



## COMPORTAMENTO ESPACIAL E TEMPORAL DO pH EM UM LATOSSOLO VERMELHO COM SISTEMA DE PLANTIO DIRETO MANEJADO COM FERRAMENTAS DE AGRICULTURA DE PRECISÃO

Fernando Dubou Hansel<sup>1</sup>, Telmo Jorge Carneiro Amado<sup>2</sup>, Leandro Ricardo de Nadai Geib<sup>3</sup>, Diego Schmidt Schossler<sup>4</sup>, Rafael Pivotto Bortolotto<sup>5</sup>

1. Pós-Graduando em Ciência do Solo da Universidade Federal de Santa Maria (fernandodhansel@hotmail.com)
2. Professor Doutor do Departamento de Solos da Universidade Federal de Santa Maria
3. Pós-Graduando em Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Santa Maria
4. Pós-Graduando em Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Santa Maria
5. Engenheiro Agrônomo Doutor da Universidade Federal de Santa Maria

**Recebido em: 06/10/2012 – Aprovado em: 15/11/2012 – Publicado em: 30/11/2012**

### RESUMO

É possível com as ferramentas atualmente existentes na agricultura monitorar o comportamento espacial e temporal do pH do solo. Através de práticas de manejo propostos pela agricultura de precisão (AP), o projeto Aquarius vem fazendo estudos em áreas comerciais gerenciando detalhadamente os valores de pH e assim estabelecendo importantes informações que caracterizam o solo. O estudo foi realizado no município de Victor Graeff-RS-Brasil, em uma área comercial de 50,6 ha. Por meio da análise das amostragens foi verificado que inicialmente (2005) a área apresentava um baixo CV (5%) entre os valores de pH avaliados. E que tendo como referencia o pH médio da área, pH 5,9, observou-se que 36% dos pontos georreferenciados apresentaram-se abaixo da média, 20% igual a média e 44% acima da média. No ano de 2009, a média dos valores do pH do solo da área foi de 5,5, sendo que 32% dos pontos georreferenciados apresentaram-se abaixo da média, 18% igual a média e 50% acima da média, mostrando a tendência natural de redução do pH ao longo do tempo. O manejo com agricultura de precisão mostrou-se eficiente no monitoramento do pH do solo.

**PALAVRAS-CHAVE:** pH do solo, variabilidade espacial, sítios específicos

## SPATIAL AND TEMPORAL BEHAVIOR OF PH IN A SYSTEM WITH TYPIC TILLAGE HANDLED WITH PRECISION TOOLS OF AGRICULTURE

### ABSTRACT

You can with the tools that currently exist in agriculture to monitor spatial and temporal behavior of soil pH. Through management practices proposed by precision agriculture (AP) Project Aquarius been doing studies on managing commercial areas in detail the pH and thus establishing important information that characterize the soil. The study was conducted in the town of Victor-RS-Brazil, in a commercial area of 50.6 ha. Through analysis of the samples was found to initially (in 2005) the area had a low CV (5%) between the pH values evaluated. And taking as reference the average pH area pH 5.9, it was observed that 36% of georeferenced points were below average, average equal to 20% and 44% above average. In 2009, the average pH values of the soil in the area was 5.5, with 32% of georeferenced points were below average, equal to 18% average and 50% above average, showing the trend natural pH decrease over time. The handling with precision agriculture was efficient in monitoring soil pH.

**KEYWORDS:** Soil pH, spatial variability, site-specific

### INTRODUÇÃO

Os solos do Rio Grande do Sul, em especial os Latossolos Vermelhos, em seu estado natural são predominantemente ácidos, apresentando restrições ao desenvolvimento da maioria das plantas cultivadas (CQFS – RS/SC, 2004). A acidificação do solo é um processo natural e sua intensidade depende de fatores intrínsecos do solo e das perturbações a que o sistema é submetido (KAMINSKI & RHEINHEIMER, 2000).

Assim, as principais causas químicas da acidez do solo são a água da chuva (dissociação do ácido carbônico –  $H_2CO_3$ ), a elevada adição de fertilizantes nitrogenados (ureia e sulfato de amônio), associadas a perdas por lixiviação de N e de cátions como Ca, K e Mg (AMADO & SANTI, 2007). Segundo RHEINHEIMER *et. al.*, (2000) a decomposição de materiais orgânicos também podem causar acidificação do solo pela deposição dos resíduos culturais deixados na superfície (dissociação de prótons de grupamentos carboxílicos e fenólicos da matéria orgânica e de resíduos culturais). Segundo PAIVA *et. al.*, (1996) a magnitude e a velocidade dos processos de reacidificação do solo no sistema plantio direto são diferentes daqueles apresentados em cultivo convencional.

A acidez do solo influencia na disponibilidade de nutrientes para as plantas. Segundo AMADO & SANTI (2007), em solos muito ácidos, é reduzida a disponibilidade da maioria dos nutrientes, menos dos micronutrientes ferro, cobre, manganês, e zinco, e é alta a disponibilidade de alumínio, elemento tóxico para as plantas. Outro problema frequente de disponibilidade de nutrientes em solos ácidos é com o fósforo e o molibdênio, pela sua alta capacidade de adsorção aos óxidos de ferro e alumínio, que são mais reativos em menor pH. Através de práticas de manejo propostos pela agricultura de precisão (AP) é possível detectar a heterogeneidade e o comportamento da fertilidade, dentre elas o pH, e assim propiciar um manejo diferenciado na área. A AP consiste na combinação de recursos agronômicos com atributos do solo e exigências das culturas, sempre que havendo variabilidade

espacial no campo (MONDO *et al.*, 2012).

Trabalhos realizados por MACHADO *et al.*, (2007) demonstraram que a maioria de atributos analisados em Latossolos vermelhos apresentam dependência espacial, demonstrando a importância da agricultura de precisão no manejo da fertilidade do solo. GUEDES FILHO (2009) concluiu que variabilidade espacial encontrada para os atributos químicos justifica a utilização da AP na aplicação de corretivos e fertilizantes. O conhecimento da variabilidade espacial dos atributos químicos do solo torna-se fundamental para otimizar as aplicações localizadas de corretivos e fertilizantes e reduzir a degradação ambiental provocada pelo excesso destes, melhorando dessa maneira o controle do sistema de produção das culturas (SILVA *et al.*, 2007; CAVALCANTE *et al.*, 2007).

Nesse contexto o objetivo deste trabalho foi determinar a variação do pH em uma área comercial com plantio direto consolidado, monitorada através de ferramentas de agricultura de precisão.

## METODOLOGIA

A pesquisa foi realizada em uma área comercial no planalto médio do Rio Grande do Sul com coordenadas geográficas 28°53'S e 52°67'W. A área experimental (50,6 ha) vem sendo utilizada com sistema de plantio direto há mais de dez anos, sem adição de calcário posteriormente. O solo é classificado como Latossolo Vermelho EMBRAPA (2006) com textura, em geral, argilosa. O clima da região é do tipo Cfa– subtropical, com altitude aproximada de 560 metros.

A área vem sendo trabalhada com agricultura de precisão desde 2005. As amostragens foram realizadas nos períodos de inverno nos anos de 2005 e 2009, com as culturas estabelecidas, aveia e trigo respectivamente. Primeiramente procedeu-se o georeferenciamento da área com uso de GPS de navegação. Com o auxílio do software CR-Campeiro 5 (Geomática-UFSM), gerou-se uma malha de amostragem 100 x 100 m (1 ponto por ha). No qual foram determinados os atributos do solo (pH e SMP) em cada ponto georeferenciado (PG).

As coletas de solo procederam-se a partir da localização do PG com o auxílio de um GPS de navegação Garmin e um trado calador. Foram coletadas 10 sub-amostras na profundidade 0-10 cm distribuídas espacialmente ao redor do ponto central no formato de uma cruz. As amostras de solo, após secas ao ar e peneirada, foram analisadas no laboratório de Uso, Manejo e Conservação do Solo da UFSM, de acordo como os procedimentos descritos por TEDESCO *et al.*, (1995).

Os dados obtidos nas análises foram interpolados e espacializados pelo inverso do quadrado da distância utilizando-se o programa CR-Campeiro 5, gerando-se assim os mapas de pH e índice SMP.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

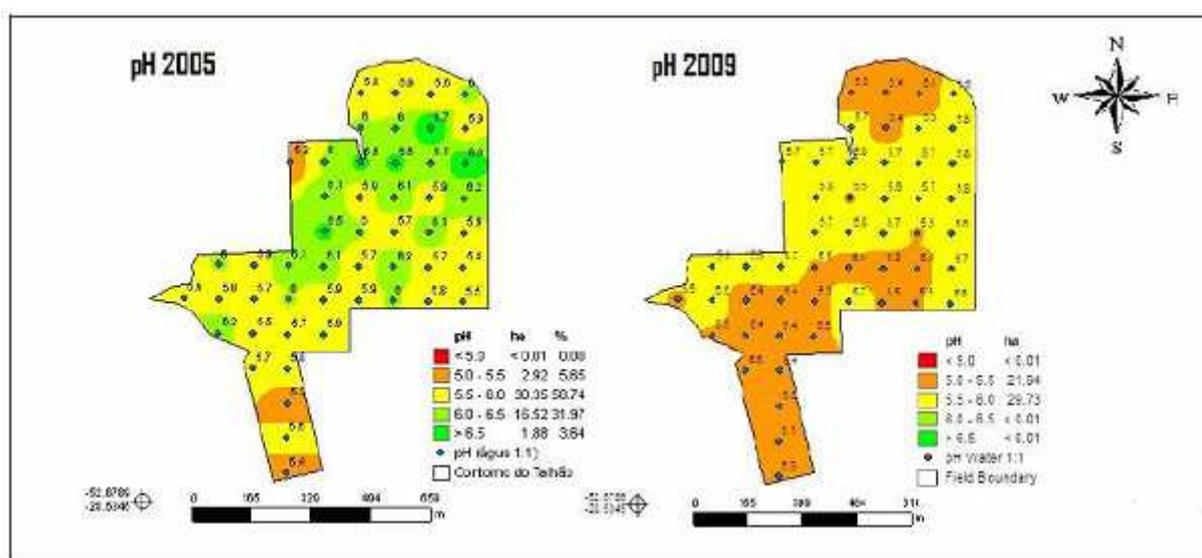
Os resultados obtidos a partir das análises de solo revelaram uma baixa variabilidade espacial de pH no início dos trabalhos (5% de coeficiente de variação), isto devido ao manejo da área e uma anterior aplicação de calcário (Figura 1).

Em 2009 foi observado uma redução de pH quando comparado ao ano de 2005, de 0,4 pontos em média. (Tabela 1), estando de acordo com AZEVEDO *et al.*, (1996) que demonstraram que em sistema de plantio direto a necessidade de calagem é reduzida ao longo do tempo quando comparada com o plantio

convencional.

Através deste dado pode-se formular uma hipótese futura, tendo a previsão do período em que será necessária a intervenção com calcário.

Usando como parâmetro a média dos valores de pH do solo da área (pH 5,9), em 2005 observou-se que 36% dos pontos georreferenciados apresentaram-se abaixo da média, 20% igual a média e 44% acima da média (Tabela 2).



**FIGURA 1.** Mapas comparativos entre os pH do solo dos anos de 2005 e 2009 na área experimental no município de Victor Graeff.

**TABELA 1.** Análise estatística dos anos de 2005 e 2009.

	2005	2009	Diferença de pH
Máximo	6,7	5,8	0,5
Mínimo	5,2	5,1	-1,1
Média	5,9	5,5	0,4
Variância	0,09	0,035	0,07
Desvio padrão	0,3	0,18	0,27
Coeficiente de variação	0,05	0,03	0,72

Resultados semelhantes foram obtidos por COSTA (2008), demonstrando a distribuição assimétrica do atributo pH na área pesquisada. Para o ano de 2009, a média dos valores do pH do solo da área foi de 5,5, sendo que 32% dos pontos georreferenciados apresentaram-se abaixo da média, 18% igual a média e 50% acima da média, mostrando a tendência natural de redução do pH ao longo do tempo (Tabela 2).

**TABELA 2.** Classificação dos pontos amostrais com referência a média dos valores do pH do solo em percentagem.

	2005	2009
Média	5,9	5,5
> média	36	32
Igual a média	20	18
< média	44	50

O pH de referência é o valor do pH do solo mais adequado ao desenvolvimento das culturas. Acima deste valor não é observada resposta dessas à calagem (CQFS – RS/SC, 2004). Assim, se for utilizado os valores de pH referência pode-se observar para o ano de 2005 que 10% da área encontrava-se entre a faixa de pH 5,0 - 5,5 e 90% acima de pH 5,5. Não sendo observado pH inferiores a pH 5,0. (Tabela 3).

**TABELA 3.** Classificação dos pontos amostrais com referência no pH.

pH	2005	2009
< 5,0	0	0
5,0 – 5,5	10	50
> 5,0	90	50

Em 2009, os valores compreendidos entre pH 5,0 – 5,5 representaram 50% dos pontos amostrados, outros 50% ficaram acima de pH 5,5. Novamente não se encontraram pontos amostrais abaixo de pH 5,0.

Os valores percentuais atribuídos em cada faixa de pH nos anos de 2005 e 2009 ajudam na caracterização deste solo, dando a noção dos processos de acidificação e do comportamento espacial e temporal do pH do solo.

## CONCLUSÃO

A variabilidade espacial encontrada na área no início das observações demonstrou-se baixa.

Foi possível analisar o comportamento temporal e espacial do pH em uma área com sistema de plantio direto com rotação de culturas do ano de 2005 a 2009 e assim obter a tendência natural de redução do pH ao longo dos anos em um Latossolo vermelho.

Desta forma o manejo com agricultura de precisão mostrou-se eficiente para o acompanhamento da evolução dos teores de pH do solo.

## REFERENCIAS

AMADO, T.J.C.; SANTI, A.L. Agricultura de precisão aplicada ao aprimoramento do manejo do solo. In: FUNDACEP. (Org.). **Manejo e Fertilidade do Solo sob Sistema Plantio Direto**. 1 ed. Cruz Alta: Editora Berthier, v. p. 99-144, 2007.

AZEVEDO, A.C.; KÄMPF, N.; BOHNEN, H. Alterações na dinâmica evolutiva de latossolo bruno pela calagem. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.20, p.191-198,1996.

CAVALCANTE, E.G.S.; ALVES, M.C.; SOUZA, Z.M.; PEREIRA, G.T. Variabilidade espacial de atributos químicos do solo sobdiferentes usos e manejos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, n.31, p.1329-1339, 2007.

CQFS – RS/SC - COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO – RS/SC. **Manual de Adubação e Calagem para os estados do Rio Grande do Sul e santa Catarina**, 2004, 400p.

COSTA, D.M.A. impactos da irrigação na variabilidade espacial e temporal da salinidade de um solo aluvial no semi-árido potiguar. **Holos**, Natal, v. 2, p. 62-71, 2008.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA-EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema brasileiro de classificação de solos. **Embrapa Produção da Informação**, Brasília, n.2, p.306, 2006.

Guedes Filho, O. **Variabilidade espacial e temporal de mapas de colheita e atributos do solo em um sistema de semeadura direta** (Dissertação de Mestrado). Campinas: Instituto Agrônomo, 2009. 97 fls.

KAMINSKI, J.; RHEINHEIMER, D.S. **A acidez do solo e a nutrição mineral de plantas**. In: KAMINSKI, J. (Ed.). Uso de corretivos da acidez do solo no plantio direto. Pelotas : SBCS/NRS, Cap.2, p.21-39, 2000.

MACHADO, L.O.;LANA, A.M.Q.; LANA, R.M.Q.; GUIMARÃES, E.C.; FERREIRA, C.V.Variabilidade espacial de atributos químicos do solo em áreas sob sistema plantio convencional. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa , v. 31, n. 3, 2007

MONDO, V.H.V.; GOMES JUNIOR, F.G.; PINTO, T.L.; MARCHI, J.L.; MOTOMIYA, A. V.A.; MOLIN, J.P.; CICERO, S.M. Spatial variability of soil fertility and its relationship with seed physiological potential in a soybean production area. **Revista Brasileira de Sementes**, Viçosa, v.34, p.193-201, 2012.

PAIVA, P.J.R. et al. Acidificação de um Latossolo Roxo do estado do Paraná sob diferentes sistemas de manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.20, p.71-75, 1996.

RHEINHEIMER, D,S; KAMINSKI, J.; XAVIER, F,M.; SANTOS, E, J, S.; Aplicação superficial de calcário no Sistema Plantio Direto consolidado em solo arenoso. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 30, n. 2, p. 263-268, 2000.

SILVA, F.M.; SOUZA, Z.M.; FIGUEIREDO, C.A.P.; MARQUES JÚNIOR, J.; MACHADO, R.V. Variabilidade espacial de atributos químicos e da produtividade na cultura do café. **Ciência Rural**, Santa Maria, n.37, p.401-407, 2007.

TEDESCO, M.J. GIANELLO, C.; BISSANI, C.A.; BOHNEN, H.; VOLKWEISS, S.J. **Análise de solo, plantas e outros materiais**. 2. Ed.ver. e ampl. Porto Alegre: Departamento de Solos da UFRGS, 1995. 174p. (Boletim Técnico de Solos,5).