

Variabilidade espacial da composição do leite cru refrigerado no estado de Alagoas e na mesorregião do Agreste Pernambucano

[Spatial variability of refrigerated raw milk composition in the Alagoas State and Agreste Pernambucano Mesoregion]

M.T. Ferrer, M.P. Franque, A.A.S. Melo, K.R. Santoro

Universidade Federal Rural de Pernambuco - Recife, PE

RESUMO

O objetivo da realização deste trabalho foi analisar a variabilidade espacial da composição do leite cru refrigerado e elaborar mapas com interpolação de dados sobre os teores de gordura, proteína, lactose, sólidos totais e extrato seco desengordurado, no estado de Alagoas e na mesorregião do Agreste Pernambucano, em 2014 e 2015. Foram analisados 3.863 laudos oficiais de amostras de leite cru refrigerado, coletados de 432 tanques de expansão direta da região estudada. O grau de dependência espacial e a regressão geograficamente ponderada das variáveis foram analisados pelo *software ArcGIS 10.3*. A análise espacial mostrou predominância de áreas com teor de gordura de 3,1 a 3,6g/100g e áreas com teor de gordura de 3,6 a 4,2g/100g. Para o teor de lactose, foi observada área predominante com 4,32 a 4,45g/100g e algumas áreas com 4,46 a 4,54g/100g. Foi observada baixa influência da altitude, precipitação pluviométrica e interação precipitação x altitude sobre o teor de gordura, proteína, lactose, sólidos totais e extrato seco desengordurado na área estudada. Por fim, conclui-se que há variabilidade espacial para gordura, lactose, proteína, sólidos totais e extrato seco desengordurado do leite cru refrigerado produzido no estado de Alagoas e na mesorregião do Agreste Pernambucano.

Palavras-chave: altitude, dependência espacial, fatores climáticos, regressão geograficamente ponderada

ABSTRACT

The aim of this work was to analyze the spatial variability and draw maps with data interpolation on the fat, protein, lactose, total solids, and nonfat dry extract of refrigerated raw milk in the state of Alagoas and Mesoregion the Pernambuco Agreste in 2014 and 2015. A total of 3,863 official reports of samples of raw milk collected from 432 refrigerated tanks direct expansion of the studied region were analyzed. The degree of spatial dependence and geographically weighted regression of variables was analyzed using ArcGIS 10.3 software. The spatial analysis showed predominance of areas with a fat content of 3.1 to 3.6g/100g and areas with a fat content of 3.6 to 4.2g/100g. For lactose content predominant area of 4.32 to 4.45g/100g and some areas with 4.46 to 4.54g/100g were observed. Altitude, rainfall, and precipitation interaction x altitude of the fat, protein, lactose, total solids and nonfat dry extract in the study area showed little influence. Finally, there is spatial variability in fat, lactose, protein, total solids, and nonfat dry extract of refrigerated raw milk produced in the state of Alagoas and Pernambuco Mesoregion of Agreste.

Keywords: altitude, spatial dependence, climatic factors, geographically weighted regression

INTRODUÇÃO

A produção de leite anual no Brasil, em 2014, alcançou 35,1 milhões de toneladas de leite, que correspondem a 5,4% da produção mundial, sendo 3,9 milhões produzidas no Nordeste, com

Pernambuco tendo produzido 656.673 e Alagoas 304.674 mil toneladas de leite por ano (Indicadores..., 2016). A indústria de leite e derivados ocupa a 12ª posição no ranking de geração de empregos no país, à frente de setores como construção civil, têxtil e siderurgia (Martins, 2006).

Recebido em 4 de agosto de 2017

Aceito em 23 de abril de 2018

E-mail: moises.vet@outlook.com

A análise espacial é uma ferramenta que tem sido utilizada para avaliar e monitorar a variação da qualidade do leite em diversas partes do mundo. Essa avaliação auxilia a tomada de decisão da iniciativa privada, bem como de políticas públicas concernentes às estratégias necessárias ao aumento da quantidade e da qualidade do leite em cada região (Carvalho, 2011). Segundo Hott e Carvalho (2007), é necessária a geração de um banco de dados geográfico sobre os parâmetros de composição e qualidade do leite, que possibilite a realização de melhorias na área logística e na tomada de decisão de grandes investimentos pelo setor produtivo. Zoccal *et al.* (2006) também reportam outras utilidades da determinação da distribuição espacial da pecuária leiteira no Brasil, tais como na estratégia de vigilância sanitária, na rastreabilidade, na avaliação de risco geográfico de doenças e em estudos de dinâmica do setor agropecuário.

No Brasil, foram realizados estudos, nos estados de Rondônia e Espírito Santo, que identificaram dependência espacial para o teor de gordura, lactose, extrato seco e sólidos totais (Souza *et al.*, 2012; Souza *et al.*, 2013). Assim, a realização deste trabalho teve o objetivo de analisar a variabilidade espacial e elaborar mapas com a interpolação dos dados das variáveis da composição do leite cru refrigerado, captado por indústrias do setor de laticínios submetidas ao serviço de inspeção federal (SIF) no estado de Alagoas e na mesorregião do Agreste Pernambucano. Para tanto, consideraram-se a importância econômico-social e nutricional do leite, a existência de um cluster do setor no estado de Alagoas e na mesorregião do Agreste Pernambucano, a análise espacial e a geoestatística como ferramenta que pode auxiliar na melhoria da qualidade do leite, bem como o fato de não haver qualquer estudo desse tipo no estado de Alagoas e na mesorregião Agreste Pernambucano.

MATERIAL E MÉTODOS

O presente estudo avaliou a contagem de células somáticas (CCS) e a contagem bacteriana total

(CBT) do leite cru refrigerado, captado por indústrias de laticínios submetidas ao serviço de inspeção federal (SIF) no estado de Alagoas e na mesorregião do Agreste Pernambucano.

No estado de Alagoas, a precipitação pluviométrica anual varia de 400 a 2200mm, e a temperatura média entre 20 e 27°C, com máximas de 24 a 32°C e mínimas entre 17 e 22°C (Climatologia..., 2016b).

O Agreste Pernambucano tem altitude média acima dos 600m, temperatura média anual entre 19 e 23°C, mínimas e máximas entre 15 e 19°C e 26 e 35°C, respectivamente, e precipitação pluviométrica entre 600 e 800mm (Levantamento..., 2016).

Foram obtidos, junto a três empresas submetidas ao serviço de inspeção federal da região, 3.863 laudos oficiais de amostras de leite cru refrigerado de 432 tanques de expansão direta devidamente georreferenciados (Fig. 1), referentes aos anos 2014 e 2015.

As variáveis de composição química do leite analisadas foram: teores de gordura (g/100g), proteína (g/100g), lactose (g/100g), sólidos totais (ST) (g/100g) e extrato seco desengordurado (ESD) (g/100g). Posteriormente, foram calculadas: média, desvio-padrão, mínimo e máximo do período para cada tanque de expansão direta. As médias foram utilizadas nas análises geoestatísticas e na geração de mapas, com o uso do *software* ArcGIS 10.3. A análise da dependência espacial das variáveis, a interpolação dos dados e a elaboração dos mapas foram realizadas segundo Yamamoto e Landim (2013). Ainda, foram realizados ajustes de semivariogramas para avaliação da dependência espacial, pressupondo a estacionariedade da hipótese intrínseca (Yamamoto e Landim, 2013):
$$\gamma(h) = \frac{1}{2n} \cdot \sum_{i=1}^n [Z(x) - Z(x+h)]^2$$
, em que: $\gamma(h)$ = semivariância em função da distância (h) de separação entre os pares de pontos Z(x); h= distância de separação entre os pares de pontos; n= número de pares de pontos experimentais.

Variabilidade espacial...

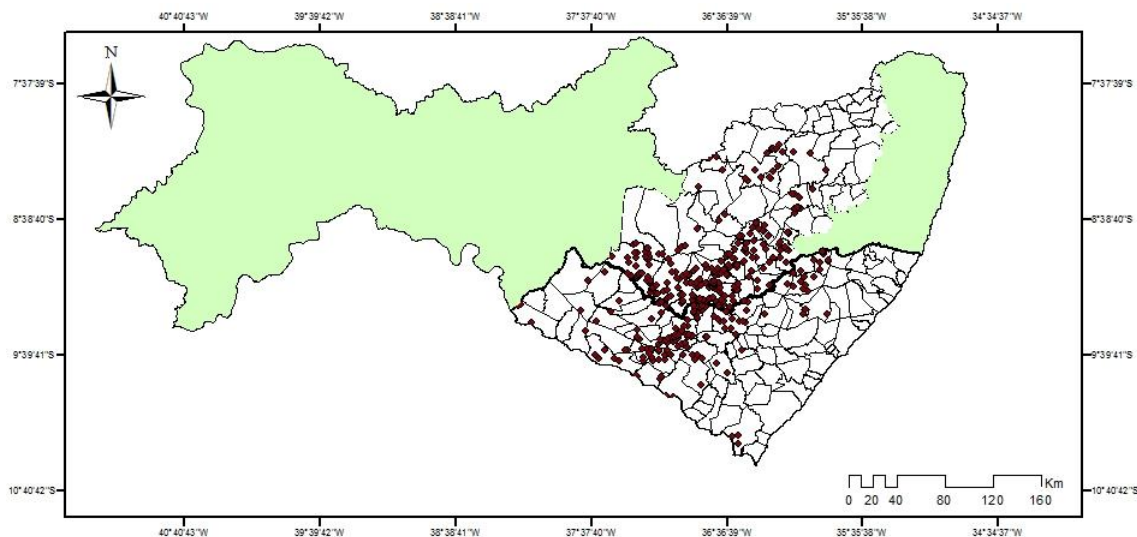


Figura 1. Distribuição espacial dos tanques de expansão direta utilizados para amostragem de leite cru, no estado de Alagoas e na mesorregião do Agreste Pernambucano.

A interpolação dos dados foi realizada pela *krigagem* simples, que, de acordo com Vieira (2000), estima os valores de não tendenciosidade, com variância mínima. Foram também testados semivariogramas teóricos para determinação do melhor modelo para cada variável. Para ajustar o semivariograma, foram

observados: a menor média do erro, o quadrado médio e o erro padronizado. Posteriormente, foram determinados os efeitos pepita (C_0) e patamar ($C_0 + C$), para se calcular o grau de dependência espacial (GDE). Os modelos de semivariograma utilizados foram: K-Bessel e J-Bessel (Pasini *et al.*, 2014):

$$\text{K-Bessel: } \gamma(h) = C + C_0 \left[1 - \frac{\left(\frac{\Omega_{\theta_k}}{a}\right)^{\theta_k}}{2^{\theta_k-1} \Gamma(\theta_k)} K_{\theta_k} \left(\frac{\Omega_{\theta_k} h}{a}\right) \right],$$

para qualquer h , em que o valor Ω_{θ_k} é o valor encontrado numericamente, de modo que $\gamma(a) = 0,95 (C + C_0)$ para qualquer θ_k , $\Gamma(\theta_k)$ é a gama função: $\Gamma(y) = \int_0^\infty xy^{-1} \exp(-x) dx$, e K_{θ_k} é a função Bessel modificada de segundo tipo de θ_k .

$$\text{J-Bessel: } \gamma(h) = C + C_0 \left[1 - \frac{2^{\theta_d} \Gamma(\theta_d+1)}{\left(\frac{\Omega_{\theta_d} h}{a}\right)^{\theta_d}} J_{\theta_d} \left(\frac{\Omega_{\theta_d} h}{a}\right) \right],$$

para qualquer h , em que $C + C_0 \geq 0$, $a \geq 0$, $\theta \geq 0$, Ω_{θ_d} deve satisfazer $B = a$, $B > 0$, $\gamma(B) = C + C_0$, $\gamma'(B) = C + C_0$, $\gamma'(B) < 0$, e J_{θ_d} é a função J-Bessel.

Para se analisar o grau de dependência espacial (GDE), foi utilizada a classificação de Guimarães (2004), que considera alta dependência espacial o semivariograma que apresentar o efeito pepita $< 25\%$ que o patamar, moderada entre 25 e 75%, e baixa $> 75\%$. Porém,

no presente estudo, considerou-se moderado de 25 a 75%, calculado pela equação: $GDE = \frac{C_0}{C_0 + C} \times 100$. A presença de anisotropia foi analisada para ajustar, quando necessário, o

modelo teórico do semivariograma (Yamamoto e Landim, 2013).

Para regressão geograficamente ponderada, foram utilizadas as variáveis independentes: altitude, precipitação pluviométrica e a interação altitude x precipitação. Como variáveis dependentes, foram utilizados: os teores de gordura, proteína, lactose, ST e ESD.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

A média dos teores de gordura, lactose, proteína, sólidos totais (ST) e sólidos não gordurosos (SNG) do leite cru refrigerado produzido na região estudada foi de 3,56 ($\pm 0,32$), 4,45 ($\pm 0,10$), 3,12 ($\pm 0,41$), 12,13 ($\pm 0,41$) e 8,47 ($\pm 0,19$),

respectivamente (Tab. 1). As médias dos teores da composição química do leite foram semelhantes às reportadas por Ribas *et al.* (2004) no estado do Paraná, Bueno *et al.* (2008) no estado de Goiás, Paiva *et al.* (2012) em Minas Gerais e Ribeiro Neto *et al.* (2012) no Nordeste brasileiro.

Com relação à adequação ao padrão de identidade e qualidade do leite cru refrigerado estabelecido na legislação vigente (Brasil, 2011), foram observados 95,5% para gordura; 96,1% para proteína; e 84,0% para SNG. Na legislação vigente (Brasil, 2011), não estão estabelecidos padrões de identidade e qualidade para lactose e sólidos totais do leite cru refrigerado.

Tabela 1. Composição do leite cru refrigerado produzido em Alagoas e na mesorregião Agreste Pernambucano, com base em laudos oficiais de 2014 e 2015

Parâmetros	Gordura	Lactose	Proteína	ST ¹	SNG ²
Média	3,56	4,45	3,12	12,13	8,57
Desvio-padrão	0,32	0,10	0,13	0,41	0,19
Mínimo	2,55	3,73	2,56	10,57	7,56
Máximo	6,87	4,69	3,67	15,05	9,11
Padrão ³	Mín. 3	*	Mín. 2,9	*	Mín. 8,4
Amostras dentro do padrão	96,5%	-	96,1%	-	84,0%

¹Sólidos totais. ²Extrato seco desengordurado. ³Padrão de acordo com a Instrução Normativa 62, de 2011, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. *Não possui padrão estabelecidos na legislação.

Com relação ao comportamento das variáveis, apenas os ST e o SNG apresentaram anisotropia. Quanto à dependência espacial, a lactose e o SNG tiveram dependência espacial alta,

enquanto a proteína teve dependência moderada, e a gordura e os ST baixa dependência espacial (Tab. 2).

Tabela 2. Análise geoestatística da composição do leite cru refrigerado produzido no estado de Alagoas e na mesorregião do Agreste Pernambucano, com base em laudos oficiais de 2014 e 2015

Parâmetros	Gordura	Lactose	Proteína	ST ¹	SNG ²
Anisotropia	Não	Não	Não	Sim	Sim
Modelos	J Bessel	K Bessel	J Bessel	J Bessel	K Bessel
Pepita (C0)	0,089048	0,000000	0,006267	0,155635	0,008035
Patamar (C)	0,011445	0,010500	0,007899	0,023462	0,030946
Média erros	0,000059	0,002026	-0,001612	-0,003323	-0,001574
Quadrado médio	0,303075	0,099217	0,128139	0,397482	0,184173
Média padronizada	0,000513	0,017851	-0,012600	-0,007514	-0,008825
GDE ³	88,61115	0,0	44,23897	86,8999	20,61314
Dependência	Baixa	Alta	Moderada	Baixa	Alta

¹Sólidos totais. ²Extrato seco desengordurado. ³Grau de dependência espacial.

Variabilidade espacial...

Não foram obtidos laudos oficiais suficientes do litoral alagoano e da região Nordeste do Agreste Pernambucano para se detectar o comportamento espacial das variáveis estudadas, por isso, nos mapas elaborados, essas regiões tiveram resultado uniforme.

Foi identificada predominância de áreas (Fig. 2) com teor de gordura do leite cru refrigerado de 3,1 a 3,6g/100g, algumas áreas com 3,7 a 4,2g/100g. Segundo Fagan *et al.* (2010), o percentual de gordura no leite é influenciado positivamente pelo nível de fibra em detergente

neutro (FDN) na dieta. Dessa forma, é possível que as regiões que apresentaram maior teor de gordura tenham maior disponibilidade de fibra de qualidade na alimentação do rebanho, fato que deve ser confirmado em estudos posteriores. Nakamura *et al.* (2012) encontraram correlação negativa da gordura no leite com as temperaturas máximas e mínimas. Ainda, Costa *et al.* (2005) relataram que temperaturas mais altas diminuem a qualidade bromatológica das forrageiras, diminuindo a oferta de fibras de qualidade para o rebanho e, conseqüentemente, o teor de gordura.

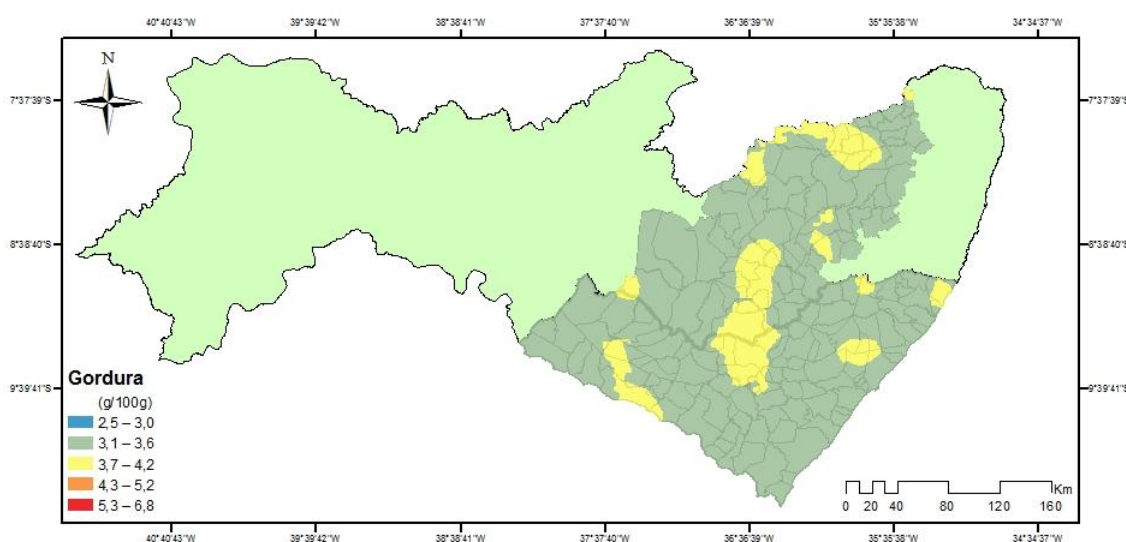


Figura 2. Mapa da predição dos valores médios do teor gordura do leite cru refrigerado produzido no estado de Alagoas e na mesorregião do Agreste Pernambucano, em 2014 e 2015.

Foi verificada predominância espacial de teores de lactose de 4,32 a 4,45g/100g no leite cru refrigerado produzido na região estudada (Fig. 3) e algumas áreas com valores que variaram de 4,46 a 4,54g/100g. Foi observado que as áreas com maiores teores de lactose estão em regiões de clima mais ameno, localizadas na região central-leste do mapa, com exceção de uma área no município de Itaíba. Tal observação corrobora o fato de que o estresse térmico pode levar à diminuição do teor de lactose no leite (Garcia *et al.*, 2015).

Embora tenha sido identificada dependência espacial em relação ao teor de proteína do leite cru refrigerado na região de estudo, o mapa gerado com a interpolação dos dados (Fig. 4) não

forneceu informações adicionais que ajudem a interpretar os resultados. Na área estudada, foi verificada uniformidade, com valores de proteína que variaram de 3,0 a 3,2g/100g. De fato, entre todos os indicadores de composição química do leite, o teor de proteína é o mais difícil de ser alterado. Para isso, é necessário melhoramento genético, já que o manejo nutricional tem pouca influência sobre ele (Madalena, 2000). Como a variação do teor de proteína foi pequena (0,20%), seria necessária uma escala menor que essa para observação de diferenças no mapa. Esses resultados são semelhantes aos descritos por Roma Júnior *et al.* (2009), que analisaram 2.970 amostras de leite dos estados de Minas Gerais, São Paulo e Rio de Janeiro e encontram 0,21% de variação da proteína do leite estudado.

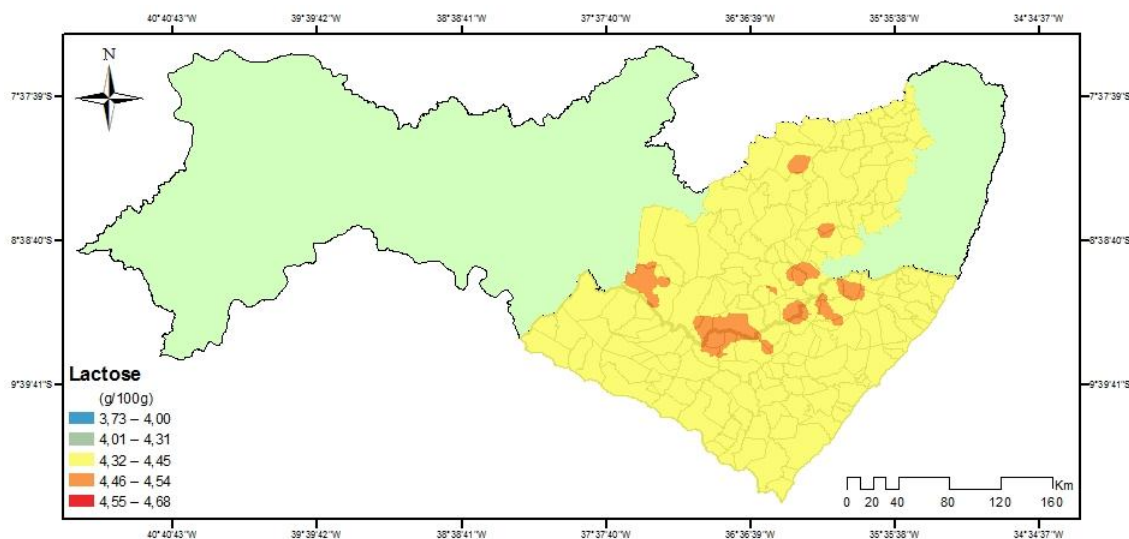


Figura 3. Mapa da predição dos valores médios do teor de lactose do leite cru refrigerado produzido no estado de Alagoas e no Agreste Pernambucano, em 2014 e 2015.

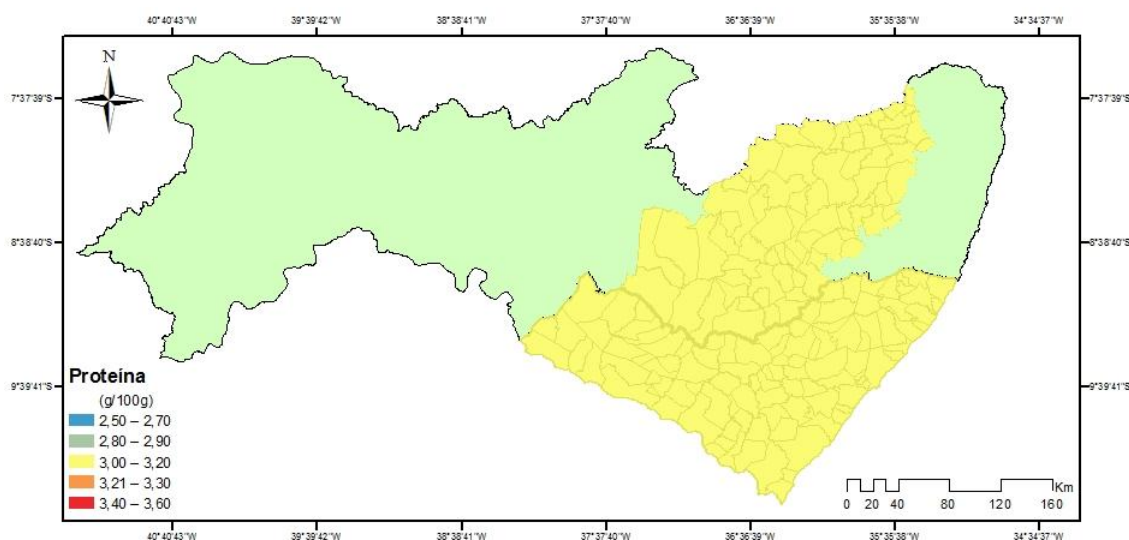


Figura 4. Mapa da predição dos valores médios do teor de proteína do leite cru refrigerado produzido no estado de Alagoas e na mesorregião do Agreste Pernambucano, em 2014 e 2015.

Foi identificada predominância de áreas com teor de SNG do leite cru refrigerado (Fig. 5) de 8,09 a 8,57g/100g. Também foram observadas regiões com valores que variaram de 8,58 a 9,11g/100g. Esses valores foram semelhantes aos relatados por Ribeiro Neto *et al.* (2012) na região Nordeste.

Foi observada maior área com teor de ST do leite cru refrigerado de 12,12 a 12,52g/100g na região estudada (Fig. 6) e áreas com resultados que variaram de 11,71 a 12,11g/100g. Embora a

legislação não defina teores mínimos para ST do leite cru refrigerado, valores abaixo de 12,1% proporcionam menor rendimento na produção de derivados lácteos (Ribas *et al.*, 2004). Nesse sentido, a cada 0,5% de queda no teor de ST, diminuem-se cinco toneladas de leite em pó para cada milhão de litros de leite industrializado (Fonseca e Santos, 2000). Ribas *et al.* (2004), mediante a utilização da análise de variância, encontraram efeito significativo ($P < 0,01$) da região como uma importante fonte de variação para o teor de ST nos estados do Paraná, de

Variabilidade espacial...

Santa Catarina e de São Paulo. Esses autores atribuíram tal variação a diferenças no clima, no relevo, nas condições do solo, na composição racial do rebanho e na alimentação. Contudo, no presente estudo, foi observada baixa influência da altitude, da precipitação e da interação entre altitude x precipitação sobre o teor de ST do leite cru refrigerado (Tab. 3). Ainda, Nakamura *et al.*

(2012) não encontraram correlação entre a precipitação e o teor de ST, no entanto demonstraram que essa variável é inversamente proporcional à temperatura máxima e mínima. Dessa forma, é possível que as regiões com menor valor para os ST no leite (Fig. 6) tenham temperaturas máximas e mínimas maiores que as demais.

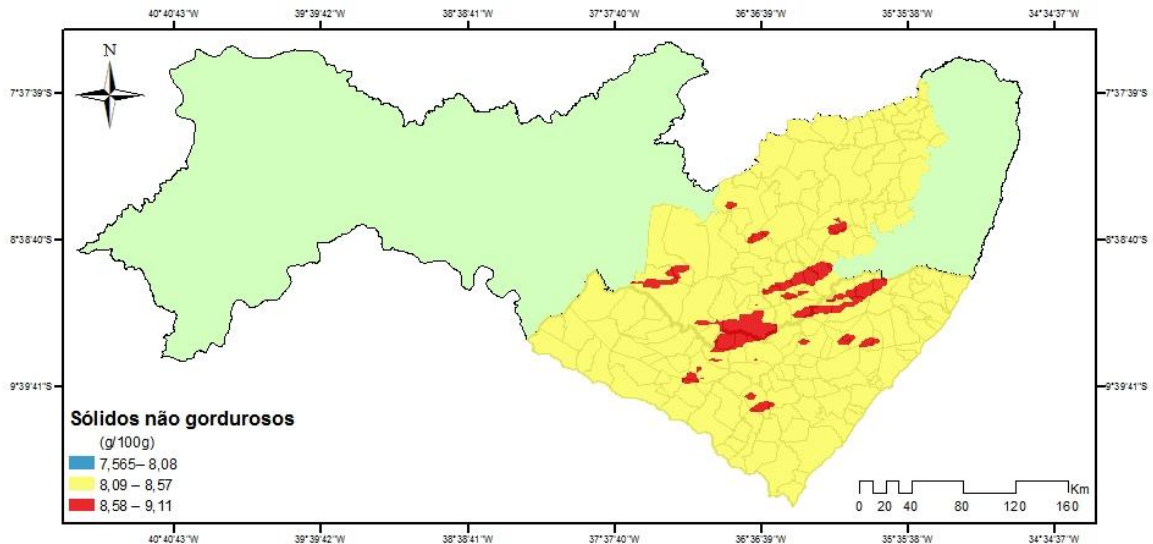


Figura 5. Mapa da predição dos valores médios do teor de sólidos não gordurosos do leite cru refrigerado no estado de Alagoas e na mesorregião do Agreste Pernambucano, em 2014 e 2015.

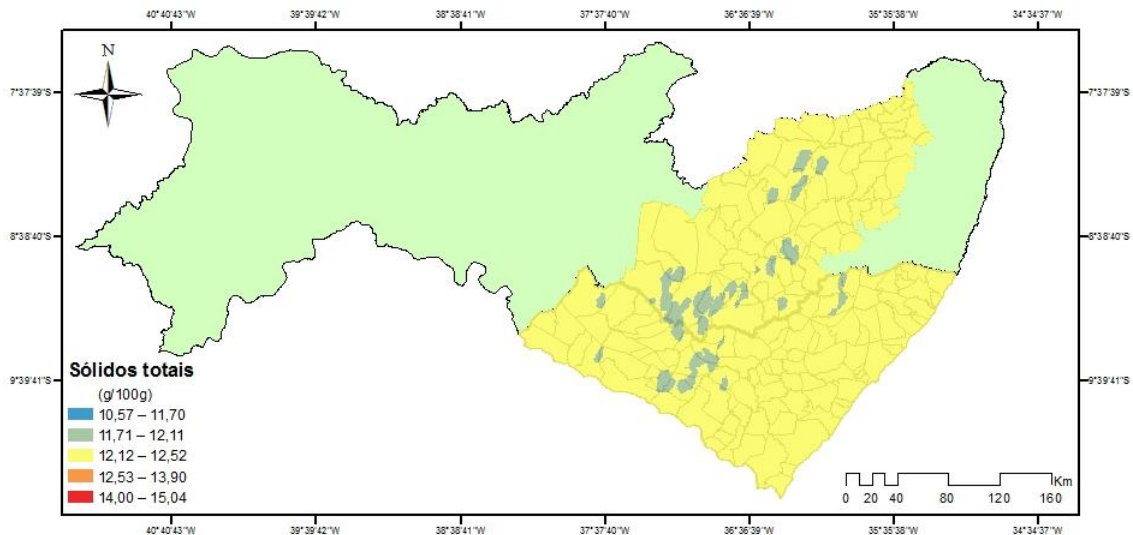


Figura 6. Mapa da predição dos valores médios do teor de sólidos totais do leite cru refrigerado no estado de Alagoas e na mesorregião do Agreste Pernambucano, em 2014 e 2015.

Por meio da análise da regressão geograficamente ponderada (Tab. 3), foi observada baixa influência da altitude em toda a

região estudada, bem como baixa influência da precipitação pluviométrica e da interação precipitação x altitude na mesorregião do

Agreste Pernambucano sobre os teores de gordura, proteína, lactose, ST e SNG. Resultados semelhantes foram reportados por Nakamura *et al.* (2012), que não encontraram correlação entre precipitação pluviométrica e ST, gordura, proteína e lactose do leite no estado do Paraná.

Isso demonstra que a composição do leite é mais dependente do manejo adotado pelo produtor do que da precipitação e da altitude. Assim, o produtor tem mais controle sobre sua produção do que o senso comum acredita.

Tabela 3. Resultado da regressão geograficamente ponderada das variáveis de composição do leite, explicadas pela altitude e pluviosidade, no estado de Alagoas e na mesorregião do Agreste Pernambucano, em 2014 e 2015

Região	Variável independente	Variável dependente	Sigma	AICc ¹	R ² ajustado
Área total	Altitude	Gordura	0,304274	213,710081	0,0765
		Proteína	0,127744	-538,40264	0,0456
		Lactose	0,102975	-722,76974	0,0324
		ST ²	0,399279	449,460169	0,0753
		ESD ³	0,186317	-209,84729	0,0449
Alagoas	Altitude	Gordura	0,434093	1555,84152	0,0540
		Proteína	0,13865	-1445,7923	0,1211
		Lactose	0,110107	-2052,0057	0,1536
		ST	0,495413	1903,34843	0,0870
Agreste	Altitude	ESD	0,21923	-240,81702	0,1072
		Gordura	0,335581	1677,69595	0,1192
		Proteína	0,162778	-2001,9037	0,0560
		Lactose	0,124081	-3382,5047	0,0836
Agreste	Pluviosidade	ST	0,466342	3351,2816	0,0948
		ESD	0,253585	252,778184	0,0609
		Gordura	0,337332	1704,14089	0,1100
		Proteína	0,161915	-2028,9792	0,0660
Agreste	Altitude x pluviosidade	Lactose	0,124485	-3365,9947	0,0776
		ST	0,46572	3344,45656	0,0972
		ESD	0,252691	234,795032	0,0675
		Gordura	0,334577	1668,52098	0,1245
Agreste	Altitude x pluviosidade	Proteína	0,161413	-2038,6862	0,0718
		Lactose	0,123836	-3386,4902	0,0872
		ST	0,462976	3320,49041	0,1078
		ESD	0,251961	226,17485	0,0729

¹Critério de Akaike corrigido. ²Sólidos totais. ³Extrato seco desengordurado.

É comum o entendimento de que o regime de chuvas do semiárido nordestino é fator limitante da produção leiteira. Contudo, isto não é de toda verdade, visto que a qualidade microbiológica e celular do leite cru refrigerado, produzido no estado de Alagoas e na mesorregião do Agreste Pernambucano, foi pouco influenciada pela pluviosidade.

Com os resultados do presente estudo, sugere-se a necessidade da criação de um banco de dados geográfico permanentemente atualizado, com o objetivo de, por meio da identificação de eventuais problemas localizados e da possibilidade de realização de intervenções específicas, promover a melhoria das características físico-químicas do leite produzido

na região estudada, conforme relatado por Hott e Carvalho (2007).

CONCLUSÃO

A altitude, a precipitação pluviométrica e a interação altitude x precipitação têm baixa influência sobre a gordura, a lactose, a proteína, os sólidos totais e o extrato seco desengordurado do leite cru refrigerado produzido no estado de Alagoas e na mesorregião do Agreste Pernambucano. Por fim, há variabilidade espacial para gordura, lactose, proteína, sólidos totais e extrato seco desengordurado no leite cru refrigerado produzido no estado de Alagoas e na mesorregião do Agreste Pernambucano.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Capes (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior), pela concessão da bolsa durante todo o período de realização deste mestrado.

REFERÊNCIAS

- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 62, de 29 de dezembro de 2011. Regulamento técnico de produção, identidade e qualidade do leite tipo A. O regulamento técnico de identidade e qualidade de leite cru refrigerado, o regulamento técnico de identidade e qualidade de leite pasteurizado e o regulamento técnico da coleta de leite cru refrigerado e seu transporte a granel. *Diário Oficial da União*, Brasília, 30 dez. 2011.
- BUENO, V.F.F.; MESQUITA, A.J.; OLIVEIRA, A.N. *et al.* Contagem bacteriana total do leite: relação com a composição centesimal e período do ano no estado de Goiás. *Rev. Bras. Ciênc. Vet.*, v.15, p.40-44, 2008.
- CARVALHO, G.L.O. *Uso da análise espacial para avaliação de indicadores de qualidade do leite na microrregião de Ji-paraná, Rondônia*. 2011. 121f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ciência e Tecnologia do Leite e Derivados) - Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, MG.
- CLIMATOLOGIA do estado de Alagoas. Recife: Embrapa, 2016. Disponível em: <<http://www.ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/103956/1/BPD-211-Climatologia-Alagoas.pdf>>. Acessado em: 15 jul. 2016.
- COSTA, P.A.K.; ROSA, B.; OLIVEIRA, I.P. *et al.* Efeito da estacionalidade na produção de matéria seca e composição bromatológica da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu. *Ciênc. Anim. Bras.*, v.6, p.187-193, 2005.
- FAGAN, E.P.; JOBIM, C.C.; CALIXTO JÚNIOR, M.C. *et al.* Fatores ambientais e de manejo sobre a composição química do leite em granjas leiteiras do estado do Paraná, Brasil. *Acta Sci. Anim. Sci.*, v.32, p.309-316, 2010.
- FONSECA, L.F.L.; SANTOS, M.V. *Qualidade do leite e controle da mastite*. São Paulo: Lemos Editorial, 2000. 175p.
- GARCIA, A.B.; ANGELI, N.; MACHADO, L. *et al.* Relationships between heat stress and metabolic and milk parameters in dairy cows in southern Brazil. *Trop. Anim. Health Prod.*, v.47, p.889-894, 2015.
- HOTT, M.C.; CARVALHO, G.R. Análise espacial da concentração da produção de leite no Brasil e potencialidades geotecnológicas para o setor. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 13., 2007, Florianópolis. *Anais...* Florianópolis: [s.n.], 2007. p.2729-2736.
- INDICADORES: leite e derivados. Juiz de Fora: Embrapa, 2016. Disponível em: <http://www.cileite.com.br/sites/default/files/2016_05_Indicadores_leite.pdf>. Acessado em: 15 mai. 2016.
- LEVANTAMENTO de reconhecimento de baixa e média intensidade dos solos do estado de Pernambuco. Recife: Embrapa, 2016. Disponível em: <<http://www.Levantamento de Reconhecimento de Baixa e Média Intensidade dos Solos do Estado de Pernambuco>>. Acessado em: 15 jul. 2016.
- MADALENA, F.E. Consequências econômicas da seleção para gordura e proteína do leite. *Rev. Bras. Zootec.*, v.3, p.685-691, 2000.
- MARTINS, P.C. O leite como instrumento de desenvolvimento regional. In: CONGRESSO PANAMERICANO DO LEITE, 9., 2006, Porto Alegre. *Anais...* Porto Alegre: FEPAL, 2006.

- NAKAMURA, A.Y.; ALBERTON, L.R.; OTUTUMI, L.K. *et al.* Correlação entre as variáveis climáticas e a qualidade do leite de amostras obtidas em três regiões do estado do Paraná. *Arq. Ciênc. Vet. Zool.* v.15, p103-108, 2012.
- PAIVA, C.A.V.; CERQUEIRA, M.M.O.P.; SOUZA, M.R.S. *et al.* Evolução anual da qualidade do leite cru refrigerado processado em uma indústria de Minas Gerais. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.*, v.64, p.471-479, 2012.
- PASINI, M.P.B.; LÚCIO, A.D.C.; CARGNELUTTI FILHO, A. Semivariogram models for estimating fig fly population. *Pesqui. Agropecu. Bras.*, v.49, p.493-505, 2014.
- RIBAS, N.P.; HARTMANN, W.; MONARDES, G. *et al.* Sólidos totais do leite em amostras de tanque nos estados do Paraná, Santa Catarina e São Paulo. *Rev. Bras. Zootec.*, v.33, p.2343-2350, 2004.
- RIBEIRO NETO, A.C.; BARBOSAS, S.B.P.; JATOBÁ, R.B. *et al.* Qualidade do leite cru refrigerado sob inspeção federal na região Nordeste. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.*, v.64, p.1343-1351, 2012.
- ROMA JÚNIOR, L.C.; MONTOYA, J.F.G.; MARTINS, T.T. *et al.* Sazonalidade do teor de proteína e outros componentes do leite e sua relação com programa de pagamento por qualidade. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.*, v.61, p.1411-1418, 2009.
- SOUZA, G.N.; CARVALHO, G.L.O. *et al.* Uso da análise espacial para avaliação de indicadores de qualidade do leite. *Acta Sci. Vet.*, v.40, Supl.2, p.78, 2012.
- SOUZA, G.N.; GREGO, C.R.; HOTT, M.C. *et al.* Avaliação espacial de indicadores de qualidade do leite no estado do Espírito Santo, 2011-2012. *Rev. Educ. Contin. Med. Vet. Zootec.*, v.11, 2013.
- VIEIRA, S.R. Geoestatística em estudos de variabilidade do solo. In: NOVAIS, R.F.; ALVAREZ, V.H.; SCHAEFER, G.R. (Eds.). *Tópicos em ciência do solo*. Viçosa, MG: UFV, 2000. v.1, 54p.
- YAMAMOTO, J.K.; LANDIM, P.M.B. *Geoestatística: conceitos e aplicações*. São Paulo: Oficina de Textos, 2013. 215p.
- ZOCCAL, R.; CARNEIRO, A.V.; CARVALHO, G. *et al.* *Distribuição espacial da pecuária leiteira no Brasil*. 2006. Disponível em: <http://www.cileite.com.br/sites/default/files/distribuicao_especial_da_pecuaria_leiteira_no_brasil.pdf>. Acessado em: 5 mai. 2016.