

Comparação entre métodos de interpolação para mapas de colheita.

Gabriel Veloso Neves¹; João Vitor da Silva Ficho¹; Pedro Leonel Inacio¹; ² Gustavo Di Chiacchio Faulin²; Lara Marie Guanais Santos²

¹ Discente em Mecanização em Agricultura de Precisão na Fatec Pompeia “Shunji Nishimura”, Pompeia-SP. gabrielvelosoneves@gmail.com

² Docentes do curso Mecanização em Agricultura de Precisão, Fatec Pompeia, Pompeia-SP.

Resumo

Foi comparado três métodos de interpolação existentes dentro do software QGIS, por interpolador pelo inverso da distância (IDW), rede triangular irregular (TIN) e método de krigagem, para dados de produtividade da cultura da soja colhidas em 2017, os dados de produtividade utilizados nesse trabalho foram coletados de sensores acoplados em uma colhedora John Deere modelo STS 9750. Os dados foram tratados e posteriormente interpolados pelos três métodos IDW, TIN e Krigagem. Para comparação das metodologias de interpolação, foi calculado o coeficiente de determinação por regressão linear (R^2) e a correlação pelo método de person entre as metodologias. Para uma grande densidade de pontos como os obtidos pelas colhedoras, as interpolações IDW, TIN e Krigagem apresentam grande correlação, ou seja, ambas podem ser aplicadas para interpolação de dados de produtividade.

Palavras-Chaves: TIN, IDW, Krigagem, Agricultura de precisão, geoestatística.

Introdução

A agricultura tem se demonstrado como forte atividade econômica no Brasil, contribuindo a cada ano com uma porcentagem significativa do PIB brasileiro. Este grande crescimento ocorreu principalmente devido ao grande aumento populacional nas últimas décadas, preocupando-se na capacidade de aumentar a produção e garantir o fornecimento de alimentos ideais para população com qualidade. Neste sentido práticas como a Agricultura de Precisão (AP) são imprescindíveis para melhorar gerenciamento das áreas. (Amorim et al., 2009).

Uma etapa que merece total atenção é a colheita. Nesta etapa do ciclo da cultura a adoção de tecnologias e ferramentas são imprescindíveis para uma boa

operação. A geração de dados tem uma grande importância para interpretação e criação de mapas tanto para o momento da colheita em tempo real quanto para o pós-colheita. Monitorar a operação pode ser importante para corrigir erros que estão acontecendo naquele momento, já com base nos dados pós-colheita, estes podem ser utilizados para tomadas de decisões na próxima safra (HAIR et al., 2010).

O mapa de produtividade é de grande importância para a gestão da variabilidade das áreas pois todos os fatores interferem sobre o desenvolvimento e a produtividade da cultura. Este mapa, auxilia a tomada de decisões para a recomendação e reposição de nutrientes, com base na produtividade é possível calcular a extração de elementos pela cultura (Molin et al., 2011).

Dentre os métodos de interpolação utilizados na agricultura, a krigagem utiliza o dado tabular e sua posição geográfica para calcular as interpolações. Utilizando o princípio da Primeira Lei de Geografia de Tobler, amostras mais próximas tende a ser mais parecidas do que unidades mais afastadas, fazendo com que o interpolador atribua pesos maiores às amostras mais próximas e pesos menores às amostras mais distantes, criando estimativas em locais não amostrados (Jakob et al., 2002).

Já o método de interpolação da Rede Irregular Triangular (TIN), apresenta como função o uso das amostras para gerar superfícies formadas por triângulos com base na informação de amostras dos vizinhos mais próximos. Para criar esse método, círculos circunscritos são colocados ao redor dos pontos amostrais, então, suas intersecções são interligadas por uma rede de triângulos (QUINTEIRO et al., 2012).

O método por Ponderação pelo Inverso da Distância (IDW) pode ser definido como inverso da distância elevado a uma potência, onde sua principal característica é que cada ponto geográfico coletado é ponderado conforme a influência que há entre eles (PINHEIRO et al., 2018). Levando em consideração que os pontos amostrados são de valores conhecidos, a interpolação atribui um peso maior aos pontos que estão mais próximos, e diminui proporcionalmente conforme a distância aumenta, basicamente ele considera que cada ponto já conhecido, possui uma relação forte com novos pontos diminuindo conforme o valor da distância cresce (BETZEK et al., 2017).

A utilização de interpoladores de dados é necessária para obter melhor resultados na geração de mapas temáticos, interpolação pode ser definida como um método, que permite encontrar valores de dados intermediários conhecidos utilizando funções matemáticas (FITZ et al., 2008). Neste cenário a interpolação de dados utilizando os métodos IDW e Krigagem são os mais utilizados na AP, e o que difere entre estes interpoladores, é a forma de distribuição dos valores dispostos nas mais diferentes amostras (BETZEK et al., 2017). Sendo assim, é correto concordar que quanto maior for o número de dados conhecidos, melhor será a modelagem realizada, tendo em vista que os dados interpolados representam uma aproximação dos valores reais no espaço (FITZ et al., 2008).

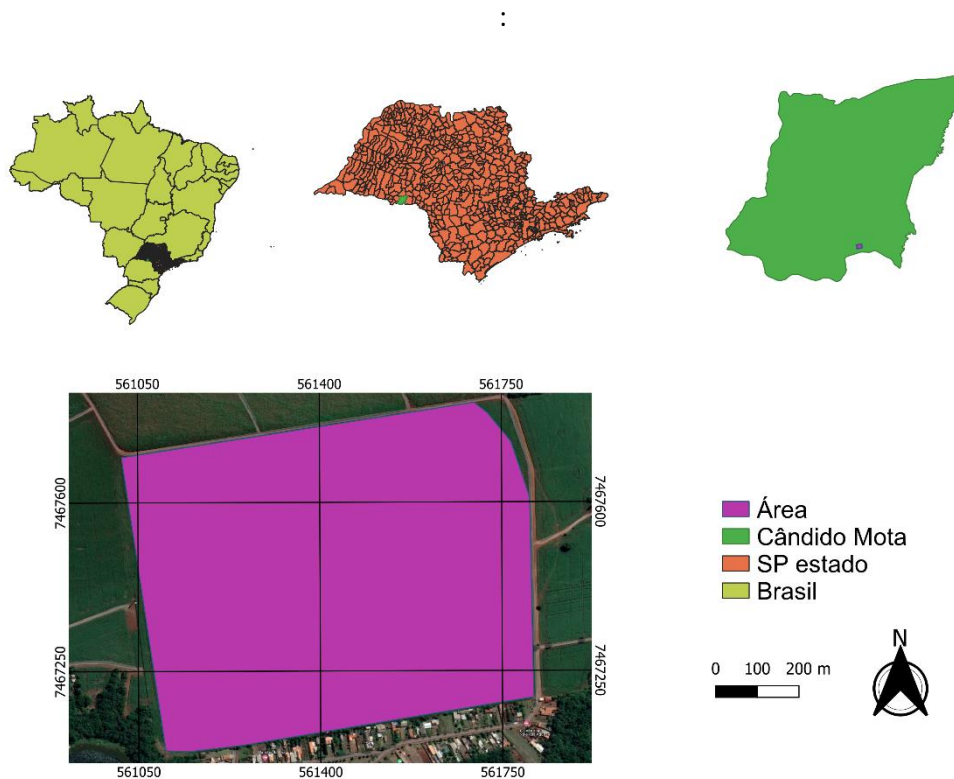
Cada metodologia apresenta suas características, mas não se tem um consenso sobre para quais dados podem ser aplicados e com isso oferecer melhores resultados, pois muitos fatores interferem diretamente para obtenção de dados sendo a confiabilidade e a densidade dos dados diretamente ligados a estimativa do interpolador espacial.

Portanto este trabalho tem por objetivo comparar três métodos de interpolação IDW, TIN e Krigagem para mapas de colheita e verificar a possibilidade de aplicá-los aos dados de produtividade em agricultura de precisão.

MATERIAL E MÉTODOS

Os dados de produtividade utilizados para execução deste trabalho, são referentes a uma safra soja 2017 em uma área de 40,5 ha, com um solo classificado em um latossolo vermelho textura argilosa, localizada no município de Candido Mota- SP (22°56'15" S e 74°67'40" O), conforme a Figura 1.

Figura 1 - Localização da área.



Fonte: Próprio autor

Os dados foram obtidos por uma colhedora de grãos da marca John Deere, modelo STS 9750, equipada com sensor de produtividade tipo placa de impacto; sensor de umidade por capacitância; sensor de velocidade de tipo efeito hall, instalado nas rodas motrizes; sensor de inclinação de tipo giroscópio; e monitor modelo GS4 ®John Deere que apresenta e grava informações e disponibiliza os dados salvos em um formato de planilha eletrônica.

A produtividade aferida pelo sensor foi corrigida para 13% de umidade pelo método sugerido por Aguiar (1977) em seguida foi realizada a remoção dos outliers pelo método proposto por Guanais Santos (2020). Com os dados tratados, foi utilizado o *software* QGIS versão 3.22.9 para a interpolação pelos métodos TIN, IDW e Krigagem, com o pixel de 10 m² por 10 m, 100m².

Em sequência foi criada uma grade de pontos no centro de cada pixel de 10x10 metros e extraídos os valores de produtividade para cada interpolação. Ao gerar a grade de pontos notou-se que as extremidades das grades apresentavam quantidade de pontos diferentes. Ao verificar isso, foi realizada a remoção dos pontos mantendo apenas os pontos que eram iguais nas três interpolações.

Nestes pontos gerados com base no tamanho do pixel da interpolação, dos dados de produtividade e id apresentados na tabela de atributos de cada camada pontos das interpolações foram copiados para tabela Excel. Estes dados planilhados foram analisados no software RStudio, onde foram submetidos a análise do coeficiente de determinação por regressão linear (R^2).

Após a execução das 3 interpolações foi criado uma planilha no software Excel e organizado os dados através da calculadora de campo pelo comando \$id, deixando assim em ordem crescente para as 3 interpolações.

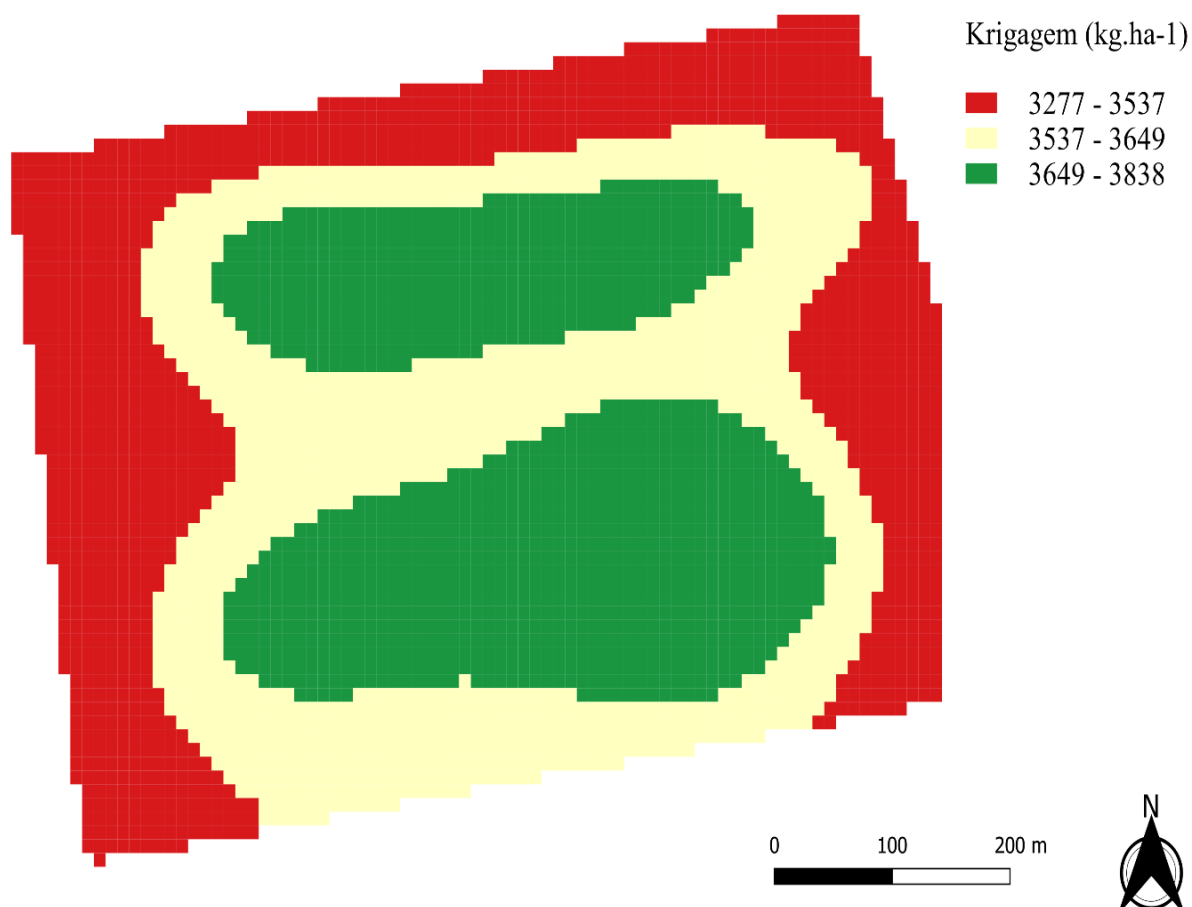
Para a apresentação dos mapas temáticos foi realizada a subdivisão dos dados em três classes pela opção quartil, onde o vermelho representa a área com baixa produtividade, a área em bege trata-se das áreas com média produtividade e as áreas destacadas em verde são classificadas com alta produtividade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A utilização de interpoladores de dados é necessária para obter melhor resultados na geração de mapas temáticos, interpolação pode ser definida como um método, que permite encontrar valores de dados intermediários conhecidos utilizando funções matemáticas (FITZ et al., 2008). Neste cenário a interpolação de dados utilizando os métodos IDW e Krigagem são os mais utilizados na AP, e o que difere entre estes interpoladores, é a forma de distribuição dos valores dispostos nas mais diferentes amostras (BETZEK et al., 2017). Sendo assim, é correto concordar que quanto maior for o número de dados conhecidos, melhor será a modelagem realizada, tendo em vista que os dados interpolados representam uma aproximação dos valores reais no espaço (FITZ et al., 2008).

Nas Figuras 2, 3 e 4 estão os três mapas temáticos da área de acordo com suas metodologias de interpolação.

Figura 2 - Interpolação dos dados tratados pelo método Krigagem

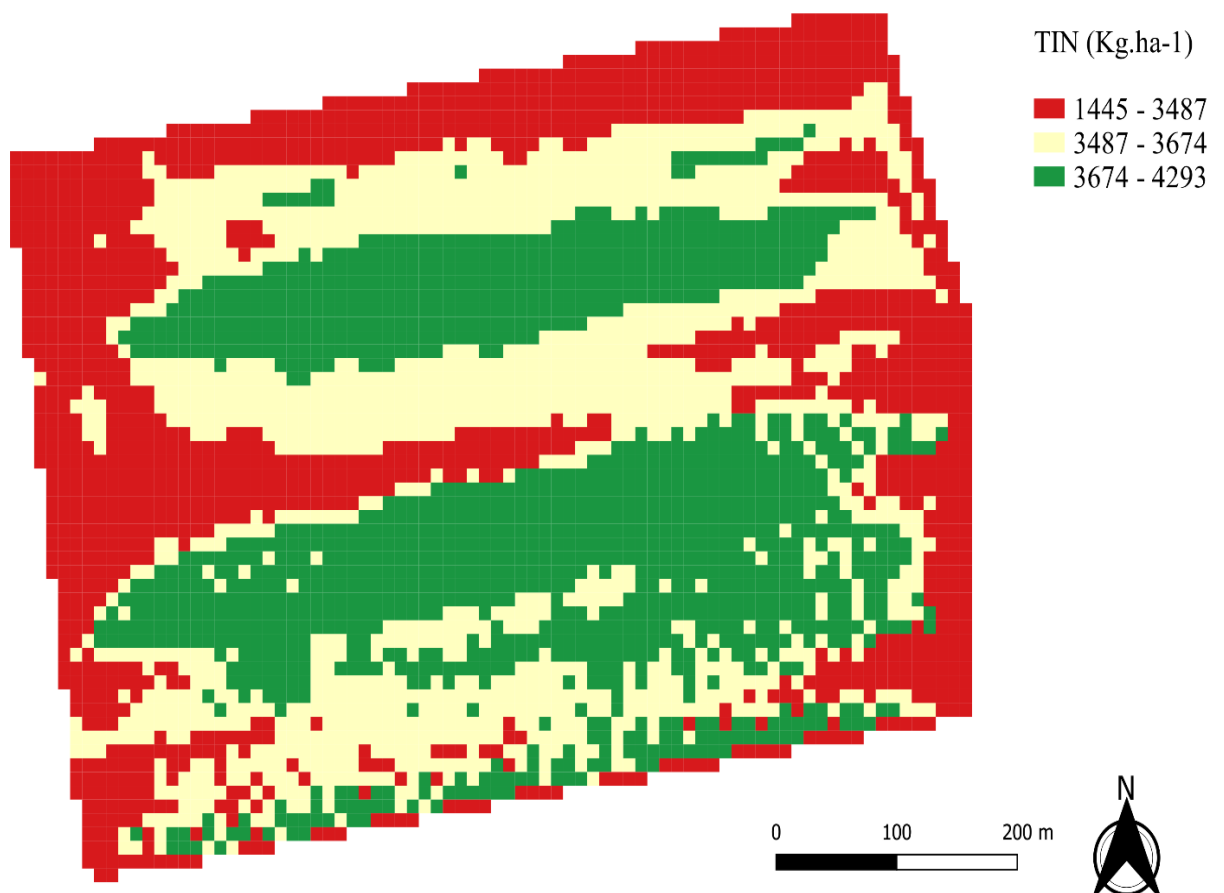


Fonte: Próprio autor.

O método de interpolação Krigagem exige conhecimento mais aprofundado de técnicas de geoestatística pois para sua realização é necessário averiguar por meio do semivariograma a dependência espacial dos dados. Tendo em vista a complexidade da análise geoestatística realizada para sua execução, essa metodologia é mais difícil de ser aplicada. Em estudo realizado

por Landim et al., 2013, foi observado que devido o maior grau de aperfeiçoamento dessa metodologia faz com que apresente mapas com resultados mais satisfatório.

Figura 3 - Interpolação dos dados tratados pelo método TIN.

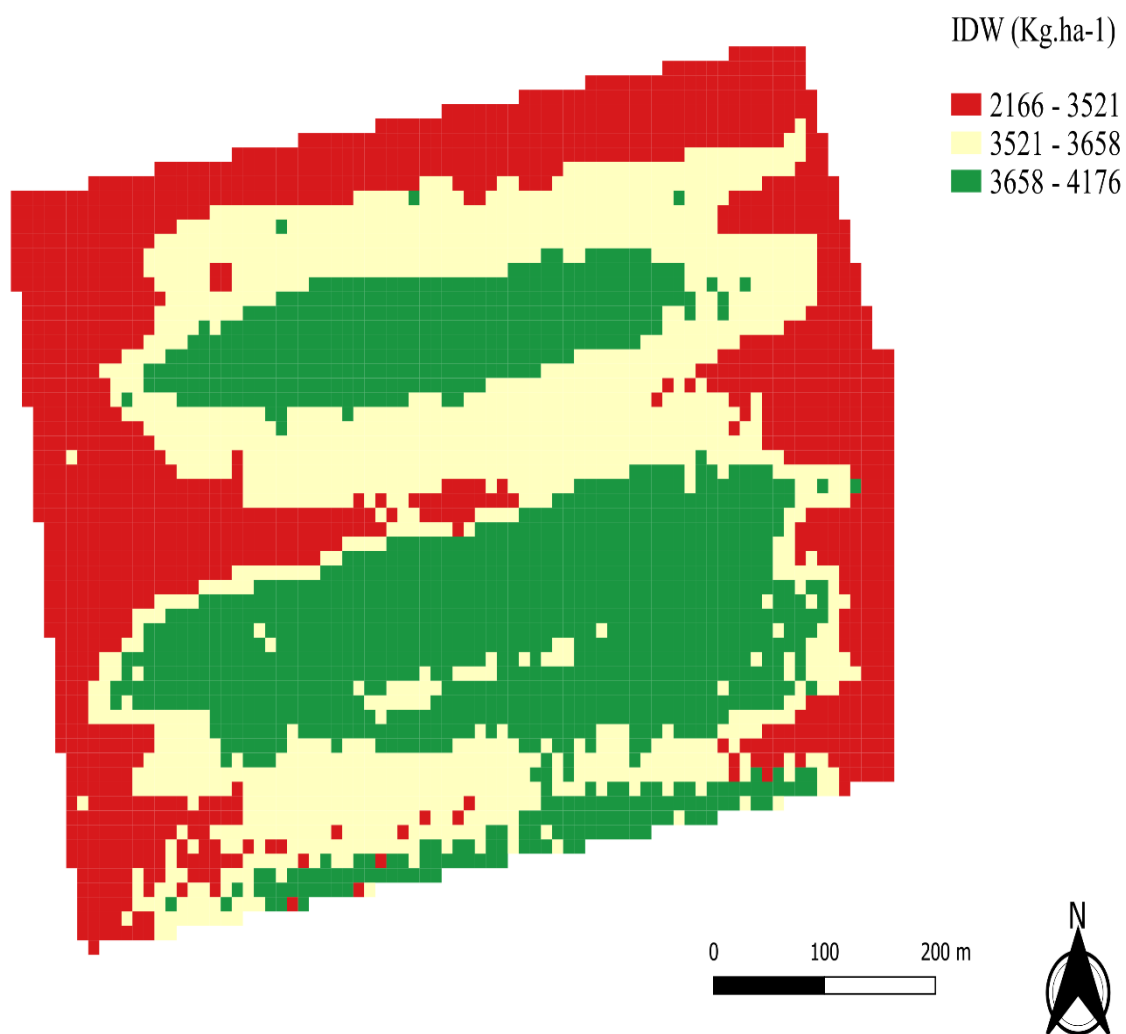


Fonte: Próprio autor.

A interpolação TIN utilizada em maior frequência para modelagem numérica de terrenos, trata-se de um método matemático não permitindo a extrapolação e as estimativas, limitando-se estritamente à área amostrada. Ou

seja, ao não estimar os intervalos, torna este método mas fiel ao comportamento da área, não estimando valores que podem não representar o conjunto de dados.

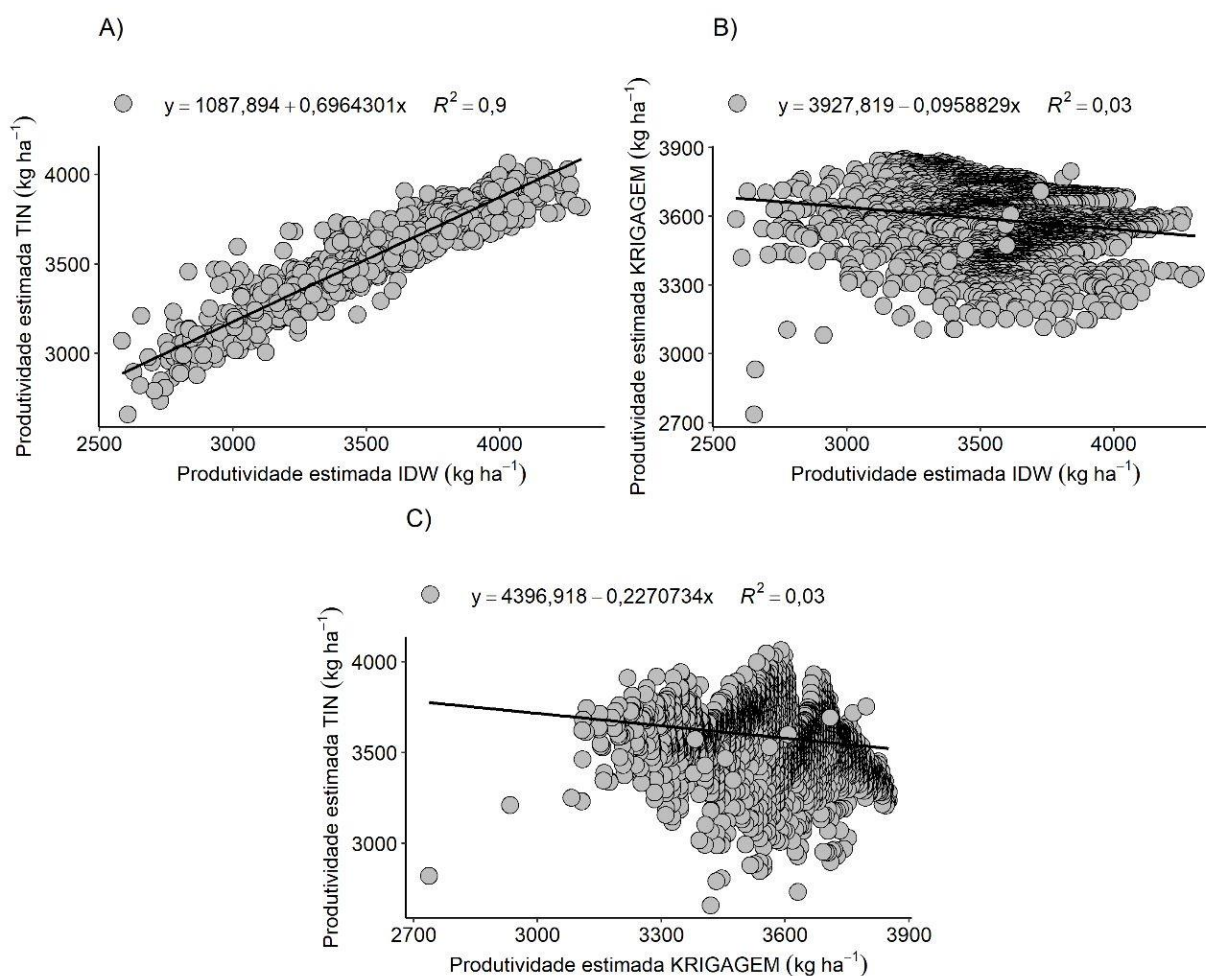
Figura 4 - Interpolação dos dados tratados pelo método IDW



Fonte: Próprio autor.

A interpolação IDW também muito utilizada no meio agrônomo, para mapas de produtividade, é um método de mais fácil execução, em seu cálculo ele atribui maior peso para amostras mais próximas entre si e um menor peso para amostras mais distantes da que está sendo analisada no momento.

Figura 5 – Regressão Linear (R^2)



Fonte: Próprio autor.

O coeficiente de determinação por regressão linear ao comparar as metodologias de IDW e TIN apresentaram R^2 de 0,9, maior índice verificado. As demais comparações apresentaram baixa relação, onde na comparação entre

TIN e krigagem e krigagem e IDW apresentaram R^2 de 0,3. Este comportamento de similaridade entre as metodologias IDW e TIN já era visualizada nos mapas temáticos.

Este conjunto de dados contava com aproximadamente 52.023 pontos utilizados na interpolação, onde a disposição entre os pontos tinha uma distância de aproximadamente 2 metros entre pontos e 5 metros entre as linhas de colheita. Ou seja, cada ponto representa uma área de 10 m². Mesmo com essa proximidade entre os pontos a Krigagem, seguindo sua característica metodológica acaba por suavizar o comportamento dos dados afetando o comportamento dos dados nos mapas temáticos consequentemente na tabela de atributos.

De acordo com a metodologia de cálculo utilizada nas interpolações IDW e TIN a estimativa das áreas entre os pontos apresentaram maior similaridade nos valores tabelados, apresentados na tabela de atributos e consequentemente na análise estatística apresentaram maior similaridade e melhor adequação a reta, apresentada na figura 5a.

Conclusão

Ao final deste estudo, observando o comportamento visual dos mapas temáticos e o coeficiente de determinação apenas a metodologia TIN e IDW apresentaram similaridade tendo comportamento contrário quando comparadas a krigagem.

Referências

Aguiar, P. A. **A Padronização da umidade dos grãos na experimentação agrícola.** Brasil: Embrapa, 1977: Disponível em :<<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/pdf>>.

AMORIM, J. R. A. **Qualidade da água subterrânea e riscos para irrigação.** Brasil: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2009.

BETZEK, N. M. **Módulos computacionais de análise geoestatística e retificação de zonas de manejo.** Universidade Estadual do Oeste do Paraná, 2017.

FITZ, P. R. **Geoprocessamento sem complicação**. São Paulo: Oficina de Textos, 2008.

Guanais Santos, L. M. **Tratamento e interpretação de dados de produtividade para agricultura de precisão**. 2020. 40. Dissertação de Mestrado em Agronomia - Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2020.

HAIR, J. **Multivariate Data Analysis**. 7 ed. London: Pearson Education Limited, 2010.

JAKOB, A.A.E. **A krigagem como método de análise de dados demográficos**. In: Encontro da Associação Brasileira de Estudos Populacionais, 13. Ouro Preto. 2002.

LUCAS, T. P. B. et al. **Identificação De Interpoladores Adequados a Dados De Chuva a Partir De Parâmetros Estatísticos**. Revista Brasileira de Climatologia, v. 13, 2014.

Molin, J. P. **Adoção e uso de tecnologias de agricultura de precisão no setor sucroenergético do estado de São Paulo, Brasil**. 2011. Springer.

PINHEIRO, A. G. et al. **Rainfall pattern and erosion potential in the physiographic regions of the state of Pernambuco, Brazil**. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v. 22, n. 12, dez. 2018.

QUINTERO, C. A. B. **Applications of voronoi and delaunay diagrams in the solution of the geodetic boundary value problem**. 2012.

SILVA, P. **Modelagem e Geoprocessamento na Identificação de Áreas com Risco de Inundação e Erosão na Bacia do Rio Cuia**. 2007. Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2007.

YAMAMOTO, J.K.; LANDIM, P.M.B. **Geoestatística: conceitos e aplicações**. Oficina de Textos, 2013. 215p.