

# **Precipitação na região produtora de melão no NE brasileiro: avaliação da qualidade de conjuntos de dados globais por meio de regressão espacial**

**Alfredo José Barreto Luiz<sup>1</sup>**

**Aline de Holanda Nunes Maia<sup>1</sup>**

**Rubens Sonsol Gondim<sup>2</sup>**

## **1 Introdução**

O cultivo de melão na região do Jaguaribe/Apodi, localizada entre os Estados do Ceará e Rio Grande do Norte, cujo ciclo corresponde aos meses de julho a novembro e depende da irrigação [1]. Um dos pontos fundamentais para a sustentabilidade da produção é a exigência de suplementação hídrica. Considerando os riscos de mudanças significativas nos regimes de precipitação pluviométrica no futuro, as projeções dos modelos climáticos globais ou regionais são úteis para o planejamento de medidas preventivas ou mitigatórias [2]. A avaliação da destreza desses modelos é feita comparando suas projeções retrospectivas com dados do *Climate Research Unit* (CRU), que é uma base de dados global de observações climáticas mensais construída pela interpolação de estações meteorológicas ao redor do mundo.

O objetivo deste trabalho foi avaliar a consistência entre dados CRU e séries de dados de precipitação disponíveis, coletadas em estações da FUNCEME e do INMET, na região entre 4,5° e 6,5° de latitude Sul e entre 36,5° e 39,5° de longitude Oeste, que abrange a principal região de cultivo irrigado do melão no Nordeste (NE) brasileiro (Figura 1).

## **2 Material e métodos**

Foram utilizados os dados de precipitação pluviométrica, latitude, longitude e altitude de 20 estações meteorológicas nacionais (INMET) ou estaduais (FUNCEME), que estão localizadas próximas e ao redor da área delimitada pelos pontos CRU considerados no estudo (Figura 1). Das séries disponíveis foram selecionadas apenas as informações referentes aos anos de 1961 a 1990, para coincidir com o período usado como base nas estimativas do modelo avaliado. Para todos os meses com dados completos, ou seja, com dados de precipitação para todos os dias, foi calculada a precipitação mensal medida em cada estação.

---

<sup>1</sup> Embrapa Meio Ambiente. e-mail: alfredo.luiz@embrapa.br

<sup>2</sup> Embrapa Agroindústria de Alimentos.

Foram, então, calculadas as médias mensais de cada estação, guardando-se a informação do número de anos em que houve dados para o cálculo da média em cada local. O valor da precipitação total anual foi obtido para aqueles anos com dados completos, o que significa aqueles com totais mensais para todos os meses. A partir destes últimos valores, foi calculada a precipitação média anual em cada estação e também foi armazenado o número de anos que contribuíram para a obtenção da média anual em cada estação.

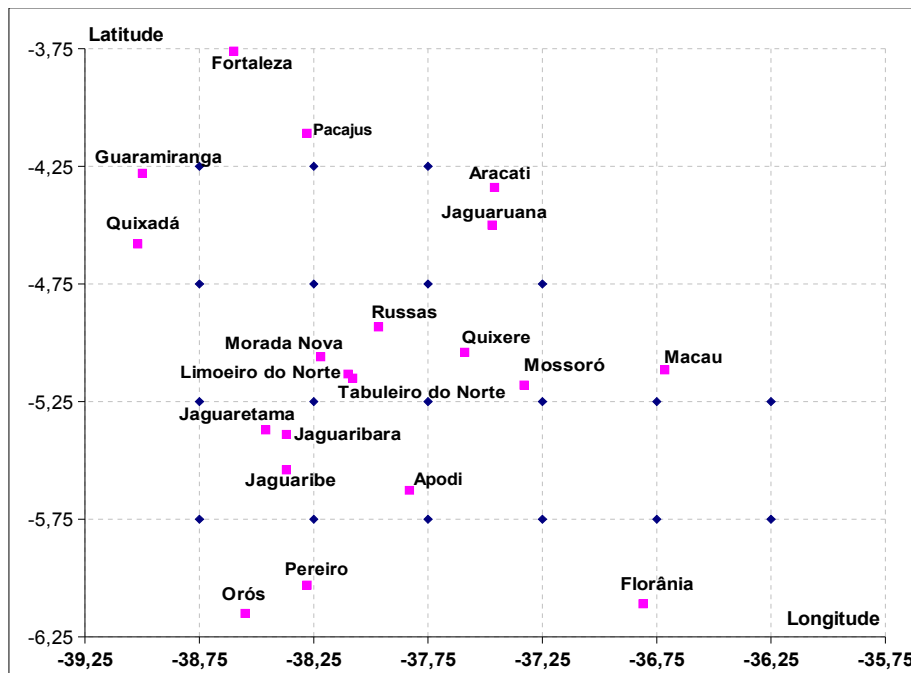


Figura 1. Localização das estações meteorológicas (rosa) e dos pontos de CRU (azul).

Obtidos os dados de precipitação mensal média, referente ao período 1961-1990, para cada um dos 19 pontos CRU, estimados em uma grade de  $0,5^\circ \times 0,5^\circ$ , que recobriam a área de interesse (Figura 1), foi calculada a distância euclidiana, utilizando as coordenadas geográficas latitude e longitude, convertidas em metros (UTM), entre os pontos e as estações e identificadas as duas estações mais próximas de cada ponto. Como primeiro passo na análise exploratória, foram calculados os coeficientes de correlação linear entre as precipitações mensais médias de cada um dos 19 pontos com as suas duas vizinhas mais próximas dentre as 20 estações meteorológicas e construídos gráficos comparativos entre as médias mensais e demonstrativos da correlação. Os dados também foram analisados na forma de gráficos para auxiliar na detecção de observações discrepantes e aferição da qualidade da correspondência (Figura 2).

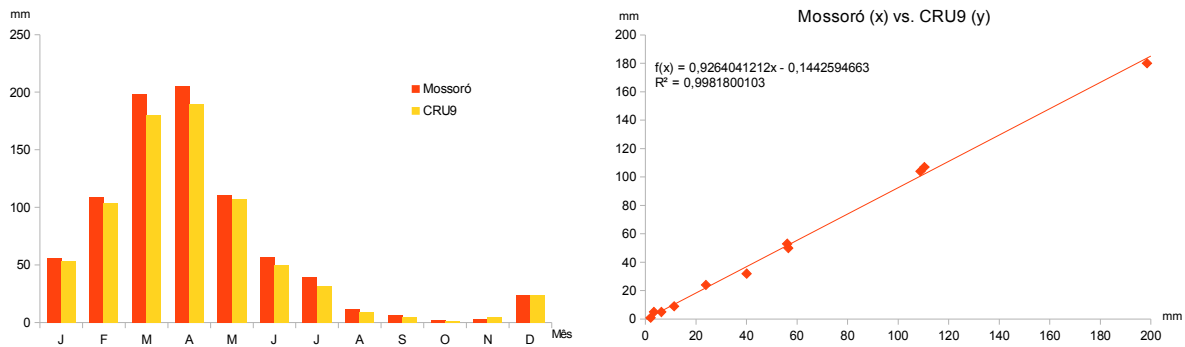


Figura 2. Relações da precipitação mensal média (mm) observada na estação de Mossoró-CE, e estimada para o ponto CRU mais próximo.

Para interpolar os dados das estações de forma a permitir a produção de estimativas comparáveis com os valores dos pontos CRU, foi ajustado, por mês, um modelo de regressão da precipitação observada nas estações em função de suas coordenadas geográficas: latitude, longitude e altitude, cuja interdependência já tem sido reconhecida [3]. Foram considerados apenas os dados dos meses de julho a novembro, que correspondem ao ciclo do meloeiro irrigado na região. O ajuste foi feito utilizando o procedimento REG do programa estatístico SAS/STAT [4]. Além da significância do modelo e dos parâmetros, foram analisadas também as medidas de influência de cada observação (estação). Depois de retiradas observações consideradas influentes, o modelo final foi utilizado para estimar os valores da precipitação média mensal para os pontos CRU. Foram, então, produzidos gráficos especializados das diferenças entre os valores preditos pelo modelo de regressão e estimados pelo CRU. Da mesma forma, os resíduos da regressão foram obtidos e analisados de forma gráfica, considerando sua posição no espaço.

### 3 Resultados e discussão

Registrou-se que cada estação possui um período de dados disponíveis diferentes, variando de 28 anos em Apodi até 10 anos para Jaguaribara e Quixeré.

Ao estudar as distribuições de precipitação mensal e anual em cada estação, observou-se que a precipitação se concentra de fevereiro a maio em todas as localidades, sendo mais intensa nos meses de março e abril, especialmente em Fortaleza, região litorânea, e Guaramiranga, local de maior altitude. Ficou claro que, em toda a região os meses de cultivo do melão, de julho a novembro, são os mais secos, com quantidades sempre muito baixas e apenas um pouco maiores em julho (Figura 3).

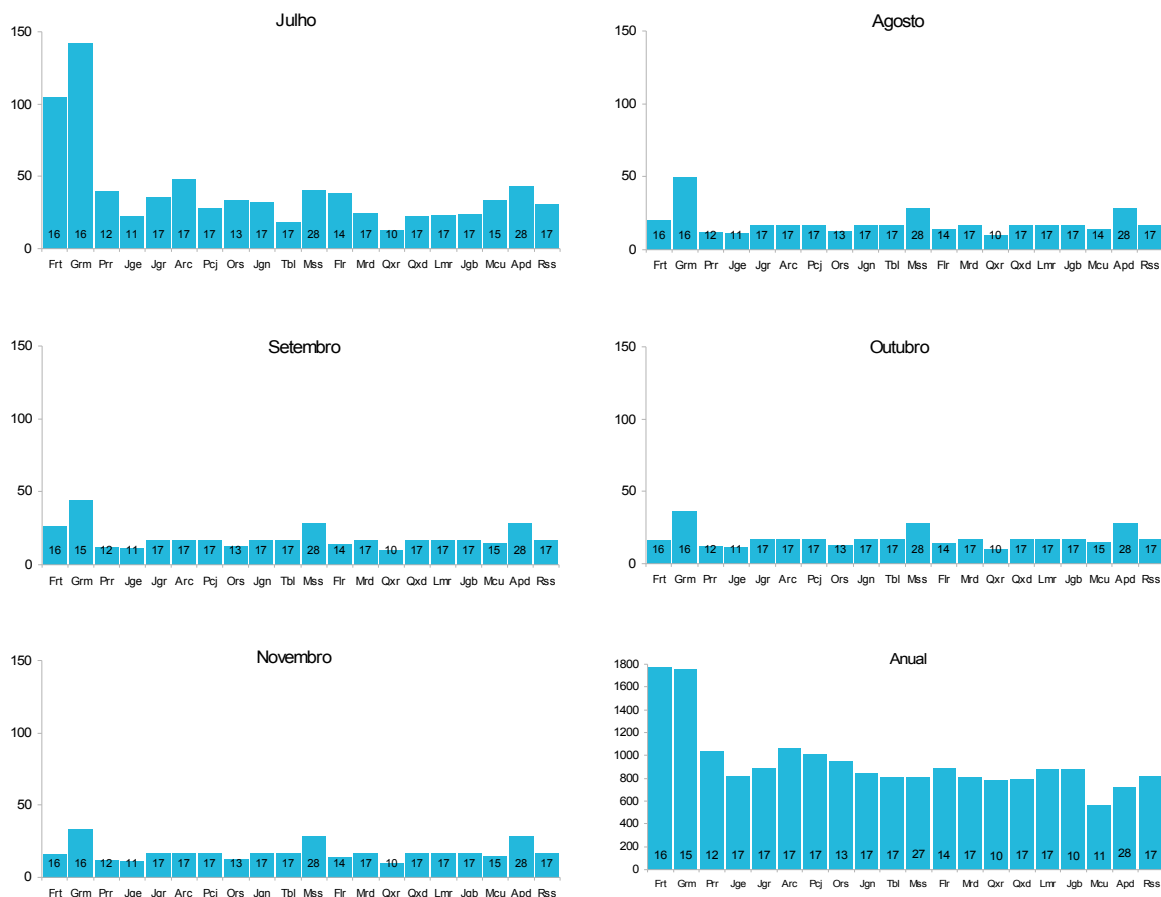


Figura 3. Precipitação (mm) mensal média, nos meses de julho a novembro, e anual média; com o número de observações disponíveis.

É importante observar que algumas das relações entre as precipitações e as covariáveis latitude, longitude e altitude das vinte estações meteorológicas apresentam-se bastante coerentes, como no caso de Guaramiranga, onde a elevação de altitude acompanha o aumento da precipitação, o que é bastante diferente do caso de fortaleza (Figura 4).

Foi então ajustado, por mês, um modelo de regressão da precipitação observada nas estações em função de suas coordenadas geográfica: latitude, longitude e altitude, cuja interdependência já tem sido reconhecida [4]. Para todos os meses estudados (julho a novembro), a longitude nunca foi significativa para o ajuste do modelo.

Foi realizada a investigação da influência de cada conjunto de dados (estação) nos modelos e as estações de Guaramiranga, Fortaleza, Quixadá e Florânia se mostraram as mais influentes segundo os critérios de influência adotados (matriz H, resíduos, R de Student, DFFITS, razão de covariâncias, DFBetas dos parâmetros). Delas, Guaramiranga se mostrou a que mais devia sua influência às suas coordenadas geográficas real.

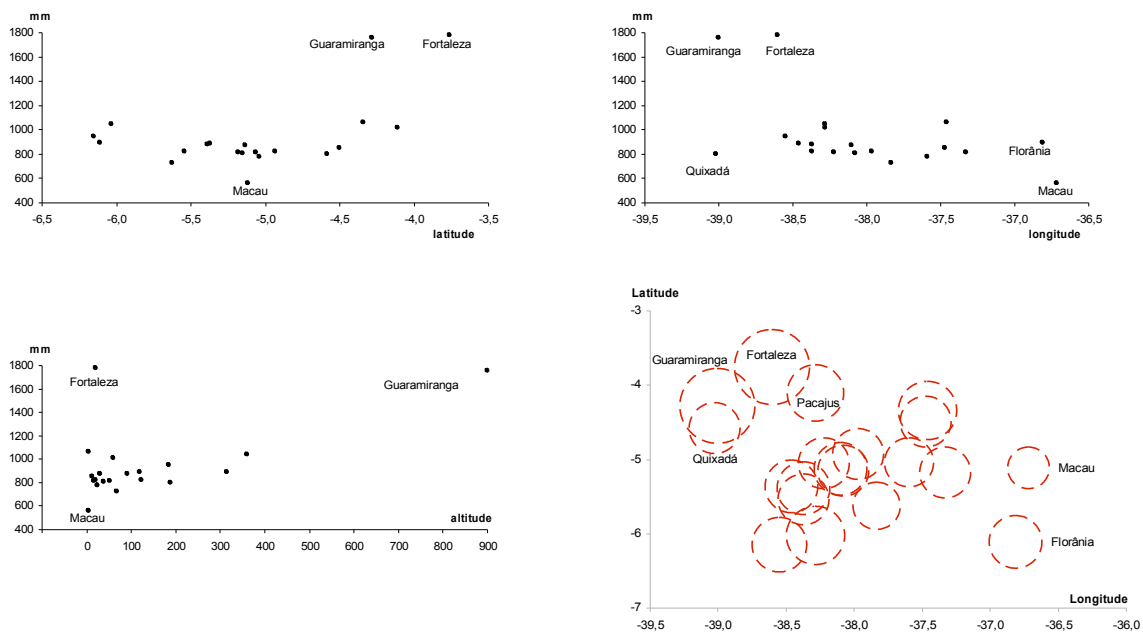


Figura 4. Relações da precipitação com latitude, longitude e altitude, nas 20 estações meteorológicas estudadas.

Assim, novo modelo foi ajustado, agora para 17 estações, retirando aquelas cuja alta influência não era justificada, apenas em função de latitude e altitude, para cada mês (Tabela 1).

Mês	Intercepto	Beta latitude	Beta altitude	R <sup>2</sup> ajustado
Julho	150,3776	24,7896	0,1001	0,5328
Agosto	48,5701	9,0426	0,0425	0,6194
Setembro	54,2753	10,2859	0,0393	0,7222
Outubro	38,2471	7,3483	0,0337	0,6885
novembro	30,4743	5,6117	0,0289	0,6747

Tabela 1. Parâmetros e coeficiente de determinação das regressões ajustadas.

Todos os modelos mensais ajustados foram significativos ( $p < 0,01$ ) assim como todos os parâmetros de cada mês ( $p < 0,05$ ). A qualidade dos ajustes, embora todos apresentem significância estatística, indica que é necessário melhorar o modelo de regressão proposto para permitir uma interpolação mais precisa, tanto com séries mais longas de dados, como com maior cobertura de estações no espaço. Após os ajustes, a análise gráfica (Figura 6) mostra que não há um claro padrão espacial dos resíduos, o que não acontece com a diferença entre os valores preditos pelos modelos e os estimados pela CRU, que permitem concluir que os valores CRU tem superestimado a precipitação na maior parte dos pontos, principalmente na região ao sul e sudeste da área estudada em todos os meses.

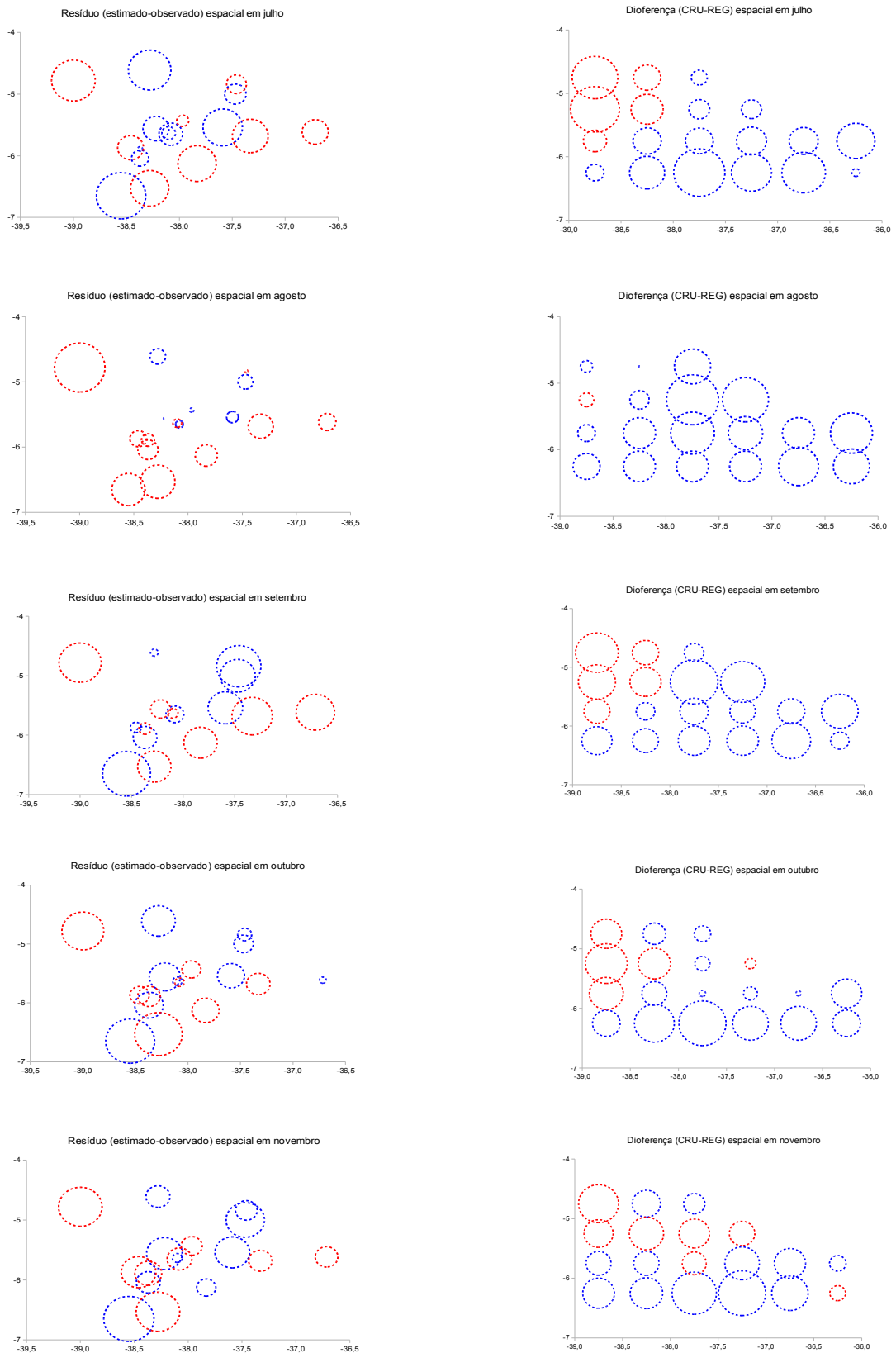


Figura 5. Resíduos da regressão entre precipitação e latitude e altitude (esquerda), e diferenças entre estimativas CRU e do modelo ajustado (direita), onde azul é positivo e vermelho é negativo.

Os resultados parecem confirmar aqueles iniciais vistos, por exemplo, na Figura 2, de comparação simples entre as precipitações mensais médias estimadas nos pontos CRU e observadas nas estações mais próximas, que na maioria indicava uma superestimação dos dados CRU nos meses de seca. É importante notar também que a análise dos semivariogramas dos resíduos das regressões ajustadas, não mostrada neste trabalho, não apresentaram evidência de dependência espacial entre eles.

#### **4 Conclusões**

Observou-se uma alta consistência entre os dados CRU e aqueles ajustados a partir das estações locais, o que aponta para a utilidade das séries CRU em diversas aplicações práticas, tais como a avaliação de tendência em estudos de avaliação dos impactos das mudanças climáticas sobre os sistemas agrícolas. A ocorrência de alguma superestimação, localizada no tempo e no espaço pode indicar a necessidade de correção de vieses em alguns casos.

A manutenção da coleta de dados meteorológicos consistentes, por uma rede de estações com adequada cobertura geográfica, ao longo do tempo, para fornecer séries históricas longas e confiáveis, é fundamental para o estudo de mudanças climáticas, entre outros, e determinantes da qualidade da análise estatística e da modelagem numérica realizadas.

#### **5 Bibliografia**

- [1] GONDIM, R. S.; CASTRO, M. A. H. de; MAIA, A. de H. N.; EVANGELISTA, S. R. M.; FUCK JUNIOR, S. C. de F. Climate change impacts on irrigation water needs in the Jaguaribe River Basin. *Journal of the American Water Resources Association*, v. 48, p. 355-365, 2012.
- [2] MAIA, A. de H. N.; PAZIANOTTO, R. A. A.; COELHO, C. A. dos S. Avaliação da influência do ENOS sobre início da estação chuvosa via modelos semiparamétricos de sobrevivência. In: REUNIÃO ANUAL DA REGIÃO BRASILEIRA DA SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA, 56. SIMPÓSIO DE ESTATÍSTICA À EXPERIMENTAÇÃO AGRONÔMICA, 14., 2011, Paraná.
- [3] SILVA, F. A. M. da; ASSAD, E. D.; MATTOS, A.; LUIZ, A. J. B. Variação espaço-temporal da disponibilidade hídrica climática no estado de Goiás. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 33, n.5, p. 605-612, 1998.
- [4] SAS Institute. 1990. *SAS Users Procedures guide*, v. 6, 4th ed. SAS Institute, Cary, NC.