



**UNIVERSIDADE REGIONAL INTEGRADA
DO ALTO URUGUAI E DAS MISSÕES
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS
AGRÁRIAS
CURSO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA**

Jonas José Dieder

**ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DE MAPAS DE PRODUTIVIDADE E
FERTILIDADE DE SOLO EM ÁREA EXPERIMENTAL COM
SEMEADURA DIRETA**

**Erechim-RS
2013**

Jonas José Dieder

**ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DE MAPAS DE PRODUTIVIDADE E
FERTILIDADE DE SOLO EM ÁREA EXPERIMENTAL COM
SEMEADURA DIRETA**

Relatório de trabalho de conclusão de curso, apresentado à Disciplina de Trabalho de Graduação, como parte das exigências para conclusão do Curso de Graduação em Engenharia Agrícola e obtenção do título de Engenheiro Agrícola.

Jonas José Dieder

**Erechim-RS
2013**

SUMÁRIO

1INTRODUÇÃO	3
2OBJETIVOS.....	5
4 REFERENCIAL TEÓRICO.....	6
3 MATERIAL E MÉTODOS	9
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	10
6CONCLUSÃO	15
7REFERÊNCIAS.....	16

1INTRODUÇÃO

A variabilidade espacial dos adubos químicos no solo é significativa nas lavouras brasileiras. Produtores e técnicos de campo percebem o reconhecimento dessa natureza reafirmando que uma parte da área produz mais do que a outra ou, que em determinado local, os teores de nutrientes são mais elevados que a média da lavoura. A valorização da variabilidade espacial e a possibilidade de manejá-la visando aumentar a eficiência do uso de insumos tem sido um desafio para técnicos e produtores. A partir desse contexto, tem ganhado espaço a chamada Agricultura de Precisão, (SANTI, 2004)

A agricultura de precisão é uma filosofia de gerenciamento agrícola que parte de informações exatas, precisas e se completa com decisões exatas. Agricultura de precisão, também chamada de AP, é uma maneira de gerir um campo produtivo metro a metro, levando em conta o fato de que cada pedaço da fazenda tem propriedades diferentes, (ROZA, 2000).

A implementação de um sistema de Agricultura de Precisão implica em um ciclo fechado de tarefas. De qualquer maneira, todo o processo deve ter um ponto de partida. Os usuários e pesquisadores têm como uma verdade já consagrada que o mapa de colheita é a informação mais completa para se visualizar a variabilidade espacial das lavouras, (MOLIN, 2002). O mapa de colheita traz as informações de produtividade em cada ponto da lavoura, para se ter uma ideia, a maioria dos monitores de produtividade disponíveis hoje no mercado coletam entre 800 e 1300 leituras de produtividade por hectare de área colhida, enquanto utilizasse no máximo uma análise de solo por hectare de área cultivada para geração de um mapa de fertilidade do solo.

Com a análise do mapa de produtividade é possível fazer a melhor gestão das análises de solo e concentrar o manejo de correção do solo nas áreas com menor produtividade. (AMADO, 2009)

Autores e pesquisadores recomendam que, após ter em mãos o resultado da produtividade da área, se faça o mapa de fertilidade do solo para saber quais são as reais deficiências de cada ponto da lavoura.

A amostragem de solo para a avaliação da acidez e da fertilidade é uma prática comum nas propriedades agrícolas para aplicações de corretivos e fertilizantes de maneira uniforme. Nos últimos anos, têm crescido o interesse e a

utilização de amostragens de solo na forma sistemática para a aplicação de corretivos e de fertilizantes a taxas variáveis. As investigações "onfarm" são tipicamente realizadas usando uma malha quadrada, espaçadas de 100 x 100 m, ou seja, uma amostra de solo para cada hectare (Earl et al., 2003).

Para o conjunto de informações adquiridas com o mapa de produtividade juntamente com o mapa de fertilidade do solo, faz-se necessário o estudo detalhado de cada resultado para se obter uma maior eficiência dos fertilizantes utilizados na correção do solo nas áreas deficitárias e, conseqüentemente uma maior renda ao produtor rural e menor impacto ambiental.

Os mapas de produtividade podem ser utilizados na prospecção das causas da variabilidade e, conseqüentemente, podem ser eficazes na formulação desoluções para os fatores limitantes (MOLIN, 1997).

2 OBJETIVOS

Este trabalho teve como objetivo analisar e interpretar o mapa de produtividade de trigo colhido na safra 2012, juntamente com mapa de fertilidade do solo com o intuito de discutir a respeito das diferentes deficiências que o solo apresenta nas áreas de menor produtividade.

4 REFERENCIAL TEÓRICO

Com o passar dos anos a agricultura brasileira vem se aprimorando e praticando novas técnicas de cultivo e manejo do solo. Uma das primeiras grandes revoluções foi a implantação do sistema de plantio direto que tem como um de seus princípios obter menor revolvimento possível do solo, mantendo assim, uma maior quantidade de palhada de plantas cultivadas sobre o solo, evitando assim, a erosão do solo e conseqüentemente sua degradação.

Um dos maiores avanços no processo produtivo da agricultura brasileira foi a introdução a partir do início da década de 1970 do sistema semeadura direta (SSD) no Sul do Brasil (LOPES et al., s.d.). Seu objetivo básico inicial foi controlar a erosão hídrica e seu pleno desenvolvimento somente se tornou possível graças a um trabalho conjunto de agricultores, pesquisadores, fabricantes de semeadoras e técnicos interessados em reverter o processo acelerado de degradação do solo e da água verificados no Brasil (OLIVEIRA et al., 2002). Com o uso do plantio direto, o produtor consegue uma maior segurança em sua atividade, diminuindo o risco de ocorrência de erosão do solo e maior preservação do solo.

Hoje se fala muito em Agricultura de Precisão, que segue como um de seus princípios tratar o solo como heterogêneo, ou seja, considera a variabilidade do espacial do solo em suas características físicas, químicas e biológicas. Sua principal diferença em relação aos métodos tradicionais de cultivo é o fato de tratar a área trabalhada considerando a variabilidade espacial e até temporal dos atributos dos solos e das plantas (BALASTREIRE, 2000). As novas ferramentas da tecnologia da AP vêm sendo incorporadas como meio de gerenciar a variabilidade de atributos de solo na propriedade e subsidiar o aprimoramento do manejo do solo e das culturas.

O aumento na eficiência dá-se com base no manejo diferenciado, respeitando a variabilidade existente na área. A integração da computação e da eletrônica são os meios de se elevar os níveis de controle e monitoramento da atividade agrícola em locais específicos da lavoura. Através de análise detalhada das lavouras e do aprimoramento das técnicas de manejo, novos níveis de eficiência qualitativos e quantitativos da produção das culturas podem ser alcançados sucessivamente. (Amado et. al. 2004).

Com o aumento contínuo do custo, precisa-se ter um melhor gerenciamento dos insumos depositados no solo para se atingir um nível satisfatório de produtividade e neste contexto a agricultura de precisão tem um papel de grande importância, pois ajuda o produtor a fazer uma melhor distribuição dos insumos como fertilizantes e manejo do solo na área cultivada. A agricultura de precisão (AP) é uma ferramenta tecnológica que proporciona a exploração de todos os componentes do sistema solo de uma forma precisa e individual, permitindo a realização de correlações posteriores entre os atributos do solo e conseqüentemente o diagnóstico de problemas específicos que poderão receber tratamentos diferenciados (PONTELLI,2006).

Segundo BLACKMORE & LARSCHEIAL (1997) existem três tipos de variabilidade: a) a variabilidade espacial que é observada ao longo do campo e pode ser facilmente constatada em qualquer mapa de produtividade ou fertilidade; b) a variabilidade temporal que é observada quando se comparam mapas de produtividade de diferentes safras; e c) a variabilidade preditiva que é a diferença entre a previsão de algum fator e o resultado real no campo.

Neste trabalho realizou-se com maior ênfase a abordagem da variabilidade espacial, onde serão analisados mapas de colheita e fertilidade de solo para posterior confecção de mapa de distribuição a taxa variável. (Bellé 2009), afirma que a presença da variabilidade espacial não é nenhuma novidade no meio agrícola, embora não existissem recursos suficientes para mensurar e manejar tal variação. A AP, conseqüentemente, é uma maneira não convencional de conduzir o processo produtivo, quando as práticas agrícolas são encaradas sob a perspectiva da variabilidade espacial, em contraste com a aceitação de valores médios para o tratamento dos campos e das culturas.

Segundo Molin (2002), pode ser adotada uma definição mais atual de AP com visão sistêmica do conjunto de ações que a compõe, ou seja, a AP seria, acima de tudo, um sistema de gestão ou de gerenciamento da produção agrícola que emprega um conjunto de tecnologias e procedimentos para que as lavouras e sistemas de produção sejam otimizados, tendo como elemento chave o manejo da variabilidade da produção e dos fatores envolvidos.

Normalmente o ciclo de Agricultura de Precisão começa com a realização do mapa de produtividade. O sistema de coleta dos dados de um monitor de colheita automatizado consiste em sensores que fazem a leitura do fluxo de grãos,

normalmente localizados no elevador de grãos da colhedora. Com o auxílio de um receptor DGPS (Differential Global Positioning System) faz-se o georeferenciamento do ponto, armazenando a as coordenadas do local e a produtividade, juntamente com a porcentagem de umidade do grão. A área do ponto corresponde a um retângulo, este retângulo tem como largura a mesma largura da plataforma da colhedora e seu comprimento corresponde a distância percorrida pela máquina em um tempo pré-determinado, normalmente entre 1 (um) e 3 (três) segundos. Como os pontos (dados) são coletados em intervalos de tempo é preciso vários pontos para se formar um talhão, esses pontos são armazenados no monitor de colheita, normalmente em um cartão de memória e estas informações são facilmente exportados para outros dispositivos.

3 MATERIAL E MÉTODOS

Foi analisado um mapa de produtividade da cultura de trigo (*Triticum aestivum*), em uma área de 10,7 hectares, produzido pelo monitor de colheita modelo Topper 4500 VT, fabricado pela empresa Stara S.A., instalado numa colhedora modelo SLC6200 ano de fabricação 1992. A área utilizada no trabalho pertence ao Colégio Agrícola Ângelo Emílio Grando, localizado na cidade de Erechim-RS, coordenadas centrais 27° 39' 36"S 52° 17' 56"W, o solo da área é classificado como latossolo vermelho aluminoférrico típico.

Com auxílio do software GPS TrackMaker Pro, foi realizado o grid de amostragem de solo, com área de 01 hectare. Após a elaboração da malha amostral (grid), exportou-se os pontos para o receptor GarmimeTrex Vista H.

A campo foram localizados os pontos de coleta e então realizadas 10 (dez) sub amostras ao redor do ponto de coleta para formar uma amostra completa.

As amostras foram coletadas com Trado Holandês numa profundidade de 0 cm a 10 cm, conforme a metodologia descrita no Manual de Adubação e Calagem Para os Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina de 2004.

As amostras de solo foram enviadas a um laboratório registrado junto ao CREA-RS, (Concelho Regional de Engenharia Arquitetura e Agronomia do Estado do Rio Grande do Sul) para análise. Após o recebimento dos resultados das análises de solo, realizou-se a interpretação dos dados e a interpolação, com auxílio do programa Surfer 9. Dessa forma obteve-se os mapas com os teores de cada elemento químico do solo analisados: P (fósforo, mg/L), K (potássio, mg/L), Ca²⁺ (cálcio, cmol(c)/L), Mg²⁺ (magnésio, cmol(c)/L), Al³⁺ (alumínio, cmol(c)/L), percentual de argila no solo, CTC (capacidade de troca de cátion, cmol(c)/L) e percentual de matéria orgânica.

Os resultados foram submetidos a análise estatística por meio do software Surfer 9.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A produtividade da área experimental variou de 10 sc/ha (sacas por hectare) até 52 sc/ha, onde 34% da área produziu entre 38 a 49 sc/ha e 25% da área total produziu de 10 a 22 sc/ha, conforme mostrado na figura 1. Estes resultados de produtividade comprovam o que a agricultura de precisão afirma em relação a produção, dizendo que as produtividades não são iguais em relação a variabilidade espacial.

Levando em consideração a produtividade média do estado do Rio Grande do Sul, em torno de 42 sc/ha, pode-se admitir que 63% da área total está com a produtividade abaixo da média do estado.

Conforme a Figura 2, os teores de pH em água variaram entre 4.75 a 6.0, com uma média de 5.43. Nas áreas de maior produtividade, o teor de pH manteve-se entre 5.1 até 5.95, onde o pH considerado bom para o desenvolvimento da cultura do trigo fica entre 5 e 6. Nas áreas de menor produtividade o pH do solo em água teve seus valores abaixo de 5, chegando ao valor de pH 4.75, demonstrando que um dos limitantes da produtividade neste caso foi o solo ácido.

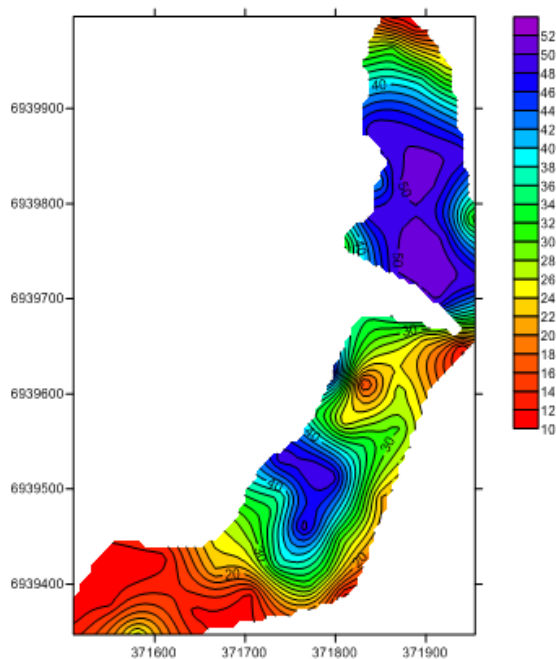


FIGURA 1. Produtividade em sacas/ha.

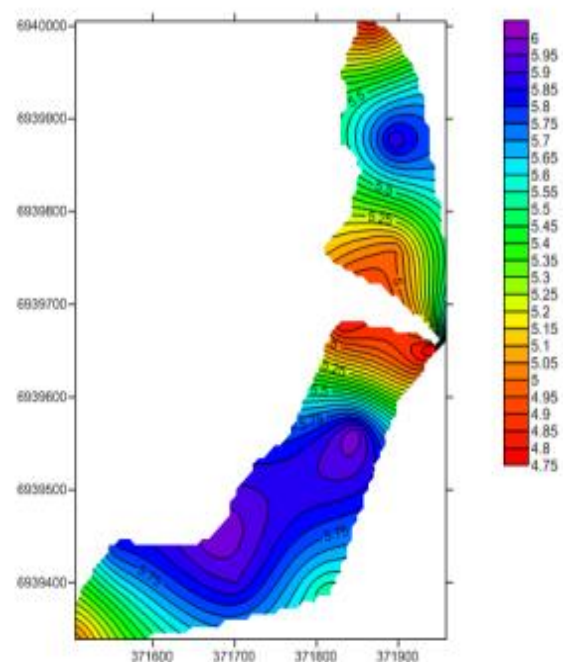


FIGURA 2. Teores pH em água.

Quando comparados os valores de produtividade com os teores de Alumínio (Al^{3+}). Têm-se em parte da área de menor produtividade altos valores de Alumínio. É característico do solo da região onde este projeto foi realizado a presença de altos níveis de Alumínio, sendo este prejudicial às plantas. Os altos valores de Alumínio também estão relacionados aos valores de pH considerados baixos, onde a falta de calagem do solo proporciona o aparecimento de altos índices de Alumínio. (Figura 3).

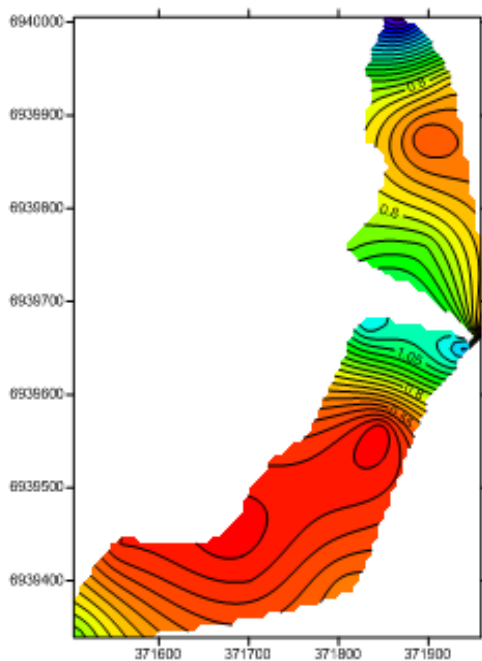


Figura 3. Teores de Alumínio (Al^{3+}).

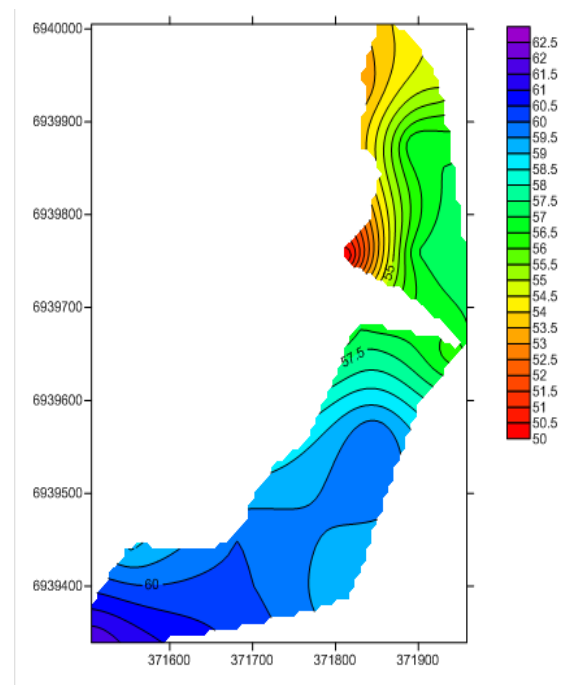


Figura 4. Teores de Argila (%).

Os valores, em porcentagem, de argila no solo não demonstraram grande variabilidade, ficando com média de 56.8% e variância de 8.16, considerado como nível alto para a região de onde o trabalho foi realizado. (Figura 04).

Os valores de CTC (capacidade de troca de cátions), se mostraram expressivos numa das áreas de pouca produtividade, com valores de até 24.5 $cmol/dm^3$. Isso demonstra que o solo possui uma grande CTC, porém os cátions

trocados são os de Alumínio e Hidrogênio, o que proporciona maior acidez do solo e prejudica a produtividade das culturas. (Figura 5).

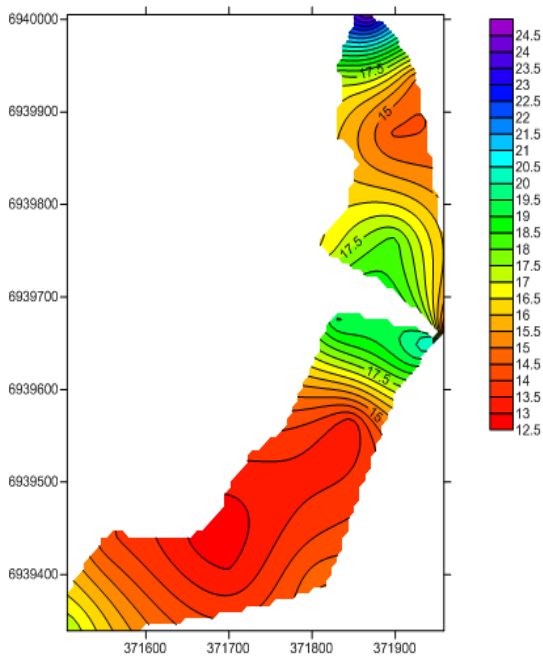


Figura 5. Teores CTC (cmolc/dm³).

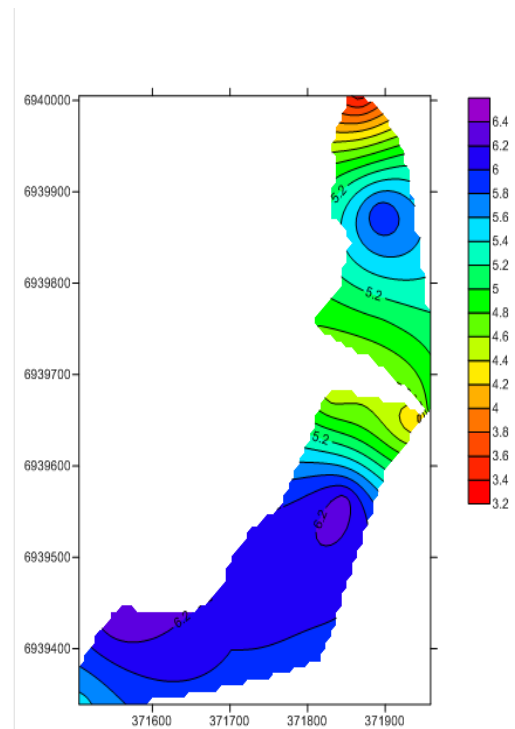


Figura 6. Teores Cálcio (cmolc/dm³).

Os valores de Cálcio em cmolc/dm³ observados na Figura 6 tiveram média de 5.34 e coeficiente de variação de 11.9%. Em uma das áreas de menor produtividade, os valores de Cálcio ficaram acima do índice considerado alto para os solos da região. Na outra área de menor produtividade os teores de cálcio ficaram em torno de 3.2 cmolc/dm³, considerado de nível médio-baixo para o solo da região.

Relacionando os valores de cálcio, produtividade, pH, alumínio e CTC do solo, nota-se que o que limitou a produtividade em algumas áreas foi o baixo pH, sendo este quem facilita o aparecimento de valores altos de alumínio no solo.

Os valores de porcentagem de MO (matéria orgânica), tiveram seus valores em média de 1.44% e Coeficiente de Variação de 9.64%. Em uma das áreas de menor produtividade o nível de MO ficou com valor abaixo de 1%, diferentemente da área de menor produtividade localizada na parte superior do mapa que semostrou em níveis considerados satisfatórios para o solo da região onde este trabalho foi conduzido. (Figura 7).

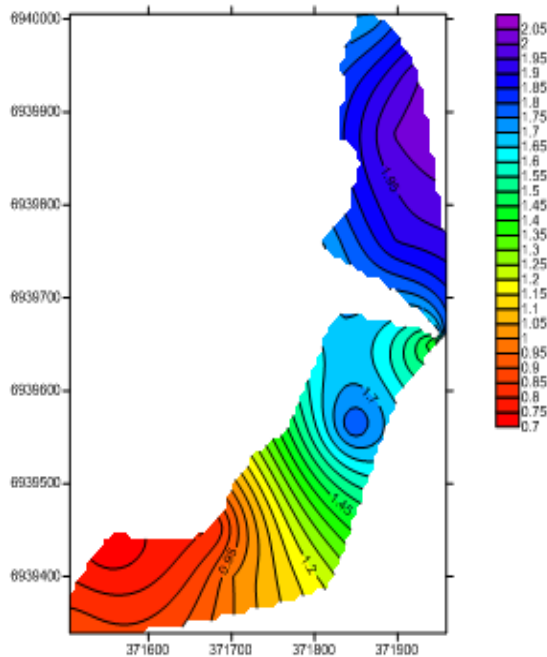


Figura 7. Porcentagem de Matéria Orgânica.

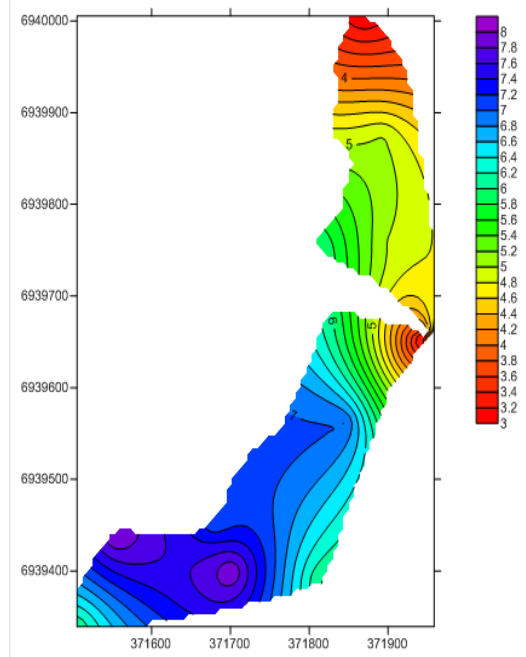


Figura 8. Teores de Fósforo (mg/dm³)

O valores de fósforo variaram de 3 mg/dm³ até 8 mg/dm³, com uma média de 6.02 mg/dm³ e um coeficiente de variação de 18.2%. Em uma das áreas de menor produtividade, localizada na parte inferior do mapa, os teores de concentração de fósforo são consideradas de nível médio, segundo o Manual de Adubação e Calagem para o Rio Grande do Sul e Santa Catarina de 2004. Nas outras áreas de menor produtividade os níveis de fósforo não ultrapassaram o valor de 4 mg/dm³, níveis estes, considerados como baixo e muito baixo para o solo da região. (Figura 8).

Os níveis de potássio apresentaram uma média de 87.8 mg/dm³ e coeficiente de variação de 19.5%, onde 93% da área analisada apresenta teores acima de 60 mg/dm³, que é um teor considerado satisfatório para o cultivo em solos da região. Apenas na área superior do mapa os teores de potássio demonstraram estar abaixo do nível adequado, justamente onde a produtividade foi reduzida. (Figura 9).

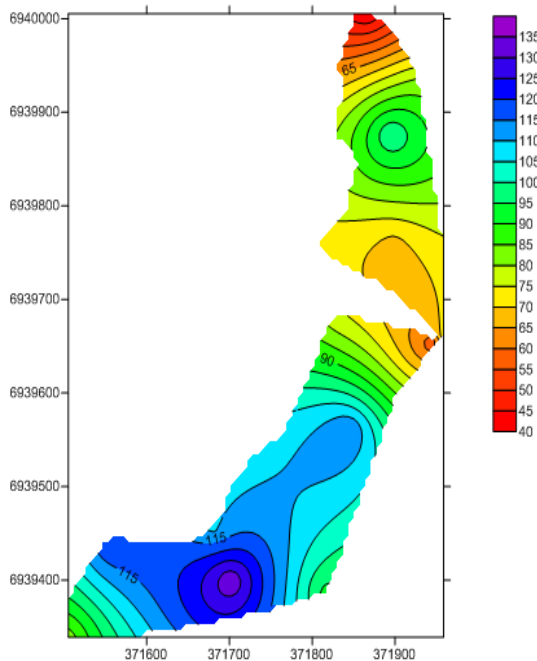


Figura 9. Teores de Potássio (mg/dm³)

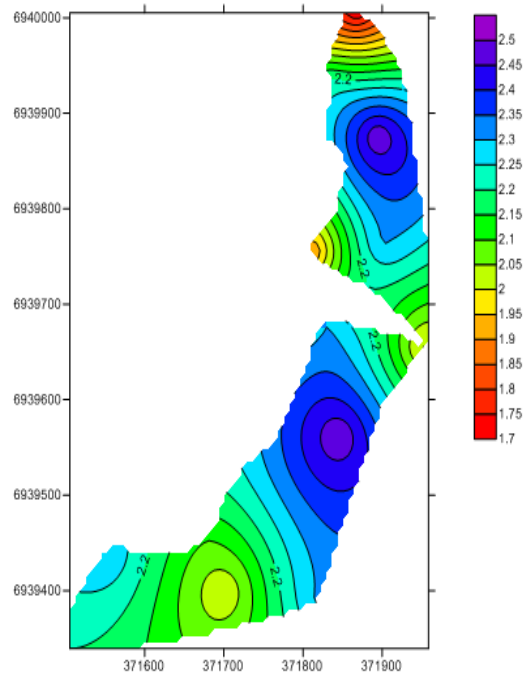


Figura 10. Teores de Magnésio (mg/dm³)

Os valores em mg/dm³ de magnésio apresentaram uma média de 2.17, com coeficiente de variação de 6%, e em toda a área os valores não foram menores do que 1.7 mg/dm³, demonstrando um nível muito satisfatório quanto a necessidade das plantas deste micronutriente. (Figura 10).

Na área de menor produtividade localizada na parte superior do mapa (Figura 1) pode-se afirmar que o limitante de produtividade neste caso, foi o baixo pH, altos índices de alumínio trocável e baixos níveis de cálcio, fósforo e potássio. Já na área inferior do mapa (Figura 1) onde a produtividade ficou entre 10 e 22 sacas por hectares, pode-se afirmar que o limitante de produtividade foi o baixo índice de matéria orgânica, o que resulta em uma baixa disponibilidade de nitrogênio para as plantas. Na área intermediária do mapa (Figura 1) onde a produtividade foi baixa, pode-se afirmar que o limitante da produtividade foi o baixo índice de pH, cálcio, fósforo e potássio.

6 CONCLUSÃO

Ao final deste trabalho concluiu-se que o mapa de produtividade é um grande aliado para se fazer a melhor gestão dos insumos utilizados no cultivo de trigo, porém é preciso construir o mapa de fertilidade da área para apurar qual é a real necessidade de cada área da lavoura. Concluiu-se também que nos locais de menor produtividade, as deficiências que o solo apresentou foram diferentes de um local para outro da lavoura.

7REFERÊNCIAS

ALBA, P. J. et al. **Agricultura de precisão: mapas de rendimento e de atributos de solo analisados em três dimensões.** Goiânia vol.7, N.13; 2011

BELLÉ, G. L. **Agricultura de precisão: manejo da fertilidade com aplicação a taxa variedade fertilizantes e sua relação com a produtividade de culturas.** 2009, 140 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2009.

FILHO O. G. **Variabilidade espacial e temporal de mapas de colheita e atributos do solo em um sistema de semeadura direta.** 2009, 114 f. Dissertação (Mestrado em Agricultura Tropical e Subtropical) – Instituto Agronômico, Campinas – SP, 2009.

MOLIN, J. P. **Geração e interpretação de mapas de produtividade para agricultura de precisão.** p 238 – 257, São Paulo, 2002.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO. **Manual de adubação e de calagem:** para os estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina. 10. ed. Porto Alegre , 2004. 394 p.

TOMÉ JR., J. B. **Manual para interpretação de análise do solo.** Guaíba, RS, 1997. 245 p.

RAIJ, B. V. **Fertilidade do solo e adubação.** Editora Agronômica Ceres LTDA. São Paulo, SP 1991.

SANTIS, A. L. et al. **É chegada a hora da integração do conhecimento.** Revista Plantio Direto, edição 109. Aldeia Norte Editora, Passo Fundo, RS, janeiro/fevereiro de 2009.