conseguem carregar toda a emoção que senti ao escrevê-las, nem o tamanho da minha gratidão. Espero ser capaz de agradecê-lo e honrar minha profissão, que você com excelência me ensinou. Muito Obrigada!

Ao colega e colaborador Dr. Rodrigo Balduino Soares Neves, agradeço pelo grande apoio, momentos genuínos de conhecimento e pela contribuição na ideação desta Tese.

Aos professores, Dr. Milton Luiz Moreira Lima e Dr. Emmanuel Arnhold, agradeço pela disponibilidade, esclarecimentos e amizade.

Preciso agradecer também o Senhor Wilson Souza Queiroz Junior, pelo apoio e confiança. O Laboratório de Qualidade do Leite do Centro de Pesquisa em Alimentos da Escola de Veterinária e Zootecnia da Universidade Federal de Goiás, pela contribuição na execução das análises eletrônicas. A CAPES, pela concessão da bolsa durante esta jornada. Ao Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal da Escola de Veterinária e Zootecnia da Universidade Federal de Goiás, pela oportunidade de mais uma realização profissional e aqueles que direta ou indiretamente contribuíram para a realização desta obra.

“Se conseguimos ver mais longe hoje, foi por estar de pé sobre ombros gigantes”

Isaac Newton

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1 - CONSIDERAÇÕES INICIAIS	1
1.1. Composição Química do leite.....	1
1.2. Legislação e estatística leiteira	4
1.3. Caracterização do Estado de Goiás	5
1.4. Análise espacial	10
REFERÊNCIAS	13
CAPÍTULO 2 – COMPOSIÇÃO QUÍMICA DO LEITE REFRIGERADO DE MESORREGIÕES DO ESTADO DE GOIÁS	18
INTRODUÇÃO	20
MATERIAL E MÉTODOS.....	21
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	24
CONCLUSÕES	43
REFERÊNCIAS	44
CAPÍTULO 3 – <i>CLUSTERS</i> DA COMPOSIÇÃO QUÍMICA DO LEITE REFRIGERADO NOS PERÍODOS DE CHUVA E SECA NAS MESORREGIÕES DO ESTADO DE GOIÁS	54
INTRODUÇÃO	56
MATERIAL E MÉTODOS.....	57
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	60
CONCLUSÕES	78
REFERÊNCIAS	79
CAPÍTULO 4 – CONSIDERAÇÕES FINAIS	83

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CBT ou TBC	Contagem Bacteriana Total
CCS ou SCC	Contagem de Células Somáticas
CEP	Código de Endereçamento Postal
COMPLEM	Cooperativa Mista dos produtores de leite de Morrinhos
CPF	Cadastro de Pessoa Física
CS/mL	Células Somáticas por mililitro
CV	Coefficiente de Variação
°C	Graus Celsius
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
ESD	Extrato Seco Desengordurado
EST	Extrato Seco Total
HH	Alta-alta
HL	Alta-baixa
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IN	Instrução Normativa
INMET	Instituto Nacional de Meteorologia
ISO	Organização Internacional para Padronização
kDa	Kilodalton
LH	Baixa-alta
LL	Baixa-baixa
MAPA	Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento
mL	Mililitro
mm	Milímetro
RBQL	Rede Brasileira de Laboratórios de Controle de Qualidade do Leite
SIG	Sistema de Informação Geográfica
UFC/mL	Unidade Formadora de Colônia por mililitro
USDA	Departamento de Agricultura dos Estados Unidos

RESUMO

A pecuária leiteira é uma das atividades econômicas que mais se destaca no Estado de Goiás, desempenha papel relevante no suprimento de alimentos, na geração de emprego e renda para a população. O entendimento sobre a utilização de ferramentas que incorporem os atributos geográficos relacionados à localização dos rebanhos e os indicadores de qualidade do leite, podem ser explorados em termos geoestatísticos para análise e identificação de áreas (territórios) com características espaciais semelhantes. Sendo assim, estudos para identificar *clusters*, ou seja, aglomerados, podem indicar o estabelecimento das diferenças regionais e auxiliar no manejo dos rebanhos dessas regiões. Objetivou-se avaliar a qualidade química do leite refrigerado e a ocorrência de *clusters* da composição química do leite refrigerado de Mesorregiões do Estado de Goiás nos períodos chuvoso e seco durante os anos de 2011 a 2014. Foram avaliados 17.393 dados da composição química do leite extraídos do banco de dados do Laboratório de Qualidade do Leite/CPA/EVZ/UFG. Para verificar se ano, época e Mesorregião exerciam influência sobre os componentes do leite foi ajustada uma Regressão Linear Múltipla, sendo o teste de Wald utilizado para verificar a significância dos coeficientes do modelo. Para elaboração dos mapas de distribuição espacial da composição química do leite foram utilizados recursos geoestatísticos, cujo princípio seguiu o método de interpolação de dados chamado de Krigagem. Para identificar os *clusters*, que representam as informações geográficas agrupadas em valores próximos, foi utilizado o SIG ArcGIS 10.1[®] com a ferramenta *Cluster and Outlier Analysis (Anselin Local Moran's I)*, contida na ferramenta *Spatial Statistic*. A composição química do leite apresentou comportamento sazonal e regional, sendo relativamente superior no período seco (outono/inverno) e mais densa em bacias leiteiras tradicionais. No período de menor umidade e temperatura os percentuais de gordura, proteína, EST e ESD foram mais expressivos em relação ao período de maior umidade e temperatura. A lactose demonstrou comportamento antagônico aos demais componentes do leite em relação à sazonalidade, no período chuvoso o teor de lactose foi maior. Constatou-se formação de *clusters* significativos no Estado, com destaque para as regiões mais produtoras. A análise espacial da cadeia leiteira Goiana demonstrou que a produção de leite se concentra principalmente na porção Sul do Estado, fato este, que atesta a importância da produção setorial dessa região. A sazonalidade da produção de leite é tema de grande importância para o setor lácteo, pois afeta a produção e composição do leite, assim como o preço pago ao produtor. A evolução alcançada pelo Estado ainda encontra muitos desafios e obstáculos para continuar crescendo e se desenvolvendo, assim sendo, a necessidade e importância de mais estudos para nortear o trabalho de toda a cadeia, se mostra relevante e a adoção de ferramentas de geoprocessamento podem apoiar as políticas para o setor leiteiro, melhorando inclusive a eficiência da atividade.

Palavras-Chave: Análise espacial; geoestatística; mesorregiões; pecuária leiteira; qualidade do leite; sazonalidade.

ABSTRACT

The dairy husbandry is one of the economic activities that most stands out in the state of Goiás; it plays an important role in food supply, generating employment and income for the population. The understanding of the use of tools that incorporate geographic attributes related to herd location and milk quality indicators can be explored in geostatistical terms for the analysis and identification of areas (territories) with similar spatial characteristics. Thus, studies to identify *clusters*, may indicate the establishment of regional differences and assist in cattle management in these regions. This study aimed to evaluate the chemical quality of refrigerated milk and the occurrence of *clusters* of chemical composition of refrigerated milk from the Mesoregions the state of Goiás in the rainy and dry periods during the years 2011 to 2014. We evaluated 17,393 data of milk chemical composition extracted from the database of the Milk Quality Laboratory /CPA/EVZ/UFG. We adjusted a Multiple Linear Regression to verify whether year, period, and mesoregion exerted influence on milk components and we used Wald test to verify the significance of the model coefficients. For the preparation of the spatial distribution maps of milk chemical composition, we used geostatistical resources which followed kriging data interpolation method. To identify *clusters* that represent the geographic information grouped into similar values, we used the GIS ArcGIS 10.1[®] with *Cluster and Outlier Analysis tool (Anselin Local Moran's I)* contained in the *Spatial Statistic tool*. The chemical composition of milk had seasonal and regional behavior, being relatively higher in the dry season (fall/winter) and denser in traditional dairy regions. In the period of lower humidity and temperature the percentages of fat, protein, TDE, and DDE were the most intense in the period of higher humidity and temperature. Lactose showed antagonistic behavior to other milk components in relation to seasonality; in the rainy season, the lactose content was higher. We found significant formation of *clusters* in the state, especially in the most productive regions. Spatial analysis of the dairy chain of Goiás showed milk production is concentrated mainly in the southern portion of the state, a fact that attests to the importance of industry production in this region. Seasonality of milk production is a major issue for the dairy sector as it affects milk production and composition, as well as the price paid to the producer. The progress achieved by the State still faces many challenges and obstacles to continue growing and developing; therefore, it is necessary and important to carry out further studies to guide the work of the entire chain, and the adopt of geoprocessing tools that can support policies for the dairy sector, including improving the efficiency of the activity.

Keywords: Spatial analysis; geostatistics; mesoregions; dairy husbandry; milk quality; seasonality.

CAPÍTULO 1 - CONSIDERAÇÕES INICIAIS

1.1. Composição Química do leite

O leite, produto de secreção das glândulas mamárias é um fluido viscoso constituído de uma fase líquida e partículas em suspensão, formando uma emulsão natural, estável em condições normais de temperatura ou refrigeração¹.

Dentre os lácteos, o leite integral é o mais consumido, especialmente por crianças², à vista disso, a importância do consumo de leite e derivados em todas as fases da vida se evidencia pelas características intrínsecas de sua composição nutricional, com destaque ao teor de cálcio e proteínas de alta qualidade.

É um alimento de alto valor biológico, composto de água, 87,3%, e sólidos totais, 12,7%, assim distribuídos: proteínas totais, 3,3% a 3,5%; gordura, 3,5% a 3,8%; lactose, 4,9%; além de minerais, 0,7%, e vitaminas³.

Alterações na composição láctea por fatores externos têm como um de seus resultados diretos a diminuição do teor de gordura do leite⁴, o que geralmente ocorre quando a proporção de volumoso da dieta é inadequada. Entretanto, pode ocorrer também quando existe grande consumo de carboidratos prontamente fermentáveis e ainda pela adição de óleos poli-insaturados à dieta, que modificam as características da fermentação ruminal⁵.

Quando são fornecidas aos animais dietas ricas em concentrados, a taxa de síntese de gordura do leite pode ser reduzida em 50% ou mais. Além disso, muitas outras manipulações dietéticas, incluindo gorduras dietéticas que são ativas no rúmen, forragens com pequeno tamanho de partícula, pastagens novas e ionóforos resultam em vários graus de redução no teor de gordura do leite⁴.

A composição da gordura do leite é integrada basicamente por triglicerídeos (98% a 99%), os quais são responsáveis por agregar sabor e palatabilidade aos produtos derivados do leite⁶. Além disso, o teor de gordura é um parâmetro importante na qualidade do leite, no valor nutricional e no pagamento diferenciado aos produtores. Por isso as análises de rotina são importantes para produção leiteira⁷.

Os precursores para a síntese das proteínas do leite são aminoácidos livres do sangue em 90% e proteínas séricas em 10%⁶.

As proteínas do leite são veículos naturais, que fornecem micronutrientes essenciais (cálcio e fósforo), aminoácidos, assim como componentes do sistema imune (imunoglobulinas e lactoferrina), para o recém-nascido⁸. São distribuídas em duas grandes classes, 80% de caseína e 20% de proteínas do soro.

As proteínas do soro são um grupo de proteínas que permanecem solúveis no soro do leite após a precipitação da caseína a pH 4,6 e temperatura de 30°C⁹. Os dois componentes principais das proteínas do soro são α -lactalbumina e β -lactoglobulina.

As demais proteínas do soro são: albumina, imunoglobulinas, peptonas de protease, pequenas quantidades de enzimas e proteínas com funções metabólicas específicas, como as lisozima e lactoferrina¹⁰. Apresentam um excelente perfil de aminoácidos, caracterizando-as como proteínas de alto valor biológico e vem sendo muito utilizadas pelas indústrias de alimentos em diferentes áreas, além de serem amplamente disponíveis, de baixo custo, naturais e matéria prima de elevado valor nutricional.

As caseínas consistem de quatro proteínas principais: α_{s1} -, α_{s2} -, β - e κ -caseína, representando cerca de 38%, 10%, 35% e 15%, respectivamente, as quais são constituídas por 199, 207, 209 e 169 resíduos de aminoácidos, com pesos moleculares de 23, 25, 24 e 19 kDa, respectivamente¹¹ e 8% de fosfato de cálcio coloidal aproximadamente¹².

Do ponto de vista industrial, a caseína figura como a proteína mais importante, as propriedades nutricionais, sensoriais, físicas e o rendimento dos principais produtos lácteos, tais como queijos e iogurtes derivam da caseína, considerada uma proteína de alta qualidade e matéria prima base para os produtos da indústria de laticínios¹³.

Os níveis de lactose no leite dependem principalmente da glicose que é produzida no fígado a partir do ácido propiônico produzido no rúmen. Este ácido é produzido em maior proporção quando quantidades adequadas de concentrado são fornecidas aos animais¹⁴.

De acordo com Xiao e Cant¹⁵ cerca de 85% da glicose do corpo é direcionada para a glândula mamária para a síntese de lactose, sendo que em vacas com produção diária de 40 litros de leite, a glândula mamária necessita de aproximadamente três quilos de glicose¹⁶.

A diminuição da capacidade de síntese de lactose pelo epitélio glandular afeta significativamente a quantidade de leite produzido, devido ao papel central da lactose como agente regulador osmótico do volume de leite¹⁷.

A composição do leite cru é de primordial importância para a fabricação de produtos lácteos e há interesse significativo em variações na composição e propriedades físico-químicas do leite cru¹⁸. Em geral, a composição do leite varia com as estações do ano, fase da lactação, nutrição, estado de saúde das vacas, intervalo de ordenha e fatores genéticos¹⁹.

Dos principais componentes do leite (gordura, proteína e lactose), a gordura é o componente que tem a maior amplitude de variação, sendo mais sensível às mudanças. As

alterações do teor de proteínas são menos significativas, já o teor de lactose é o que menos oscila²⁰ em condições normais de saúde da glândula mamária.

A nutrição tem influência direta sobre a síntese de sólidos do leite, respondendo por até 50% da variação dos teores de gordura e proteína. Além disso, as modificações da composição do leite obtidas com o manejo nutricional são rápidas e efetivas²¹.

A fase de lactação representa outro importante fator de variação nas características de composição do leite. No início da lactação, as vacas mobilizam mais nutrientes para a produção de leite. Logo, a resposta em leite à suplementação pode ser mais alta do que no final da lactação, quando mais nutrientes são direcionados ao peso corporal. Já os teores de gordura, proteína e lactose tendem a aumentar no decorrer da lactação²².

Ao longo das estações do ano a composição do leite varia consideravelmente, como mostrado em alguns estudos^{23,24}. Uma vez que o período chuvoso (primavera/verão) é caracterizado por alta temperatura ambiente e umidade, enquanto que o período seco (outono/inverno) é marcado por baixas temperaturas e umidade²⁵.

Outro fator relacionado com as diferenças na composição química do leite é a saúde do animal. Deste modo, a contagem de células somáticas (CCS) é uma medida utilizada para determinar a qualidade do leite, fornecendo um reflexo do estado de saúde da glândula mamária e traz à tona a prevalência de mastite subclínica em rebanhos leiteiros²⁶.

De acordo com Zafalon et al.²⁷, há contradição no teor de gordura do leite em animais com mastite. Enquanto danos no epitélio glandular e a redução da ação lipolítica das enzimas leucocitárias indicam uma diminuição na síntese de gordura, a queda na produção de leite explica a elevação do teor de gordura.

O aumento na concentração total de proteína não deve ser considerado favorável à qualidade do leite, pois em situações de mastite, normalmente, ocorre redução das proteínas que são sintetizadas na glândula mamária (caseínas) e aumento das proteínas séricas (albuminas séricas e imunoglobulinas) no interior da glândula mamária, devido à alteração da permeabilidade dos capilares sanguíneos, a fim de combater a infecção²⁸. Cunha et al.²⁹ verificaram um aumento de 6,2% na porcentagem de proteína em amostras de leite com CCS de 100 mil a 3 milhões de células somáticas/mL (CS/mL).

A redução da lactose no leite ocorre devido à sua menor síntese, ocasionada pela destruição do tecido secretor. A perda de lactose da glândula para a corrente sanguínea é decorrente do aumento da permeabilidade da membrana que separa o leite do sangue e à utilização da lactose pelos patógenos intramamários³⁰.

Neste contexto, a presença de alta CCS no leite afeta a composição e o tempo de prateleira dos derivados, causando enormes prejuízos à indústria de laticínios³¹.

1.2. Legislação e estatística leiteira

As características do leite têm influência significativa no rendimento de produtos lácteos, de modo que a sua composição é importante para a indústria de laticínios³². Visando garantir a qualidade do leite no Brasil foram implantados os padrões de qualidade do produto cru que devem ser atendidos pelos produtores³³.

Assim, o Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA) por meio da Instrução Normativa nº 62/2011 (IN 62) instituiu parâmetros higiênico-sanitários e físico-químicos. A IN 62 no período vigente estipula os teores mínimos de gordura, proteína bruta e sólidos desengordurados de $3,0 \text{ g} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$, $2,9 \text{ g} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ e $8,4 \text{ g} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ respectivamente³⁴.

Juntamente com a iniciativa do MAPA, indústrias processadoras vêm desenvolvendo programas de pagamento por qualidade com a finalidade de incentivar a melhoria da qualidade do leite de seus fornecedores, em consonância com as necessidades do mercado. Tais programas definem classes de qualidade para cada variável, com remuneração diferenciada para cada classe³⁵.

A IN 62 estabelece que o leite de cada produtor deve ser avaliado pelo menos uma vez ao mês para contagem bacteriana total (CBT), CCS e composição química, pelos laboratórios da Rede Brasileira de Laboratório de Controle da Qualidade do Leite (RBQL), que foi criada em 2002 por meio da publicação da Instrução Normativa nº 37 pelo MAPA, com a finalidade de dar suporte analítico ao leite cru refrigerado³⁶. Atualmente é constituída por 10 unidades laboratoriais, distribuídas em sete Estados da Federação (Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Paraná, São Paulo, Minas Gerais, Pernambuco e Goiás)³⁷.

Portanto, monitorar a qualidade do leite agrega valor a toda cadeia produtiva e aumenta a segurança alimentar dos consumidores, podendo também ser utilizada como indicador de eficiência zootécnica³⁸.

O efetivo de bovinos no Brasil foi de 212,34 milhões de cabeças em 2014, representando um aumento de 0,3% em relação ao registrado em 2013³⁹. De acordo com o Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (United States Department of Agriculture - USDA)⁴⁰, o Brasil deteve o segundo maior rebanho de bovinos e vacas ordenhadas do mundo em 2014, atrás somente da Índia e a quinta posição no *ranking* mundial de produção de leite, atrás da União Europeia, Índia, Estados Unidos e China. A produção de leite no Brasil em

2014 foi de 35,17 bilhões de litros, representando um aumento de 2,7% em relação à registrada no ano anterior.

Do efetivo total de bovinos em 2014, 10,9% corresponde a vacas ordenhadas, um aumento de 0,5% comparado ao ano anterior, com as Regiões Sudeste e Nordeste apresentando as maiores participações: respectivamente, 34,4% e 20,6% do total nacional. Quanto às Unidades da Federação, Minas Gerais, Goiás e Bahia apresentaram os maiores rebanhos, com respectivamente, 25,2%, 11,5% e 9,0% do total de vacas ordenhadas³⁹.

A Região Sul passou a ocupar em 2014, a primeira posição no *ranking* das Grandes Regiões, com 34,7% da produção nacional, seguida pela Região Sudeste, Centro-Oeste, Nordeste e Norte³⁹.

O Estado de Goiás em 2014 ficou na quarta posição nacional com produção de 3,68 bilhões de litros de leite, sendo o município de Piracanjuba o segundo maior produtor de leite com 154.800.000 litros de leite³⁹, seguido por Patos de Minas (MG), a primeira posição continuou com Castro (PR).

1.3. Caracterização do Estado de Goiás

O Estado de Goiás é dividido em cinco Mesorregiões Geográficas (Norte Goiano, Noroeste Goiano, Leste Goiano, Centro Goiano e Sul Goiano). Mesorregião é uma subdivisão dos estados brasileiros que congrega diversos municípios de uma área geográfica com similaridades econômicas e sociais, que por sua vez, são subdivididas em Microrregiões⁴¹.

O Norte Goiano possui área territorial de 56.509,65 Km², abrangendo um total de 27 municípios⁴², desde 2010 apresenta os menores níveis de produção de leite do Estado, entretanto, de 2010 a 2012 a produção cresceu 12,6%, aumento que pode ser justificado pelo incremento em alguns municípios, como Mara Rosa e Uruaçu, cuja produção cresceu significativamente de 2011 para 2012.

Em 2012, 50,7% da produção se concentrou em cinco municípios: Niquelândia, Mara Rosa, Uruaçu, Porangatu e Amaralina. Entretanto, grande parte dos municípios dessa Mesorregião possui baixa produtividade, o que pode ser justificado pela falta de controle da produção, fato que contribui para elevar as falhas de administração⁴³.

O Noroeste Goiano possui área territorial de 55.642,30 Km² abrangendo um total de 23 municípios⁴². Em 2012 a produção de leite no Noroeste Goiano cresceu 4,1%, enquanto o número de vacas ordenhadas aumentou 3,98%. Apesar da produção de leite do Noroeste Goiano ter crescido desde 2010, o número de vacas ordenhadas também cresceu, e isso justifica o baixo crescimento da produtividade.

Destaca-se que em 2012, 47,5% da produção de leite do Noroeste Goiano se concentrou em cinco municípios: Crixás, Goiás, Jussara, Itapirapuã e Piranhas. Já o município de Uirapuru foi o único do Noroeste Goiano que apresentou queda de produção (8,8%), acompanhada de redução de 0,5% de produtividade. Em contrapartida, o município de Montes Claros de Goiás apresentou os maiores aumentos percentuais de produção e produtividade, 17,2% e 0,4%, respectivamente⁴³.

O Centro Goiano possui área territorial de 40.821,76 Km² abrangendo um total de 82 municípios⁴². Diferentemente das Mesorregiões Norte e Noroeste, o Centro Goiano produziu grande volume de leite em 2012, 25,6% da produção do Estado.

Outro diferencial dessa Mesorregião é que a produção de leite não se concentra em poucos municípios, os sete maiores produtores responderam somente por 28% da produção do Centro Goiano. Nessa região destacam-se como municípios produtores: Trindade, Anicuns, Inhumas, Bela Vista de Goiás, Jaraguá, Itaberaí, Itapuranga, Itapaci, Goianésia e Rubiataba, que responderam por 35,1% do leite produzido.

Já os sete municípios de maiores produtividades foram Taquaral de Goiás, Trindade, Avelinópolis, Anicuns, Santo Antônio de Goiás, Adelândia e Itauçu, todos com resultados significativamente superiores à média nacional, o que indica o uso eficiente dos mecanismos de produção de leite⁴³.

O Sul Goiano possui área territorial de 131.617,26 Km² abrangendo um total de 82 municípios⁴². Das outras Mesorregiões Goianas, enquanto o Leste tem produção de leite relativamente modesta, o Sul Goiano é líder em produção e produtividade. Pela Tabela 1 é possível caracterizar de forma mais clara o comportamento da produção de leite nas Mesorregiões do Estado.

Em 2012, a produção de leite do Sul Goiano representou 51,5% do total do Estado, com destaques para os municípios de Morrinhos, Jataí, Piracanjuba, Catalão, Orizona, Ipameri e Rio Verde. O desempenho do Sul Goiano pode ser decorrente da proximidade dos grandes centros, como o Triângulo Mineiro e São Paulo⁴³.

A Cooperativa Mista dos Produtores de Leite de Morrinhos (COMPLEM) também favoreceu a produção de leite na região, já que, segundo Paula⁴⁴, a COMPLEM faz investimentos na atividade leiteira, o que de certa forma transformou a cooperativa em uma matriz que induz o desenvolvimento da atividade. Ressalta-se que 70% do leite captado pela cooperativa é industrializado em seu próprio complexo, em Morrinhos, e os 30% restantes são comercializados no mercado *spot*⁴⁵.

TABELA 1 – Produção de leite, número de vacas ordenhadas e produtividade das Mesorregiões de Goiás nos anos de 2011 a 2014.

Mesorregião	Produção de leite (mil litros)				Nº vaca ordenhadas (cabeças)				Produtividade (litros/vaca/ano)*			
	2011	2012	2013	2014	2011	2012	2013	2014	2011	2012	2013	2014
Norte Goiano	228.378	233.068	227.168	149.130	218.467	221.993	217.279	155.111	1.045	1.050	1.045	1.040
Noroeste Goiano	290.451	302.257	302.402	280.134	265.375	275.950	276.437	276.837	1.094	1.095	1.093	1.011
Centro Goiano	869.950	909.162	983.198	1.037.978	706.712	736.838	755.684	784.678	1.231	1.234	1.301	1.323
Sul Goiano	1.839.181	1.827.270	1.946.759	1.907.818	1.194.643	1.215.180	1.219.710	1.192.350	1.540	1.504	1.596	1.600

Fonte: Instituto Mauro Borges⁴²

* No cálculo da produtividade por animal foram considerados a produção de leite e o número total de vacas ordenhadas.

A política de pagamentos adotada pela COMPLEM também funciona como atrativo aos produtores de leite na região, já que a cooperativa paga mais por litro de leite que seus concorrentes, além de atuar como estabilizadora dos preços dos insumos e de atuar na manutenção dos preços reais de venda dos produtos da cooperativa⁴⁴.

As Mesorregiões do Estado de Goiás são divididas em 18 Microrregiões Geográficas (Quadro 1) definidas “como um conjunto de municípios, contíguos e contidos na mesma Unidade da Federação, definidos com base em características do quadro natural, da organização da produção e de sua integração”⁴¹.

A microrregião Sudoeste de Goiás produziu segundo estimativas do IBGE, 453.055.000 litros de leite em 2014, sendo a segunda maior Microrregião produtora de leite em Goiás, ficando atrás somente da Microrregião Meia Ponte que produziu segundo estimativas do IBGE no mesmo ano 590.517.000 litros de leite⁴².

O Sudoeste de Goiás possui área total de 56.112,29 Km², o que equivale a 16,5% da área total do Estado, abrangendo um total de 18 municípios: Rio Verde, Jataí, Santa Helena de Goiás, Mineiros, Montividiu, Caiapônia, Serranópolis, Aporé, Maurilândia, Portelândia, Chapadão do Céu, Perolândia, Santo Antônio da Barra, Aparecida do Rio Doce, Doverlândia, Santa Rita do Araguaia, Palestina de Goiás e Castelândia⁴⁶.

QUADRO 1 - Divisão do Estado de Goiás em Mesorregiões e Microrregiões

Mesorregiões	Microrregiões
Norte Goiano	Chapada dos Veadeiros Porangatu
Noroeste Goiano	Aragarças Rio Vermelho São Miguel do Araguaia
Leste Goiano	Entorno do Distrito Federal Vão do Paranã
Centro Goiano	Anápolis Anicuns Ceres Goiânia Iporá
Sul Goiano	Catalão Meia Ponte Pires do Rio Quirinópolis Sudoeste de Goiás Vale do Rio dos Bois

Fonte: Instituto Mauro Borges⁴⁷

Deste modo, no que se refere à pecuária leiteira, Goiás se destaca com bacias leiteiras importantes, que normalmente se localizam próximas a grandes laticínios. Goiás produziu 3,68 bilhões de litros em 2014, que representou redução da quantidade produzida de 2,4% de 2013 para 2014, ou seja, 92 milhões de litros deixaram de ser produzidos, no entanto, apresentou crescimento moderado de 4,3% (2009/2014) quando comparado com outras Unidades da Federação⁴⁸.

A produtividade por vaca, durante um ano pode ser um indicativo de desenvolvimento da pecuária leiteira. Em Goiás a produção por animal foi semelhante à média brasileira de 1.526 litros, indicando que a atividade, em média, é desenvolvida em sistemas de produção com animais e alimentação pouco especializados⁴⁸.

Segundo Gomes⁴⁹ em estudo sobre a cadeia produtiva do leite em Goiás, com 500 produtores distribuídos em 16 Microrregiões, 51,34% das áreas das propriedades goianas são destinadas a pastagens, 4,61% às culturas de milho e sorgo para silagem, 1,16% cana para o gado e 0,20% destinadas a capineiras, sendo o capim predominante nas pastagens formadas a *Brachiaria brizantha* com 64,90% de adoção, seguida pela *Brachiaria decumbens* (27%), Mombaça (4,20%) e Tanzânia 0,7%.

Ainda segundo esse autor, a frequência no uso de máquinas indica o nível tecnológico do produtor. Sendo que em média, 29,40% dos entrevistados utilizaram trator na atividade leiteira. Entre os produtores com até 50 litros de leite por dia, o uso de trator era feito por apenas 6,20% e entre os que produziam acima de 1.000 litros por dia, 94,70%. Tais resultados dão idéia da diferença nos níveis tecnológicos existentes no Estado de Goiás, visto que o trator pode ser considerado uma variável símbolo da tecnologia.

O tanque para resfriar leite era adotado por 41% dos produtores entrevistados e variou de 4,10% entre produtores com até 50 litros de leite por dia, sendo o tanque de expansão coletivo o mais expressivo nesse estrato, a 100% entre produtores acima de 1.000 litros, nesse estrato predominou o uso de tanque de expansão individual; 24,20% dos produtores possuíam ordenhadeira mecânica, variando de 2,10% no estrato até 50 litros por dia e 94,70% no estrato acima de 1.000 litros de leite por dia⁴⁹.

Com relação ao rebanho, a média de animais utilizados pelos produtores entrevistados era de 97,34 cabeças, variando de 25,53 cabeças no estrato até 50 litros por dia e 538,36 cabeças no estrato acima de 1.000 litros⁴⁹.

Com relação às características climáticas, segundo a classificação de Köppen-Geiger, baseada principalmente na quantidade e distribuição de precipitação e temperatura,

anual e mensal, o clima Aw pode ser encontrado em quase todo o território goiano, caracterizando-o como tendo clima tropical com estação seca no inverno e chuvas no verão⁵⁰.

Cardoso et al.⁵⁰ identificaram em Goiás três tipos de clima além do Aw, segundo a classificação de Köppen-Geiger. Estes autores encontraram o clima Cwa no Sudoeste e em uma pequena porção no Nordeste do Estado, esse clima se caracteriza por ser temperado úmido com inverno seco e verão quente. Em uma pequena porção no centro do Norte Goiano observaram o clima Am, típico da região amazônica, que é caracterizado como clima de monção. Na região entre os municípios de Goiânia e Anápolis, identificaram o clima de Cwb, mais comum em regiões temperadas, que se caracteriza por ser temperado úmido com inverno seco e verão temperado.

Assim, o Estado de Goiás é caracterizado por um período chuvoso (outubro a abril) e seco (maio a setembro). No período chuvoso ocorrem 95% do total de precipitação pluvial com destaque para os meses de dezembro e janeiro. Os meses de agosto e setembro apresentam os maiores índices térmicos, alcançando valores médios em torno de 34°C, isto ocorre em localidades situadas à Noroeste do Estado. Os meses de junho e julho são os mais frios, indicando valores médios em torno de 12°C em áreas localizadas no Sudeste e Sudoeste Goiano. O mês de dezembro apresenta-se como o período mais úmido, caracterizando-se com índices entre 80% a 82% de umidade relativa do ar em cerca de 50% da área do Estado. Por outro lado, o mês mais seco é agosto, que apresenta valores em torno de 48% a 52% em quase toda área do Estado de Goiás⁵¹ (Quadro 2).

Estudos que consideram as características de cada Estado, Mesorregiões ou Microrregiões são elementares na identificação de sistemas de produção, tamanho, composição racial do rebanho, adoção de tecnologias e conseqüentemente, dos indicadores de qualidade do leite⁴⁹.

1.4. Análise espacial

A produção de leite está distribuída por todo o país e a heterogeneidade do processo produtivo é marcante. Os produtores especializados investem em tecnologia, usufruem das economias de escala e diferenciam seu produto, recebendo mais pelo volume produzido e pela qualidade alcançada. Em meio aos especializados, inúmeros pequenos produtores estão distribuídos por todo o território nacional e vivem da renda gerada na atividade, que ainda é vital para a agricultura familiar⁵².

QUADRO 2 – Índice de temperaturas e precipitação pluviométrica do Estado de Goiás nos anos de 2011 a 2014.

Anos	Índice	Meses do ano											
		Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maio	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro
2011	Temperatura Máxima (°C)	31,62	32,93	31,86	34,2	33,92	33,18	34,38	37,12	38,37	33,78	32,62	31,7
	Temperatura Mínima (°C)	20,97	21,43	20,98	20,75	19,2	17,25	17,7	19,82	21,98	21,37	20,74	21,13
	Precipitação Total (mm)	512,1	105,7	383,5	67,9	0	36	0	0	6,9	219,3	288,2	322
2012	Temperatura Máxima (°C)	31,43	33,3	34,48	35,25	33,44	34,1	34,29	34,8	37,78	38,06	32,03	33,96
	Temperatura Mínima (°C)	20,57	20,51	21,22	21,63	19,65	19,57	18,32	20,46	22,42	23,48	21,75	22,03
	Precipitação Total (mm)	549,7	248,4	143,7	73,9	10,7	42,5	0,2	0	12,4	21,6	285	140,8
2013	Temperatura Máxima (°C)	31,08	34,29	34,06	33,44	34,37	33,6	34,11	35,78	36,7	35,57	33,14	32,3
	Temperatura Mínima (°C)	21,69	21,41	21,87	21,17	19,39	19,43	18,03	19,39	22,38	22,25	20,95	21,4
	Precipitação Total (mm)	376,3	117,9	131	99,4	29,1	8,3	0	0	26,9	144,9	232	315,5
2014	Temperatura Máxima (°C)	33,96	33,16	33,02	33,61	34,04	33,5	33,28	36,01	37,94	37,6	33,47	30,08
	Temperatura Mínima (°C)	20,63	20,82	21,02	21,31	19,23	18,66	18,6	19,77	22,87	22,94	21,57	21,35
	Precipitação Total (mm)	223,6	232,6	257,6	74,3	0,4	1,1	0,6	0	38,8	66,4	256,3	227,5

Fonte: Instituto Nacional de Meteorologia – INMET⁵³.

Estando a produção de leite difundida pelo Brasil, análises da sua concentração espacial para a geração de um banco de dados geográficos são relevantes⁵⁴. O entendimento sobre a utilização de ferramentas que incorporem os atributos geográficos relacionados à localização dos rebanhos e os indicadores de qualidade do leite podem ser explorados em termos geoestatísticos para análise e identificação de áreas (territórios) com características espaciais semelhantes.

Tem sido descrita na literatura científica, a utilização de técnicas de agrupamento tempo-espço como ferramenta para composição de aglomerados em análises de variáveis contínuas^{55,56}. Estudos para identificar *clusters*, ou seja, aglomerados, podem indicar o estabelecimento das diferenças regionais e auxiliar no manejo dos rebanhos dessas regiões⁵⁷.

Tais estudos vêm apresentando crescente utilização por parte dos pesquisadores devido à disponibilidade dos Sistemas de Informações Geográficas (SIG) de baixo custo e recentes avanços metodológicos no campo da estatística⁵⁸.

O SIG nos permite visualizar, analisar e interpretar os dados para compreender as relações, padrões e tendências⁵⁹. Esse sistema permite a visualização espacial de variáveis como população de indivíduos, índice de qualidade de vida ou ocorrência de doenças numa região por meio de mapas. Além disso, com o SIG pode-se observar padrões espaciais dos fenômenos⁶⁰.

Gay et al.⁵⁵ avaliaram a variação da CCS de acordo com regiões em um período de cinco anos e verificaram que o modelo foi capaz de identificar diferenças regionais de CCS em áreas de baixa densidade e com população heterogênea.

Souza et al.⁶¹ observaram que existe dependência espacial para a composição química do leite, CCS e CBT, em pesquisa realizada na bacia leiteira de Ji-Paraná, Estado de Rondônia com 217 rebanhos e concluíram que a análise espacial pode ser uma ferramenta viável para avaliar e monitorar a variação dos indicadores de qualidade do leite.

A avaliação temporal e espacial de indicadores de qualidade do leite poderá auxiliar a iniciativa pública e privada na tomada de decisão no que diz respeito à definição de estratégias no âmbito de região voltadas para a melhoria da qualidade do leite. A identificação de áreas com matéria prima diferenciada pode proporcionar maior competitividade para as indústrias de lácteos no mercado interno e externo⁶².

REFERÊNCIAS

1. Sgarbieri, VC. Propriedades fisiológicas-funcionais das proteínas do soro de leite. *Rev Nutr. Campinas*. 2004; 17(4):397–409.
2. Thandavan K, Gandhi S, Nesakumarb N, Sethuramana S, John Bosco Balaguru Rayappan JBB, Krishnana UM. Hydrogen peroxide biosensor utilizing a hybrid nano-interface of ironoxide nanoparticles and carbon nanotubes to assess the quality of milk. *Sens Actuators*. 2015;215(suppl B):166-173.
3. Sgarbieri, VC. Revisão: Propriedades Estruturais e Físico Químicas das Proteínas do Leite. *Braz J Food Tech. Campinas*. 2005;8(1):43-56.
4. Van Soest PJ. *Nutritional ecology of the ruminant*. 2ed. Cornell University Press, Ithaca, New York, 1994, 476p.
5. Palmiquist DL, Beaulieu D. Milk fat synthesis and modification. *J Dairy Sci*. 1993;76(6):1753-1771.
6. Gonzalez, FHD. Composição bioquímica do leite e hormônios da lactação. 2001; Porto Alegre: UFRGS. p.5-21. [acesso 18 Fev 2016]. Disponível em:<http://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/26682/000324366.pdf?sequence=1>
7. Zhu X, Guo W, Liang Z. Determination of the fat content in cow's milk based on dielectric properties. *Food Bioproc Tech*. 2015;8:1485–1494.
8. Livney YD. Milk proteins as vehicles for bioactives. *Curr Opin Colloid Interfaces Sci. Israel*. 2010;15:73–83.
9. Phadungath C. Casein micelle structure: a concise review. *Songklanakarin J Sci Technol*. 2005;27(1):201-212.
10. Walstra P. Casein sub-micelles: do they exist? *Int Dairy J*. 1999;9:189-192.
11. Goff, HD. University of Guelph. Dairy Science and Technology. 2009; [acesso 18 Fev 2016]. Disponível em: <https://www.uoguelph.ca/foodscience/dairy-science-and-technology/dairy-chemistry-and-physics>
12. Dalgleish DG. On the structural models of bovine casein micelles – Review and possible improvements. *Soft Matter*. 2011;7:2265–2272.
13. De Kruif CG, Thom Huppertz T, Urban VS, Petukhov AV. Casein micelles and their internal structure. *Adv Colloid Interface Sci*. 2012;171-172:36-52.
14. Pereira JC. *Vacas leiteiras: aspectos práticos da alimentação*. Viçosa: MG: Ed. Aprenda Fácil; 2000. 198p.
15. Xiao CT, Cant JP. Relationship between glucose transport and metabolism in isolated bovine mammary epithelial cells. *J Dairy Sci*. 2005;88(8):2794 – 2805.

16. Zhao FQ, Keating AF. Expression and regulation of glucose transporters in the bovine mammary gland. *J Dairy Sci.* 2007;90(suppl E):E76 – E86.
17. Machado PF, Pereira AR, Sarríes GA. Composição do leite de tanques de rebanhos brasileiros distribuídos segundo sua contagem de células somáticas. *Rev Bras Zootec.* 2000;29(6):1883-1886.
18. Heck JML, Van Valenberg HJF, Dijkstra J, Van Hooijdonk ACM. Seasonal variation in the dutch bovine raw milk composition. *J Dairy Sci.* 2009;92(10):4745–4755.
19. Haug A, Hostmark AT, Harstad OM. Bovine milk in human nutrition – a review. *Lipids Health Dis.* 2007;6(25). Disponível em: <http://www.lipidworld.com/content/6/1/25>
20. Jenkins TC, McGuire MA. Major advances in nutrition: Impact on milk composition. *J Dairy Sci.* 2006;89:1302–1310.
21. Ponce P. Caracterização da síndrome do leite anormal: um enfoque das suas possíveis causas e correção. In: 4º Simpósio Internacional sobre Produção Intensiva de Leite, 1999, Caxambu. Anais. São Paulo: Instituto Fernando Costa, 1999;61-76.
22. Kellaway R, Porta S. Feeding concentrates supplements for dairy cows. *Dairy Res Dev Corp. Australia;* 1993.
23. Lindmark-Mansson H, Fonden R, Pettersson HE. Composition of Swedish dairy milk. *Int Dairy J.* 2003;13:409–425.
24. Lock AL, Garnsworthy PC. Seasonal variation in milk conjugated linoleic acid and delta(9)-desaturase activity in dairy cows. *Livest Prod Sci.* 2003;79:47–59.
25. Centro de previsão de tempo e estudos climáticos. CPTEC/INPE 1995-2016. [acesso 19 Fev 2016]. Disponível em: <http://clima1.cptec.inpe.br/estacoes/>
26. Schukken YH, Wilson DJ, Welcome F, Garrison-Tikofsky L, González RN. Monitoring udder health and milk quality using somatic cell counts. *Vet Res.* 2003;34:579-596.
27. Zafalon LF, Filho A.N, Oliveira JV, Resende FD. Mastite subclínica causada por *Staphylococcus aureus*: custo benefício da antibioticoterapia de vacas em lactação. *Arq Bras Med Vet Zootec.* 2007;59(3)577-585.
28. Schäellibaum M. Efeito de altas contagens de células somáticas sobre a produção e qualidade de queijos. Simpósio internacional sobre qualidade do leite. Curitiba. Anais. Curitiba: CIETEP/FIEP, 2000. p.21-26.
29. Cunha RPL, Molina LR, Carvalho AU, Facury Filho EJ, Ferreira PM, Gentlini MB. Mastite subclínica e relação da contagem de células somáticas com número de lactações, produção e composição química do leite em vacas Holandesas. *Arq Bras Med Vet Zootec.* 2008;60(1):19-24.
30. Shuster DE, Harmon RJ, Jackson JA, Hemken RW. Suppression of milk production during endotoxin-induced mastitis. *J Dairy Sci.* 1991;74(11):3763-74.

31. Santos MV, Fonseca LFL. Estratégias para controle de mastite e melhoria da qualidade do leite. Barueri: Manole. 2007. 314p.
32. Viotto WH, Cunha CR. Teor de sólidos do leite e rendimento industrial. In: Mesquita AJ, Durr JW, Coelho KO. Perspectivas e avanços da qualidade do leite no Brasil Goiânia: Talento, 2006;1:241-258.
33. Gonzáles FD, Pinto AT, Zanela MB, Fischer V, Bondan C. Qualidade do leite bovino: Variações no trópico e no subtropico. Passo Fundo: UPF; 2011. 190p.
34. Brasil. Ministério de Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa Nº 62, de 29 de Dezembro de 2011. Diário Oficial da União, 30 de dezembro de 2011. [acesso 19 Fev 2016]. Disponível em: <http://www.jusbrasil.com.br/diarios/33395065/dou-secao-1-30-12-2011-pg-6>.
35. Machado PF. Pagamento do leite por qualidade. In: Barbosa SBP, Batista AMV, Monardes H. III Congresso Brasileiro de Qualidade do Leite. Recife: CCS Gráfica e Editora; 2008; 1: p.183-191.
36. Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 37, de 18 de abril de 2002. Aprova a Rede Brasileira de Laboratórios de Controle da Qualidade do Leite (RBQL). Diário Oficial da União, Brasília, DF: Seção I, p. 3, 2002.
37. Neves RBS. Distribuição temporal e espacial da qualidade do leite no estado de Goiás. [Tese]. Goiânia: Universidade Federal de Goiás; 2015.
38. Henrichs SC, de Macedo REF, Karam LB. Influência de indicadores de qualidade sobre a composição química do leite e influência das estações do ano sobre esses parâmetros. Rev Acad Ciênc Agrár Ambient. Curitiba. 2014;12(3):199-208.
39. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. Produção da pecuária municipal. Rio de Janeiro: Brasil; 2014;42:1-39.
40. United States Department of Agriculture – USDA. PSD online: production, supply and distribution. Washington, DC: USDA, 2015. [acesso 23 Fev 2016]. Disponível em: <http://apps.fas.usda.gov/psdonline/>
41. Instituto Mauro Borges – IMB de Estatísticas e Estudos Socioeconômicos. Estatísticas das Mesos e Microrregiões do Estado de Goiás 2013. SEGPLAN/Governo de Goiás. Goiânia. Junho – 2014; 49p.
42. Instituto Mauro Borges de Estatísticas e Estudos Socioeconômicos/SEGPLAN/Governo de Goiás – Estatísticas Municipais (Séries Históricas). [acesso 01 Jul 2016]. Disponível em: http://www.imb.go.gov.br/perfilweb/Estatistica_bde.asp
43. Revista de política agrícola. Secretaria de Política Agrícola do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Publicação trimestral. Ano XXIV - Nº 1. Jan./Fev./Mar. 2015.
44. Paula MC. Atuação da Cooperativa Mista dos Produtores de Leite de Morrinhos (COMPLEM) e sua influência no comportamento do produtor de leite do Município de

Morrinhos, no Estado de Goiás. [Dissertação]. Paraná: Universidade Federal de Santa Catarina; 2002.

45. COMPLEM. Estrutura e histórico da COMPLEM. [acesso 01 Jul 2016]. Disponível em: <http://www.complem.com.br>

46. Borges RE. Modernização, agroindústrias e transformação do espaço no Sudoeste de Goiás: da criação de gado aos complexos agroindustriais de soja e de carnes. *Ateliê Geográfico*. Goiânia – GO. 2013;7(2):139-163.

47. Instituto Mauro Borges de Estatísticas e Estudos Socioeconômicos/SEGPLAN/Governo de Goiás – Mapas das microrregiões de Goiás – IBGE. [acesso 23 Fev 2016]. Disponível em: http://www.seplan.go.gov.br/sepin/down/mapas/microrregioes%20-%20ibge/microrregioes_do_estado_de_goiás_ibge.pdf

48. Zoccal R. A Região Sul se fortalece no leite. *Panorama do Leite – Ano 6; nº 65 - Juiz de Fora : Embrapa Gado de Leite*, 2012. 14p.

49. Gomes ST. FAEG - Federação da Agricultura e Pecuária de Goiás. Diagnóstico da cadeia produtiva do leite de Goiás. Goiânia, GO: FAEG; 2009. 66p.

50. Cardoso MRD, Marcuzzo FFN, Barros JR. Classificação climática de Köppen-Geiger para o Estado de Goiás e o Distrito Federal. *ACTA Geográfica*. 2014;8(16):40-55.

51. GOIÁS (Estado). Secretaria de Indústria e Comércio. Superintendência de Geologia e Mineração. Caracterização Climática do Estado de Goiás. Por Silvano Carlos da Silva, Neiva Maria Pio de Santana, José Cardoso Pelegrini. Goiânia, 2006. n 3. 133p.

52. Carvalho GR, Oliveira AF. O setor lácteo em perspectiva. *Boletim de conjuntura agropecuária – Leite e derivados*. Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, setembro de 2006. 23p. [acesso 23 Fev 2016]. Disponível em http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CNPGL/15715/1/0609_Leitederivados.pdf

53. INMET - Instituto Nacional de Meteorologia. BDMEP - Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa. Brasília, DF: INMET, 2015. [acesso 02 Jul 2016]. Disponível em <http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=bdmep/bdmep>

54. Hott MC, Carvalho GR. Análise espacial da concentração da produção de leite no Brasil e potencialidades geotecnológicas para o setor. *Anais. XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto*, Florianópolis, Brasil, 21-26 abril 2007, INPE, p.2729-2736.

55. Gay E, Barnouin J, Senoussi R. Spatial and temporal patterns of herd somatic cell score in France. *J Dairy Sci*. 2006; 89(7):2487-98.

56. Gay E, Senoussi R, Barnouin J. A spatial hazard model for cluster detection on continuous indicators of disease: application to somatic cell score. *Vet Res*. 2007;38(4):585-96.

57. Ely LO, Smith JW, Oleggini GH. Regional production differences. *J Dairy Sci*. 2003;86(suppl E):E28-E34.

58. Carvalho MS, Santos RS. Análise de dados espaciais em saúde pública: métodos, problema, perspectivas. *Caderno de Saúde Pública*. 2005;21(2):361-378.
59. Esri. *Geoprocessing in ArcGIS*. Redlands: Environmental Systems Research Institute; 2004. [acesso 24 Fev 2016]. Disponível em: <http://www.esri.com/software/arcgis>
60. Meireles MRG, Almeida PEM, Silva ACMR. Recuperação de informação no ambiente acadêmico: georreferenciamento dos dados dos estudantes do Instituto de Educação continuada da PUC Minas. *Persp em Ciêc da Infor*. 2009;14(3):61-74.
61. Souza GN, Grego CR, Carvalho GLO, De Hott MC, Silva MR, Bruno AF, et al. Spatial analysis of bulk tank milk somatic cell counts from dairy herds located in Brazil Southeast Region, 2011. *Congresso Internacional do Leite; Workshop de Políticas Públicas; Simpósio de Sustentabilidade da Atividade Leiteira*; 2012; Juiz de Fora. *Anais. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite*, 2012.
62. Carvalho GLO. *Uso da análise espacial para avaliação de indicadores de qualidade do leite na Microrregião de Ji-Paraná, Rondônia, 2011*. [Dissertação]. Juiz de Fora: Universidade Federal de Juiz de Fora; 2012.

CAPÍTULO 2 – COMPOSIÇÃO QUÍMICA DO LEITE REFRIGERADO DE MESORREGIÕES DO ESTADO DE GOIÁS

Resumo: A pecuária leiteira é uma das atividades econômicas que mais se destaca no Estado de Goiás, desempenha papel relevante no suprimento de alimentos, na geração de emprego e renda para a população. Objetivou-se avaliar a qualidade do leite em relação à composição química, de Mesorregiões do Estado de Goiás nos períodos chuvoso e seco durante os anos de 2011 a 2014. Foram avaliados 17.393 dados da composição química do leite extraídos do banco de dados do Laboratório de Qualidade do Leite. Para verificar se ano, época e Mesorregião exerciam influência sobre os componentes do leite foi ajustada uma Regressão Linear Múltipla, sendo o teste de Wald utilizado para verificar a significância dos coeficientes do modelo. No período seco os percentuais de gordura, proteína, ESD e EST foram mais expressivos em relação ao período chuvoso. A lactose demonstrou comportamento antagônico aos demais componentes do leite em relação à sazonalidade, no período chuvoso, o teor de lactose foi maior. A composição química do leite apresentou comportamento sazonal e regional.

Palavras-Chave: Leite *in natura*; pecuária leiteira; qualidade do leite; sazonalidade.

CHAPTER 2 - CHEMICAL COMPOSITION OF THE REFRIGERATED MILK OF MESOREGIONS OF THE STATE GOIÁS

Abstract: The dairy husbandry is one of the economic activities that most stands out in the state of Goiás; it plays an important role in food supply, generating employment and income for the population. This paper aimed to evaluate milk quality regarding chemical composition. The samples came from Mesoregions of the State of Goiás, in the rainy and dry periods during the years 2011 to 2014. We evaluated 17,393 data of the milk chemical composition extracted from the database of the Milk Quality Laboratory. To verify if year, rainy and dry periods, and Mesoregion exerted influence on milk components, we adjusted a Multiple Linear Regression and used Wald test to verify the significance of the model coefficients. In the dry period, the percentage of fat, protein, DDE, and TDE were more significant in relation to the rainy season. Lactose showed antagonistic behavior to other milk components in relation to seasonality; in the rainy season, the lactose content was higher. The chemical composition of milk had seasonal and regional behavior.

Keywords: Fresh milk; dairy husbandry; milk quality; seasonality.

INTRODUÇÃO

A segurança alimentar dos produtos de origem animal é uma preocupação constante da cadeia produtiva e no que diz respeito à produção de leite, atenção especial é dada aos efeitos sobre a saúde humana, sanidade, bem-estar animal e meio ambiente, bem como a qualidade do leite produzido e conseqüentemente dos produtos lácteos.

Por conseguinte, é importante que o setor produtivo e as indústrias de processamento tenham conhecimento da composição, grau de contaminação e estabilidade do leite, que são aspectos importantes no destino da matéria prima, para o processamento mais adequado, evitando problemas durante a industrialização e armazenamento dos derivados lácteos¹.

À vista disso, a composição química representada pelos teores de gordura, proteína e extrato seco desengordurado (ESD); microbiológica determinada pela contagem bacteriana total (CBT); sanidade configurada pela contagem de células somáticas (CCS) e características sensoriais definidas pelos aspectos, cor, sabor e odor, devem estar de acordo com os parâmetros exigidos pela legislação.

A Instrução Normativa nº 62/2011, no período vigente, estipula os teores mínimos de gordura, proteína bruta e ESD de 3,0 g.100 g⁻¹, 2,9 g.100 g⁻¹ e 8,4 g.100 g⁻¹ respectivamente². Já a Instrução Normativa nº 7 de 04/05/2016, passou a vigorar nesta data, com o objetivo de manter os padrões higiênico-sanitários estipulados pela IN 62/2011, que determina CCS máxima de 500 mil CS/mL e CBT de no máximo 300 mil UFC/mL, por mais dois anos, ou seja, até 30/06/2018³. De acordo com a IN 62/2011 esses valores sofreriam redução para 400 mil CS/mL e 100 mil UFC/mL a partir de 1º/07/2016, para as regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste.

De acordo com a IN 62/2011, esses requisitos devem ser avaliados pelo menos uma vez ao mês, pelos laboratórios da Rede Brasileira de Laboratório de Controle da Qualidade do Leite (RBQL), que foi criada em 2002 por meio da publicação da Instrução Normativa nº 37, pelo Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA), com a finalidade de dar suporte analítico ao leite cru refrigerado⁴.

O Estado de Goiás é dividido em cinco Mesorregiões Geográficas (Norte Goiano, Noroeste Goiano, Leste Goiano, Centro Goiano e Sul Goiano). Mesorregião é uma subdivisão dos Estados brasileiros que congrega diversos municípios de uma área geográfica com similaridades econômicas e sociais, que por sua vez, são subdivididas em Microrregiões⁵.

A Mesorregião Sul Goiano produziu segundo estimativas do IBGE, 1.907.818.000 litros de leite em 2014, sendo a maior região produtora de leite em Goiás, seguida pelo Centro Goiano (1.037.978.000 litros de leite), Leste Goiano (309.286.000 litros de leite), Noroeste Goiano (280.134.000 litros de leite) e Norte Goiano (149.130.000 litros de leite)⁶.

De acordo com a Pesquisa de Orçamento Familiar 2008-2009 a ingestão de leite e derivados é maior conforme ocorre o aumento da renda familiar e do grau de escolaridade da população. Dentre os lácteos, o leite integral é a variante preferida de consumo, apresentando participação média de ingestão de 12,4%, sendo ligeiramente mais frequente entre as mulheres (13%) do que entre os homens (11,8%). A região Centro-Oeste apresenta maior consumo de leite integral (17,1%), seguida pelas regiões Sul (13,8%), Sudeste (12,5%), Nordeste (11,9%) e Norte (6,9%) do Brasil⁷.

A pecuária leiteira é uma atividade difundida em todo o mundo e ocupa espaço de destaque na economia mundial. Devido a sua importância social e econômica, esse sistema agroindustrial é um dos mais expressivos no Brasil⁸. Em Goiás essa atividade movimentava a economia, gera renda e empregos, e contribui na arrecadação tributária. Mas, a evolução alcançada pelo Estado ainda encontra muitos desafios e obstáculos para continuar crescendo e se desenvolvendo. Assim sendo, a necessidade e importância de um diagnóstico para nortear o trabalho de toda a cadeia, se mostra relevante.

Objetivou-se avaliar a qualidade do leite, em relação à composição química (gordura, proteína, lactose, ESD e extrato seco total (EST)) de Mesorregiões do Estado de Goiás, nos períodos chuvoso e seco durante os anos de 2011 a 2014.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de abrangência do estudo

A distribuição espacial dos dados que compuseram o universo amostral foi realizada segundo a divisão Regional do Brasil em Mesorregiões, que no Estado de Goiás são divididas em cinco Mesorregiões. As Mesorregiões avaliadas nesta pesquisa foram Norte, Noroeste, Centro e Sul Goiano (Figura 1), a Mesorregião Leste Goiano não foi avaliada, pois não foi possível relacionar os pontos geográficos com os produtores dessa região.

Os dados da composição química do leite composta por gordura, proteína, lactose, ESD e EST foram avaliados nos períodos chuvoso (outubro a abril) e seco (maio a setembro).

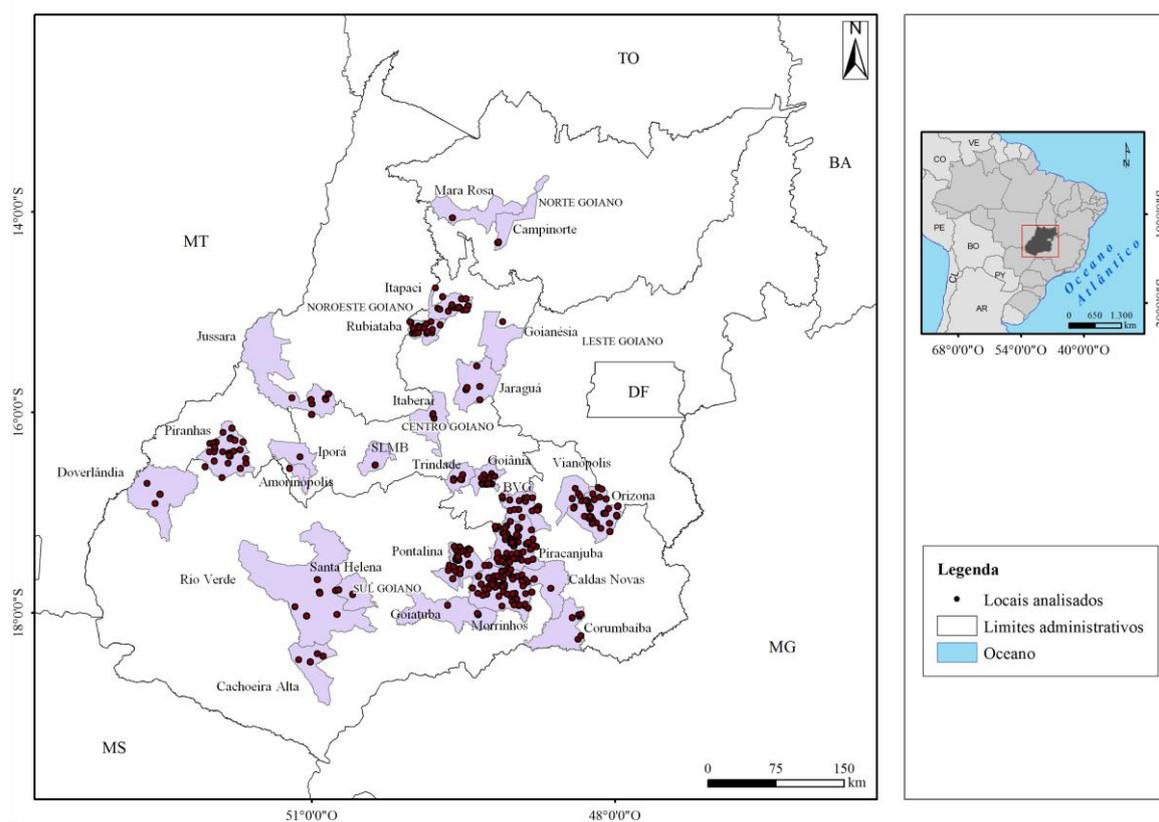


FIGURA 1 – Divisão regional e municípios do Estado de Goiás.

Fonte: Adaptado do IMB – Instituto Mauro Borges de Estatísticas e Estudos Socioeconômicos (2016).

SLMB= São Luis de Montes Belos; BVG= Bela Vista de Goiás.

Descrição do objeto de estudo

O estudo foi realizado a partir da análise de dados extraídos do banco de dados do Laboratório de Qualidade do Leite do Centro de Pesquisa em Alimentos da Escola de Veterinária e Zootecnia da Universidade Federal de Goiás. Os dados da composição química do leite para estruturação do banco de dados foram obtidos a partir dos resultados das análises do leite provindo de propriedades rurais que fornecem a matéria prima às indústrias de laticínios do Estado de Goiás, sob Inspeção Federal do MAPA.

Foram avaliados 17.393 dados da composição química do leite refrigerado nos anos de 2011 (4.250 dados), 2012 (4.591 dados), 2013 (4.364 dados) e 2014 (4.188), em 401 propriedades rurais localizadas em 27 municípios goianos (Figura 1), durante os quatro anos analisados. Foram excluídos dados discrepantes e/ou com erros de análise, por isso observa-se desbalanceamento dos dados durante os anos avaliados.

Coleta das amostras de leite

Os procedimentos de coleta das amostras de leite que compuseram o universo amostral deste estudo foram realizados de acordo com as descrições da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA)⁹. As amostras de leite foram coletadas em frascos individuais contendo uma pastilha de conservante (Bronopol[®]) no seu interior. Esse conservante é usado para garantir que as amostras de leite mantenham sua integridade e características desde o momento da coleta até a realização da análise no laboratório.

Após a coleta, de acordo com a IN nº 62/2011 do MAPA², as amostras de leite foram acondicionadas em caixas isotérmicas com gelo reciclável, temperatura entre 1°C e 10°C e encaminhadas ao laboratório.

No laboratório, as amostras passaram por seleção, seguindo os critérios de aceitação ou rejeição, em que foram considerados: a temperatura adequada para transporte, presença de conservantes e estado físico¹⁰. As informações dos produtores foram cadastradas e disponibilizadas etiquetas adesivas com código de barras, utilizadas para a identificação das amostras de leite.

Análise eletrônica das amostras de leite

A determinação da composição química do leite (gordura, proteína, lactose e EST) foi realizada no equipamento Milkoscan 4000 (FOSS) e no Lactoscope (Delta) pelo método de infravermelho próximo – Infra-red, de acordo a ISO-IDF¹¹. A determinação do ESD foi realizada por cálculo diferencial. Os resultados foram expressos em porcentagem (%).

Análise estatística dos dados

Nas análises foi excluído o período de transição, abril e outubro. Para descrever os componentes do leite estratificado por ano, época e Mesorregião foram calculados, média e desvio padrão. Para verificar a associação entre os componentes do leite foi feita uma matriz de correlação de Pearson. Com o objetivo de visualizar as correlações entre os componentes e as possíveis associações com ano, época e Mesorregião foi construído um mapa perceptual via análise de componentes principais¹².

Para verificar se ano, época e Mesorregião exerciam influência sobre os componentes do leite foi ajustada uma Regressão Linear Múltipla, sendo o teste de Wald utilizado para verificar a significância dos coeficientes do modelo. Para verificar possíveis interações entre essas variáveis foi utilizado o teste da Razão de Verossimilhança¹³. O *software* utilizado nas análises foi o R (versão 3.2.2).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observa-se na Tabela 1 a descrição das variáveis referentes à composição química do leite estratificado por Mesorregião, ano e época. A partir dela pode-se destacar que a gordura apresentou valores médios menores na época de chuva. As regiões Centro e Sul apresentaram os maiores valores. Cabe ressaltar ainda que esse componente apresentou o maior coeficiente de variação. Nota-se que todos os valores estão em acordo com o mínimo, instituído no Brasil, ou seja, $3,0 \text{ g} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ de gordura.

A proteína também apresentou valores médios menores na época de chuva. A região Noroeste apresentou os maiores valores, porém, em todas as regiões, a média de proteína na época de seca se manteve praticamente constante ao longo do tempo. Consta-se que os resultados estão em acordo com o limite estabelecido pela legislação vigente (mínimo $2,9 \text{ g} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$).

Já a lactose apresentou valores médios menores na época de seca. As regiões Norte e Noroeste apresentaram os maiores valores, porém, em todas as regiões, a média de lactose tanto na época de seca quanto na época de chuva, se manteve praticamente constante ao longo do tempo. Esse componente apresentou um dos menores coeficientes de variação. A legislação brasileira não estabelece teor mínimo de lactose para o recebimento do leite cru refrigerado pelos laticínios.

O ESD apresentou valores médios muito próximos nas épocas de seca e chuva. As regiões Norte e Noroeste apresentaram os maiores valores, provavelmente pelos maiores percentuais de proteína e lactose, já que o ESD correlaciona-se fortemente com a proteína e de forma moderada com a lactose, como será mostrado posteriormente. Cabe ressaltar que esse componente também apresentou um dos menores coeficientes de variação.

O ESD compreende todos os componentes, menos a gordura (leite desnatado). Apenas as indústrias podem manejar essa fração do leite por meio de desnatadeiras, destinando-a a fabricação de leite em pó, leite condensado, doces, iogurtes e queijos magros. A legislação brasileira preconiza teor mínimo de $8,4 \text{ g} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ de ESD, assim os resultados desta pesquisa estão de acordo com o limite mínimo permitido pelo MAPA.

O EST apresentou valores médios menores na época de chuva, logo, como consequência do menor teor de gordura e proteína no leite nesse mesmo período, o teor de EST também foi menor, já que este componente correlaciona-se fortemente com a gordura e de forma moderada com a proteína.

TABELA 1 – Descrição das variáveis referentes à composição química do leite estratificado por Mesorregião, ano e época.

Composição Química (g.100 g ⁻¹)	Mesorregião	2011				2012				2013				2014			
		Seca		Chuva		Seca		Chuva		Seca		Chuva		Seca		Chuva	
		Média	CV														
Gordura	Norte	3,51	10,63	3,50	9,18	3,49	8,80	3,55	11,37	3,53	10,63	3,48	13,25	3,46	10,31	3,46	10,42
	Noroeste	3,71	12,24	3,38	11,52	3,65	9,41	3,38	10,88	3,63	12,98	3,37	12,04	3,56	11,55	3,34	12,35
	Centro	3,71	9,24	3,60	8,68	3,67	9,44	3,56	9,07	3,70	8,64	3,58	10,04	3,68	9,96	3,54	9,59
	Sul	3,73	10,16	3,59	9,92	3,69	10,08	3,56	10,52	3,75	9,63	3,58	11,05	3,67	10,81	3,55	10,92
Proteína	Norte	3,30	5,45	3,24	4,60	3,31	5,76	3,26	5,28	3,28	6,25	3,32	5,43	3,30	3,82	3,18	5,29
	Noroeste	3,36	6,09	3,30	5,97	3,37	5,66	3,30	5,19	3,41	5,58	3,35	5,22	3,37	5,79	3,30	5,55
	Centro	3,24	5,71	3,23	5,43	3,26	5,62	3,20	4,79	3,24	5,10	3,23	4,79	3,26	5,35	3,21	5,17
	Sul	3,27	5,87	3,23	4,92	3,29	5,81	3,21	4,92	3,26	5,55	3,25	5,07	3,25	5,72	3,19	6,90
Lactose	Norte	4,63	1,36	4,60	1,78	4,59	2,29	4,59	2,72	4,57	2,54	4,58	2,62	4,57	1,99	4,56	2,72
	Noroeste	4,53	2,25	4,61	2,34	4,55	2,15	4,63	2,35	4,58	2,64	4,63	2,40	4,57	2,56	4,63	2,20
	Centro	4,49	2,85	4,53	2,67	4,50	2,80	4,54	2,69	4,51	2,46	4,55	2,57	4,49	2,76	4,54	2,51
	Sul	4,50	2,98	4,54	2,47	4,51	2,84	4,54	2,62	4,51	2,75	4,55	2,75	4,50	2,71	4,54	3,06
ESD	Norte	8,89	2,16	8,81	2,38	8,87	2,10	8,82	2,31	8,83	3,44	8,89	2,77	8,88	2,20	8,73	2,58
	Noroeste	8,85	2,57	8,88	2,97	8,88	2,36	8,90	2,44	8,99	2,74	9,01	2,64	8,97	3,03	8,93	2,60
	Centro	8,68	2,73	8,73	2,91	8,72	2,82	8,69	2,49	8,73	2,55	8,77	2,47	8,76	2,72	8,75	2,55
	Sul	8,73	2,79	8,74	2,68	8,75	2,86	8,72	2,49	8,74	2,72	8,79	2,62	8,77	2,87	8,72	3,26
EST	Norte	12,40	3,26	12,31	3,42	12,36	3,07	12,37	3,29	12,36	5,22	12,37	4,75	12,34	3,69	12,19	3,98
	Noroeste	12,55	4,57	12,26	4,33	12,52	3,63	12,28	3,62	12,62	4,78	12,38	3,98	12,53	4,38	12,27	4,21
	Centro	12,39	3,83	12,33	3,50	12,38	3,93	12,25	3,21	12,43	3,59	12,35	3,54	12,44	4,03	12,29	3,67
	Sul	12,45	4,10	12,33	3,73	12,44	4,03	12,28	3,77	12,49	3,85	12,37	3,88	12,44	4,17	12,27	4,34

CV (%) = Coeficiente de variação; ESD = Extrato seco desengordurado; EST = Extrato seco total.

A região Noroeste apresentou os maiores valores na época seca, reflexo do maior percentual de proteína nesse mesmo período. Já na época de chuva, os percentuais de EST em todas as regiões não apresentaram tendência clara. O EST é representado pela gordura, açúcares, proteínas e sais minerais, quanto maior esse componente no leite, maior será o rendimento dos produtos.

Nota-se que a sazonalidade da produção de leite é tema de grande importância para o setor lácteo, pois os afetam diretamente. Os preços recebidos pelo produtor também apresentam comportamento sazonal, visto que são menores no verão e maiores no inverno.

De maneira inversamente proporcional oscila o recebimento da matéria prima pelos laticínios, sobressaindo entre as razões para explicar tal comportamento: sazonalidade na produção de leite, com maior oferta no período das águas e menor no da seca; sazonalidade no custo de produção de leite, em razão da predominância de sistemas de produção à base de pasto e falta de especialização no rebanho leiteiro. Essa realidade se expande pela maior parte das Unidades da Federação, sendo uma realidade a ser administrada de maneira adequada pelas indústrias de laticínios do País¹⁴.

Dados preliminares relativos ao ano de 2015 podem demonstrar o impacto da sazonalidade na produção de leite, de acordo com o IBGE, a quantidade de leite cru adquirido no Brasil no 1º trimestre de 2015 (janeiro, fevereiro e março) foi de 6.134.671.000 litros de leite, já no 2º trimestre (abril, maio e junho) foi de 5.644.769.000 litros de leite e no 3º trimestre (julho, agosto e setembro) foi de 5.983.616.000 litros de leite, aumento de 6,0% sobre o registrado no trimestre anterior¹⁵.

A Tabela 2 apresenta a matriz de correlação de Pearson entre os componentes do leite. A correlação entre variáveis pode ser calculada quando se deseja saber se a variação de uma acompanha proporcionalmente ou inversamente a variação da outra. Deste modo, dos resultados obtidos verificou-se que com exceção da gordura e da lactose, todos os componentes foram positivamente correlacionados entre si, sendo todas as correlações significativas.

O ESD correlacionou-se fortemente com a proteína ($r=0,83$) e de forma moderada com a lactose ($r=0,68$). O ESD compreende todos os componentes do leite, exceto água e gordura, logo, é esperado que haja relação entre estes componentes. Já o EST correlacionou-se fortemente com a gordura ($r=0,87$) de forma moderada com a proteína ($r=0,70$) e ESD ($r=0,65$) e levemente com a lactose ($r=0,21$). Deste modo, observa-se associação entre estes componentes, sendo o EST fortemente dependente da gordura.

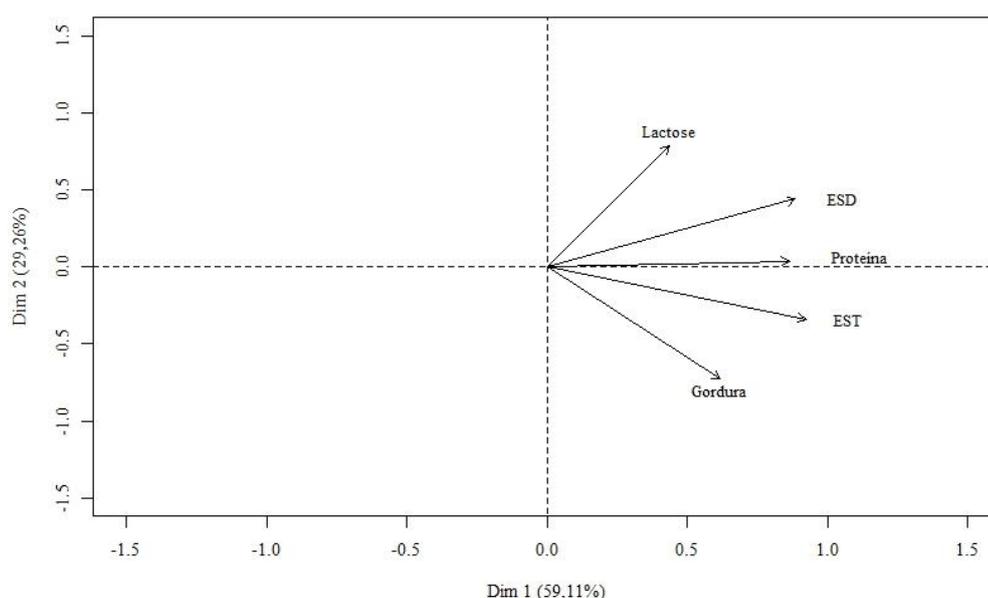
TABELA 2 – Correlação de Pearson entre os componentes do leite

Componente	Gordura	Proteína	Lactose	ESD	EST
Gordura	1				
Proteína	0,36 (0,000)	1			
Lactose	-0,18 (0,000)	0,19 (0,000)	1		
ESD	0,19 (0,000)	0,83 (0,000)	0,68 (0,000)	1	
EST	0,87 (0,000)	0,70 (0,000)	0,21 (0,000)	0,65 (0,000)	1

Significativa a 1% ($p < 0,001$); ESD = extrato seco desengordurado; EST = extrato seco total.

Buscando visualizar as correlações entre os componentes foi construído um mapa perceptual via análise de componentes principais. A quantidade de variação explicada pelas duas componentes principais foi de 88,37% (59,11% da primeira componente e 29,26% da segunda componente) o que indica que é possível obter uma boa interpretação da relação entre as variáveis interpretando somente duas dimensões.

Os componentes proteína, ESD e EST foram alta e positivamente correlacionados entre si, uma vez que suas setas apontam na mesma direção. O mesmo ocorreu com os componentes lactose-ESD e gordura-EST. Também houve correlação positiva, porém de menor escala, entre lactose-proteína, lactose-EST e gordura-proteína. Os componentes lactose e gordura foram negativamente correlacionados, uma vez que suas setas apontam em direções opostas (Figura 2a). Tudo isso corrobora com a matriz de correlação apresentada (Tabela 2).

**FIGURA 2a** – Mapa perceptual via análise de componentes principais.

Buscando visualizar possíveis associações dos componentes do leite com o ano, a época e a Mesorregião foram inseridos pontos referentes a eles no mapa perceptual via análise de componentes principais. Logo, ao observar a figura 2b, pode-se afirmar que os componentes não foram capazes de discriminar os anos, uma vez que estes foram distribuídos aleatoriamente no gráfico.

Os componentes foram capazes de discriminar as épocas, sendo que a época de seca apresentou maiores valores de gordura, proteína, ESD e EST (Figura 2b). No período seco observa-se declínio na produção de leite, o que leva ao aumento da concentração dos componentes, refletindo nos seus percentuais, pois segundo Gomes¹⁶, a produção de leite nas águas é 13,5% maior que a produção na seca. No entanto, este autor ressalta que a sazonalidade da produção de grandes produtores (acima de 1.000 litros de leite por dia) é de apenas 4% enquanto que a sazonalidade da produção de pequenos produtores (50 a 200 litros de leite por dia) é de 54%.

Os maiores produtores adotam tecnologias que reduzem a sazonalidade da produção, porém, tal resultado pode ter sido influenciado pelo grande número de pequenos produtores no Estado de Goiás, visto que 49% correspondem a este grupo e somente 4% são considerados grandes produtores de leite¹⁶.

A *Brachiaria brizantha* é o capim mais plantado em Goiás com 64,90% de adoção¹⁶. O grande interesse dos pecuaristas pelas espécies de braquiárias se prende ao fato de estas serem plantas de alta produção de matéria seca (MS), possuem boa adaptabilidade, facilidade de estabelecimento, persistência e bom valor nutritivo¹⁷, sendo que o valor nutritivo de uma espécie forrageira é influenciado pela fertilidade do solo, condições climáticas, idade fisiológica e manejo a que está submetida¹⁸.

O baixo valor nutritivo das forrageiras está associado ao reduzido teor de proteína bruta (PB) e de minerais ao alto conteúdo de fibra e à baixa digestibilidade da MS¹⁹. Os valores nutritivos das gramíneas tropicais durante o período de seca são baixos, assim, a queda na produção de leite observada nesse período está associada à baixa disponibilidade e qualidade nutricional das pastagens, uma vez que os sistemas de produção em Goiás são predominantemente extensivos¹⁶.

É importante ressaltar, que no estudo feito por Gomes¹⁶, apenas 39% dos produtores entrevistados forneciam concentrado para as vacas em lactação durante todo o ano, variando de 29,50% entre os pequenos produtores e 89,50% entre os grandes produtores. No estrato de menor produção a suplementação volumosa com cana-de-açúcar foi mais frequente

(64,80%), enquanto no estrato de maior produção, o uso de silagem de milho/sorgo foi predominante (100%).

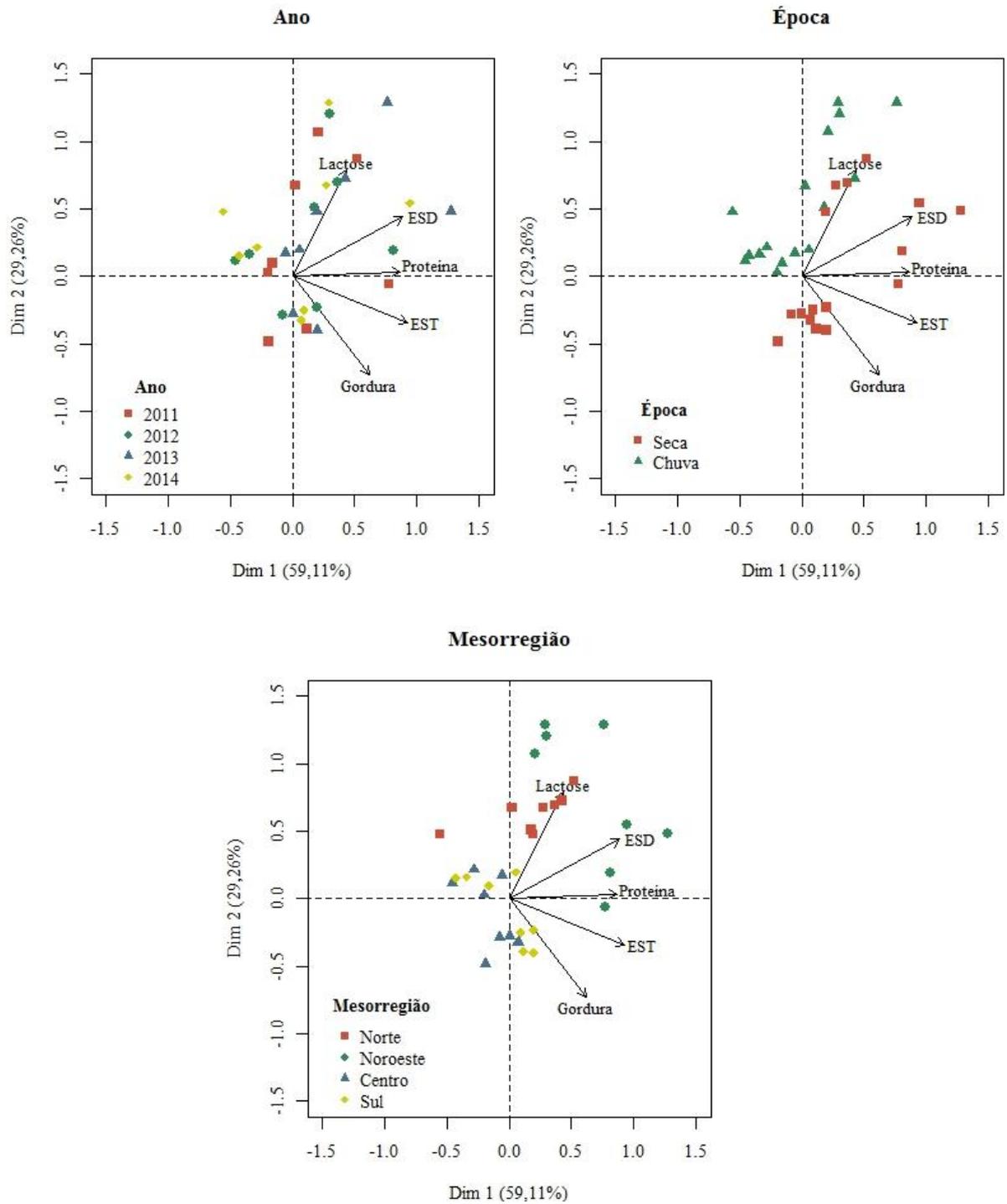


FIGURA 2b – Mapa perceptual via análise de componentes principais com ano, época e Mesorregião.

Além disso, o uso de equipamentos de irrigação foi inexpressivo em todos os estratos, no total, apenas 2,80% o utilizavam¹⁶. Assim, a baixa frequência no uso dessa prática está associada também a baixa utilização de outras práticas, em especial, a adubação de pastagens.

Os componentes foram capazes de discriminar as Mesorregiões Norte e Noroeste, mas não foram capazes de discriminar as Mesorregiões Centro e Sul. As regiões Centro e Sul apresentaram maiores valores de gordura, enquanto que as regiões Norte e Noroeste apresentaram maiores valores de lactose e ESD. Além disso, a região Noroeste apresentou os maiores valores de proteína e EST (Figura 2b). A maior concentração de sólidos no leite nas regiões Norte e Noroeste pode estar relacionada à menor produção e produtividade dessas Mesorregiões.

GORDURA

A partir do Teste da Razão de Verossimilhança, não houve interação significativa entre ano e época ($p=0,830$) nem entre ano e Mesorregião ($p=0,345$) mas houve interação entre época e Mesorregião ($p=0,000$). Ou seja, as diferenças entre as épocas dependem da Mesorregião, assim como as diferenças entre as Mesorregiões dependem da época. Dessa forma, o modelo selecionado foi composto por ano, época, Mesorregião e interação entre época e Mesorregião (Apêndice A).

A Tabela 3 apresenta a Regressão Linear ajustada para a gordura, a partir dela pode-se destacar que com relação ao ano, houve influência significativa do ano sobre a gordura, sendo que a cada ano que se passa há uma redução média da gordura em $-0,012$ $[-0,02; -0,01]$ unidades.

A gordura é o componente de maior variabilidade do leite, é fortemente influenciada pela genética, por fatores nutricionais e ambientais, assim como pela interação entre estes fatores. Essa queda da gordura no decorrer dos anos estudados, apesar de discreta nos chama a atenção, pois a grande maioria das cooperativas e laticínios brasileiros remuneram seus produtores de acordo com os teores de gordura do leite, além da proteína, CCS e CBT.

Além disso, muitos laticínios remuneram o produtor com base no volume produzido, de acordo com Gomes¹⁶, 72,10% dos produtores entrevistados relataram que as indústrias goianas que recebem o leite fazem o pagamento com bonificação por volume. Assim, a queda no preço do leite e na margem bruta por litro de leite leva o produtor a buscar maior volume de produção, procurando compensar a perda unitária com ganhos totais.

As principais bacias leiteiras estão localizadas no Centro-Sul de Goiás, de 2011 a 2014 houve aumento na produção e produtividade dessas Mesorregiões, o que pode ter influenciado a redução média da gordura a cada ano, devido à diluição deste componente.

Esta observação foi avaliada por Taffarel et al.²⁰ que verificaram o efeito de três volumes mensais de leite (até 4.500 litros, entre 4.500 a 15.000 litros e acima de 15.000 litros) sobre o percentual de gordura, no Oeste do Paraná durante 12 meses e observaram que o leite oriundo de produtores com volumes superiores a 15.000 litros mensais no período chuvoso apresentou menor teor de gordura.

TABELA 3 – Variação da gordura do leite de Mesorregiões do Estado de Goiás durante os anos de 2011 a 2014 nos períodos de chuva e seca.

Fonte	β	E.P. (β)	I.C. - 95%	Valor-p ¹	
Ano	-0,012	0,003	[-0,02; -0,01]	0,000	
	Chuva				
	Seca	0,000	0,054	[-0,11; 0,11]	0,997
Noroeste	Chuva				
	Seca	0,266	0,021	[0,23; 0,31]	0,000
Centro	Chuva				
	Seca	0,118	0,012	[0,10; 0,14]	0,000
Sul	Chuva				
	Seca	0,137	0,008	[0,12; 0,15]	0,000
Chuva	Norte				
	Noroeste	-0,128	0,041	[-0,21; -0,05]	0,002
	Centro	0,076	0,040	[0,00; 0,15]	0,055
	Sul	0,075	0,039	[0,00; 0,15]	0,055
	Noroeste				
	Centro	0,204	0,017	[0,17; 0,24]	0,000
	Sul	0,204	0,015	[0,17; 0,23]	0,000
	Centro				
	Sul	-0,001	0,010	[-0,02; 0,02]	0,940
	Seca	Norte			
Noroeste		0,137	0,040	[0,06; 0,22]	0,001
Centro		0,194	0,038	[0,12; 0,27]	0,000
Sul		0,212	0,038	[0,14; 0,29]	0,000
Noroeste					
Centro		0,057	0,017	[0,02; 0,09]	0,001
Sul		0,075	0,016	[0,04; 0,11]	0,000
Centro					
Sul		0,018	0,010	[0,00; 0,04]	0,067
R ²				4,99%	

β = coeficientes da regressão; E.P= Erro padrão; I.C - 95%= Intervalo de 95% de confiança; Significância em 5% ($p^1 < 0,05$) pelo Teste de Wald.

Ademais, os maiores produtores goianos possuem animais com maior grau de sangue holandês, que produzem maiores volumes de leite e menores percentuais de gordura. Nos estratos de maior produção avaliados por Gomes¹⁶, predominaram os animais com grau de sangue de $\frac{3}{4}$ a $\frac{7}{8}$ HZ (38,24%).

Com relação à época, na Mesorregião Norte, não houve influência significativa ($p=0,997$) da época sobre a gordura. Nas Mesorregiões Noroeste, Centro e Sul Goiano houve influência significativa ($p=0,000$) da época sobre a gordura, sendo que na época de seca a gordura foi maior que na época de chuva (Tabela 3).

Considerando que estas são as maiores regiões produtoras de leite em Goiás e que grande parte dos produtores estão nessas regiões, sendo maioria pequenos produtores. Neste grupo os efeitos da sazonalidade sobre a produção ainda é significativa, pois a adoção de tecnologias sobre rotação de pastagens, concentrado para vacas leiteiras e silagem é maior entre os grandes produtores e menor entre os pequenos produtores, que adotam com menos frequência essas tecnologias. Além disso, na composição do capital investido, "terra" está em primeiro lugar, com 74,67%, o que indica a predominância de sistemas extensivos de produção de leite em Goiás¹⁶.

Deste modo, a queda na produção de leite no período seco pode levar ao aumento da concentração de gordura, pois a época seca apresenta fotoperíodo mais curto, baixas temperaturas noturnas e baixa umidade, devido à menor pluviosidade, estes fatores podem limitar o crescimento das gramíneas, promovendo assim acentuado comportamento estacional²¹.

Heinemann et al.²² demonstraram que a produção de forragem da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu em Goiás, durante a época da seca, correspondeu somente de 8,0% a 9,0% da produção anual. Costa et al.²³ observaram que o teor de PB desta mesma gramínea também em Goiás, teve comportamento linear em relação à precipitação, já os teores de FDA e de MS foram superiores no período seco.

Altos teores de MS em gramíneas forrageiras tornam-se um dos fatores que limitam o consumo das plantas pelos animais, pelo aumento da quantidade de fibras. O leite contém componentes que são sintetizados pela glândula mamária a partir de nutrientes derivados da digestão e metabolismo da dieta. Portanto, o estado nutricional da vaca pode influenciar não só a produção como também a composição química do leite.

Congênere aos resultados desta pesquisa, Teixeira et al.²⁴ reportaram teores de gordura mais elevados nos meses de inverno (época seca) do que nos meses de verão (época

chuvosa). Já Martins et al.²⁵ e Gonzalez et al.²⁶ não observaram diferença ($p>0,05$) nos teores de gordura entre os meses do ano.

Deficiências de procedimentos de higiene e mastite, mais frequentes no período de chuva, devido às condições ambientais, podem causar alterações na composição do leite, refletindo nos seus percentuais. Tal afirmação foi constatada por Neves¹⁰, que observou que ao longo dos anos de 2012, 2013 e 2014 em Goiás, a CBT e a CCS apresentaram variação sazonal, sendo as menores médias detectadas no período de seca e as maiores no período de chuva.

Além disso, o uso da caneca telada é essencial na identificação de mastite nas vacas, visto que a ocorrência dessa doença traz problemas à qualidade do leite, Gomes¹⁶ observou que 69,30% dos produtores não utilizavam caneca telada, variando de 51,80% entre os pequenos produtores e apenas 5,30% entre os grandes produtores. E que o leite era enviado a indústria de 2 em 2 dias na maioria dos casos (54,20%).

O tanque para resfriar leite era adotado por 41% dos produtores entrevistados, variou de 29,50% (pequenos produtores) a 100% (grandes produtores), sendo que estratos com maior produção predominou o tanque de expansão individual e nos de menor produção, o tanque de expansão coletivo. Estas observações sustentadas por Gomes¹⁶, podem de certa forma auxiliar na compreensão dos resultados obtidos neste estudo, visto que o teor de gordura foi menor no período chuvoso. Resultados semelhantes ao deste estudo foram encontrados por Henrichs et al.⁸ que relataram menores percentuais de gordura no verão e na primavera que nos meses mais frios.

As bactérias psicrotróficas, caracterizadas pela capacidade de desenvolver-se a temperaturas de refrigeração podem estar presentes e serem as responsáveis pela deterioração do leite cru refrigerado e de seus derivados²⁷. Segundo Santos²⁸, o número de bactérias psicrotróficas presentes no leite cru está relacionado às condições higiênicas na produção e ao tempo e à temperatura em que o leite é armazenado.

A IN 62/2011 do MAPA², estabelece a refrigeração do leite a 7°C e seu armazenamento na propriedade rural por um período máximo de 48 horas. No entanto, mesmo nas temperaturas de refrigeração propostas para a conservação do leite na fonte de produção (7°C) e no estabelecimento industrial (10°C) pode ocorrer perda de qualidade da matéria prima se um controle efetivo de contaminação inicial não for realizado²⁹. A ação deterioradora das bactérias psicrotróficas se deve principalmente à produção de proteases, lipases e fosfolipases, que hidrolisam respectivamente a proteína e a gordura do leite²⁷.

Com relação à Mesorregião (Tabela 3), considerando as épocas de chuva e seca, houve influência significativa da Mesorregião sobre a gordura. O teor de gordura do leite foi

maior nas Mesorregiões Centro e Sul Goiano, já o Norte e o Noroeste apresentaram menor concentração deste componente no leite.

As Mesorregiões Centro e Sul Goiano são as regiões mais produtoras do Estado de Goiás, onde se concentram as principais bacias leiteiras e o maior percentual de grandes produtores estão inseridos nessas regiões. Esses níveis de produção alcançados por essas regiões são decorrentes do maior investimento na atividade e manejo melhorado realizado pelos produtores, uma vez, que a renda bruta da atividade leiteira é maior entre os grandes produtores, logo, os investimentos na atividade também são maiores, principalmente ao manejo alimentar¹⁶. Constata-se grande influência de outros fatores na concentração da gordura no leite, logo, o manejo alimentar dessas regiões podem ter influenciado o aumento da gordura no leite.

PROTEÍNA

A partir do Teste da Razão de Verossimilhança, não houve interação significativa entre ano e época ($p=0,773$), mas houve entre ano e Mesorregião ($p=0,003$) e entre época e Mesorregião ($p=0,015$). Ou seja, as diferenças entre os anos dependem da Mesorregião, assim como as diferenças entre as Mesorregiões dependem do ano e as diferenças entre as épocas dependem da Mesorregião, assim como as diferenças entre as Mesorregiões dependem da época. Dessa forma, o modelo selecionado foi composto por ano, época, Mesorregião, interação entre ano e Mesorregião e interação entre época e Mesorregião (Apêndice B).

A Tabela 4 apresenta a Regressão Linear ajustada para a componente proteína, a partir dela pode-se destacar que não houve influência significativa do ano sobre a proteína nas Mesorregiões Norte, Noroeste e Centro. Já na região Sul houve influência significativa ($p=0,000$) do ano sobre a proteína, sendo que a cada ano que se passa há uma redução média da proteína em $-0,008$ $[-0,01, 0,00]$ unidades.

A proteína do leite tem sido ao longo dos últimos anos, o nutriente de maior interesse para muitos pesquisadores, pois está diretamente relacionada com o rendimento de derivados lácteos, o que pode aumentar a remuneração dos produtores³⁰, já que está entre os requisitos de bonificação por qualidade aos produtores. Essa queda nos percentuais da proteína do leite, na região mais produtora de Goiás, também serve de alerta, demonstrando que deve ser melhor investigada.

O Sul Goiano ocupa o primeiro lugar na produção de leite do Estado e as duas maiores Microrregiões produtoras de leite em Goiás estão localizadas nessa região, sendo estas, Meia Ponte e Sudoeste de Goiás⁵. O pequeno percentual de grandes produtores do

Estado de Goiás, com mais de 1.000 litros de leite por dia, se concentram nessa Mesorregião¹⁶. De 2011 a 2014 houve aumento na produtividade dessa região, o que pode ter influenciado a redução média da proteína a cada ano, já que esse grupo faz mais uso de tecnologias para maximização do sistema produtivo, como argumentado na seção anterior.

TABELA 4 – Variação da proteína do leite de Mesorregiões do Estado de Goiás durante os anos de 2011 a 2014 nos períodos de chuva e seca.

Fonte		β	E.P. (β)	I.C. - 95%	Valor-p ¹	
Norte	Ano	-0,009	0,012	[-0,03; 0,01]	0,432	
Noroeste	Ano	0,006	0,005	[0,00; 0,01]	0,210	
Centro	Ano	0,001	0,003	[0,00; 0,01]	0,777	
Sul	Ano	-0,008	0,002	[-0,01; 0,00]	0,000	
Norte	Chuva					
	Seca	0,050	0,026	[0,00; 0,10]	0,057	
Noroeste	Chuva					
	Seca	0,065	0,010	[0,05; 0,08]	0,000	
Centro	Chuva					
	Seca	0,031	0,006	[0,02; 0,04]	0,000	
Sul	Chuva					
	Seca	0,048	0,004	[0,04; 0,06]	0,000	
Ano = 2012,5	Norte					
	Noroeste	0,064	0,020	[0,03; 0,10]	0,001	
	Centro	-0,032	0,019	[-0,07; 0,01]	0,100	
	Sul	-0,026	0,019	[-0,06; 0,01]	0,164	
	Chuva	Noroeste				
		Centro	-0,096	0,008	[-0,11; -0,08]	0,000
		Sul	-0,091	0,008	[-0,11; -0,08]	0,000
		Centro				
		Sul	0,005	0,005	[0,00; 0,01]	0,277
		Norte				
		Noroeste	0,080	0,020	[0,04; 0,12]	0,000
		Centro	-0,050	0,019	[-0,09; -0,01]	0,007
		Sul	-0,029	0,018	[-0,06; 0,01]	0,119
	Seca	Noroeste				
		Centro	-0,130	0,008	[-0,15; -0,11]	0,000
		Sul	-0,108	0,008	[-0,12; -0,09]	0,000
		Centro				
		Sul	0,022	0,005	[0,01; 0,03]	0,000
R²				4,31%		

β = coeficientes da regressão; E.P= Erro padrão; I.C - 95%= Intervalo de 95% de confiança; Significância em 5% ($p^1 < 0,05$) pelo Teste de Wald.

Com relação à época, na Mesorregião Norte, não houve influência significativa ($p=0,057$) da época sobre a proteína. Nas Mesorregiões Noroeste, Centro e Sul Goiano houve

influência significativa ($p=0,000$) da época sobre a proteína, sendo que na época de seca a proteína foi maior que na época de chuva (Tabela 4).

Em virtude da redução na produção de leite no período seco, como discutido precedentemente, há neste período maior concentração da proteína no leite. Esta observação foi avaliada por Galvão Junior et al.³¹ que verificaram o efeito do volume de leite (até 10 Kg/leite/dia, entre 10,1 a 15 Kg/leite/dia e acima de 15 Kg/leite/dia) sobre as concentrações de proteína e observaram que o teor de proteína tendeu a ser menor conforme houve acréscimo na produção de leite e justificaram que tal observação foi devido ao efeito da diluição.

Análogo a esta pesquisa, Teixeira et al.²⁴ verificaram que os teores de proteína eram maiores nos meses de inverno (época seca) e menores nos meses de verão (época das águas). Henrichs et al.⁸ relataram menor teor de proteína no período das águas ($3,05 \text{ g} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$) que nos períodos mais frios ($3,14 \text{ g} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$).

Santos et al.³² em estudo com amostras de leite de tanques individuais, observaram menores teores de proteína em agosto ($3,13 \text{ g} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$) e setembro ($3,14 \text{ g} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$) e maiores teores em abril ($3,42 \text{ g} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$) e maio ($3,38 \text{ g} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$). Martins et al.²⁵ obtiveram valores mínimos de proteína em julho e agosto. Já no estudo de Fagnani et al.³³ o teor de proteína não variou ao longo das estações.

Com relação à Mesorregião, todas as comparações foram feitas considerando o ano igual a 2012,5 pelo fato desse ser o ponto médio da série. As comparações com todos os anos encontram-se no Apêndice B. Menor percentual de proteína foi observado nas regiões Centro e Sul Goiano nos dois períodos avaliados (Tabela 4).

A CCS tem sido considerada medida padrão de qualidade, pois está relacionada com a composição, rendimento industrial e segurança alimentar do leite. Os principais mecanismos pelos quais ocorre modificação nas concentrações dos componentes do leite com a elevação dos níveis de CCS, são as lesões às células do epitélio secretor decorrente da mastite³⁴, o que resulta em diminuição da síntese e conseqüentemente alteração da concentração dos componentes lácteos³⁵.

Além disso, segundo Harmon³⁶ pode ocorrer expressiva redução da fração de caseína, pela sua degradação por proteases bacterianas e leucocitárias. Neste sentido, no leite com elevada CCS ocorre um aumento da atividade enzimática, promovendo maior ativação do plasminogênio em plasmina, a qual promove proteólise, principalmente da caseína e mais especificamente, da β -caseína e α_{S2} -caseína, alterando a composição protéica do leite.

Verdi e Barbano³⁷ demonstraram que as células somáticas no leite apresentam a capacidade de conversão de plasminogênio em plasmina, resultando em proteólise da caseína,

o que confirma a associação entre a alta CCS e o aumento da atividade proteolítica da plasmina. Ademais as proteases produzidas por microrganismos psicrotróficos no leite também causam proteólise, com maior intensidade nas frações β e κ , seguidas da α_{S1} -caseína³⁸.

Diante do exposto, o menor percentual de proteína no leite das Mesorregiões Centro e Sul pode estar relacionado a estes fatores, uma vez que essas regiões apresentam maior CCS e CBT, como diagnosticado por Neves¹⁰ em estudo sobre a qualidade higiênico sanitária do leite de Mesorregiões do Estado de Goiás nos anos de 2012 a 2014.

Bueno et al.³⁹ e Henrichs et al.⁸ constataram menor concentração de proteína conforme aumentou a CCS. Esses autores também observaram correlação negativa entre CCS e percentual de proteína.

LACTOSE

A partir do Teste da Razão de Verossimilhança, não houve interação significativa entre ano e época ($p=0,456$) mas houve interação significativa entre ano e Mesorregião ($p=0,009$) e época e Mesorregião ($p=0,000$). Ou seja, as diferenças entre os anos dependem da Mesorregião, assim como as diferenças entre as Mesorregiões dependem do ano e as diferenças entre as épocas dependem da Mesorregião, assim como as diferenças entre as Mesorregiões dependem da época. Dessa forma, o modelo selecionado foi composto por ano, época, Mesorregião, interação entre ano e Mesorregião e interação entre época e Mesorregião (Apêndice C).

A Tabela 5 apresenta a Regressão Linear ajustada para a componente lactose, a partir dela pode-se destacar que com relação ao ano não houve influência significativa do ano sobre a lactose nas Mesorregiões Norte ($p=0,052$), Centro ($p=0,115$) e Sul ($p=0,705$). Mas houve influência significativa ($p=0,010$) do ano sobre a lactose na Mesorregião Noroeste, sendo que a cada ano que se passa há um aumento da lactose em 0,008 [0,00; 0,01] unidades.

A quantidade de lactose sintetizada na glândula mamária está intimamente associada com a quantidade de leite produzido por dia. A concentração de lactose no leite é relativamente constante e a água é adicionada até que a concentração de lactose seja em torno de 4,5 g.100 g⁻¹⁴⁰. Ao contrário da gordura do leite, a concentração de lactose é semelhante em todas as raças leiteiras e não pode ser alterada facilmente por práticas alimentares⁴¹. Deste modo, o aumento dos percentuais de lactose no leite da região Noroeste, pode estar relacionado ao aumento da produção e produtividade durante os anos avaliados.

TABELA 5 – Variação da lactose do leite de Mesorregiões do Estado de Goiás durante os anos de 2011 a 2014 nos períodos de chuva e seca.

Fonte		β	E.P. (β)	I.C. - 95%	Valor-p ¹		
Norte	Ano	-0,016	0,008	[-0,03; 0,00]	0,052		
Noroeste	Ano	0,008	0,003	[0,00; 0,01]	0,010		
Centro	Ano	0,003	0,002	[0,00; 0,01]	0,115		
Sul	Ano	0,000	0,001	[0,00; 0,00]	0,705		
Norte	Chuva						
	Seca	0,005	0,018	[-0,03; 0,04]	0,765		
Noroeste	Chuva						
	Seca	-0,068	0,007	[-0,08; -0,05]	0,000		
Centro	Chuva						
	Seca	-0,041	0,004	[-0,05; -0,03]	0,000		
Sul	Chuva						
	Seca	-0,037	0,003	[-0,04; -0,03]	0,000		
Ano = 2012,5	Chuva	Norte					
		Noroeste	0,044	0,014	[0,02; 0,07]	0,001	
		Centro	-0,043	0,013	[-0,07; -0,02]	0,001	
		Sul	-0,040	0,013	[-0,07; -0,01]	0,002	
	Seca	Noroeste					
		Centro	-0,087	0,005	[-0,10; -0,08]	0,000	
		Sul	-0,084	0,005	[-0,09; -0,07]	0,000	
		Centro					
	Ano = 2012,5	Seca	Sul	0,002	0,003	[0,00; 0,01]	0,449
			Norte				
			Noroeste	-0,030	0,013	[-0,06; 0,00]	0,026
			Centro	-0,089	0,013	[-0,11; -0,06]	0,000
Ano = 2012,5	Seca	Sul	-0,083	0,013	[-0,11; -0,06]	0,000	
		Noroeste					
		Centro	-0,059	0,006	[-0,07; -0,05]	0,000	
		Sul	-0,053	0,005	[-0,06; -0,04]	0,000	
Ano = 2012,5	Seca	Centro					
		Sul	0,006	0,003	[0,00; 0,01]	0,056	
R ²				5,45%			

β = coeficientes da regressão; E.P= Erro padrão; I.C - 95%= Intervalo de 95% de confiança; Significância em 5% ($p^1 < 0,05$) pelo Teste de Wald.

Com relação à época, na Mesorregião Norte, não houve influência significativa ($p=0,765$) da época sobre a lactose. Nas Mesorregiões Noroeste, Centro e Sul Goiano houve influência significativa ($p=0,000$) da época sobre a lactose, sendo que na época de seca a lactose foi menor que na época de chuva (Tabela 5).

A lactose é o principal glicídido do leite, sendo o componente que menos tem variação em glândulas mamárias sadias, devido ao papel central como agente regulador osmótico do volume de leite, além disso, é de extrema importância para a indústria, uma vez,

que a produção de ácido láctico é formada a partir da hidrólise e fermentação da lactose para a produção de bebidas lácteas fermentadas.

A maior concentração de lactose no leite nos meses de maior umidade e temperatura pode ser motivada pelo aumento da disponibilidade e qualidade nutricional das pastagens. Em contrapartida, nos meses de menor umidade e temperatura, o declínio da lactose no leite pode ser consequência da diminuição da glicose sérica, que é causada por baixa condição nutricional do animal, uma vez, que os sistemas de produção em Goiás são predominantemente extensivos e a sazonalidade da produção é expressiva entre os municípios goianos¹⁶, como exposto anteriormente.

Diferente do observado neste estudo, Henrichs et al.⁸ relataram que os teores de lactose foram maiores durante o inverno (4,43 g.100 g⁻¹) e menores durante o verão (4,34 g.100 g⁻¹), Botaro et al.^{42,43} também observaram que no período da seca o teor de lactose foi maior. Já os resultados obtidos por Fagnani et al.³³ corroboram com os relatados neste estudo, onde o maior percentual de lactose foi observado no outono com média de 4,31 g.100 g⁻¹. Martins et al.²⁵ verificaram menores valores de lactose entre abril e julho e maior teor nos meses de primavera e início do verão.

Com relação à Mesorregião, todas as comparações foram feitas considerando o ano igual a 2012,5 pelo fato desse ser o ponto médio da série. As comparações com todos os anos encontram-se no apêndice C. Menor percentual de lactose foi observado nas regiões Centro e Sul Goiano nos dois períodos avaliados (Tabela 5).

A lactose é o componente do leite que sofre maior redução devido à elevação da CCS³⁹. A redução da porcentagem de lactose seria resultado de menor síntese deste componente do leite em glândulas mamárias infectadas⁴⁴, da utilização da lactose pelos patógenos intramamários⁴⁵ e da perda de lactose da glândula para a corrente sanguínea, devido ao aumento da permeabilidade da membrana que separa o leite do sangue, levando à excreção da mesma na urina⁴⁶. Desta forma, o menor percentual de lactose no leite das regiões Centro e Sul pode ser em decorrência da maior CCS e CBT dessas regiões¹⁰.

Henrichs et al.⁸ e Machado et al.⁴⁷ observaram que o leite de tanques com CCS mais altas apresentou menores percentuais de lactose, além disso, Henrichs et al.⁸; Bueno et al.³⁹ e Montanhini et al.⁴⁷ verificaram correlação negativa entre CCS e teor de lactose do leite.

EXTRATO SECO DESENGORDURADO

A partir do Teste da Razão de Verossimilhança, houve interação significativa entre ano e época (p=0,001) entre ano e Mesorregião (p=0,000) e entre época e Mesorregião

($p=0,035$). Ou seja, as diferenças entre os anos dependem da época e da Mesorregião, as diferenças entre as épocas dependem do ano e da Mesorregião e as diferenças entre as Mesorregiões dependem do ano e da época. Dessa forma, o modelo selecionado foi composto por ano, época, Mesorregião, interação entre ano e época, interação entre ano e Mesorregião e interação entre época e Mesorregião (Apêndice D).

Com relação ao ano, considerando a época de chuva, não houve influência significativa do ano sobre o ESD nas Mesorregiões Norte ($p=0,244$) e Sul ($p=0,839$). Já nas regiões Noroeste e Centro ($p=0,000$) houve influência significativa do ano sobre o ESD, sendo que a cada ano que se passa há um aumento médio do ESD em 0,032 [0,02, 0,04] unidades na região Noroeste e em 0,013 [0,01; 0,02] unidades na região Centro.

Considerando a época de seca, não houve influência significativa do ano sobre o ESD na Mesorregião Norte ($p=0,708$). Já nas regiões Noroeste, Centro e Sul ($p=0,000$) houve influência significativa do ano sobre o ESD, sendo que a cada ano que se passa há um aumento médio do ESD em 0,045 [0,03; 0,06] unidades na região Noroeste, 0,026 [0,02; 0,03] unidades na região Centro e 0,013 [0,01; 0,02] unidades na região Sul. Este aumento do ESD durante os anos avaliados pode ser explicado pela correlação forte deste componente com a proteína ($r=0,83$) e moderada com a lactose ($r=0,68$), observada neste estudo.

Com relação à época, todas as comparações foram feitas considerando o ano igual a 2012,5 pelo fato desse ser o ponto médio da série. As comparações com todos os anos encontram-se no apêndice D.

Não houve influência significativa da época sobre o ESD nas Mesorregiões Norte ($p=0,147$), Noroeste ($p=0,491$) e Centro ($p=0,077$). Já na Mesorregião Sul Goiano, houve influência significativa ($p=0,042$) da época sobre o ESD, sendo que na época de seca o ESD foi em média 0,010 [0,00; 0,02] unidades maior que na época de chuva. A proteína foi mais expressiva nos meses de menor umidade e temperatura, o que pode ter levado o mesmo comportamento do ESD.

Dias et al.⁴⁸ não observaram diferença no ESD do leite entre as estações do ano, no Sudoeste de Goiás, de maneira similar, Andrade et al.⁴⁹ também não encontram diferença entre os períodos de seca e chuva, contrariamente a este estudo. Já Martins et al.²⁵ relataram menor percentual de ESD no mês de julho (8,00 g.100 g⁻¹) e maior no mês de setembro (8,61 g.100 g⁻¹). Símile a este estudo, Rosa et al.⁵⁰ verificaram maior teor de ESD em amostras de leite de tanque e individuais no outono e no inverno e menor teor na primavera e no verão.

TABELA 6 – Variação do extrato seco desengordurado do leite de Mesorregiões do Estado de Goiás durante os anos de 2011 a 2014 nos períodos de chuva e seca.

	Fonte		β	E.P. (β)	I.C. - 95%	Valor-p ¹	
Chuva	Norte	Ano	-0,019	0,016	[-0,05; 0,01]	0,244	
	Noroeste	Ano	0,032	0,006	[0,02; 0,04]	0,000	
	Centro	Ano	0,013	0,004	[0,01; 0,02]	0,000	
	Sul	Ano	0,001	0,003	[-0,01; 0,01]	0,839	
Seca	Norte	Ano	-0,006	0,016	[-0,04; 0,03]	0,708	
	Noroeste	Ano	0,045	0,006	[0,03; 0,06]	0,000	
	Centro	Ano	0,026	0,004	[0,02; 0,03]	0,000	
	Sul	Ano	0,013	0,003	[0,01; 0,02]	0,000	
Ano = 2012,5	Norte	Chuva					
		Seca	0,051	0,035	[-0,02; 0,12]	0,147	
	Noroeste	Chuva					
		Seca	-0,009	0,013	[-0,04; 0,02]	0,491	
	Centro	Chuva					
		Seca	-0,013	0,008	[-0,03; 0,00]	0,077	
	Sul	Chuva					
		Seca	0,010	0,005	[0,00; 0,02]	0,042	
Ano = 2012,5	Chuva	Norte					
		Noroeste	0,117	0,027	[0,06; 0,17]	0,000	
		Centro	-0,082	0,026	[-0,13; -0,03]	0,001	
		Sul	-0,076	0,026	[-0,13; -0,03]	0,003	
	Chuva	Noroeste					
		Centro	-0,199	0,011	[-0,22; -0,18]	0,000	
		Sul	-0,193	0,010	[-0,21; -0,17]	0,000	
		Centro					
	Chuva	Sul	0,006	0,006	[-0,01; 0,02]	0,370	
		Seca	Norte				
			Noroeste	0,056	0,026	[0,00; 0,11]	0,032
			Centro	-0,146	0,025	[-0,20; -0,10]	0,000
	Sul		-0,117	0,025	[-0,17; -0,07]	0,000	
	Seca	Noroeste					
		Centro	-0,203	0,011	[-0,22; -0,18]	0,000	
		Sul	-0,173	0,010	[-0,19; -0,15]	0,000	
Centro							
Seca	Sul	0,029	0,006	[0,02; 0,04]	0,000		
R²					5,46%		

β = coeficientes da regressão; E.P= Erro padrão; I.C - 95%= Intervalo de 95% de confiança; Significância em 5% ($p^1 < 0,05$) pelo Teste de Wald.

Com relação à Mesorregião, todas as comparações foram feitas considerando o ano igual a 2012,5 pelo fato desse ser o ponto médio da série. As comparações com todos os anos encontram-se no Apêndice D. Menor percentual de ESD foi observado nas regiões Centro e Sul Goiano nos dois períodos avaliados (Tabela 6). Nessas Mesorregiões também foram observados menores percentuais de proteína e lactose em ambos os períodos, o que

justifica as variações semelhantes do ESD, devido à forte correlação entre estes componentes (Tabela 2). Congênere aos resultados desta pesquisa, Reis et al.⁵¹ também relataram correlação entre ESD, proteína ($r=0,73$) e lactose ($r=0,68$).

EXTRATO SECO TOTAL

A partir do Teste da Razão de Verossimilhança, não houve interação significativa entre ano e época ($p=0,119$) e entre ano e Mesorregião ($p=0,378$) mas houve interação significativa entre época e Mesorregião ($p=0,000$). Ou seja, as diferenças entre as épocas dependem da Mesorregião, assim como as diferenças entre as Mesorregiões dependem da época. Dessa forma, o modelo selecionado foi composto por ano, época, Mesorregião e interação entre época e Mesorregião (Apêndice E).

Com relação à época, considerando a Mesorregião Norte, não houve influência significativa ($p=0,442$) da época sobre o EST. Nas Mesorregiões Noroeste, Centro e Sul Goiano houve influência significativa ($p=0,000$) da época sobre o EST, sendo que na época de seca o EST foi maior que na época de chuva (Tabela 7).

O teor de sólidos totais no leite representa a soma de todos os constituintes do leite (com exceção da água) e a gordura é o maior responsável pela sua alteração ($r=0,87$), logo, como consequência do maior teor de gordura e proteína no leite nos meses com escassez de chuva, o teor de sólidos totais também foi maior nesse período.

Assim como neste estudo, Henrichs et al.⁸ encontraram percentuais médios de sólidos totais mais altos no inverno ($12,40 \text{ g} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$) e menores no verão ($12,07 \text{ g} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$). Já, Andrade et al.⁴⁹ não diagnosticaram diferenças no EST entre os períodos de seca ($12,13 \text{ g} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$) e chuva ($12,25 \text{ g} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$).

Com relação à Mesorregião, no período chuvoso não houve diferença significativa entre as regiões avaliadas. No período seco, menor percentual de sólidos totais no leite foi observado nas Mesorregiões Centro e Sul, quando comparadas a região Noroeste. Apesar do percentual de gordura ter sido maior nessas regiões e existir forte correlação entre EST e gordura, o EST do Centro e Sul Goiano foi menor. Tal resultado pode ser em decorrência do menor teor de proteína e lactose nessas regiões, pois houve correlação significativa entre EST, proteína e lactose (Tabela 2).

Correlações menores que as observada neste estudo, foram relatadas por Reis et al.⁵¹, que obtiveram entre EST e proteína ($r=0,25$) e entre EST e lactose ($r=0,31$), no entanto, esses autores observaram correlação superior a desta pesquisa, entre EST e gordura ($r=0,91$).

TABELA 7 – Variação do extrato seco total do leite de Mesorregiões do Estado de Goiás durante os anos de 2011 a 2014 nos períodos de chuva e seca.

Fonte		β	E.P. (β)	I.C. - 95%	Valor-p ¹	
Ano		0,001	0,004	[-0,01; 0,01]	0,729	
Norte	Chuva					
	Seca	0,055	0,071	[-0,08; 0,19]	0,442	
Noroeste	Chuva					
	Seca	0,259	0,027	[0,21; 0,31]	0,000	
Centro	Chuva					
	Seca	0,106	0,015	[0,08; 0,14]	0,000	
Sul	Chuva					
	Seca	0,147	0,010	[0,13; 0,17]	0,000	
Chuva	Norte					
	Noroeste	-0,012	0,054	[-0,12; 0,09]	0,827	
	Centro	-0,004	0,052	[-0,11; 0,10]	0,932	
	Sul	0,002	0,051	[-0,10; 0,10]	0,974	
	Noroeste					
	Centro	0,007	0,022	[-0,04; 0,05]	0,731	
	Sul	0,014	0,020	[-0,03; 0,05]	0,504	
	Centro					
	Sul	0,006	0,013	[-0,02; 0,03]	0,635	
	Norte					
Seca	Noroeste	0,193	0,053	[0,09; 0,30]	0,000	
	Centro	0,047	0,050	[-0,05; 0,15]	0,353	
	Sul	0,094	0,050	[0,00; 0,19]	0,059	
	Noroeste					
	Centro	-0,146	0,022	[-0,19; -0,10]	0,000	
	Sul	-0,099	0,021	[-0,14; -0,06]	0,000	
	Centro					
	Sul	0,047	0,013	[0,02; 0,07]	0,000	
	R ²		2,42%			

β = coeficientes da regressão; E.P= Erro padrão; I.C - 95%= Intervalo de 95% de confiança; Significância em 5% ($p^1 < 0,05$) pelo Teste de Wald.

CONCLUSÕES

A composição química do leite apresentou comportamento sazonal e regional. No período seco, os percentuais de gordura, proteína, ESD e EST foram mais expressivos em relação ao período chuvoso. A lactose demonstrou comportamento antagônico aos demais componentes do leite em relação à sazonalidade, no período chuvoso, o teor de lactose foi maior.

No entanto, nas regiões com maior produção e produtividade, observou-se menor percentual de proteína e lactose, além disso, notou-se que a cada ano, os percentuais de gordura e proteína diminuíram. Mas é importante ressaltar, que nessas mesmas regiões o teor

de gordura foi maior e todos os requisitos atenderam a legislação em vigor, nas quatro Mesorregiões avaliadas.

A sazonalidade da produção de leite é tema de grande importância para o setor lácteo já que pode afetar a qualidade do leite, a existência ou não de comportamento sazonal e cíclico, vem se tornando importante fonte de pesquisa, sendo assim, mais estudos são necessários, a fim de complementar a presente pesquisa.

REFERÊNCIAS

1. Silva LCC, Beloti V, Tamanini R, Yamada AK, Giombelli CJ, Silva MR. Estabilidade térmica da caseína e estabilidade ao álcool 68, 72, 75 e 78%, em leite bovino. Rev Inst Latic “Cândido Tostes”. 2012;67:55-60.
2. Brasil. Ministério de Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa N° 62, de 29 de Dezembro de 2011. Diário Oficial da União, 30 de dezembro de 2011. [acesso 28 Feb 2016]. Disponível em: <http://www.jusbrasil.com.br/diarios/33395065/dou-secao-1-30-12-2011-pg-6>.
3. Brasil. Ministério de Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa N° 7, de 03 de Maio de 2016. Diário Oficial da União, 04 de Maio de 2016. [acesso 04 Jul 2016]. Disponível em: ftp://ftp.saude.sp.gov.br/ftpssp/bibliote/informe_eletronico/2016/iels.maio.16/Iels81/U_IN-MAPA-GM-7_030516.pdf
4. Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa n° 37, de 18 de abril de 2002. Aprova a Rede Brasileira de Laboratórios de Controle da Qualidade do Leite (RBQL). Diário Oficial da União, Brasília, DF: Seção I, p. 3, 2002.
5. IMB - Instituto Mauro Borges de Estatísticas e Estudos Socioeconômicos. Estatísticas das Mesos e Microrregiões do Estado de Goiás 2013. SEGPLAN/Governo de Goiás. Goiânia. Junho – 2014. 49p.
6. Instituto Mauro Borges de Estatísticas e Estudos Socioeconômicos/SEGPLAN/Governo de Goiás – Estatísticas Municipais (Séries Históricas). [acesso 28 Feb 2016]. Disponível em: http://www.seplan.go.gov.br/sepin/perfilweb/Estatistica_bde.asp
7. POF - Pesquisa de orçamentos familiares 2008-2009: Análise do consumo alimentar pessoal no Brasil / IBGE. Coordenação de Trabalho e Rendimento. Rio de Janeiro: IBGE, 2011; 150p.
8. Henrichs SC, de Macedo REF, Karam LB. Influência de indicadores de qualidade sobre a composição química do leite e influência das estações do ano sobre esses parâmetros. Rev Acad Ciênc Agrár Ambient. Curitiba. 2014;12(3):199-208.
9. EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Brasil). Coleta de amostras de leite para determinação da

composição química e contagem de células somáticas. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 2001. (Circular Técnica nº 62).

10. Neves RBS. Distribuição temporal e espacial da qualidade do leite no Estado de Goiás. [Tese]. Goiânia: Universidade Federal de Goiás; 2015.

11. ISO 9622/International Dairy Federation (IDF) 141C – Determination of milk fat, protein and lactose content – Guidance on the operation of mid-infrared instruments. Brussels, Belgium, 15 set. 2013. 15p.

12. Hair JF, Black WC, Babin BJ, Anderson RE, Tatham RL. Análise Multivariada de Dados. Porto Alegre: Bookman. 2009.

13. Montgomery DC, Peck EA, Vining GG. Introduction to Linear Regression Analysis. John Wiley & Sons, 2015.

14. Lins PMG; Vilela PS. Diagnóstico da pecuária leiteira do Estado de Minas Gerais em 2005: relatório de pesquisa – Belo Horizonte: FAEMG, 2006. 156p.

15. IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Indicadores IBGE. Estatística da Produção Pecuária - Dezembro de 2015. 2015. 47p.

16. Gomes ST. FAEG - Federação da Agricultura e Pecuária de Goiás. Diagnóstico da cadeia produtiva do leite de Goiás. Goiânia, GO: FAEG; 2009. 66p.

17. Souza ABSF, Dutra S. Resposta do *Brachiaria humidicola* à adubação em Campo Cerrado do Estado do Amapá, Brasil. Pasturas Tropicales. 1991;13(2):42-45.

18. Leite GG, Euclides VP. Utilização de pastagens de *Brachiaria* spp. In: Simpósio sobre manejo de pastagens. Piracicaba. Anais... Piracicaba: FEALQ, 1994;267-297.

19. Van Soest PJ. Nutritional ecology of the ruminant. 2ed. Cornell University Press, Ithaca, New York, 1994, 476p.

20. Taffarelli LE, Costa PB, Tsutsumi CY, Klosowski ES, Portugal EF, Lins AC. Variação da composição e qualidade do leite em função do volume de produção, período do ano e sistemas de ordenha e de resfriamento. Semina: Ciências Agrárias, Londrina. 2015;36(3):2287-2300.

21. Valle CB, Euclides VPB, Macedo MCM. Características das plantas forrageiras do gênero *Brachiaria*. In: Simpósio sobre manejo da pastagem. Piracicaba. Anais... Piracicaba: FEALQ, 2000;65-108.

22. Heinemann AB, Fontes AJ, Paciullo DSC, Rosa B, Macedo R, Moreira P, Aroeira LJM. Potencial produtivo e composição bromatológica de seis gramíneas forrageiras tropicais sob duas doses de nitrogênio e potássio. Pasturas Tropicales, 2005;27(6).

23. Costa KAP, Rosa B, Oliveira IP, Custódio DP, Silva DC. Efeito da estacionalidade na produção de matéria seca e composição bromatológica da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu. Ciênc Animal Bras. 2005;6(3):187-193.

24. Teixeira NM, Freitas AF, Barra RB. Influência de fatores de meio ambiente na variação mensal da composição e contagem de células somáticas do leite em rebanhos no Estado de Minas Gerais. *Arq Bras Med Vet Zootec.* 2003;55(4):491-499. [acesso 16 Julho 2016]. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-09352003000400016>
25. Martins PRG, Silva CA, Fischer V, Ribeiro MER, Stumpf Júnior W, Zanela MB. Produção e qualidade do leite na bacia leiteira de Pelotas-RS em diferentes meses do ano. *Ciênc Rural.* 2006;36(1):209-214.
26. Gonzalez HL, Fischer V, Ribeiro MER, Gomes JF, Stumpf Junior W, Silva MA. Avaliação da qualidade do leite na bacia leiteira de Pelotas, RS. Efeito dos meses do ano. *R Bras Zootec.* 2004;33(6):1531-1543.
27. Arcuri EF, Silva PDL, Brito MAVP, Brito JRF, Lange CC, Magalhães MMA. Contagem, isolamento e caracterização de bactérias psicotróficas contaminantes de leite cru refrigerado. *Ciênc Rural.* 2008;38(8):2250-2255.
28. Santos AS, Pires CV, Santos JM, Costa Sobrinho PS. Crescimento de micro-organismos psicotróficos. *Alim Nutr Braz J Food Nutr.* 2013;24(3):297-300.
29. Martins ML, Araújo EF, Moraes CA, Mantonave NC, Vanetti MCD. Diversidade genética de bactérias psicotróficas proteolíticas isoladas de leite cru granelizado. *Rev Inst Laticínios Cândido Tostes.* 2003;58:54-60.
30. Simili FF, Lima MLP. Como os alimentos podem afetar a composição do leite das vacas. *Pesq Tec.* 2007;4(1).
31. Galvão Júnior JGB, Rangel AHN, Medeiros HR, Silva JBA, Aguiar EM, Madruga RC, Lima Júnior DM. Efeito da produção diária e da ordem de parto na composição físico-química do leite de vacas de raças zebuínas. *Acta Veterinaria Brasilica.* 2010;4(1):25-30.
32. Santos TMF, Oliveira IC, Rasmini JPA, Abreu CC, Fernandes EN, Cunha AF. Teores de gordura e proteína do leite cru refrigerado individual e comunitário de propriedades rurais do Vale do Rio Doce (MG). V SIMPAC; 2013; Viçosa, Brasil. Viçosa – MG. *Anais.* 2013;5(1):575-580.
33. Fagnani R, Battaglini APP, Beloti V, Schuck J, Seixas FN, Carraro PE. Parâmetros físico-químicos e microbiológicos do leite em função da sazonalidade. *Rev Inst Laticínios Cândido Tostes.* 2014;69(3):173-180.
34. Olde Riekerink RGM, Barkema HW, Veenstra W, Stryhn H, Zadoks RN. Somatic cell count during and between milkings. *J Dairy Sci.* 2007;90(8):3733-3741.
35. Najafi NM, Mortazavi SA, Koocheki A, Khorami J, Rekik B. Fat and protein contents, acidity and somatic cell counts in bulk milk of Holstein cows in the Khorosan Razavi Province, Iran. *Inter J Dairy Tech.* 2009;62(1):19-26.
36. Harmon RJ. Physiology of mastitis and factors affecting somatic cell counts. *J Dairy Sci.* 1994;77(7):2103-2112.

37. Verdi RJ, Barbano DM. Effect of coagulants, somatic cell enzymes, and extracellular bacterial enzymes on plasminogen activation. *J Dairy Sci.* 1991;74(3):772-782.
38. Ismail B, Nielsen SS. Invited review: Plasmin protease in milk: Current knowledge and relevance to dairy industry. *J Dairy Sci.* 2010;93(11):4999-5009.
39. Bueno VFF, Mesquita AJ, Nicolau ES, Oliveira NA, Oliveira JP, Neves RBS, Mansur JRG, Thomaz LW. Contagem celular somática: relação com a composição centesimal do leite e período do ano no Estado de Goiás. *Ciênc Rural.* 2005;35(4):848-854.
40. Wattiaux, MA, Armentano LE. Carbohydrate metabolism in dairy cows. Babcock Institute for International Dairy Research and Development. University of Wisconsin-Madison. Dairy Essentials. p.9-12. [acesso 20 Julho 2016]. Disponível em: <https://kb.wisc.edu/images/group226/52745/3.CarbohydrateMetabolismInDairyCows.pdf>
41. Wattiaux, MA. Milk composition and nutritional value. Babcock Institute for International Dairy Research and Development. University of Wisconsin-Madison. Dairy Essentials. p.73-76. [acesso 20 Julho 2016]. Disponível em: https://kb.wisc.edu/images/group226/52745/de_19.en.pdf
42. Botaro BG, Lima YVR, Aquino AA, Fernandes RHR, Garcia JF, Santos MV. Effect of beta-lactoglobulin polymorphism and seasonality on bovine milk composition. *J Dairy Res.* 2008;75(2):176-181.
43. Botaro BG, Lima YVR, Cortinhas CS, Silva LFP, Rennó FP, Santos MV. Effect of the kappa-casein gene polymorphism, breed and seasonality on physicochemical characteristics, composition and stability of bovine milk. *R Bras Zootec.* 2009;38(12):2447-2454.
44. Pereira AR, Machado PF, Barancelli G, Silva LVF. Contagem de células somáticas e qualidade do leite. *Rev dos Criadores.* 1997;67(807):19-21.
45. Auldish MJ, Coats S, Rogers GL, McDowell GH. Changes in the composition of milk from healthy and mastitic dairy cows during the lactation cycle. *Austr J Exp Agric.* 1994;35(4):427-436.
46. Shuster DE, Harmon RJ, Jackson JA, Hemken RW. Suppression of milk production during endotoxin-induced mastitis. *J Dairy Sci.* 1991;74(11):3763-74.
47. Montanhini MTM, Moraes DHM, Neto RM. Influência da contagem de células somáticas sobre os componentes do leite. *Rev Inst Laticínios Cândido Tostes.* 2013;68(392):18-22.
48. Dias M, Assis ACF, Nascimento VA, Saenz EAC, Lima LA. Sazonalidade dos componentes do leite e o programa de pagamento por qualidade. *Enciclopédia biosfera, Centro Científico Conhecer – Goiânia.* 2015;11(21):1712-1727.
49. Andrade KD, Rangel AHN, Araújo VM, Henrique Rocha de Medeiros HR, Bezerra KC, Bezerril RF, Lima Júnior DM. Qualidade do leite bovino nas diferentes estações do ano no estado do Rio Grande do Norte. *R Bras Ciênc Vet.* 2014;21(3):213-216.

50. Rosa DC, Trentin JM, Pessoa GA, Silva CAM, Rubin MIB. Qualidade do leite em amostras individuais e de tanque de vacas leiteiras. *Arq Inst Biol.* 2012;79(4):485-493.

51. Reis GL, Alves AA, Lana AMQ, Coelho SG, Souza MR, Cerqueira MMOP, Penna CFAM, Mendes EDM. Procedimentos de coleta de leite cru individual e sua relação com a composição físico-química e a contagem de células somáticas. *Ciênc Rural.* 2007;37(4):1134-1138.

APÊNDICE A – Processo de seleção do modelo para a gordura.

	Modelo	Teste	GL	F	Valor-p¹
1	Nulo	Ano + Época + Meso	5	144,52	0,000
2	Ano + Época + Meso	Ano:Época	1	0,05	0,830
3	Ano + Época + Meso	Ano:Meso	3	1,11	0,345
4	Ano + Época + Meso	Época:Meso	3	15,92	0,000
5	Ano + Época + Meso + Época:Meso	Ano:Época	1	0,02	0,892
6	Ano + Época + Meso + Época:Meso	Ano:Meso	3	1,51	0,211
7	Ano + Época + Meso + Época:Meso + Ano:Meso	Ano:Época	1	0,01	0,907
8	Ano + Época + Meso + Época:Meso + Ano:Meso + Ano:Época	Ano:Época:Mesmo	3	1,39	0,244

¹Teste da Razão de Verossimilhança.

APÊNDICE B – Processo de seleção do modelo para a proteína.

	Modelo	Teste	GL	F	Valor-p¹
1	Nulo	Ano + Época + Meso	5	128,14	0,000
2	Ano + Época + Meso	Ano:Época	1	0,08	0,773
3	Ano + Época + Meso	Ano:Meso	3	4,77	0,003
4	Ano + Época + Meso	Época:Meso	3	3,50	0,015
5	Ano + Época + Meso + Época:Meso	Ano:Época	1	0,11	0,742
6	Ano + Época + Meso + Época:Meso	Ano:Meso	3	4,81	0,002
7	Ano + Época + Meso + Época:Meso + Ano:Meso	Ano:Época	1	0,12	0,731
8	Ano + Época + Meso + Época:Meso + Ano:Meso + Ano:Época	Ano:Época:Mesmo	3	0,21	0,889

¹Teste da Razão de Verossimilhança.

Comparação das épocas e das Mesorregiões em cada ano para o modelo da proteína.

Fonte	2011			2012			2013			2014		
	β	EP (β)	Valor-p¹									
Norte												
Noroeste	0,042	0,028	0,139	0,057	0,021	0,008	0,072	0,021	0,001	0,087	0,027	0,001
Centro	-0,047	0,027	0,085	-0,037	0,020	0,073	-0,027	0,020	0,181	-0,017	0,026	0,523
Sul	-0,028	0,027	0,299	-0,027	0,020	0,183	-0,026	0,020	0,187	-0,025	0,026	0,327
Chuva												
Noroeste												
Centro	-0,089	0,011	0,000	-0,094	0,008	0,000	-0,099	0,009	0,000	-0,104	0,012	0,000
Sul	-0,070	0,010	0,000	-0,084	0,008	0,000	-0,098	0,008	0,000	-0,112	0,011	0,000
Centro												
Sul	0,019	0,007	0,004	0,010	0,005	0,050	0,001	0,005	0,903	-0,008	0,007	0,205
Norte												
Noroeste	0,057	0,027	0,036	0,072	0,020	0,000	0,087	0,021	0,000	0,102	0,028	0,000
Centro	-0,066	0,026	0,011	-0,055	0,020	0,005	-0,045	0,020	0,022	-0,035	0,026	0,181
Sul	-0,030	0,025	0,236	-0,029	0,019	0,129	-0,028	0,020	0,148	-0,027	0,026	0,295
Seca												
Noroeste												
Centro	-0,122	0,011	0,000	-0,127	0,009	0,000	-0,132	0,009	0,000	-0,138	0,011	0,000
Sul	-0,087	0,011	0,000	-0,101	0,008	0,000	-0,115	0,008	0,000	-0,130	0,011	0,000
Centro												
Sul	0,035	0,007	0,000	0,026	0,005	0,000	0,017	0,005	0,001	0,008	0,007	0,221

β= coeficientes da regressão; E.P= Erro padrão; Significância em 5% ($p^1 < 0,05$) pelo Teste de Wald.

APÊNDICE C – Processo de seleção do modelo para a lactose.

Modelo	Teste	GL	F	Valor-p ¹
1 Nulo	Ano + Época + Meso	5	162,42	0,000
2 Ano + Época + Meso	Ano:Época	1	0,56	0,456
3 Ano + Época + Meso	Ano:Meso	3	3,84	0,009
4 Ano + Época + Meso	Época:Meso	3	8,23	0,000
5 Ano + Época + Meso + Época:Meso	Ano:Época	1	0,62	0,431
6 Ano + Época + Meso + Época:Meso	Ano:Meso	3	3,97	0,008
7 Ano + Época + Meso + Época:Meso + Ano:Meso	Ano:Época	1	0,60	0,440
8 Ano + Época + Meso + Época:Meso + Ano:Meso + Ano:Época	Ano:Época:Mesmo	3	1,00	0,394

¹Teste da Razão de Verossimilhança.

Comparação das Mesorregiões em cada ano para o modelo da lactose.

Fonte	2011			2012			2013			2014		
	β	EP (β)	Valor-p ¹	β	EP (β)	Valor-p ¹	β	EP (β)	Valor-p ¹	β	EP (β)	Valor-p ¹
Norte												
Noroeste	0,008	0,019	0,675	0,032	0,015	0,028	0,056	0,014	0,000	0,080	0,019	0,000
Centro	-0,071	0,019	0,000	-0,052	0,014	0,000	-0,034	0,014	0,013	-0,015	0,018	0,392
Sul	-0,063	0,018	0,001	-0,048	0,014	0,001	-0,033	0,013	0,015	-0,017	0,017	0,318
Chuva												
Noroeste												
Centro	-0,079	0,007	0,000	-0,084	0,006	0,000	-0,089	0,006	0,000	-0,095	0,008	0,000
Sul	-0,071	0,007	0,000	-0,080	0,005	0,000	-0,088	0,005	0,000	-0,097	0,007	0,000
Centro												
Sul	0,007	0,004	0,106	0,004	0,003	0,232	0,001	0,003	0,801	-0,002	0,005	0,613
Norte												
Noroeste	-0,065	0,018	0,000	-0,042	0,014	0,003	-0,018	0,014	0,207	0,006	0,019	0,749
Centro	-0,116	0,018	0,000	-0,098	0,013	0,000	-0,080	0,013	0,000	-0,061	0,018	0,001
Sul	-0,105	0,017	0,000	-0,090	0,013	0,000	-0,075	0,013	0,000	-0,060	0,018	0,001
Seca												
Noroeste												
Centro	-0,051	0,008	0,000	-0,056	0,006	0,000	-0,062	0,006	0,000	-0,067	0,008	0,000
Sul	-0,040	0,007	0,000	-0,049	0,005	0,000	-0,057	0,005	0,000	-0,066	0,007	0,000
Centro												
Sul	0,011	0,005	0,017	0,008	0,003	0,024	0,005	0,003	0,170	0,002	0,004	0,735

β = coeficientes da regressão; E.P= Erro padrão; Significância em 5% ($p^1 < 0,05$) pelo Teste de Wald.

APÊNDICE D – Processo de seleção do modelo para o ESD.

Modelo		Teste	GL	F	Valor-p ¹
1	Nulo	Ano + Época + Meso	5	159,86	0,000
2	Ano + Época + Meso	Ano:Época	1	11,97	0,001
3	Ano + Época + Meso	Ano:Meso	3	9,97	0,000
4	Ano + Época + Meso	Época:Meso	3	2,88	0,035
5	Ano + Época + Meso + Ano:Época	Ano:Meso	3	10,00	0,000
6	Ano + Época + Meso + Ano:Época	Época:Meso	3	2,90	0,033
7	Ano + Época + Meso + Ano:Meso	Época:Meso	3	3,13	0,025
8	Ano + Época + Meso + Ano:Época + Ano:Meso	Época:Meso	3	3,15	0,024
8	Ano + Época + Meso + Ano:Época + Época:Meso	Época:Meso	3	10,25	0,000
8	Ano + Época + Meso + Ano:Meso + Época:Meso	Época:Meso	1	12,14	0,000
9	Ano + Época + Meso + Ano:Época + Ano:Meso + Época:Meso	Ano:Época:Mesmo	3	0,25	0,863

¹Teste da Razão de Verossimilhança.

Comparação das épocas e das Mesorregiões em cada ano para o modelo do ESD.

Fonte	2011			2012			2013			2014			
	β	EP (β)	Valor-p ¹	β	EP (β)	Valor-p ¹	β	EP (β)	Valor-p ¹	β	EP (β)	Valor-p ¹	
Norte	Chuva												
	Seca	0,032	0,036	0,368	0,045	0,035	0,204	0,057	0,035	0,103	0,070	0,036	0,049
Noroeste	Chuva												
	Seca	-0,028	0,014	0,050	-0,016	0,014	0,249	-0,003	0,014	0,830	0,010	0,015	0,501
Centro	Chuva												
	Seca	-0,032	0,009	0,001	-0,020	0,008	0,011	-0,007	0,008	0,369	0,006	0,009	0,533
Sul	Chuva												
	Seca	-0,009	0,007	0,244	0,004	0,005	0,460	0,017	0,005	0,002	0,029	0,007	0,000
Chuva	Norte												
	Noroeste	0,040	0,038	0,290	0,091	0,029	0,001	0,142	0,028	0,000	0,193	0,036	0,000
	Centro	-0,130	0,036	0,000	-0,098	0,027	0,000	-0,066	0,027	0,013	-0,034	0,035	0,326
	Sul	-0,105	0,036	0,003	-0,086	0,027	0,002	-0,067	0,026	0,011	-0,048	0,034	0,165
	Noroeste												
Seca	Centro	-0,170	0,015	0,000	-0,189	0,011	0,000	-0,208	0,012	0,000	-0,227	0,015	0,000
	Sul	-0,145	0,014	0,000	-0,177	0,010	0,000	-0,209	0,011	0,000	-0,241	0,014	0,000
	Centro												
	Sul	0,025	0,009	0,004	0,012	0,007	0,068	-0,001	0,007	0,917	-0,013	0,009	0,132
	Norte												
Seca	Noroeste	-0,020	0,036	0,579	0,031	0,027	0,260	0,082	0,028	0,003	0,133	0,037	0,000
	Centro	-0,194	0,035	0,000	-0,162	0,026	0,000	-0,130	0,026	0,000	-0,098	0,035	0,005
	Sul	-0,146	0,034	0,000	-0,127	0,026	0,000	-0,107	0,026	0,000	-0,088	0,035	0,012
	Noroeste												
	Centro	-0,174	0,015	0,000	-0,193	0,012	0,000	-0,212	0,011	0,000	-0,231	0,015	0,000
Seca	Sul	-0,126	0,014	0,000	-0,158	0,011	0,000	-0,189	0,011	0,000	-0,221	0,014	0,000
	Centro												
Seca	Sul	0,048	0,009	0,000	0,036	0,007	0,000	0,023	0,007	0,001	0,010	0,009	0,250

β = coeficientes da regressão; E.P= Erro padrão; Significância em 5% ($p^1 < 0,05$) pelo Teste de Wald.

APÊNDICE E – Processo de seleção do modelo para o EST.

	Modelo	Teste	GL	F	Valor-p¹
1	Nulo	Ano + Época + Meso	5	68,59	0,000
2	Ano + Época + Meso	Ano:Época	1	2,43	0,119
3	Ano + Época + Meso	Ano:Meso	3	1,03	0,378
4	Ano + Época + Meso	Época:Meso	3	8,75	0,000
5	Ano + Época + Meso + Época:Meso	Ano:Época	1	2,64	0,104
6	Ano + Época + Meso + Época:Meso	Ano:Meso	3	1,08	0,356
7	Ano + Época + Meso + Época:Meso + Ano:Meso	Ano:Época	1	2,71	0,100
8	Ano + Época + Meso + Época:Meso + Ano:Meso + Ano:Época	Ano:Época:Mesmo	3	0,55	0,650

¹Teste da Razão de Verossimilhança.

CAPÍTULO 3 – *CLUSTERS* DA COMPOSIÇÃO QUÍMICA DO LEITE REFRIGERADO NOS PERÍODOS DE CHUVA E SECA NAS MESORREGIÕES DO ESTADO DE GOIÁS

Resumo: O Estado de Goiás se destaca no cenário nacional como grande produtor agropecuário, sendo a pecuária de leite um dos principais segmentos da atividade. Estudos para identificar *clusters*, ou seja, aglomerados, podem indicar o estabelecimento das diferenças regionais e auxiliar no manejo dos rebanhos dessas regiões. Objetivou-se avaliar a ocorrência de *clusters* da composição química do leite refrigerado em bacias leiteiras do Estado de Goiás nos períodos chuvoso e seco dos anos de 2011 a 2014. Foram avaliados 17.393 dados da composição química do leite extraídos do banco de dados do Laboratório de Qualidade do Leite. Foram elaborados mapas de distribuição espacial da composição química do leite, utilizando recursos geoestatísticos, cujo princípio seguiu o método de interpolação de dados chamado de Krigagem. Para identificar os *clusters*, que representam as informações geográficas agrupadas em valores próximos, foi utilizado o SIG ArcGIS 10.1[®] com a ferramenta *Cluster and Outlier Analysis (Anselin Local Moran's I)*, contida na ferramenta *Spatial Statistic*. A composição química do leite apresentou comportamento sazonal e regional, sendo relativamente superior no período seco (outono/inverno) e mais densa em bacias leiteiras tradicionais. A análise espacial da cadeia leiteira Goiana demonstrou que a produção de leite se concentra principalmente na porção Sul do Estado, fato este, que atesta a importância da produção setorial dessa região.

Palavras-Chave: Aglomerados; geoestatística; qualidade do leite; sazonalidade.

CHAPTER 3 – *CLUSTERS* CHEMICAL COMPOSITION OF THE REFRIGERATED MILK DURING THE PERIODS RAINY AND DRY IN THE MESOREGIONS THE STATE OF GOIÁS

Abstract: The State of Goiás stands out on the national stage as a major agricultural producer, and the dairy farming is one of the main segments of the activity. Studies to identify *clusters*, may indicate the establishment of regional differences and assist in the management of herds in those regions. This study aimed to evaluate the occurrence of *clusters* of the chemical composition of the refrigerated milk in dairy basins of the State of Goiás in the rainy and dry seasons of the years 2011 to 2014. We evaluated 17,393 data of milk chemical composition extracted from the database of the Milk Quality Laboratory. Spatial distribution maps of milk chemical composition were made, using a geostatistical resource whose principle followed Kriging data interpolation method. To identify *clusters* that represent the geographic information grouped into similar values, we used the GIS ArcGIS 10.1[®] with *Cluster and Outlier Analysis tool (Anselin Local Moran's I)* contained in the *Spatial Statistic* tool. The chemical composition of milk had seasonal and regional behavior, being relatively higher in the dry season (fall/winter) and denser in traditional dairy regions. Spatial analysis of the dairy chain in Goiás showed that milk production is concentrated mainly in the southern portion of the state, a fact that attests to the importance of industry production of this region.

Keywords: *Clusters*; geostatistical; milk quality; seasonality.

INTRODUÇÃO

A composição do leite varia com as estações do ano, fase da lactação, nutrição, estado de saúde das vacas, intervalo de ordenha e fatores genéticos¹. Dos constituintes do leite, a gordura é o componente que tem a maior amplitude de variação, sendo mais sensível às mudanças, as alterações do teor de proteínas são menos significativas, já o teor de lactose é o que menos oscila².

Segundo a classificação de Köppen-Geiger³, o clima do Estado de Goiás é Tropical. No outono as temperaturas são mais amenas, sendo uma estação de transição entre o verão e o inverno, no outono verificam-se características de ambas as estações. No inverno, que compreende os meses de junho, julho e agosto, as temperaturas também são amenas, este trimestre é considerado o menos chuvoso do ano. Já na primavera, as chuvas passam a ser mais intensas e frequentes marcando o período de transição entre a estação seca e a estação chuvosa, o verão é marcado por chuvas de curta duração e forte intensidade⁴.

Esses períodos do ano são caracterizados pela escassez e abundância de forragem, fatores que interferem diretamente na produção e qualidade química do leite, principalmente nos sistemas menos especializados, onde há menor preocupação com o manejo alimentar dos animais.

O Estado de Goiás se destaca no cenário nacional como grande produtor agropecuário, sendo a pecuária de leite um dos principais segmentos da atividade, dada a sua importância econômica e social, além disso, a produção de leite está distribuída por todo o Estado e a heterogeneidade do processo produtivo é marcante, sendo assim, análises da concentração espacial para a geração de um banco de dados geográficos são relevantes⁵.

Estudos para identificar *clusters*, ou seja, aglomerados, podem indicar o estabelecimento das diferenças regionais e auxiliar no manejo dos rebanhos dessas regiões⁶. Tais estudos vêm apresentando crescente utilização por parte dos pesquisadores devido à disponibilidade dos Sistemas de Informações Geográficas (SIG) de baixo custo e recentes avanços metodológicos no campo da estatística⁷.

O SIG permite visualizar, analisar e interpretar os dados para compreender as relações, padrões e tendências⁸, permite a visualização espacial de variáveis como população de indivíduos, índice de qualidade de vida ou ocorrência de doenças numa região por meio de mapas. Além disso, podem-se observar padrões espaciais dos fenômenos⁹.

A avaliação temporal e espacial de indicadores da qualidade do leite poderá auxiliar a iniciativa pública e privada na tomada de decisões, no que diz respeito à definição

de estratégias no âmbito de região, voltadas para a melhoria da qualidade do leite. A identificação de áreas com matéria prima diferenciada pode proporcionar maior competitividade para as indústrias de lácteos no mercado interno e externo¹⁰.

À vista disso, objetivou-se avaliar a ocorrência de *clusters* da composição química (gordura, proteína, lactose, extrato seco desengordurado (ESD) e extrato seco total (EST)) do leite refrigerado em bacias leiteiras do Estado de Goiás nos períodos chuvoso e seco dos anos de 2011 a 2014.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de abrangência do estudo

A distribuição espacial dos dados que compuseram o universo amostral foi realizada segundo a divisão Regional do Brasil em Mesorregiões, que no Estado de Goiás são divididas em cinco Mesorregiões. As Mesorregiões avaliadas nesta pesquisa foram Norte, Noroeste, Centro e Sul Goiano (Figura 1), a Mesorregião Leste Goiano não foi avaliada, pois não foi possível relacionar os pontos geográficos com os produtores dessa região. Os dados da composição química do leite composta por gordura, proteína, lactose, ESD e EST foram avaliados nos períodos chuvoso e seco.

Descrição do objeto de estudo

O estudo foi realizado a partir da análise de dados extraídos do banco de dados do Laboratório de Qualidade do Leite do Centro de Pesquisa em Alimentos da Escola de Veterinária e Zootecnia da Universidade Federal de Goiás (UFG). Os dados da composição química do leite, para estruturação do banco de dados, foram obtidos a partir dos resultados das análises do leite provindo de propriedades rurais que fornecem a matéria prima às indústrias de laticínios do Estado de Goiás, sob Inspeção Federal do MAPA.

Foram avaliados 17.393 dados da composição química do leite refrigerado nos anos de 2011 (4.250 dados), 2012 (4.591 dados), 2013 (4.364 dados) e 2014 (4.188), em 401 propriedades rurais localizadas em 27 municípios goianos (Figura 1), durante os quatro anos analisados. Foram excluídos dados discrepantes e/ou com erros de análise, por isso observa-se desbalanceamento dos dados durante os anos avaliados.

Informações como: nome completo do proprietário da fazenda, código de endereçamento postal (CEP) do município de localização da propriedade amostrada, cadastro

de pessoa física (CPF) do proprietário da fazenda, código de identificação do proprietário da fazenda na indústria, identificação da rota de coleta de leite, coordenadas geográficas (latitude e longitude), ano, mês, entre outros, foram tabulados para estruturação do banco de dados.

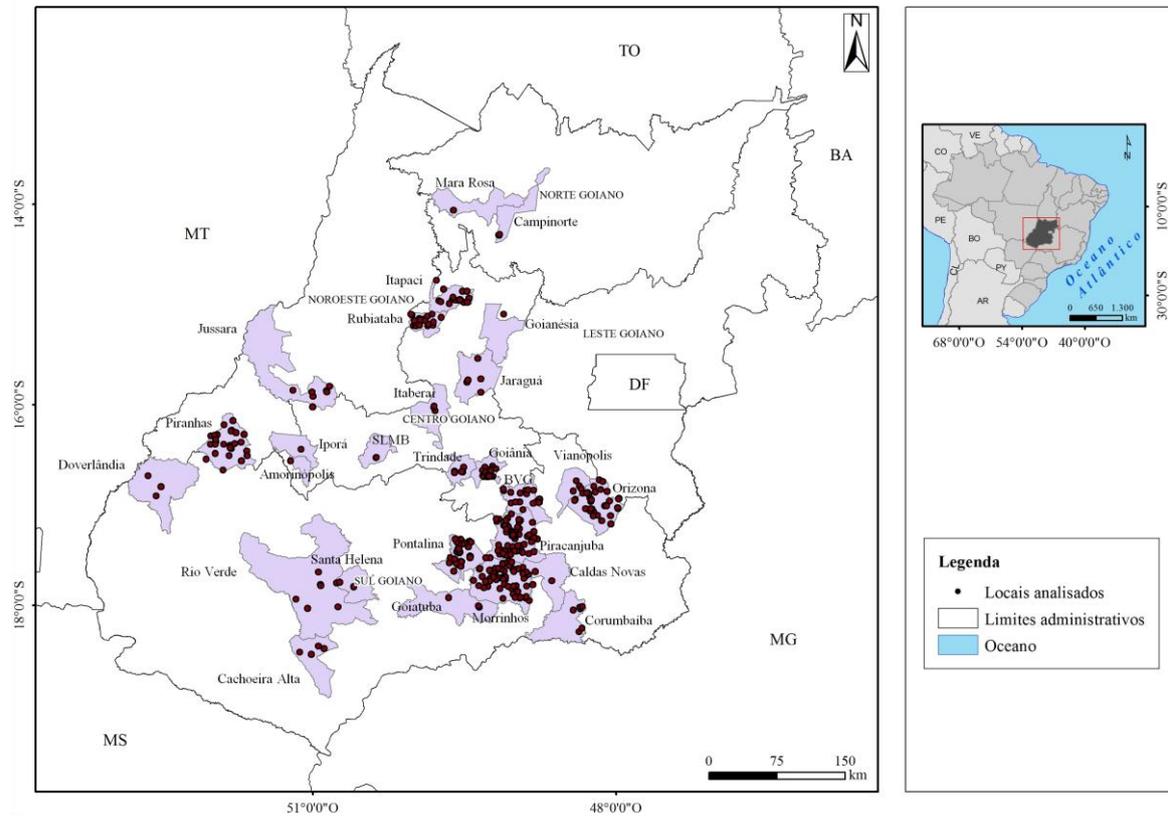


FIGURA 1 – Divisão regional e municípios do Estado de Goiás.

Fonte: Adaptado do IMB – Instituto Mauro Borges de Estatísticas e Estudos Socioeconômicos, (2016).

SLMB= São Luis de Montes Belos; BVG= Bela Vista de Goiás.

Coleta das amostras de leite

Os procedimentos de coleta das amostras de leite que compuseram o universo amostral deste estudo foram realizados de acordo com as descrições da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA)¹¹. As amostras de leite foram coletadas em francos individuais contendo uma pastilha de conservante (Bronopol[®]) no seu interior. Esse conservante é usado para garantir que as amostras de leite mantenham sua integridade e características desde o momento da coleta até a realização da análise no laboratório.

Após a coleta, de acordo com a IN n° 62/2011 do MAPA¹², as amostras de leite foram acondicionadas em caixas isotérmicas com gelo reciclável (temperatura entre 1°C e 10°C) e encaminhadas ao laboratório. No laboratório as amostras passaram por seleção, seguindo os critérios de aceitação ou rejeição, em que foram considerados, a temperatura

adequada para transporte, presença de conservantes e estado físico¹³. As informações dos produtores foram cadastradas e disponibilizadas etiquetas adesivas com código de barras, utilizadas para a identificação das amostras de leite.

Análise eletrônica das amostras de leite

A determinação da composição química do leite (gordura, proteína, lactose e EST) foi realizada no equipamento Milkoscan 4000 (FOSS) e no Lactoscope (Delta) pelo método de infravermelho próximo – Infra-red, de acordo com a ISO-IDF¹⁴. A determinação do ESD foi realizada por cálculo diferencial. Os resultados foram expressos em porcentagem (%).

Análise Geoestatística dos dados

Para realização desta pesquisa foi utilizado o Laboratório de Geoinformação da Regional da UFG em Jataí-GO¹⁵. Para a espacialização dos dados, foi utilizado o método Krigagem, no SIG ArcGIS 10.1[®], através da extensão Geostatistical Analyst.

Os mapas de *clusters* representam as informações geográficas agrupadas em valores próximos. Para elaborar os agrupamentos, ou seja, os *clusters*, foi utilizada a análise de estatística espacial segundo a dispersão de Moran I, no SIG ArcGIS 10.1[®], utilizou-se a ferramenta *Cluster and Outlier Analysis (Anselin Local Moran's I)*, contida na ferramenta *Spatial Statistic*. Com os mapas de *clusters* também foi possível analisar os *outliers*, ou seja, os valores que não são possíveis de serem agrupados, casos atípicos, pois apresentam valores distintos em suas proximidades.

Na representação espacial, essa função resultou na tipologia de padrões COType: HH: alta-alta (agrupamento de valores altos e próximos); LL: baixa-baixa (agrupamento de valores baixos e próximos); HL: alta-baixa (*outliers* de valores altos que não se agrupam, pois se encontram em meio a valores baixos) e LH: baixa-alta (*outliers* de valores baixos que não se agrupam, pois se encontram em meio a valores altos). Valores não significativos foram aqueles que não se enquadraram nos agrupamentos, pois apresentaram níveis variados assim como os valores dos vizinhos.

Para a delimitação do intervalo de classes de todas as variáveis nos mapas, seguiu-se o seguinte padrão, intervalos regulares denominados de Quantis com 10 classes para cada parâmetro de análise.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A utilização de ferramentas que avaliam a variação da composição do leite entre Microrregiões, Mesorregiões e Estados no Brasil, ainda são escassas, sendo assim, os atributos geográficos relacionados à localização dos rebanhos e indicadores de qualidade do leite podem ser explorados em termos geoestatísticos, para análise e identificação de áreas (territórios) com características espaciais semelhantes. A produção leiteira, como todas as atividades agropecuárias, é influenciada pelas condições meteorológicas. Da mesma forma, a produção de alimentos para o rebanho também depende da precipitação pluviométrica e temperatura adequada. A chuva é uma variável meteorológica importante para previsão da oferta de leite, principalmente, em área de produção a pasto sem irrigação¹⁶.

Nota-se que existem no Estado de Goiás áreas com produção de leite com maior teor de gordura, entre 3,98 g.100 g⁻¹ a 4,27 g.100 g⁻¹ no período chuvoso e 4,14 g.100 g⁻¹ a 4,48 g.100 g⁻¹ no período seco, assim como áreas com produção de leite com menor percentual de gordura, entre 2,85 g.100 g⁻¹ a 3,14 g.100g⁻¹ e 2,93 g.100 g⁻¹ a 3,27 g.100 g⁻¹ nos períodos chuvoso e seco respectivamente (Figuras 2A e 2B).

No entanto, pelo método de Krigagem, apesar de ter havido diferenciação dos valores na legenda (tons de azul, verde, amarelo, laranja e vermelho) a significância foi muito baixa para ter capacidade de influenciar todo o mapa, por isso que em alguns mapas não se observa variação na tonalidade dessas cores. Porém, no ano de 2011 no período chuvoso (Figura 2A), nota-se que houve áreas com menor percentual de gordura, entre os municípios de Campinorte, Itapaci, Rubiataba, Iporá, Amorinópolis, Jussara, Piranhas e Doverlândia.

O leite destinado à indústria deve conter no mínimo 3% de gordura. Na indústria, a gordura dá origem à manteiga, ao creme de leite, sorvetes, entre outros, sendo o seu teor um dos responsáveis pelo diferencial no preço do leite pago ao produtor.

Dentre as Mesorregiões estudadas, no ano de 2011, o Centro e o Sul Goiano apresentaram *clusters* alta-alta, com média de 4,13 g.100 g⁻¹ de gordura no leite, sendo este *cluster* mais expressivo no Sul Goiano (Figura 2A). O desempenho do Sul Goiano pode ser decorrente da proximidade dos grandes centros, como o Triângulo Mineiro e São Paulo¹⁷, além disso, a Cooperativa Mista dos Produtores de Leite de Morrinhos (COMPLEM) também favoreceu a produção de leite na região, pois essa cooperativa faz investimentos na atividade leiteira, paga mais por litro de leite que seus concorrentes, além de atuar como estabilizadora dos preços dos insumos e de atuar na manutenção dos preços reais de venda dos produtos da cooperativa¹⁸.

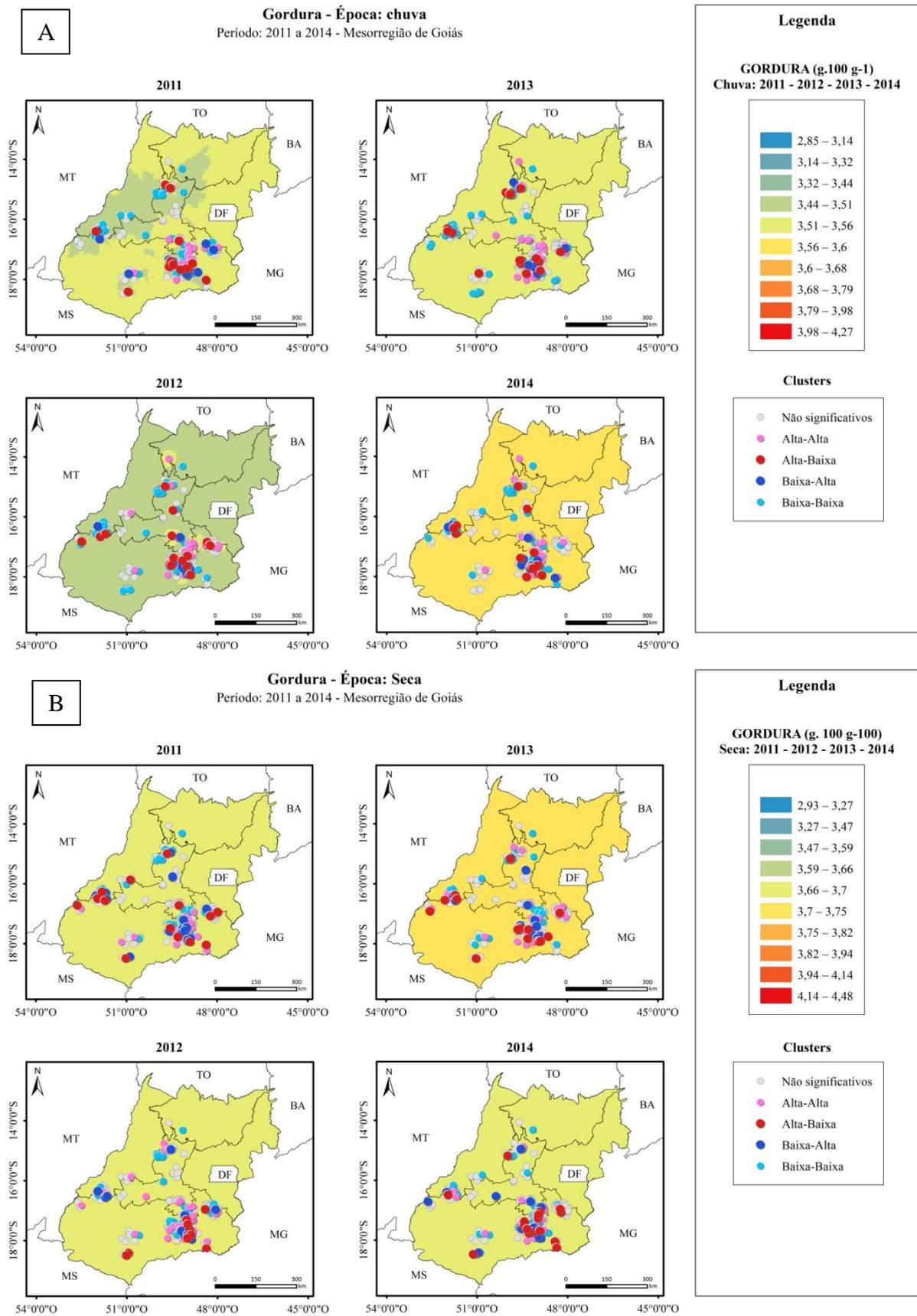


FIGURA 2 – (A) *Clusters* da gordura do leite refrigerado em Mesorregiões do Estado de Goiás no período chuvoso de 2011 a 2014. (B) *Clusters* da gordura do leite refrigerado em Mesorregiões do Estado de Goiás no período seco de 2011 a 2014.

Ainda na figura 2A no ano de 2011, o mapa de distribuição espacial apresentou 14 *clusters* alta-baixa, com teor médio de gordura de $4,05 \text{ g} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ em três áreas distintas, esse *cluster* é caracterizado por demonstrar valores altos de gordura, que não se encontram agrupados, pois sua vizinhança apresenta valores baixos. Esse *cluster* foi observado entre os municípios mais produtores das Mesorregiões Noroeste, Centro e Sul Goiano. Os níveis de produção alcançados por essas regiões são decorrentes do maior investimento na atividade e manejo melhorado realizado pelos produtores, uma vez, que a renda bruta da atividade leiteira é maior entre os grandes produtores, logo, os investimentos na atividade também são maiores, principalmente ao manejo alimentar¹⁹.

Segundo Gomes¹⁹ em estudo sobre a cadeia produtiva do leite em Goiás, com 500 produtores distribuídos em 16 Microrregiões, os grandes produtores (acima de 1.000 litros de leite por dia) representam apenas 4%, mas neste grupo, a adoção de tecnologias como rotação de pastagens, concentrado para vacas leiteiras, melhoramento genético e silagem é maior e mais frequente, desta forma, a ocorrência desse *cluster* pode estar relacionado a estes fatores.

O *cluster* baixa-alta, foi observado no Noroeste Goiano e em maior proporção no Sul Goiano, esse *cluster* demonstra valores baixos de gordura que não se agruparam, pois sua vizinhança apresentou valores altos. Já *clusters* baixa-baixa pôde ser observado em todas as Mesorregiões avaliadas, com percentual médio de $2,96 \text{ g} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ de gordura.

Em meio aos especializados, inúmeros pequenos produtores estão distribuídos por todo o território nacional e vivem da renda gerada na atividade, que ainda é vital para a agricultura familiar²⁰. Em Goiás esse grupo corresponde a 49%¹⁹ e o menor uso de tecnologias adotadas por esse grupo refleti na produção e qualidade do leite.

No período seco de 2011 (Figura 2B), a distribuição dos *clusters* foi semelhante ao período chuvoso, exceto o *cluster* baixa-alta, que além de ter sido observado no Noroeste e no Sul, foi encontrado também no Centro Goiano.

Já no ano de 2012 as quatro Mesorregiões avaliadas apresentaram *clusters* alta-alta, com média de $4,12 \text{ g} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ e baixa-baixa com percentual médio de $2,96 \text{ g} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ de gordura no leite, a maior concentração de *clusters* foi observada entre os municípios de Piracanjuba e Morrinhos (Figura 2A). Esses municípios estão situados na maior região produtora de leite do Estado, o Sul Goiano. É nessa região que devem ser encontrados rebanhos com maior aptidão leiteira, melhores condições de manejo e condições mais adequadas de alimentação, além de inúmeras indústrias, dentre estas grandes empresas.

No período seco, *clusters* alta-alta se apresentaram distribuídos em três áreas distintas (Noroeste, Centro e Sul Goiano) com teor médio de gordura de $4,27 \text{ g} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$,

enquanto que o *cluster* alta-baixa se expressou somente no Sul Goiano, em nove pontos diferentes, entre os municípios de Orizona, Piracanjuba, Morrinhos, Corumbá e Cachoeira Alta. Já o *cluster* baixa-baixa apresentou distribuição entre todas as Mesorregiões do Estado de Goiás avaliadas neste estudo, com média de 3,11 g.100 g⁻¹ (Figura 2B).

O Estado de Goiás é o quarto maior produtor de leite do Brasil e a Mesorregião Sul Goiano ocupa o primeiro lugar na produção de leite do Estado, seguido pelo Centro, Leste, Noroeste e Norte Goiano. As duas maiores Microrregiões produtoras de leite do Estado estão localizadas no Sul Goiano, sendo estas, Meia Ponte e Sudoeste de Goiás e 50,94% dos empregos dessa região estão concentrados na agropecuária. O município de Piracanjuba situado na Microrregião Meia Ponte é o segundo maior produtor de leite do Brasil²¹. Diante dessas informações, justifica-se a maior concentração de *clusters* no Sul Goiano, uma vez que as principais bacias leiteiras estão situadas nesta área.

Em 2013, produção de leite com elevado teor de gordura, representado pelo *cluster* alta-alta foi observado no Norte, em um único ponto, no município de Mara Rosa, no Centro e no Sul Goiano, com média de 4,19 g.100 g⁻¹. Em todas as Mesorregiões avaliadas foram encontrados *clusters* baixa-baixa, em menor proporção, com média de 2,92 g.100 g⁻¹ (Figura 2A). No período seco (Figura 2B) no Noroeste, Centro e Sul Goiano foram observados *clusters* alta-alta; alta-baixa e baixa-alta, enquanto o *cluster* baixa-baixa, apresentou distribuição por todas as Mesorregiões avaliadas, sendo neste período o mais expressivo, com média de 3,16 g.100 g⁻¹.

Com relação ao ano de 2014 (Figura 2A) *clusters* alta-alta foram observados nas Mesorregiões Norte, Centro e em maior concentração no Sul Goiano, na Microrregião Meia Ponte, com média de 4,11 g.100 g⁻¹, *clusters* alta-baixa e baixa-alta foram encontrados em três áreas distintas, enquanto o *cluster* baixa-baixa foi diagnosticado em todas as regiões estudadas, com percentual médio de 2,92 g.100 g⁻¹. No período seco (Figura 2B) foram encontrados *clusters* alta-alta no Noroeste, Centro e Sul Goiano com percentual médio de gordura de 4,32 g.100 g⁻¹, nessas mesmas regiões também foram observados *clusters* alta-baixa e baixa-alta em 16 pontos diferentes. Já o baixa-baixa foi constatado em todas as regiões avaliadas, com média de 3,06 g.100 g⁻¹, sendo o *cluster* mais expressivo nesta época do ano.

Os percentuais de gordura do leite refrigerado do Estado de Goiás foram superiores na época da seca dos quatro anos avaliados, no período chuvoso houve áreas onde o teor de gordura representado pelo *cluster* baixa-baixa não se enquadrou nos limites mínimos estipulados pela IN 62/2011, que é de 3,0 g.100 g⁻¹.

Essa diminuição da gordura no período chuvoso pode ter sido ocasionada pelas deficiências de procedimentos de higiene e ocorrência de mastite, mais frequentes no período de chuva, devido às condições ambientais. Tal afirmação foi constatada por Neves¹³, que observou que ao longo dos anos de 2012, 2013 e 2014 em Goiás, a CBT e a CCS apresentaram variação sazonal, sendo as menores médias detectadas no período de seca e as maiores no período de chuva.

Os principais mecanismos pelos quais ocorre modificação nas concentrações dos componentes do leite com a elevação dos níveis de CCS, são as lesões às células do epitélio secretor decorrente da mastite²², o que resulta em diminuição da síntese e conseqüentemente alteração da concentração dos componentes lácteos²³.

Além disso, embora represente menos de 10% da microbiota inicial em condições adequadas de higiene, a população de psicrotróficos pode alcançar níveis elevados com uma condição higiênica precária e/ou com elevado número de células somáticas²⁴. Além da capacidade de desenvolverem-se às temperaturas de refrigeração, bactérias psicrotróficas possuem habilidade de produzir enzimas hidrolíticas, proteases, lipases e fosfolipases que hidrolisam respectivamente a proteína e a gordura do leite²⁵.

A pecuária leiteira é um dos setores mais sensíveis às variações do clima e pode ser afetada direta e indiretamente pelas mudanças climáticas, por meio da redução da disponibilidade e aumento dos preços de grãos, pela alteração na distribuição de pragas e doenças e pela diminuição da produção e qualidade de plantas forrageiras.

De uma maneira mais direta, em termos de produção de leite, essas mudanças podem diminuir a eficiência dos processos de perda de calor pelo animal²⁶, resultando em intensificação do estresse térmico, que pode promover reduções no consumo alimentar, na reprodução, na gestação, na lactação e conseqüentemente, na eficiência produtiva das vacas leiteiras²⁷. Desta forma, quaisquer alterações nesses fatores podem modificar a zona de termoneutralidade e provocar desconforto ao animal.

Uma vez, que os seres vivos de um modo geral necessitam de condições climáticas ótimas para crescimento e desenvolvimento e para que esses processos ocorram dentro da normalidade é necessário que estes estejam dentro de sua zona de conforto térmico. O que segundo Pereira²⁸ corresponde aos limites de temperatura em que o animal encontra-se em conforto térmico, com ótimo desempenho produtivo, sem fazer uso de seus dispositivos termorreguladores para se ajustar às condições ambientais.

Semelhante ao observado neste estudo, Roma Junior et al.²⁹ verificaram maior teor de gordura (3,65 g.100 g⁻¹) no outono, estes autores ainda relataram que nesta mesma

estação do ano, foi observada maior bonificação pela qualidade do leite produzido nos Estados de Minas Gerais e São Paulo. Teixeira et al.³⁰ também reportaram teores de gordura mais elevados nos meses de inverno (época seca) do que nos meses de verão (época chuvosa).

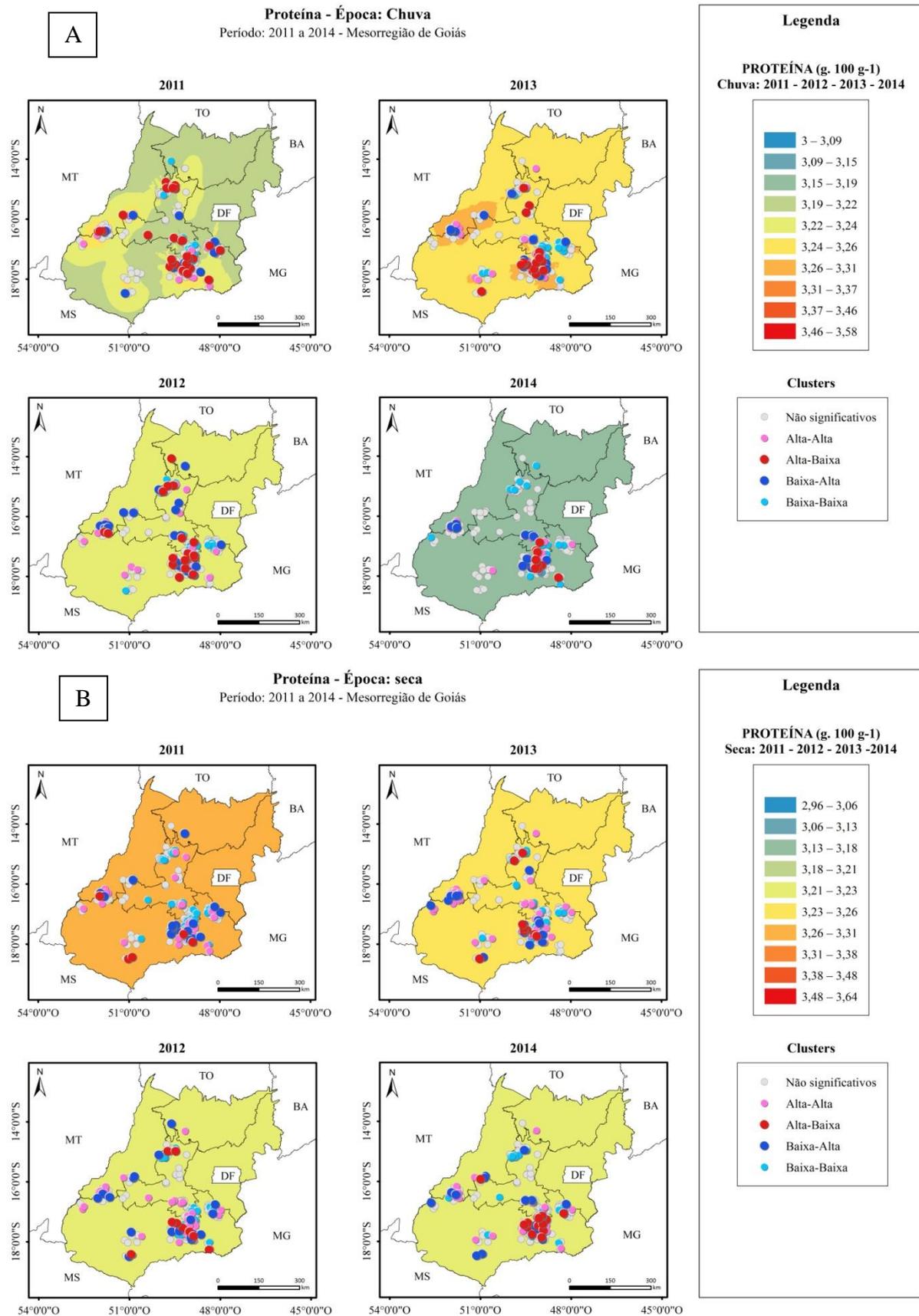
Já Fagan et al.³¹ ao contrário do observado nesta pesquisa, encontraram maior percentual de gordura na primavera (3,63 g.100 g⁻¹) e menor teor deste componente no outono (3,21 g.100 g⁻¹) e alegaram que as menores porcentagens de gordura do leite, no outono, podem ter sido influenciadas principalmente pela maior produtividade de leite observada neste estação, com média de 23,80 kg/dia.

Verifica-se que existem no Estado de Goiás áreas com produção de leite com elevado teor de proteína, entre 3,46 g.100 g⁻¹ a 3,58 g.100 g⁻¹ no período das águas e 3,48 g.100 g⁻¹ a 3,64 g.100 g⁻¹ no período seco, em contrapartida, existem também, áreas com produção de leite com baixo teor de proteína, entre 3,00 g.100 g⁻¹ a 3,09 g.100 g⁻¹ na época da chuva e 2,96 g.100 g⁻¹ a 3,06 g.100 g⁻¹ na época da seca (Figuras 3A e 3B).

Dentre os componentes do leite, as proteínas são as de maior valor para a industrialização. Os tratamentos de alta temperatura que o leite é submetido, só é possível devido à estabilidade elevada ao calor das principais proteínas do leite³².

Em 2011, somente na Mesorregião Norte Goiano não foi observado *cluster* alta-alta, nas demais regiões estudadas esse *cluster* foi encontrado, de forma mais intensa no Sul Goiano, com média de 3,51 g.100 g⁻¹. O Norte Goiano desde 2010 apresenta os menores níveis de produção de leite do Estado, grande parte dos municípios dessa Mesorregião possui baixa produtividade, o que pode ser justificado pela falta de controle da produção, fato que contribui para elevar as falhas de administração³³. Além disso, a produção de leite não é uma das principais atividades dessa região, no município de Campinorte, além da produção de leite a produção de soja, cana de açúcar, arroz e mel são atividades de destaque. Já no município de Mara Rosa a produção de açafrão é a principal atividade da agropecuária³⁴, justificando a menor frequência de *clusters* nessa Mesorregião.

Os *clusters* alta-baixa e baixa-alta também apresentaram distribuição entre as três regiões avaliadas, com maior expressão do *cluster* alta-baixa entre os municípios mais produtores, pelos aspectos já discutidos. O *cluster* baixa-baixa foi constatado nas Mesorregiões Norte, Centro e Sul Goiano, não sendo observado no Noroeste Goiano, com média de 2,94 g.100 g⁻¹ (Figura 3A). No período seco (Figura 3B) o *cluster* mais expressivo foi o denominado alta-alta com média de 3,62 g.100 g⁻¹ nas Mesorregiões Noroeste, Centro e Sul Goiano, seguido pelo *cluster* baixa-baixa com média de 2,98 g.100 g⁻¹, sendo este encontrado somente no Centro e Sul Goiano.



No período chuvoso de 2012 (Figura 3A) foram encontrados *clusters* alta-alta em três regiões do Estado de Goiás, com média de 3,46 g.100 g⁻¹ de proteínas no leite. Em todas as Mesorregiões avaliadas foram observados *clusters* alta-baixa e baixa-alta com média de 3,45 g.100 g⁻¹ e 2,96 g.100 g⁻¹, respectivamente. Já *clusters* baixa-baixa foram diagnosticados somente nas duas maiores regiões produtoras de leite do Estado, Centro e Sul Goiano. No período seco em todas as regiões estudadas (Figura 3B) os *clusters* alta-alta e baixa-alta foram observados, enquanto os *clusters* alta-baixa e baixa-baixa foram encontrados somente nas principais regiões produtoras de leite do Estado de Goiás.

A instabilidade na ocorrência dos *clusters* pode estar relacionada à permanência do sistema produtivo tradicional em alguns municípios do Estado. Esse sistema tradicional foi analisado por Gomes¹⁹, que verificou que a maioria dos produtores de leite em Goiás se dedica à atividade há muito tempo, o que facilita a estabilidade do negócio, mas dificulta o aumento da produtividade – os produtores resistem às mudanças tecnológicas.

Em 2013, nas quatro regiões estudadas o *cluster* alta-alta foi observado, com percentual médio de proteína de 3,53 g.100 g⁻¹, 17 *clusters* alta-baixa foram visualizados entre o Centro e Sul Goiano, com média de 3,50 g.100 g⁻¹, 16 *clusters* baixa-alta foram observados no Noroeste, Centro e Sul Goiano, enquanto o *cluster* baixa-baixa foi encontrado somente nas duas maiores Mesorregiões produtoras de leite do Estado, com média de 2,99 g.100 g⁻¹ de proteína no leite (Figura 3A). O mesmo comportamento ocorreu no período seco (Figura 3B).

As Mesorregiões Centro e Sul Goiano são as regiões mais produtoras do Estado de Goiás, onde se concentram as principais bacias leiteiras e o maior percentual de grandes produtores estão inseridos nessas regiões. De acordo com Gomes¹⁹, 72,10% dos produtores entrevistados relataram que as indústrias goianas que recebem o leite fazem o pagamento com bonificação por volume. Assim, a queda no preço do leite e na margem bruta por litro de leite leva o produtor a buscar maior volume de produção, procurando compensar a perda unitária com ganhos totais.

Ademais, os maiores produtores goianos possuem animais com maior grau de sangue holandês, que produzem maiores volumes de leite e menores percentuais de gordura. Nos estratos de maior produção, avaliados por Gomes¹⁹, predominaram os animais com grau de sangue de ¾ a 7/8 HZ (38,24%). A ocorrência de *clusters* baixa-baixa nessas regiões pode estar relacionado a estes fatores.

No período chuvoso de 2014 (Figura 3A), o mapa de distribuição espacial apresentou os quatro *clusters* distribuídos entre duas e três áreas avaliadas, com maior concentração no Sul Goiano. Percebe-se que a região Meia Ponte é relativamente mais produtiva. A produtividade mais elevada dessa região é explicada pela concentração de

diversas variáveis, que possuem relação direta com a produção agropecuária, além disso, os principais produtores de leite de Goiás, como Piracanjuba e Morrinhos estão localizados nessa Microrregião. A produção de leite é uma das principais atividades da agropecuária desses municípios³⁴. Morrinhos possui estrutura agroindustrial eficiente e bem estruturada, além dos investimentos realizados pela COMPLEM que induz o desenvolvimento da atividade¹⁸.

No período seco (Figura 3B), observa-se que os municípios com nível elevado e positivo de autocorrelação espacial, *clusters* alta-alta, estão concentrados na região Sul, demonstrando a importância da produção de leite no Sul Goiano, com percentual médio de proteína de 3,58 g.100 g⁻¹, no entanto, também percebe-se municípios com nível baixo de autocorrelação espacial, *clusters* baixa-baixa, distribuídos principalmente entre o Centro e Sul Goiano, com média de 2,97 g.100 g⁻¹, demonstrando a desigualdade da produção de leite no Estado. Os percentuais de proteína foram superiores no período seco dos anos avaliados, e se mantiveram dentro do preconizado pela legislação vigente (2,9 g.100 g⁻¹).

Resultados divergentes ao deste estudo foram observados por Roma Junior et al.²⁹ que relataram diminuição nos teores de proteína nos meses de julho a outubro, com os menores valores nos meses de setembro e outubro (3,07 g.100 g⁻¹). Já no estudo de Fagnani et al.³⁵ o teor de proteína não variou ao longo das estações. Conforme observado neste trabalho, Henrichs et al.³⁶ relataram menor teor de proteína no período das águas, com média de 3,05 g.100 g⁻¹ que nos períodos mais frios (3,14 g.100 g⁻¹).

No Estado de Goiás existem áreas com produção de leite com maior teor de lactose, entre 4,67 g.100 g⁻¹ a 4,76 g.100 g⁻¹ no período das águas e 4,64 g.100 g⁻¹ a 4,70 g.100 g⁻¹ no período seco, assim como áreas com produção de leite com menor teor de lactose, entre 4,19 g.100 g⁻¹ a 4,34 g.100 g⁻¹ na época da chuva e 4,05 g.100 g⁻¹ a 4,23 g.100 g⁻¹ na época da seca (Figuras 4A e 4B).

No ano de 2011, em todas as Mesorregiões avaliadas (Figura 4A) foi observada a presença de *clusters* alta-alta com média de 4,72 g.100 g⁻¹, o *cluster* alta-baixa foi encontrado apenas no Centro e em maior proporção no Sul Goiano, nos municípios de Trindade, Doverlândia, Pontalina, Morrinhos e Corumbáiba, com média de 4,70 g.100 g⁻¹. O município de Trindade está entre os sete municípios de maior produtividade do Centro Goiano, que juntamente com o Sul apresentaram as maiores taxas de crescimento da produtividade, mas somente na região Sul do Estado, a produtividade ficou acima da média nacional. Em 2011, apenas o Centro-Sul respondeu por 78% do total de leite produzido em Goiás, participação que aumentou para 79% em 2012³³.

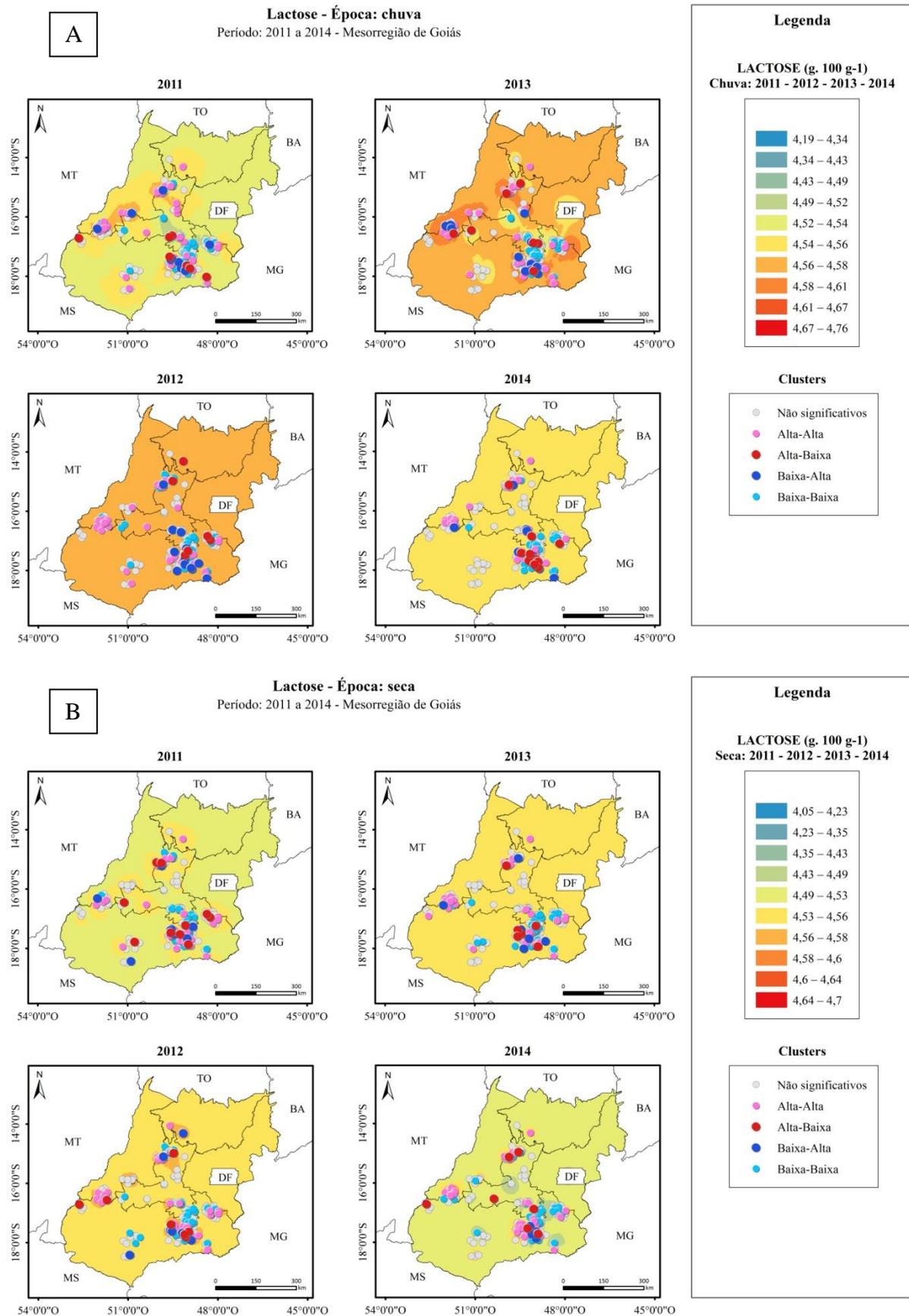


FIGURA 4 – (A) *Clusters* da lactose do leite refrigerado em Mesorregiões do Estado de Goiás no período chuvoso de 2011 a 2014. (B) *Clusters* da lactose do leite refrigerado em Mesorregiões do Estado de Goiás no período seco de 2011 a 2014.

Ainda na Figura 4A, o mapa de distribuição espacial apresentou nove *clusters* baixa-alta com teor médio de lactose de $4,34 \text{ g.100 g}^{-1}$ em três áreas distintas, estas mesmas áreas também apresentaram *clusters* baixa-baixa e este se sobressaiu em relação aos demais *clusters*. No período seco (Figura 4B) somente o *cluster* alta-alta foi observado nas quatro regiões avaliadas, com percentual médio de $4,69 \text{ g.100 g}^{-1}$ de lactose no leite, os demais *clusters* se concentraram em três áreas distintas, sendo o *cluster* baixa-baixa o mais expressivo.

Em 2012 (Figura 4A), nas Mesorregiões Noroeste, Centro e Sul Goiano foram observados *clusters* alta-alta, principalmente no município de Piranhas e baixa-baixa com média de $4,73 \text{ g.100 g}^{-1}$ e $4,33 \text{ g.100 g}^{-1}$, respectivamente. Neste ano, 47,5% da produção de leite do Noroeste Goiano se concentrou em cinco municípios: Crixás, Goiás, Jussara, Itapirapuã e Piranhas³³. No período seco, em todas as regiões estudadas foram encontrados *clusters* alta-alta com média de $4,68 \text{ g.100 g}^{-1}$ enquanto o *cluster* baixa-baixa apresentou distribuição somente no Centro e Sul Goiano (Figura 4B).

No período chuvoso de 2013, em todas as Mesorregiões avaliadas, o *cluster* alta-alta foi observado, com média de $4,72 \text{ g.100 g}^{-1}$, os *clusters* alta-baixa e baixa-alta apresentaram distribuição em três áreas distintas em sete e onze pontos diferentes, com média de $4,69 \text{ g.100 g}^{-1}$ e $4,32 \text{ g.100 g}^{-1}$ nessa ordem, já o *cluster* baixa-baixa foi encontrado somente no Centro e Sul Goiano, sendo o mais expressivo, com média de $4,33 \text{ g.100 g}^{-1}$ (Figura 4A). No período seco a distribuição dos *clusters* foi semelhante ao período chuvoso (Figura 4B).

Em 2014 (Figura 4A), o *cluster* alta-alta foi observado em todas as regiões Goianas estudadas, com percentual médio de lactose de $4,72 \text{ g.100 g}^{-1}$, com maior expressão nos municípios de Piranhas, Rubiataba e Morrinhos. Na porção Sul do Estado pôde-se notar *clusters* alta-baixa e baixa-alta, com médias de $4,69 \text{ g.100 g}^{-1}$ e $4,19 \text{ g.100 g}^{-1}$ respectivamente. Com relação ao período seco (Figura 4B) o mesmo comportamento foi observado, com percentual de lactose de $4,67 \text{ g.100 g}^{-1}$ *clusters* alta-alta e $4,28 \text{ g.100 g}^{-1}$ *clusters* baixa-baixa.

Nos meses de maior umidade e temperatura a concentração de lactose no leite foi maior, o que pode ser motivado pelo aumento da disponibilidade e qualidade nutricional das pastagens. Em contrapartida, nos meses de menor umidade e temperatura, o declínio da lactose no leite pode ser consequência da diminuição da glicose sérica, que é causada por baixa condição nutricional do animal.

Uma vez, que em Goiás há predominância de sistemas extensivos de produção de leite, onde 74,67% do capital investido pelos produtores e em “terra”, sendo a *Brachiaria brizantha* o capim mais plantado em Goiás com 64,90% de adoção. O valor nutritivo das gramíneas tropicais durante o período de seca são baixos, o que está associado ao reduzido

teor de proteína bruta (PB) e de minerais, ao alto conteúdo de fibra e à baixa digestibilidade da MS^{37,38}. Além disso, Gomes¹⁹ observou que apenas 39% dos produtores entrevistados na pesquisa forneciam concentrado para as vacas em lactação durante todo o ano, variando de 29,50% entre os pequenos produtores e 89,50% entre os grandes produtores. No estrato de menor produção a suplementação volumosa com cana-de-açúcar foi mais frequente (64,80%) enquanto no estrato de maior produção, o uso de silagem de milho/sorgo foi predominante (100%).

Diferente do observado neste estudo, Henrichs et al.³⁶ observaram que os teores de lactose foram maiores durante o inverno (4,43 g.100 g⁻¹) e menores durante o verão (4,34 g.100 g⁻¹), Fagnani et al.³⁵ relataram maior percentual de lactose no outono com média de 4,31 g.100 g⁻¹, Botaro et al.^{39,40} observaram que no período da seca o teor de lactose foi maior.

A lactose é o principal carboidrato do leite, é um dissacarídeo formado pelos monossacarídeos glicose e galactose, contendo aproximadamente 14 mg/100 g e 12 mg/100 g respectivamente, ao contrário da gordura do leite, a concentração de lactose é semelhante em todas as raças leiteiras⁴¹. Assim, o percentual de lactose no leite é de extrema importância para a indústria, uma vez, que a produção de ácido láctico é formada a partir da hidrólise e fermentação da lactose para a produção de bebidas lácteas fermentadas, iogurtes e queijos.

No Estado de Goiás, segundo os mapas de distribuição espacial, houve áreas com produção de leite com elevado teor de ESD, entre 9,08 g.100 g⁻¹ a 9,27 g.100 g⁻¹ no período das águas e 9,06 g.100 g⁻¹ a 9,24 g.100 g⁻¹ no período seco. Observou-se também áreas com produção de leite com baixo teor de ESD, entre 8,28 g.100 g⁻¹ a 8,47 g.100 g⁻¹ na época da chuva e 8,09 g.100 g⁻¹ a 8,36 g.100 g⁻¹ na época da seca (Figuras 5A e 5B).

Nos anos de 2011, 2012 e 2013 no período chuvoso e nos anos de 2012 e 2014 no período seco, observa-se nos mapas variações de cores, demonstrando áreas com maior e menor percentual de ESD, essas variações se concentraram entre as Mesorregiões Noroeste e Sul Goiano, destacando-se os municípios de Piranhas, Morrinhos e Piracanjuba.

O município de Piranhas está entre os grandes produtores do Noroeste Goiano. A produção de leite desse município em 2014 foi de 22.500.000 litros de leite, já o efetivo do rebanho de vacas ordenhadas foi de 20.500 cabeças neste mesmo ano⁴². As atividades industriais do município de Piranhas estão basicamente voltadas ao beneficiamento do leite e à extração mineral³⁴.

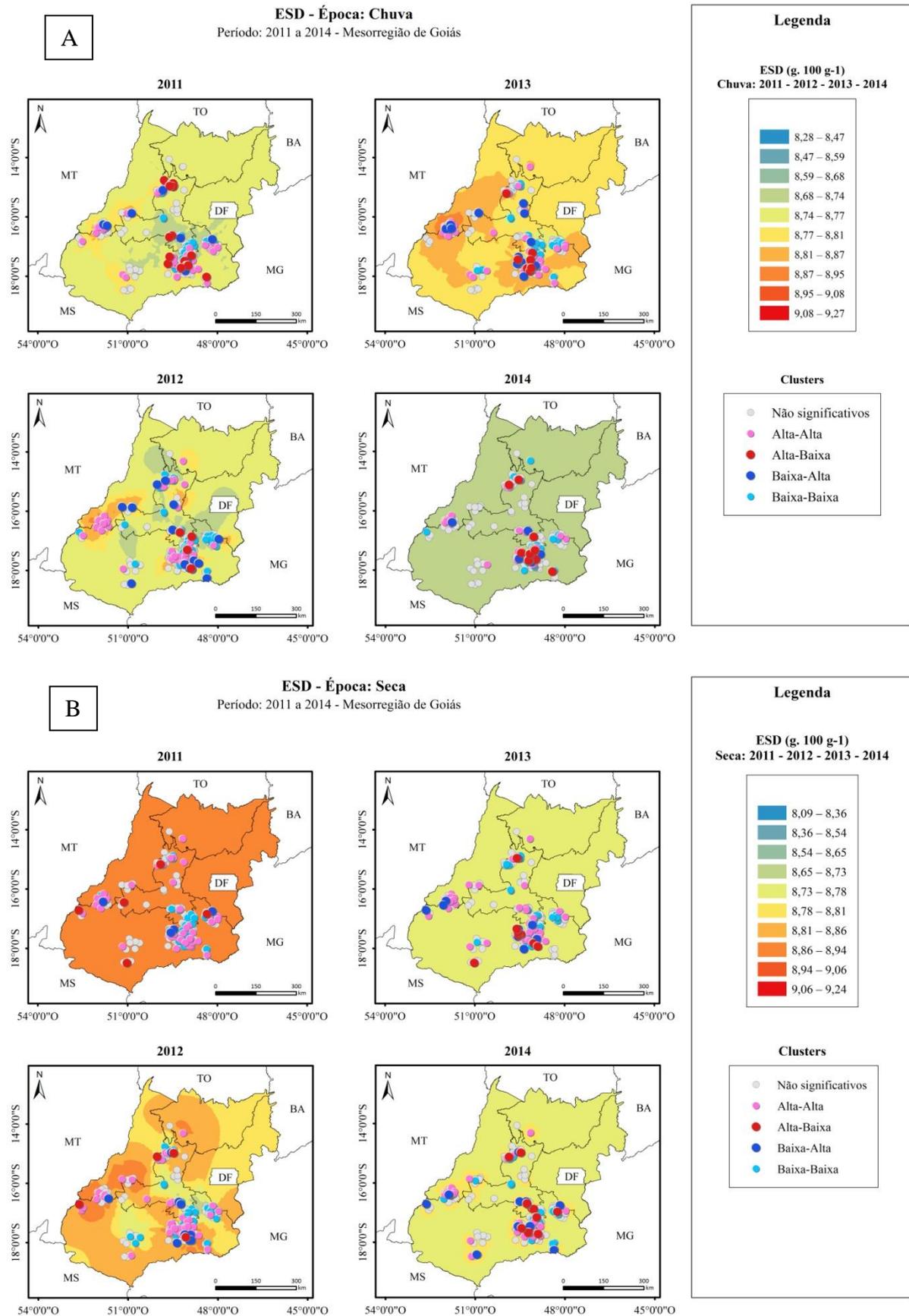


FIGURA 5 – (A) *Clusters* do ESD do leite refrigerado em Mesorregiões do Estado de Goiás no período chuvoso de 2011 a 2014. (B) *Clusters* do ESD do leite refrigerado em Mesorregiões do Estado de Goiás no período seco de 2011 a 2014.

Morrinhos também está entre os grandes produtores de leite do Sul Goiano. Em 2014 esse município possuía 44.500 vacas ordenhadas, produção de 80.000.000 litros de leite e produtividade média de 1.797 litros/vaca/ano. Já Piracanjuba ocupa o primeiro lugar na produção de leite em Goiás, sendo que em 2014 esse município possuía 86.000 vacas ordenhadas, produção de 154.800.000 litros de leite e produtividade média de 1.800 litros/vaca/ano. No mesmo período, a produtividade média de Goiás foi de 1.385 litros/vaca/ano. Dessa forma, os municípios de Morrinhos e Piracanjuba possuem produtividade média superior à do Estado⁴².

No período chuvoso de 2011 (Figura 5A), todos os *clusters* foram observados em três áreas distintas, com maior concentração no Sul Goiano, especificamente na microrregião Meia Ponte. Já no período seco (Figura 5B), em todas as Mesorregiões estudadas foram encontrados *clusters* alta-alta com média de 9,13 g.100 g⁻¹, já o *cluster* alta-baixa foi observado somente no Centro e Sul Goiano, com relação ao *cluster* baixa-alta, este também se apresentou em duas áreas distintas, em quatro pontos diferentes, com média de 8,42 g.100 g⁻¹. Não foi observado *cluster* baixa-baixa no Norte Goiano.

Em 2012 (Figura 5A), *clusters* alta-alta apresentaram distribuição em todas as áreas estudadas, com percentual médio de ESD de 9,08 g.100 g⁻¹, nos municípios de Piranhas no Noroeste Goiano e Piracanjuba e Morrinhos no Sul Goiano houve maior concentração desse *cluster*, já *clusters* alta-baixa foram identificados em duas regiões, em quatro pontos diferentes (9,02 g.100 g⁻¹), 16 *clusters* baixa-alta foram observados no Noroeste, Centro e Sul Goiano, com teor médio de 8,36 g.100 g⁻¹. No Centro, principalmente nos municípios de Itapaci e Rubiataba e no Sul Goiano, entre os municípios de Piracanjuba, Morrinhos, Vianópolis e Orizona foram encontrados *clusters* baixa-baixa com média de 8,34 g.100 g⁻¹ de ESD.

Nas quatro Mesorregiões avaliadas foram encontrados *clusters* alta-alta com média de 9,13 g.100 g⁻¹. No Centro e no Sul Goiano foram observados quatro *clusters* alta-baixa, nos municípios de Itapaci, Rubiataba, Doverlândia e Morrinhos. *Clusters* baixa-alta foram encontrados em três áreas distintas, já *clusters* baixa-baixa apresentou distribuição entre duas Mesorregiões, com média de 8,36 g.100 g⁻¹ (Figura 5B).

No ano de 2013, maior concentração de sólidos não-gordurosos no leite refrigerado, segundo o mapa de distribuição espacial (Figura 5A) pôde ser observada nas quatro regiões estudadas. Na Mesorregião Noroeste Goiano, no município de Piranhas e no Sul Goiano, nos municípios de Piracanjuba e Morrinhos houve maior concentração desse *cluster*, alta-alta com média de 9,16 g.100 g⁻¹. Sete *clusters* alta-baixa e *clusters* baixa-baixa

foram observados no Centro e Sul Goiano, enquanto o *cluster* baixa-alta foi encontrado no Noroeste, Centro e Sul Goiano em 13 pontos diferentes (Figura 5A). No período seco, a distribuição dos *clusters* foi semelhante ao período chuvoso (Figura 5B).

Em 2014, nota-se que os municípios com nível elevado e positivo de autocorrelação, representado pelo *cluster* alta-alta estão distribuídos entre as Mesorregiões Noroeste, Centro e Sul Goiano, com teor médio de sólidos desengordurados de $9,15 \text{ g} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$, nessas áreas também foram observados *clusters* alta-baixa e baixa-alta. Já *clusters* baixa-baixa demonstrando baixa concentração de sólidos desengordurados no leite, foram encontrados em três regiões distintas, com média de $8,25 \text{ g} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ (Figura 5A).

No período seco de acordo com a Figura 5B, *clusters* alta-alta foram observados nas quatro regiões avaliadas, sendo o Sul Goiano o mais representativo, já produção de leite com baixa concentração de ESD foi diagnosticada em três áreas diferentes, com médias de $9,22 \text{ g} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ e $8,36 \text{ g} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ na devida ordem.

A economia de Morrinhos é baseada no setor rural, tanto a pecuária como a agricultura são atividades bastante dinâmicas no município. Dando mais ênfase à pecuária, devido à topografia de Morrinhos, pois a maioria das terras do município está em áreas de relevo acidentado. As principais culturas são: soja, milho, arroz, feijão e tomate. Sendo que a maior representatividade é por parte da pecuária leiteira. Para beneficiamento do leite, o município conta principalmente com a COMPLEM. Essa cooperativa é a principal responsável pela expansão da bacia leiteira do município. Diante destas informações, justifica-se a maior expressividade do Sul Goiano⁴³.

Os percentuais de ESD foram superiores no período chuvoso e apresentaram valores abaixo do mínimo estipulado pela IN 62/2011, de $8,4 \text{ g} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ entre os anos avaliados. Nesse período também foi observado maior percentual de lactose, o que justifica as variações semelhantes do ESD, devido à correlação moderada entre estes componentes.

Contrariamente a este estudo, Dias et al.⁴⁴ não observaram diferença no ESD do leite entre as estações do ano no Sudoeste de Goiás. De maneira similar Andrade et al.⁴⁵ também não encontram diferença entre os períodos de seca e chuva. De acordo com Martins et al.⁴⁶ o menor percentual de ESD ocorreu no mês de Julho ($8,00 \text{ g} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$) já o maior ocorreu no mês de Setembro ($8,61 \text{ g} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$). Rosa et al.⁴⁷ relataram maior teor de ESD em amostras de leite de tanque e individuais no Outono e no Inverno e menor teor na Primavera e no Verão.

No Estado de Goiás, segundo os mapas de distribuição espacial, houve áreas com produção de leite com elevado teor de EST, entre $12,98 \text{ g} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ a $13,49 \text{ g} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ no período das águas e $13,06 \text{ g} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ a $13,53 \text{ g} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ no período seco (Figuras 6A e 6B).

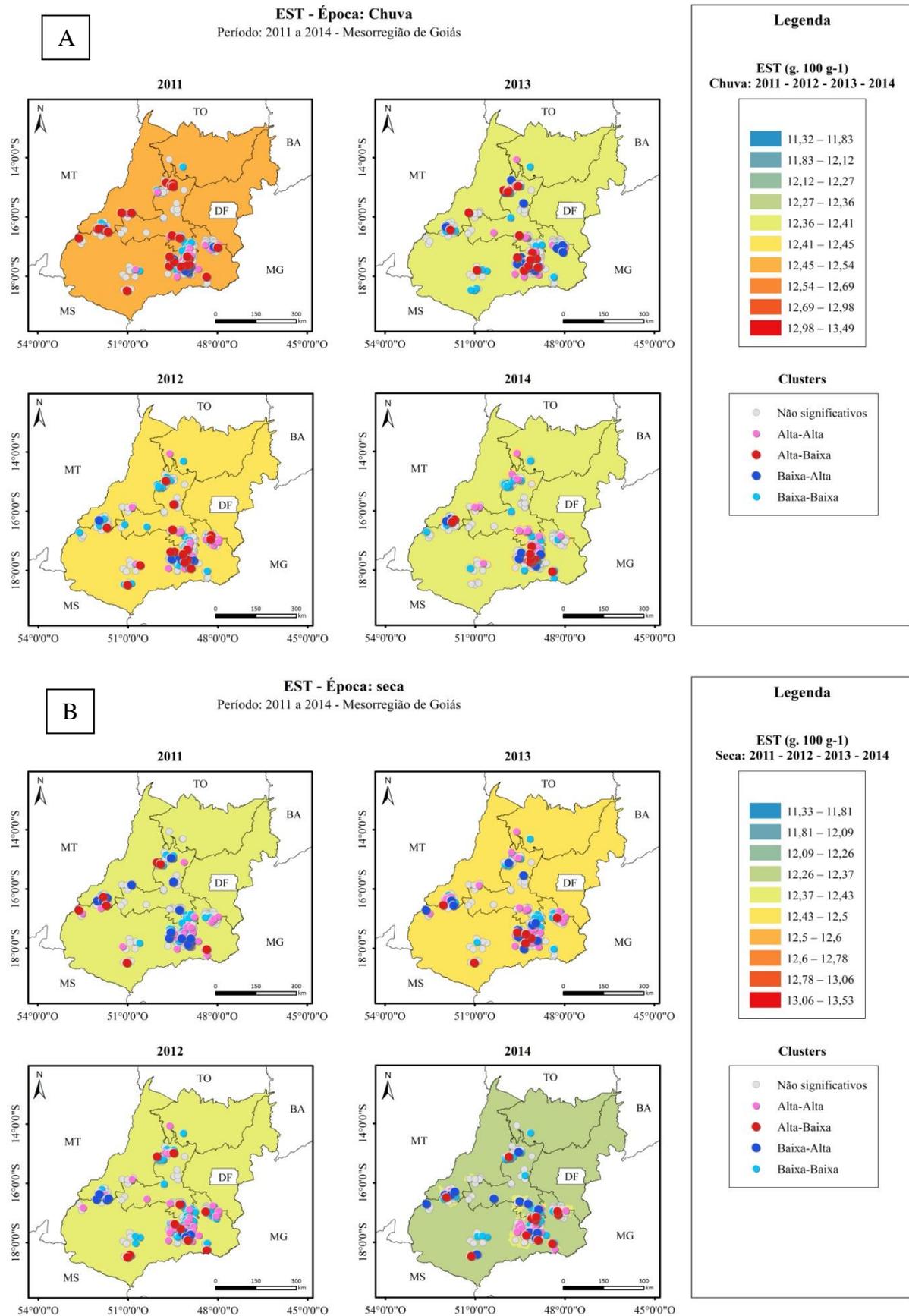


FIGURA 6 – (A) *Clusters* do EST do leite refrigerado em Mesorregiões do Estado de Goiás no período chuvoso de 2011 a 2014. (B) *Clusters* do EST do leite refrigerado em Mesorregiões do Estado de Goiás no período seco de 2011 a 2014.

Foi observado também, áreas com produção de leite com baixo teor de EST, entre 11,32 g.100 g⁻¹ a 11,83 g.100 g⁻¹ na época da chuva e 11,33 g.100 g⁻¹ a 11,81 g.100 g⁻¹ na época da seca (Figuras 6A e 6B).

Em 2011 (Figura 6A), nas Mesorregiões Noroeste, Centro e Sul Goiano foram observados três *clusters* dessemelhantes, sendo estes, alta-alta, alta-baixa e baixa-alta com médias de 13,09 g.100 g⁻¹; 13,05 g.100 g⁻¹ e 11,68 g.100 g⁻¹ de EST no leite refrigerado, nessa ordem. Já o *cluster* baixa-baixa foi detectado nas quatro regiões avaliadas, constituindo-se o *cluster* mais expressivo e com maior concentração no Sul Goiano. Com relação ao período seco (Figura 6B), todos os *clusters* foram observados em três áreas diferentes, com maior concentração do *cluster* alta-alta, com percentual médio de EST de 13,33 g.100 g⁻¹. Na Mesorregião Norte Goiano foi encontrado somente *clusters* não significativos, devido à grande variação dos dados, não sendo possível a geração de *clusters*.

Este resultado pode estar relacionado à heterogeneidade dos dados de qualidade composicional, influenciado pela falta de padronização dos diversos modelos de sistema de produção praticado no Estado de Goiás, que vão desde propriedades altamente tecnificadas a propriedades com pouca tecnificação. Dessa maneira torna-se um desafio para indústria obter leite com padrão de qualidade química uniforme em diferentes localidades durante todo o ano¹³.

Segundo Gomes¹⁹, a maioria dos produtores de leite de Goiás não possui controle eficiente da produção, além de utilizarem de forma escassa as tecnologias que exigem uso intensivo de mão de obra, fazendo opção por métodos que envolvem custos menores, o que acaba por influenciar a produtividade.

No período chuvoso de 2012, em todas as regiões avaliadas foram encontrados *clusters* alta-alta e baixa-baixa com percentual médio de sólidos no leite de 12,98 g.100 g⁻¹ e 11,50 g.100 g⁻¹ respectivamente. Os demais *clusters* foram observados somente em três áreas distintas (Figura 6A). No período seco foi observado o mesmo comportamento (Figura 6B).

No ano de 2013, em todas as áreas estudadas foram encontrados *clusters* alta-alta e baixa-baixa com percentual médio de EST de 13,12 g.100 g⁻¹ e 11,55 g.100 g⁻¹ respectivamente, os *clusters* alta-baixa e baixa-alta foram observados apenas no Noroeste, Centro e Sul Goiano (Figura 6A). No período seco (Figura 6B), a distribuição dos *clusters* ocorreu de forma similar ao período chuvoso. No entanto, os *clusters* alta-baixa foram observados somente no Noroeste e no Sul Goiano em seis pontos diferentes, com média de 13,30 g.100 g⁻¹.

Em 2014, nas quatro áreas avaliadas, nota-se que houve distribuição de *clusters*

alta-alta com percentual médio de EST de 13,08 g.100 g⁻¹ e *clusters* baixa-baixa com média de 11,39 g.100 g⁻¹. No Noroeste e Sul Goiano foram observados *clusters* alta-baixa e baixa-alta, nos municípios de Piranhas, Piracanjuba, Morrinhos e Corumbáiba (Figura 6A).

O município de Corumbáiba está situado no Sul Goiano na Microrregião Catalão, em 2014 esse município possuía 38.000 vacas ordenhadas, produção de 58.100.000 litros de leite e produtividade média de 1.528 litros/vaca/ano⁴². Em 1996, nesse município a agroindústria laticinista Italac Alimentos se territorializou, com capacidade produtiva de 2,2 milhões de litros/dia, onde são produzidos doce de leite, creme de leite, bebidas lácteas, leite em pó, leite condensado e leite UHT.

O leite produzido na bacia leiteira de Corumbáiba tem destinos diversos, pois uma parte é vendida para a Cooperativa de Produtores Agropecuários de Corumbáiba (COOPAC), outra, para a Cooperativa dos Produtores de Morrinhos (COMPLEM), para o Laticínio Marajoara e outra parte para o Laticínio Italac Alimentos, sendo essa indústria o principal comprador do leite *in natura* produzido em Corumbáiba. Além disso, existem propriedades em que o leite produzido é beneficiado e comercializado pelos próprios produtores. Desta forma, nota-se que a atividade leiteira é uma das mais importantes do setor agropecuário corumbaibense, tendo relevante importância para a economia do município⁴⁸.

No período seco de 2014 (Figura 6B), somente *clusters* baixa-baixa foram encontrados nas quatro Mesorregiões estudadas, com percentual médio de 11,65 g.100 g⁻¹, os demais *clusters*, foram detectados somente em três regiões do Estado (Noroeste, Centro e Sul Goiano).

O teor de sólidos totais no leite representa a soma de todos os constituintes do leite (com exceção da água) e a gordura é o maior responsável pela sua alteração, logo, como consequência do maior teor de gordura e proteína no leite nos meses com escassez de chuva, o teor de sólidos totais também foi maior nesse período.

Observou-se similaridade entre os resultados encontrados neste estudo e as observações de Botaro et al.⁴⁰ que relataram maior percentual de sólidos totais na estação seca (11,90 g.100 g⁻¹), assim como Rosa et al.⁴⁷ que também encontraram maior teor de EST em amostras de leite refrigerado no período da seca. Em contrapartida, Andrade et al.⁴⁵ não encontraram diferença no EST entre as estações chuvosa e seca.

Diante do exposto, foi possível observar a distribuição espacial, compreender os padrões de associação espacial (*clusters* espaciais) e verificar a existência e as formas de instabilidade espacial. Assim, a análise espacial da cadeia leiteira Goiana demonstrou que a

produção de leite se concentra principalmente na porção Sul do Estado, fato este, que atesta a importância da produção setorial dessa região.

No entanto, ressalta-se a elevada desigualdade regional existente no Estado, sendo assim, alguns municípios merecem maior atenção por parte do setor público, para que se desenvolvam novos ingressos nesses pólos agropecuários, onde, todos os elos da cadeia podem se beneficiar.

Vale ressaltar, que além dos fatores discutidos, aspectos genéticos, fisiológicos, sanitários, higiênicos e de manejo, também podem causar variações na composição do leite. Assim, o conhecimento das variáveis, sua interação com os animais e manifestação através das respostas comportamentais, fisiológicas e produtivas são fundamentais para a adequação das práticas de manejo dos sistemas de produção, possibilitando dar-lhes maior sustentabilidade e viabilidade econômica⁴⁹, sendo assim, discutir de forma integrada todos os fatores, controláveis e não controláveis, que influenciam o desempenho animal, torna-se uma tarefa complexa.

CONCLUSÕES

A composição química do leite apresentou comportamento sazonal e regional, sendo relativamente superior no período seco (outono/inverno) e mais densa em bacias leiteiras tradicionais. De maneira geral, Goiás apresentou produção de leite com qualidade composicional (maior teor de sólidos), mas apenas alguns municípios foram responsáveis pela maior parte da produção setorial. Esses resultados ressaltam a elevada desigualdade regional existente no Estado.

Ademais, constatou-se formação de *clusters* significativos no Estado, com destaque para as regiões mais produtoras, isso implica em dizer que o Estado pode estar estimulando eficientemente a dinâmica setorial, com políticas de incentivo apropriadas. Mas, a evolução alcançada pelo Estado ainda encontra muitos desafios e obstáculos para continuar crescendo e se desenvolvendo.

Assim sendo, a necessidade e importância de mais estudos para nortear o trabalho de toda a cadeia, se mostra relevante e a adoção de ferramentas de geoprocessamento podem apoiar as políticas para o setor leiteiro, melhorando inclusive a eficiência da atividade.

REFERÊNCIAS

1. Haug A, Hostmark AT, Harstad OM. Bovine milk in human nutrition – a review. *Lipids Health Dis.* 2007;6(25). Disponível em: <http://www.lipidworld.com/content/6/1/25>
2. Jenkins TC, McGuire MA. Major advances in nutrition: Impact on milk composition. *J Dairy Sci.* 2006;89:1302–1310.
3. Cardoso MRD, Marcuzzo FFN, Barros JR. Classificação climática de Köppen-Geiger para o Estado de Goiás e o Distrito Federal. *ACTA Geográfica.* 2014;8(16):40-55.
4. GOIÁS (Estado). Secretaria de Indústria e Comércio. Superintendência de Geologia e Mineração. Caracterização Climática do Estado de Goiás. Por Silvano Carlos da Silva, Neiva Maria Pio de Santana, José Cardoso Pelegrini. Goiânia, 2006. n 3. 133p.
5. Hott MC, Carvalho GR. Análise espacial da concentração da produção de leite no Brasil e potencialidades geotecnológicas para o setor. *Anais. XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Florianópolis, Brasil, 21-26 abril 2007, INPE, p.2729-2736.*
6. Ely LO, Smith JW, Oleggini GH. Regional production differences. *J Dairy Sci.* 2003;86(suppl E):E28-E34.
7. Carvalho MS, Santos RS. Análise de dados espaciais em saúde pública: métodos, problema, perspectivas. *Caderno de Saúde Pública.* 2005;21(2):361 378.
8. Esri. *Geoprocessing in ArcGIS.* Redlands: Environmental Systems Research Institute; 2004. [acesso 23 Março 2016]. Disponível em: <http://www.esri.com/software/arcgis>
9. Meireles MRG, Almeida PEM, Silva ACMR. Recuperação de informação no ambiente acadêmico: georreferenciamento dos dados dos estudantes do Instituto de Educação continuada da PUC Minas. *Persp em Ciênc da Infor.* 2009;14(3):61-74.
10. Gilvania Lúcia Oliveira de Carvalho. *Uso da análise espacial para avaliação de indicadores de qualidade do leite na microrregião de Ji-Paraná, Rondônia, 2011.* [Dissertação]. Juiz de Fora: Universidade Federal de Juiz de Fora; 2012.
11. EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Brasil). *Coleta de amostras de leite para determinação da composição química e contagem de células somáticas.* Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 2001. (Circular Técnica nº 62).
12. Brasil. Ministério de Agricultura, Pecuária e Abastecimento. *Instrução Normativa Nº 62, de 29 de Dezembro de 2011.* Diário Oficial da União, 30 de dezembro de 2011. [acesso 03 Agosto 2016]. Disponível em: <http://www.jusbrasil.com.br/diarios/33395065/dou-secao-1-30-12-2011-pg-6>.
13. Neves RBS. *Distribuição temporal e espacial da qualidade do leite no Estado de Goiás.* [Tese]. Goiânia: Universidade Federal de Goiás; 2015.

14. ISO 9622/International Dairy Federation (IDF) 141C – Determination of milk fat, protein and lactose content – Guidance on the operation of mid-infrared instruments. Brussels, Belgium, 15 set. 2013. 15p.
15. Environmental Systems Research Institute, software ArcGis Map 10.1, sob Licença de número: EFL913687012, do Laboratório de Geoinformação da Universidade Federal de Goiás – Regional Jataí.
16. Oliveira SJM. Precipitação pluviométrica nas principais regiões produtoras de leite do Brasil. Panorama do leite - ano 7, nº. 75 (out/2015) - Juiz de Fora – MG. Embrapa gado de leite 2015. 14p.
17. Revista de política agrícola. Secretaria de Política Agrícola do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Publicação trimestral. Ano XXIV - Nº 1. Jan./Fev./Mar. 2015.
18. Paula MC. Atuação da Cooperativa Mista dos Produtores de Leite de Morrinhos (COMPLEM) e sua influência no comportamento do produtor de leite do Município de Morrinhos, no Estado de Goiás. [Dissertação]. Paraná: Universidade Federal de Santa Catarina; 2002.
19. Gomes ST. FAEG - Federação da Agricultura e Pecuária de Goiás. Diagnóstico da cadeia produtiva do leite de Goiás. Goiânia, GO: FAEG; 2009. 66p.
20. Carvalho GR, Oliveira AF. O setor lácteo em perspectiva. Boletim de conjuntura agropecuária – Leite e derivados. Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, setembro de 2006. 23p. [acesso 09 Agosto 2016]. Disponível em http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CNPGL/15715/1/0609_Leitederivados.pdf
21. IMB - Instituto Mauro Borges de Estatísticas e Estudos Socioeconômicos. Estatísticas das Mesos e Microrregiões do Estado de Goiás 2013. SEGPLAN/Governo de Goiás. Goiânia. Junho – 2014. 49p.
22. Olde Riekerink RGM, Barkema HW, Veenstra W, Stryhn H, Zadoks RN. Somatic cell count during and between milkings. J Dairy Sci. 2007;90(8):3733-3741.
23. Najafi NM, Mortazavi SA, Koocheki A, Khorami J, Rekik B. Fat and protein contents, acidity and somatic cell counts in bulk milk of Holstein cows in the Khorosan Razavi Province, Iran. Inter J Dairy Tech. 2009;62(1):19-26.
24. Samarzija D, Zamberlin S, Pogacic T. Psychrotrophic bacteria and milk and dairy products quality. Mljekarstvo. 2012;62(2):77-95.
25. Arcuri EF, Silva PDL, Brito MAVP, Brito JRF, Lange CC, Magalhães MMA. Contagem, isolamento e caracterização de bactérias psicrotóxicas contaminantes de leite cru refrigerado. Ciênc Rural, 2008;38(8):2250-2255.
26. Sirohi S, Michaelowa A. Sufferer and cause: Indian livestock and climate change. Climatic Change. 2007;100:120-134.

27. Avendaño-Reyes L, Alvarez-Valenzuela FD, Correa-Calderón A, Saucedo-Quintero JS, Robinson PH, Fadel JG. Effect of cooling Holstein cows during the dry period on postpartum performance under heat stress conditions. *Livestock Production Sci.* 2006;105:198–206.
28. Pereira CCJ. *Fundamentos de Bioclimatologia Aplicados à Produção Animal*. Belo Horizonte: FEPMVZ, 2005. 195p.
29. Roma Júnior LC, Montoya JFG, Martins TT, Cassoli LD, Machado PF. Sazonalidade do teor de proteína e outros componentes do leite e sua relação com programa de pagamento por qualidade. *Arq Bras Med Vet Zootec.* 2009;61(6):1411-1418.
30. Teixeira NM, Freitas AF, Barra RB. Influência de fatores de meio ambiente na variação mensal da composição e contagem de células somáticas do leite em rebanhos no Estado de Minas Gerais. *Arq Bras Med Vet Zootec.* 2003;55(4):491-499. [acesso 29 Março 2016]. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-09352003000400016>
31. Fagan EP, Jobim CC, Junior MC, Silva MS, Santos GT. Fatores ambientais e de manejo sobre a composição química do leite em granjas leiteiras do Estado do Paraná, Brasil. *Acta Scientiarum Animal Sci.* 2010;32(3):309-316.
32. Fox PF, McSweeney PLH. *Advanced dairy chemistry, volume 1: proteins. Parts A&B (3rded)*. New York: Kluwer Academic/Plenum Publishers. 2003. [acesso 08 Abril 2016] Disponível em: <https://books.google.com.br/books?id=RMNkAc5PkVEC&printsec=frontcover&hl=pt-BR#v=onepage&q&f=false>
33. *Revista de política agrícola*. Secretaria de Política Agrícola do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Publicação trimestral. Ano XXIV - Nº 1. Jan./Fev./Mar. 2015.
34. IMB - Instituto Mauro Borges de Estatísticas e Estudos Socioeconômicos. *Perfil e Potencialidades dos Municípios Goianos*. Jun. 2012. 113p.
35. Fagnani R, Battaglini APP, Beloti V, Schuck J, Seixas FN, Carraro PE. Parâmetros físico-químicos e microbiológicos do leite em função da sazonalidade. *Rev Inst Laticínios Cândido Tostes.* 2014;69(3):173-180.
36. Henrichs SC, de Macedo REF, Karam LB. Influência de indicadores de qualidade sobre a composição química do leite e influência das estações do ano sobre esses parâmetros. *Rev Acad Ciênc Agrár Ambient.* Curitiba. 2014;12(3):199-208.
37. Heinemann AB, Fontes AJ, Paciullo DSC, Rosa B, Macedo R, Moreira P, Aroeira LJM. Potencial produtivo e composição bromatológica de seis gramíneas forrageiras tropicais sob duas doses de nitrogênio e potássio. *Pasturas Tropicales*, 2005;27(6).
38. Costa KAP, Rosa B, Oliveira IP, Custódio DP, Silva DC. Efeito da estacionalidade na produção de matéria seca e composição bromatológica da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu. *Ciênc Animal Bras.* 2005;6(3):187-193.

39. Botaro BG, Lima YVR, Aquino AA, Fernandes RHR, Garcia JF, Santos MV. Effect of beta-lactoglobulin polymorphism and seasonality on bovine milk composition. *J Dairy Res.* 2008;75(2):176-181.
40. Botaro BG, Lima YVR, Cortinhas CS, Silva LFP, Rennó FP, Santos MV. Effect of the kappa-casein gene polymorphism, breed and seasonality on physicochemical characteristics, composition and stability of bovine milk. *R Bras Zootec.* 2009;38(12):2447-2454.
41. Wattiaux, MA. Milk composition and nutritional value. Babcock Institute for International Dairy Research and Development. University of Wisconsin-Madison. Dairy Essentials. p.73-76. [acesso 29 Março 2016]. Disponível em: https://kb.wisc.edu/images/group226/52745/de_19.en.pdf
42. IMB - Instituto Mauro Borges de Estatísticas e Estudos Socioeconômicos/SEGPLAN/Governo de Goiás – Estatísticas Municipais (Séries Históricas). [acesso 13 Agosto 2016]. Disponível em: http://www.seplan.go.gov.br/sepin/perfilweb/Estatistica_bde.asp
43. Costa RA, Santos FO. Expansão agrícola e vulnerabilidade natural do meio físico no Sul Goiano. *Rev Geografia em Atos. GeoAtos.* 2010;2(10):23-35.
44. Dias M, Assis ACF, Nascimento VA, Saenz EAC, Lima LA. Sazonalidade dos componentes do leite e o programa de pagamento por qualidade. *Enciclopédia biosfera, Centro Científico Conhecer – Goiânia.* 2015;11(21):1712-1727.
45. Andrade KD, Rangel AHN, Araújo VM, Henrique Rocha de Medeiros HR, Bezerra KC, Bezerril RF, Lima Júnior DM. Qualidade do leite bovino nas diferentes estações do ano no estado do Rio Grande do Norte. *R Bras Ci Vet.* 2014;21(3):213-216.
46. Martins PRG, Silva CA, Fischer V, Ribeiro MER, Stumpf Júnior W, Zanela MB. Produção e qualidade do leite na bacia leiteira de Pelotas-RS em diferentes meses do ano. *Ciênc Rural.* 2006;36(1):209-214.
47. Rosa DC, Trentin JM, Pessoa GA, Silva CAM, Rubin MIB. Qualidade do leite em amostras individuais e de tanque de vacas leiteiras. *Arq Inst Biol.* 2012;79(4):485-493.
48. Carneiro JDPL. A territorialização do capital agroindustrial lácteo em Corumbáiba (GO): os trabalhadores da pecuária leiteira. *Espaço Rev.* 2013;15(2):100-115.
49. Neiva JNM, Teixeira M, Turco SHN. et al. Efeito do estresse climático sobre os parâmetros produtivos e fisiológicos de ovinos Santas Inês mantidos em confinamento na região litorânea do Nordeste do Brasil. *Rev Bras Zootec.* 2004;33(3):668-678.

CAPÍTULO 4 – CONSIDERAÇÕES FINAIS

De acordo com o IBGE, a pecuária brasileira, no ano de 2011, foi afetada pelo agravamento da crise de algumas das mais importantes economias mundiais, sobretudo a europeia, neste mesmo ano, as pastagens também foram prejudicadas por alguns períodos de estiagem, impactando a produção de leite, embora esta situação tenha se revertido com as chuvas no segundo semestre.

No ano de 2012, o cenário da produção da pecuária brasileira foi pouco favorável, a atividade passou por aumentos nos custos dos principais insumos usados na produção. Além disso, problemas climáticos tiveram parcela significativa de influência, devendo-se ressaltar a seca prolongada que resultou na redução de muitos plantéis, inclusive o de bovinos, causando impactos sobre a produção e produtividade de leite.

Em 2013, o setor agropecuário e mais especificamente a atividade pecuária, enfrentaram os efeitos do clima, como a ocorrência de uma seca prolongada em áreas historicamente produtoras, o que restringiu, em parte, a oferta de animais e a produção de leite e de alguns produtos de sua origem. Mesmo assim, a atividade agropecuária, em 2013 comparativamente a 2012, foi responsável por 7,0% da expansão do Produto Interno Bruto - PIB do período, enquanto a indústria, 1,3% e os serviços, 2,0%.

De modo geral, a pecuária em 2014 registrou melhor desempenho do que em 2013, mesmo diante dos cenários nacional e internacional mais restritivos. A aquisição de leite pelos laticínios sob inspeção sanitária em 2014 também alcançou recorde na série histórica da Pesquisa Trimestral do Leite realizada pelo IBGE.

Diante disso, nota-se que a sazonalidade da produção de leite é tema de grande importância para o setor lácteo já que pode afetar o volume e a qualidade do leite. Dentre os vários gargalos encontrados pela indústria de lácteos, os aspectos ligados ao volume de leite captado para suprir as necessidades de processamento industrial e a qualidade do leite recebido, causam grande impacto no resultado financeiro, tanto para indústria quanto para o produtor. Assim, a existência ou não de comportamento sazonal e cíclico, vem se tornando importante fonte de pesquisa. Desta maneira, os resultados deste estudo podem ser proficientes tanto para o setor público como para o privado, uma vez que ambos podem se beneficiar.

A produtividade da atividade leiteira possui grande variação, o que pode estar associada a diversos fatores, como alimentação, utilização de ordenhas mecânicas, potencial genético dos animais, ou seja, há estabelecimentos que intensificam sua produção por meio da

especialização da produção. No entanto, há muitos produtores que têm na pecuária leiteira uma atividade secundária, não produzindo o suficiente para atenderem às exigências mínimas do elo da cadeia.

Em Goiás, a cadeia de leite e produtos lácteos está concentrada no Centro-Sul do Estado e se destaca com bacias leiteiras importantes, que normalmente se localizam próximas a grandes laticínios.

Constatou-se que Goiás apresentou produção de leite com elevado teor de sólidos, principalmente no período seco (outono/inverno). No entanto, pôde-se notar também que houve regiões com produção de leite com baixo percentual de sólidos e que não se enquadraram nos parâmetros estipulados pela legislação vigente, precipuamente no período chuvoso (primavera/verão).

Apenas no ano de 2012 foi observado que houve predominância do *cluster* baixa-baixa em ambos os períodos. Entre os fatores relacionados com esse comportamento pode-se atribuir, a maior temperatura em comparação aos demais anos avaliados e a baixa precipitação pluviométrica. Este ano foi considerado bastante atípico para a atividade pecuária, pois apresentou aumento de custos produtivos, de rações como milho e soja, além da ocorrência de uma seca severa, fatores que prejudicaram a atividade, como exposto anteriormente.

Os resultados deste estudo são úteis tanto para o setor público como para o privado, o setor privado por saber as regiões onde a produção de leite é mais expressiva. O setor público, por identificar as regiões mais e menos dinâmicas no Estado, podendo elaborar políticas específicas para intensificar as externalidades locais nas regiões dinâmicas ou atenuar os problemas nas regiões menos produtivas. Além disso, este estudo levantou questões a serem exploradas posteriormente, a fim de suprir a carência de dados da qualidade do leite, por Microrregiões, Mesorregiões e regiões do Estado de Goiás. Esta pesquisa trouxe grande conhecimento e servirá de base para futuras pesquisas.

Estes três anos em que fiz o doutorado foram uma árdua jornada de desafio, construção e amadurecimento e chegar até aqui não foi fácil, mas me sinto orgulhosa e grata por ter conseguido. Daisaku Ikeda discorreu: “Ser herói não significa acertar constantemente. É muito mais que isso. Na vida de todos nós poderão surgir situações inesperadas. Poderão manifestar obstáculos ou problemas que jamais havíamos imaginado. E justamente nesses momentos que revelamos o que verdadeiramente carregamos no coração”.