

## **EFICÁCIA DA FERTILIDADE DO SOLO EM PROPRIEDADES DA REGIÃO OESTE DO PARANÁ**

**JOICE WOLFRANN<sup>1\*</sup>; PAULO LOPES DE MENEZES<sup>2</sup>;  
SILVANA LIGIA VICENZI<sup>3</sup>, FABIANA COSTA DE ARAUJO SCHUTZ<sup>4</sup>**

<sup>1</sup>Graduação Desenvolvimento em sistemas de informação, UTFPR, Medianeira –PR, joice.sezm@gmail.com;

<sup>2</sup>Dr. Engenharia Agrícola, UFCG, Prof. Titular UTFPR, Medianeira -PR, plopes@utfpr.edu.br;

<sup>3</sup>Dra. Engenharia de Produção na área de inteligência organizacional, UFSC, Prof. Titular UTFPR, Medianeira - PR, sligie@globo.com;

<sup>4</sup>Dr. Engenharia Agrícola, UFCG, Prof. Titular UTFPR, Medianeira -PR, fabianaschutz@gmail.com

Apresentado no  
Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia – CONTECC'2018  
21 a 24 de agosto de 2018 – Maceió-AL, Brasil

**Resumo** - Quando os recursos naturais do solo não são suficientes para uma produtividade agrícola com qualidade satisfatória, é necessário intervir com métodos de fertilização e correção para identificar quais nutrientes devem ser repostos. Objetivou-se, nesta pesquisa, realizar o diagnóstico de nutrientes do solo para verificar se a eficiência da fertilidade em propriedades do município de Serranópolis do Iguaçu/Paraná, por meio de padrões estatísticos e comparar se estão dentro da escala agrônômica. Foram analisadas 104 propriedades com 26 atributos divididos em: macro, micronutrientes e níveis de saturação das bases. Realizou-se a análise fatorial para extração dos elementos nutricionais e classificação dos agrupamentos das propriedades. Os fatores extraídos e agrupados resultaram em cinco grupos, que interagem com as averiguações agrônômicas e similaridade do perfil do solo das propriedades. Conclui-se, nesta pesquisa que os resultados das médias nutricionais comparadas aos padrões agrônômicos mostraram-se promissoras referentes à fertilidade dos solos das propriedades investigadas.

**PALAVRAS-CHAVE:** Análise de cluster, análise fatorial, correções agrônômicas, manejo do solo.

### **EFFECTIVENESS OF SOIL FERTILITY ON THE PROPERTIES OF THE WESTERN PARANÁ REGION**

**ABSTRACT:** When soil natural resources are not sufficient for satisfactory quality agricultural productivity, it is necessary to intervene with fertilization and correction methods to identify which nutrients will be replenished. The objective of this research was to perform nutrient diagnosis in the soil to verify the fertility efficiency in properties of the municipality of Serranópolis do Iguaçu / Paraná, using statistical standards and compare if they are within the agronomic scale. We analyzed 104 properties with 26 attributes divided into: macro, micronutrients and saturation levels of the bases. The factorial analysis was performed to extract the nutritional elements and to classify the groupings of the properties. The extracted and grouped factors resulted in five groups, which interact with the agronomic investigations and the similarity of the soil profile of the properties. It was concluded that the results of the nutritional averages in relation to the agronomic standards were promising as to the fertility of the soils of the investigated properties.

**KEYWORDS:** Analysis of clusters, factorial analysis, agronomic corrections, soil management.

### **INTRODUÇÃO**

As práticas agrícolas inadequadas com o tempo resultam na degradação e empobrecimento do solo, gerando constantes perdas, transformações e translocações, de forma que modifica a qualidade das propriedades dos elementos nutricionais existentes (Ahmad et al., 2014). As análises do solo (química ou granulométrica) tem a percepção de monitorar e analisar o conteúdo orgânico de forma a corrigir as degradações pela falta de manejo, e assim ajustar o nível de nutrientes e resgatar a

fertilidade para o rendimento das culturas (Mittu, 2015). A frequência para realizar a amostragem do solo pelo método de análise pode ser feita anual para os três primeiros anos, após, a cada dois anos, a fim de acompanhar e manter o perfil da fertilidade, sempre possibilitando fazer os devidos ajustes nos atributos químicos do solo (Broch & Ranno, 2012).

Neste contexto, a pesquisa objetivou verificar por meio de métodos estatísticos multivariados a eficiência da fertilidade do solo, aplicando técnicas de fatorial e cluster (agrupamento) para explorar e avaliar os atributos nutricionais químicos de 104 propriedades de Serranópolis do Iguaçu, área localizada no Oeste do estado do Paraná com a extensão de 483.9 km<sup>2</sup>, estabelecendo coordenadas geográficas de latitude: 25° 22' 49" Sul e longitude: 54° 3' 8" Oeste, possui uma população de aproximadamente 4.568 habitantes, e tipo de solo subtropical úmido. As culturas mais desenvolvidas são da soja e milho no sistema de plantio direto (IBGE, 2016). As amostras dos nutrientes exploradas são divididas em macro e micronutrientes além dos níveis de saturação e bases. As médias determinadas nos resultados influenciaram sobre o diagnóstico de acordo com cada nutriente dentro dos padrões agronômicos.

Justificou-se avaliar a fertilidade dos nutrientes devido ao sistema de plantio, pois este sendo bem conduzido é apontado como uma estratégia de se obter produtividade e rentabilidade com sustentabilidade. Através de um manejo adequado com diversificação das atividades é possível reduzir a vulnerabilidade às condições climáticas e variações de preço no mercado e melhorar a qualidade do solo.

## MATERIAL E MÉTODOS

Os parâmetros das análises da pesquisa são referentes ao período de 2015 á 2016, disponibilizadas por um laboratório de análises agronômicas da região, contendo 104 códigos de propriedades com os respectivos nutrientes químicos.

Realizou-se a análise exploratória para obter a descrição dos dados a fim de verificar os padrões de classificação e interação, observando-se desta forma, possíveis características nas amostras.

O coeficiente de variação foi utilizado para quantificar a variabilidade das características químicas do solo. As médias dos nutrientes foram comparadas com a cartilha de padrão nutricional das análises do solo de Ribeiro, Guimarães & Alvarez (1999), para construir um perfil na escala agronômica dessas propriedades. A média obtida dos nutrientes é comparada através das médias em relação aos fatores nutricionais agronômicos.

Usou-se na pesquisa a análise fatorial para identificar a interação entre os nutrientes (Almeida & Guimarães, 2016). A análise de cluster ou agrupamentos classificou as propriedades (subgrupos ou conglomerados) em relação entre medidas e distâncias. Através de um gráfico de dendrograma permitiu-se demonstrar os resultados de aglomerações e divisão de dimensões das propriedades mais similares (Johnson & Wichern, 2007).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados referentes às amostras das propriedades permitiu obter uma avaliação sobre a fertilidade dos solos com eficiência. A Tabela 1 destaca as análises estatísticas dos nutrientes comparados com o manual agronômico.

Tabela 1 - Análise estatística descritiva e comparação das médias nutricionais de acordo com a classificação do manual agronômico.

Nutriente	Média	Classificação agronômica	Var	Sd	Coef. Var
K	0.36	Teor muito baixo (< 4.4)	0.03	0.16	45.85
Ca	5.83	Muito Bom (>4);	2.62	1.62	27.78
Mg	2.09	Muito bom (>1.5)	0.31	0.56	26.7
Ca+Mg	7.92	Muito bom (> 5.0 MG/dm <sup>3</sup> )	4.44	2.11	26.62
Al	0.02	Muito baixo (< 0.51- >2)	0	0.06	239.21

H+Al	5.23	Bom (5 - 9.0)	1.13	1.06	20.31
pH CaCl	5.31	Acidez Média (5.1-5.5)	0.11	0.33	6.23
pH H <sub>2</sub> O	5.9	Bom (5.5 -6.0)	0.1	0.32	5.39
C	20.42	Muito bom (>1.17)	28.88	5.37	26.32
Mo	35.2	Muito bom (>7.0)	85.85	9.27	26.32
P	8.47	Alto (6.1 - 8.3)	45.6	6.75	79.75
Zn	4.04	Alto (>1.0 > 2.2)	4.41	2.1	52
Cu	6.42	Alto (>0.8 > 1.8)	10.6	3.26	50.76
Fe	32.62	Bom (>19 >45)	171.42	13.09	40.14
Mn	46.84	Muito bom (> 6)	428.19	20.69	44.17
B	0.3	Baixo (< 0.36 >0.90)	0.01	0.09	30.85
S	5.06	Médio (3.7 - 5)	8.39	2.9	57.29
Prem	12.87	Médio (11.5 - 15.8)	14.06	3.75	29.14
SB	8.27	Muito bom (>6)	4.64	2.15	26.04
CTC	13.5	Muito bom (>4.6)	3.01	1.74	12.85
V%	60.66	Bom (60.1-80)	79.84	8.94	14.73
Al%	0.18	Muito baixa (<2.51)	0.17	0.42	236.22
Ca%	42.64	Abaixo (60 – 70%)	40.53	6.37	14.93
Mg%	15.37	Bom (10 – 20%)	8.81	2.97	19.31
H%	39.16	Muito alta (>5%)	75.89	8.71	22.24
K%	2.65	Bom (2 – 5%)	1.49	1.22	46

Legenda: Var: variação, Sd: desvio padrão, Coef. Var: coeficiente de variação, P: Fósforo, B: Boro, K: Potássio, Zn: Zinco, Ca: Cálcio, Mn: Manganês, S: Enxofre, Fe: Ferro, Mg: magnésio, Mo: molibdênio, Cl: cloro, C: carbono, Cu: cobre, Ca+Mg: cálcio e magnésio, CTC: CTC efetiva, Al: alumínio, V%: % das bases, H+Al: acidez, Al%: % saturação Al, pHCaCl: pH cloreto de cálcio, Ca%: % saturação Ca, Mg%: % saturação Mg, PReman: fósforo remanescente, H%: % saturação H, SB: soma das bases, K%: % Saturação K.

Interpretando as médias da Tabela 1, observasse que o pH e Al% refletiu em um valor baixo que é bom, pois as culturas de soja e milho são sensíveis a acidez. O pH da água mostrou-se adequado nos níveis para os nutrientes que permanecem disponíveis no solo.

A porcentagem de Ca apresentou-se baixo por sua capacidade de reter cátions, ou seja, a perdas de nutrientes por lixiviação não é grande nos solos analisados. Para o pH da água principalmente da camada superficial normalmente é maior do que o pH do CaCl, sendo assim nos resultados das análises constatou-se que pH da água está acima do pH do CaCl. A relação entre pH e V% os valores médios correspondentes são apropriados.

O aumento da MO indica uma relação com a tendência de aumentar a CTC e o pH de 7,0. Normalmente o teor de Ca é maior que o Mg, este maior que o K, maior que o Na (Ca > Mg > K > Na).

O Al nem sempre é suficiente para calcular a toxidez das plantas, pois estabelece uma proporção que ocupa na CTC efetiva. Diante disto, com o cálculo referente à saturação do Al%, estabeleceu-se mesmo assim um valor baixo (não prejudicial) considerado bom para a saúde das plantas. Representando para o H+Al uma acidez potencialmente apropriada. O PRem obteve resultado médio na avaliação considerado positivo para as plantas.

Os micronutrientes avaliados permitiram concluir que o Zn teve uma elevação alta, o Mn apresentou um nível muito bom, o Fe indicação de classificação boa, porém o Cu obteve um valor médio e o B teor muito baixo.

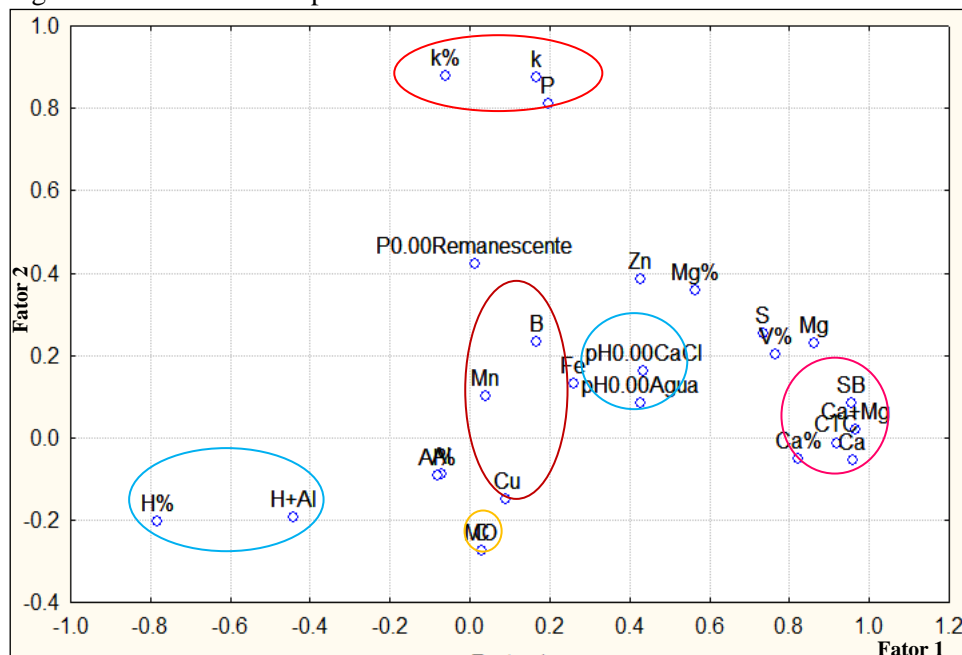
As saturações verificam o quanto em (%) dos pontos de troca de cátions estão ocupados pelas bases (Ca, Mg, K, Na). O P refletiu um valor alto que é considerado adequado para a maior variabilidade no solo.

Os valores nutricionais analisados não apresentaram pontos discrepantes sobre as médias, classificando-os como simétricos e relacionando os elementos e unidades com as medidas: mg/dm<sup>3</sup>, cmol/dm<sup>3</sup>.

Os resultados para as correlações constatou-se que o Mg, Ca+Mg, CTC e K% resultaram nas correlações mais significativas ao nível de  $p \geq 0,50$ . Portanto pH do CaCl, Cl, pH da água, S, SB, V%, Al%, Ca%, MG% e H% explicaram uma correlação variável, ou seja ( $\geq -0.50$  ou  $\geq 0.50$ ). As variáveis Ca, Al, C, Mo, Cu, Fe e PRem não obtiveram nenhuma correlação com as demais analisadas.

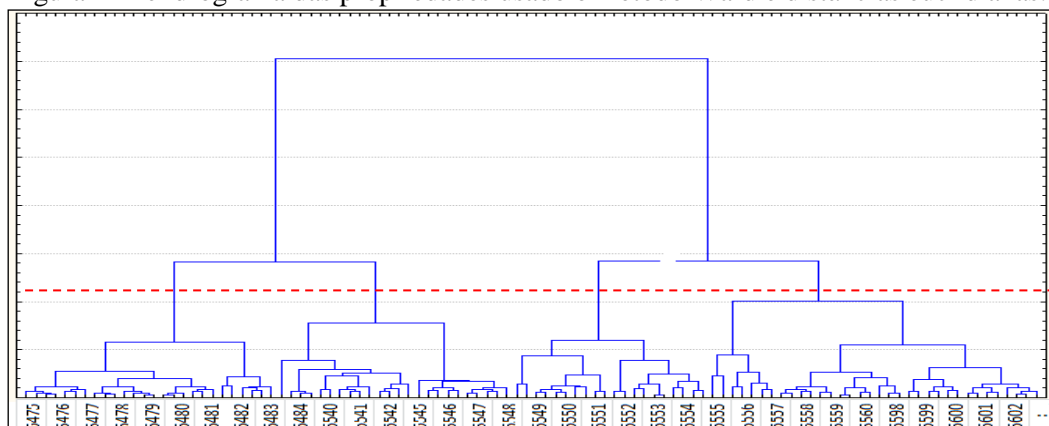
A extração dos dados na análise fatorial por meio do critério de Kaiser (autovalores >1) obteve cinco fatores constatando uma variância acumulada a 82,72% sobre os fatos determinados, representado na Figura 1, pelos dados nutricionais mais similares.

Figura 1 - Gráfico de Boxplot dos dados nutricionais da análise do solo.



O dendrograma (Figura 2) resultou em cinco grupos. As congruências entre as propriedades resultaram nos agrupamentos dos qual observado da direita para a esquerda, conclui-se que o primeiro grupo obteve 26 observações, no segundo 24, terceiro 20, quarto 7 e 27 observações no quinto.

Figura 2 -Dendrograma das propriedades usado o método Ward e distâncias euclidianas.



## CONCLUSÕES

As análises sobre as médias das propriedades resultaram em valores significativos para a avaliação da fertilidade, e para as culturas perenes de soja e milho, de forma que a avaliação é decorrente da época ter obtido boa variabilidade climática que contribuiu para produzir dados satisfatórios, já que uma produção depende de todas as partes interagindo (solo, planta e clima). Concluído algumas pequenas correções para K, Al, Be Zn e observância sobre os níveis de saturação Ca% e H% que se apresentaram abaixo do padrão exigido.

Os fatores resultados concluíram em grupos satisfatórios sobre os atributos químicos do solo, favorecendo a interação entre eles. Os cinco fatores extraídos obtiveram uma distribuição favorável para a descrição dos resultados, de maneira a ajudar na classificação dos padrões da escala da fertilidade pela forma da combinação dos atributos nutricionais.

A análise de cluster obteve similaridade entre as propriedades e seus elementos nutritivos, formando uma relação próxima entre as observações concluídas em cada aglomerado. É fundamental para o sucesso da adubação que haja balanceamento entre os nutrientes, pois ambos são essenciais para o bom desenvolvimento das plantas e dos microrganismos benéficos do solo. A promoção para o aumento da produtividade agrícola leva em consideração os princípios básicos de se ter boas práticas no uso eficiente dos fertilizantes tanto químicos quanto orgânicos para obter uma manutenção a longo tempo.

## REFERÊNCIAS

- Almeida, L. da Silva; Guimarães, E. C. Geoestatística e análise fatorial exploratória para representação espacial de atributos químicos do solo, na cafeicultura. *Coffee Science*, Lavras, v. 11, n. 2, p.195-203, jun. 2016.
- Ahmad, W. et al. Recovery of organic fertility in degraded soil through fertilization and crop rotation. *Journal Of The Saudi Society Of Agricultural Sciences*, v. 13, n. 2, p.92-99, jun. 2014. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jssas.2013.01.007>.
- Broch, D. L.; Ranno, S. K. Fertilidade do Solo, Adubação e Nutrição da Cultura da Soja. *Fundação Ms, Maracaju, Ms*, v. 1, n. 1, p.1-37, jan. 2012.
- Freire, F. M. et al. Fertilidade de solos. Versão Eletrônica Embrapa Milho e sorvo, Mg, v. 8, n. 1, out. 2012. ISSN 1679-012X.
- IBGE. Paraná - Serranópolis do Iguçu. 2016. Disponível em: <<http://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?lang=&codmun=412635&search=parana|serranopolis-do-iguacu>>. Acesso em: 15 abr. 2017.
- Johnson, R. A.; Wichern, D. W.. *Applied multivariate stactical analysis*. Texas: Pearson Praticce Hall, 2007. 773 p. (6). ISBN 0131877151.
- Mittu, A. C. Bi. Soil Health - An Issue of Concern for Environment and Agriculture. *Journal Of Bioremediation & Biodegradation*, v. 06, n. 03, p.1-10, 2015. OMICS Publishing Group. <http://dx.doi.org/10.4172/2155-6199.1000286>.
- Ribeiro, A.C.; Guimarães, P.T.G.; Alvarez, V. *Recomendação para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5 aproximação*. Viçosa, MG: Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, 1999. 359p.