

**Aplicação dos modelos lineares generalizados na modelagem da produção leiteira no
Agreste Meridional pernambucano**

**Application of generalized linear models in the modeling of dairy production in Agreste
Meridional Pernambuco**

**Aplicación de modelos lineales generalizados en la modelización de la producción
lechera en Agreste Meridional Pernambuco**

Recebido: 28/09/2020 | Revisado: 08/10/2020 | Aceito: 15/10/2020 | Publicado: 17/10/2020

Catiane da Silva Barros Ferreira

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7432-8947>

Universidade Federal Rural de Pernambuco, Brasil

E-mail: catybarros@hotmail.com

Camila Ribeiro Silva

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4502-5925>

Universidade Federal Rural de Pernambuco, Brasil

E-mail: camilaribeiroufpb@hotmail.com

Elielma Santana de Jesus

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7939-9509>

Universidade Federal Rural de Pernambuco, Brasil

E-mail: elielmas93@gmail.com

Edgo Jackson Pinto Santiago

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3981-7635>

Universidade Federal Rural de Pernambuco, Brasil

E-mail: edgoj@hotmail.com

Moacyr Cunha Filho

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9774-4521>

Universidade Federal Rural de Pernambuco, Brasil

E-mail: moacyr2006@gmail.com

Marcio Miceli Maciel de Souza

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9774-4521>

Universidade Federal de Pernambuco, Brasil

E-mail: marciomiceliufpe@hotmail.com

Resumo

O artigo teve o objetivo de avaliar os fatores que podem influenciar a produção de leite de vaca nos municípios que fazem parte da região do Agreste Meridional pernambucano. Inicialmente realizou-se uma análise exploratória das variáveis a fim de observar algumas medidas de posição e dispersão. Em seguida, utilizou-se a classe de Modelos Lineares Generalizados para avaliar de que forma as variáveis influenciam a produção leiteira. Como variável dependente considerou-se a produção de leite de vaca e como variáveis explicativas a precipitação ocorrida nos municípios em 2018, produção de milho, produção de palma forrageira, presença de cooperativa/associação nos municípios e quantidade de empreendimentos que participam da agricultura familiar. Os resultados encontrados evidenciaram que em 2012, ano de extrema seca, a produção média de leite sofreu uma queda de 36% na região. Além disso, verificou-se que o número de estabelecimentos que produzem leite e participam da agricultura familiar foram responsáveis por 61% da produção média de leite no Agreste Meridional. Os municípios que possuem cooperativas e/ou associações de produção de leite apresentaram produção média maior em relação aos municípios que não possuíam cooperativas e/ou associações.

Palavras-chave: Agricultura familiar; Produção de leite; Fatores climáticos.

Abstract

The article aimed to assess the factors that may influence the production of cow's milk in the municipalities that are part of the Agreste Meridional region of Pernambuco. Initially, an exploratory analysis of the variables was carried out in order to observe some measures of position and dispersion. Then, the class of Generalized Linear Models was used to assess how the variables influence milk production. As a dependent variable the production of cow's milk was considered and the explanatory variables were the precipitation that occurred in the municipalities in 2018, corn production, production of forage palm, the presence of a cooperative / association in the municipalities and the number of enterprises participating in the family farming. The results found showed that in 2012, a year of extreme drought, the average milk production fell by 36% in the region. In addition, it was found that the number of establishments that produce milk and participate in family farming were responsible for 61% of the average milk production in Agreste Meridional. Municipalities that have milk production cooperatives and / or associations had higher average production than municipalities that did not have cooperatives and / or associations.

Keywords: Familiar farming; Milk production; Climatic factors.

Resumen

El artículo tuvo como objetivo evaluar los factores que pueden influir en la producción de leche de vaca en los municipios que forman parte de la región Agreste Meridional de Pernambuco. Inicialmente se realizó un análisis exploratorio de las variables con el fin de observar algunas medidas de posición y dispersión. Luego, se utilizó la clase de Modelos Lineales Generalizados para evaluar cómo las variables influyen en la producción de leche. Como variable dependiente se consideró como variable explicativa la producción de leche de vaca, la precipitación ocurrida en los municipios en 2018, la producción de maíz, la producción de palma forrajera, la presencia de cooperativa / asociación en los municipios y el número de empresas participantes en el Agricultura familiar. Los resultados encontrados mostraron que en 2012, año de extrema sequía, la producción promedio de leche cayó un 36% en la región. Además, se encontró que la cantidad de establecimientos que producen leche y participan en la agricultura familiar fueron responsables del 61% de la producción promedio de leche en Agreste Meridional. Los municipios que cuentan con cooperativas y / o asociaciones de producción de leche tuvieron una producción promedio más alta que los municipios que no tenían cooperativas y / o asociaciones.

Palabras clave: Agricultura familiar; Producción de leche; Factores climáticos.

1. Introdução

A região do Agreste Meridional pernambucano possui na pecuária leiteira uma de suas principais bases econômicas, em que de um lado estão as indústrias de laticínios que produzem em grande escala, e do outro lado tem a participação em massa de agricultores de pequeno porte, que ao se unirem, alcançam grandes volumes de leite, contribuindo com mais de 25% da produção estadual de leite (Barbosa, 2017). Esse setor é um dos mais sensíveis às variações climáticas, seu papel é de grande importância para a manutenção econômica e sustentação das propriedades rurais da agricultura familiar no agreste (Fundação Banco do Brasil [FBB] & Instituto Interamericano de Cooperação para Agricultura [IICA], 2010).

A instabilidade de chuvas é uma realidade vivenciada há muitos anos por agricultores, produtores e a população em geral do Agreste pernambucano. Os vestígios negativos fazem parte do dia a dia, com ameaças à infraestrutura das cidades, diminuição da produtividade agropecuária e diminuição dos níveis dos reservatórios de água. Barbosa et al. (2018) e Voges, Talher e Kazama (2015) evidenciam que o setor produtivo sofre com os imprevistos e as perdas de produção que são causadas pelos períodos de estiagem e que se acentuam devido

aos entraves dos fatores de produção ineficientes, como a falta de técnicas específicas que ajudem os produtores a manter-se no mercado, mesmo diante de fenômenos extremos.

Além dos aspectos climáticos, alguns pesquisadores apontam outros fatores externos que podem influenciar na produção de leite. G. M. C. L. Pereira (2018) afirma que o manejo, condições higiênico-sanitárias do rebanho, a alimentação adequada, temperatura de armazenagem e transporte do leite, conforto térmico do animal e o controle de doenças são de suma importância para o bom desempenho produtivo. Dessa forma, percebe-se que a produção leiteira pode ser afetada por diversos fatores, estando interligados de forma direta com o rebanho, como a dieta e qualidade de insumos, fatores genéticos ou, em outros casos, fatores relacionados de forma indireta, a exemplo das condições climáticas.

Conforme apresentado por Embrapa (2018), para haver desenvolvimento mais acentuado da pecuária leiteira, são necessárias novas tecnologias que permitam ao gado melhores condições sanitárias, bem como técnicas sustentáveis avançadas para o setor produtivo, de modo a atender, especialmente, aos produtores de pequena escala que, em sua maioria, estão inseridos na agricultura familiar. T. J. O. Almeida et al. (2015) enfatiza a necessidade do trabalho em conjunto do Governo e associações com políticas públicas e projetos voltados ao setor leiteiro para que os pequenos produtores possam ter oportunidade de permanecer no mercado.

Dada à relevância do Agreste Meridional na produção de leite, são necessários estudos que busquem detalhar, investigar e identificar possíveis fatores que possam comprometer essa produção tão significativa para o Estado. Neste sentido, é possível utilizar modelos estatísticos para descrever a relação entre variáveis. Conforme apresentado em Barbosa et al. (2018), utilizou-se o modelo de regressão linear na modelagem da produção de leite de vaca. Apesar dos modelos lineares serem amplamente utilizados, em algumas situações, a suposição de normalidade dos dados é inadequada, podendo levar a conclusões ou interpretações imprecisas (Paula, 2013).

Nesse contexto, o uso de modelos que levem em consideração a natureza da variável de interesse, pode conferir maior flexibilidade no processo de modelagem, além de oferecer resultados mais precisos. Desse modo, utilizou-se a classe de modelos lineares generalizados (MLG) proposta por Nelder e Wedderburn (1972), para modelar a produção de leite de vaca e investigar os possíveis fatores associados à produção de leite na região do Agreste Meridional Pernambucano.

2. Metodologia

2.1 Caracterização da área de estudo

O Agreste Meridional do Estado de Pernambuco (Figura 1) ocupa uma extensão territorial de 10.910,939 km² constituída de 26 municípios, são eles: Águas Belas, Angelim, Bom Conselho, Brejão, Buíque, Caetés, Calçados, Canhotinho, Capoeiras, Correntes, Garanhuns, Iati, Itaíba, Jucati, Jupi, Jurema, Lagoa do Ouro, Lajedo, Palmerina, Paratama, Pedra, Saloá, São João, Terezinha, Tupanatinga e Venturosa. Segundo dados do Censo 2010 do IBGE, reside 641.727 habitantes, sendo 370.818 habitantes na zona urbana e 270.909 habitantes na zona rural (Embrapa, 2009).

Figura 1. Região Agreste Meridional do Estado de Pernambuco.



Fonte: <https://www.sigas.pe.gov.br/>.

A região apresenta um relevo acidentado, gerando assim um clima muito diversificado ao longo do seu território, com temperatura média em torno de 25°C. Em certas microrregiões, por conta da altitude, as temperaturas são mais baixas e índices pluviométricos são mais frequentes. Em outras microrregiões, revela-se uma área de transição, apresentando assim um clima tropical semi-úmido, com índices de precipitação mais centralizado entre os meses de abril e julho. Os índices pluviométricos podem variar bastante em cada microrregião, com alta taxa de evaporação e chuvas irregulares (Embrapa, 2018).

Os principais setores econômicos são a pecuária de leite e corte, o comércio, a floricultura, o turismo, a agricultura e o artesanato. A atividade da pecuária leiteira tem a produção artesanal, que conta com pequenos e médios produtores, e a industrial com a produção de leite e seus derivados. Devido à forte contribuição na produção de leite em Pernambuco a região recebe o título de bacia leiteira do estado (G. M. C. L. Pereira, 2018).

Em 2017, a região produziu cerca de 518 milhões de litros de leite que representou 65% da produção de leite de gado estadual. Neste mesmo ano, o número de vacas ordenhadas foi de 203.657 cabeças, que corresponde a 49% do rebanho estadual. Ao passo que o número de estabelecimentos agropecuários que produziram esse tipo de leite foi de 14.903 unidades, ou seja, aproximadamente 37% do total de estabelecimentos do Estado (IBGE, 2016).

2.2 Coleta dos dados

Os dados referentes à produção de leite, produção de milho, produção de palma forrageira, presença de cooperativa/associação no município e a quantidade de empreendimentos que participam da agricultura familiar dos municípios que compõem a região em estudo foram extraídos do site do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), considerando o período compreendido entre 2010 e 2018. As informações da produção de leite apresentadas são exclusivamente referentes ao leite de gado, produzido anualmente por cada município, em mil litros.

Foram obtidos dados diários de precipitação pluviométrica das cidades, por meio da base de dados disponível no site do Instituto Agrônomo de Pernambuco (IPA), para período de 2010 a 2018.

O estudo é considerado de natureza quantitativa, de acordo com A. S. Pereira et al. (2018). Os dados foram extraídos, analisados e interpretados através de técnicas estatísticas e conceitos da área.

2.3 Análise descritiva

Foi realizada uma análise descritiva dos dados com o objetivo de conhecer algumas características das variáveis. Foram utilizadas medidas descritivas como: média, mínimo, máximo, mediana e desvio-padrão.

2.4 Modelos Lineares Generalizados (MLG)

Os modelos Lineares Generalizados (MLG) foram propostos por Nelder e Wedderburn (1972), e são considerados como uma extensão do modelo normal linear. Essa classe de modelos mostra-se mais flexível uma vez que a variável resposta Y pode ser representada por alguma distribuição de probabilidade pertencente à família exponencial (FE). A função densidade de probabilidade de uma distribuição pertencente à FE pode ser expressa na forma:

$$f(y; \theta, \phi) = \exp \left\{ \frac{y\theta - b(\theta)}{a(\phi)} + c(y, \phi) \right\} \quad (1)$$

em que, $a(\phi)$, $b(\theta)$ e $c(y, \phi)$ são funções conhecidas, θ é o parâmetro de localização e ϕ é o parâmetro de dispersão. Temos que a média e a variância da variável resposta y são:

$$E(y) = \mu = \frac{db(\theta)}{d\theta} \quad (2)$$

$$var(y) = \frac{d^2b(\theta)}{d\theta^2} a(\phi) \quad (3)$$

Nesta abordagem, como já mencionado, é possível supor uma distribuição de probabilidade para a variável resposta. Entre as distribuições mais usuais pertencentes à família exponencial estão: a distribuição Normal, Gama, Poisson, Binomial e a Normal inversa.

Assim, ao definir a distribuição de probabilidade, claramente teremos definido a função de variância $V(\mu)$, que é a parte da variância da resposta y que depende da média, e o parâmetro de dispersão ϕ , que independe da média, este sendo constante para as distribuições da família exponencial. Assim,

$$var(y) = \phi V(\mu) \quad (4)$$

Ckroh e Coimbra (2005) afirmam que a função de variância é bastante significativa na família exponencial, por caracterizar a distribuição, ou seja, dada a função de variância, é definida uma classe de distribuição correspondente, o contrário também acontece. Com isso é possível aplicar teste simples de comparação de distribuições para a função de variância.

Na formulação de um MLG temos a componente aleatória, a componente sistemática e uma função de ligação. A componente aleatória sendo formada por $y = (y_1, \dots, y_n)^T$ vetor de observações, $Y = (Y_1, \dots, Y_n)^T$ v.a. i.i.d. com médias $\mu = (\mu_1, \dots, \mu_n)^T$. Cada componente de Y segue uma distribuição pertencente à família exponencial (Paula, 2013). Chamamos de componente sistemática do modelo a estrutura linear formada por

$$\eta = X\beta \quad (5)$$

em que, $\eta = (\eta_1, \dots, \eta_n)^T$, $\beta = (\beta_1, \dots, \beta_p)^T$ representa um vetor de parâmetros desconhecidos com $p < n$ e X a matriz de covariáveis do modelo $n \times p$ ($p < n$). A média μ do vetor y é expressa por uma função g de η chamada de função ligação.

$$g(\mu) = \eta \quad (6)$$

As funções de ligação utilizadas são definidas de acordo com a distribuição escolhida para a variável resposta, entre algumas delas temos: a identidade, log, inversa, raiz quadrada, entre outras. A estimação dos parâmetros é realizada através do método de máxima verossimilhança. Como as equações de máxima verossimilhança não são lineares, é necessário o uso de algum algoritmo de otimização para estimação dos parâmetros. Mais detalhes sobre as funções de ligação, estrutura e processo de estimação dos parâmetros podem ser encontrados em Cordeiro e Demétrio (2008) e em Paula (2013).

2.5 Adequabilidade do modelo

A análise residual é uma etapa importante para a avaliação da adequabilidade do modelo proposto. Os testes de normalidade de Shapiro-Wilk e Kolmogorov-Smirnov foram utilizados para verificar a suposição de normalidade dos resíduos. Além disso, técnicas gráficas são usadas para avaliar a adequação da função de ligação e a função de variância (Cordeiro & Demétrio, 2008). O gráfico de qq-plot é importante para avaliar a adequação da distribuição suposta para os dados. Ele considera os quantis teóricos da distribuição normal em relação aos quantis observados a partir do conjunto de dados. Quanto mais próximo os

pontos se encontram da reta, mais próxima é a distribuição dos dados daquela que se está testando.

Para o ajuste do modelo foram consideradas as variáveis produção de milho, produção de palma forrageira, presença de cooperativa/associação no município, precipitação ocorrida no município em 2018 e quantidade de empreendimentos que participam da agricultura familiar. Quanto à estrutura do modelo foi considerado a distribuição Gama com função de ligação log e nível de significância na seleção das variáveis igual a 5%.

3. Resultados e Discussão

3.1 Estatística descritiva dos dados de precipitação e produção de leite

As estatísticas descritivas de precipitação (Tabela 1) e produção de leite (Tabela 2) foram utilizadas para sumarizar estas variáveis, com intuito de observar o comportamento destes dados entre 2010 e 2018. Com relação à precipitação média, teve-se dois anos com elevadas médias, em 2010 (1.116,90 mm) e em 2017 (1.042,37 mm) (Tabela 1). Os anos com menor precipitação média foram 2012 e 2016, com 421,06 mm e 500,54 mm, respectivamente.

Tabela 1. Medidas descritivas da precipitação (mm) para a região do Agreste Meridional pernambucano nos anos observados.

Ano	Média	Mediana	Mínimo	Máximo	Desvio padrão
2010	1.116,90	1.068,00	758,17	1.626,50	206,70
2011	867,29	878,25	84,40	1.368,70	299,09
2012	421,06	383,90	195,10	788,50	169,23
2013	645,69	617,35	277,00	985,40	190,90
2014	913,55	878,45	461,00	1.656,90	332,69
2015	632,88	583,60	157,40	1.552,50	321,44
2016	500,54	483,05	198,10	1.048,00	184,10
2017	1.042,37	980,95	593,90	2.264,40	381,93
2018	628,86	570,05	332,50	1.168,60	215,22

Fonte: Autores.

Observou-se que a partir de 2015 a média anual de produção de leite nessa região ficou acima de 19 mil litros, superando esse valor em 2018, com média de 20.685,38 litros (Tabela 2). Os anos com menor produção foram 2012 e 2013 com registros de uma produção média de 11.334,27 e 10.880,19, com desvio-padrão de 16.336,92 e 16.295,55, respectivamente.

Tabela 2. Medidas descritivas da produção de leite (/1000 litros) para a região do Agreste Meridional pernambucano nos anos observados.

Ano	Média	Mediana	Mínimo	Máximo	Desvio padrão
2010	15.446,50	5.922,50	1.365,00	86.797,00	22.379,37
2011	17.766,38	7.894,50	1.617,00	102.383,00	25.927,61
2012	11.334,27	4.712,50	1.008,00	59.625,00	16.336,92
2013	10.880,19	3.900,00	700,00	58.650,00	16.295,55
2014	13.788,46	7.622,50	72,00	54.600,00	15.404,52
2015	19.288,62	9.145,00	105,00	83.472,00	22.763,57
2016	19.406,77	9.642,50	852,00	75.379,00	20.891,05
2017	19.933,04	12.892,00	1.959,00	78.100,00	19.603,49
2018	20.685,38	13.670,50	2.626,00	75.600,00	19.801,72

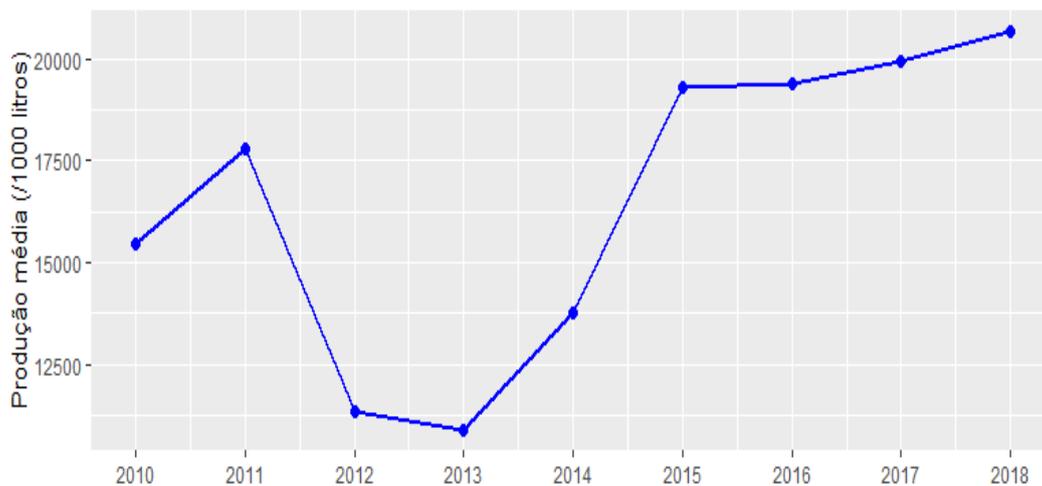
Fonte: Autores.

A partir dos valores médios das variáveis precipitação e produção de leite, verifica-se que altos índices pluviométricos não proporcionam, necessariamente, elevada produção leiteira. Isto devido ao fato de que outras causas podem afetar a produção de leite. Contudo, contata-se que a pecuária de leite sofreu influência direta nos períodos de estiagem severa, tanto pela falta de água para o consumo do gado, quanto na oferta de pastagem, principalmente para pequenos e médios produtores que não possuíam sistemas de irrigação e armazenamento de água (Araújo & Araújo, 2018).

O efeito da estiagem prolongada em 2012 foi um dos fatores prejudiciais na produção de leite do Agreste Meridional. Em toda a região foram produzidos 294.691 mil litros de leite em 2012, o que significou uma queda de 36% comparada com a produção de 2011. Foi possível observar que a produção média de leite apresentou um pico em 2011, com declínio

acentuado nos anos de 2012 e 2013 (Figura 2). Nos anos de 2015/2016 houve escassez de chuva nessa região, uma consequência do fenômeno El Niño, que segundo registros ocorreu em grande intensidade (Rodrigues, De-Souza, Costa & Pereira, 2017). Entretanto, a produção de leite da região não apresentou queda que pode ser devido, principalmente, ao aumento da produção na cidade de Bom Conselho, que passou a ser sede de uma agroindústria que demanda este produto para suas fabricações, além dos incentivos governamentais para os produtores, de acordo com o Plano de Desenvolvimento Sustentável do município (2016).

Figura 2. Produção média de leite da região do Agreste Meridional para os anos observados.



Fonte: Autores.

Barbosa et al. (2018) em seu estudo sobre influência da variabilidade do clima na produção de leite no Agreste de Pernambuco expõe que a instabilidade espaço-temporal das precipitações são fatores que limitam a expansão do setor produtivo leiteiro, visto que a precipitação é uma variável climática relevante para o semiárido pernambucano.

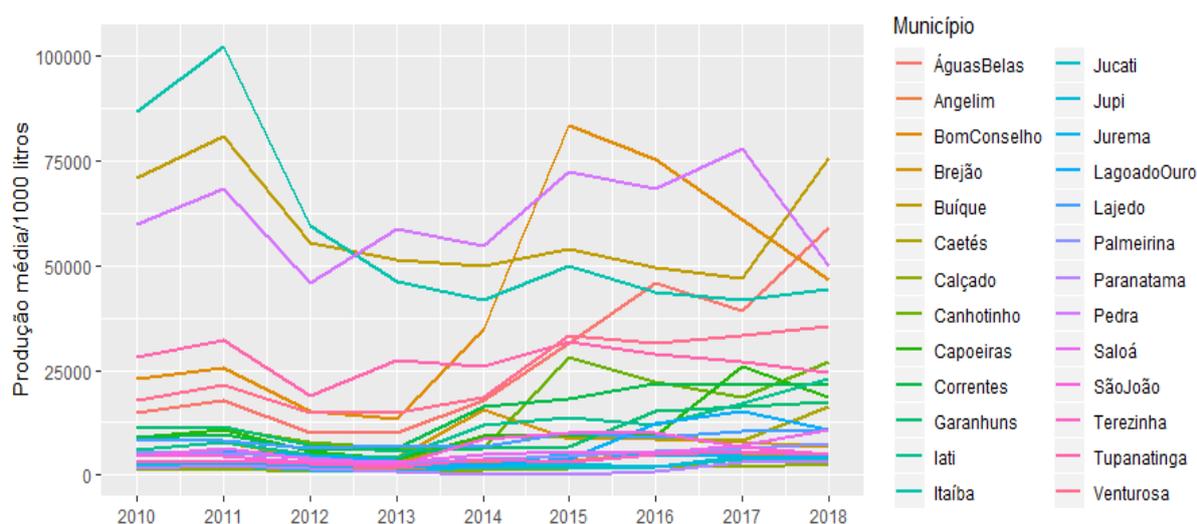
3.2 Produtividade de leite por município do Agreste Meridional pernambucano

A produção média dos municípios que exploram a pecuária leiteira na área de estudo está disposta na Figura 3. O município de Itaíba produziu no ano de 2011 um total de 102.383 litros de leite, ocupando o lugar de maior produtor do Estado. No entanto, em 2012 sofreu uma redução de 41,76%, atingindo uma produção de 59.625 litros. O município de Buíque produziu 55.400 litros de leite no ano de 2012 e apresentou redução de 31,44% em relação ao ano anterior que foi de 80.810 litros. Já o município de Pedra produziu 68.255 litros de leite

em 2011, porém, no ano seguinte produziram apenas 45.845 litros de leite, uma redução de 32,83%.

Um destaque ainda maior para o município de Bom Conselho que mesmo em meio à crise hídrica, alcançou dados positivos de produção, em 2013 era de 13.500 litros atingindo em 2015 cerca de 83.472 litros de leite. Essa evolução esteve diretamente ligada à transferência do complexo agroindustrial da BR Foods (Antiga Perdigão-Batavo) para a Parmalat S/A (empresa italiana pertencente ao Groupe Lactalis) em 2014. Com isso, a capacidade de produção diária da empresa aumentou bastante, gerando empregos diretos e indiretos, como foram disponibilizadas linhas de créditos através do Pronaf para os produtores da região para que pudessem aumentar suas produções, e assim, atender a demanda da empresa (Plano de desenvolvimento sustentável, 2016).

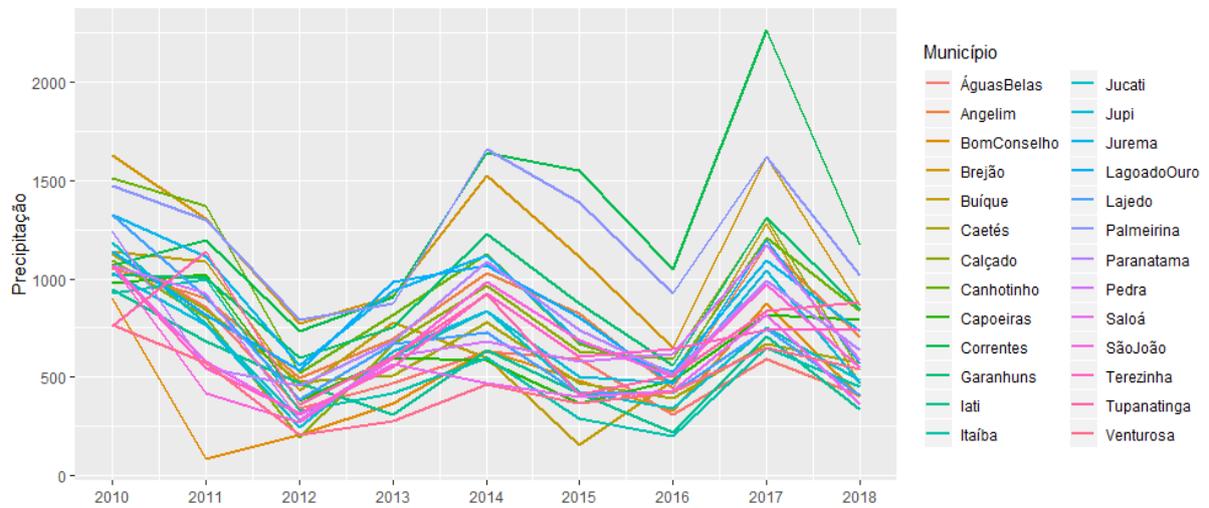
Figura 3. Produção média de leite (/1000 litros) por ano e por município.



Fonte: Autores.

As médias anuais de precipitação observadas por municípios demonstram ocorrência de baixos índices pluviométricos, principalmente nos anos de 2012 variando de 195,1 mm a 788,5 mm, e em 2016 de 198,1 mm a 1.048 mm na maioria dos municípios (Figura 4). Cabe destacar que para os anos de 2014 e 2017 as cidades de Correntes, Brejão e Palmerina foram as que apresentaram os maiores índices de chuvas.

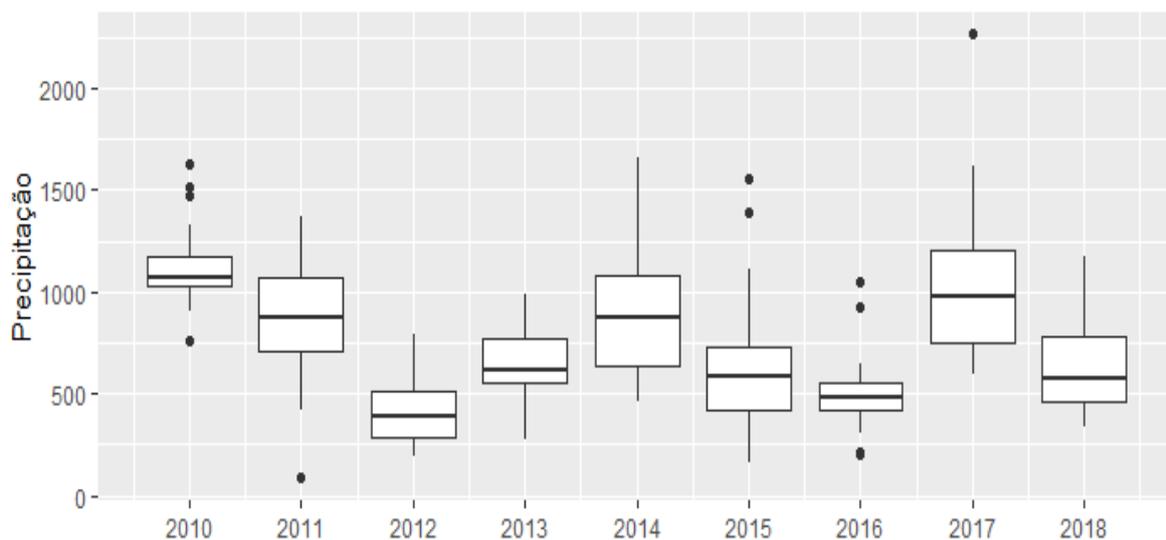
Figura 4. Precipitação (mm) para a região do Agreste Meridional por ano e por município.



Fonte: Autores.

Com relação à questão pluviométrica observou-se que a maior precipitação mediana ocorreu no ano de 2010, com baixa variabilidade entre as observações (Figura 5). Por outro lado, os dados referentes aos anos de 2014 e 2017 foram os que apresentaram maior variabilidade em relação aos demais anos. No ano de 2017 tivemos o registro da precipitação máxima (2.264 mm) ocorrida na cidade de Correntes e a mínima sendo registrada em 2011 na cidade de Bom Conselho (84,4 mm). Os anos de 2010 e 2016 foram os que apresentaram a menor variabilidade entre os valores de precipitação registrados nessas cidades.

Figura 5. Box-plot da variável precipitação (mm) para os anos observados.

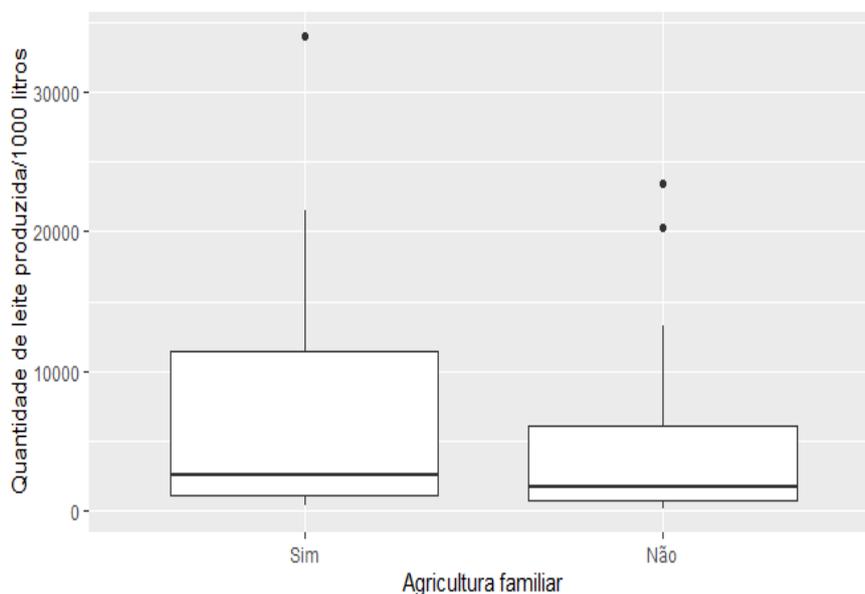


Fonte: Autores.

3.3 Contribuições da agricultura familiar para a pecuária de leite

De acordo com Araújo e Araújo (2018), os municípios do Agreste Meridional têm como principal atividade econômica a pecuária de leite, com uma participação ativa da agricultura familiar. Foi possível observar que existiu uma variabilidade maior na quantidade de leite produzida por rebanhos pertencentes a agricultores que fazem parte da agricultura familiar (Figura 6). Para o ano de 2017, na cidade de Itaíba, o gado dos produtores que estavam inseridos no programa apresentaram uma quantidade de leite igual a 34.087 litros, representado pelo ponto atípico no gráfico. Vale ressaltar que o referido município possui uma forte representatividade de associações e cooperativas que se organizam e são atuantes na busca por investimentos e melhores condições de produção (Pereira, 2018). Com relação a quantidade de leite produzida pelo gado que não são faz parte do programa, as cidades de Buíque e Pedra se destacaram das demais no referido ano com produções iguais a 20.304 e 23.423 litros, respectivamente.

Figura 6. Box-plot da variável quantidade de leite produzida em relação agricultura familiar na região do Agreste Meridional pernambucano em 2017.

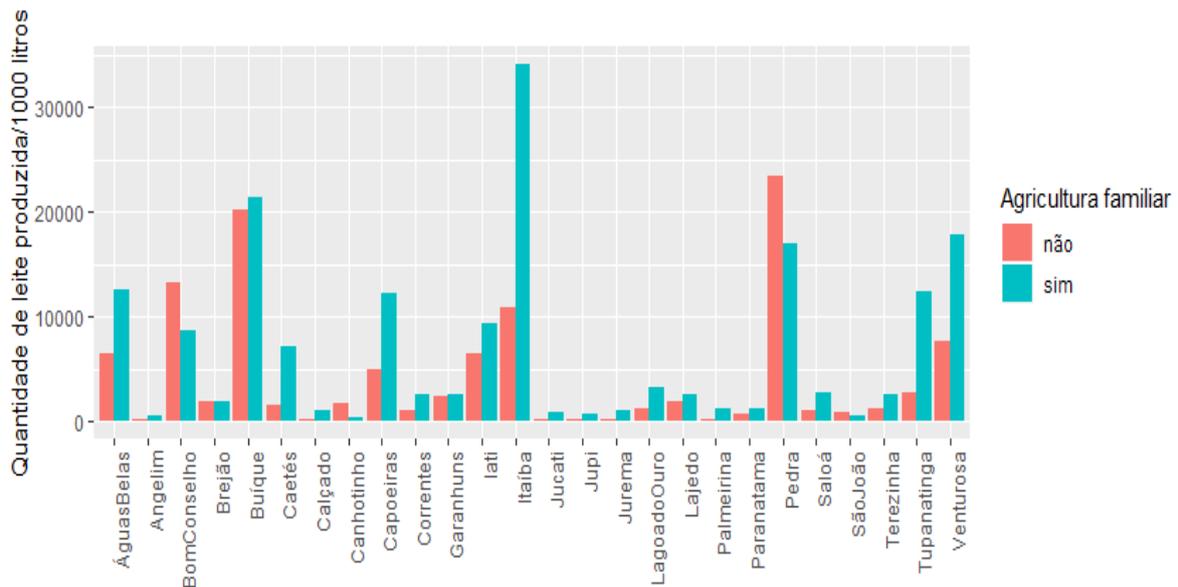


Fonte: Autores.

Foi possível verificar que a quantidade de leite produzida pelo gado de agricultores que fazem parte da agricultura familiar é predominante em algumas cidades, em especial, na cidade de Itaíba (Figura 7). De acordo com os dados, os bovinos destes produtores foram

responsáveis por cerca 61% da produção de leite no Agreste Meridional. Entretanto, em Bom Conselho e Pedra, a produção é superior no grupo de produtores que não fazem parte do programa.

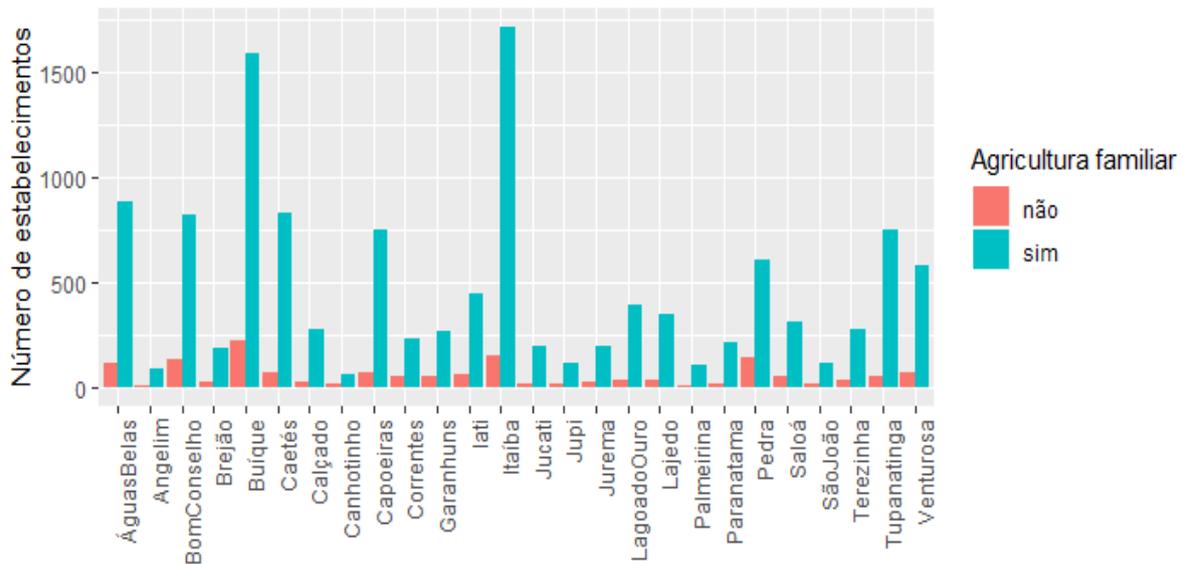
Figura 7. Quantidade de leite produzida em relação a agricultura familiar nas cidades do Agreste Meridional pernambucano em 2017.



Fonte: Autores.

Através da Figura 8 é possível observar que o elevado número de estabelecimentos agropecuários que produziram leite de vaca nessa região, além do que, constata-se a relevância da agricultura familiar presente em todas elas.

Figura 8. Número de estabelecimentos agropecuários que produziram leite de vaca em relação agricultura familiar nas cidades da região Agreste Meridional em 2017.



Fonte: Autores.

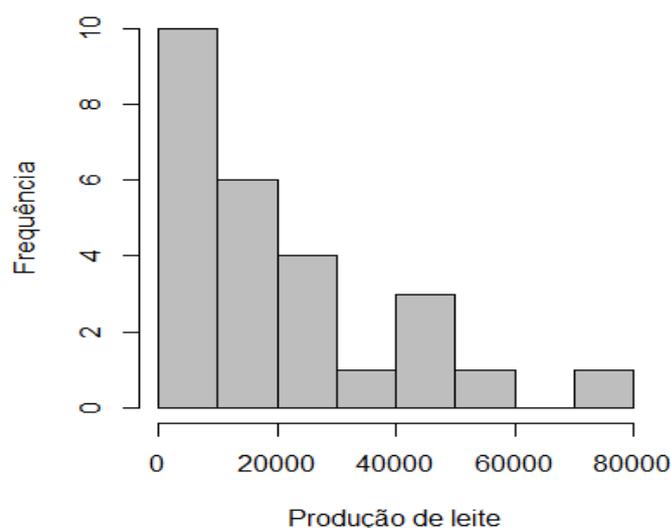
Diante dos resultados apresentados verificou-se que a agricultura familiar tem uma forte representação econômico-social para a pecuária leiteira no Agreste Meridional pernambucano, pois dos 32.641 estabelecimentos que produziram leite pela agricultura familiar no Estado, 12.441 foram do Agreste Meridional, cerca de 38%. A agricultura familiar traz para o setor agropecuário em geral mais oportunidade de emprego e renda, transformando a vida de muitos produtores e suas famílias (Embrapa, 2018).

Dada a importância dos produtores rurais para a economia como um todo, Souza et al. (2015) enfatiza a relevância do associativismo que agrega parceiros e estimula a busca de um bem comum. Assim como, para que haja desenvolvimento econômico e sustentável para a região, e ainda para a valorização deste tipo de agricultura sugere-se que sejam elaboradas políticas locais consistentes e liberação de mais recursos do Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar (Neves, Mendonça & Salomão, 2020; Gomes & Mello, 2020).

3.4 Análise do Modelo Linear Generalizado

Na Figura 9 verifica-se a distribuição da variável produção de leite, caracterizando-se como uma variável assimétrica positiva. Além disso, nota-se que a classe com produção de leite de até 10.000 litros/ano é a de maior frequência, com 10 municípios.

Figura 9. Histograma da variável produção de leite (litros).



Fonte: Autores.

Diante das variáveis analisadas, apenas três variáveis foram significativas ao nível de 5% ($p\text{-valor} < 0,05$) para explicar a variável produção leiteira, sendo estas: número de estabelecimentos que produziram leite e participam da agricultura familiar (Estab_AF), precipitação ocorrida no município em 2018 (Precipitação) e a variável dummy que representa a presença de cooperativa e/ou associação ligadas a produção de leite no município.

De acordo com a Tabela 3, que apresenta as estimativas dos parâmetros, é possível observar que o volume pluviométrico é um fator importante para o aumento da produção média de leite. De acordo com o estudo realizado por Barbosa et al. (2018) existe uma forte correlação entre a produção de leite e a precipitação, evidenciando essa relação nos períodos de escassez de água. Além disso, verificou-se que o número de estabelecimentos que produzem leite e participam da agricultura familiar no município influi de forma positiva a produção média de leite no Agreste.

Com relação à presença de cooperativa e/ou associação no município, os resultados indicam que nas cidades que possuem cooperativas e/ou associações que coordenam a produção de leite há tendência de obtenção de maior produção média de leite, em relação às cidades que não apresentam cooperativas ou associações (Tabela 3). De acordo com Munic, Aguiar e Do Livramento (2016), as cooperativas e associações tem um papel fundamental para a manutenção dos pequenos e médios produtores de leite, pois a união possibilita um

maior crescimento produtivo, agregação de valores no produto final, bem como uma maior competitividade perante o mercado.

Tabela 1. Estimativas dos parâmetros, erros-padrão e p-valores das variáveis do modelo.

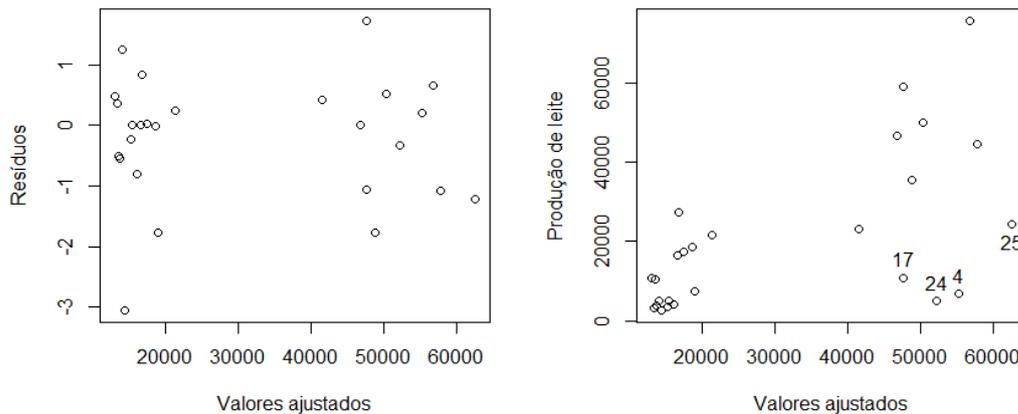
Variável	Estimativa	Erro-padrão	p-valor
Intercepto	9,1740	0,02827	< 0,0001
Estab_AF	0,0002	0,00001	< 0,0001
Precipitação	0,0006	0,00003	< 0,0001
Cooperativa	1,1590	0,00660	< 0,0001

Fonte: Autores.

Os resultados dos testes de Shapiro-Wilk (p-valor = 0,3317) e Kolmogorov-Smirnov (p-valor = 0,4898) indicam que não se rejeita a hipótese nula de que os resíduos seguem uma distribuição normal ao nível de significância de 5%. O pseudo-R² para o modelo foi igual a 0,85, um indício de que o modelo proposto é adequado.

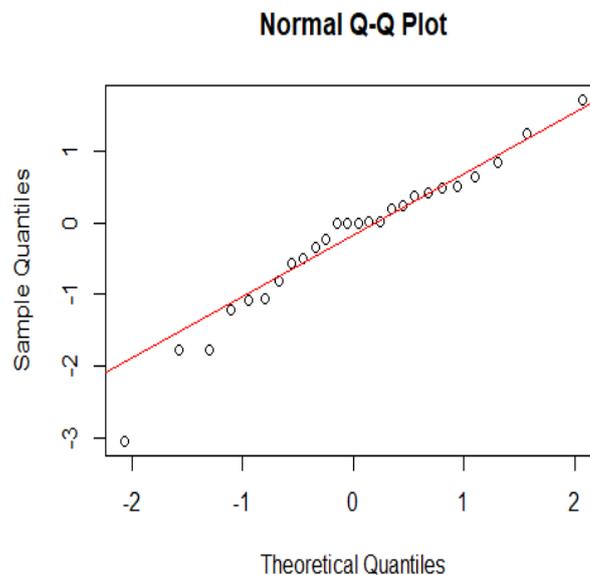
Na Figura 10 observar-se que os resíduos se distribuem, em sua maioria, em torno do valor zero e dentro dos limites (-3,3). Entretanto, nota-se que à medida que o valor ajustado aumenta o resíduo de algumas observações apresentam maior dispersão, diferenciando-se dos demais. Os valores observados *versus* valores ajustados revelam que a adequação do modelo poderia ser mais relevante se não tivesse a influência das observações 4, 17, 24 e 25, referentes aos municípios de Brejão, Lagoa do Ouro, Terezinha e Tupanatinga (Figura 10). Porém, é importante ressaltar que o número reduzido de variáveis e o tamanho da amostra podem ter influenciado na qualidade do ajuste do modelo. Na Figura 11 é possível observar que a distribuição Gama pode ser considerada adequada para a modelagem, uma vez que os pontos se encontram próximo à reta.

Figura 10. Ilustração dos valores ajustados para produção de leite *versus* resíduos do modelo.



Fonte: Autores.

Figura 11. Gráfico normal quantil-quantil.



Fonte: Autores.

Os modelos de regressão podem ser considerados como uma importante ferramenta para descrever fenômenos. Neste sentido, o respectivo artigo traz sua aplicabilidade e simplicidade de interpretação na modelagem da produção média de leite. O uso de modelos na identificação dos fatores que podem estar relacionados à produção de leite auxilia no processo de produção e na compreensão de como essas variáveis podem explicar o volume de leite produzido. Além das variáveis abordadas no artigo, podem existir vários outros elementos que interferem a produção de leite, como por exemplo, o estresse térmico (ver J. V. N. Almeida et al., 2020).

Adicionalmente, a atividade leiteira é de grande importância para a economia brasileira (Bragagnolo et al., 2011). De acordo com Costa et al. (2015) o setor de leite e seus derivados impulsiona a geração de empregos, excedendo áreas como a construção civil e a indústria automotiva, por exemplo, destacando-se como um gerador de renda. Assim, os modelos estatísticos apresentam-se como alternativas promissoras para identificação de fatores e predição da produção leiteira, com vistas a implementação de processos que potencializem a cadeia produtiva.

4. Conclusão

Através do presente estudo foi possível verificar a expressiva participação dos pequenos e médios produtores na produção de leite do Agreste Meridional de Pernambuco, estando estes também inseridos na atividade da agricultura familiar. Em particular, os municípios de Águas Belas, Buíque e Itaíba, que se destacaram quanto a essa atividade. Além disso, também é notável a importância das cooperativas e associações para o aumento da cadeia produtiva da região.

Os resultados do modelo linear generalizado evidenciaram que as variáveis explicativas número de estabelecimentos que participam da agricultura familiar, a precipitação e a presença de cooperativa e/ou associação no município, são fatores significativos para explicar a produção média de leite no agreste meridional.

Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

Referências

Almeida, J. V. N., Marques, L. R., Marques, T. C., Guimarães, K. C., & Leão, K. M. (2020). Influence of thermal stress on the productive and reproductive aspects of cattle – Review. *Research, Society and Development*, 9(7), e230973837. <https://doi.org/10.33448/rsd-v9i7.3837>.

Almeida, T. J. O., Araújo, V. V. de, Feitosa, P. J. S., Silva, A. F. A. da. (2015). Perfil sociocultural de produtores de leite bovino do município de São Bento do Una (PE) e suas implicações sobre o manejo da ordenha. *Revista Brasileira de Higiene e Sanidade Animal*, 9(1),122-135.

Araújo, T. B., & Araújo, T. P. de. (2018). *Socioeconomia pernambucana: mudanças e desafios*. Companhia Editora de Pernambuco (CEPE).

Barbosa, V. V. (2017). *Cenários de mudanças climáticas e ambiente: influência da variabilidade do clima na produção de leite do Agreste de Pernambuco, Brasil*. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) - Universidade Federal de Pernambuco, Recife.

Barbosa, V. V., DeSouza, W. M., Galvêncio, J. D., & Sobral, M. D. C. M. (2018). Influência da variabilidade climática na produção de leite na região semiárida do nordeste do Brasil. *Revista Brasileira de Climatologia*, 23, 244-266.

Bragagnolo, C., Miqueleto, G. J., Pavão, A. R., Joaquim B. de S. F. Filho, & Gomes, A. L. (2011). Elasticidades de substituição e de preços na produção de leite. *Revista de Política Agrícola*, 20(2), 119-130.

Costa, V. S., Assunção, A. B. de A., Costa, M. M. B., & Chacon, M. J. M. (2015). Análise de custos a partir da cadeia do valor do leite e seus derivados na região Seridó do Rio Grande do Norte. *Revista Ambiente Contábil*, 7(1), 89-108.

Ckroh, A., & Coimbra, E. (2005). *Métodos estatísticos no ajuste de curvas de lactação*. Universidade Federal do Paraná. Curitiba.

Embrapa. (2018). *Agricultura familiar, desafios e oportunidades rumo à inovação*. Brasília: Comunicação. Recuperado de <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/31505030/artigo---agricultura-familiar-desafios-e-oportunidades-rumo-a-inovacao>.

Embrapa Gado de Leite. (2009). *Competitividade da cadeia produtiva do leite em Pernambuco*. Juiz de Fora: Autor. Recuperado de

<http://pecooperativo.coop.br/attachments/article/75/Competitividade%20da%20Cadeia%20Produtiva%20do%20Leite%20em%20PE.pdf>.

Fundação Banco do Brasil & Instituto Interamericano de Cooperação para Agricultura. (2010). *Desenvolvimento Regional Sustentável - Bovinocultura de leite*. Brasília: Autor. Recuperado de <https://www.bb.com.br/docs/pub/inst/dwn/Vol1BovinoLeite.pdf>.

Gomes, I. N., & Mello, S. P. T. (2020). The effects of credit granting in southern Brazil under the “Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar – PRONAF. *Research, Society and Development*, 9(7), 1-20, e734974628. <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v9i7.4628>.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. (2016) *Pesquisa Pecuária Municipal. Produtos de origem animal por tipo de produto*. Recuperado de <https://sidra.ibge.gov.br>.

IPA - Instituto Agrônomo de Pernambuco. (2009). *Plano de trabalho – PAT 2016/2019*. Recuperado de <http://www.ipa.br/novo/pdf/patipa20162019vi.pdf>.

Mumic, B., Aguiar, K. A. P., & DoLivramento, D. E. (2016). A importância do associativismo na organização de produtores rurais. *Revista de Iniciação Científica da Libertas*, 5(1). Recuperado de <http://www.libertas.edu.br/revistas/index.php/riclibertas/article/view/61>.

Nelder, J. A., & Wedderburn, R. W. M. (1972). Generalized Linear Models. *Journal of the Royal Statistical Society*, 135(3), 370-384.

Neves, M. L. G., Mendonça, J. P., & Salomão, P. E. A. (2020). Family agriculture in the city of Teófilo Otoni: Importance and challenges for production in the rural environment. *Research, Society and Development*, 9(7):1-18, e260973982. <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v9i7.3983>.

Paula, G. A. (2013). *Modelos de regressão: com apoio computacional*. São Paulo: IME-USP.

Pereira, A. S., Shitsuka, D. M., Parreira, F. J., & Shitsuka, R. (2018). *Metodologia da pesquisa científica*. [e-book]. Santa Maria. Ed. UAB/NTE/UFSM. Recuperado de

https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/15824/Lic_Computacao_Metodologia-Pesquisa-Cientifica.pdf?sequence=1.

Pereira, G. M. C. L. (2018). *(Re)conhecimento dos CMDRS como etapa estratégica para o alcance dos objetivos da política territorial no agreste meridional – PE*. Dissertação (Mestrado em Extensão Rural) - Universidade Federal do Vale do São Francisco, Campus Espaço Plural, Juazeiro – Bahia.

Plano de Desenvolvimento Sustentável. (2016). Área de Influência do Município de Bom Conselho. Recife. Recuperado de <http://antigo.sudene.gov.br/images/arquivos/planejamento/plano-bomconselho.pdf>.

Rodrigues, L. O., Souza, W. M., Costa, V. S. O., & Pereira, M. L. T. (2017). Influência dos eventos de El Niño e La Niña no regime de precipitação do Agreste de Pernambuco. *Revista Brasileira de Geografia Física* 10 (6), 1995-200. <http://dx.doi.org/10.26848/rbgf.v10.6.p1995-2009>.

Souza, J. T. A., Farias, A. A., Correia, F. G., Costa, C. A. G., Oliveira, S. J. C. (2015). Associativismo, assistência técnica e extensão rural como políticas públicas para a geração de desenvolvimento sustentável na agricultura familiar em Taperoá-PB. *Revista Brasileira de Geografia Física*, 8 (2), 303-308.

Voges, J. G., Talher, T. N., & Kazama, D. C. S. (2015). Qualidade do leite e a sua relação com o sistema de produção e a estrutura para ordenha. *Revista Brasileira de Ciência Veterinária*, 22(3-4). <http://dx.doi.org/10.4322/rbcv.2016.009>.

Porcentagem de contribuição de cada autor no manuscrito

Catiane da Silva Barros Ferreira – 25%

Camila Ribeiro Silva – 25%

Elielma Santana de Jesus – 20%

Edgo Jackson Pinto Santiago – 10%

Moacyr Cunha Filho – 10%

Marcio Miceli Maciel de Souza – 10%