

Avaliação de parâmetros meteorológicos gerados pela reanálise ERA 5 para a cidade de Seropédica, região da Baixada Fluminense-RJ

Bruno Vinicius de Oliveira Castro¹; Fabricio Polifke da Silva¹; Gisele Dornelles Pires¹

¹ Grupo de Pesquisa Engenharia e Sociedade, Faculdade de Ciências Exatas e Tecnológicas, Universidade Iguaçu - UNIG, Av. Abílio Augusto Távora, 2134 - Jardim Nova Era, 26275-580, Nova Iguaçu - RJ

brunovocastro19@gmail.com, briciaopolifke@gmail.com, unigengenharia@gmail.com

Resumo - A observação de dados meteorológicos se caracteriza como uma importante fonte de informações para a sociedade em seus diversos setores. Neste sentido, o uso das reanálises tem se apresentado como alternativa de grande utilidade, tanto científicas quanto operacionais, para muitos estudos nas últimas décadas. Este trabalho teve como objetivo avaliar qualitativamente e quantitativamente o comportamento das variáveis temperatura do ar, temperatura do ponto de orvalho, pressão ao nível médio do mar e intensidade do vento gerados pela reanálise ERA 5 em relação aos dados da estação Ecologia Agrícola, localizada na cidade de Seropédica, para o período compreendido entre 2008 e 2018. Os resultados mostraram que os quatro parâmetros meteorológicos que os dados da reanálise ERA 5 conseguiram acompanhar adequadamente a distribuição e amplitude dos dados horários coletados in situ pela estação Ecologia Agrícola na escala mensal. Os coeficientes de correlação (Pearson) mostraram os maiores valores para os parâmetros temperatura do ar e pressão atmosférica ao nível médio do mar. O oposto foi observado para os parâmetros temperatura do ponto de orvalho e intensidade do vento, onde foram observados os menores coeficientes de correlação entre os dados coletados pela estação Ecologia Agrícola e assimilados pela reanálise ERA 5.

Palavras-chave: Meteorologia, reanálise, Seropédica

Abstract - Observations of meteorological data are characterized as an important source of information for various sectors of the societies. In this sense, the use of reanalysis has been presented as a very useful alternative, both scientific and operational, for many studies in the last decades. The purpose of this work was qualitatively and quantitatively evaluating the behavior of air temperature, dew point temperature, sea level pressure and wind intensity parameters generated by the ERA 5 reanalysis in relation to the Agricultural Ecology data station located in the city of Seropédica between 2008 and 2018. The results showed that the four meteorological parameters generated by the ERA 5 reanalysis data were able to adequately follow the distribution and amplitude of the hourly data collected by the Agricultural Ecology station on the monthly scale. The correlation coefficients (Pearson) showed the highest values for the air temperature and atmospheric pressure at mean sea level parameters. An opposite behavior was observed for the dewpoint temperature and wind intensity parameters, which showed the lowest correlation coefficients between the data collected by the Agricultural Ecology station and ERA 5 assimilated reanalysis data.

Keywords: Meteorology, reanalysis, Seropédica

1 Introdução

A observação de dados meteorológicos se caracteriza como uma importante fonte de informações para a sociedade em seus diversos setores. As estações meteorológicas são as principais ferramentas para o monitoramento das condições ambientais consistindo principalmente da medição de parâmetros que caracterizam o estado instantâneo, ou médio, da atmosfera. Para tais coletas faz-se necessário seguir algumas normas pré-estabelecidas para que os dados coletados possam ser representativos com precisão em uma determinada região, como, por exemplo, a localização da estação meteorológica, o tipo e instalação dos equipamentos, a padronização dos horários de observação e, principalmente, os procedimentos de manutenções preventivas, como os procedimentos de

calibração e aferição dos instrumentos de medição. Além destes, os custos para a manutenção de uma estação meteorológica acabam sendo acima do esperado por muitas instituições, favorecendo assim um número reduzido de estações sobre o Brasil. Neste sentido, o uso das reanálises se apresenta como alternativa de grande utilidade, tanto científicos quanto operacionais, para muitos estudos nas últimas décadas.

As reanálises estão entre os conjuntos de dados mais usados em estudo ambientais em diferentes escalas e com diferentes finalidades. Através das reanálises é possível obter um conjunto de informações espaciais em curtos (geralmente horas) e longos períodos de tempo (geralmente anos ou décadas). Os dados das reanálises são produzidos através de um processo matemática e física chamada assimilação de dados, baseado principalmente em dados observados por estações *in situ* e modelos numéricos de previsão visando estimar as condições meteorológicas com maior acurácia e confiabilidade. Apesar de sua origem “híbrida”, muitos profissionais frequentemente se referem aos dados gerados pelas reanálises como “observações” e as usam para diversos fins como se realmente fossem observações tradicionais, isto é, como se estivessem sido coletadas localmente. Acredita-se que pesquisadores, assim como outros profissionais, se familiarizam como as reanálises por fornecer estimativas abrangentes e graduais de atmosfera condições em intervalos regulares durante longos períodos de tempo; sendo este principalmente um formato muito conveniente para avaliar o clima em modelos numéricos, assim como a detecção e atribuição de estudos de alterações climáticas e para muitos outros fins (Parker 2016).

Os resultados das assimilações geradas pelas reanálises dependem fundamentalmente das observações (dados coletados localmente) da atmosfera, do oceano, da criosfera e da superfície da terra. Em primeiro lugar, os dados observacionais são capazes de fornecer inicialmente informações instantâneas sobre o estado da atmosfera e do oceano, assim podem ser posteriormente assimilados em um modelo numérico, isto é, equações físicas e matemáticas associadas, de previsão meteorológica para produzir a reanálise. Entretanto, as observações não são somente utilizadas para fornecer condições iniciais ao modelo utilizadas, mas também de contorno, isto é, usadas em várias outras etapas ao longo do processamento de assimilação. Em outras palavras, os dados observacionais são também utilizados para restringir o limite das condições das previsões numéricas nos modelos, para calibrar as relações estatísticas utilizadas no processamento (por exemplo, a estimativa de parâmetros geofísicos obtidos através dos dados de satélite), para determinar e corrigir o erro das observações, como por exemplo, erros de medição, e avaliar a produto final de reanálise. Assim, acredita-se que os dados das reanálises são, portanto, tão bons quanto os dados observacionais subjacentes através do resgate, compilação e gerenciamento dos dados durante a sua assimilação (Brönnimann et al. 2018).

Guedes et al. (2005) apontam que atualmente, inúmeras pesquisas científicas vêm sendo realizadas utilizando os dados das reanálises. Segundo os autores, em função de sua ampla utilização, torna-se conveniente o incentivo de estudos que busquem avaliar se os dados assimilados e disponibilizados por estas reanálises reproduzem as características espaço-temporais, isto é, a variabilidade diária e anual, presente nos dados coletados pelas estações localmente (*in situ*), assim como detectar as variabilidades de baixa frequência observadas para as regiões de interesse. Ressalta-se também a validação dos dados de reanálise em comparação aos dados observacionais se faz necessária, pois os dados assimilados podem conter erros sistemáticos para a América do Sul em função da baixa

quantidade de dados observados na região que são enviados para contribuir na assimilação de dados realizada pelos centros americano e europeu (Guedes et al. 2005).

O primeiro grande projeto de reanálise atmosférica foi a Reanálise de 40 anos gerada em conjunto por dois grandes centros americanos, o *National Centers for Environmental Prediction* e o *National Center for Atmospheric Research* (NCEP-NCAR) que forneceram análises globais, isto é, em grades espaciais regulares e em intervalos sub-diários (a cada seis horas) para o período compreendido entre 1957 e 1996 (Kalnay et al. 1996). Entretanto, após anos de pesquisas contínuas e uma grande preparação técnica, o *European Centre for Medium-Range Weather Forecasts* (ECMWF) iniciou a produção de uma nova reanálise climática, chamado ERA5. Os dados do ERA5 possuem uma resolução muito maior do que a reanálise anterior (ERA-INTERIM) disponibilizada pelo ECMWF, podendo-se citar disponibilidade das variáveis com resolução temporal a cada hora, resolução horizontal de 31 km e vertical em 137 níveis, da superfície até 0,01 hPa (cerca de 80 km na vertical). Assim, optou-se por utilizar os dados da reanálise ERA 5 para a aplicação da metodologia proposta neste trabalho.

Inserido neste contexto, este trabalho tem como objetivo avaliar qualitativamente e quantitativamente o comportamento das variáveis temperatura do ar, temperatura do ponto de orvalho, pressão ao nível médio do mar e intensidade do vento gerados pela reanálise ERA 5 em relação aos dados da estação Ecologia Agrícola, localizada na cidade de Seropédica, para o período compreendido entre 2008 e 2018. A avaliação qualitativa corresponderá a análise da evolução mensal entre estas duas fontes de dados. A avaliação quantitativa corresponderá ao grau de correlação entre as mesmas fontes de dados.

2 Materiais e Métodos

O município de Seropédica é uma cidade localizada na região administrativa da Baixada Fluminense do estado do Rio de Janeiro, possui população estimada 86.743 habitantes (estimada em 2018) segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (<http://www.ibge.gov.br/home/>) e ocupa uma área de 283,8 km² (Figura 1). Para avaliação das assimilações da reanálise ERA 5 serão utilizados os dados coletados entre 2008 e 2018 pela estação Ecologia Agrícola pertencente ao Instituto Nacional de Meteorologia (<http://www.inmet.gov.br/portal/>) localizada na cidade de Seropédica

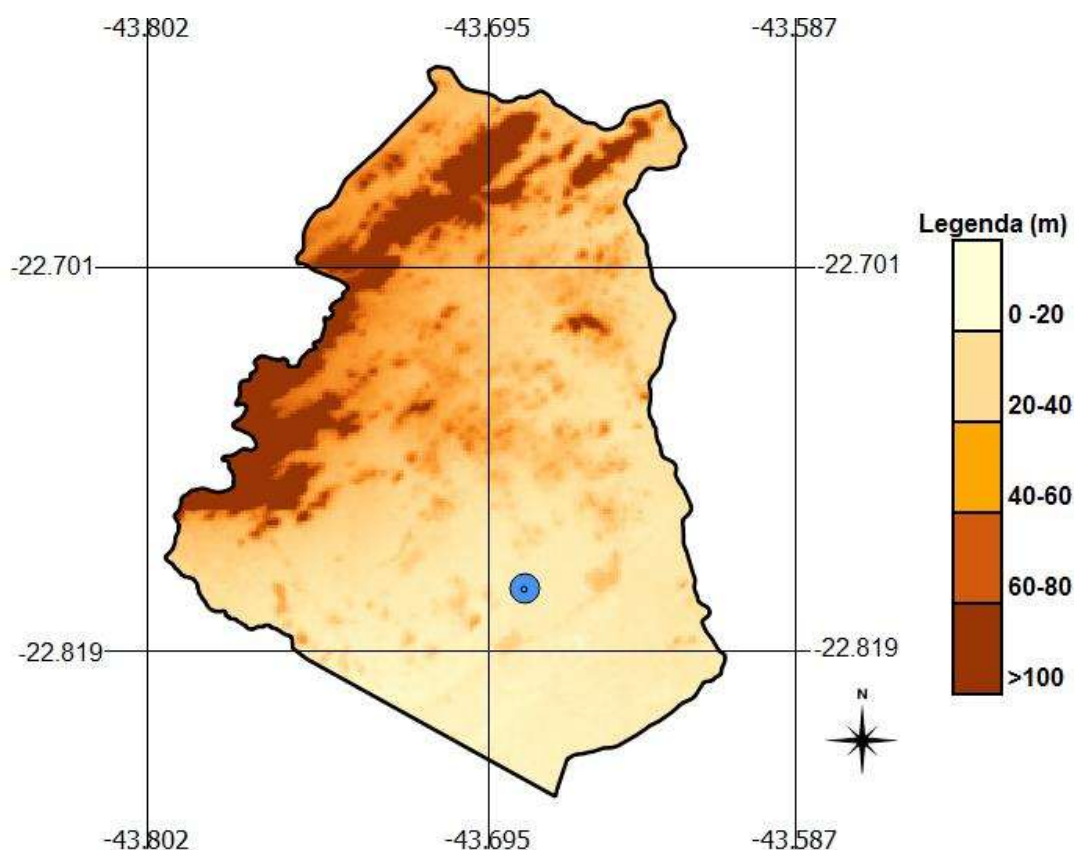


Figura 1- Perfil de elevação da cidade de Seropédica, localizada na Baixada Fluminense do estado do Rio de Janeiro. A posição geográfica da estação Ecologia Agrícola encontra-se em azul.

Além da análise qualitativa da distribuição dos dados será verificado o grau de similaridade entre as medições realizada pela estação Ecologia Agrícola e gerados pela reanálise ERA 5. Esta similaridade será avaliada através do grau de correlação entre os dados da estação e da reanálise. Para isto, será utilizado o coeficiente de correlação de Pearson, definido como:

$$\rho = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \sqrt{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}} \quad (1)$$

Este coeficiente, usualmente representado por ρ , assume somente valores entre -1 e 1. $\rho = 1$ significa uma correlação positiva perfeita entre as duas variáveis. $\rho = -1$ significa uma correlação negativa perfeita entre as duas variáveis, ou seja, se uma aumenta, a outra sempre diminui. $\rho = 0$ significa que as duas variáveis não dependem linearmente umas das outras. No entanto, pode haver uma dependência não linear.

3 Análise mensal dos parâmetros meteorológicos

As Figuras 2 a 4 mostram os *boxplots* para a distribuição mensal dos dados de temperatura do ar, temperatura do ponto de orvalho, pressão atmosférica ao nível médio do mar e intensidade do vento, respectivamente, coletados pela estação Ecologia Agrícola (azul) e gerados pela reanálise ERA 5 (bege) para a cidade de Seropédica entre janeiro de 2008 e agosto de 2018. Através destas figuras, é possível verificar para os

quatro parâmetros meteorológicos que os dados da reanálise ERA 5 conseguiram acompanhar adequadamente a distribuição e amplitude dos dados horários coletados *in situ* pela estação Ecologia Agrícola na escala mensal, até mesmo para os valores considerados como *outliers*, isto é, que estiveram acima dos limiares estabelecidos pelos quartis um e três para cada mês da distribuição de dados, verifica-se um mesmo padrão de comportamento mensal.

Através das Figuras 2 e 3, verifica-se que os maiores registros dos valores de temperatura do ar e temperatura do ponto de orvalho são observados para os meses compreendidos entre dezembro e março (estação de verão), com uma média mensal de temperatura do ar de aproximadamente 26°C para a estação Ecologia Agrícola e 24°C gerados pela reanálise. Para a temperatura do ponto de orvalho, verifica-se que a maior média mensal é observada no mês de março, com valor de aproximadamente 24°C para a estação Ecologia Agrícola e 19°C para a reanálise ERA 5. Os menores valores de ambas as variáveis são observados entre os meses de junho e setembro (estação de inverno). Um mínimo de 20°C é observado no mês de julho para a estação Ecologia Agrícola, valores mais baixos, em torno de 16°C, foram obtidos através da reanálise ERA 5. Similarmente, os menores valores de temperatura do ponto de orvalho são também observados no mês de julho. Valores médios de 17°C e 12°C foram obtidos utilizando os dados da estação e da reanálise respectivamente. Valores intermediários, entre 20°C e 25°C para a temperatura do ar e entre 15°C e 20°C para a temperatura do ponto de orvalho, são observados entre março e junho e entre setembro e dezembro, caracterizados pelas estações de transição (primavera e outono). Para estas duas variáveis verificou-se que a reanálise subestimou os valores medidos pela estação Ecologia Agrícola.

Um cenário oposto é observado para a distribuição dos dados de pressão atmosférica, onde é possível observar os menores valores (entre 1005 hPa e 1012 hPa) para os meses compreendidos entre dezembro e março (estação de verão) e os maiores valores (entre 1018 hPa e 1020 hPa) entre junho e setembro (estação de inverno). Para esta variável, verifica-se que a reanálise ERA 5 apresentou somente uma tendência de subestimativa mensal entre os meses de maio a agosto. Nos demais meses, verifica-se uma tendência de superestimativa em relação aos dados coletados pela estação Ecologia Agrícola. Valores intermediários (entre 1012 hPa e 1018 hPa) deste parâmetro são observados nas estações de transição (primavera e outono). Os dados de intensidade do vento, entretanto, não apresentaram um comportamento similar ao previamente discutido nos demais parâmetros. Para esta variável, verifica-se que os menores valores são observados (1,5 m/s e 2 m/s) entre os meses de abril e junho (estação de outono) e os maiores valores (entre 2 m/s e 2,5 m/s) entre os meses de setembro a novembro (estação da primavera) para os meses compreendidos entre setembro e novembro sobre a cidade de Seropédica. Para os demais meses, que compreendem as estações de verão e inverno, verificam-se valores médios mensais variando entre os limiares observados nas estações da primavera e outono. Entretanto, verifica-se para este parâmetro uma quantidade significativa de *outliers*, caracterizando que a distribuição estatística associada a esta variável não é a mesma observada para os dados de temperatura do ar, temperatura do ponto de orvalho e pressão ao nível médio do mar.

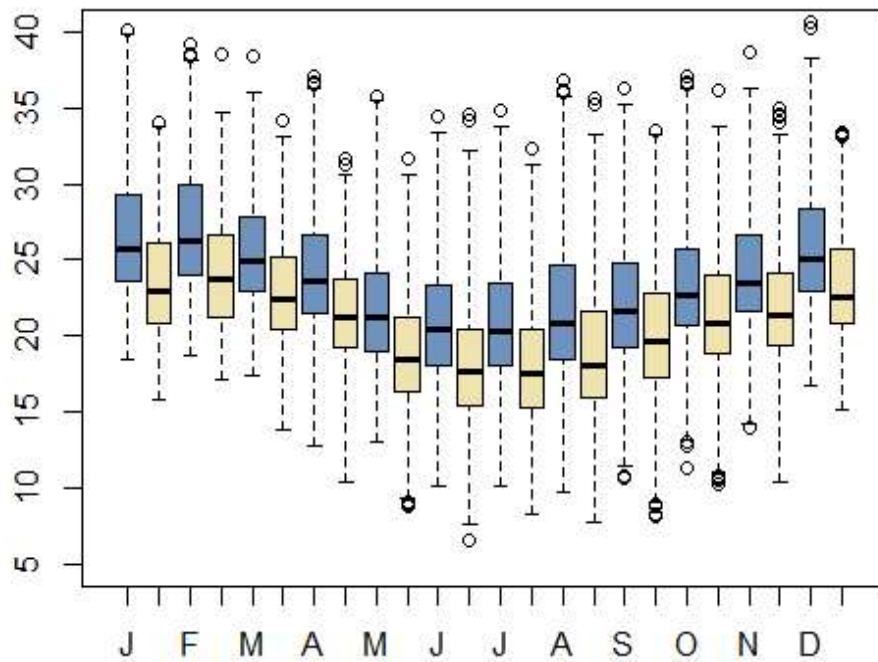


Figura 2 – Distribuição mensal dos dados de temperatura do ar horários para a estação Ecologia Agrícola (Azul) e reanálise ERA 5 (bege) entre janeiro de 2008 e agosto de 2018.

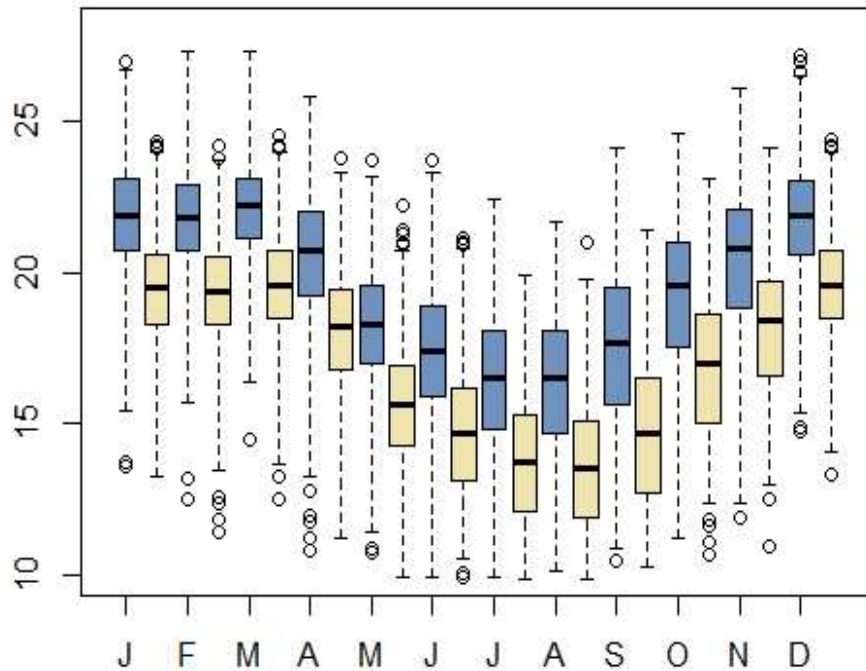


Figura 3 – Distribuição mensal dos dados de temperatura do ponto de orvalho horários para a estação Ecologia Agrícola (Azul) e reanálise ERA 5 (bege) entre janeiro de 2008 e agosto de 2018.

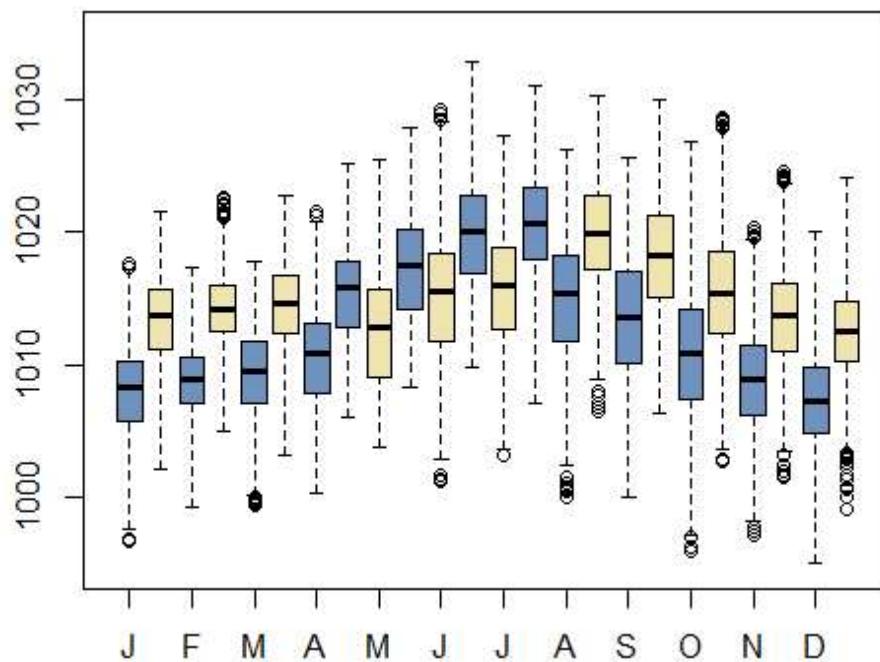


Figura 4 – Distribuição mensal dos dados de pressão atmosférica ao nível médio do mar horários para a estação Ecologia Agrícola (Azul) e reanálise ERA 5 (bege) entre janeiro de 2008 e agosto de 2018.

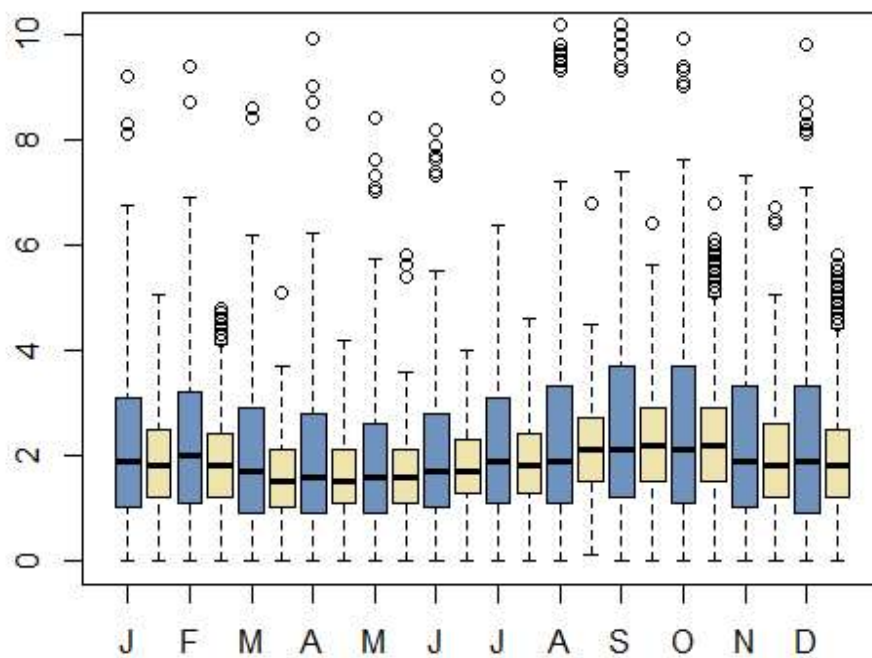


Figura 5 – Distribuição mensal dos dados de intensidade do vento horários para a estação Ecologia Agrícola (Azul) e reanálise ERA 5 (bege) entre janeiro de 2008 e agosto de 2018.

4 Coeficiente de Pearson

As Figuras 6 e 7 mostram os resultados dos coeficientes de Pearson mensais obtidos para cada um dos quatro parâmetros meteorológicos avaliados entre 2008 e 2018. Entre os quatro parâmetros analisados, verifica-se que a temperatura do ar (TEMP) e a pressão ao nível médio do mar (PNMM) apresentaram os maiores coeficientes, com um máximo de 0,913 (destacado em vermelho) no mês de abril para TEMP e um máximo de 0,949 (vermelho) no mês de outubro para PNMM. Uma variação destes coeficientes é observada para a temperatura do ponto de orvalho (TD), para este parâmetro verifica-se que o valor máximo foi de 0,818 (vermelho) em novembro. Uma distribuição de menores valores deste coeficiente é observada para a intensidade do vento (IV). Para todos os meses, verificam-se valores menores do que 0,50, com um máximo de 0,464 (vermelho) para o mês de setembro.

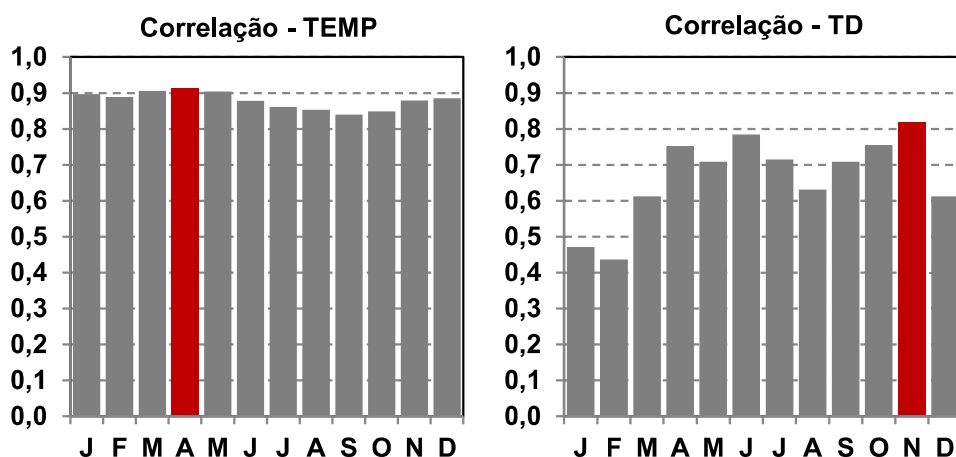


Figura 6 – Coeficientes mensais de Pearson obtidos para a temperatura do ar (esquerda) e temperatura do ponto de orvalho (direita) entre janeiro de 2008 e agosto de 2018.

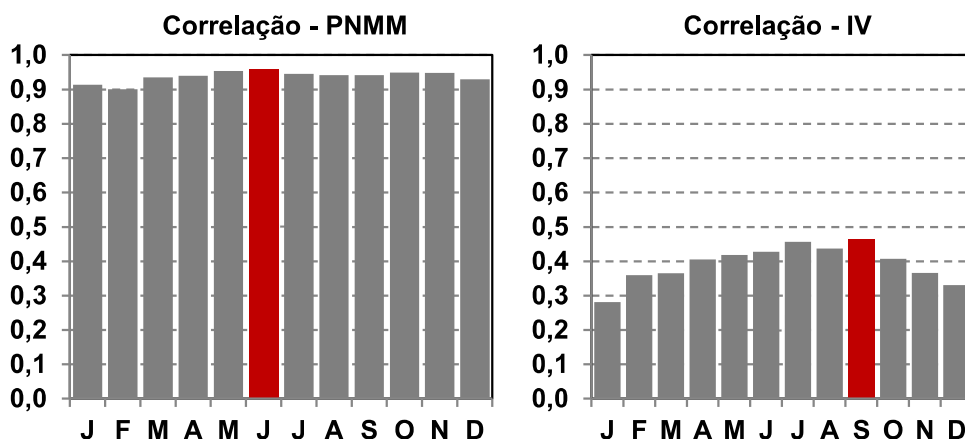


Figura 7 – Coeficientes mensais de Pearson obtidos para a pressão ao nível médio do mar (esquerda) e intensidade do vento (direita) entre janeiro de 2008 e agosto de 2018.

Acredita-se que os menores valores de correlação encontrados para a temperatura do ponto de orvalho e a intensidade do vento estejam relacionados à alta dependência das condições locais (como, por exemplo, aquecimento diferenciado por ser uma região florestal, presença de árvores, cursos d'água, entre outros) associadas a estas duas variáveis que não são totalmente caracterizadas na reanálise ERA 5. Ressalta-se também que a reanálise possui uma resolução espacial de 31 km, logo se sugere que os principais mecanismos controladores de TD e IV ocorram numa escala menor que 31 km não sendo, então, caracterizados pela reanálise. As variáveis TEMP e PNMM, entretanto, apresentam um ótimo desempenho em relação aos dados observados, sugerindo que ambas respondem a mecanismos meteorológicos que ocorrem em uma escala superior a 31 km de resolução horizontal.

5 Conclusões

Através da análise mensal dos dados coletados pela estação Ecologia Agrícola e os dados assimilados pela reanálise ERA 5 foi possível avaliar qualitativamente os parâmetros temperatura do ar, temperatura do ponto de orvalho, pressão atmosférica ao nível médio do mar e intensidade do vento entre janeiro de 2008 e agosto de 2018. Os resultados mostraram que os quatro parâmetros meteorológicos que os dados da reanálise ERA 5 conseguiram acompanhar adequadamente a distribuição e amplitude dos dados horários coletados *in situ* pela estação Ecologia Agrícola na escala mensal, até mesmo para os valores considerados como *outliers*, isto é, que estiveram acima dos limiares estabelecidos pelos quartis um e três para cada mês da distribuição de dados, verifica-se um mesmo padrão de comportamento mensal.

Uma análise quantitativa entre estas duas fontes de dados foi realizada através do grau de correlação, coeficiente de Pearson, medido entre ambas. Os coeficientes mostraram os maiores valores para a temperatura do ar e pressão atmosférica ao nível médio do mar. Os menores valores foram observados para a temperatura do ponto de orvalho e intensidade do vento. Acredita-se que os menores valores de correlação encontrados para a temperatura do ponto de orvalho e a intensidade do vento estejam relacionados à alta dependência das condições locais associadas a estas duas variáveis que não foram totalmente caracterizadas na reanálise ERA 5. Ressalta-se também que a reanálise possui uma resolução espacial de 31 km, logo se sugere que os principais mecanismos controladores destas duas variáveis ocorram numa escala menor que 31 km não sendo, então, caracterizados pela reanálise.

6 Referências Bibliográficas

- Brönnimann S, Allan R, Atkinson C, and Coauthor (2018) Observations for reanalysis. Bull. Amer. Meteor. Soc.
- Guedes RL, Andreoli RV, Kayano MT, Oyama MD, Alves MAS (2005) Série temporal de precipitação mensal de Fortaleza, Brasil: comparação entre observações e dados de reanálise do NCEP/NCAR Rev Bras Meteor 20(1):83–92
- Parker WS (2016) Reanalyses and observations: What's the difference? Bull. Amer. Meteor. Soc., 97, 1565–1572

