



## ATRIBUTOS FÍSICOS, QUÍMICOS E CONDUTIVIDADE ELÉTRICA APARENTE EM ZONAS DE MANEJO DE UM ARGISSOLO VERMELHO CULTIVADO COM A CULTURA DA CANA

Carolina Cattani **Najm**<sup>1</sup>; Nayla Nogueira **Cristovão**<sup>2</sup>; Marcio Aurélio Pitta **Bidóia**<sup>3</sup>; Sandro Roberto **Brancalião**<sup>4</sup>

Nº 14105

**RESUMO** – *Esse trabalho teve por objetivo avaliar os atributos físicos, químicos e a biometria em função de Zonas de Manejo (ZM) com a condutividade elétrica aparente do solo sob um Argissolo Vermelho amarelo cultivado com a cultura da cana-de-açúcar. O experimento foi conduzido na Usina Guarani em Olímpia, SP, e foram avaliadas quatro zonas de manejo em função da condutividade elétrica aparente. A condutividade elétrica aparente foi medida através do aparelho Veris, que é um implemento que foi acoplado a um trator e trafegado por todo talhão. As amostras, foram analisadas, apresentaram resultados diferentes, reforçando a importância de análises detalhadas dentro da mesma área. Há diferenças em relação aos atributos químicos principalmente o fósforo, devido ao manejo submetido. É necessário aperfeiçoamento da tecnologia do Veris e maiores estudos sobre a relação dos atributos físicos, químicos e condutividade elétrica aparente, entretanto através da ferramenta Arctollbox possibilitou-se a definição dos sítios específicos de manejo, além da biometria correlacionando com a amplitude de cada atributo químico e físico do solo. As ZM respondem diferentemente de acordo com a condutividade elétrica e a incorporação ou não de fertilizantes e subprodutos. Não houve diferença em relação a biometria principalmente em ZM onde observou-se ferrugem nesta variedade. Houve incremento de fósforo em ZM até 20 cm, entretanto a densidade do solo foi a que mostrou dentre os atributos físicos avaliados uma maior compactação.*

**Palavras-chaves:** fósforo, densidade do solo, *Saccharum* spp, variabilidade, resistividade do solo.

1 Autora, Bolsista CNPq (PIBIC): Graduada em Engenharia Ambiental Centro Universitário UNISEB-COC, Ribeirão Preto, SP; carolinacattaninajm@uol.com.br

2 Colaboradora: Graduada em Engenharia Agrônoma pelo Centro Universitário Moura Lacerda

3 Colaboradora: Engenheiro Agrônomo MSc. Programa Cana IAC, Ribeirão Preto – SP

4 Orientador: Pesquisador Científico do Centro de Cana, Ribeirão Preto – SP; brancaliao@iac.sp.gov.br



**ABSTRACT-** *This study aimed to evaluate chemical properties, physical and soil apparent electrical conductivity in an alfisol where it is cultivated sugar cane. The experiment was carried at Guarani Factory in Olimpia - SP, and four management zones were evaluated according to the apparent electrical conductivity. The apparent electrical conductivity was measured by Veris device, which is an implement that was coupled to a tractor and trafficked across the field. The samples analyzed showed different results, reinforcing the importance of detailed analyzes within the same area. There is changes concerning to chemical attributes mainly phosphorus due to the treatment that the soil is submitted. Improvement of the Veris technology and further studies on the relationship between the chemical and physical attributes, and apparent electrical conductivity, however Arctollbox tool enabled the definition of specific sites management is necessary, beyond biometrics correlating with the amplitude of each soil attribute. There is improvement of phosphorus until 20 cm and the bulk density was the attribute which more showed the changes about that soil.*

**Key-words:** phosphorus, bulk density, *Saccharum* spp., variability, resistivity

## **1 INTRODUÇÃO**

No setor agrícola, a agricultura de precisão, revela-se como um recente ramo de pesquisa e é possivelmente a que apresenta as possibilidades mais promissoras na geração de novas tecnologias e propostas de gerenciamento de lavoura. Além do que, é estimuladora do uso consensual de insumos e permite uma diminuição nos custos de produção por área refletindo em larga escala e proporciona ganhos ambientais. O cultivo do solo acarreta alterações nos atributos físicos, dependendo da intensidade de preparo do solo e/ou manejo adotado. As principais alterações são evidenciadas pela diminuição do volume de macroporos, tamanho de agregados, taxa de infiltração de água no solo e aumento da resistência à penetração de raízes e densidade do solo (KLEIN; BOLLER, 1995). As propriedades físicas do solo desempenham importante papel, senão o principal dentre as propriedades do solo (WARRICK; NIELSEN, 1980). Com isso, o aumento da densidade do solo são uma das principais alterações que trás como consequência a redução da aeração, modificações na disponibilidade de fluxo de água e gases, modificando também a resistência do solo à penetração radicular. (MEEK et al., 1992).



**8º Congresso Interinstitucional de Iniciação Científica – CIIC 2014**  
**12 a 14 de agosto de 2014 – Campinas, São Paulo**

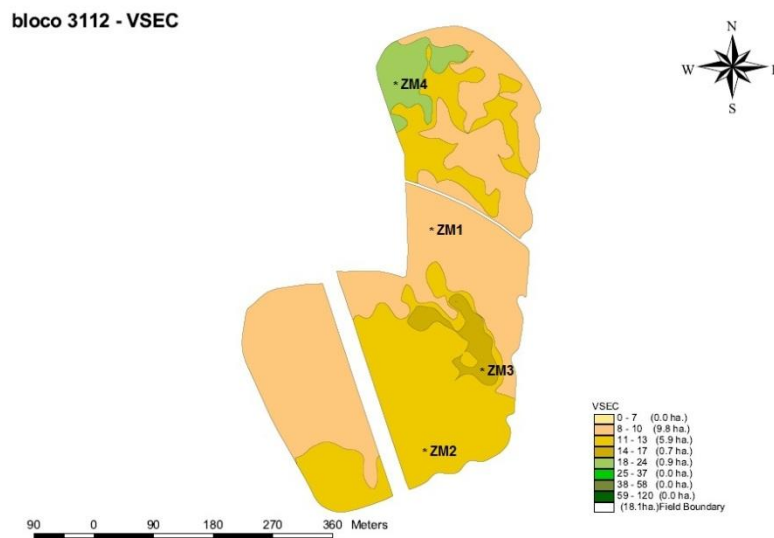
Inferências em relação mudança na CTC do solo e teores de matéria orgânica também são influenciados pela adição de torta. No solo, existem diversas inter-relações entre os atributos físicos, químicos e biológicos que controlam os processos e os aspectos relacionados à sua variabilidade. Qualquer alteração no solo altera diretamente sua atividade biológica e sua estrutura, assim, refletindo na fertilidade e nos agroecossistemas, podendo inclusive promover prejuízos à qualidade do solo e à produtividade das culturas. Quando se observa mapas de colheitas, é possível se obter informações relacionadas a processos físicos, químicos e biológicos sob certas condições climáticas. Todavia, os mapas de colheitas exclusivamente, não são suficientes para fornecer informações para distinguir entre as diversas fontes de variabilidade e não dão orientações claras sobre a influência da variabilidade de propriedades físico-químicas do solo (RABELLO, 2009), assim a condutividade elétrica aparente atrai maior atenção, por ser um método que permite a diminuição dos custos e é mais rápido para indicar a produtividade de um determinado solo. O sucesso da Agricultura de Precisão (AP) está na identificação e delimitação de regiões homogêneas dentro da área produtiva, as quais receberiam tratamento diferenciado visando compensar as diferenças existentes em relação às demais glebas. E ao permitir avaliar a variabilidade espacial do solo, a AP se torna uma ferramenta de grande valia na tomada de decisões gerenciais para os diferentes sistemas de cultivo (KOCH;KHOSLA, 2003)

No presente trabalho as ZM foram compostas através do uso do sistema VERIS, baseadas na condutividade elétrica aparente, tal atributo está sendo correlacionado com as bases trocáveis e com o fósforo. Como não foi determinada a textura do solo neste trabalho, sugere-se que com o aumento da condutividade elétrica o teor de argila também aumenta com a sua variabilidade no espaço e, por conseguinte buscou-se correlacionar com as bases trocáveis, devido à boa retenção de cátions nesse tipo de solo.

Hipótese geral: Existe alguma relação entre a condutividade elétrica aparente do solo, e os atributos químicos e físicos do solo, refletindo no desenvolvimento da cana. Hipótese restrita: Em qual(is) dos atributos químicos e/ou físicos identificaremos maior correlação entre química, física, produção de fitomassa e condutividade elétrica aparente, em função da alta aplicação de torta de filtro na renovação da Cultura da Cana. O presente trabalho teve como objetivo avaliar os atributos químicos, físicos e a condutividade elétrica aparente sob um Argissolo Vermelho amarelo cultivado com a cultura da cana-de-açúcar, que foi submetido a altas doses de torta de filtro em diferentes Zonas de Manejo.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

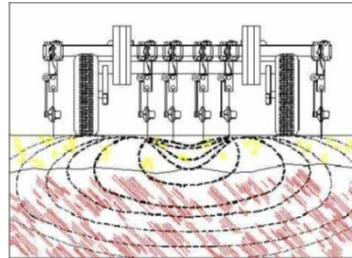
O presente trabalho foi conduzido na Usina Guarani, Unidade Cruz Alta localizada no município de Olimpia - SP, em Janeiro de 2014, sobre área de Argissolo Vermelho Amarelo (PV1), cultivado com cana-de-açúcar, variedade RBSP81-3250, na fase de cana planta, após renovação. A área foi submetida à uma dose excessiva de torta de filtro, estimando-se uma dose de 40 t ha<sup>-1</sup> de torta de filtro. Foram realizadas análises químicas e físicas, além de ter sido realizada a biometria da cana para a análise estatística desses dados após a identificação das Zonas de Manejo (ZM) com a condutividade elétrica. A análise química foi realizada por ZM, ao redor da trincheira, no modelo célula, onde ficou configurado o sítio específico de manejo adotado para caracterização do solo no dia 18 de março de 2014, o bloco escolhido para conduzir o trabalho foi o 3112 (Figura 1), foram definidas quatro ZM, perfazendo uma área total de 17,3 hectares.



**Figura 1.** Zonas de Manejo Atribuídas pela Condutividade Elétrica Aparente

Nas mesmas ZM foram feitas análises físicas de amostras indeformadas do solo com anel volumétrico, para medir macroporosidade, microporosidade e porosidade total do solo, através da amostragem na área que consistiu na abertura de quatro trincheiras distribuídas no bloco. Todas as trincheiras foram divididas em quatro camadas de solo, sendo: 0-5cm; 5-10cm; 10-20cm e 20-30 cm; para cada camada, um anel volumétrico de Kopeck foi utilizado. A leitura do mapa foi realizada até a profundidade de 30 cm e a estratificação das profundidades em camadas sendo de 0-5cm; 5-10cm, 10-20cm e 20-30cm. Esses dados foram medidos pelo método convencional de anel volumétrico no Laboratório de Física dos Solos da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias da Unesp de Jaboticabal, Departamento de Solos e Adubos. Cada medida é registrada de acordo

com sua posição georeferenciada, através de um sistema de GPS (CARTER; RHOADES; CHESSON, 1993). No sistema comercial VERIS 3000 utiliza-se como eletrodos de medida seis discos de 25 cm de diâmetro, sendo os quatro discos internos para medida de condutividade elétrica a 30 cm de profundidade e os dois externos para 90 cm de profundidade (Figura 2).



**Figura 2.** Desenho da disposição dos discos no sistema VERIS.

O aparelho utilizado para fazer a leitura da condutividade elétrica (CE) do solo, o Veris, cedido pela empresa Stara da cidade de Não Me Toque – RS. O mecanismo proporciona a correlação com produto de fatores tanto estáticos como dinâmicos que incluem a salinidade do solo, a mineralogia e argila, umidade, resistividade e temperatura. Para a confecção das ZM, o Veris mediu a condutividade elétrica através do método interpolador da Krigagem (VIEIRA et al., 1997) em uma área comercial que estava na fase de renovação. Foi realizada análise de variância inteiramente casualizada e teste de student (LSD) a 5% de probabilidade.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 a ZM 1 foi a que apresentou maior compactação do solo, admitindo-se valores médios superiores a 1,7 Kg dm<sup>-3</sup>. Na camada de 10-20 e 20-30 cm, houve um incremento da densidade provavelmente devido a cicatrizes no preparo e na incorporação da torta de filtro. Este fato é bastante evidenciado em área de preparo de solo com continua atuação dos órgãos ativos dos implementos na mesma profundidade.

**Tabela 1.** Variabilidade da densidade do solo em diferentes sítios específicos em Argissolo Vermelho, em Olímpia-SP.

	DS				Média ZM
	0-5	5-10	10-20	20-30	
ZM1	1,70a	1,70b	1,80a	1,90a	1,78a
ZM2	1,60b	1,60c	1,50c	1,20c	1,48c
ZM3	1,60b	1,80a	1,70b	1,80b	1,73b
ZM4	1,60b	1,70b	1,80a	1,80b	1,73b
Médias Camadas	1,63C	1,70A	1,70A	1,68B	

Letras iguais Maiúsculas nas Linhas não Diferem entre si e minúsculas nas colunas também não diferem.



**8º Congresso Interinstitucional de Iniciação Científica – CIIC 2014**  
**12 a 14 de agosto de 2014 – Campinas, São Paulo**

O número de macroporos, mostrado na Tabela 2, na ZM4 foi maior, com dobro de macroporos comparada aos outros na camada de 0-5. Houve alteração na aeração, provavelmente, devido à forma de incorporação da torta de filtro.

**Tabela 2.** Variabilidade da macroporosidade do solo em diferentes sítios específicos em Argissolo Vermelho, em Olímpia-SP.

	MA				Médi a ZM
	0-5	5-10	10-20	20-30	
ZM1	5c	4d	5c	4c	4,5d
ZM2	6b	5c	5c	6a	5,5c
ZM3	5c	6b	13a	5b	7,3b
ZM4	16a	7a	6b	6a	8,8a
Médias Camadas	8A	5,5C	7,3B	5,3D	

**Letras iguais Maiúsculas nas Linhas não Diferem entre si e minúsculas nas colunas também não diferem.**

O número de macroporos na ZM4 foi maior, com dobro de macroporos comparada aos outros na camada de 0-5. Houve alteração na aeração, provavelmente, devido à forma de incorporação da torta de filtro. A ZM2 obteve uma maior porosidade total por todas as camadas de solo, como observado na Tabela 3, mas na camada de 20-30 foi a mais destacada, com incremento na porosidade total, pois o horizonte B deste Argissolo (PV1), já se inicia a 30cm, com mudança abrupta de textura refletindo nos microporos.

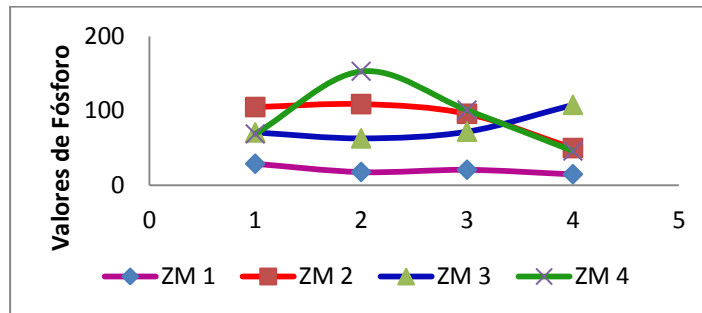
**Tabela 3.** Variabilidade da porosidade total do solo em diferentes sítios específicos em Argissolo Vermelho, em Olímpia-SP.

	PT				Média ZM
	0-5	5-10	10-20	20-30	
ZM1	36c	39a	26d	27d	32d
ZM2	41a	39a	44a	57 <sup>a</sup>	45a
ZM3	37b	33c	36b	31b	34,3b
ZM4	41a	34b	31c	30c	34c
Médias Camadas	38,8A	36,3B	34,3D	36,3C	

A ZM 2 teve a melhor resposta em relação aos atributos químicos o que pode estar correlacionado, a uma menor incidência de ferrugem alaranjada no campo, onde a planta menos estressada pode absorver melhor o nutriente. Embora o fósforo tenha pouca mobilidade no solo, o que foi absorvido pela planta tem boa mobilidade dentro da planta, que traz benefícios no status da adubação orgânica, pois o íon  $H_2PO_4^-$  está estreitamente relacionado com teores de água na difusão (Barber, 1995) e a própria CE aparente, intimamente relacionado com o P remanescente (Machado et al., 2006). Em relação às bases trocáveis tiveram um comportamento semelhante ao fósforo, entretanto nas Zonas (Z1, Z3 e Z4), percebe-se uma estratificação diferenciada do escopo



da fertilidade mostrando que os corretivos não foram bem incorporados neste caso, sugerindo um perfil superficial menos uniforme. O uso do cultivador em soqueiras futuras pode-se fazer necessário para uniformizar o perfil do solo e a fertilidade química do solo.



**Figura 3.** Variabilidade do Fósforo nas Zonas de Manejo

Os componentes biométricos não apresentaram diferenças informando que embora a CE aparente, tenha estratificado a área em diferentes zonas de manejo em função da torta de filtro, não foi possível correlacionar, e tão pouco observar diferenças entre a biometria realizada, tanto em relação ao peso, que pode ser relacionado ao TCH (tonelada de colmos /ha), como em relação ao perfilhamento, sendo assim a variedade SP81-3250, demonstrou uniformidade em relação à aplicação de fósforo.

#### 4 CONCLUSÃO

As ZM respondem diferentemente de acordo com a condutividade elétrica e a incorporação ou não de fertilizantes e subprodutos. Houve incremento de fósforo em ZM em função da adição de torta com maiores valores na superfície e as cicatrizes de preparo proporcionaram compactação em função do método de incorporação. A mudança abrupta deste solo fica a 30 cm, devido a práticas extensivas de manejo (perda de solo-processo erosivo em Argissolo), o que pode ter mascarado a avaliação da microporosidade, pois a 30 cm já se identificou o horizonte B, o efeito da textural de mudança de horizonte A para horizonte diagnóstico, neste caso, e para esta profundidade pode ter sido maior que do manejo. Entretanto o presente trabalho possibilitou avaliar ganhos na porosidade total após a aplicação da torta de filtro.

#### 5 AGRADECIMENTOS

Agradecimentos ao CNPq, ao meu orientador, a Usina Guarani, Unidade Cruz Alta/Grupo TEREOS, e a todas as pessoas que de alguma forma colaboraram com este trabalho.



## 6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BARBER J, **Molecular processes of photosynthesis**. Advances in molecular and cell biology, volume 10, series editor EE Bittar. Hampton Hill, UK: JAI Press Ltd., 1995, 437p.
- BULLOCK, D. S.; BULLOCK, D. G. **Economic optimality of input application rates in precision farming**. Prec. Agric., Dordrecht, v. 2, 2000, p. 71-101.
- CARTER, L.M.; RHOADES, J.D.; CHESSON, J.H. **Mechanization of soil salinity assessment for mapping**. St. Joseph: **ASAE**, 1993. ASAE Winter Meetings, 12-17 December 1993, Chicago, IL., MI, USA. (ASAE Paper No. 931557).
- EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Manual de métodos de análise de solo**. Rev. atual. v.2, p.11-12, 1997.
- INAMASSU, R. Y.; SIMÕES, M. S.; LUCHIARI JÚNIOR, A.; RABELLO, L. M.; MOLIN, J. P. **Sistema de medida de condutividade elétrica do solo adaptado a um implemento agrícola (Subsolador)**. Revista Ciência Técnica, São Carlos, 1ª edição, 2007.
- KLEIN, V. A; BOLLER, W. **Avaliação de diferentes métodos de manejos do solo e métodos de semeadura em área sob sistema de plantio direto**. Ci. Rural, v.25, p. 395-398, 1995.
- KOCH, B.; KHOSLA R. **The role of precision agriculture in cropping systems**. Journal of Production Agriculture, v. 12, p. 607-617, 1999.
- MCBRIDE, R. A.; GORDON, A.M.; SHRIVE, S. C. **Estimating forest soil quality from terrain measurements of apparent electrical conductivity**. Soil Sa. Soc. Am V. 54, p. 290-293, 1990
- MACHADO, P. L. O. A.; BERNARDI, A. C. C.; VALENCIA, L. I. O.; MOLIN, J. P.; GIMENEZ, L. M.; SILVA, C. A.; ANDRADE, A. G.; MADARI, B. E.; MEIRELLES, M. S. P. **Mapeamento da condutividade elétrica e relação com a argila de Latossolo sob plantio direto**. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 41, p. 1023-1031, 2006.
- MEEK, B.D.; RECHEL, E.R.; CARTER, L.M. & DeTAR, W.R. **Bulk density of a Sand Loam: traffic, tillage and irrigation – method effects**. Soil Science Society America Journal, Madison, v.56, n.2, p.562-565, 1992.
- MOLIN, J. P. **Agricultura de Precisão – O gerenciamento da variabilidade**. Piracicaba, o autor, 2001, 83p.
- NADLER, A.; FRENKEL, H. **Determination of soil solution electrical conductivity from bulk soil electrical conductivity measurements by the four electrode method**. Soil Science Society of America Journal, v. 44, n.5, p. 1216-1221, 1980.
- RABELLO, L. M. **Condutividade elétrica do solo, tópicos e equipamentos**. Embrapa Instrumentação Agropecuária, São Carlos, SP, 2009. Disponível em: [www.cnpdia.embrapa.br](http://www.cnpdia.embrapa.br). Acesso em janeiro de 2013.
- RAIJ, B. VAN; ANDRADE, J.C.; CANTARELLA, H; QUAGGIO, J.A.(2001). **Análise Química para Avaliação da Fertilidade de Solos Tropicais**. Campinas, Instituto Agrônomo, 285p.
- VIEIRA, S.R.; TILLOTSON, P.M.; BIGGAR, J.W. & NIELSEN, D.R. **The scaling of semivariograms and the kriging estimation**. R. Bras. Ci. Solo, n.21, p.525-533, 1997.
- 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 Press, 1980.