

APLICAÇÃO DE TAXA VÁRIAVEL PARA ADUBAÇÃO DE POTÁSSIO NO MUNICÍPIO DE SORRISO-MT

WORK TO CREATE MAPS FOR POTASSIUM (K) FERTILIZATION AT VARIABLE RATE

TRABAJAR EN LA CREACIÓN DE MAPAS PARA LA FERTILIZACIÓN CON POTASIO (K) A TASA VARIABLE

Sandro Barreto Fensterseifer^{1*} ; Pedro Henrique Bonafé Barth² ; Izadora de Moraes Padilha³ 

¹Doutor, orientador (UFSM). Professor, Frederico Westphalen, Rio Grande do Sul, Brasil; ²Técnico em administração (IFFAR). Estudante de graduação, agronomia (UFSM), orientado por Doutor Sandro Barreto Fensterseifer. Frederico Westphalen, Rio Grande do Sul, Brasil; ³Técnica em agropecuária (IFFAR). Estudante de graduação, agronomia (UFSM), orientada por Doutor Sandro Barreto Fensterseifer. Frederico Westphalen, Rio Grande do Sul, Brasil.

*Autor Correspondente: Sandro.fensterseifer@ufsm.br

Recebido: 05/05/2025 | Aprovado: 05/06/2025 | Publicado: 18/06/2025

Resumo: O presente trabalho teve como objetivo a elaboração de mapas de adubação por taxa variável utilizando potássio (K) como parâmetro principal na região de Sorriso, MT. A metodologia envolveu a coleta de amostras de solo em diferentes pontos estratégicos da área de estudo, com base em um grid pré-estabelecido de 150 pontos de amostra, de acordo com os mapas de curvas de nível, permitindo maior precisão na análise espacial da fertilidade do solo. As análises laboratoriais forneceram os teores de potássio disponíveis no solo, os quais foram integrados a uma base georreferenciada no software ArcGIS. Por meio de ferramentas de interpolação, com o método IDW (Inverse Distance Weighted), foi possível gerar mapas temáticos representando a distribuição espacial do K. Com base nesses mapas, foram estabelecidas recomendações para adubação, ajustando as doses às necessidades específicas de cada área. O uso do ArcGIS demonstrou ser eficaz para integrar dados laboratoriais e geoespaciais, otimizando a aplicação de fertilizantes e promovendo a sustentabilidade agrícola. Os resultados indicaram uma significativa variabilidade espacial do potássio, evidenciando a importância da adoção de tecnologias de agricultura de precisão. Além disso, a estratégia de adubação por taxa variável contribuiu para a redução de custos e impactos ambientais em relação ao processo convencional, ao mesmo tempo em que favoreceu o aumento da produtividade agrícola.

Palavras-chave: Agricultura. Sistemas de informação geográfica. Interpolação.

Abstract: The present study aimed to develop variable rate fertilization maps using potassium (K) as the main parameter in the region of Sorriso, MT. The methodology involved collecting soil samples at different strategic points in the study area, based on a pre-established grid of 150 sample points, according to contour maps, allowing greater precision in the spatial analysis of soil fertility. Laboratory analyses provided the available potassium levels in the soil, which were integrated into a georeferenced database in ArcGIS software. Through interpolation tools, with the IDW (Inverse Distance Weighted) method, it was possible to generate thematic maps representing the spatial distribution of K. Based on these maps, recommendations for fertilization were established, adjusting the doses to the specific needs of each area. The use of ArcGIS proved to be effective in integrating laboratory and geospatial data, optimizing fertilizer application and promoting agricultural sustainability. The results indicated significant spatial variability of potassium, highlighting the importance of adopting precision agriculture technologies. Furthermore, the variable rate fertilization strategy contributed to reducing costs and environmental impacts in relation to the conventional process, while also favoring an increase in agricultural productivity.

Keywords: Agriculture. Geographic information systems. Interpolation.

Resumen: El objetivo de este trabajo fue elaborar mapas de fertilización a dosis variables utilizando potasio (K) como parámetro principal en la región de Sorriso, MT. La metodología implicó la recolección de muestras de suelo en diferentes puntos estratégicos del área de estudio, a partir de una grilla preestablecida, según mapas de curvas de nivel, permitiendo mayor precisión en el análisis espacial de la fertilidad del suelo. Los análisis de laboratorio proporcionaron los niveles de

potasio disponibles en el suelo, los cuales se integraron a una base georreferenciada en el software ArcGIS. Utilizando herramientas de interpolación, con el método IDW (Inverse Distance Weighted), se logró generar mapas temáticos que representan la distribución espacial de K. A partir de estos mapas se establecieron recomendaciones de fertilización, ajustando las dosis a las necesidades específicas de cada zona. Se ha demostrado que el uso de ArcGIS es eficaz para integrar datos geoespaciales y de laboratorio, optimizar la aplicación de fertilizantes y promover la sostenibilidad agrícola. Los resultados indicaron una variabilidad espacial significativa del potasio, destacando la importancia de adoptar tecnologías de agricultura de precisión. Además, la estrategia de fertilización a tasa variable contribuyó a reducir costos e impactos ambientales, al tiempo que favoreció un aumento de la productividad agrícola.

Palabras-clave: Agricultura. Sistema de información geográfica. Interpolación

1 INTRODUÇÃO

A agricultura de precisão tem se consolidado como uma importante ferramenta para otimizar a produção agrícola, permitindo a gestão eficiente de insumos com base na variabilidade espacial das propriedades do solo. Esta pode ser entendida como uma forma de gestão do sistema de produção, que irá contribuir com a redução dos impactos ambientais e também aumentar o retorno econômico (Inamasu *et al.*, 2011).

A caracterização da variabilidade dos recursos é de fundamental importância para o uso efetivo da tecnologia de agricultura de precisão, tornando-se imprescindível para que essa técnica seja confiável (Grego & Vieira, 2005; Silveira *et al.*, 2000). Entre os nutrientes essenciais para o desenvolvimento das culturas, o potássio (K) desempenha um papel fundamental, especialmente em solos tropicais, onde sua disponibilidade pode ser limitada. O custo agrícola envolve todos insumos, máquinas e operações, e mão de obra envolvidos desde a preparação até o produto final. Por isso é uma parte essencial da gestão da propriedade rural, sendo uma muito ferramenta útil para o gerenciamento das atividades e resultados, e para subsidiar a tomada de decisões do produtor rural (Nachiluk & Oliveira, 2012).

Em uma paisagem natural, o solo apresenta variabilidades espacial e temporal de seus atributos, resultantes da interação de processos que comandam os fatores responsáveis por sua formação (Montezano *et al.*, 2006).

O problema central nos processos de adubação está na falta de uniformidade da fertilidade do solo, o que pode levar ao uso ineficiente de fertilizantes quando adotadas práticas convencionais de adubação. Essa abordagem homogênea frequentemente resulta em desperdício de insumos, aumento de custos e impactos ambientais indesejados. A justificativa para o estudo reside na necessidade de integrar tecnologia e sustentabilidade ao manejo agrícola, maximizando a produtividade de forma ambientalmente responsável. Nesse contexto, o uso de ferramentas como o software ArcGIS para a elaboração de mapas de fertilidade representa uma solução prática e acessível, que contribui para a tomada de decisão baseada em dados precisos.

A utilização de mapas temáticos e ferramentas de geoprocessamento para manejo agrícola tem se mostrado uma estratégia eficiente para enfrentar os desafios da variabilidade espacial do solo. Segundo Molin e Menegatti (2020), a aplicação de técnicas de agricultura de precisão, como a adubação por taxa variável, permite otimizar a alocação de insumos e melhorar a eficiência do uso de fertilizantes, resultando em benefícios tanto econômicos quanto ambientais. Esse tipo de abordagem é especialmente relevante em solos tropicais, onde a distribuição

desigual de nutrientes, como o potássio, pode comprometer a produtividade agrícola e aumentar o impacto ambiental das práticas convencionais de manejo.

O objetivo deste trabalho é desenvolver mapas de adubação por taxa variável para uma área na região de Sorriso, MT, utilizando o potássio como indicador de fertilidade. Além disso, busca-se avaliar a eficiência dessa metodologia na melhoria do manejo agrícola e na redução de custos e impactos ambientais.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Caracterização da pesquisa

A pesquisa utiliza uma abordagem quali-quantitativa, com foco na elaboração de mapas de fertilidade e recomendação de adubação por taxa variável do potássio(K). O estudo caracteriza-se como um trabalho aplicado, baseado em dados de análises de solo, e tem como sujeito principal a área agrícola de Sorriso, MT.

2.2 Área de Estudo e Público-alvo

A pesquisa foi realizada em Sorriso, Mato Grosso, usando-se dados de análises obtidas na propriedade, situado na região Centro-Oeste do Brasil, no norte de Mato Grosso, faz parte da microrregião de Sinop e está a cerca de 400 km de Cuiabá, a capital do estado, a altitude média é de aproximadamente 365 metros acima do nível do mar, apresenta um relevo predominantemente plano, com algumas áreas levemente onduladas, o que favorece a prática de agricultura mecanizada em larga escala.

O município está inserido na bacia do rio Teles Pires, um dos principais afluentes do rio Tapajós, sendo importantes para a agricultura, a vegetação predomina e o bioma Cerrado, e Floresta Amazônica. O clima é classificado como tropical úmido (Aw na classificação de Köppen), típico de regiões de Cerrado. O período de chuvas ocorre entre outubro e março, com acumulados que podem ultrapassar os 2.000 mm anuais, temperaturas são elevadas durante todo o ano, com médias anuais entre 24°C e 26°C.

A pesquisa dos dados coletados foi realizada no laboratório de Geoprocessamento da Universidade Federal de Santa Maria, campus de Frederico Westphalen, Rs, tendo como público alvo os agricultores da região e a comunidade científica com a geração de dados.

2.3 Metodologia da Pesquisa

2.3.1 Materiais

Os materiais utilizados para o desenvolvimento deste trabalho foram os aplicativos computacionais, sistema de informação geográfico ArcGIS, Google Earth Pro, Word, um notebook com um processador Intel Core i5, 8GB de memória RAM.

2.3.2 Plano de informação de curvas de nível

Realizamos a elaboração do plano curvas de nível com o objetivo de gerar informações inerentes a variabilidade do plano-altimétrica da área de pesquisa, pois esta informação é importante no processa de

estabelecer os locais de coletas de amostra de solo, entendendo-se que o comprimento de rampa, taxa de infiltração, e taxa de percolação juntamente com as características químicas e físicas no elemento químico geram variabilidade em relação a concentração do mesmo. Para realizar a presente tarefa usamos dados planialtimétricos coletados a campo e geramos no sistema de informação geográfico através da rotina análise de superfície as curvas de nível de 5 metros.

2.3.3 Plano de informação de fertilidade

Os mapas de fertilidade gerados no sistema de informação geográfico são ferramentas essenciais para o planejamento agrícola e a gestão sustentável do solo. Eles permitem a visualização detalhada da variabilidade espacial da fertilidade do solo em uma determinada área, baseando-se em dados de amostras de solo. Com esses mapas, agricultores e gestores podem identificar áreas que necessitam de mais ou menos fertilizante, otimizando o uso de insumos e reduzindo custos e aumentando a produtividade. Além disso, os mapas promovem práticas mais sustentáveis ao minimizar o desperdício de fertilizantes e mitigar impactos ambientais.

Para gerarmos o plano de informação de fertilidade no aplicativo estabeleceu-se distintas fases interligadas, sendo o primeiro passo a análise do solo, esta foram coletadas conforme a variabilidade das curvas de nível em locais mais heterogêneos, na sequência foi iniciada a delimitação da área de interesse, após preenchendo eventuais lacunas espaciais, garantindo uma distribuição uniforme dos pontos amostrais.

2.3.4 Elaboração do banco de dados

Criou-se uma base de dados com os valores nutricionais de K em cada ponto de análise, que serão utilizados na elaboração dos mapas de recomendação de adubação, cria-se o banco de dados dos pontos de amostragem, onde são editados os campos e adicionadas colunas para o nutriente, estabelece-se a estrutura de armazenamento de dados no formato de dados flutuantes, preenchemos os valores dos nutrientes para cada ponto de coleta, calculou-se as tabelas de fertilidade em mg/dm e kg/ha.

2.3.5 Plano de informação adubação

Estes foram gerados a partir do valor ideal de potássio para a cultura a ser produzida, estabelecido a partir de uma revisão baseada em (Villar, M. L. P. 2007) Manual de interpretação de análise de plantas e solos e recomendação de adubação, inserimos estes na rotina de cálculo de campos do aplicativo, o valor gerado foi em função da necessidade produtividade menos a disponibilidade do nutriente. Para o presente trabalho foram usados os valores recomendados a partir de análises de solos para a cultura da soja de 90Kg/ha de potássio(K).

2.3.6 Modelagem de Interpolação IDW (Inverse Distance Weighted)

Rotina no qual utiliza-se de um algoritmo interpolador, este acessa as informações no sistema de gerenciamento de banco de dados, onde apresenta-se armazenado como informações alfa numéricas de localização representada pelo parâmetro de coordenadas de posicionamento, latitude e longitude, e fator de brilho que

corresponde ao valor do nutriente no solo.

Gerou-se o modelo de interpolação para criar os mapas de fertilidade e adubação. A interpolação dos pontos de coleta é feita através de uma análise espacial e interpolação de pontos, aplicando-se a operação para cada nutriente. Após a interpolação, a área do projeto é delimitada com o uso da máscara de limites, utilizando-se do modulo de extração vetorial por mascara, que estabelece a área de processamento dos dados a serem gerados.

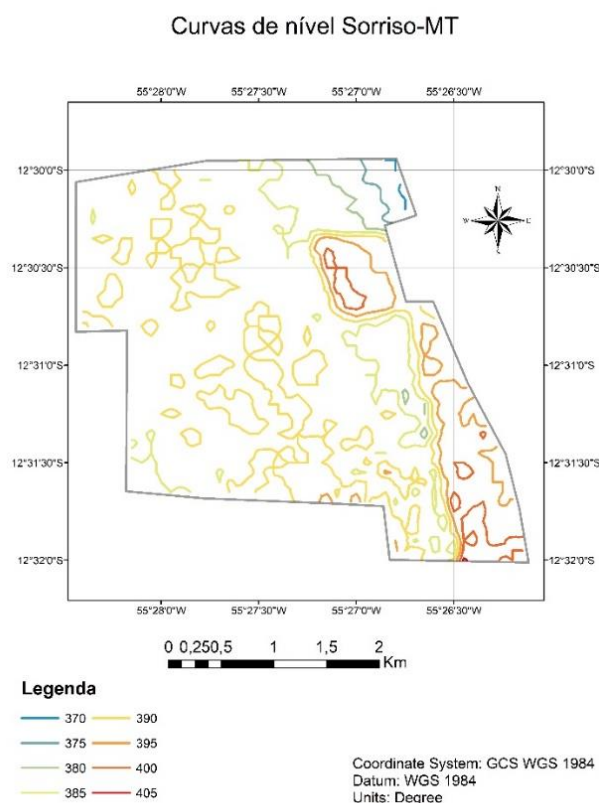
2.3.7 Inserção dos elementos cartográficos

Insere-se as informações pertinentes a um documento cartográfico, título, legenda, escala, orientação, grade de coordenadas e projeção cartográfica. Os planos de informação previamente elaborados são então transformados em mapas completos. Essa etapa de conversão marca o momento em que os dados brutos, provenientes de levantamentos e estudos de campo ou bases de dados digitais, passam a ser apresentados de maneira integrada, clara e acessível, obtendo-se um documento cartográfico que sintetiza informações complexas, e também facilita sua interpretação, contribuindo para análises espaciais, tomadas de decisão estratégica e a divulgação de conhecimento em diversas áreas.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Mapa de Curvas de nível

Figura 1 – Mapa de Curvas de Nível.



Fonte: Elaborado pelos autores, 2024.

Gerou-se o mapa de curvas de nível, utilizado para definir os pontos de coleta de solo. As curvas de nível são utilizadas como parâmetro para criar uma maior sustentabilidade agrícola, através de sua informação gerada, especialmente em terrenos com inclinação acentuada.

A técnica consistiu em traçar linhas horizontais ao longo das cotas altimétricas do terreno, acompanhando o relevo natural, essa abordagem foi essencial para controlar o escoamento superficial da água, reduzindo a velocidade do fluxo, minimizando os processos erosivos, aumentando a eficácia no combate à erosão.

As curvas de nível desempenham um papel crucial na redução da lixiviação de nutrientes do solo, um fenômeno que ocorre quando elementos essenciais, como nitrogênio, potássio e cálcio, são transportados para camadas mais profundas ou para corpos hídricos sendo estas informações relevantes nos processos de conservação dos solos, realizados através da técnica de adubação por taxa variável.

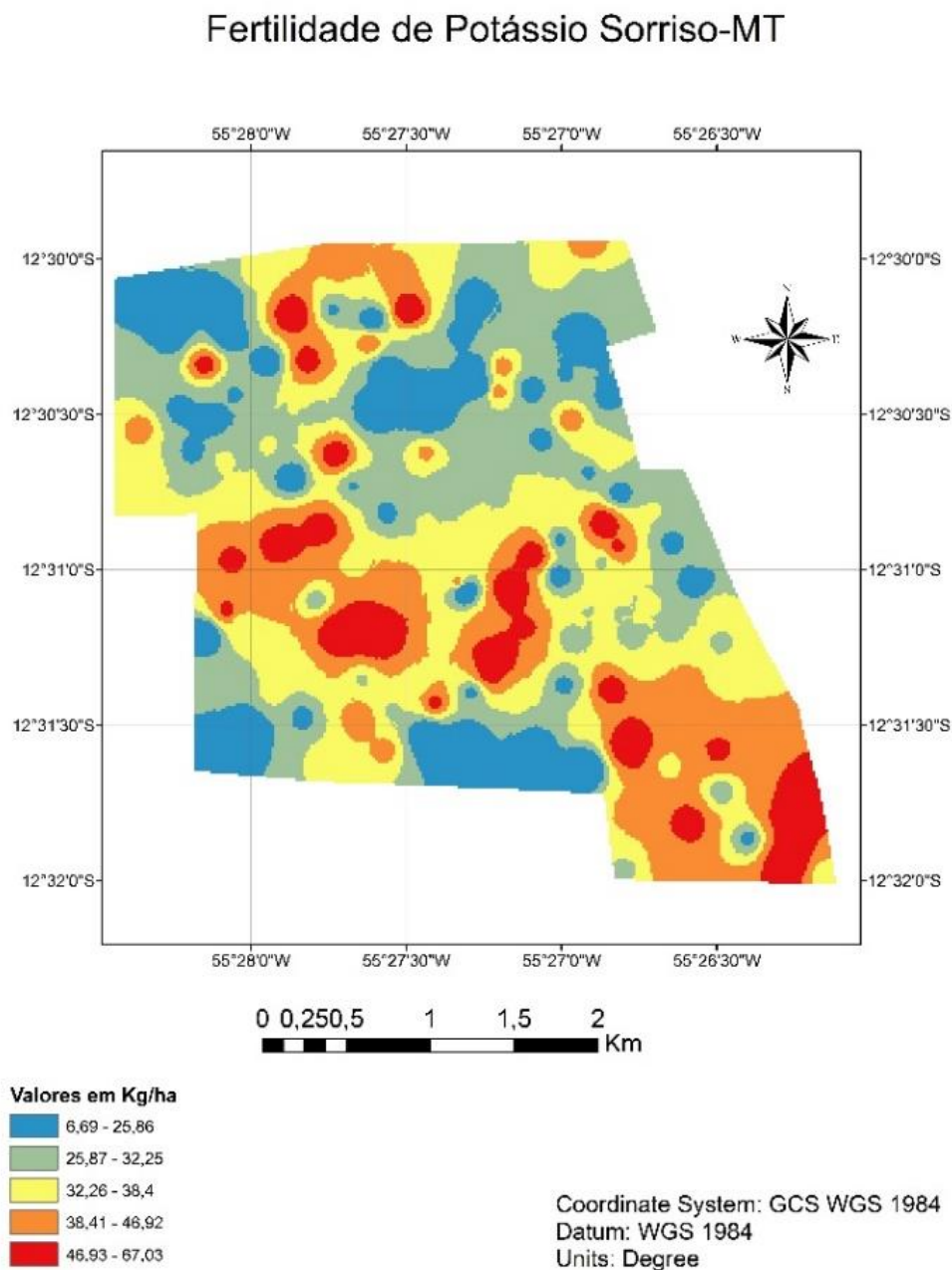
Diante da necessidade de informações para o desenvolvimento de estudos que envolvem a localização, qualidade e quantificação de propriedades de solos, seus processos e suas interações com outros recursos naturais (Ernstrom & Lytle, 1993)

Ao promover a infiltração da água no solo, essa técnica contribui para a retenção de nutrientes e a manutenção da fertilidade da área cultivada. Do ponto de vista ambiental, essa prática apresenta benefícios adicionais, como a redução do assoreamento de rios e lagos e a mitigação da poluição hídrica causada pelo transporte de sedimentos e nutrientes. Quando associada a outras práticas de manejo sustentável, como o plantio direto, o terraceamento e o uso de cobertura vegetal, as curvas de nível se mostram ainda mais eficazes na conservação do solo e da água.

Bernardi *et al.* (2015) descreveram como a agricultura de precisão envolve a obtenção e processamento de informações detalhadas e georreferenciadas sobre as áreas de cultivo agrícola, visando definir estratégias de manejo mais eficientes, em especial, o uso racional de insumos.

3.2 Mapa de Fertilidade Potássio Kg/há

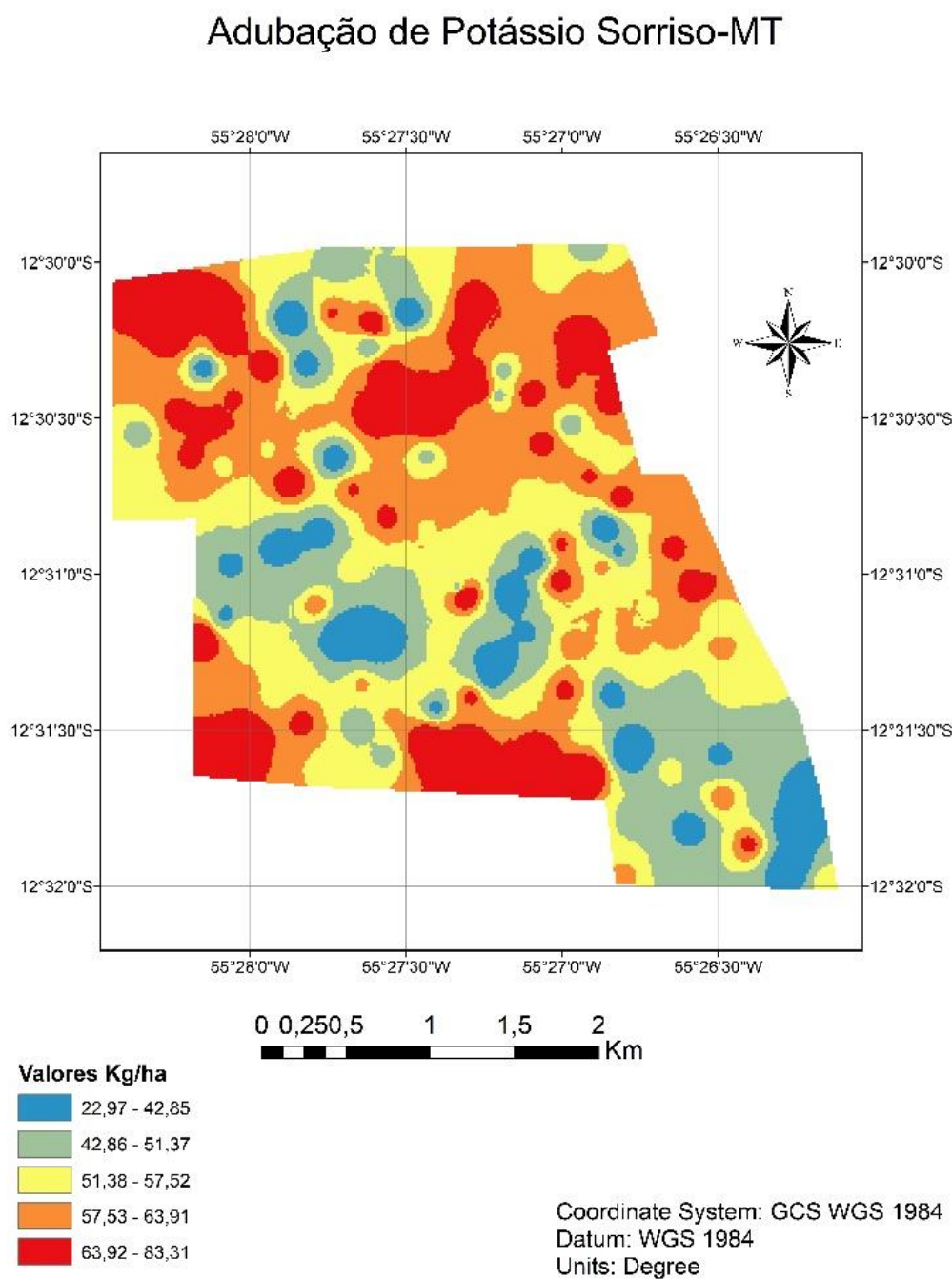
Figura 2 – Mapa de Fertilidade em Kg/ha.



Fonte: Elaborado pelos autores, 2024.

3.3 Mapa de adubação

Figura 3 – Mapa de adubação em Kg/ha.



Fonte: Elaborado pelos autores, 2024.

O mapa de adubação de potássio (K) para o município de Sorriso-MT, elaborado no ArcGIS, apresenta informações detalhadas sobre a variabilidade espacial da necessidade desse nutriente na área de estudo. A forma do relevo pode auxiliar na definição de esquemas amostrais, bem como no mapeamento de zonas de manejos físico e químico do solo (Carvalho *et al.*, 2003; Souza *et al.*, 2006b). O potássio é bastante impactado em sua

distribuição em função das formas do relevo e dos processos de intemperismo. Com base na legenda do mapa, os valores de potássio variam de 22,97 a 83,31 kg/ha, evidenciando diferenças significativas entre pontos na mesma região.

A variabilidade espacial dos atributos químicos de solos possibilita a recomendação de potássio com taxas variadas, proporcionando economia e maior eficiência na aplicação (Chang *et al.*, 2003; Wang *et al.*, 2006). Essa variabilidade é indicativa das condições heterogêneas de fertilidade do solo, algo comum em áreas agrícolas amplas. Montezano *et al.* (2006) e Montanari *et al.* (2005), estudando variabilidade de atributos químicos, não encontraram distribuição normal para a maioria dos atributos estudados. Regiões com valores mais baixos de aplicação (22,97 kg/ha) demandam menor atenção no manejo, exigindo doses mais baixas de adubação para atingir níveis adequados à cultura. Já áreas com valores mais altos de adubação a ser aplicada (83,31 kg/ha) necessitam de maior intervenção, todo esse controle e cuidado pode otimizar o uso de insumos, reduzir custos e gerar menos danos ao ambiente, tendo em vista que o elemento químico no presente caso o potássio que não é absorvido pela planta, lixivia e contamina os solos e o lençol freático.

Do ponto de vista prático, o uso de um mapa como este permite aos agricultores planejarem a aplicação de fertilizantes com maior precisão, caso esse relacionado as novas metodologias e técnicas como a agricultura de precisão.

A adubação por taxa variável (ATV) apresenta diferenças marcantes em relação aos métodos tradicionais de adubação homogênea, com vantagens claras no manejo sustentável e na eficiência dos recursos. Nos sistemas convencionais, a aplicação uniforme de fertilizantes em toda a área cultivada desconsidera as variações de fertilidade do solo. Isso pode resultar em deficiências de nutrientes em áreas menos férteis e em excessos em áreas já supridas, gerando desperdício, aumento de custos e potenciais danos ambientais. A adubação fosfatada é fundamental, principalmente em sistemas intensivos de produção, para não limitar a resposta da planta quando são utilizados níveis elevados de N (Cantarella *et al.*, 2002).

A ATV ajusta a aplicação de fertilizantes com base em análises de solo e mapeamentos georreferenciados, permitindo uma gestão mais precisa.

Molin & Menegatti (2020) apontam que a ATV "alinha eficiência econômica com práticas ambientalmente responsáveis", sendo capaz de reduzir o consumo de fertilizantes, minimizar perdas por lixiviação e aumentar a uniformidade das culturas. Este estudo reforça essas conclusões ao demonstrar que a aplicação de ATV no manejo de potássio não apenas otimiza a distribuição do nutriente, mas também melhora a produtividade e reduz os custos operacionais, promovendo a sustentabilidade do sistema agrícola.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A utilização de um sistema de informação geográfico é de extrema importância para aumentar a precisão e diminuir as chances de erros na agricultura moderna. A metodologia aplicada no presente trabalho demonstra a integração eficiente entre ferramentas tecnológicas, técnicas de análise espacial e planejamento agrícola.

A utilização do ArcGIS e Google Earth Pro, aliados a um hardware adequado, possibilitou a elaboração

de mapas temáticos detalhados, incluindo curvas de nível, fertilidade do solo e recomendação de adubação. Por meio de técnicas como interpolação IDW e o uso de bancos de dados nutricionais, foi possível representar a variabilidade espacial dos atributos do solo e otimizar a alocação de insumos agrícolas. A inclusão de elementos cartográficos nos produtos garantiu a clareza e a aplicabilidade prática das informações geradas, consolidando a abordagem como uma ferramenta estratégica para a gestão sustentável do solo e o aumento da produtividade agrícola. Essa metodologia demonstra como a união entre tecnologia e análise criteriosa pode beneficiar diretamente o manejo e a conservação dos recursos naturais.

Com a geração do mapa de fertilidade, foi possível evidenciar a heterogeneidade do solo e sua relação com o elemento analisado, destacando que a partir desta criação podemos tratar cada ponto de adubação de maneira diferente com o potássio em diferentes proporções. Esses mapas são ferramentas valiosas para auxiliar produtores e engenheiros agrônomos na tomada de decisões, especialmente no manejo da fertilidade e na gestão da adubação. Além disso, ao longo do tempo tratando cada ponto de maneira precisa e correta, podemos uniformizar grandes áreas para que produzam e prospectem de maneira homogênea.

Agradecimentos

Gostaria de expressar minha profunda gratidão a todos que contribuíram para a realização deste trabalho. À minha família, por seu apoio incondicional, compreensão e incentivo ao longo desta jornada acadêmica. Aos amigos, pela motivação, pelos momentos de descontração e pelas palavras de encorajamento nos momentos mais desafiadores.

Um agradecimento especial ao professor Sandro Barreto Fensterseifer, por sua orientação, paciência e dedicação ao longo do desenvolvimento deste artigo. Suas valiosas contribuições e conselhos foram fundamentais para que este trabalho se concretizasse.

Conflitos de interesses

Eu Pedro Henrique Bonafé Barth, Izadora de Moraes Padilha e Sandro Barreto Fensterseifer declaram que não há conflitos de interesse. Todos os autores estão cientes da submissão do artigo.

Contribuições dos autores

Sandro Barreto Fensterseifer contribuiu através da orientação na escrita, desenvolvimento metodológico e conclusões. Pedro Henrique Bonafé Barth realizou a contribuição através da escrita, análise de dados, execução e conclusão. Izadora de Moraes Padilha contribuiu com a análise de dados.

REFERÊNCIAS

Bernardi, A. C. C.; Bettiol, G. M. B.; Grego, C. R.; Andrade, R. G.; Rabello, L. M.; Inamasu, R. Y. F (2015). ferramentas de agricultura de precisão como auxílio ao manejo da fertilidade do solo. *Cadernos de Ciência & Tecnologia*, 32, 1/2, 211-227.

- Carvalho, M. P.; Takeda, E. Y. & Freddi, O. S. (2003). Variabilidade espacial de atributos de um solo sob videira em Vitória Brasil (SP). *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 27, 6, 695-703.
- Chang, J.; Clay, D.E.; Carlson, C.G.; Clay, S.A.; Malo, D.D.; Berg, R.; Kleinjan, J. & Wiebold, W. (2003). Different techniques to identify management zones impact nitrogen and phosphorus sampling variability. *Agronomy Journal*, 95, 1.550-9.
- Ernstrom, D. J. & Lytle, D. Enhanced soil information systems from advances in computer technology. *Geoderma*, v. 60, n. 1-4, p. 327-341, 2003. [http://dx.doi.org/10.1016/0016-7061\(93\)90034-I](http://dx.doi.org/10.1016/0016-7061(93)90034-I)
- Grego, C. R. & Vieira, S. R. (2005). Variabilidade espacial de propriedades físicas do solo em uma parcela experimental. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 29, 2, 169-77.
- Inamasu, R.Y.; Bernardi, A. C. C.; Vaz, C. M. P.; Naime, J. M.; Queiros, L. R.; Resende, A. V.; Vilela, M. De F.; Jorge, L. A. C.; Bassoi, L. H.; Perez, N. B. & Fragalle, E. P. (2011). Agricultura de precisão para a sustentabilidade de sistemas produtivos do agronegócio brasileiro. In: Inamasu, R. Y.; Naime, J. M.; Resende, A. V.; Bassoi, L. H. & Bernardi, A. C. C. (Ed.). *Agricultura de precisão: um novo olhar*. São Carlos: Embrapa Instrumentação. p. 14-26
- Molin, J. P., & Menegatti, L. A. A. (2020) - *Agricultura de Precisão: fundamentos e aplicações*.
- Montezano, Z. F.; Corazza, E.J. & Muraoka, T. (2006). Variabilidade espacial da fertilidade do solo em área cultivada e manejada homogeneamente. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 30(5), 839-47.
- Nachiluk, K. & Oliveira, M. D. M. (2012). Custo de produção: Uma importante ferramenta gerencial na agropecuária. *Análises e Indicadores do Agronegócio*, 7, 1-10.