

VARIABILIDADE DA FERTILIDADE DO SOLO DO CAMPUS RURAL DA FACULDADE IDEAU, CAMPUS BAGÉ

BARBOSA, Sandro Alexandre de Borba^{1*}
KELLING, Felipe Bragamonte¹
D'AVILA, Renan Padilha¹
ALMEIDA, Ricardo Figueiredo¹
AZEVEDO, Letícia Fátima de²
KOPPER, Quelen²
KRUEL, Izabele Brandão²
PEREIRA RÊGO, Diogo Ricardo Goulart²
TRENTIN, Gustavo²
VOLK, Leandro Bochi da Silva²

RESUMO: A agricultura de precisão surgiu como uma ferramenta de gerenciamento de tomadas de decisões nas propriedades rurais. Um dos possíveis resultados desse tipo de ferramenta são os mapas de fertilidade do solo, que pretende apresentar a variabilidade espacial de atributos químicos do solo na área de interesse. Este trabalho teve como objetivo realizar o levantamento georreferenciado de atributos químicos e físicos do solo na área experimental do campus rural da Faculdade IDEAU de Bagé-RS. Com o uso do GPS modelo Garmin, foram coletados cinquenta pontos, de cada ponto foram coletadas cinco sub-amostras de solo em um raio de 3m, com trado de rosca, estas foram encaminhadas ao Laboratório de Solos São Francisco, Ideau Getúlio Vargas-RS. Após os resultados das análises do laboratório, o sistema SGIS foi utilizado para geração dos mapas de atributos do solo. Considerando que a área amostrada foi de pouco mais de 16 ha, era esperado encontrarmos pouca variação nos valores obtidos dos atributos químicos, o que se confirmou para a maioria destes, com exceção ao potássio, fósforo e manganês.

Ficou evidente que existe relação espacial entre os teores de matéria orgânica, saturação de bases e pH.

Palavras-chave: Análise de solo; Georreferenciamento; Mapas; Nutrientes;

ABSTRACT: Precision farming emerged as a tool for managing decision-making on farms. One of the possible results of this type of tool is the fertility maps, which intends to present the spatial variability of soil chemical attributes in the area of interest. The objective of this work was to perform a georeferenced survey of soil chemical and physical attributes in the experimental area of the rural campus of the IDEAU Faculty of Bagé. Fifty points were collected using Garmin GPS, from each point five soil sub-samples were collected in a radius of 3 meters, with a thread count, which were sent to the São Francisco Soils Laboratory. Opposed laboratory analysis results, The SGIS system was used to generate soil attribute maps. Considering that the area sampled was just over 16 ha, we expected to find little variation in the values obtained from the chemical attributes, which was confirmed for most of these, except for potassium, phosphorus and manganese.

It was evident that there is a spatial relationship between organic matter content, base saturation and pH.

Keywords: Soil analysis; Georeferencing; Nutrients; Maps.

¹ Discentes do Curso de Agronomia, Nível VIII 2018/II- Faculdade IDEAU – Bagé/RS.

²Docentes do Curso de Agronomia, Nível VIII 2018/II - Faculdade IDEAU – Bagé/RS.

*E-mail para contato: sabbarbosa@bol.com.br

1 INTRODUÇÃO

Diversos fatores contribuem para uma produção heterogênea na lavoura. É comum pontos ou áreas na lavoura com uma alta produção e rendimentos e outros com baixa produção, por vezes até na mesma gleba da propriedade.

A agricultura de precisão surgiu como uma ferramenta de gerenciamento de tomadas de decisões nas propriedades rurais. Sabe-se que há uma grande variação espacial no solo dos teores de argila, macro e micronutrientes, matéria orgânica, e outros atributos químicos, além da variação de relevo, drenagem, profundidade efetiva. A agricultura de precisão consiste no uso de tecnologias para a coleta de grande quantidade de informações, inclusive com pontos espacializados e georreferenciados na área, que nos permite acessar e entender essa variabilidade.

Um dos possíveis resultados desse tipo de ferramenta são os mapas de fertilidade do solo, que pretende apresentar a variabilidade espacial de atributos químicos do solo na área de interesse. A intenção desses mapas é entender como a variabilidade da fertilidade do solo da área se apresenta no espaço e qual sua relação com o comportamento de produtividade da cultura de interesse, além de chegar a recomendações de aplicações de corretivos e de fertilizantes com taxa variável de acordo com a necessidade de nutrientes no solo em cada ponto específico.

De acordo Ferraz et al. (2011) a aplicação de fertilizantes, segundo os conceitos da Agricultura de Precisão, proporcionou redução nos custos de produção, apresentando a adubação diferenciada menores custos operacionais quando comparada com o modelo convencional, compensando os maiores investimentos com a técnica. Sem contar na estrutura do solo, podendo ter um excelente resultado nas áreas mapeadas que tem capacidade de produzir podendo fazer uma aplicação recomendada assim buscando altas produtividades e uma colheita mais equilibrada.

Em outubro de 2018, foi realizado o primeiro dia de campo do curso de Agronomia da Faculdade IDEAU de Bagé. Esse dia de campo foi realizado em espaço destinado ao curso de Agronomia no Campus Rural e serão conduzidas diversas unidades demonstrativas, surgindo a necessidade do levantamento detalhado com referência espacial da fertilidade do solo do local.

O trabalho teve como objetivo realizar o levantamento georreferenciado de atributos químicos e físicos do solo na área experimental do Campus Rural da Faculdade IDEAU de Bagé destinada aos dias de campo do curso de Agronomia.

2 DESENVOLVIMENTO

Nesta parte do trabalho será detalhado o referencial teórico, a metodologia empregada e os resultados encontrados. Contém a exposição ordenada e pormenorizada do assunto tratado do estudo.

2.1 Referencial Teórico

2.1.1 2.1.1 AGRICULTURA DE PRECISÃO

De acordo com Molin et al. (2015), existem relatos desde a década de XX, sobre o assunto de administrar lavouras de forma mais aprofundados e localizadas, e com uma melhor distribuição de insumos com taxa variáveis. Porém o real conhecimento veio entorno dos anos de 1980 na Europa, onde foram gerados os primeiros mapas de produtividade. Já as primeiras adubações com doses variáveis automatizadas foram realizadas nos Estados Unidos, na Universidade de Minnesota deste mesmo país, reunia-se um grupo de pesquisadores dominantes da área de solos, que haviam notado uma grande variabilidade nas lavouras. Esse movimento ocorreu no final dos anos de 1980, que hoje é chamado de Congresso Internacional de Agricultura de Precisão, que acontece a cada dois anos.

Outros autores solicitam que um grande fato que obviamente influenciou a efetiva implementação uso da agricultura de precisão foi o surgimento do Sistema de Posicionamento Global (GPS), que passou a oferecer sinal para uso civil em torno de 1990. Já no Brasil, os primeiros relatos ligados a AP, ocorreram em meados da década de 1990, primeiramente com a importação de equipamentos, especialmente colhedoras, equipadas com monitor de produtividade de grãos. Porém não havia máquinas, para a implantação de fertilizantes de taxa variável, e só veio a ser utilizado no final dos anos de 1990 também provindos de material importado.

No início dos anos 2000, surgiram as primeiras máquinas brasileiras de aplicação de variáveis, para granulados e pó, as mesmas com controladores importados, depois os nacionais foram aparecendo. O primeiro simpósio de agricultura de precisão só veio aparecer em 1996 na Universidade de São Paulo (MOLIM et al,2015).

2.1.2 METODOLOGIA DE AGRICULTURA DE PRECISÃO

Conforme a Sociedade Brasileira de Ciência do Solo (2004), na agricultura de precisão são utilizados técnicas de geo-referenciados em coletas de solos e aplicações de insumos de taxa variável, com doses determinadas para condição agrônômica em cada ponto dentro de uma lavoura, com suas coordenadas geográficas estabelecidas. Após o resultado das amostras de solo, os dados são tabulados e enviados para softwares apropriados para serem analisados. Esses dados apresentam diversas formas de interpretação. Bases para mapa de fertilidade das lavouras, mapa para cada tipo de nutriente e fertilidade. Também podem ser gerados mapas de recomendações de adubação para os sistemas de distribuição de fertilizantes e corretivos de taxa variável. Ao efetuar uma demarcação da área afetada por percorrimto, coletando as coordenadas geográficas em determinados intervalos de tempos. Identificando pontos de referência como, postes, matas, cursos d'águas, etc, isto facilita a interpretação do mapa.

2.1.3 VANTAGENS E DESVANTAGENS DA AGRICULTURA DE PRECISÃO

De acordo com Fatorgis (1998), a agricultura de precisão promete reverter o quadro atual de uso indiscriminado de insumos na agricultura, permitindo a aplicação destes nos locais corretos e nas quantidades requeridas, com mais eficiência. Isso pode representar uma significativa economia de insumos e fertilizantes a serem aplicados na lavoura, respeitando a variabilidade natural e a quantidade necessária que o solo e planta exigem. Assim, a agricultura de precisão pode trazer benefícios econômicos e ambientais para o produtor.

Segundo Batchelor et al. (1997), este método de agricultura de precisão veio como uma grande ferramenta de manejo para os produtores, que são capazes de identificar a variabilidade dentro de um pequeno espaço amostrado, planejando adequadamente, aumentando a produtividade e os lucros. Contudo, pode apresentar limitações por necessitar

de elevados investimentos, elevando os custos, em maquinário específico, softwares especializados e mão de obra especializada para interpretação correta dos resultados.

2.1.4 FERTILIDADE DO SOLO

Segundo Denardin et al. (2012), a busca por aumento de produtividade, com base no conceito de fertilidade do solo mineralista (expresso exclusivamente por atributos de natureza química e pelo uso intensivo de corretivos e de fertilizantes minerais), nitidamente está perdendo força e assim sendo substituída pela implementação da agricultura conservacionista. Neste contexto, a promoção da fertilidade biológica, física e química do solo é descomprometida com a busca pelo equilíbrio dinâmico do agroecossistema e de seu entorno, mostra-se fora de sintonia com a expectativa de alcance de uma agricultura que busca a sustentabilidade. O entendimento da variabilidade no espaço e no tempo dos atributos químicos do solo e o teor dos nutrientes é uma ferramenta que pode nos ajudar nesta retomada do conceito de fertilidade mais amplo.

Para Zanão Júnior et al. (2010), o entendimento da variabilidade dos solos é fundamental para o estabelecimento do correto manejo da fertilidade do solo. Existe heterogeneidade dos atributos químicos e físicos de um solo, mesmo em uma área considerada uniforme, importante se manejar de acordo com suas características para se obter melhores rendimentos e menores custos, isso é possível trabalhando com zonas de manejo na propriedade com coleta de solo em pontos georreferenciado para se extrair o máximo de informações e assim tomar as decisões mais precisas (SANTOS & VASCONCELLOS, 1987; SILVEIRA et al., 2000).

Fole et al. (2011) destacaram que o suprimento insuficiente de nutrientes era o maior problema agrônomo em várias regiões. Por outro lado, o excesso de nutrientes tem causado problemas ambientais em outras regiões do mundo.

Conforme Carvalho et al. (2003), o solo naturalmente apresenta variabilidade espacial e temporal de seus atributos, resultante da interação de processos que comandam os fatores responsáveis por sua formação. A variabilidade espacial nos atributos do solo pode ser influenciada pelos seus fatores intrínsecos (material de origem, relevo, clima, organismos e tempo) e pelos fatores extrínsecos, normalmente relacionados com as práticas de manejo.

Usualmente, uma forte dependência espacial nos atributos do solo é atribuída aos fatores intrínsecos.

Mesmo existindo heterogeneidade dos atributos químicos e físicos de um solo segundo suas características visíveis de campo, tais como: topografia, cor do solo e vegetação. Para que a amostragem do solo represente, com exatidão, a sua fertilidade, é necessário o conhecimento dessa variabilidade (SILVEIRA et al., 2000). Para Warrick e Nielsen (1980), a variabilidade expressa pelo coeficiente de variação pode ser inferior a 10 %, enquanto, para outras, pode superar 1.000 %.

2.2 Material e Métodos

O trabalho foi desenvolvido no Campus Rural, da Faculdade IDEAU, no município de Bagé-RS, localizado à 31°22'30.66'' de latitude sul, 54°06'12.62'' de longitude oeste e a 898 metros de altitude. O clima da região é Cfa, segundo a classificação de Koppen.

Iniciou-se as coletas de solo, no final do mês de agosto de 2018. Toda a área disponível para estudos do curso de agronomia totalizando 16,6 ha foi mapeada com o uso de GPS modelo garmin map 78s. Inicialmente, foi feito o perímetro da área e ajustado no programa TRACKMAKER e inserido os cinquenta pontos para as amostragens de solo georeferenciados. Após esta etapa, os pontos foram inseridos no GPS e à campo foram marcados, onde nestes foram coletadas cinco sub-amostras numa circunferência de 3 metros.

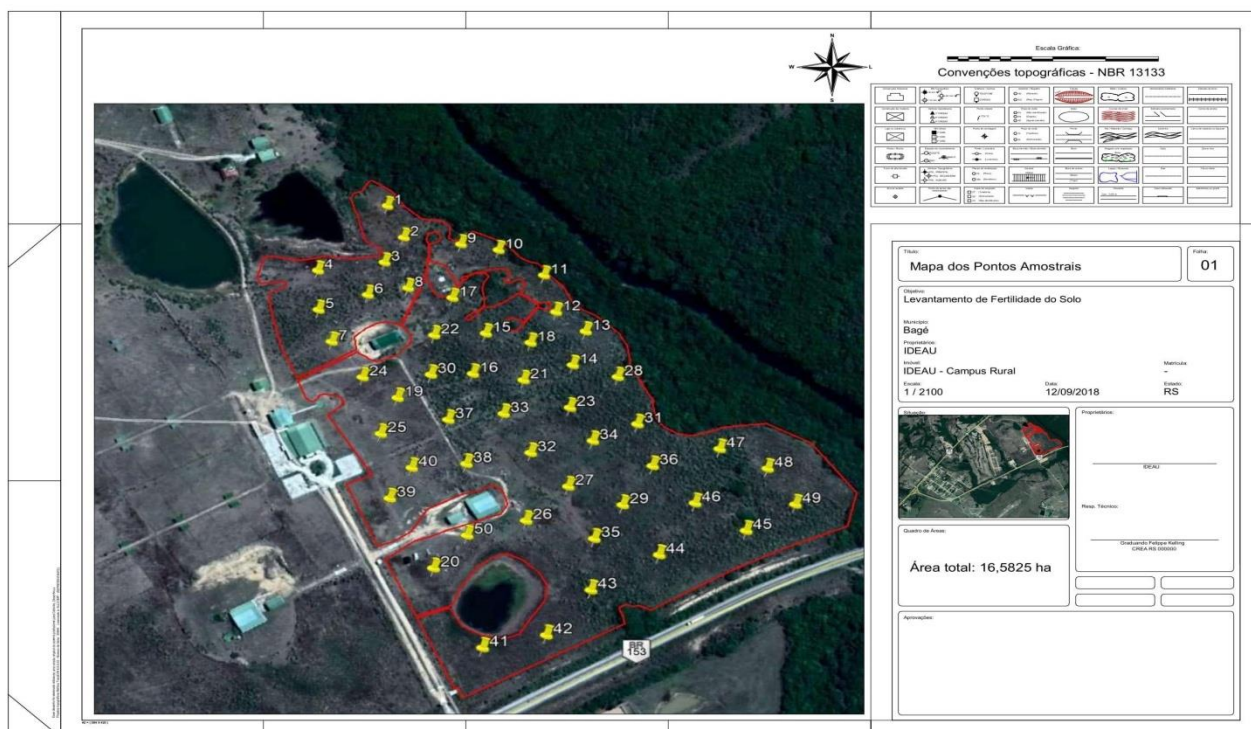


Figura 1. Mapa da área com os pontos inseridos para a coleta das amostras de solo.

Ao todo foram coletadas 50 amostras de solo. As amostras foram coletadas manualmente com o trado de rosca de 0 a 20 cm de profundidade e colocadas em sacos plásticos identificados de acordo com o número do ponto e encaminhadas para o Laboratório de Solos São Francisco, no município de Getúlio Vargas-RS.

Os resultados das análises de solo, foram inseridos no programa SGIS e gerados os mapas de diagnóstico.

2.3 Resultados e Discussão

Nas Tabelas 1 e 2 são apresentados de modo resumido os resultados das análises de solo realizadas nesse trabalho. Percebe-se, de modo geral, que os atributos químicos e os teores de nutrientes ficaram dentro do esperado para o solo da região. Contudo, merecem destaque os teores de Potássio, Fósforo e Manganês que apresentaram pontos com valores máximos muito acima do que é esperado, resultado em desvio padrão muito alto (53, 32 e 70, respectivamente). No caso do P, o desvio padrão chegou a ser maior que a média, em que o valor máximo encontrado chegou a ser mais que 10 vezes maior que a média. Tal comportamento indica que em algum momento no passado houve, possivelmente, um

depósito ou derrame de adubos e corretivos em um ou dois pontos dos cinquenta pontos amostrados.

Tabela 1. Valores máximos (Max), mínimos (Min), médios (Méd) e desvio padrão (DP) de atributos químicos e principais macro nutrientes do solo encontrados no estudo.

	Arg	M _{org}	CTC	K	P	S	Ca	Mg
	%	%	cmol _c /kg	-----mg/kg-----			-----%-----	
Max	29	3,13	24	324	207	48	14,85	7,64
Min	19	0,40	10	74	5	0,5	4,31	0,73
Méd	23	1,94	13	121	19	21	6,46	2,26
DP	2,45	0,55	2,26	53	32	13	1,68	1,05

Arg = teor de argila; M_{org} = teor de matéria orgânica; CTC = CTC potencial em pH7; K = potássio; P = fósforo; S = enxofre, Ca = cálcio; Mg = magnésio.

Tabela 2. Valores máximos (Max), mínimos (Min), médios (Méd) e desvio padrão (DP) de atributos químicos relativos a acidez do solo e principais micronutrientes do solo encontrados no estudo.

	pH	Al	H+Al	Zn	Mn	Cu	B
		%	cmol _c /kg	-----mg/kg-----			
Max	6,32	0,45	8,89	0,97	349,2	4,16	0,58
Min	4,46	0,00	1,61	0,04	37,2	0,96	0,02
Méd	5,10	0,21	4,43	0,20	125,7	2,08	0,19
DP	0,28	0,11	1,30	0,16	70,00	0,66	0,09

Al = alumínio; H+Al = acidez potencial estimada pelo índice SMP; Zn = zinco; Mn = manganês; Cu = cobre; B = boro.

Nas Figuras 2, 3, 4, 5 e 6 são apresentados os mapas referenciados dos principais atributos químicos do solo, bem como, dos principais macronutrientes. Na Figura 2 são apresentados os mapas de argila, matéria orgânica e CTC.

A Figura 3 apresenta os mapas de pH, ele mede a acidez dos solos. A acidez nos solos é um dos indicadores da sua capacidade de nutrir as plantas que nele crescem, se os solos forem demasiados ácidos a sua capacidade de produção vai ser reduzida.

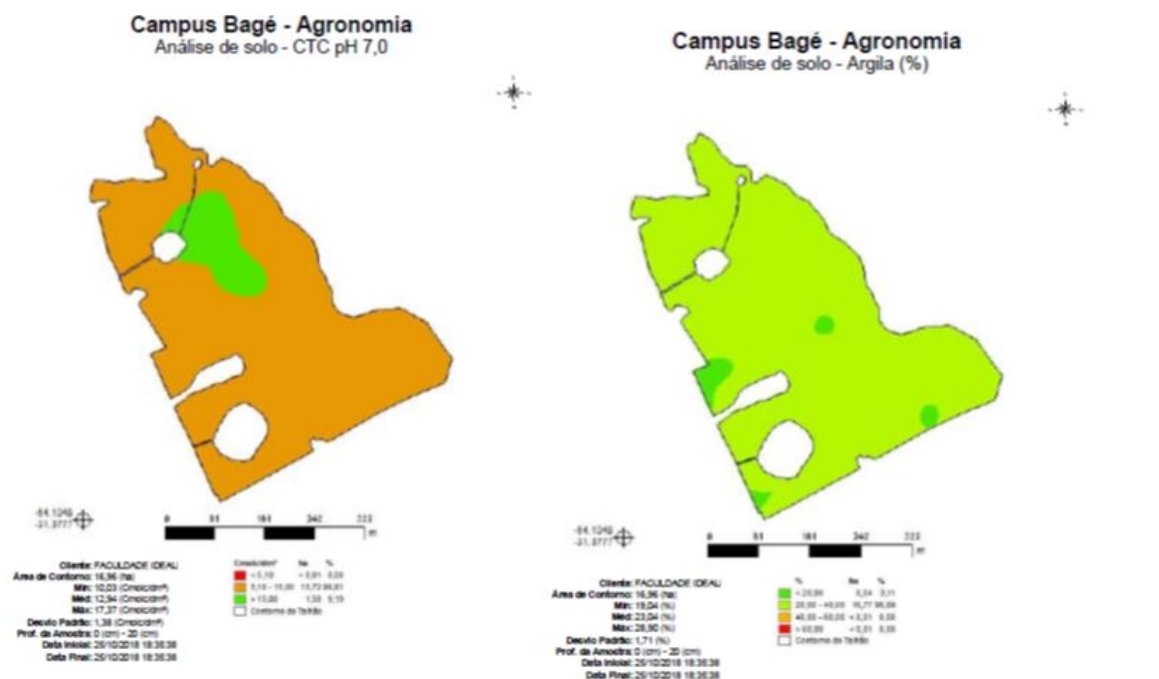
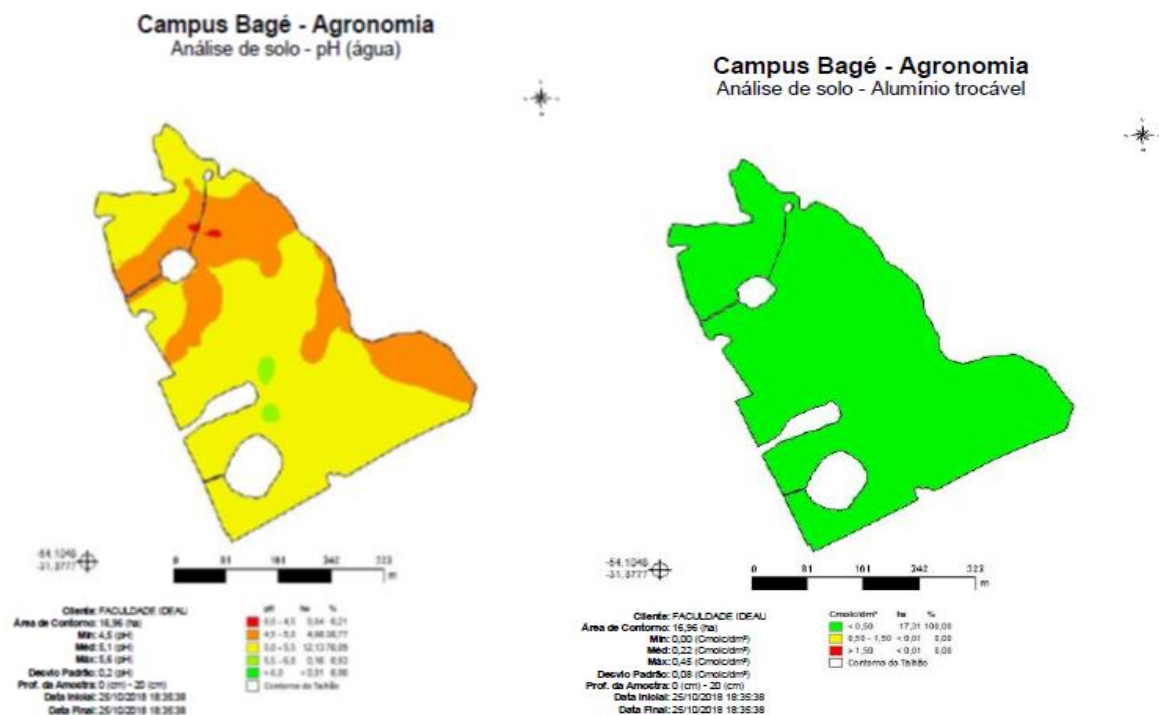


Figura 2: Mapas da CTC (a) e Argila (b).

a

b



a

b

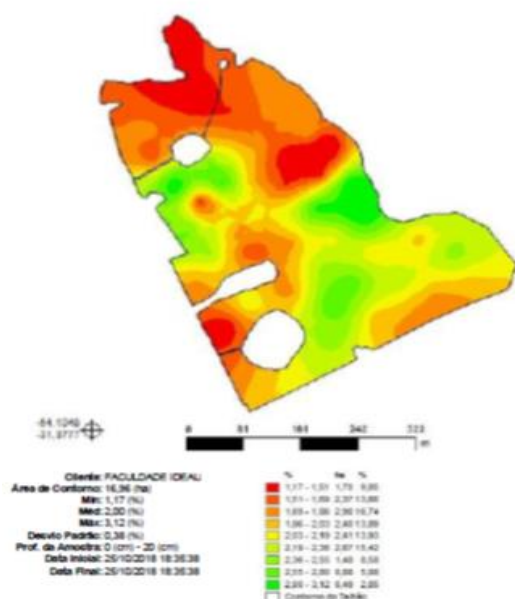
Figura 3: Mapa do pH (a) e Alumínio trocável (b).

A Figura 4, refere-se ao valor V expresso em porcentagem (%). O valor V nos dá uma idéia da porcentagem dos pontos de troca de cátions que estão ocupados por bases. Ou seja, quanto por cento das cargas negativas estão ocupadas por K, Ca, Mg, Na, e passíveis de troca a pH 7,0 quando comparado com os pontos ocupados por (H+Al). Solos com $V\%$ muito baixa requerem grandes quantidades de calcário para elevar a saturação de bases. Em regra, solos férteis são aqueles que apresentam saturação por bases (V) maior que 50%. Abaixo deste valor são considerados solos não férteis, de baixa fertilidade. O valor V é muito usado, em alguns Estados brasileiros, para calcular a necessidade de calagem. Também é apresentado o mapa de matéria orgânica. A matéria orgânica é formada de organismos, resíduos de vegetais e de animais, em decomposição, ela é a principal reguladora da CTC. O carbono (C) orgânico participa com 58% na composição da matéria orgânica do solo. Para se obter o teor de MO%, multiplica-se o teor de carbono por 1,724. Dividindo-se o teor de carbono por 20, teremos uma estimativa do teor de nitrogênio (N) no solo. Os solos contêm carbono cerca de duas vezes superior a da atmosfera e cerca de três vezes superior à presente na vegetação. A decomposição da matéria orgânica do solo libera CO_2 para a atmosfera, e desta é absorvida, novamente, para formar a matéria orgânica, (MANUAL DE ADUBAÇÃO E CALAGEM).

A Figura 5 se refere aos macronutrientes P e K, o fósforo é responsável por garantir o desenvolvimento radicular das plantas e promover a formação de flores e frutos. Ele ainda age na respiração e na produção de energia para o vegetal. Já o Potássio (K) ele auxilia na conservação dos níveis de água da planta, aumentando a sua resistência contra os períodos de seca. Participa, inclusive, do transporte dos nutrientes dentro do vegetal.

A Figura 6 demonstra dois dos principais micronutrientes existente no solo, (a) Boro, (b) Manganês. Os micronutrientes são utilizados pelas plantas em pequenas quantidades. Sua falta, no entanto, pode acarretar grandes perdas na produtividade, em relação a **Mn** atua na síntese da clorofila, e participa do metabolismo energético, essa deficiência leva a diminuição da fotossíntese e da produtividade. Com relação ao **b**, ele atua no metabolismo de carboidratos e transportes de açúcares através de membranas, na formação da parede celular, divisão celular e no movimento da seiva, uma dessas deficiências pode apresentar grãos leves.

Campus Bagé - Agronomia
Análise de solo - Matéria Orgânica



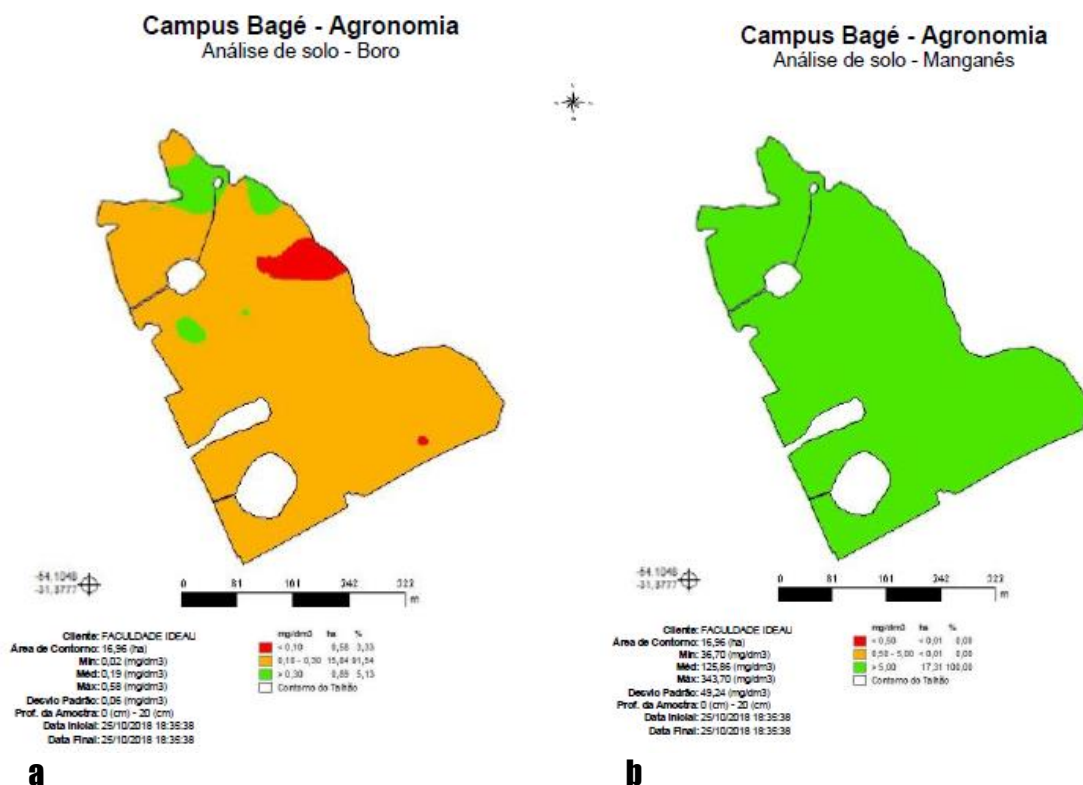


Figura 6: Mapas de Boro (a) e Manganês (b).

3. CONCLUSÃO

Considerando que a área amostrada foi de pouco mais de 16 ha, era esperado encontrarmos pouca variação nos valores obtidos dos atributos químicos, o que se confirmou para a maioria destes, com exceção ao potássio, fósforo e manganês. Ficou evidente que existe relação espacial entre os teores de matéria orgânica, saturação de bases e pH.

4. REFERÊNCIAS

BATCHELOR, B.; WHIGHAM, K.; DEWITT, J., *et al.* **Precision agriculture: introduction to precision agriculture**. Iowa Cooperative Extension, 1997. 4p. Disponível na Internet. em <http://www.extension.iastate.edu/Pages/precisionag/prec-ag.pdf>.

CARVALHO, M. P.; TAKEDA, E. Y.; FREDDI, O. S.. **Variabilidade espacial de atributos de um solo sob videira em Vitória Brasil (SP)**. Revista Brasileira de Ciência do Solo.

Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, v. 27, n. 4, p. 695-703, 2003. Acesso em: 07 Nov. 2018.

DENARDIN, J. E. ; KOCHHANN, R. A.;FAGANELO, A.; DENARDIN, N. A.;
WIETHOLTER,S. **Diretrizes do sistema plantio direto no contexto da conservacionista.**
Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2012. P 15. Acesso: 02 Nov. 2018.

FATORGIS. Agricultura de precisão: A tecnologia de GIS/GPS chega às fazendas. Curitiba, 1998. Disponível. em <http://www.fatorgis.com>. Acesso em: 25 set. 2018.

FERRAZ, G. A. S. et al. Análise comparativa entre os custos da adubação diferencia e da adubação convencional de uma lavoura de cafeeiros coffea arabica l. da cultivar mundo novo. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 7., 2011, Araxá. Anais... Araxá: Embrapa, 2011. p. 1-4.

JOSÉ PAULO MOLIN, LUCAS RIOS DO AMARAL, ANDRÉ FREITAS COLAÇO.
Agricultura de precisão -- 1. ed. -- São Paulo : Oficina de Textos, P. 10-11, 2015.

SANTOS, H.L. & VASCONCELLOS, C.A. **Determinação do número de amostras de solo para análise química em diferentes condições de manejo.** R. Bras. Ci. Solo, 11:97- 100, 1987.

SILVEIRA, P.M.; ZIMMERMANN, F.J.P.; SILVA, S.C. & CUNHA, A.A. **Amostragem e variabilidade espacial de características químicas de um Latossolo submetido a diferentes sistemas de preparo.** Pesq. Agropec. Bras., 35:2057-2064, 2000.

Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. Comissão de Química e Fertilidade do Solo **Manual de adubação e de calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina** / Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. Comissão de Química e Fertilidade do Solo. - 10. ed. p.35–37. Porto Alegre, 2004.

WARRICK, A.W.; NIELSEN, D.R. Spatial variability of soil physical properties in the field. In: Hillel, D. (ed). Applications of soil physics. New York: Academic, 1980. cap. 2, p.319-344.

ZANÃO JÚNIOR, L. A. et al. **Variabilidade espacial de atributos químicos em diferentes profundidades em um latossolo em sistema de plantio direto.** Revista Ceres, v. 57, n. 3, p. 429-438, 2010.