

ANÁLISE OPERACIONAL DA QUALIDADE DE ADUBAÇÃO EM DOSES FIXAS

KEVIN DAVIDSE¹; JOSÉ VITOR SALVI ².

¹ Discente em Mecanização em Agricultura de Precisão na FATEC Pompeia “Shunji Nishimura”, Pompeia-SP, Fone: (43) 99846-0309, kevindavidse2@hotmail.com

² Docente do curso Mecanização em Agricultura de Precisão, FATEC Pompeia, Pompeia-SP.

RESUMO: As tecnologias de aplicação de fertilizantes e corretivos ganharam importância para que, junto com outros fatores produtivos, propiciem ao produtor rural a maximização dos lucros produtivos. Dentre estas tecnologias incluem o acompanhamento qualitativo e quantitativo da aplicação no sistema de produção, neste caso a aplicação a lanço de fertilizantes e corretivos sólidos. Em determinadas áreas não há variabilidade espacial significativa para a aplicação em taxa variável, possibilitando ao produtor manter a aplicação em taxa fixa, com foco na qualidade operacional. Tendo em vista os parâmetros analisados, o presente trabalho tem como objetivo realizar a avaliação qualitativa de aplicação em taxa fixa de fertilizantes sólidos, por meio das doses recomendadas. A análise dos mapas recomendados e aplicados foram pela metodologia de Colaço et al (2014), tendo como principal forma de visualizar os erros da aplicação. Para as condições deste estudo, a porcentagem de erro de taxa real aplicada encontrada com menor erro em todos os testes foi com a dose de 100 Kg ha⁻¹, mas em todas as doses a adubadora teve um bom comportamento se encaixando dentro das margens de erro aceitáveis, indicando que esse valor está similar ao encontrado em bibliografias de trabalhos realizados com distribuidores a lanço, no qual foram classificados com dosagens acima ou abaixo do tolerável de 10% de erro de dose conforme Colaço. Uma das possíveis fontes destes erros é devido ao talhão ser de tamanho relativamente pequeno para o tamanho da máquina, nessas características as passadas ficam curtas e a maior parte dos erros de aplicação são nas entradas e saídas do talhão, em função do tempo de adequação da máquina à taxa estabelecida e a oscilação da velocidade nas entradas das linhas de aplicação.

Palavras chave: Aplicação localizada. Agricultura de precisão. Qualidade de aplicação

INTRODUÇÃO

As tecnologias de aplicação de fertilizantes e corretivos estão em crescente adoção em função de sua importância para que, junto com outros fatores produtivos, o produtor rural maximize a receita líquida obtida nas propriedades. Para maximizar a efetividade destas tecnologias acompanhar aspectos qualitativo e quantitativo da aplicação no sistema de produção agrícola é de muita importância (VITTI; LUZ, 2004)

A implantação da agricultura de precisão (AP) na produção agrícola é uma forma de otimizar os insumos, de acordo com a variabilidade espacial e com a demanda da cultura e o manejo desta variabilidade predomina com a prática de taxa variável em aplicações de insumos (fertilizantes e corretivos), realizando uma amostragem de solo seguindo parâmetros de variabilidade do ambiente (EARL et al., 2003; MOLIN et al., 2015).

É de grande importância saber os tipos de solos existentes nas propriedades, com essa informação a AP oferece ferramentas para melhorar o manejo da área (seja propondo uma metodologia de amostragem de solo, aplicação de fertilizantes, regulagens de máquinas e equipamentos de forma correta, conforme as condições do ambiente encontrado, entre outras práticas), com práticas cada vez mais aprimoradas (MOLIN et al., 2001).

A aplicação localizada de insumos (fertilizantes e corretivos) com base em amostragem de solo nos proporciona uma melhor distribuição espacial, possibilitando também uma economia na aquisição de insumos e até mesmo com uma redistribuição otimizada, diminuindo os desequilíbrios e uma possível melhora na produtividade das culturas. Porém em determinadas situações não há variabilidade espacial significativa para a aplicação em taxa variável, fazendo que o produtor mantenha a aplicação em taxa fixa, com foco na qualidade operacional. (COLAÇO et al., 2014).

Em relação às máquinas que aplicam os fertilizantes ou corretivos, em grande parte, o material é aplicado na forma de sólidos, onde são feitas as distribuições a lanço. Como todas as máquinas, elas exigem regulagens específicas para cada tipo de insumo, largura de faixa de trabalho e vazão para que sejam adequados para cada cultura, porém observa-se ainda que não se tem confiabilidade na qualidade da aplicação (MOLIN et al., 2009; BARROS et al., 2014).

A maioria das máquinas disponibilizam relatórios das aplicações, tais como eficiência de campo, dose aplicada georreferenciadas, velocidades da operação e tempo. Porém, são poucos os agricultores que avaliam essas informações para tomadas de decisões (COLAÇO et al., 2014).

Segundo FULTON et al. (2003) a distribuição do processo contém erros, relativos a várias situações, como clima, regulagens da máquina, tempo de mudança de doses e, até mesmo, velocidade da operação. Entretanto, o mais recorrente é o de mudança de taxa na área.

Além disso, um dos métodos, como o sistema de direção automática de atuador hidráulico pode ajudar na aplicação localizada, aumentando a precisão no direcionamento durante a aplicação, facilitando assim, para o operador e produtor, a utilização de deste sistema, no qual o operador não tem a necessidade de assumir o controle da passada, diminuindo erros de operação. Com os avanços das tecnologias, os agricultores estão sempre em busca de melhores resultados, aumentando a demanda por uma boa distribuição de fertilizantes e corretivos agrícolas (RITTER et al., 2018).

Tendo em vista os parâmetros analisados, o presente trabalho tem como objetivo realizar a avaliação qualitativa de aplicação em taxa fixa de fertilizantes sólidos, por meio das doses recomendadas.

MATERIAL E MÉTODOS

Este trabalho foi realizado na área experimental da Fatec Shunji Nishimura localizada na cidade de Pompeia-SP com coordenadas geográficas de latitude $22^{\circ} 6'38.34''$ Sul e longitude $50^{\circ}11'41,73''$ Oeste e com área total de 0,4 ha.

Figura 1 – Figura ilustrativa da localização do estudo.



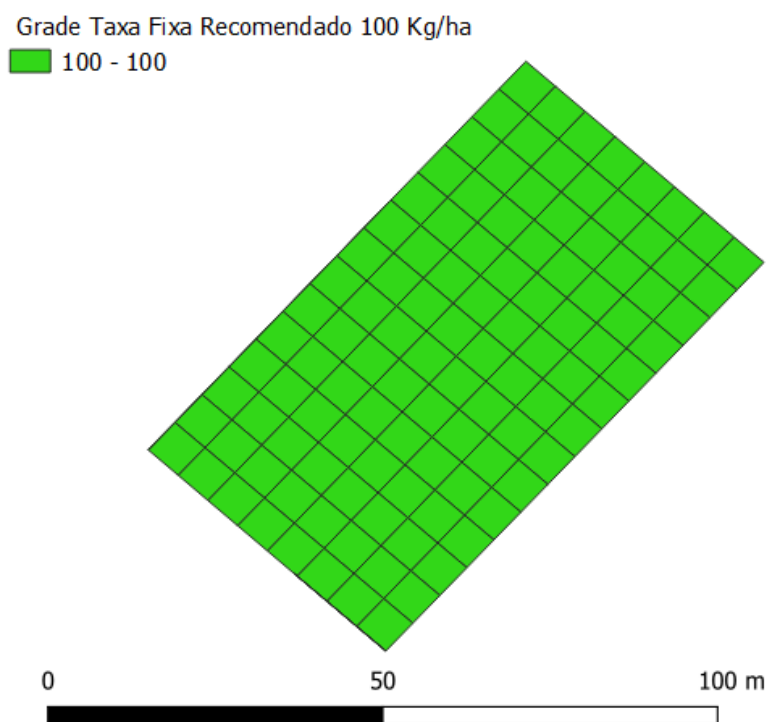
Fonte: Google ; Autores

A máquina utilizada foi uma adubadora de marca PICCIN de modelo MASTER 12000 DH S acoplada ao trator agrícola de marca John Deere modelo 6190J. Para o controle de vazão da taxa fixa foi utilizado o display de marca Topcon modelo X25 e receptor GS-2 com correção de sinal por satélite geoestacionário com erro de até 2,5 cm. Durante a aplicação também foi utilizado sistema de direcionamento automático hidráulico com o modulo ACU-1 com sinal por satélite geoestacionário para direcionamento das linhas de aplicação. A calibração e configuração do equipamento foi realizada de acordo com as especificações do fabricante.

A aplicação de taxa fixa do presente estudo foi realizada com uma faixa de trabalho determinada de 12 metros por passada com velocidade de $5,5 \text{ km h}^{-1}$.

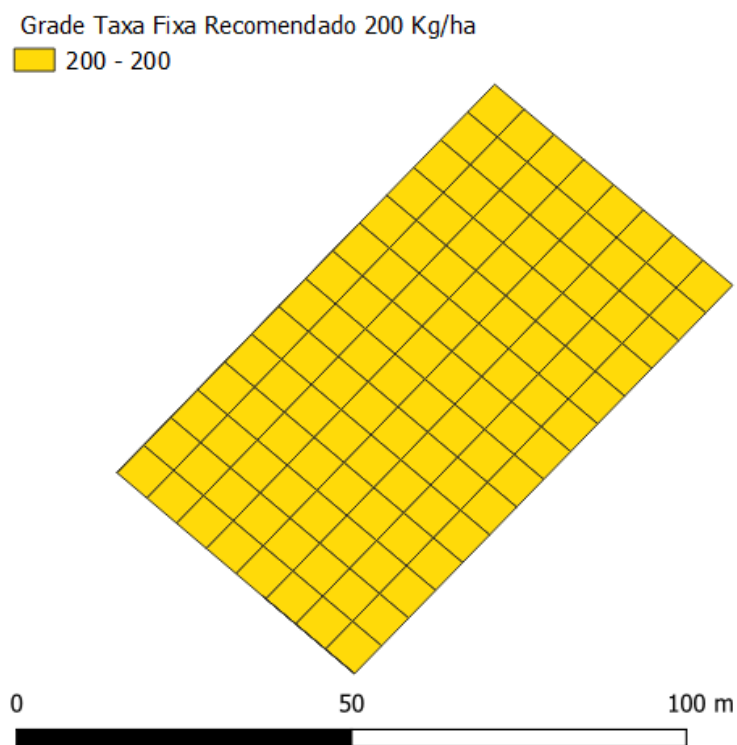
Para a aplicação da taxa fixa foram utilizados três mapas de recomendação simulado cada um com doses diferentes, sendo elas de 100, 200, e 300 kg ha⁻¹ com grade de 6x6 metros devido a faixa de trabalho ser 12 metros, sendo assim cada disco é responsável por uma faixa de 6 metros, conforme demonstrados nas Figuras 2, 3 e 4, estes mesmos mapas foram inseridos no monitor para que o conjunto trator e distribuidor realizasse as aplicações em campo.

Figura 2 – Mapa de recomendação de taxa fixa 100 Kg ha⁻¹



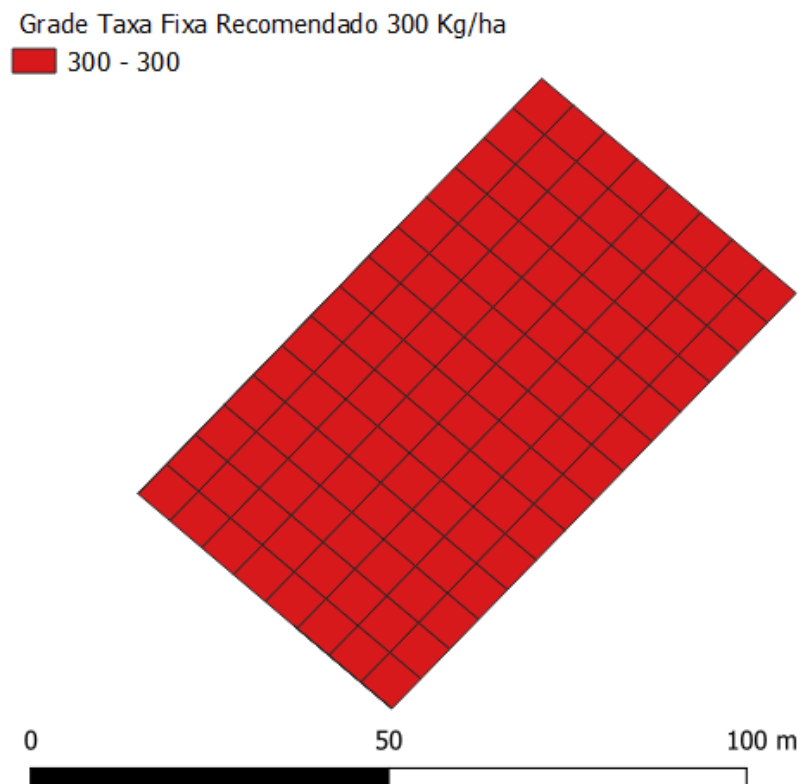
Fonte: Autores

Figura 3 – Mapa de recomendação de taxa fixa 200 Kg ha⁻¹.



Fonte: Autores

Figura 4 – Mapa de recomendação de taxa fixa 300 Kg ha⁻¹.



Fonte: Autores

Segundo Colaço et al. (2014), o erro aceitável está entre 10%, acima (+) ou abaixo (-) da dose recomendada. Classificados então como erro $\leq -10\%$ baixo, 10 % médio ou $\geq +10\%$ alto. Sendo que quando classificamos com erro -10% a taxa fixa real aplicada foi abaixo da taxa fixa recomendada e quando o erro for indicado como +10% a taxa fixa real aplicada é maior que a taxa fixa recomendada no local.

Para calcular e analisar os erros de aplicações foi utilizado o método de Colaço et al (2014), onde o erro é calculado em cima nas taxas recomendadas em cada ponto (*i*) e taxas reais aplicados pela máquina em cada ponto (*i*) sendo o resultado expresso em porcentagem, conforme equação 1.

$$Ei = \frac{(TRAi - TRi)}{TRi} \times 100 \quad (1)$$

Onde,

Ei = Erro de aplicação por ponto *i* (%)

TRAi = Taxa real aplicada pela máquina no ponto *i* (Kg ha⁻¹)

TRi = Taxa recomendada no ponto *i* (Kg ha⁻¹)

Para interpretação dos resultados dos mapas e dos erros das aplicações foi utilizado o software QGIS versão 3.16.16. Este software também foi utilizado para calcular os erros de aplicações em porcentagem conforme equação (1) por meio da ferramenta calculadora de campo.

Figura 5 – A) Tabela de atributo do centróide com as doses de 100 Kg/ha, **B)** Tabela de atributo do centróide com as doses de 200 Kg/ha, **C)** Tabela de atributo do centróide com as doses de 300 Kg/ha, **D)** calculadora de campo utilizada para metodologia Colaço et al.(2014).

A)

	ADI	API	% de erro
4	100	100	0
5	100	100	0
6	94	100	-6
7	100	100	0
8	100	100	0
9	100	100	0
10	39	100	-61
11	100	100	0
12	100	100	0
13	93	100	-7
14	105	100	5
15	94	100	-6
16	100	100	0
17	100	100	0
18	93	100	-7
19	42	100	-58
20	93	100	-7
21	100	100	0
22	92	100	-8
23	108	100	8

B)

	ADI	API	% de erro
4	200	200	0
5	200	200	0
6	200	200	0
7	200	200	0
8	88	200	-56
9	200	200	0
10	200	200	0
11	186	200	-7
12	210	200	5
13	189	200	-6
14	213	200	7
15	200	200	0
16	200	200	0
17	200	200	0
18	176	200	-12
19	214	200	7
20	200	200	0
21	200	200	0
22	251	200	26
23	181	200	-10
24	164	200	-18

C)

	ADI	API	% de erro
4	300	300	0
5	337	300	12
6	280	300	-7
7	283	300	-6
8	284	300	-5
9	318	300	6
10	277	300	-8
11	316	300	5
12	285	300	-5
13	318	300	6
14	281	300	-6
15	318	300	6
16	272	300	-9
17	316	300	5
18	280	300	-7
19	316	300	5
20	283	300	-6
21	319	300	6
22	279	300	-7
23	300	300	0
24	283	300	-6

D)

centroides 300 kg_ha 5 — Calculadora de Campo

☐ Atualizar apenas 0 feições selecionadas

☒ **Criar um novo campo**

☐ Criar um campo virtual

Nome do campo de saída: % de erro

Tipo do campo de saída: Número inteiro (integer)

Comprimento do campo de saída: 10 Precisão: 3

☐ **Atualiza um campo existente**

Expressão: Editor de Funções

row_number

- Agregados
- Arquivos e Caminhos
- Camadas do mapa
- Camadas do mapa
- Campo e Valores
- Condicionalis
- Conversões
- Cor
- Geometria
- Geral
- Mapas
- Matemática
- Matemática Fuzzy
- Matrizes
- Operadores
- Rasters

grupo field

Clique duplo para adicionar o nome do campo à cadeia de caracteres da expressão. Clique com o botão direito do rato no nome do campo para abrir o menu de contexto com opções de carregar valores de amostra.

Valores: Buscar...

Único 10 Amostras

Feição: Pré-visualização: -72.33333333333334

Você está editando informações sobre esta camada, mas a camada não está em modo de edição. Se você clicar em OK, o modo de edição será automaticamente ligado.

OK Cancel Help

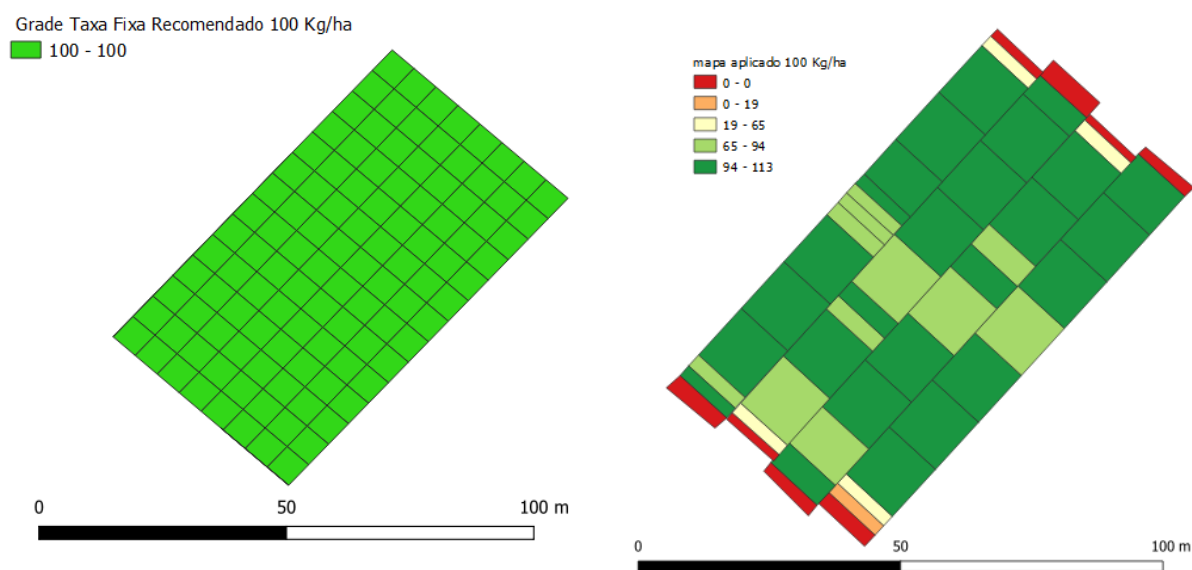
Fonte: Autores

Para melhor análise dos resultados foi utilizado gráficos de controle ou gráfico preventivo onde se compara a tendência de um processo. Através de análises de dados estatísticos pode se verificar as tendências e podendo assim eliminar ou controlar as variações (RIBEIRO et.al, 2012).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

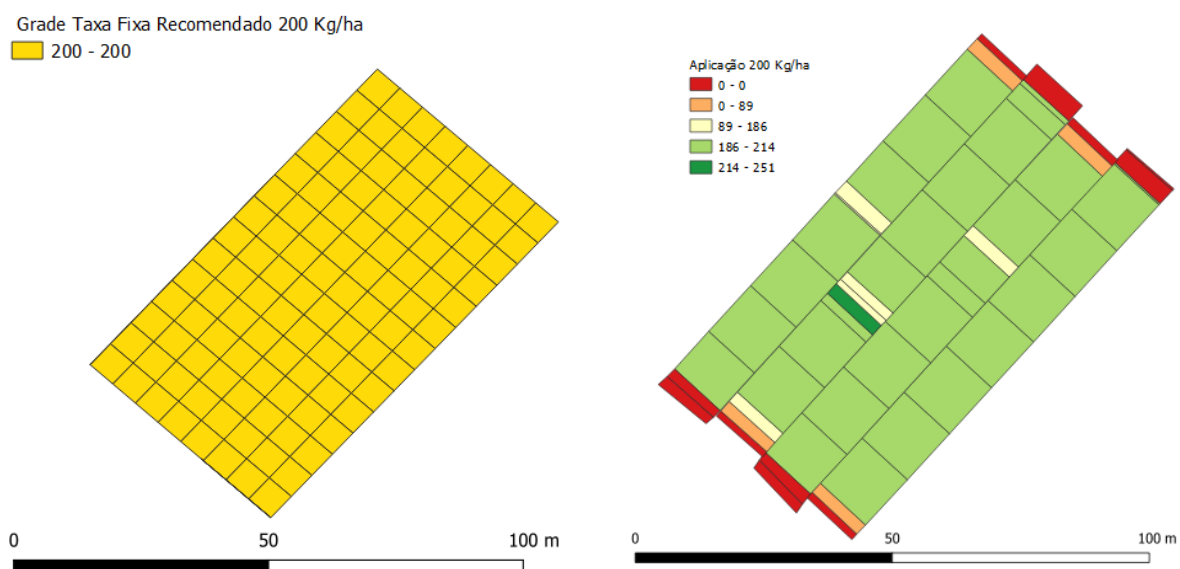
A Figura 6 mostra os mapas de taxa fixa recomendada de 100 Kg ha⁻¹ e o de taxa fixa aplicada de 100 Kg ha⁻¹, na Figura 7 apresenta os mesmos mapas com doses de 200 Kg ha⁻¹ e na Figura 8 os mesmos mapas com doses de 300 Kg ha⁻¹, assim visualizando as doses aplicadas em campo.

Figura 6 – Mapa de recomendação de taxa fixa de 100 Kg ha⁻¹ x Mapa de aplicação de taxa fixa de 100 Kg ha⁻¹.



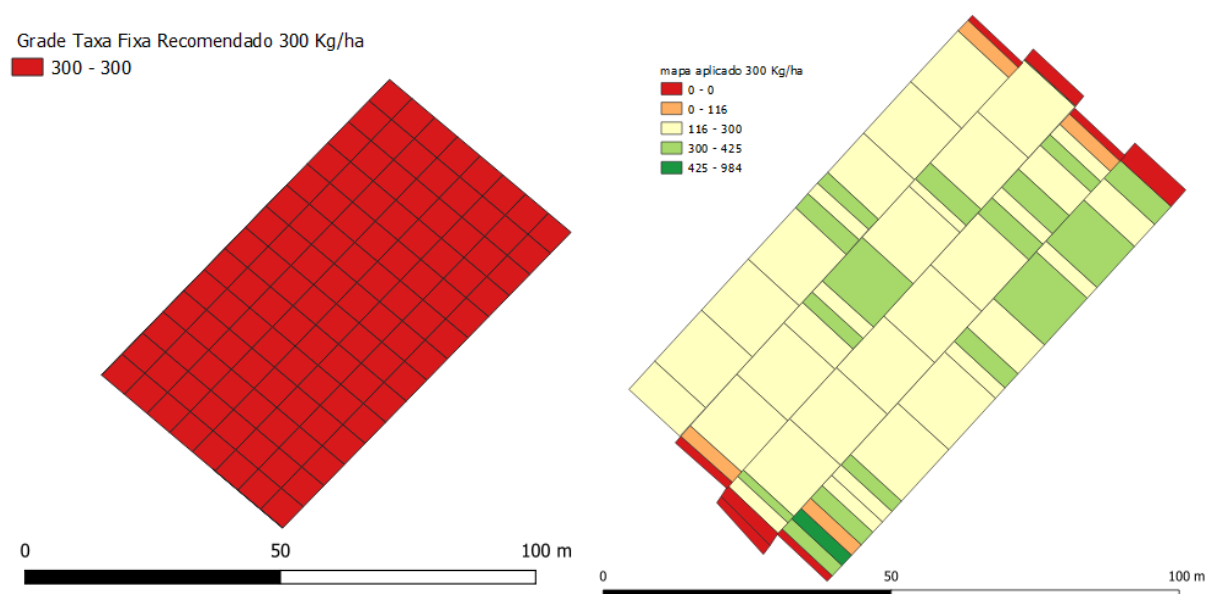
Fonte: Autores

Figura 7 – Mapa de recomendação de taxa fixa de 200 Kg ha⁻¹ x Mapa de aplicação de taxa fixa de 200 Kg ha⁻¹.



Fonte: Autores

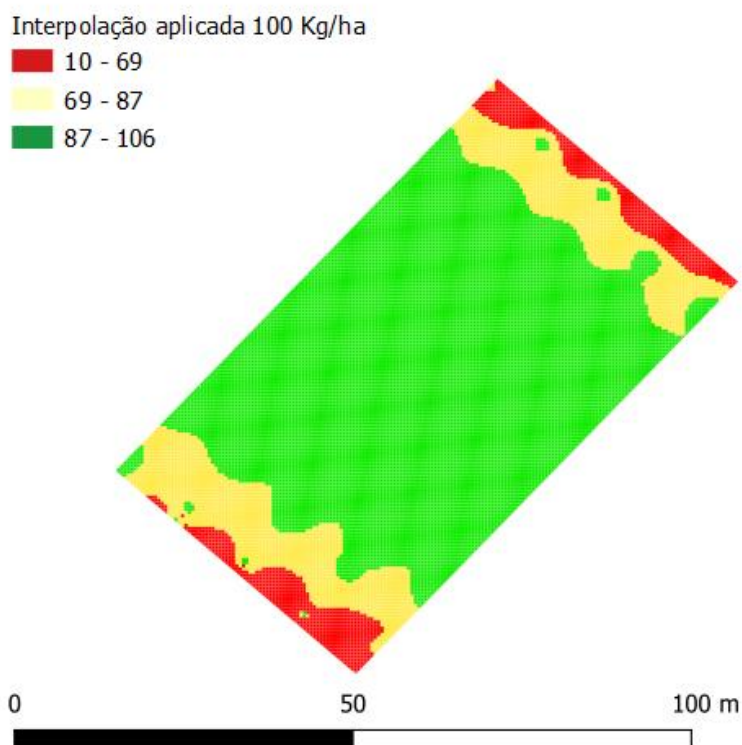
Figura 8 – Mapa de recomendação de taxa fixa de 300 Kg ha⁻¹ x Mapa de aplicação de taxa fixa de 300 Kg ha⁻¹



Fonte: Autores

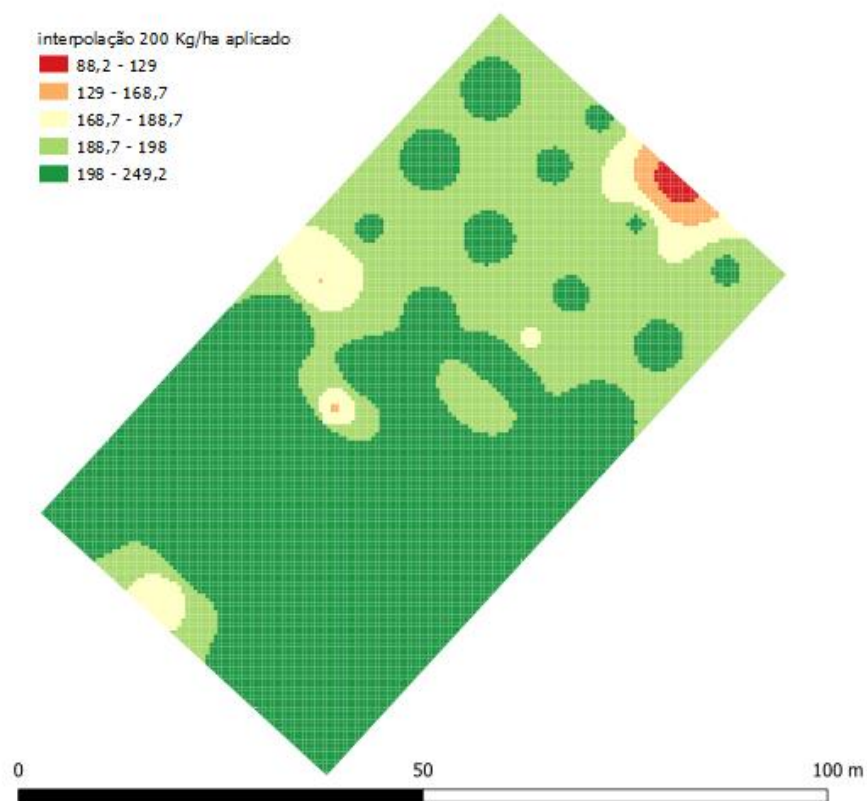
Para melhor visualização dos dados foi criado mapas interpolados conforme Figuras 9, 10 e 11 mostra interpolados pelo método IDW e pixels de raster para polígonos.

Figura 9 – Mapa de aplicação de taxa fixa de 100 Kg ha⁻¹.



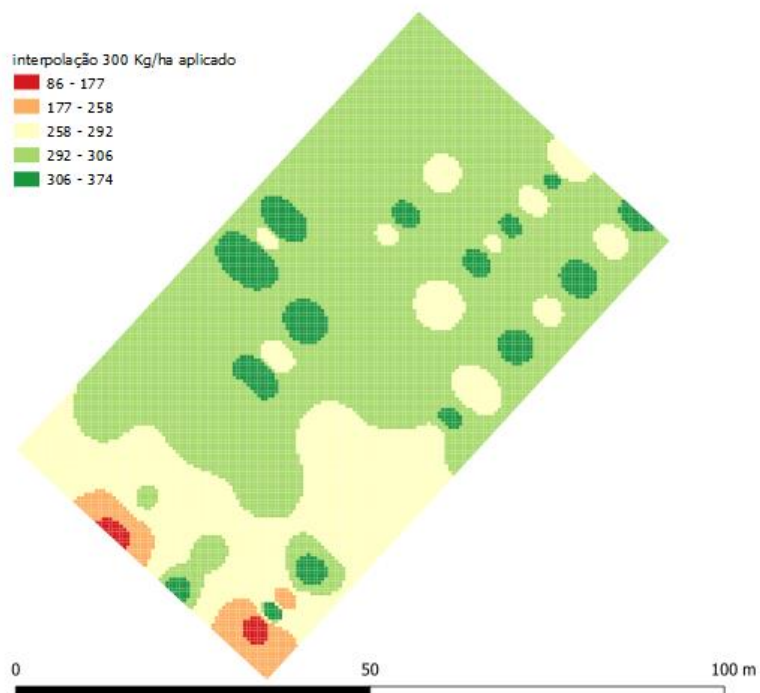
Fonte: Autores

Figura 10 – Mapa de aplicação de taxa fixa de 200 Kg ha⁻¹.



Fonte: Autores

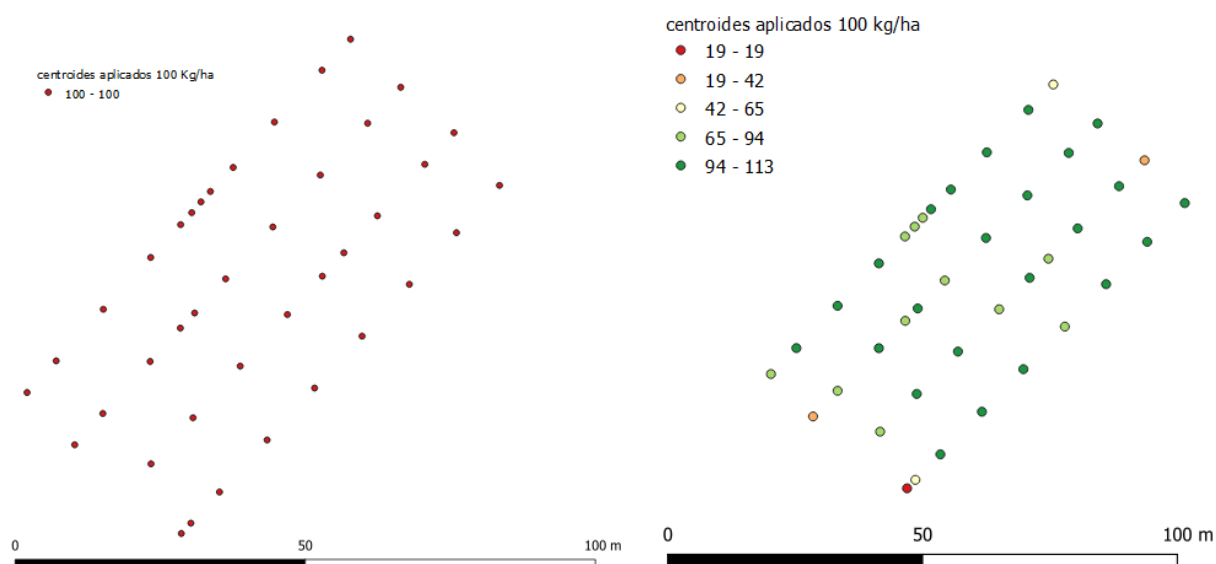
Figura 11 – Mapa de aplicação de taxa fixa de 300 Kg ha⁻¹.



Fonte: Autores

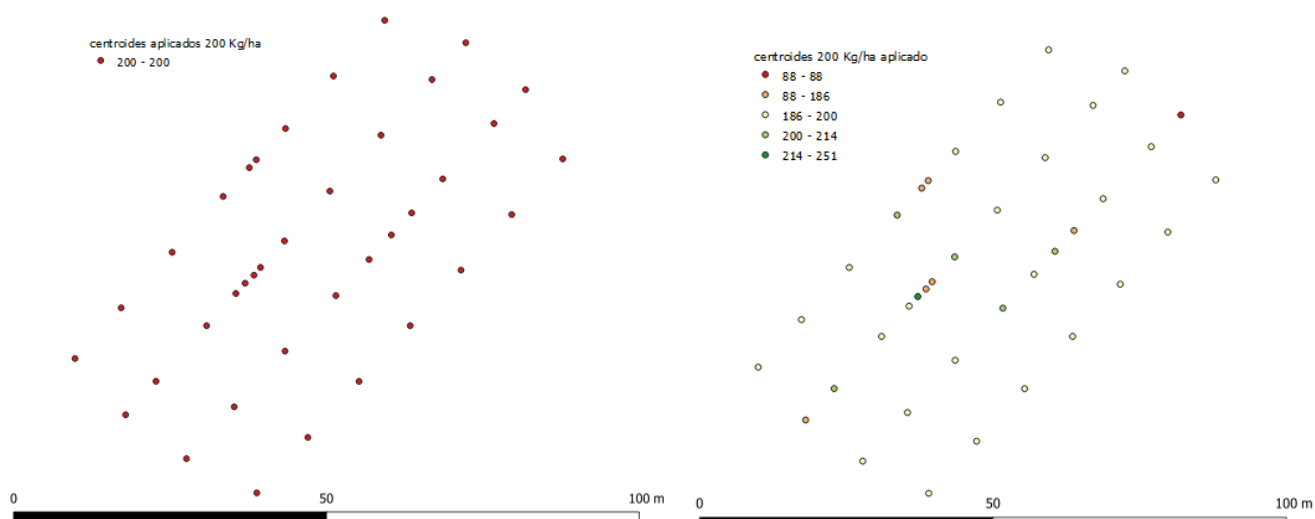
Para o cálculo de erro (%) foi criado um centróide em cada polígono com as informações necessárias no mapa de taxa variável conforme mostra as Figuras 12, 13 e 14.

Figura 12 – Centróide com taxa recomendada de 100 Kg ha⁻¹ x centróide taxa aplicada de 100 Kg ha⁻¹.



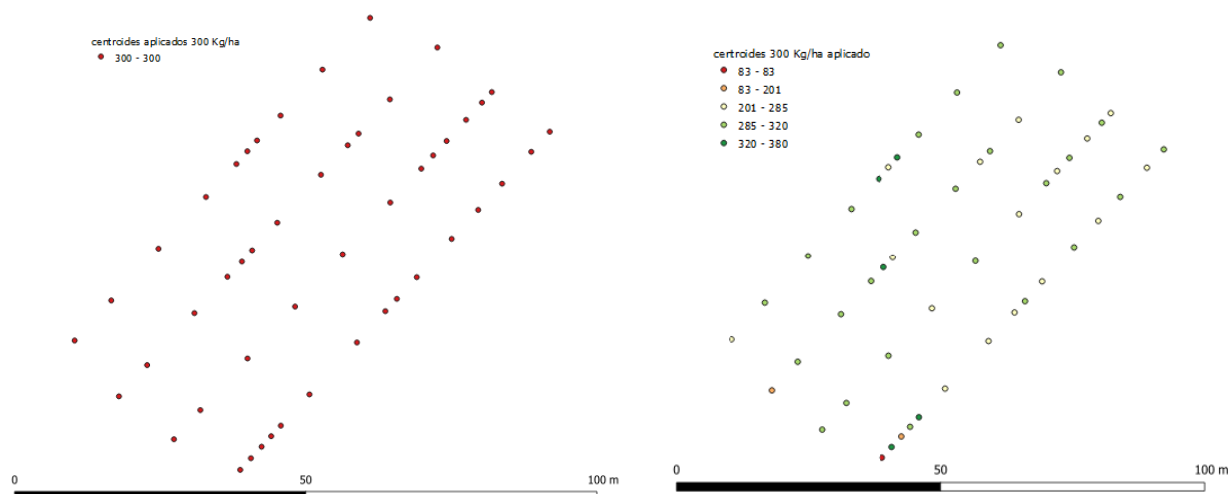
Fonte: Autores

Figura 13 – Centróide com taxa recomendada de 200 Kg ha⁻¹ x centróide taxa aplicada de 200 Kg ha⁻¹.



Fonte: Autores

Figura 14 – Centróide com taxa recomendada de 300 Kg ha⁻¹ x centróide taxa aplicada de 300 Kg ha⁻¹.

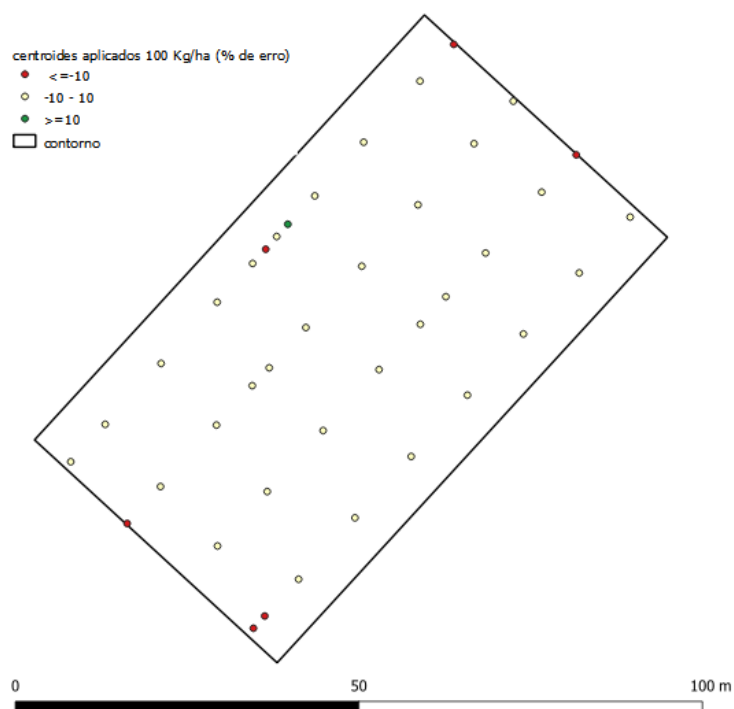


Fonte: Autores

Após a realização dos centroides dos pontos com informações das taxas recomendadas e aplicadas, foi aplicado a calculadora de campo no software QGIS 3.16.16 onde é possível visualizar conforme Figura 5 A, B, C e D na página 8.

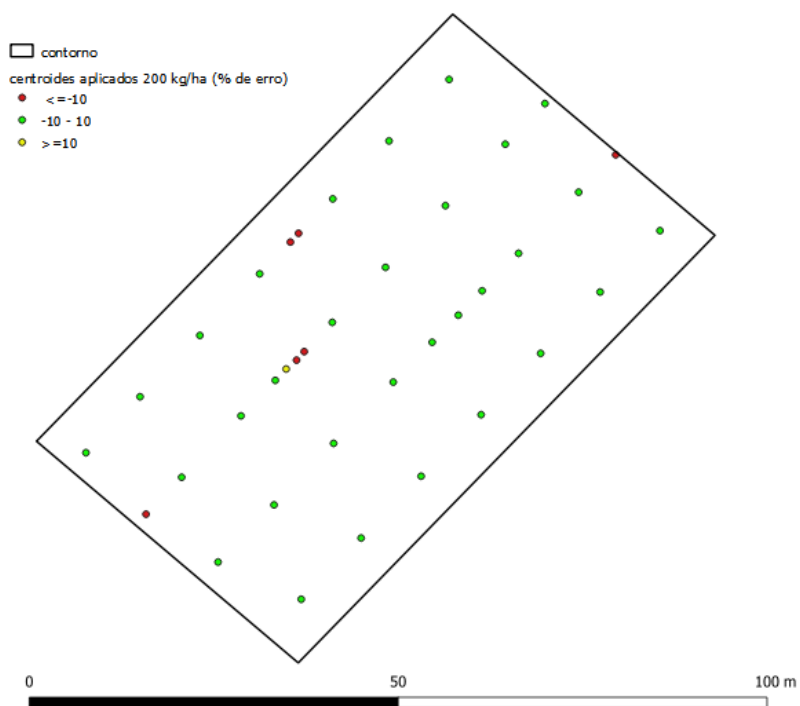
Depois de feito o cálculo de erro pela calculadora de campo do QGIS 3.16.16 foi destacados os valores dos erros em porcentagens, e assim foi classificado os erros como abaixo -10% médio e acima +10% de acordo com cada faixa de dose recomendada, conforme ilustrada nas Figuras 15, 16 e 17.

Figura 15 – Mapa de pontos indicando os erros (%) de taxa fixa real aplicada de 100 Kg ha⁻¹.



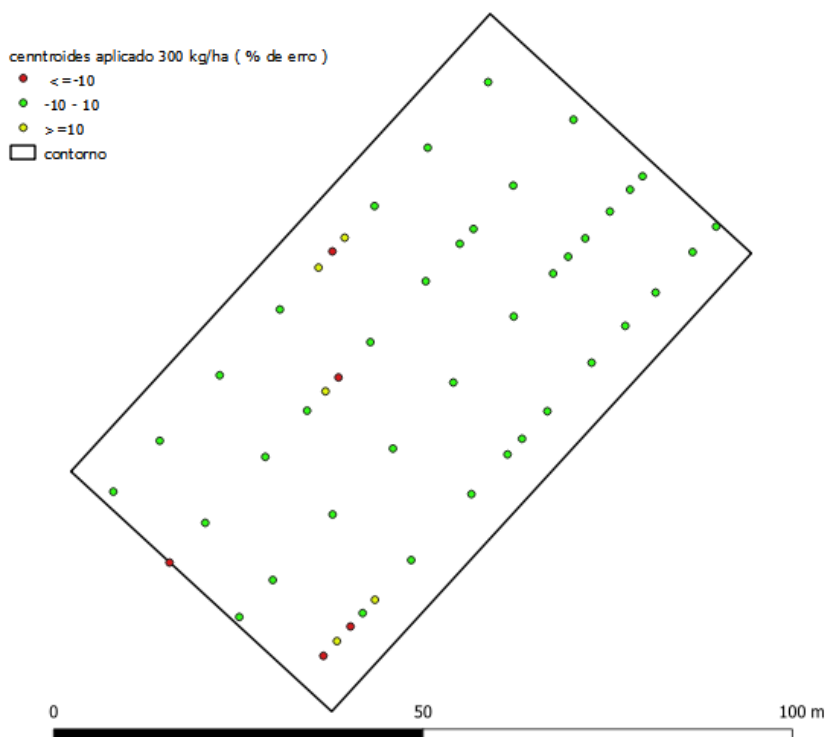
Fonte: Autores

Figura 16 – Mapa de pontos indicando os erros (%) de taxa fixa real aplicada de 200 Kg ha⁻¹.



Fonte: Autores

Figura 17 – Mapa de pontos indicando os erros (%) de taxa fixa real aplicada de 300 Kg ha⁻¹



Fonte: Autores

Ao analisar estes erros percebeu-se que a maioria dos erros abaixo -10% estão nas entradas das aplicações. Para melhor análise dos resultados foi avaliado as velocidades para reduzir interferências nos resultados dos erros, porém neste estudo foi visto que as velocidades não interferiram nos erros, pois, estavam dentro do esperado de 5 km h⁻¹ conforme recomendado para aplicação deste estudo.

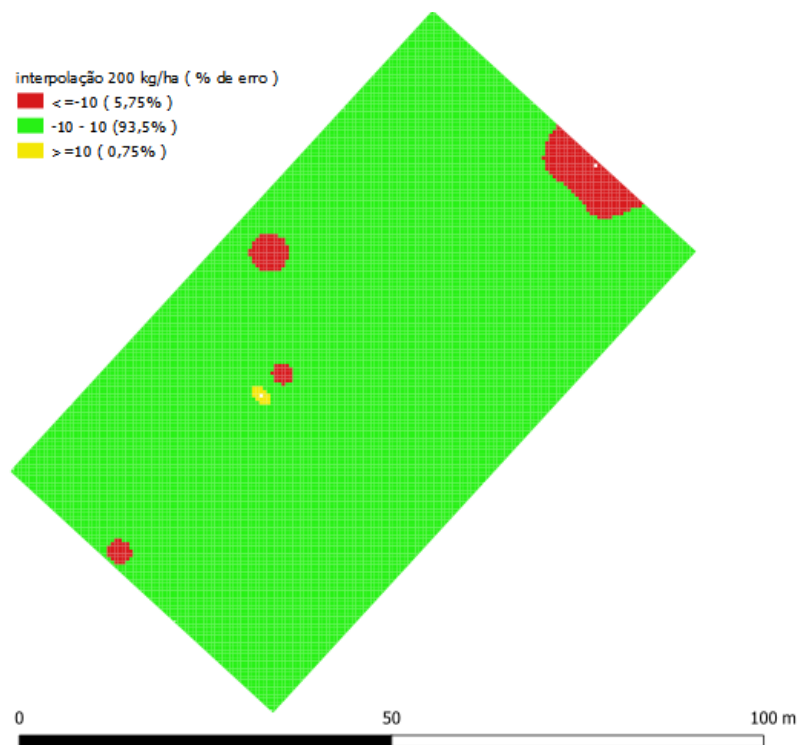
Conforme Figura 18 é possível visualizar a região de erros classificados em forma de mapa interpolado de acordo com as classificações definidas.

Figura 18 – Mapa interpolado de 100 Kg ha⁻¹ indicando erros encontrados.



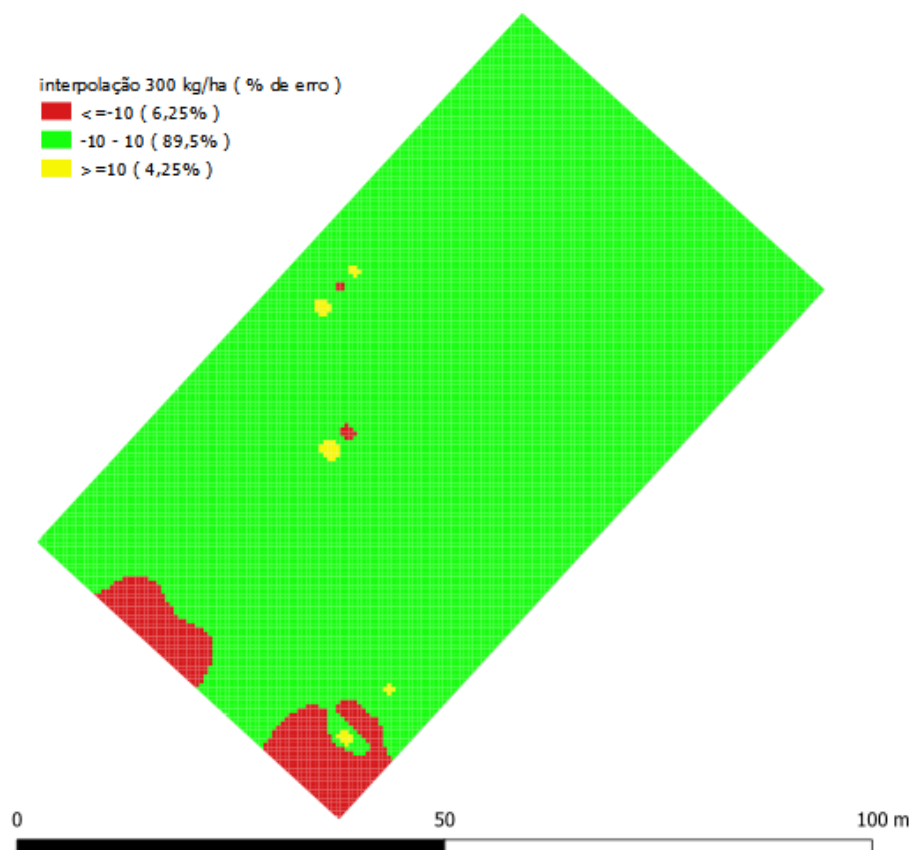
Fonte: Autores

Figura 19 – Mapa interpolado de 200 Kg ha⁻¹ indicando erros encontrados.



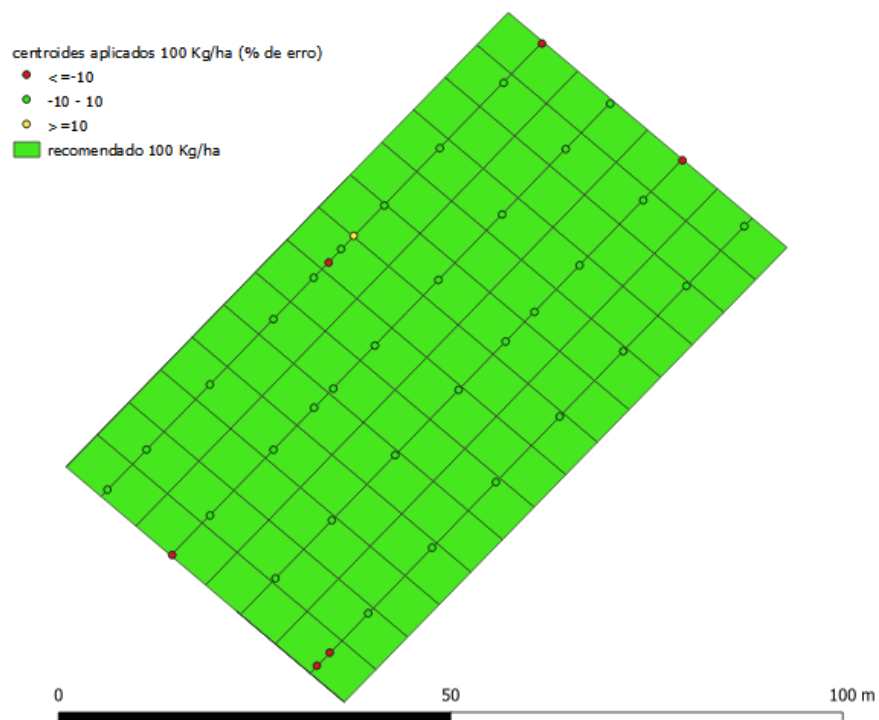
Fonte: Autores

Figura 20 – Mapa interpolado de 300 Kg ha⁻¹ indicando erros encontrados.



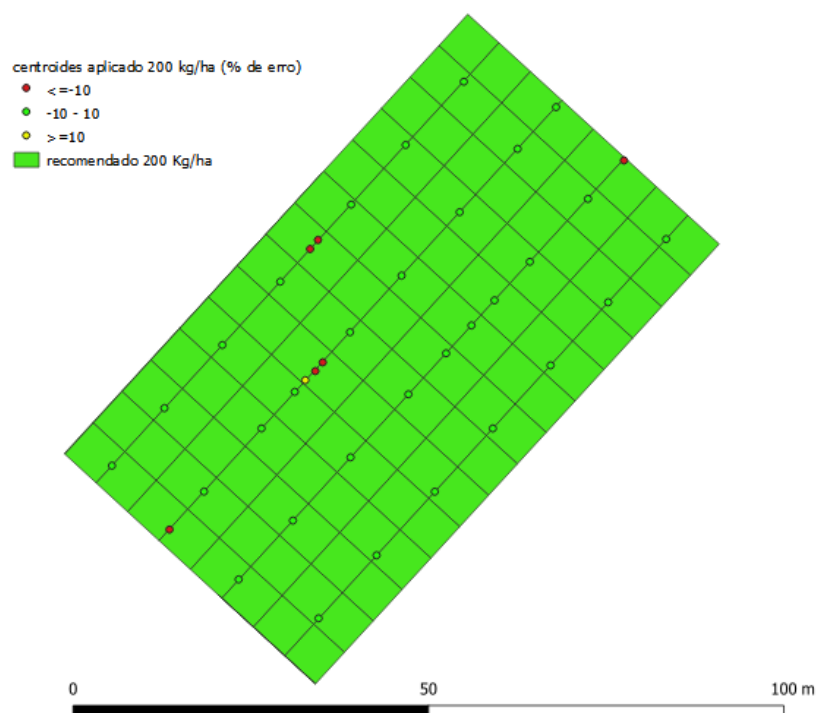
Fonte: Autores

Figura 21 – Regiões com erros classificados fora da entrada da aplicação de 100 Kg ha⁻¹.



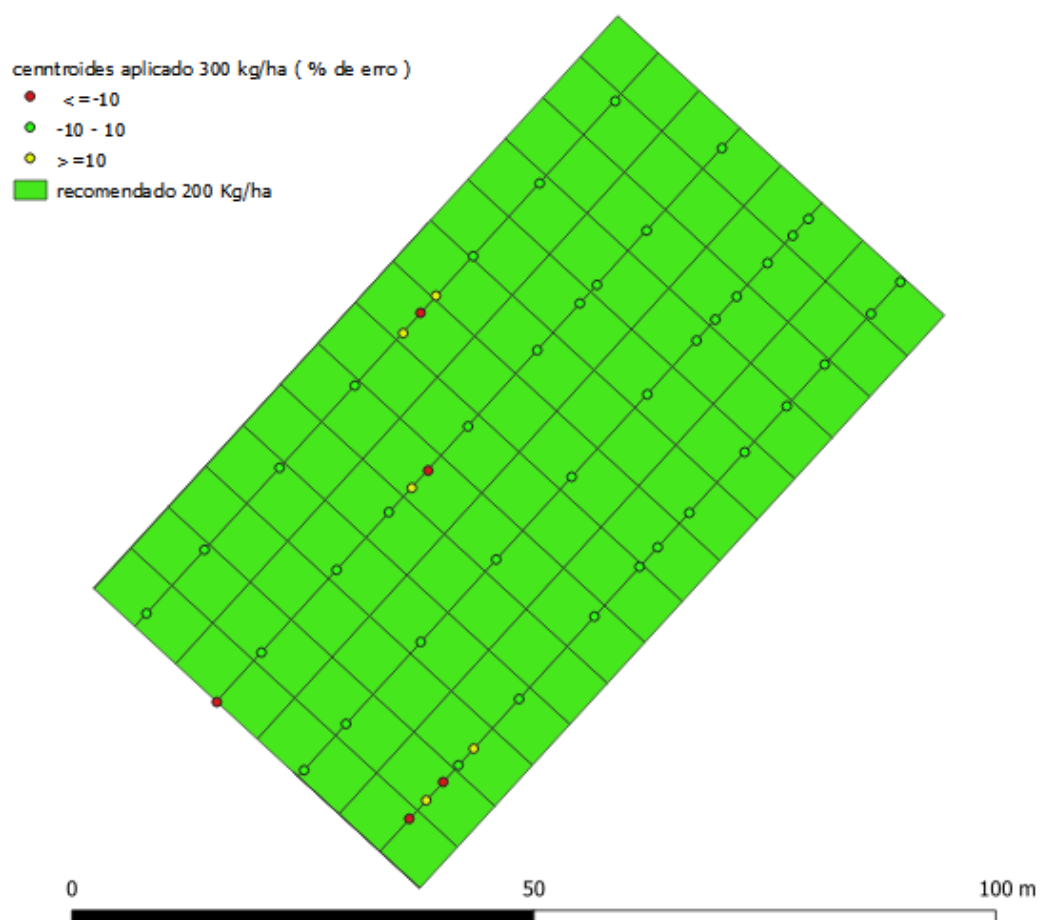
Fonte: Autores

Figura 22 – Regiões com erros classificados fora da entrada da aplicação de 200 Kg ha⁻¹.



Fonte: Autores

Figura 23 – Regiões com erros classificados fora da entrada da aplicação de 300 Kg ha⁻¹.



Fonte: Autores

Nas Figuras 21, 22 e 23 representam regiões onde ocorreram erros que estão presente em alguns pontos do mapa, essas regiões tiveram erros acima ou abaixo do recomendado, isto ocorreu pelas variações de dose. Observando as cores dos pontos podemos perceber que onde os pontos amarelos estão localizados foi jogado uma taxa acima de 10% que é o tolerável, e onde os pontos vermelhos estão localizados conclui-se que a taxa aplicada foi inferior a -10% que é a taxa tolerável, e onde os pontos verdes estão localizados representa que a taxa aplicada foi entre -10% a 10% que é a margem tolerável.

Observando os mapas podemos reparar que os erros costumam se repetir em locais bem próximos, a explicação para este fato é devido a um pequeno morro no terreno, que acarreta em um balançar do trator fazendo com que mude a velocidade de deslocamento. Os outros pontos de erro se localizam nas entradas do talhão pois a esteira do implemento anda não atingiu a velocidade correta para a aplicação.

A partir dos pontos gerados na aplicação foi avaliado as porcentagens totais de erros na área, conforme demonstrado nas Figura 24 a 26.

Figura 24 – Tabela representativa de % de erro da aplicação de 100 Kg ha⁻¹.

Aplicação de 100 Kg/ha				
Aplicação (%)	Numeros de pontos	Erro % conciderando pontos de entradas	Numeros de pontos	Erro % sem conciderar pontos de entradas
≤-10%	6	15%	1	2,86%
-10% a 10%	33	82,50%	33	94,28%
≥10%	1	2,50%	1	2,86%
Total	40	100	35	100

Figura 25 – Tabela representativa de % de erro da aplicação de 200 Kg ha⁻¹

Aplicação de 200 Kg/ha				
Aplicação (%)	Numeros de pontos	Erro % conciderando pontos de entradas	Numeros de pontos	Erro % sem conciderar pontos de entradas
≤-10%	6	15,79%	4	11,11%
-10% a 10%	31	81,58%	31	86,11%
≥10%	1	2,63%	1	2,78%
Total	38	100	36	100

Figura 26 – Tabela representativa de % de erro da aplicação de 300 Kg ha⁻¹.

Aplicação de 300 Kg/ha				
Aplicação (%)	Numeros de pontos	Erro % conciderando pontos de entradas	Numeros de pontos	Erro % sem conciderar pontos de entradas
≤-10%	5	10%	2	4,35%
-10% a 10%	40	80%	40	86,96%
≥10%	5	10%	4	8,70%
Total	50	100	46	100

De acordo com as Figuras 24, 25 e 26, foram apresentadas as quantidades totais de pontos gerados na aplicação, foi quantificada a porcentagem representativa dos erros. Sendo que na Figura 24 2,5% dos pontos representam aplicação de taxa com valor acima de $\geq 10\%$ e 15% dos pontos representam aplicação de taxa com valor $\leq -10\%$ e 82,5% representam taxa dentro da margem tolerada (-10% a 10%).

A porcentagem dos erros $\leq -10\%$ indicado como 15% na Figura 24, contém tanto os pontos com erros considerados de entradas (5 pontos) e erros de dose no meio do talhão (2 pontos), sendo que dos 15% apenas 2,86% dos pontos representam erros de estabilidade de taxa durante o percurso da linha e 12,14% representam erros de entradas e saídas do talhão. Portanto no total considerando as condições do estudo houve apenas 5,72% dos pontos com erros somando os menores de 10% com os maiores que 10% e desconsiderando os pontos de entradas.

Para os pontos classificados com taxa -10% a 10% da taxa recomendada foi encontrado 33 pontos, representando 94,28% dos pontos totais. Deixando de considerar os pontos com erros na entrada pela instabilidade da taxa, pode-se considerar que há um total de 35 pontos na área, no qual 5,72% dos pontos representam um erro por taxa acima ou abaixo do tolerável. Portanto, 94,28% dos pontos estão entre a margem tolerada de -10% a 10% da taxa recomendada.

Agora analisando a Figura 25 vemos que 2,23% dos pontos representam aplicação de taxa com valor acima de $\geq 10\%$ e 15,79% dos pontos representam aplicação de taxa com valor $\leq -10\%$ e 81,58% representam taxa dentro da margem tolerada (-10% a 10%).

A porcentagem dos erros $\leq -10\%$ indicado como 15,79% na Figura 25, contém tanto os pontos com erros considerados de entradas (2 pontos) e erros de dose no meio do talhão (5 pontos), sendo que dos 15,79% apenas 11,11% dos pontos representam erros de estabilidade de taxa durante o percurso da linha e 4,68% representam erros de entradas e

saídas do talhão. Portanto no total considerando as condições do estudo houve apenas 13,89% dos pontos com erros somando os menores de 10% com os maiores que 10% e desconsiderando os pontos de entradas.

Para os pontos classificados com taxa -10% a 10% da taxa recomendada foi encontrado 31 pontos, representando um valor de 86,11% dos pontos totais. Deixando de considerar os pontos com erros na entrada pela instabilidade da taxa, pode-se considerar que há um total de 36 pontos na área, no qual 13,89% dos pontos representam um erro por taxa acima ou abaixo do tolerável. Portanto, 86,11% dos pontos estão entre a margem tolerada de -10% a 10% da taxa recomendada.

Agora analisando a Figura 26 vemos que 10% dos pontos representam aplicação de taxa com valor acima de $\geq 10\%$ e 10% dos pontos representam aplicação de taxa com valor $\leq -10\%$ e 80% representam taxa dentro da margem tolerada (-10% a 10%).

A porcentagem dos erros $\leq -10\%$ indicado como 10% na Figura 26, contém tanto os pontos com erros considerados de entradas (3 pontos) e erros de dose no meio do talhão (2 pontos), sendo que dos 10% apenas 4,35% dos pontos representam erros de estabilidade de taxa durante o percurso da linha e 5,65% representam erros de entradas e saídas do talhão. Portanto no total considerando as condições do estudo houve apenas 13,05% dos pontos com erros somando os menores de 10% com os maiores que 10% e desconsiderando os pontos de entradas.

Para os pontos classificados com taxa -10% a 10% da taxa recomendada foi encontrado 40 pontos, representando um valor de 86,96% dos pontos totais. Deixando de considerar os pontos com erros na entrada pela instabilidade da taxa, pode-se considerar que há um total de 46 pontos na área, no qual 13,05% dos pontos representam um erro por taxa acima ou abaixo do tolerável. Portanto, 86,96% dos pontos estão entre a margem tolerada de -10% a 10% da taxa recomendada.

Para um melhor resultado foram feitas três repetições de cada dose aplicada, onde todos os dados foram exportados para um arquivo no Excel e analisado as medias, desvio padrão e coeficiente de variação dos resultados da % de erro

Figura 27 – Erro da aplicação da taxa de 100 Kg ha⁻¹.

	repetição 1	repetição 2	repetição 3
Média	-8,325	-4,8913	-4,81395
Desvio Padrão	19,87887	17,61944	15,14927
Coeficiente de variação	-2,38785	-3,6022	-3,14695

Fonte: Autores

Figura 28 – Erros da aplicação da taxa de 200 Kg ha⁻¹.

	repetição 1	repetição 2	repetição 3
Média	-2,07895	-5,91111	-1,85
Desvio Padrão	11,3239	19,38708	12,4951
Coeficiente de variação	-5,44694	-3,27977	-6,75411

Fonte: Autores

Figura 29 – Erros da aplicação da taxa de 300 Kg ha⁻¹.

	repetição 1	repetição 2	repetição 3
Média	-1,06977	-2,33870968	-3
Desvio Padrão	10,60582	22,38587079	16,17506
Coeficiente de variação	-9,91414	-9,57188958	-5,39169

Fonte: Autores

CONCLUSÃO

Para as condições deste estudo, a porcentagem de erro de taxa real aplicada encontrada com menor erro em todos os testes foi com a dose de 100 Kg ha⁻¹, mas em todas as doses a adubadora teve um bom comportamento se encaixando dentro das margens de erro aceitáveis, indicando que esse valor está similar ao encontrado em bibliografia, no qual foram classificados com dosagens acima ou abaixo do tolerável. Uma das fontes destes erros é devido ao talhão ser de tamanho relativamente pequeno para o tamanho da máquina, pois, de forma que são passadas curtas e logo a maior parte dos erros de aplicação são nas entradas e saídas do talhão.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente aos meus pais e irmãos que não mediram esforços para que chegasse até aqui. Ao meu orientador professor José Vitor Salvi pelas explicações, tempo disponível e as orientações. Agradeço também as marcas PICCIN e Topcon pela disponibilidade dos equipamentos, ao Vinicius Delafiori, também aos alunos Dennis Kassies e Matheus Pedpala incentivo e grande ajuda no fornecimento de conhecimento para a realização deste trabalho.

REFERÊNCIAS

BARROS, M. M.; VOLPATO, C. E. S; SILVA, F. C.; PALMA, M. A. Z.; SPAGNOLO R. T. **Avaliação de um sistema de aplicação de fertilizantes a taxa variável adaptado à cultura cafeeira.** 2014. 16 f. Disponível em <http://sbicafe.ufv.br/bitstream/handle/123456789/8120/Coffee%20Science_v10_n2_p223-232__2015.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

COLAÇO, A. F. ROSA, H.J.A. ; MOLIN, J. P A. **model to analyze as-applied reports from variable rate applications.** Precision Agriculture , v. 15 , p. 304-320, 2014. Disponível em < <https://www.ispag.org/proceedings/?action=download&item=1093>>

EARL, R.; TAYLOR, J. C.; WOOD, G. A.; BRADLEY, I.; JAMES, L. T.; WAINE,T.; WELSH, J. P. GODWIN, R. J.; KNIGHT, S. M. **Soil factors and their influence on within-field crop variability.** Part I: Field observation of soil variation. Biosystems Engineering, v.4, n.84, p.425-440, 2003. Disponível em: <http://www.leg.ufpr.br/lib/exe/fetch.php/disciplinas:geoesalq:pira2012:lucas_artigo1.pdf>

FULTON, J.P., SHEARER, S.A., STOMBAUGHT, T.S., ANDERSON, M.E., Burks, T.F. & Higgins, S.F. (2003). **Simulação de aplicação de materiais granulares de taxa fixa e variável.** Transações do ASABE, 46 (5), 1311-1321.

MOLIN, J. P.; MENEGATTI, L. A.; PEREIRA, L. L.; CREMININI, L. C.; EVANGELISTA, M. **Avaliação do desempenho de distribuidora de produtos sólidos a lanço em doses variáveis de uréia.** In: Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola, 30, 2001, Foz do

Iguaçu. Anais... Foz de Iguaçu: SBEA, 2001, CD Rom. Disponível em <<http://www.seer.ufu.br/index.php/biosciencejournal/article/viewFile/13441/9742>>

MOLIN, J. P.; MACHADO, T. M.; MAGALHÃES, R. P.; FAULIN, G. D. C. **Segregação de fertilizantes aplicados a lanço. Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 29, n. 4, p. 614-622, 2009. Disponível em <<http://www.scielo.br/pdf/eagri/v29n4/v29n4a11>>

MOLIN, J. P.; AMARAL, L. R.; COLAÇO, A. F. **Agricultura de Precisão**. 1. ed. São Paulo: Oficina de textos, 2015. p. 9-10. Disponível em <https://books.google.com.br/books?id=MX7jCgAAQBAJ&printsec=frontcover&dq=Colheita+de+Gr%C3%A3os+Mecanizada+pdf&hl=pt-BR&sa=X&ved=0ahUKEwi8zZvLsM_dAhULEpAKHdL7DNMQ6AEIKDAA#v=onepage&q&f=false>

RIBEIRO, J. L. D.; CATEN, C. S. T.; (2012). **Cartas de Controle para Variáveis, Cartas de Controle para Atributos, Função de Perda Quadrática, Análise de Sistemas de Medição**. Porto Alegre. Disponível em <http://www.producao.ufrgs.br/arquivos/disciplinas/388_apostilacep_2012.pdf>

RITTER, A. F. S.; MACHADO, C.; TAROUCO, C. P. (2018). **Agricultura de precisão - autopiloto e aplicação a taxa fixa e variável**. Disponível em <http://eventos.seifai.edu.br/eventosfai_dados/artigos/inovaagro2016/578.pdf>

VITTI, G.C.; LUZ, P.H.C. **Utilização agronômica de corretivos agrícolas**. Piracicaba: Fealq, 2004. 120p.