



# Agricultura de Precisão: uma realidade para a cana-de-açúcar?

Guilherme M. Sanches, Paulo S. G. Magalhães e Henrique C. J. Franco\*



Guilherme Martineli Sanches



Paulo S. G. Magalhães



Henrique C. J. Franco

O acordo brasileiro firmado em setembro de 2016 com a COP-21 reafirma o papel vital do Brasil com a produção de cana-de-açúcar, principal biomassa brasileira para produção de combustíveis renováveis como o etanol. Neste acordo, o país se comprometeu a reduzir as emissões de gases de efeito estufa em 37% até 2025 e 43% até 2030, quando comparados aos níveis de emissão de 2005. Desta forma, a produção e exportação de etanol, que estão aumentando a cada ano (OECD-FAO, Agricultural Outlook 2015-2024, 2015), deverão sofrer alterações significativas ainda maiores, uma vez que o Brasil desempenha e desempenhará papel fundamental na produção de combustíveis renováveis para todo o mundo. Para acompanhar as crescentes demandas por uma produção mais sustentável, isto é, com maior eficiência na utilização dos insumos, as tecnologias de Agricultura de Precisão deverão se tornar uma realidade cada vez mais utilizada nas lavouras de cana-de-açúcar.

Diversas ferramentas do chamado pacote tecnológico da Agricultura de Precisão estão disponíveis hoje no mercado e ao alcance do produtor, poden-

do ser destacados os GNSS (Sistemas Globais de Navegação por Satélite), piloto automático, sensores de refletância do dossel, monitores de produtividade, sensores de condutividade elétrica aparente do solo, máquinas para aplicação de fertilizantes e defensivos em taxas variáveis, entre outros. No entanto, o setor sucroenergético ainda carece de metodologias adequadas de manejo localizado e resultados que comprovem a verdadeira eficácia da aplicação das tecnologias disponíveis.

Diante deste cenário, o Laboratório Nacional de Ciência e Tecnologia do Bioetanol (CTBE/CNPEM) possui um núcleo de pesquisa totalmente dedicado ao desenvolvimento de inovações no que se refere à Agricultura de Precisão. O Núcleo de Geotecnologias Aplicadas, em parceria com pesquisadores da UNICAMP (Universidade Estadual de Campinas), tem desenvolvido metodologias e ferramentas para a AP que permitem ao produtor tomar decisões adequadas por meio do manejo loca-

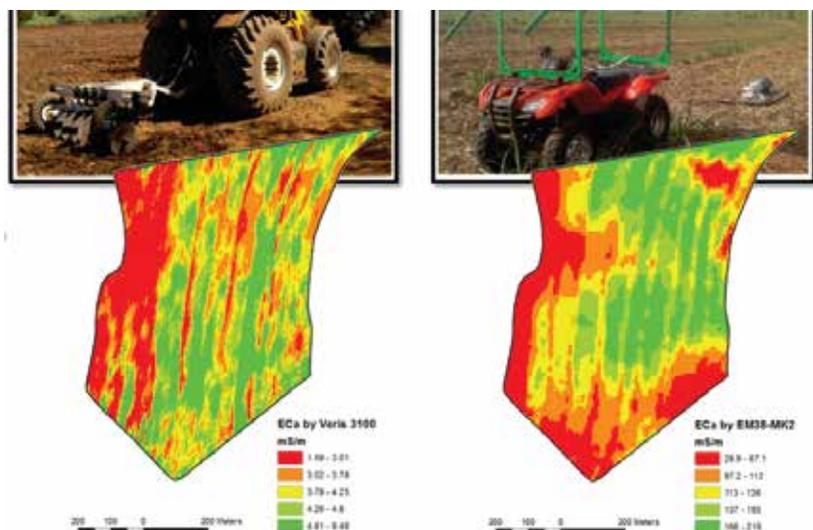


Figura 1. Sensores de solo disponíveis comercialmente para leitura da (CEa) condutividade elétrica aparente do solo com os respectivos mapas de variabilidade espacial obtidos em uma lavoura de cana-de-açúcar. Sensores de (CEa) do solo utilizando o princípio de contato direto (à esquerda) e indução eletromagnética (à direita).

lizado das lavouras, garantindo um maior retorno econômico da produção.

Entre os diversos desafios abordados pelo grupo de pesquisa a amostragem de solo é um deles. Uma caracterização precisa da variabilidade dos nutrientes do solo é necessária para o uso correto e adequado de fertilizantes, garantindo rendimentos mais elevados e, conseqüentemente, uma produção mais rentável e sustentável. No entanto, um dos fatores limitantes para um mapeamento preciso dos solos é a quantidade de amostras necessárias. Para se obter um adequado mapeamento dos atributos físicos e químicos do solo é necessário realizar uma amostragem densa na área, fazendo muitas vezes com que a atividade se torne impraticável tanto física quanto economicamente (Peets et al., 2012). A simples redução dos pontos de amostragem, como tem sido praticada pela maioria dos consultores da área, não é a solução adequada, pois distorce os resultados e compromete a vantagem da agricultura de precisão. Uma das tecnologias atuais para vencer este gargalo tecnológico é a utilização dos sensores de solo, onde podemos destacar os sensores de condutividade elétrica aparente (CEa) (Figura 1). Estes equipamentos podem ser baseados em princípios distintos, apresentando o potencial de fornecer benefícios como o aumento da densidade de medições a um custo relativamente baixo, sendo capazes de detectar a variabilidade espacial do terreno em relação às propriedades físicas e/ou químicas do solo. Com a informação fornecida por estes sensores, o grupo de pesquisa vem desenvolvendo uma metodologia para uma amostragem de solo direcionada. Com adaptações oriundas da indústria do Petróleo e utilizando-se de ferramentas computacionais, está amostragem direcionada permite conhecer a variabilidade espacial dos atributos do solo com precisão. Com uma densidade de uma amostra para 3.0 ha e com o auxílio dos mapas de CEa, a metodologia desenvolvida permitiu obter a variabilidade espacial do conteúdo de argila com adequada precisão, sen-

do similar ao mapa onde se utilizou 1 amostra para 0.25 ha (4 amostras por hectare), representando um grande avanço para a caracterização dos solos (Figura 2). Além de auxiliar na caracterização dos nutrientes do solo, a informação da CEa pode também auxiliar os produtores na definição dos Ambientes de Produção de cana-de-açúcar (Prado, 2008). Os resultados do grupo de pesquisa mostram que a CEa permite uma classificação dos ambientes de maneira mais precisa nas lavouras de cana-de-açúcar, evidenciando ambientes de produção diferentes dos anteriormente classificados por métodos tradicionais de amostragem (Sanches et al., 2016). Com uma classificação mais precisa, os produtores de cana-de-açúcar poderão alocar variedades adequadas e adubar as áreas agrícolas com maior qualidade com o uso das ferramentas de AP, potencializando a capacidade produtiva das lavouras.

Com o objetivo de comprovar os retornos econômicos da utilização das ferramentas de agricultura de precisão, duas lavouras comerciais de cana-de-açúcar, com similaridade de área, solo e relevo, foram avaliadas pelo grupo de pesquisa ao longo de três safras consecutivas. As lavouras foram implantadas com plantio semimecanizado utilizando-se da mesma variedade de cana. A princi-

pal diferença entre as áreas avaliadas se deu pelo manejo de fertilizantes, onde em uma foi aplicado insumos à taxa fixa (método convencional) e na outra à taxa variada (método AP). Na lavoura onde se utilizou ferramentas de agricultura de precisão, a aplicação de nitrogênio foi baseada na resposta do monitor de produtividade utilizado na pesquisa. A Tabela 1 traz a quantidade total de insumo gastos ao longo dos três anos agrícolas de avaliação. É possível visualizar os menores consumos de calcário, nitrogênio e fósforo pelos métodos com AP, ao passo que o potássio necessitou de maiores aplicações devido aos requerimentos do solo. Em termos de produtividade ficou evidenciado a similaridade entre as áreas, que ao longo dos ciclos apresentou uma média de 80 TCH. Apesar de não ocorrer um acréscimo na produtividade agrícola, muitas vezes limitada pelo potencial produtivo intrínseco dos solos, fica evidente o uso mais eficiente dos insumos na lavoura com AP. Estes dados foram avaliados pela Biorrefinaria Virtual de Cana-de-açúcar (BVC) desenvolvida no CTBE, onde todos os custos com insumos, máquinas e equipamentos utilizados na pesquisa estão parametrizados. A BVC possibilita estimar os impactos socioeconômicos e ambientais de toda a cadeia de produção de cana-de-açúcar (Bonomi et al, 2016). Os resultados

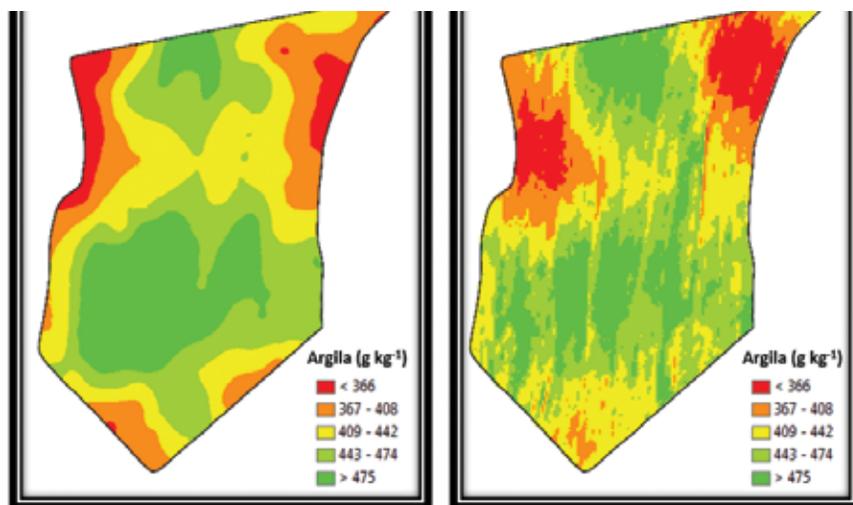


Figura 2. Mapa da variabilidade espacial do conteúdo de argila ( $\text{g kg}^{-1}$ ) utilizando diferentes densidades amostrais. 1 amostra  $0.25 \text{ ha}^{-1}$  (à esquerda) e 1 amostra  $3.0 \text{ ha}^{-1}$  (à direita).



Aplicação Fertilizantes		Com AP	Convencional
Calcário	ton ha <sup>-1</sup>	1,3	1,5
Nitrogênio (N)	kg ha <sup>-1</sup> ano <sup>-1</sup>	82	121
Fósforo (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	kg ha <sup>-1</sup> ano <sup>-1</sup>	86	102
Potássio (K <sub>2</sub> O)	kg ha <sup>-1</sup> ano <sup>-1</sup>	138	108
<b>Produtividade</b>	ton ha <sup>-1</sup> ano <sup>-1</sup>	81	80

**Tabela 1.** Comparação do total de insumos gastos e produtividade durante três anos consecutivos em lavouras de cana-de-açúcar com manejo por AP (Agricultura de Precisão) e técnicas convencionais.

simulados pela BVC comprovam os ganhos econômicos provenientes do uso eficiente dos insumos pelas técnicas de agricultura de precisão, representando uma diferença no custo total de produção de R\$1,77 por tonelada de cana produzida (Figura 3). Traduzindo este valor para uma unidade de produção que realiza a moagem de 4 milhões de toneladas de cana por ano, o uso eficiente dos insumos poderia representar uma economia da ordem de 7,0 milhões de reais.

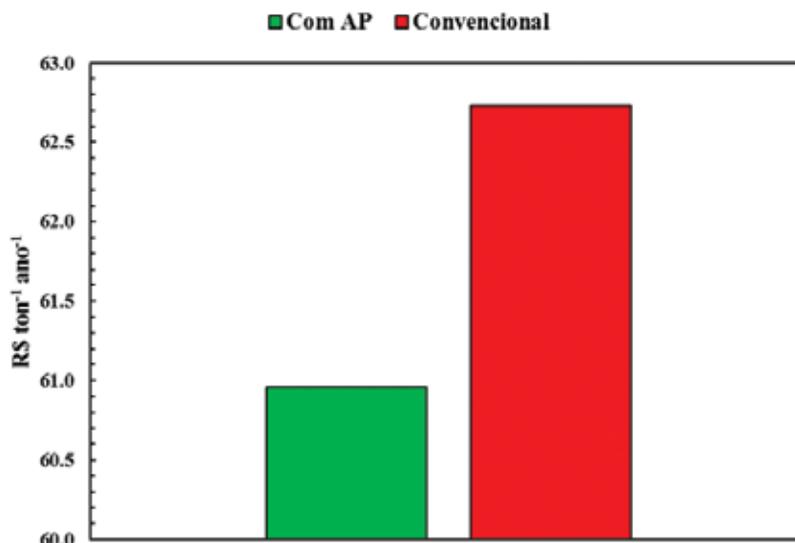
A Agricultura de Precisão é e será uma realidade cada vez mais necessária nas lavouras de cana-de-açúcar. Otimizar e melhorar a eficiência de utilização dos insumos agrícolas só é possível por meio de um manejo adequado e da utilização das tecnologias de AP. Considerar a variabilidade espacial intrínseca da cultura e do solo permitirá aumentar a lucratividade do produtor e reduzir os impactos ambientais, contribuindo para uma agricultura mais sustentável.

\**Guilherme Martineli Sanches, M.Sc.Especialista em Produção de Biomassa – CTBE/CNPEM - Líder Núcleo Geotecnologias Aplicadas – Divisão Agrícola*

\**Paulo S. G. Magalhães, dr. Professor - NIPE/FEAGRI/UNICAMP*

\**Henrique C. J. Franco, dr. Coordenador Divisão Agrícola – CTBE/CNPEM*

#### Referências



**Figura 3.** Comparação do custo total médio de produção (R\$ ton-1 ano-1) durante três anos consecutivos em lavouras de cana-de-açúcar com manejo por AP (Agricultura de Precisão) e técnicas convencionais.

Bonomi, A.; Cavalett, O.; da Cunha, M. P.; Lima, M.A.P. (Eds.). Virtual Biorefinery: An Optimization Strategy for Renewable Carbon Valorization. Series: Green Energy and Technology, Springer International Publishing, 1st ed. 2016, 285 p. DOI: 10.1007/978-3-319-26045-7

Food and Agriculture Organization. OECD-FAO. Agricultural Outlook 2014-2023. 11 July 2014. Pg. 323 DOI: 10.1787/19991142. Disponível em: [http://www.oecd-ilibrary.org/agriculture-and-food/oecd-fao-agricultural-outlook\\_19991142](http://www.oecd-ilibrary.org/agriculture-and-food/oecd-fao-agricultural-outlook_19991142). Acesso em: 22/09/2014.

Peets, S.; Mouazen, A.M.; Blackburn, K.; Boyan, K.; Wiebensohn, J. Methods and procedures for automatic collection and management of data acquired from on-the-go sensors

with application to on-the-go soil sensors. Computers and Electronics in Agriculture. 2012. 81:104-112.

Prado, H.; Junior, A. L. P.; Garcia, J. C.; Moraes, J. F. L. de; Carvalho, J. P. de; Donzeli, P. L. Solos e ambientes de produção. In: DINARDO-MIRANDA, L. L.; VASCONCELOS, A. C. M.de; LANDELL, M. G. de A. (ed.) Cana-de-Açúcar, Campinas: Instituto Agrônomo, p.179-204, 2008.

Sanches, G. M.; Paula, M. T. N.; Magalhães, P. S. G.; Franco, H. C. J. Condutividade elétrica aparente do solo como ferramenta para auxílio na classificação de ambientes de produção em lavouras de cana-de-açúcar. In: Congresso Brasileiro de Agricultura de Precisão, 2016, Goiânia - GO. Anais ConBAP, 2016. p. 1-4.