



**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA-UnB  
FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA**

**AMOSTRAGEM DE SOLO NA DETERMINAÇÃO DA  
VARIABILIDADE DOS ATRIBUTOS DE FERTILIDADE EM ÁREAS  
DE REFORMA DE CANA-DE-AÇÚCAR, GOIATUBA, GO**

**JOSÉ AVELINO CARDOSO**

**ORIENTADORA: PROFESSORA Dra. MARILUSA PINTO COELHO LACERDA**

**CO-ORIENTADOR: PROFESSOR Dr. CÍCERO CÉLIO DE FIGUEIREDO**

**COLABORADORES: PESQUISADOR Dr. JOÃO DE DEUS G. SANTOS JUNIOR**

**PESQUISADOR PhD. THOMAZ ADOLPHO REIN**

**PUBLICAÇÃO: 59/2013**

**BRASÍLIA-DF  
ABRIL/2013**



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA  
FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

**AMOSTRAGEM DE SOLO NA DETERMINAÇÃO DA  
VARIABILIDADE DOS ATRIBUTOS DE FERTILIDADE EM ÁREAS  
DE REFORMA DE CANA-DE-AÇÚCAR, GOIATUBA, GO**

**JOSÉ AVELINO CARDOSO**  
**MATRÍCULA: 2011/0082079**

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO SUBMETIDA AO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA, COMO PARTE DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS À OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE EM AGRONOMIA.**

**APROVADA POR:**

*Marilusa P. C. Lacerda*

**MARILUSA PINTO COELHO LACERDA, Professora Associada, Doutora**  
**(Universidade de Brasília - UnB)**  
**(Orientadora) CPF: 434760586-20 E-mail: marilusa@unb.br**

*Saoliveira*

**SEBASTIÃO ALBERTO DE OLIVEIRA, Professor Associado, Doutor**  
**(Universidade de Brasília - UnB)**  
**(Examinador interno) CPF: 052361771-20 E-mail: saoliveira1545@gmail.com**

*Luiz*

**LUIZ ADRIANO MAIA CORDEIRO, Pesquisador, Doutor (Embrapa Cerrados)**  
**(Examinador externo) CPF: 565458789-72 E-mail: luiz.cordeiro@embrapa.br**

**BRASÍLIA, 08 DE ABRIL DE 2013**

## FICHA CATALOGRÁFICA

Cardoso, José Avelino

Amostragem de solo na determinação da variabilidade dos atributos de fertilidade em áreas de renovação de cana-de-açúcar, Goiatuba, GO. / José Avelino Cardoso; Orientação de Marilusa P. Coelho Lacerda; Co-orientação Cícero Célio de Figueiredo – Brasília – DF.

83p. : il.

Dissertação de Mestrado (M) – Universidade de Brasília/Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, 2013.

1. Avaliação da fertilidade do solo. 2. Variabilidade espacial. 3. Amostragem. 4. Atributos químicos do solo 5. Cerrado. I. Lacerda, M. P. C. II. Drª.

## REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

CARDOSO, J. A. **Amostragem de solo na determinação da variabilidade dos atributos de fertilidade em áreas de reforma de cana-de-açúcar, Goiatuba, GO.** Brasília: Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, 2013, 83 p. Dissertação de Mestrado.

## CESSÃO DE DIREITOS

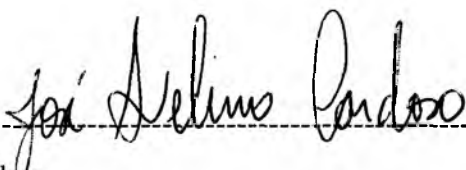
NOME DO AUTOR: José Avelino Cardoso

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: Amostragem de solo na determinação da variabilidade dos atributos de fertilidade em áreas de reforma de cana-de-açúcar, Goiatuba, GO.

GRAU: Mestre

ANO: 2013

É concedida à Universidade de Brasília permissão para reproduzir cópias desta dissertação de mestrado para única e exclusivamente propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva para si os outros direitos autorais, de publicação. Nenhuma parte desta dissertação de mestrado pode ser reproduzida sem a autorização por escrito do autor. Citações são estimuladas, desde que citada à fonte.



-----  
José Avelino Cardoso

CPF 023.081.745-95

Quadra G, nº 04, Loteamento Flamengo.

47800-000 – Barreiras/BA - Brasil

Fone: (77) 8181 8870 E-mail: j.avelino86@hotmail.com

*O senhor é o meu pastor: nada me faltará.*

*Deitar-me faz em verdes pastos, guia-me mansamente a águas tranqüilas.*

*Refrigera a minha alma: guia-me pelas veredas da justiça, por amor do seu nome.*

*Ainda que eu andasse pelo vale da sombra da morte, não temerei mal algum, porque tu  
estás comigo; a tua vara e o teu cajado me consolam.*

*Preparas uma mesa perante mim na presença dos meus inimigos, unges a minha  
cabeça de óleo, o meu cálice transborda.*

*Certamente que a bondade e misericórdia me seguirão todos os dias da minha vida: e  
habitarei na casa do senhor por longos dias. (Salmo 23:1-6)*

**Dedico, à minha família,  
pelo incentivo e apoio. Em  
especial a minha mãe e minha  
noiva que estiveram sempre  
presente.**

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus pelo dom da vida eterna em Cristo, pela luz que me ilumina, pela família, pelas oportunidades, pela inteligência e por tudo que sou digno.

Ao meu pai Mario Cardoso (*in memoriam*), pelo exemplo de homem digno e de um caráter invejável, ao qual eu procurei seguir durante toda a minha vida.

À minha mãe, Maria, que esteve sempre do meu lado nos piores e melhores momentos, com muito incentivo e carinho, não medindo esforços para que eu chegasse até aqui.

À minha noiva Roxana, pelo apoio, compreensão, companheirismo e ternura incondicional, tornando maravilhoso cada momento ao seu lado.

À minha irmã Tina, pelo apoio, críticas e conselhos que me fizeram persistir nos meus sonhos.

Ao meu avô Avelino e minha avó Batista pela ternura, exemplo de dignidade e honestidade.

À minha tia Cida, pelo incentivo e carinho, meu tio Zé, pela referência de homem e motivação constante, e Elaine pela consideração e amizade.

Aos meus primos Adriane, Alice, Marcos e Mário pelo apoio e afeto.

Aos meus orientadores, Dr<sup>a</sup> Marilusa e Dr. Cícero Célio pelos ensinamentos, apoio e empenho constante em me ajudar.

Ao Dr. Thomaz Rein e Dr. João de Deus, pela colaboração, ética e amor à ciência do solo.

Aos colegas da pós-graduação Alceu, Willian de Oliveira, William Soares, Juliana, Larissa, Leonardo, Jadson, Jomara, Rodrigo, Thiago, e Géssica pela troca de experiências, engrandecimento profissional e momentos de descontração.

Aos operários de campo e técnicos dos laboratórios da Embrapa Cerrados, pela colaboração e auxílios na execução do trabalho.

À UnB pela oportunidade de cursar o mestrado em Agronomia.

À Embrapa Cerrados, por disponibilizar suas instalações e materiais para a realização deste trabalho.

À Usina Goiás por ceder o espaço físico para coleta das amostras de solos, colaboração dos funcionários e disponibilização de dados históricos das áreas.

À CAPES pelo auxílio financeiro.

Enfim, o meu muito obrigado e gratidão eterna a todos que contribuíram para a minha formação pessoal, profissional e acadêmica e execução do trabalho.

## ÍNDICE

Capítulos/sub-capítulos

Página

<b>1. INTRODUÇÃO GERAL.....</b>	<b>01</b>
<b>2. REVISÃO DE LITERATURA.....</b>	<b>02</b>
<b>2.1 Cultura da Cana-de-Açúcar.....</b>	<b>02</b>
<b>2.2 Domínio dos Latossolos do Cerrado.....</b>	<b>05</b>
<b>2.3 Manejo da Fertilidade dos Solos do Cerrado.....</b>	<b>06</b>
<b>2.4 Amostragem de Solos.....</b>	<b>08</b>
<b>2.5 Variabilidade Espacial dos Atributos Químicos dos Solos.....</b>	<b>12</b>
<b>2.5.1. Variabilidade Espacial de Atributos Químicos dos Solos em Área     Cultivada com Cana-de-Açúcar.....</b>	<b>14</b>
<b>3. HIPÓTESES E OBJETIVOS.....</b>	<b>17</b>
<b>3.1 Hipóteses.....</b>	<b>17</b>
<b>3.2 Objetivo geral.....</b>	<b>18</b>
<b>3.3 Objetivos específicos.....</b>	<b>18</b>
<b>4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>18</b>
<b>CAPITULO ÚNICO .....</b>	<b>29</b>
<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>32</b>
<b>2. MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>33</b>
<b>2.1 Caracterização da Área de Estudo.....</b>	<b>33</b>
<b>2.2 Amostragem de Solos da Área de Estudo .....</b>	<b>36</b>
<b>2.3 Procedimentos Analíticos.....</b>	<b>37</b>
<b>2.4 Avaliação Estatística.....</b>	<b>38</b>
<b>3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>39</b>
<b>3.1 Área 1-Setor Boiadeiro.....</b>	<b>39</b>
<b>3.2 Área 2-Setor Campos Belos.....</b>	<b>49</b>
<b>4. CONCLUSÕES.....</b>	<b>57</b>
<b>5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>58</b>
<b>6. ANEXOS.....</b>	<b>65</b>

## ÍNDICE DE TABELAS

<b>Tabela</b>		<b>Página</b>
<b>CAPÍTULO ÚNICO</b>		
<b>Tabela 1.</b>	Estatística descritiva (mínimo, máximo, média e amplitude) dos atributos de fertilidade do solo da área 1.....	35
<b>Tabela 2.</b>	Histórico de manejo da área das áreas de estudo.....	36
<b>Tabela 3.</b>	Valores mínimos, máximos, médios, desvios padrões, coeficientes de variação, assimetrias, curtoses e teste de normalidade Shapiro-Wilk dos atributos de fertilidade do solo da área 1.....	39
<b>Tabela 4.</b>	Número de subamostras necessárias para estimar os atributos de fertilidade do Latossolo Vermelho-Amarelo Ácrico típico (Área 1), considerando 95 % de probabilidade e erros em torno da média de 5, 10, 20 e 40%.....	45
<b>Tabela 5.</b>	Matriz de correlação dos atributos de fertilidade para profundidade e posição de amostragem da área 1.....	48
<b>Tabela 6.</b>	Valores mínimos, máximos, médios, desvios padrões, coeficientes de variação, assimetrias, curtoses e teste de normalidade Shapiro-Wilk dos atributos de fertilidade do solo da área 2.....	49
<b>Tabela 7.</b>	Número de subamostras necessárias para estimar os atributos de fertilidade do Latossolo Vermelho-Amarelo Ácrico típico (Área 2), considerando 95 % de probabilidade e erros em torno da média de 5, 10, 20 e 40%.....	54
<b>Tabela 8.</b>	Matriz de correlação dos atributos de fertilidade para profundidade e posição de amostragem da área 2.....	56
<b>Tabela 9.</b>	Valores dos atributos de fertilidade do solo (pH em água, pH em CaCl <sub>2</sub> , H+Al <sup>3+</sup> , Matéria orgânica, Teor de argila e P) do setor Boiadeiro II.....	66
<b>Tabela 10.</b>	Valores dos atributos de fertilidade do solo (K <sup>+</sup> , Ca <sup>2+</sup> , Mg <sup>2+</sup> , SB, CTC e V(%)) do setor Boiadeiro II.....	70
<b>Tabela 11.</b>	Valores dos atributos de fertilidade do solo (pH em água, pH em CaCl <sub>2</sub> , H+Al <sup>3+</sup> , Matéria orgânica, Teor de argila e P) do setor Campos Belos I.....	74
<b>Tabela 12.</b>	Valores dos atributos de fertilidade do solo (K <sup>+</sup> , Ca <sup>2+</sup> , Mg <sup>2+</sup> , SB, CTC e V(%)) do setor Campos Belos I.....	79



## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura</b>		<b>Página</b>
<b>CAPÍTULO GERAL</b>		
<b>Figura 1.</b>	Localização da área de estudo da Usina Goiasa, no município de Goiatuba-GO (Fonte: Google Eart, satélite Spot 5, 04 de julho de 2006 e 14 de outubro de 2010).....	34
<b>Figura 2.</b>	Esquematização da metodologia de amostragem nas Áreas 1 (Setor Boiadeiro II) e Área 2 (Setor Campos Belos I).....	37

# AMOSTRAGEM DE SOLO NA DETERMINAÇÃO DA VARIABILIDADE DOS ATRIBUTOS DE FERTILIDADE EM ÁREAS DE REFORMA DE CANA-DE-AÇÚCAR, GOIATUBA, GO

## RESUMO GERAL

A cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.) é uma planta pertencente à família Poaceae e à classe das monocotiledôneas. A área cultivada com a cultura da cana-de-açúcar tem aumentado na região do Cerrado é fruto do clima propício e menores preços de terras para o cultivo. Contudo, a região possui, também, fatores limitantes e necessita do emprego de todas as tecnologias, relativas à condução da cultura, para a obtenção de altas produtividades na cultura da cana-de-açúcar. A fertilidade dos solos da região é um dos fatores limitantes para a produção, e a tecnologia de adubação assume papel importante para o aumento da produtividade da cana-de-açúcar. A fim de definir recomendações econômicas de fertilizantes e corretivos, a análises de solo passa ser uma importante ferramenta utilizada pelos produtores. A amostragem é uma das etapas mais importantes no processo de correção da fertilidade do solo, por isso, deve ser bem conduzida, respeitando cada área em particular, pois implicará em todo o sucesso da nutrição das plantas cultivadas. Para determinar uma amostragem representativa, deve-se considerar a variabilidade do solo em relação as suas características químicas e físicas, e a sua influência sobre o número e a distribuição das amostras a serem coletadas por área de cultivo, visando à determinação da sua fertilidade média. A aplicação de adubos minerais na cultura da cana-de-açúcar, no geral, ocorre no sulco de plantio da cana-planta e ao lado das linhas das soqueiras, o que promove uma distribuição heterogênea dos nutrientes na área total cultivada, ocasionado aumento da variabilidade dos atributos de fertilidade e uma demanda de maior de subamostras para a sua estimativa. No entanto o objetivo do trabalho foi estudar a variabilidade dos atributos de fertilidade do solo cultivado com cana-de-açúcar, em duas áreas de renovação de plantio na Usina Goiasa, no município de Goiatuba – GO. Avaliando a fertilidade do solo em duas profundidades, nas linhas e entrelinhas de plantio da cana-de-açúcar em duas áreas de renovação desta cultura.

**Termos de indexação:** *Saccharum officinarum*, variabilidade de solo, Latossolo, subamostra, avaliação da fertilidade e Cerrado.

**SOIL SAMPLING IN DETERMINATION OF VARIABILITY OF FERTILITY  
ATTRIBUTES IN AREAS OF RENOVATION OF SUGARCANE, GOIATUBA,  
GO**

**GENERAL ABSTRACT**

The sugar cane (*Saccharum* spp.) is a plant belonging to the family Poaceae and the class of monocots. The area cultivated with the crop sugar cane has increased in the Cerrado region is a result of climate favorable and lower prices of land for cultivation. However, the region has also limiting factors and requires the use of all technologies concerning the of crop management, for obtaining high yields in the culture of sugar cane. To define economic recommendations of fertilizers and correctives, the soil analysis shall be an important tool used by farmers. Sampling is one of the most important stages in the process of correcting soil fertility, so it must be well conducted, observing each area in particular, it will result in the entire success of the nutrition of cultivated plants. To determine a representative sampling, should consider the variability of the soil in relation to their chemical and physical characteristics, and their influence on the number and distribution of samples to be collected by area of cultivation aiming to determine their medium fertility. Application of mineral fertilizers in the culture of sugar cane, in general, occurs in the planting furrow sugar cane plant and beside of the lines of ratoon cane , which fosters a heterogeneous distribution of nutrients in the total cultivated area, caused an increase in variability fertility attributes and a more demand for subsamples of its estimate. However the aim was to study the variability of the attributes of fertility of soils under sugar cane in two renewal areas in planting Goiasa Mill in the municipality of Goiatuba - GO. Evaluating soil fertility in two depth, row and inter-row of planting sugar cane in two areas of renovation of this culture.

Index terms: Sugar cane, soil variability, Oxisol, subsample, fertility evaluation and Cerrado.

## 1. INTRODUÇÃO GERAL

O bioma Cerrado abrange aproximadamente dois milhões de quilômetros quadrados ou 21 % da área total do país, sendo caracterizado como uma região formada por diferentes classes de solos em decorrência da grande variabilidade de formações geológicas (Klink e Machado, 2005). O clima é caracterizado por duas estações climáticas bem definidas e incidência de veranicos na estação chuvosa (Costa e Olszewski, 2008).

Apresenta, em sua maioria, desenvolvimento de solos muito intemperizados, com predomínio de Latossolos que representam 46 % dos solos da região do Cerrado, caracterizados como ácidos, com alta saturação por alumínio, bem como alta capacidade de fixação de fósforo (P) e baixa disponibilidade de nutrientes. Porém, esses solos apresentam boa capacidade de drenagem, sem grandes impedimentos a mecanização agrícola, considerados adequados para a agricultura, após aplicação de corretivos e fertilizantes (Souza e Lobato, 2003; Resende et al., 2007; Bernardi et al., 2009). Desta forma, estima-se que cerca de 39,5 % da área total da região do Cerrado apresenta algum tipo de uso das terras, dominado por pastagens cultivadas e culturas agrícolas, ocupando 26,5 e 10,5 % da região do Cerrado, respectivamente (Sano et al., 2008).

O estado de Goiás está localizado na região do Cerrado brasileiro, sendo caracterizado como o quarto produtor nacional de grãos, com produção de 13,6 milhões de toneladas, contribuindo com 9 % da produção agrícola do país, diversificada em culturas como soja, algodão, sorgo, milho, cana-de-açúcar, feijão, tomate, entre outros (SEPIN, 2011).

A região do Cerrado Brasileiro vem se tornando uma nova fronteira agrícola de cultivo de cana-de-açúcar, visando à produção de açúcar e etanol como fonte de energia renovável, como reflexo da busca por fontes alternativas de energia. No entanto, a baixa disponibilidade de nutrientes dos solos desta região requer medidas sustentáveis de correção, que viabilize o cultivo desta cultura tão exigente em nutrientes (Cargnin e Marchão, 2007).

Em busca da sustentabilidade agrícola, novas tecnologias têm sido implementadas para auxiliar a correção química do solo. Apesar de frequentemente o solo ser tratado como homogêneo, cada área pode apresentar variações espaciais consideráveis nas suas propriedades físicas e químicas, sendo responsáveis pela variabilidade na necessidade de nutrientes e conseqüentemente na produtividade (Mercante et al., 2003).

A amostragem do solo assume uma considerável importância na etapa de caracterização dos seus atributos físicos e químicos para a definição das práticas de manejo e adubação a serem implantadas em uma área. Usualmente essa etapa começa com a coleta de determinado número de amostras simples (subamostras) para compor uma amostra composta representativa da área avaliada, considerada homogênea, denominada gleba (Oliveira Júnior et al., 2010). Quanto mais heterogêneo for o solo maior deve ser o número de amostras simples coletadas, para que se atinja maior representatividade e exatidão na avaliação de suas características (Silveira et al., 2000).

Portanto, deve-se promover criteriosamente uma amostragem representativa, considerando a variabilidade do solo em relação às suas características físicas e químicas. Desta forma, a amostragem permite uma maior viabilidade na recomendação das práticas de manejo químico e físico, determinando quantidades adequadas de insumos em cada gleba, gerando economia de insumos e custo de aplicação, além de proporcionar menores impactos sobre o meio ambiente (Silveira et al., 2000; Grego e Vieira, 2005).

Diante do exposto, o objetivo deste trabalho foi avaliar a variabilidade dos atributos de fertilidade de Latossolos cultivados com cana-de-açúcar, em duas áreas de renovação de plantio na Usina Goiasa, no município de Goiatuba – GO.

## **2. REVISÃO DE LITERATURA**

### **2.1 Cultura da Cana-de-Açúcar**

A cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.) é uma planta pertencente à família Poaceae e à classe das monocotiledôneas. As principais espécies originaram-se na Oceania (Nova Guiné) e na Ásia (Índia e China), sendo que as variedades cultivadas no Brasil e no mundo constituem híbridos multiespecíficos. As principais características dessa família são inflorescência em forma de espiga, crescimento do caule em colmos, folhas com lâminas de sílica em suas bordas e a bainha aberta. A planta é perene, de hábito ereto e levemente decumbente na fase inicial do desenvolvimento (Glaz, 2002).

Quanto às exigências nutricionais, a cana-de-açúcar tem a capacidade de extrair quantidades elevadas de potássio do solo, maior do que o nitrogênio, fato comum em Poáceas, e existe também alta extração de enxofre e de cálcio, enquanto que a de fósforo é baixa (Rossetto et al., 2010). No estudo de Oliveira (2011) sobre o balanço

nutricional da cana-de-açúcar relacionado à adubação nitrogenada, foi verificado que a quantidade média dos nutrientes N, P, K, Ca, Mg e S exportada nos colmos em quatro ciclos de cana-de-açúcar em diferentes solos corresponderam a 43, 50, 56, 29, 59 e 58 %, respectivamente, do total acumulado pela planta. Foram retirados do solo 89, 12, 260, 27, 23, 25 kg ha<sup>-1</sup> destes nutrientes para a cana planta (rendimento médio de x t ha<sup>-1</sup>), e 60, 9, 152, 18, 17 e 19 kg ha<sup>-1</sup> para a soqueira (rendimento de y t ha<sup>-1</sup>), respectivamente.

É uma cultura de grande importância econômica, pois apresenta uma enorme variedade de produtos e subprodutos além do etanol e do açúcar, como a cachaça e a rapadura, podendo ser utilizada, também, na alimentação animal. Entretanto, o açúcar e o etanol têm apresentado grande destaque no cenário econômico mundial, devido à demanda por alimentos, a necessidade de produção de energia limpa e redução da dependência do petróleo (Magalhães, 2010). Além disso, nos últimos anos tem-se intensificado a busca por fontes alternativas de energias e dentre as fontes de renováveis de energias, o etanol produzido a partir da cana-de-açúcar vem sendo muito difundido no Brasil e em outros países (Ribeiro et al., 2009).

A área cultivada com cana-de-açúcar no Brasil, que será colhida e destinada à atividade sucroalcooleira na safra 2012/2013 está estimada em 8,5 milhões de hectares. O estado de São Paulo é o maior produtor representando 51,82 % da produção nacional, em 4.419,46 mil hectares cultivados, seguido pelos estados de Goiás, com 8,69 % (741,38 mil hectares), Minas Gerais, com 8,46 % (721,86 mil hectares), Paraná, com 7,13 % (608,38 mil hectares), Mato Grosso do Sul, com 6,50 % (554,29 mil hectares), Alagoas com 5,26 % (448,86 mil hectares), e Pernambuco com 3,63 % (309,74 mil hectares). Nos demais estados produtores, as áreas são menores, com menos de 3 % da produção brasileira. A área plantada de cana-de-açúcar da safra 2012/2013 apresentou um crescimento de 2,1 % ou 171,7 mil hectares em relação à safra passada (CONAB, 2012).

Visando atender o mercado externo de álcool e açúcar, existe uma perspectiva de aumento de 50 % na produção de cana-de-açúcar nos próximos 10 anos (Veiga Filho et al., 2008). A área plantada de cana-de-açúcar continuará crescendo na Região do Cerrado, tendo como foco o aproveitamento do mercado local, infra-estrutura e mão-de-obra existente, visto que esta região é responsável por grande parte da produção agrícola brasileira (Theodoro, 2011).

A evolução da cultura da cana no país, voltada para a produção de etanol, mostra uma expansão recente notável em direção à região central do Cerrado, com destaque para Goiás e Mato Grosso do Sul (Conab, 2012). Esse crescimento foi estimulado pelo plano do governo federal, Plano Nacional de Agroenergia (PNA), que valoriza a bioenergia como fonte renovável (MAPA, 2006). O potencial de Goiás e outros estados do Centro-Oeste como nova fronteira agrícola da cana-de-açúcar é promovido pela combinação de terras mais baratas que nas áreas de ocupação tradicional desta cultura, topografia adequada, infraestrutura e distância dos principais mercados consumidores, além da riqueza em recursos hídricos (Silva e Miziara, 2011).

A expansão da cana-de-açúcar na Região Centro-Oeste do Brasil foi fundamentada na utilização de áreas de pastagens degradadas, planejada para se evitar o aumento do desmatamento e a redução da área de produção de alimentos (MAPA, 2006). No entanto, a área de cana-de-açúcar, principalmente no estado de Goiás, também avança sobre áreas de plantio de soja, vegetação nativa do Cerrado e sobre áreas impróprias para o cultivo, promovida pela competição por terras agrícolas, aumentando o risco de degradação dos solos (Castro et al., 2010).

Segundo Maeda (2009), o desenvolvimento da área cultivada com a cultura da cana-de-açúcar na região do Cerrado é fruto do clima propício e menores preços de terras para o cultivo. Contudo, a região possui, também, fatores limitantes e necessita do emprego de todas as tecnologias, relativas à condução da cultura, para a obtenção de altas produtividades na cultura da cana-de-açúcar. A fertilidade dos solos da região é um dos fatores limitantes para a produção, e a tecnologia de adubação assume papel importante para o aumento da produtividade da cana-de-açúcar (Campos et al., 2008). Contudo, a fim de definir recomendações econômicas de fertilizantes e corretivos, a análises de solo e foliar passaram a ser uma importante ferramenta utilizada pelos produtores (Corá et. al, 2004).

Apesar de apresentar características gerais de aptidão favoráveis ao cultivo da cana-de-açúcar, os solos do Cerrado sob pastagens cultivadas em geral apresentam níveis extremamente baixos de fertilidade. A recuperação e re-incorporação destas áreas de pastagens ao sistema produtivo de forma sustentável é um desafio que já foi, em parte, superado por meio de tecnologias de correção e fertilização destes solos. Porém, a grande limitação econômica deve-se ao custo elevado dos insumos fundamentais para a correção e fertilização (Cargnin e Marchão, 2007).

## 2.2 Domínio dos Latossolos do Cerrado

Os solos de maior ocorrência e representatividade na região do Cerrado brasileiro são constituídos, em sua maioria, por Latossolos Vermelhos - LV e Latossolos Vermelho-Amarelos - LVA, que representam solos altamente intemperizados, constituídos principalmente por sesquióxidos de ferro e alumínio, como hematita, goethita, gibbsita, entre outros, e a caulinita predomina entre os argilo-minerais (Correia et al., 2004). A caulinita é um argilomineral do tipo 1:1, com uma rede não expansiva e uma baixa capacidade de troca de cátions (CTC) (Resende et al., 2005). Nas condições de elevada acidez, estes solos apresentam baixa geração de cargas negativas, onde a matéria orgânica (MO) possui influência significativa na CTC destes solos, principalmente pelo seu menor valor de ponto de carga zero. Segundo Canellas et al. (2010) a matéria orgânica tem efeitos positivos nas propriedades físicas e químicas dos solos, contribuindo para a fertilidade desses solos extremamente intemperizados.

Os Latossolos são descritos como solos intemperizados, profundos, não hidromórficos, com teor de argila entre 15 e 80 % e pequena reserva de nutrientes para as plantas, ocupando 45,7 % dos solos da região do Cerrado. Destes, mais de 95 % são distróficos ou álicos e apresentam pH ácido entre 4,0 e 5,5, baixa CTC e alta capacidade de adsorção aniônica (Resende et al., 2007).

Em geral estes solos que se distribuem nos amplos chapadões, em áreas de relevo plano ou suavemente ondulado, com características físicas que facilitam a mecanização agrícola, dentre elas solos profundos, bem drenados, sem impedimento físico. No entanto, apresentam baixa fertilidade natural, porém, facilmente corrigida (Alleoni et al., 2005).

Nas áreas mais exploradas com culturas anuais da Região do Cerrado, devido à sua extensão geográfica e às suas características, os Latossolos destacam-se entre os solos mais utilizados. Porém, outras classes de solos são também expressivas em área, tais como os Cambissolos e solos com horizonte B textural, também caracterizadas como de baixa fertilidade natural, apresentando, entretanto, outros problemas de natureza física à exploração agrícola (Bernardi et al., 2003).

Na Região do Cerrado ocorrem os Latossolos Vermelhos com caráter férrico, originários de rochas máficas, que em geral apresentam fertilidade natural diferenciada em relação aos Latossolos sem caráter férrico. Mesmo sendo solos bem desenvolvidos, apresentam maiores teores de elementos nutrientes, principalmente de P total e



micronutrientes, estes últimos herdados do material de origem basáltico (Gomes et al., 2004).

Entretanto, a maioria dos solos da Região do Cerrado são solos ácidos que apresentam baixa disponibilidade de nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg), zinco (Zn), boro (B) e cobre (Cu), bem como possuem alta saturação por alumínio (m %) e alta capacidade de adsorção específica de fósforo (Lopes e Guilherme, 2007). A baixa fertilidade dos solos pode ser explicada por fatores naturais e ou antrópicos. Dentre as causas naturais destacam-se a gênese do solo, o predomínio de materiais de origem meta-sedimentares, pobres em elementos nutrientes e o intenso intemperismo, como principais fatores causadores de baixa fertilidade, particularmente em grandes partes das regiões tropicais e subtropicais do Brasil, onde a remoção de nutrientes do solo é mais acelerada, em razão das condições climáticas específicas (Marques et al., 2004).

### **2.3 Manejo da Fertilidade dos Solos do Cerrado**

A matéria orgânica é um importante componente da fertilidade dos solos tropicais, sendo resultante do acúmulo de resíduos de plantas e animais, decompostos pela ação do ataque microbiano, composta principalmente de carbono (C), oxigênio (O), hidrogênio (H), nitrogênio (N), fósforo (P) e enxofre (S). Os microorganismos do solo são responsáveis pela decomposição da matéria orgânica, liberando nutrientes às plantas na forma inorgânica, pelo processo de mineralização (Freixo et al., 2002).

A produtividade das culturas na Região do Cerrado é limitada principalmente pela acidez e os baixos teores de fósforo e potássio nos Latossolos. O fósforo nestes solos sob condições naturais está em formas de baixa solubilidade, para as plantas, em função do predomínio de mineralogia constituída por caulinita e sesquióxidos de Fe e Al, ou seja, minerais de carga variável, e que possuem um alto poder de “fixação” do fosfato (Motta et al., 2002). Desta forma, antes da aplicação do fosfato via fertilizantes, deve-se diminuir a capacidade do mesmo em “fixar” o fosfato, por meio da calagem e aumento da matéria orgânica (Eberhardt et al., 2008).

Já o potássio pode estar presente em equilíbrio nos solos em três formas, ou seja, na estrutura dos minerais, em formas não trocáveis; adsorvido pelas cargas negativas dos minerais do solo (forma trocável); e na solução do solo, na forma iônica. As formas trocáveis e da solução constituem o potássio disponível às plantas que corresponde ao

teor de K obtido nas análises químicas de rotina (Curi et al., 2005). Em solos intemperizados, como os que predominam no Cerrado, a matéria orgânica e, em menores proporções, a caulinita, são os principais responsáveis pela geração das cargas negativas, portanto, estes solos apresentam teores de K disponível muito baixos (Ernani et al., 2007).

A taxa de liberação de nutrientes por intemperização, a solubilidade dos nutrientes e a quantidade de íons armazenados nos sítios de trocas de cátions, são influenciadas pela acidez ativa do solo, medida pelo pH. Porém, existem evidências de que o pH do solo tem pouca ou nenhuma influência direta sobre o crescimento das plantas (Troeh e Thompson, 2007). Ao longo do tempo a variação do pH do solo pode ser ocasionada pela precipitação pluvial e manejo do solo e, especialmente, pelas adubações. Os valores do pH podem depender, também, da época de amostragem do solo e do método de preparo das amostras (Souza et al., 2007).

A correção do solo para o plantio da cana-de-açúcar e culturas em geral na Região do Cerrado consiste na aplicação de calcário dolomítico, que é fonte de Ca e Mg para as plantas, a lançar em área total, geralmente no início do período chuvoso, visando elevar a saturação por base para 50 % (Sousa e Lobato, 2002). A dose recomendada é baseada na análise da acidez potencial ( $H + Al$ ), onde para cada  $cmol_c dm^{-3}$  a ser neutralizada é necessário uma tonelada de carbonato de cálcio, se considerar-se a camada de 0-20 cm (Sousa et al., 2007).

A adubação de plantio da cana-de-açúcar no Cerrado é baseada na expectativa de rendimento da cultura e na interpretação dos valores de P e K obtidos pela análise do solo para a aplicação no sulco de plantio de doses formuladas de N,  $P_2O_5$  e  $K_2O$ . As doses recomendadas de K como fertilizante mineral podem sofrer alterações se for utilizada vinhaça, como também podem ser parcelada em solos com CTC menor que  $4 cmol_c dm^{-3}$  sendo uma parcela no plantio e outra após 60 dias (Sousa e Lobato, 2002).

A cultura da cana-de-açúcar é considerada semi-perene, pois é possível obter mais de cinco cortes dos colmos. No entanto, a cana soca exige durante cada ano de cultivo uma adubação de cobertura, que consiste na aplicação ao lado da linha de plantio, de doses de N,  $P_2O_5$  e  $K_2O$  baseadas no que foi exportado pela planta e/ou na expectativa de rendimento e na interpretação da análise do solo (Sousa e Lobato, 2002).

Segundo Orlando Filho (1994) e Zambello Jr. e Azeredo (1983) em muitos solos das áreas de expansão da cana-de-açúcar, o fósforo é o nutriente mais limitante, principalmente na Região do Cerrado. Nestes casos, recomenda-se na adubação da

cana-planta até 180 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, enquanto na soqueira recomenda-se de 30 a 60 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. Já outros autores não preconizam a aplicação de fósforo nas soqueiras, devido a sua baixa mobilidade no solo e, conseqüentemente, menor reação. Embora as soqueiras apresentem alguma reação ao P, tradicionalmente o nutriente é aplicado no fundo do sulco de plantio, onde doses adequadas suprirão as necessidades da cana-planta e das soqueiras subsequentes.

Assim como o fósforo, o potássio é recomendado por área (kg ha<sup>-1</sup>), independente do espaçamento utilizado entre as linhas de plantio. Segundo Rossetto et al. (2010), as recomendações de adubação potássica para cana-planta e cana-soca variam são função da quantidade de K no solo e produtividade esperada, variando de 30 a 150 kg ha<sup>-1</sup>.

## **2.4 Amostragem de Solos**

A forma tradicional de amostragem de solo constitui-se de uma pequena porção de solo retirada da área, que representa todo um talhão, feito com o objetivo de avaliar os atributos físicos e químicos dos solos. Portanto, as amostras de solo devem representar a área, visando à elaboração de recomendações de medidas de correção de nutrientes, a fim de elevar a produtividade e otimizar o aproveitamento de insumos (Alvarez V e Guarçoni, 2003).

É uma das etapas mais importantes no processo de correção da fertilidade do solo, por isso, deve ser bem conduzida, respeitando cada área em particular, pois implicará em todo o sucesso da nutrição das plantas cultivadas. Sendo assim, deve ser feita respeitando a variabilidade do terreno em relação às classes dos solos, topografia, cobertura vegetal anterior, histórico de uso e condições de drenagem, definindo zonas de manejo diferenciadas (Souza et al., 2006; Souza et al., 2007; Corá e Beraldo, 2006).

Dentro de uma área aparentemente homogênea pode haver variabilidade de seus atributos químicos. Geralmente se considera que todas as propriedades dos solos são semelhantes dentro da profundidade amostrada, utilizando-se das análises químicas de esparsas amostras do solo, considerado homogêneo para expressar um único resultado para toda uma área (Pontelli, 2006). Contudo, segundo Silveira et al. (2000) afirmam que, quando a área se apresentar mais heterogênea, quanto aos seus atributos de fertilidade, maior deve ser o número de subamostras coletadas para formação de uma amostra composta que melhor represente a variação dos atributos dos solos. O ideal seria analisar individualmente cada subamostra, onde o manejo de correção e adubação

e a dinâmica dos nutrientes nos solos, de acordo com o manejo da cultura, podem ser melhor avaliados. (Carvalho et al., 2002; Alvarez e Guarçoni, 2003; Oliveira et al. 2007a). Por economia de recursos e de tempo isso não é usual, no entanto, a análise individual das subamostras permite estimar a média e a variância da unidade de amostragem, aplicando em estudos de amostragem de solo para condições diversas de manejo do solo e culturas. Na prática, é realizada a análise da amostra composta formada pela mistura de várias subamostras, quando se quer conhecer a média, e, assim, se abstém de avaliar a variabilidade dos atributos dos solos (Alvarez e Guarçoni, 2003).

O erro de amostragem é geralmente muito maior que o erro analítico no laboratório, sendo assim, no que se refere aos métodos de análise utilizados na avaliação da fertilidade do solo, o erro de análise é, normalmente, inferior a 5 %, nos bons laboratórios. No processo analítico, utiliza-se uma quantidade muito pequena de solo, geralmente menos de  $10 \text{ cm}^{-3}$ , para representar um grande volume de solo. Logo, levando em consideração um hectare (profundidade de 0-20 cm, com  $2 \times 10^6 \text{ dm}^3$  de solo), uma amostra representa menos de  $5 \times 10^{-9}$  do volume de solo (Cantarutti et al., 2007). Desta forma, a acurácia na avaliação da fertilidade do solo depende em sua maioria de uma criteriosa amostragem. Portanto, a partir de uma amostra não-representativa, não se chegará a uma adequada caracterização da fertilidade do solo, mesmo em um laboratório que apresente boas práticas analíticas.

Quanto maior o número de subamostras coletadas, maior será a confiabilidade ou exatidão da estimativa da fertilidade média da gleba solos. Nos estudos de variabilidade dos atributos do solo, realiza-se a determinação do número de subamostras necessárias na formação de amostras compostas. Para tal determinação deve-se coletar ao acaso, um certo número de amostras simples, que serão analisadas individualmente para o cálculo o coeficiente de variação, sendo determinado o valor de tabela da distribuição t correspondente ao número de graus de liberdade do erro, estabelecida a diferença (%) permitida em torno da média. Aplicando-se a equação, é calculado o número mínimo de amostras simples a serem coletadas em futuras amostragens, generalizadas para glebas com semelhantes históricos e manejo (Carvalho et al., 2002; Alvarez V e Guarçoni, 2003).

A amostragem de solo tem como fundamento a afirmativa de que o valor da amostra composta é similar à média aritmética das amostras simples. Além disto, os dados individuais das amostras simples têm que apresentar uma distribuição normal em torno da média, sendo assim a população pode ser representada pela média e desvio

padrão. Caso não tenha uma distribuição normal, a média não pode ser considerada a melhor medida de representação da população (Amaro Filho et al., 2007).

No Brasil, de modo geral, a amostragem para a maioria das culturas é definida em relação ao tamanho da área e o número de amostras simples para formar uma composta. Geralmente, recomenda-se a coleta de 10 a 30 amostras simples (subamostras), recolhidas em zigue-zague ao longo do terreno, em glebas de 10 a 15 hectares, dependendo da uniformidade da área e do manejo do solo (Chitolina et al., 2009).

Na agricultura, o manejo da fertilidade do solo inicia-se a partir da amostragem de solo da gleba, podendo promover aplicações excessivas de fertilizantes em determinadas áreas e insuficientes em outras se a gleba for desuniforme (Cavalcante et al., 2007; Souza et al., 2007). Sendo assim, o número de amostras para análises químicas e físicas, que represente uma determinada gleba agrícola, pode variar em relação aos fatores de manejo, quanto às formas de preparo do solo (Silveira et al., 2000; Carvalho et al., 2002; Machado et al., 2007), às feições do relevo da área (Barbieri et al., 2008), forma de aplicação de fertilizantes (Silva et al., 2003), e variar em função das técnicas de amostragem quanto ao tipo de equipamento de amostragem (Alvarez V e Guarçoni, 2003; Oliveira et al., 2007a), e ao método de amostragem (Oliveira et al., 2008).

A amostragem tradicionalmente utilizada na agricultura (tradagem em zigue-zague) pode não ser adequada, considerando que o volume e o local de coleta da amostra simples (unidade de amostra) irão influenciar a avaliação da variabilidade e dos valores médios dos atributos do solo a serem determinados (Alvarez V e Guarçoni, 2003). No entanto, existem divergências na condução da amostragem de solos, a ser feita em áreas de renovação da cana-de-açúcar. Rajj et al. (1997) recomendam a amostragem nas entrelinhas da soqueira, enquanto Vitti e Mazza (2002), consideram que amostras retiradas ao longo da linha de plantio irão superestimar os teores de P e K, e amostras retiradas nas entrelinhas irão superestimar os teores de Ca e Mg, e consequentemente a soma das bases (SB) e a saturação por bases (V %), e subestimar os teores de P e K. Assim, estes autores, recomendam que a amostragem seja realizada a cerca de 20 a 25 cm das linhas de plantio. Com relação à amostragem feita nas linhas e entrelinhas da cultura de cana-de-açúcar, Correia e Alleoni (2011) observaram que em profundidade há tendência de maior concentração de fósforo nas linhas de plantio, o que indica o efeito residual da adubação de plantio no fundo do sulco, em ambos os sistemas de colheita (com e sem queima). Estes autores verificaram ainda maior concentração de

P nas profundidades de 0,2–0,3 m e 0,3–0,4 m na posição das linhas, enquanto na entrelinha, na posição 0,25 m da linha de cana, não houve diferença entre as cinco profundidades avaliadas.

Segundo Malavolta (1992), a amostragem em soqueiras que receberam adubação em sulcos rasos (15 cm de profundidade e a 40 cm da linha plantada) deve ser feita coletando-se as amostras em 3 pontos no local dos sulcos de adubação de plantio, 5 no centro das entrelinhas e 2 no sulcos de adubação da soca, sendo as 8 primeiras na profundidade de 25 cm e as 2 últimas a 10 cm de profundidade.

Para atributos que estão estritamente relacionados com a acidez do solo, a forma de amostragem pode afetar a sua estimativa. Prado et al. (2001) avaliando a amostragem em área de cana-de-açúcar após a aplicação de corretivos, observaram que a amostragem realizada ao longo das linhas (30 % das amostras) e entrelinhas (70 % das amostras) superestima a acidez potencial do solo. No entanto, observou-se que a amostragem nas entrelinhas apresenta melhor ajuste dos dados que relaciona as variáveis pH,  $H + Al^{3+}$ ,  $Ca^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$  e V % do solo com a produção de colmos.

A amostragem em cana soca possui certas interferências, onde a amostragem realizada ao longo das linhas de plantio pode indicar maior fertilidade que a real, pois existe o efeito residual de adubação de plantio, principalmente para o fósforo. Porém, se a amostragem for realizada nas entrelinhas, não estará considerando o adubo residual aplicado no sulco por ocasião do plantio e ocorrerá uma avaliação irreal da fertilidade da área (Orlando Filho, 1983).

A amostragem de campo é uma etapa importante na análise da variabilidade espacial de solos, visto que pode indicar áreas que necessitam de um manejo diferenciado, visando à coleta de dados mais representativos e detalhados da área (Marques Júnior et al., 2008). Portanto, é preciso aliar um número mínimo de pontos amostrados (amostras compostas) com uma máxima representação do local amostrado, para obtenção de mínima variância, maximizando o esquema de amostragem e reduzindo os custos (Montanari et al., 2005). Desta forma, os Latossolos são solos mais evoluídos e possuem maior tendência à homogeneidade, exigindo, hipoteticamente, a necessidade de um menor número de amostras para caracterizar seus atributos químicos.

Entretanto, segundo Souza et al. (2004) e Montanari et al. (2005), Latossolos cultivados com cana-de-açúcar condicionam maior variabilidade espacial de atributos químicos em relação à outras culturas. A cana-de-açúcar por ser uma cultura semi-perene, com cinco cortes em média, e adubada anualmente na linha de plantio com N e

K, e menos comumente com P, que é aplicado superficialmente ao lado da linha ou em sulco raso enterrado, apresenta uma maior complexidade quanto à estimativa dos atributos de fertilidade. Portanto, essa complexidade é bem marcada pela heterogeneidade dos solos de cultivados, quando existe variação nos solos ao longo das linhas e entrelinhas de cultivo (Correia e Alleoni, 2011).

Geralmente na cultura da cana-de-açúcar não é corriqueiro a realização de análises de solo para recomendação de correção e adubação durante todo o ciclo. Normalmente, as análises são feitas antes do plantio ou na renovação da cultura. Essa cultura é usualmente cultivada em espaçamentos largos e adubada com doses elevadas de fósforo e potássio e baixa de nitrogênio, pois se espera que o fósforo aplicado no sulco de plantio supra a cultura por 3 ou 5 cortes ou mais, dependendo da longevidade do canavial, onde durante o ciclo é ausente o revolvimento do solo (Chitolina et al., 2009).

A cana-de-açúcar por ser uma cultura semi-perene, com cinco cortes em média, e adubada anualmente na linha de plantio com N e K, e menos comumente com P, que é aplicado superficialmente ao lado da linha ou em sulco raso enterrado, apresenta uma maior complexidade quanto à estimativa dos atributos de fertilidade. Portanto, essa complexidade é bem marcada pela heterogeneidade dos solos de cultivados, quando existe variação nos solos ao longo das linhas e entrelinhas de cultivo (Correia e Alleoni, 2011).

## **2.5 Variabilidade Espacial dos Atributos Químicos dos Solos**

A variabilidade dos atributos de fertilidade do solo é um problema que pode ocorrer quando se usa a média dos valores dos atributos como base para a tomada de decisão sobre a realização do manejo químico do solo. Dessa forma, em alguns locais da gleba amostrada a dose recomendada de fertilizantes ou corretivos estará adequada e em outros poderá ser subdimensionada ou haverá aplicação excessiva de determinado fertilizante ou corretivo, implicando na necessidade de subdivisão das glebas e aplicação localizada de insumos (Barbieri et al., 2008).

Para determinar uma amostragem representativa, deve-se considerar a variabilidade do solo em relação as suas características químicas e físicas, e a sua influência sobre o número e a distribuição das amostras a serem coletadas por área de cultivo, visando à determinação da sua fertilidade média (Alvarez e Guarçoni, 2003).

Os estudos de variabilidade espacial dos atributos do solo são justificados na cultura da cana-de-açúcar, devido a sua importância econômica (Johnson e Richard, 2005). A partir da avaliação da variabilidade espacial, pode-se compreender melhor as variações nas áreas cultivadas, resultando na implantação de um sistema de cultivo comercial com redução da variabilidade das características intrínsecas dos solos, proporcionando o estabelecimento de um planejamento agrícola adequado. Desta forma, as áreas com características similares entre si, receberiam as mesmas práticas agrônomicas (Flowers et al., 2005). De acordo com a cultura agrícola, a variação pode ser decorrente do manejo do solo e planta. Assim, a variação de nutrientes no solo pode ocorrer horizontalmente e em profundidade. A variação horizontal dos atributos de fertilidade do solo na cana-de-açúcar é decorrente da aplicação localizada de fertilizantes e do não revolvimento do solo, o que provoca o acúmulo de nutrientes ao longo das linhas de plantio em relação às entrelinhas (Chitolina et al., 2009).

A maior variabilidade pode ser observada nas propriedades dos solos muito alteradas pelo manejo agrícola. As propriedades relacionadas com as características morfológicas do solo, como a cor e tipos de horizontes, com características físicas como tamanho e densidade das partículas, e com características químicas como o pH, apresentam menor variabilidade (Carvalho et al., 2003).

Algumas variáveis químicas se associam às características texturais dos solos no que diz respeito à distribuição, tais como os valores de pH, matéria orgânica (MO), (SB) e (CTC), que acompanham o padrão de distribuição do teor de argila ao longo do relevo, como, por exemplo, valores mais elevados nas partes mais baixas do terreno associado ao tipo de material de origem (Oliveira Junior et al., 2010). Já a CTC a pH apresenta valores mais expressivos nos locais com os maiores teores de argila e matéria orgânica (Campos et al., 2009).

No que se refere à MO em culturas anuais, a variabilidade dos seus teores, geralmente é maior ao longo das linhas de plantio e a 25 cm destas, até a profundidade de 30 cm. Já nas entrelinhas, o acúmulo de MO limita-se até a profundidade de 10 cm. Além da adição pela distribuição da palhada no sistema de plantio direto, o acúmulo de MO nas linhas de plantio decorre da maior densidade de raízes, da liberação de exsudatos radiculares e de lavagens de constituintes solúveis da planta pelas chuvas (Silva e Mendonça, 2007).

A relação entre o estoque de carbono orgânico do solo (COS) e o teor de argila nem sempre é direta. No entanto, os dados de topossequências específicas de solos no



Brasil revelam um claro aumento nos estoques de COS com o aumento do teor de argila. A perda intensa de COS em solos de textura grosseira cultivados pode ser atribuída à ruptura fácil dos agregados e da exposição de partículas de MO, além da absorção limitada e estabilização de derivados orgânicos de decomposição da MO (Zinn et al., 2005).

Entre os atributos de fertilidade de solo, o P disponível e K trocável apresentam a maior variabilidade, exigindo um grande número de subamostras para determinar valores confiáveis para correção destes nutrientes nos solos agricultáveis (Carvalho et al., 2002; Alvarez V. e Guarçoni, 2003; Oliveira et al., 2007a). Assim, mesmo considerando os requisitos de inferência estatística de variação em relação à média de 20 %, e uma probabilidade de 5 %, o número requerido de subamostras é em geral maior que 20 unidades, superior ao recomendado para culturas anuais em manejo de plantio convencional e direto, no trabalho de Schindwein e Anghinoni (2002).

A alta variabilidade do P está relacionada às aplicações localizadas, nos sulcos de semeadura das culturas agrícolas em geral, sendo pouco redistribuído lateralmente devido a baixa solubilidade dos compostos de P no solo, e conseqüentemente baixa mobilidade do P, bem como a limitada reciclagem devido aos baixos teores nos restos vegetais (Anghinoni, 2007; Souza et al., 2007).

Já a variabilidade do potássio no solo não deve estar relacionada somente às linhas de adubação. Relaciona-se, também, a localização das plantas, pois esse elemento não forma compostos no tecido das plantas, e é facilmente transportado da parte aérea para o solo, após a chuva, concentrando-se próximo ao colo da planta (Anghinoni, 2007). O K é geralmente aplicado nos sulcos de plantio e em cobertura, e é redistribuído lateralmente pelos restos vegetais (Souza et al., 2007; Anghinoni, 2007).

O método de preparo do solo com a grade, arado e plantio direto e a profundidade pode influenciar a variabilidade dos atributos químicos dos solos. Para o P, a baixa mobilidade no perfil condiciona os resultados, independentemente do preparo, já para o K, apesar da variabilidade ser bastante dependente do preparo, em virtude da sua mobilidade, tal característica não foi observada em estudos sobre a determinação da variabilidade espacial de características químicas do solo sob diferentes preparos (Carvalho et al., 2002; Cavalcante et al., 2007).

### **2.5.1. Variabilidade Espacial de Atributos Químicos dos Solos em Área Cultivada com Cana-de-Açúcar**

A aplicação de adubos minerais na cultura da cana-de-açúcar, no geral, ocorre no sulco de plantio da cana-planta e ao lado das linhas das soqueiras, o que promove uma distribuição heterogênea dos nutrientes na área total cultivada. As áreas agrícolas com sistemas de cultivo que priorizam a adubação em linha possuem uma variabilidade horizontal das características químicas dos solos maior do que em áreas que realizam aplicações de fertilizantes a lanço ou com revolvimento constante dos solos (Zenão Junior et al., 2010).

Mediante técnicas de avaliação da distribuição espacial dos atributos de fertilidade do solo, pode se observar em grandes áreas agrícolas sobre Latossolos, considerados homogêneos do ponto de vista pedológico, diferenças na distribuição espacial, de acordo com o tipo de manejo adotado ao longo de sucessivos anos de cultivos de cana-de-açúcar (Motomiya et al., 2006). O conhecimento da variabilidade é importante, pois permite a individualização da área em zonas de manejo e aplicação diferenciada de fertilizantes (Campos et al., 2008).

Marques Júnior et al. (2008) estudando a variabilidade de MO, P, K e CTC de um Latossolo cultivado com cana-de-açúcar por longo período, observaram que o relevo atua sobre a variabilidade, sendo que até mesmo pequenas variações nas formas do relevo propiciam variabilidade nos atributos químicos dos solos. Esses autores relatam que a identificação de compartimentos com base na forma do relevo da área amostrada é importante para a compreensão dos atributos de fertilidades.

A variabilidade espacial dos atributos químicos de fertilidade pode apresentar comportamento diferente em classes distintas do solo. Montanari et al. (2008) estudando a variabilidade espacial de atributos químicos em Latossolos e Argissolos cultivados com cana-de-açúcar, ambos com mesmo histórico de manejo, observaram que os valores do coeficiente de variação foram maiores para todos os atributos do Latossolo em relação ao Argissolo, o que exige um número de pontos de amostragem (subamostras) maior para estimar corretamente os atributos de fertilidade dos Latossolos.

A avaliação da disponibilidade de P em Latossolos cultivados com cana-de-açúcar em sistema de colheita com e sem queima, quanto aos locais de amostragem (linha e entrelinha de plantio), revela que os maiores valores são encontrados nas linhas de plantio, em ambos os sistemas de colheita, principalmente nas camadas mais profundas, local de aplicação dos fertilizantes fosfatados (Correia e Alleoni, 2011). Sendo assim, a

aplicação de fósforo no sulco de plantio pode contribuir para o aumento da variabilidade deste nutriente no solo, em comparação com a aplicação a lanço. Apesar da aplicação no sulco ser mais viável economicamente, devido a quantidade aplicada ser menor, ambas as formas de aplicação (sulco ou a lanço) podem proporcionar produtividades semelhantes (Caione et al., 2011).

A alta variabilidade do P, proporcionada pela forma de aplicação de fertilizantes fosfatados, geralmente exige várias subamostras em pequenas áreas para estimar corretamente os seus valores médios nos solos. Segundo Corá e Beraldo (2006), a densidade de amostragem igual a uma amostra por hectare não foi suficiente para revelar a dependência espacial antes e após a fosfatagem em doses variadas na cultura da cana-de-açúcar.

Corá et al. (2004), estudando a variabilidade espacial de atributos dos solos para adoção do sistema de agricultura de precisão na cultura de cana-de-açúcar, encontraram grandes amplitudes de valores dos atributos na camada de 0,00–0,20 m, embora os valores médios tenham sido classificados nos níveis de fertilidade do solo considerados baixos para pH e V %, médios para P e MO e altos para  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$  e  $\text{K}^{+}$ , de acordo com Raij et al. (1997).

Correia e Alleoni (2011) em estudos sobre o sistema de colheita de cana-de-açúcar em Latossolos encontraram no sistema sem queima valores de CTC maiores do que os observados no sistema com queima, independentemente das posições e profundidades de amostragem, sendo que os maiores valores foram encontrados na profundidade de 0–0,05 m. Czczyca (2009) e Canellas et al. (2010) obtiveram resultados semelhantes em Cambissolos e Latossolos cultivados com cana-de-açúcar. Ainda segundo Correia e Alleoni (2011), os valores de CTC não sofreram influência em relação aos locais de amostragem (linha e entrelinha), em quase todas as profundidades de solo amostradas, nos dois tipos de colheita. Contudo, nas profundidades de 0–0,05 m, em ambos os sistemas de colheita, e em maiores profundidades (0,3–0,4 m) do solo com queima, verificaram influência da posição de amostragem nos resultados obtidos para a CTC. Nestas profundidades foram observados os maiores valores da CTC nas linhas de plantio.

Mendonza et al. (2000) e Czczyca (2009) estudaram atributos químicos de Argissolo cultivado com cana-de-açúcar em sistema com e sem queima, e não encontraram diferença na saturação por bases (V %) nas amostras de solo coletadas nas profundidades 0–0,1 e 0–0,2 m, nos dois sistemas de colheita. Entretanto, Correia e

Alleoni (2011) encontraram em Latossolo Vermelho distrófico maiores valores de V %, nas amostras superficiais no sistema sem queima e em todas as posições de amostragem, nas linhas de plantio, a 0,25 m das linhas e nas entrelinhas. Porém nas maiores profundidades, não houve diferença entre os sistemas de manejo com e sem queima da cana-de-açúcar. Já na profundidade de 0–0,05 m, o solo coletado nas entrelinhas apresentou valor V % superior ao encontrado nas amostras coletadas nas linhas e a 0,25 m das linhas. De acordo com Campos et al. (2008), em estudo sobre a variabilidade espacial de atributos de solo após a adubação e calagem na cultura de cana-de-açúcar, em Latossolo, o valor V % apresentou uma variabilidade média (coeficiente de variação de 20,82 % para amostras simples analisadas individualmente). Assim como os resultados encontrados por Corá e Beraldo (2006), no trabalho desenvolvido sobre a variabilidade espacial de atributos de solo antes e após a calagem e fosfatagem na cultura de cana-de-açúcar, que também corresponderam a uma variabilidade média para V %.

Trabalhos em várias áreas de cultivo de diferentes culturas têm demonstrado que existe baixa variabilidade para valores de pH do solo, assim como o Ca e Mg trocáveis. Assim, um pequeno número de subamostras já é suficiente para garantir uma boa precisão dos resultados analíticos, possibilitando confiabilidade na interpretação quanto ao potencial hidrogeniônico dos solos (Carvalho et al., 2002; Alvarez e Guarçoni, 2003; Oliveira et al., 2007a). Porém, de acordo com Correia e Alleoni (2011) os teores de  $\text{Ca}^{2+}$  e de  $\text{Mg}^{2+}$  no sistema de colheita da cana-de-açúcar sem queima foram mais elevados que os valores encontrados no sistema com queima, nas profundidades de 0–0,05 e 0,05–0,1 m, em todas as amostragens. Como as mesmas quantidades de adubo e calcário foram aplicadas nos dois tratamentos, os maiores valores encontrados sob cana-de-açúcar sem queima evidencia que a variabilidade do Ca e Mg está em parte relacionada com a capacidade de retenção desses elementos nos solos no sistema de colheita da cana-de-açúcar sem queima, o que está de acordo com os resultados de CTC, proporcionados principalmente pelo acúmulo de Carbono Orgânico Total (COT) em solos tropicais (Canellas et al., 2010).

### **3. HIPÓTESES E OBJETIVOS**

#### **3.1 Hipóteses**

1. O pH,  $\text{Ca}^{2+}$  e  $\text{Mg}^{2+}$  trocáveis, apresentam uma baixa variabilidade horizontal, enquanto que o  $\text{K}^+$  trocável e o P disponível apresentam comportamentos distintos com elevada variabilidade.

2. As amostras coletadas nas linhas de plantio apresentam maior variabilidade em relação àquelas coletadas nas entrelinhas de cultivo.

3. As camadas superficiais dos solos apresentam maior concentração de nutrientes como  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{K}^+$  trocáveis, além de C orgânico quando comparadas com camadas sub-superficiais.

### 3.2 Objetivo geral

Estudar a variabilidade dos atributos de fertilidade do solo cultivado com cana-de-açúcar, em duas áreas de renovação de plantio na Usina Goiasa, no município de Goiatuba – GO.

### 3.3 Objetivos Específicos

1. Avaliar a fertilidade do solo em duas profundidades, nas linhas e entrelinhas de plantio da cana-de-açúcar em duas áreas de renovação desta cultura, sendo uma em Latossolo Vermelho-Amarelo Ácrico típico de textura argilosa e a outra em Latossolo Vermelho Ácrico típico de textura muito argilosa.

## 4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALLEONI, L. R. F.; CAMBRI, M. A; CAIRES, E. F. Atributos químicos de um Latossolo de cerrado sob plantio direto, de acordo com doses e formas de aplicação de calcário. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.29, p.923-934, 2005.

ALVAREZ V, V. H.; GUARÇONI, M. A. Variabilidade horizontal da fertilidade do solo de uma unidade de amostragem em sistema plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.27, n.2, p.297-310, 2003.

ANGHINONI, I. Fertilidade do solo e seu manejo em sistema plantio direto. In: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ, V. H.; BARROS, N. F. de.; FONTES, R. L. F.;

CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. Eds. **Fertilidade do solo**. Viçosa, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. p.873-928.

AMARO FILHO, J.; NEGREIROS, R. F. D.; ASSIS JÚNIOR, R. N.; MOTA, J. C. A. Amostragem e variabilidade espacial de atributos físicos de um Latossolo Vermelho em Mossoró, RN. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.31, p.415-422, 2007.

BARBIERI, D. M.; MARQUES JÚNIOR, J.; PEREIRA, G. T. Variabilidade espacial de atributos químicos de um Argissolo para a aplicação de insumos à taxa variável em diferentes formas de relevo. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.28, n.4, p.645-653, 2008.

BERNARDI, A. C. C.; OLIVEIRA JÚNIOR, J. P. de; LEANDRO, W. M.; MESQUITA, T. G. da S.; FREITAS, P. L. de; CARVALHO, M. da C. S. Doses e formas de aplicação da adubação potássica na rotação soja, milho e algodão em sistema de plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v.39, n.2, p.158-167, 2009.

BERNARDI, A. C. C.; MACHADO, P. L. O. A.; FREITAS, P. L.; COELHO, M. R.; LEANDRO, W. M.; OLIVEIRA JÚNIOR, J. P.; OLIVEIRA, R. P.; SANTOS, H. G.; MADARI, B. E.; CARVALHO, M. C. S. **Correção do solo e adubação no sistema de plantio direto nos Cerrados**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2003. 22p. (Documentos, 46).

CAIONE, G.; TEIXEIRA, M. T. R.; LANGE, A.; SILVA, A. F. da; FERNANDES, F. M. Modos de aplicação e doses de fósforo em cana-de-açúcar forrageira cultivada em Latossolo Vermelho-Amarelo. **Revista de Ciências Agro-Ambientais**, Alta Floresta, v.9, n.1, p.1- 11, 2011.

CAMPOS, M. C. C.; MARQUES JÚNIOR, J.; PEREIRA, G. T.; SOUZA, Z. M.; BARBIERI, D. M. Aplicação de abubo e corretivo após o corte da cana-planta utilizando técnicas geoestatísticas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.38, n.4, p.974-980, 2008.

CAMPOS, M. C. C.; MARQUES JÚNIOR, J.; PEREIRA, G. T.; SOUZA, Z. M.; MONTANARI, R. Planejamento agrícola e implantação de sistema de cultivo de cana-de-açúcar com auxílio de técnicas geoestatísticas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.13, n. 3, p. 297-304, 2009.

CANELLAS, L. P.; BUSATO, J. G.; DOBBSS, L. B.; BALDOTTO, A.; RUMJANEK, V. M.; OLIVARES, F. L. Soil organic matter and nutrient pools under long-term non-burning management of sugar cane. **European Journal of Soil Science**, Oxford, v.61, p.375-233, 2010.

CANTARUTTI, R. B.; BARROS, N. F.; MARTINEZ, H. E. P.; NOVAIS, R. F. Avaliação da fertilidade do solo e recomendação de fertilizantes. In: NOVAIS, R.F.; ALVAREZ V., V. H.; BARROS, N. F.; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. eds. **Fertilidade do solo**. Viçosa, MG, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. p. 2-64.

CARGNIN, A; MARCHÃO, R. L. A expansão da cana-de-açúcar no cerrado brasileiro: perspectivas e limitações. **Pagina Rural**, set. 2007. Disponível em: <<http://www.paginarural.com.br/artigo/1558/a-expansao-da-cana-de-acucar-no-cerrado-brasileiro-perspectivas-e-limitacoes>>. Acessado em: 06 dez. 2011.

CARVALHO, J. R. P.; SILVEIRA, P. M.; VIEIRA, S. R. Geoestatística na determinação da variabilidade espacial de características químicas do solo sob diferentes preparos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 37, n.8, p. 1151-1159, 2002.

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**, Viçosa, v.27, p.695-703, 2003.

CASTRO, S. S.; ABDALA, K.; SILVA, A. A.; BÔRGES, V. M. S. A expansão da cana-de-açúcar no Cerrado e no estado de Goiás: elementos para uma análise espacial do processo. **Boletim Goiano de Geografia**. Goiânia, v.30, n.1, p.171-191, 2010.

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

CHITOLINA, J. C.; PRATA, F.; SILVA, F. C. da; COELHO, A. M.; CASARINI, D. C. P.; MURAOKA, T.; VITTI, A. C.; BOARETTO, A. E. Amostragem de solo para análises de fertilidade, de manejo e de contaminação. In: SILVA, F. C. da. **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. Brasília, Embrapa Informação Tecnológica, 2009. p.23-55.

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira de cana-de-açúcar**. Brasília, CONAB, Safra 2011/2012, segundo levantamento, agosto de 2012.

CORÁ, J. E.; ARAUJO, A. V.; PEREIRA, G. T.; BERALDO, J. M. G. Variabilidade espacial de atributos do solo para adoção do sistema de agricultura de precisão na cultura de cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 28, p. 1013-1021, 2004.

CORÁ, J. E.; BERALDO, J. M. G. Variabilidade espacial do solo antes e após calagem e fosfatagem em doses variadas na cultura de cana-de-açúcar. **Engenharia agrícola**, Jaboticabal, v.26, n.26, p.374-387, 2006.

CORRÊA, M. C. de M.; CONSOLINI, F.; CENTURION, J. F. Propriedades químicas de um Latossolo Vermelho distrófico sob cultivo contínuo de cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*). **Acta Scientiarum**, Maringá, v.23, n.5, p.1159-1163, 2001.

CORREIA, B. L.; ALLEONI, L. R. F. Conteúdo de carbono e atributos químicos de Latossolo sob cana-de-açúcar colhida com e sem queima. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.46, n.8, p. 944-952, 2011.

CORREIA, J. R.; REATTO, A.; SPERA, S. T. Solos e suas relações com o uso e manejo. In: SOUZA, D. M.G. de; LOBATO, E. eds. **Cerrado: correção do solo e adubação**. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2004. P.29-58.

COSTA, L. M.; OLSZEWSKI, N. Caracterização da paisagem do cerrado. In: FALEIRO, F. G.; FARIA NETO, A. L. de. eds. **Savanas - Desafios e estratégias para o equilíbrio entre sociedade, agronegócio e recursos naturais**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, p. 363-378, 2008.

CURI, N.; KAMPF, N.; MARQUES, J. J. Mineralogia e formas de potássio em solos brasileiros. In: YAMADA, T.; ROBERTS, T. L. eds. **Potássio na agricultura brasileira**. Piracicaba, Potafos, 2005. p.71-91.

CZYCZA, R. V. **Quantidade e qualidade da matéria orgânica do solo em sistemas de colheita com e sem queima da cana-de-açúcar**. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 2009. 92p. Dissertação de Mestrado.

EBERHARDT, D. N.; VENDRAME, P. R. S.; BECQUER, T.; GUIMARÃES, M. F. Influência da granulometria e da mineralogia sobre a retenção do fósforo em latossolos



sob pastagens no Cerrado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, viçosa, v.32, p.1009-1016, 2008.

ERNANI, P. R.; ALMEIDA, J. A. & SANTOS, F. C. Potássio. In: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ V., V. H.; BARROS, N. F.; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. eds. **Fertilidade do solo**. Viçosa, MG, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. p.551-594.

FLOWERS, M.; WEISZ, R.; WHITE, J. G. Yield-based management zones and grid sampling strategies describing soil test and nutrient variability. **Agronomy Journal**, Madison, v.97, n.3, p.968-982, 2005.

FREIXO, A. A.; MACHADO, P. L. O. A.; GUIMARÃES, C. M.; SILVA, C. A.; FADIGAS, F. S. Estoques de carbono e nitrogênio e distribuição de frações orgânicas de Latossolo do cerrado sob diferentes sistemas de cultivo. **Revista Brasileira Ciência do Solo**, v.26, p.425-434, 2002.

GLAZ, B.; EDME, S. J.; MILLER, J. D.; MILLIGAN, S. B.; HOLDE, D. G. Sugarcane cultivar response to high summer water tables in the everglades. **Agronomy Journal**, Madison, v.94, p.624-629, 2002.

GOMES, J. B. V.; CURTI, N.; MOTTA, P. E. F.; KER, J. C.; MARQUES, J. J. G. S. M.; SCHULZE, D. G. Análise de componentes principais de atributos físicos, químicos e mineralógicos de solos do bioma Cerrado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.28, n.1, p.137-153, 2004.

GREGO, C. R.; VIEIRA, S. R. Variabilidade espacial de propriedades físicas do solo em uma parcela experimental. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.29, p.169-177, 2005.

JOHNSON, R. M.; RICHARD, E. P. Sugarcane yield, sugarcane quality, and soil variability in Louisiana. **Agronomy Journal**, Madison, v.97, n.3, p.760-771, 2005.

KLINK, C. A.; MACHADO, R. B. Conservation of the brazilian Cerrado. **Conservation Biology**, Cambridge, v.19, n.3, p.707-713. 2005.

LOPES, A. S.; GUILHERME, L. R. G. Fertilidade do solo e produtividade agrícola. In: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ V., V. H.; BARROS, N. F.; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. eds. **Fertilidade do solo**. Viçosa, MG, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. p.2-64.

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, p. 591-599, 2007.

MAEDA, A. S. **Adubação nitrogenada e potássica em socas de cana-de-açúcar com e sem queimas em solos de Cerrado**. Ilha Solteira: Universidade Estadual Paulista, 2009. 110p. Dissertação de Doutorado.

MALAVOLTA, E. **ABC de solos e folhas: amostragem, interpretação e sugestões de adubação**. São Paulo, Agronômica Ceres, 1992. 192p.

MAPA - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Secretaria de Produção e Agroenergia. PNA. Plano Nacional de Agroenergia 2006-2011. 2ª ed. rev., Brasília, Embrapa Informação Tecnológica, 2006. 110p.

MERCANTE, E.; URIBE-OPAZO, M. A.; SOUZA, E. G. Variabilidade espacial e temporal da resistência mecânica do solo à penetração em áreas com e sem manejo químico localizado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.27, p.1149-1159, 2003.

MARQUES, J. J.; SCHULZE, D. G.; CURI, N.; MERTZMAN S. A. Trace element geochemistry in Brazilian Cerrado soils. **Geoderma**, v.121, p.31-43, 2004.

MARQUES JÚNIOR, J.; SOUZA, Z. M.; PEREIRA, G. T.; BARBIERI, D. M. Variabilidade espacial de matéria orgânica, P, K e CTC de um Latossolo cultivado com cana-de-açúcar por longo período. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, Campina Grande, v.8, n.1, p. 143-152, 2008.

MAGALHÃES, V. R. **Influência de doses de vinhaça nas características agrônômicas de variedades de cana-de-açúcar, cana-planta e atributos químicos do solo**. Janaúba: Universidade Estadual de Montes Claros-UNIMONTES, 2010, 89p. Dissertação de Mestrado.

MENDONZA, H. N. S.; LIMA, E.; ANJOS, L. H. C.; SILVA, L. A.; CEDDIA, M. B., ANTUNES, M. V. M. Propriedades químicas e biológicas de solo de tabuleiro cultivado com cana-de-açúcar com e sem queima da palhada. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.24, p.201-207, 2000.

- MONTANARI, R.; MARQUES JÚNIOR, J.; PEREIRA, G.T. & SOUZA, Z.M. Forma da paisagem como critério para otimização amostral de Latossolos sob cultivo de cana-de-açúcar. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.40, p.69-77, 2005.
- MONTANARI, R.; PEREIRA, G. T.; JÚNIOR, J. M.; SOUZA, Z. M.; PAZETO, R. J.; CAMARGO, L. A. Variabilidade espacial de atributos químicos em Latossolo e Argissolos. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.38, n.5, p.1266-1272, 2008.
- MONTEZANO, Z. F.; CORAZZA, E. J.; MURAOKA, T. Variabilidade espacial da fertilidade do solo em área cultivada e manejada homoganeamente. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.30, p.839-847, 2006.
- MOTOMIYA, A. V. A.; CORÁ, J. E.; PEREIRA, G. T. Uso da krigagem indicatriz na avaliação de indicadores de fertilidade do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.30, p.485-496, 2006.
- MOTTA, P. E. F.; CURTI, N.; SIQUEIRA, J. O.; VAN RAIJ, B.; FURTINI NETO, A. E.; LIMA, J. M. Adsorção e formas de fósforo em Latossolos: Influência da mineralogia e histórico de uso. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 26, p. 349-359, 2002.
- OLIVEIRA, E. C. A. de. **Balanco nutricional da cana-de-açúcar relacionado à adubação nitrogenada**. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 2011. 213p. Dissertação de Doutorado.
- OLIVEIRA, F. H. T.; ARRUDA, J. A.; SILVA, I. F.; ALVES, J. C. Amostragem para avaliação da fertilidade do solo em função do instrumento de coleta das amostras e de tipos de preparo do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.31 p.973-983, 2007.
- OLIVEIRA, R. B.; LIMA, J. S. S.; XAVIER, A. C.; PASSOS, R. R.; SILVA, S. A.; SILVA, A. F. Comparação entre métodos de amostragem do solo para recomendação de calagem e adubação do cafeeiro conilon. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.28, n.1, p.176-186, 2008.
- OLIVEIRA JUNIOR, J. C.; SOUZA, L. C. P.; MELO, V. F. Variabilidade de atributos físicos e químicos de solos da formação Guabirotuba em diferentes unidades de amostragem. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.34, p.1491-1502, 2010.

ORLANDO FILHO, J.; MACEDO, N.; TOKESHI, H. Seja o doutor do seu canavial. **Informações Agronômicas**, Piracicaba, v.67, 1994. p.10.

ORLANDO FILHO, J.; RODELLA, A. A. Análise química do solo e recomendação de adubação. In: ORLANDO FILHO, J. **Nutrição e adubação da cana-de-açúcar no Brasil**. Piracicaba, Planalsucar, 1983. p.155-178.

PONTELLI, C. B. **Caracterização da variabilidade espacial das características químicas do solo e da produtividade das culturas utilizando as ferramentas de agricultura de precisão**. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria-UFSM, 2006, 112p. Dissertação de Mestrado.

PRADO, R. M.; FERNANDES, F. M.; ROQUE, C. G. Amostragem do solo em área com cana-de-açúcar após aplicação de corretivos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, v.36, n.9, p.1185-1190, 2001.

RAIJ, B. V.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. (Ed.). **Recomendações de adubação e calagem para o estado de São Paulo**. 2.ed. Campinas, Instituto Agronômico, 1997. 285p. (Boletim técnico, 100).

RESENDE, M.; CURI, N.; KER, J. C. REZENDE, S. B. **Mineralogia de solos brasileiros: Interpretações e aplicações**. Lavras, Universidade Federal de Lavras, 2005. 192p.

RESENDE, M.; CURI, N.; REZENDE, S. B.; CORRÊA, G. F. **Pedologia: base para distinção de ambientes**. 5ª ed. Lavras, Editora UFLA, 2007. 322 p.

RIBEIRO, N. V.; FERREIRA, L. G.; FERREIRA, N. C. Expansão da cana-de-açúcar no bioma cerrado: uma análise a partir da modelagem perceptiva de dados cartográficos e orbitais. IN: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 14., 2009, Natal. **Anais... INPE**, Natal. 2009.

ROSSETTO, R.; CANTARELLA, H.; DIAS, F. L. F.; VITTI, A. C.; TAVARES, S. Cana-de-açúcar. In: PROCHNOW, L. I.; CASARIN, V.; STIPP, S. R. eds. **Boas práticas para o uso eficiente de fertilizantes**. Piracicaba, SP, IPNI-Brasil, 2010. v.3. p. 160-230.

SANO, E. E.; ROSA, R.; BRITO, J. L.; FERREIRA, L. G. Mapeamento semidetalhado do uso da terra do bioma Cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 43, n. 1, p. 153-156, 2008.

SCHLINDWEIN, J. A.; ANGHINONI, I. Tamanho da subamostra e representatividade da fertilidade do solo no sistema plantio direto. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.32, n.6, p.963-968, 2002.

SCHLINDWEIN, J. A.; ANGHINONI, I. Variabilidade horizontal de atributos de fertilidade e amostragem do solo no sistema de plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.24, p. 85-91, 2000.

SEPIN-Superintendência de Estatística, Pesquisa e Informação. 2011. **Estatísticas municipais**. Disponível em: <<http://www.seplan.gov.br/sepin/>>. Acessado em: 25/11/2012.

SILVA, A. S; MIZIARA, F. Avanço do setor sucroalcooleiro e expansão da fronteira agrícola em Goiás. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.41, n.3, p.399-407, 2011.

SILVA, I. R.; MENDONÇA, E. S. Matéria orgânica do solo. In.: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ V., V. H.; BARROS, N. F. de; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L eds. **Fertilidade do solo**. Viçosa, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. p.275-374.

SILVA, V. R.; REICHERT, J. M.; STORCK, L.; FEIJÓ, S. Características químicas do solo e produtividade de milho em um Argissolo Vermelho-Amarelo distrófico arênico. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.27, p.1013-1020, 2003.

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. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.35, n.10, p.2057-2064, 2000.

SOUSA, D. M. G.; LOBATO, E. Adubação fosfatada em solos da região do cerrado. Piracicaba, IPNI, 2003. (Informações Agronômicas 102).

SOUSA, D. M. G. de; LOBATO, E. Correção da acidez do solo. In: SOUSA, D. M. G. de; LOBATO, E. eds. **Cerrado: correção do solo e adubação**. Planaltina, Embrapa Cerrados, 2002. p.81-96.

SOUSA, D. M. G.; LOBATO, E. **Cerrado: correção do solo e adubação**. 2ª ed. Brasília, Embrapa Informação Tecnológica, 2004. 416p.

SOUSA, D. M. G.; MIRANDA, L. N.; OLIVEIRA, S. A. de. Acidez do solo e sua correção. In: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ V., V. H.; BARROS, N. F.; FONTES, R. L.

- F.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. eds. **Fertilidade do solo**. Viçosa, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. p.551-594.
- SOUZA, Z. M.; BARBIERI, D. M.; MARQUES JÚNIOR, J.; PEREIRA, G. T.; CAMPOS, M. C. C. Influência da variabilidade espacial de atributos químicos de um Latossolo na aplicação de insumos para cultura da cana-de-açúcar. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.31, p.371-377, 2007.
- SOUZA, Z. M.; MARQUES JÚNIOR, J.; PEREIRA, G.T.; BARBIERI, D. M. Variabilidade espacial da textura de um Latossolo Vermelho eutroférico sob cultivo de cana-de-açúcar. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.24, n.2, p.309-319, 2004.
- SOUZA, Z. M.; MARQUES JÚNIOR, J.; PEREIRA, G. T.; MONTANARI, R.; CAMPOS, M. C. C. Amostragem de solo para determinação de atributos químicos e físicos em área com variação nas formas do relevo. **Científica**, Jaboticabal, v.34, n.2, p.249-256, 2006.
- THEODORO, A. D. **Expansão da cana-de-açúcar no Brasil: ocupação da cobertura vegetal do cerrado**. Araçatuba: Faculdade de Tecnologia de Araçatuba, 2011, 62p. Monografia.
- TROEH, F. R.; THOMPSON, L. M. **Solos e fertilidade dos solos**. 6ª ed. São Paulo, SP, Andrei. 2007.
- VEIGA FILHO, A. A.; FRONZAGLIA, T.; TORQUATO, S. A. A. A necessidade de inovação tecnológica agrícola para sustentar o novo ciclo expansionista do setor sucroalcooleiro. DINARDO-MIRANDA, L. L.; VASCONCELOS, A. C. M.; LANCELL, M. G. A. eds. **Cana-de-açúcar**. Campinas, IAC, 2008. p. 855-868.
- VITTI, G. C.; MAZZA, J. A. **Planejamento, estratégias de manejo e nutrição da cana-de-açúcar**. Piracicaba: Potafós, 2002. 16p. (Boletim técnico 97).
- ZAMBELLO JR, E.; AZEREDO, D. F. Adubação na região Centro-Sul. In: ORLANDO F. J. **Nutrição e adubação da cana-de-açúcar no Brasil**. Piracicaba, Planalsucar, 1983. Cap. 12, 289-316p.
- ZANÃO JUNIOR, L. A.; LANA, R. M. Q.; GUIMARAES, E. C.; PEREIRA, J. M. A. Variabilidade espacial dos teores de macronutrientes em Latossolos sob sistema plantio direto. **Revista Brasileira Ciência Solo**, Viçosa, v.34, n.2, p.389-400, 2010.

ZINN, Y. L.; LAL, R.; RESCK, D. V. S. Changes in soil organic carbon stocks under agriculture in Brazil. **Soil and Tillage Research**, Amsterdam, v.84, p.25-40, 2005.

## **CAPÍTULO ÚNICO**



## VARIABILIDADE DOS ATRIBUTOS DE FERTILIDADE DO SOLO EM ÁREA CULTIVADA COM CANA-DE-AÇÚCAR

### RESUMO

A amostragem de solo deve representar adequadamente a área avaliada visando à elaboração de recomendações de medidas de correção de nutrientes e conservação dos solos, a fim de elevar a produtividade e melhorar o aproveitamento dos insumos. O objetivo deste trabalho foi avaliar a variabilidade dos atributos de fertilidade de Latossolos cultivados com cana-de-açúcar, em duas áreas de renovação de plantio na Usina Goiasa, no município de Goiatuba, GO. Foram selecionadas duas áreas de aproximadamente 1 ha cada, consideradas representativas de dois talhões cultivados com cana-de-açúcar com espaçamento nas entrelinhas de plantio de 1,5 m. Em cada uma das áreas selecionadas foi realizada amostragem do solo nas linhas de plantio e nas entrelinhas. Coletaram-se as amostras em 98 pontos amostrais (linhas e entrelinhas) com trado holandês, nas profundidades de 0-20 e 20-40 cm, totalizando 196 subamostras de solo em cada área de estudo. As amostras foram submetidas a análises químicas de fertilidade do solo (pH,  $H+Al^{3+}$ , matéria orgânica (MO), P,  $K^+$ ,  $Ca^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$ , soma de bases (SB), capacidade de troca catiônica (CTC) e saturação por bases (V%) e análise granulométrica. Por meio dos dados obtidos, o número ideal de subamostras para a estimativa da média dos atributos foi calculado, a partir do coeficiente de variação, do erro percentual admitido em torno da média, para uma probabilidade de 95 %. Os atributos estudados apresentaram variabilidades diferenciadas nas áreas estudadas: alta (P e K); média ( $H + Al^{3+}$ ,  $Ca^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$ , SB, CTC e V%); e baixa (pH, MO e teor de argila). A maioria dos atributos analisados apresentaram para um número de 20 subamostras um erro menor que 20 %, exceto o P e K que podem apresentar um erro superior a 40% em torno da média. A extrema variabilidade nos teores de fósforo, particularmente na profundidade de 20-40 cm, atribuídas a doses elevadas de fertilizantes fosfatados, impõem restrições à avaliação de sua disponibilidade, pelo elevado número de subamostras requeridas.

**Termos de indexação:** *Saccharum officinarum*, amostragem de solo, subamostras, Latossolo e Cerrado.

## VARIABILITY OF THE FERTILITY ATTRIBUTES IN AREAS OF CULTIVATED WITH SUGAR CANE

### ABSTRACT

Soil sampling should suitably represent the area evaluated aiming at drawing up recommendations for correction of soil acidity, fertilization and soil conservation in order to increase productivity and improve the use efficiency of inputs. The objective of this study was to evaluate the variability of fertility attributes of Oxisols in areas under sugarcane in Goiasa mill, municipality of Goiatuba-GO. Two areas of approximately 1 ha each were selected, considered as representative of two fields cultivated with sugarcane with row spacing of 1,5 m. The selected areas were sampled in row and inter-row positions. Samples were collected at 98 sampling points (row and inter-row) with Dutch auger at depths of 0-20 and 20-40 cm, a total of 196 subsamples for each area. The individual samples were subjected to chemical analyzes of soil fertility (pH,  $H+Al^{3+}$ , organic matter, P, K, Ca, Mg, sum of bases (SB), cation exchange capacity (CEC) and base saturation (V%) and particle size analysis. The required numbers of subsamples to compose a sample with acceptable errors of 5, 10, 20 and 40% around the mean values of each attribute were computed from the coefficients of variation and the Student *t*-value for 95% confidence.. Variability was different for the studied attributes: high variability (P and K), mean ( $H^+ + Al^{3+}$ ,  $Ca^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$ , SB, CEC and V) and low (pH, organic matter and clay content). Most attributes analyzed presented for a number of 20 subsamples an error smaller than 20%, except for P and K which may present an error greater than 40% around the mean. The extreme variability in phosphorus, particularly at a depth of 20-40 cm, attributed to high doses of phosphate fertilizers, restricting the assessment of its availability, the high number of subsamples required.

**Index terms:** *Saccharum officinarum*, soil sampling, subsamples, oxisol and Cerrado.

## 1. INTRODUÇÃO

O solo pode apresentar na paisagem natural variabilidade espacial e temporal de seus atributos, resultantes de diversos fatores, dentre eles, aqueles responsáveis por sua formação (Montezano et al., 2006). O aumento da heterogeneidade dos atributos dos solos, também é proporcional e contínuo com relação às práticas agrícolas adotadas ao longo do tempo, desde os processos de desmatamento, preparo do solo, rotações de culturas e modo de aplicação dos fertilizantes (faixas ou em linhas) (Cavalcante et al., 2007). Sendo assim, esses fatores devem ser considerados no sistema de amostragem para avaliação da fertilidade dos solos.

Tendo em vista a importância da amostragem na determinação dos atributos dos solos, vários estudos vêm sendo realizados visando reduzir o efeito da variabilidade desses atributos. Diversos fatores responsáveis pela variabilidade de amostragem dos atributos de fertilidade dos solos têm sido estudados, tais como a influência do sistema de manejo do solo (Silveira et al., 2000; Cavalcante et al., 2007; Barbieri et al., 2008); o tipo de instrumento de coleta de amostras (Alvarez e Guarçoni, 2003; Oliveira et al., 2007); o número de amostras simples a serem utilizadas na formação de amostras compostas (Alvarez e Guarçoni, 2003; Carvalho et al., 2002); subdivisões de glebas em pedoformas (Oliveira Júnior et al., 2010; Campos et al., 2009); escalas de amostragem (Lin et al., 2005; Wang et al., 2008); e a influência dos tratamentos culturais (Silveira et al., 2000; Carvalho et al., 2002).

Assim, a variabilidade espacial dos solos que se origina na sua formação prossegue após atingir o estado de equilíbrio dinâmico (Gomes et al., 2004). Em uma mesma área, uma vez que os elementos presentes no solo sofrem reações químicas, torna-se necessário um maior número de amostras para análise dos atributos químicos, em relação ao número de amostras para a avaliação dos atributos físicos (Amaro Filho et al., 2007; Cavalcante et al., 2007).

Com o aumento da área de cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum*) e da sua importância no cenário do agronegócio brasileiro houve um crescimento na procura por técnicas que propiciem a implantação de um sistema avançado de cultivo, a partir do conhecimento da variabilidade espacial dos atributos do solo, com o objetivo de aperfeiçoar a amostragem para melhor o aproveitamento dos recursos e diminuição de custos (Campos et al., 2009).

Existem diferentes metodologias estabelecidas para uma amostragem adequada para o cultivo de cana-de-açúcar, onde a fertilidade é muito variável tanto nas linhas quanto nas entrelinhas de cultivo. Rajj et al. (1997) recomendam amostragem nas entrelinhas da soqueira, enquanto que Vitti e Mazza (2002) consideram que as amostras devem ser retiradas a 25 cm das linhas de plantio. Já Malavolta (1992) recomenda que 30 % das amostras sejam retiradas ao longo das linhas e 70 % nas entrelinhas de cultivo.

Uma das grandes dificuldades encontradas na representação da variabilidade espacial dos atributos de fertilidade dos solos em cana-de-açúcar tem sido a determinação do número de subamostras necessárias que viabilize a adoção de sustentáveis técnicas de correção e adubação. Assim, o estudo da distribuição e composição da amostragem do solo tem sido uma preocupação crescente, a fim de subsidiar procedimentos de utilização e recomendação destas técnicas em ambientes distintos (Corá et al., 2004; Montanari et al., 2005; Souza et al., 2007).

Com o interesse de definir o número mínimo de amostras de solo para estimar o valor médio do atributo de interesse com uma determinada precisão, tem sido utilizado em pesquisas o procedimento que consiste em coletar ao acaso, certo número de amostras individuais, analisá-las e calcular os coeficientes de variação, achar os valores de tabela do teste t correspondentes ao número de graus de liberdade e resíduo, estabelecer a diferença permitida em torno da média e, assim, calcular o número mínimo de amostras individuais a serem coletadas em futuras amostragens (Snedecor e Cochran, 1967; Silveira et al., 2000; Alvarez e Guarçoni, 2003). Entretanto, em cultivo de cana a estimativa dos atributos de fertilidade pelo procedimento usual, onde se coletam 20 subamostras para formar uma amostra composta, os estudos de amostragem já realizados mostram que valores médios dos teores de argila, matéria orgânica, pH, CTC são estimados com erro menor que 10 %, os valores de  $H+Al^{3+}$  e V % com erro menor que 15 % e para o P, K, Ca e Mg, com variação superior a 25 % (Souza et. Al., 2006).

Diante do exposto, o objetivo deste trabalho foi estudar a variabilidade dos atributos de fertilidade de Latossolos cultivados com cana-de-açúcar, em duas áreas de renovação de plantio na Usina Goiasa, no município de Goiatuba, GO.

## **2. MATERIAL E MÉTODOS**

### **2.1 Caracterização da Área de Estudo**

Foram selecionadas duas áreas de estudo localizadas no município de Goiatuba-GO (Figura 1), a 53 km da cidade, nos setores Boiadeiro II e Campos Belos I, ambas pertencentes à Usina Goiasa, localizada entre as seguintes coordenadas geográficas: 17°58'17'' e 18°10'07'' de latitude Sul, 49°47'25'' e 49°33'42'' de longitude Oeste e altitude média de 722 metros.



**Figura 1.** Localização das áreas de estudo na Usina Goiasa, no município de Goiatuba - GO (Fonte: Google Earth, satélite Spot 5, 04 de julho de 2006 e 14 de outubro de 2010).

O clima da região é caracterizado como semi-úmido predominante, com invernos secos e verões chuvosos, temperaturas médias anuais de cerca de 20°C e precipitações pluviométricas médias anuais situadas entre 1.500 e 1.800 mm, classificado segundo Köppen como Cwa, correspondente ao clima tropical de altitude (Peel et al., 2007).

A geologia do município é formada por litologias do Pré-Cambriano representadas pelo Complexo Basal Goiano, e unidades geológicas do Jurássico-Cretáceo pertencente ao Grupo São Bento, com ocorrência da unidade geológica JKsg, denominada de Formação Serra Geral, constituída por basaltos, que ocorrem na maior

parte do município, por vezes com intercalações de arenitos da Formação Botucatu (SIEG, 2008).

A área 1 está localizada no Setor Boiadeiro II entre as coordenadas geográficas 18°02'16'' e 18°02'18''S e 49°44'36'' e 49°44'32'' W, apresentando relevo suave ondulado. O solo da área foi classificado segundo Embrapa (2006) como Latossolo Vermelho-Amarelo Ácrico típico de textura argilosa (LVAw) (Tabela 1).

**Tabela 1.** Propriedades químicas e características físico-químicas dos Latossolos das áreas de estudo.

Classe de Solo	Hor. Prof (cm)	pH		$\Delta$ pH	Complexo Sortido							
		H <sub>2</sub> O	KCl		Ca <sup>2+</sup> +Mg <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup>	S	Al <sup>3+</sup>	H <sup>+</sup> + Al <sup>3+</sup>	T	V	
-----cmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup> -----												
Área 1 – Setor Boiadeiros II												
LVAw	Bw	100 <sup>+</sup>	6,14	6,56	0,42	0,31	0,01	0,32	0	0,28	0,60	53
Área 2 – Setor Campos Belos I												
LVw	Bw	100 <sup>+</sup>	6,19	5,97	-0,22	1,02	0,02	1,03	0	1,16	2,19	48
Classe de Solo	Hor. Prof (cm)	Granulometria				Densidade			Ataque Sulfúrico			
		Argila	Silte	Areia total	Silte/Argila	Solo	Part.	VTP	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	
-----g kg <sup>-1</sup> -----												
-----Kg m <sup>-3</sup> -----												
-----dm <sup>3</sup> dm <sup>3</sup> -----												
-----g kg <sup>-1</sup> -----												
Área 1 – Setor Boiadeiros II												
LVAw	Bw	100 <sup>+</sup>	452	142	406	0,32	-	-	-	-	-	125
Área 2 – Setor Campos Belos I												
LVw	Bw	100 <sup>+</sup>	623	249	129	0,21	-	-	-	-	-	126

A área cultivada se encontra no 2º ciclo de cana-de-açúcar, sendo que no ciclo atual foi realizada aplicação parcelada de calcário, sendo 2,5 t ha<sup>-1</sup> no dia 13/10/2006 e 1,1 t ha<sup>-1</sup> no dia 05/04/2007, plantio mecanizado em sulco da variedade SP 83 2847 no dia 26/04/2007, juntamente com adubação de plantio (Tabela 2). Realizou-se irrigações de salvamento do plantio de inverno em 30/04/2007 e 31/05/2007, operações de quebra lombo no dia 17/09/2007, adubação de manutenção com o formulado NPK 20-00-20 (450 kg ha<sup>-1</sup>) por ocasião da operação de cultivo de superfície no dia 03/01/2009 e aplicação de 17,9 t ha<sup>-1</sup> de composto orgânico.

A área 2 investigada encontra-se localizada no Setor Campos Belos I entre as coordenadas geográficas 18°01'11'' e 18°01'11'' S e 49°38'51'' e 49°38'55''W, também apresenta relevo suave ondulado. O solo da área foi classificado (Tabela 1) como Latossolo Vermelho Ácrico típico de textura muito argilosa (LVw). (Embrapa, 2006).

**Tabela 2.** Histórico de manejo das áreas de estudo.

Setor	Data	Operação	Quant.	Unid.
<b>Boiadeiro II</b> (Área 1)	13/10/2006	1ª Aplicação de calcário	2,5	t ha <sup>-1</sup>
	05/04/2007	2ª Aplicação de calcário	1,1	t ha <sup>-1</sup>
	26/04/2007	Plantio mecanizado e adubação com NPK	600	Kg ha <sup>-1</sup>
	03/01/2009	Adubação com NPK (20-00-20)	450	Kg ha <sup>-1</sup>
	26/11/2009	Aplicação de composto orgânico	17,9	t ha <sup>-1</sup>
<b>Campos Belos I</b> (Área 2)	20/09/2007	Aplicação de calcário	3,9	t ha <sup>-1</sup>
	01/04/2008	Plantio mecanizado e adubação com MAP	185	Kg ha <sup>-1</sup>
	09/08/2008	Quebra lombo e adubação com NPK (03-17-35)	340	Kg ha <sup>-1</sup>
	17/01/2010	Aplicação de composto orgânico	21,6	t ha <sup>-1</sup>
	06/02/2011	Adubação com NPK (23-00-18)	435	Kg ha <sup>-1</sup>

A área 2 foi cultivada anteriormente durante 1 ciclo com cana-de-açúcar, com aplicação de 3,9 t ha<sup>-1</sup> de calcário antes do plantio no dia 20/09/2007, e no dia 16/04/2008 foi realizado o plantio da variedade RB 85 5536 com distribuição de 185 kg ha<sup>-1</sup> de fosfato monoamônico (MAP) no sulco de plantio (Tabela 2). A área cultivada recebeu durante o ciclo 340 kg ha<sup>-1</sup> NPK 03-17-35, juntamente com a operação de quebra lombo no dia 09/08/2008, com aplicação de 21,6 t ha<sup>-1</sup> de composto orgânico (cinza de caldeira + torta de filtro) no dia 17/01/2010 e durante a operação de cultivo de superfície foram aplicados 435 kg ha<sup>-1</sup> de NPK 23-00-18 no dia 06/02/2011.

## 2.2 Amostragem dos Solos das Áreas de Estudo

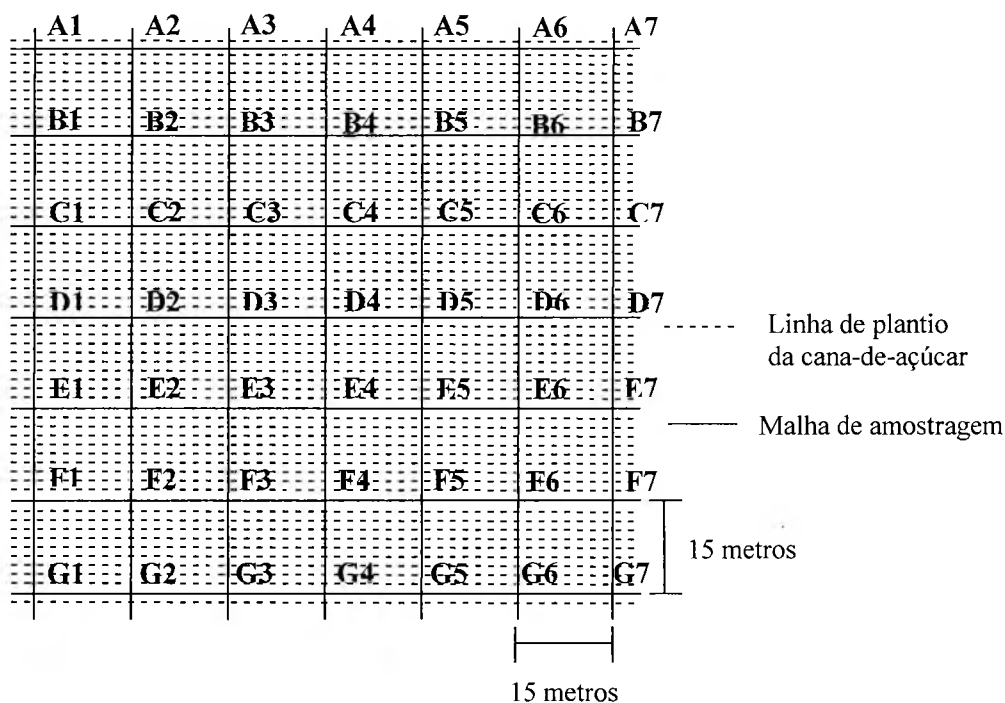
Nas duas áreas selecionadas de aproximadamente 1 ha, consideradas representativas de dois talhões cultivados com cana-de-açúcar com espaçamento na entrelinha de 1,5 m, representados no esquema de amostragem (Figura 2).

Ambos os talhões encontravam-se em condições de renovação do canavial, com adoção de práticas de adubação convencional, um em Latossolo Vermelho-Amarelo Ácrico típico (Área 1) e o outro em Latossolo Vermelho Ácrico típico (Área 2).

Em cada uma das áreas selecionadas foi realizada amostragem dos solos em uma malha amostral delineada com dimensões de 15x15 m, englobando 10 linhas de cultivo de cana-de-açúcar com espaçamento de 1,5 m (Figura 2). A amostragem foi realizada ao longo das linhas de plantio, a partir do primeiro ponto da malha amostral e nas entrelinhas, as amostras foram coletadas perpendicularmente às linhas de cultivo, com distância variando de 25, 50 e 75 cm, sequencialmente ao longo dos pontos amostrados na linha. Foram coletadas amostras em 98 pontos amostrais (linhas e entrelinhas) com trado holandês de 20 cm de altura e 6 cm de diâmetro, nas profundidades de 0-20 e 20-

40 cm, totalizando 196 subamostras de solo coletadas em cada área estudada. Os 45 pontos de cruzamento da malha amostral foram simbolizados através de letras e números (Figura 2).

Cada ponto foi georreferenciado utilizando o GPS geodésico da marca Trimble Pathfinder Pro XRT Modelo 2, com sinal Omini Star ativo, antena tornado, coletor Trimble Nomad Modelo 900GLC, com uma precisão horizontal de 10 cm.



**Figura 2.** Esquematisação da metodologia de amostragem nas Áreas 1 ( Setor Boiadeiro II) e Área 2 (Setor Campos Belos I).

### 2.3 Procedimentos analíticos

As subamostras coletadas foram secas ao ar, destorroadas e passadas em peneira com malha de 2 mm, para obtenção de fração terra fina seca ao ar (TFSA). Na fração TFSA em todas as amostras coletadas foram determinados: pH em  $\text{CaCl}_2$  a  $0,01 \text{ mol L}^{-1}$ , na proporção TFSA: solução de 1:2,5 ( $10 \text{ cm}^3$  de solo e 25 ml da solução); acidez total ou potencial ( $\text{H} + \text{Al}^{3+}$ ) extraída com acetato de cálcio  $0,5 \text{ mol L}^{-1}$  a pH 7,0; matéria orgânica pelo método Walkley-Black, sem fonte externa de calor (Walkey e Black, 1934);  $\text{Ca}^{2+}$  e  $\text{Mg}^{2+}$  extraídos por  $\text{KCl}$   $1 \text{ mol L}^{-1}$ , determinados por espectrofotometria de absorção atômica;  $\text{Al}^{3+}$  extraído por  $\text{KCl}$   $1 \text{ mol L}^{-1}$ , determinado por titulação com  $\text{NaOH}$  a  $0,05 \text{ mol L}^{-1}$ ; Pdisponível extraído por Mehlich-1 ( $\text{HCl}$   $0,05$



mol L<sup>-1</sup> + H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 0,0125 mol L<sup>-1</sup>), determinado por espectrofotometria de ultravioleta visível; K<sup>+</sup> trocável extraído por Mehlich-1, determinado por fotometria de chama. Com os resultados analíticos foram calculadas a soma de bases (SB), a saturação por bases (V) e a CTC a pH 7,0. Todas as análises químicas foram conduzidas por meio de metodologias descritas em Embrapa (1997).

A análise granulométrica dos solos foi determinada pelo método da pipeta (Embrapa, 1997), com adição de areia grossa para melhorar a dispersão mecânica dos solos. Os resultados referentes a cada atributo analisado se encontram dispostos nas tabelas nos anexos.

## 2.4 Análises Estatísticas

Os resultados analíticos de cada atributo de fertilidade do solo das subamostras em cada área, sendo 49 subamostras para cada combinação de posição de tradagem (linhas e entrelinhas) e profundidade (0-20 e 20-40 cm) foram submetidos à análise estatística descritiva, com auxílio do pacote estatístico do Excel, para obtenção dos: valores mínimos, valores máximos, média, desvio padrão, coeficiente de variação, assimetria, curtose e o teste de normalidade Shapiro-Wilk.

Para verificar a variabilidade dos atributos de fertilidade estudados foi determinado o número mínimo de subamostras para formar uma amostra composta representativa de cada área, utilizando os resultados analíticos das subamostras para o cálculo dos coeficientes de variação e os parâmetros estatísticos indicados na equação (1), utilizada por Silveira et al. (2000), Carvalho et al. (2002), Alvarez e Guarçoni (2003), Oliveira et al. (2007) e Rozane et al. (2011), com algumas modificações quanto à sua denominação e definição dos termos da equação. O número de subamostras (N) requeridas para a estimativa da média dos atributos foi calculada a partir do coeficiente de variação (CV %), do erro percentual admitido em torno da média (f) e do valor (t) relativo à probabilidade de 95%:

$$N = \left( \frac{CV * t}{f} \right)^2 \quad (1)$$

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1 Área 1 - Setor Boiadeiro II

Os resultados da avaliação estatística descritiva (valores mínimos, máximos, médias, desvios padrões, coeficientes de variação, assimetria, curtose e teste de normalidade) dos atributos de fertilidade (pH em CaCl<sub>2</sub>, H+Al<sup>3+</sup>, MO, Argila, P, K<sup>+</sup>, Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, SB, CTC e V, da Área 1, representativa da área de renovação de cana-de-açúcar em Latossolo Vermelho-Amarelo Ácrico típico de textura argilosa na Usina Goisa, Goiatuba, GO, encontram-se na tabela 3.

**Tabela 3.** Valores mínimos (Min), máximos (Max), médios (Med), desvios padrões (DP), coeficientes de variação (CV%), assimetria (Cs); curtose (Ck) e teste de normalidade Shapiro Wilk (W) dos atributos de fertilidade do Latossolo Vermelho-Amarelo Ácrico típico da Área 1- Boiadeiros II.

Análises	Atributos de fertilidade do solo										
	pH (CaCl <sub>2</sub> )	MO	Argila	P	K <sup>+</sup>	H+Al <sup>3+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	SB	CTC	V
Estatísticas	---g kg <sup>-1</sup> ---		---mg dm <sup>-3</sup> ---			-----cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> -----					%
<b>Profundidade de 0-20 cm nas linhas de cultivo</b>											
Min	4,93	19,3	393	0,24	18	0,71	1,86	0,38	2,29	4,90	41,96
Max	6,90	37,0	493	5,37	144	5,40	6,06	1,85	7,99	10,99	91,36
Med	6,05	26,7	445	1,45	51	2,95	3,62	1,14	4,89	7,84	62,36
DP	0,42	3,5	21	0,83	33	1,02	0,98	0,34	1,18	1,25	10,96
CV	6,87	13,24	4,7	57,35	64,59	34,57	27,11	29,86	24,08	15,99	17,57
Cs	-0,48	0,72	-0,18	2,64	1,27	0,41	0,59	0,1	0,51	0,09	0,32
Ck	0,12	0,64	-0,11	9,87	0,61	0,31	0,21	-0,5	0,58	0,2	0,19
W	0,98*	0,96*	0,99*	0,78ns	0,83ns	0,97*	0,95*	0,98*	0,96*	0,99*	0,98*
<b>Profundidade de 0-20 cm nas entrelinhas de cultivo</b>											
Min.	5,49	20,0	378	0,55	14	0,82	2,11	0,58	2,73	5,27	43,62
Max.	6,98	31,2	484	11,19	60	4,18	5,70	1,90	7,12	10,55	88,36
Med.	6,19	24,8	443	2,03	28	2,72	3,65	1,05	4,77	7,49	63,7
DP	0,35	2,5	22	2,18	9	0,82	0,91	0,26	1,06	1,12	9,99
CV	5,69	10,02	4,95	107,33	31,15	30,23	24,98	24,71	22,29	15,01	15,68
Cs	0,14	0,33	-0,49	2,44	0,95	-0,2	0,53	0,89	0,66	0,65	0,2
Ck	-0,14	-0,2	0,45	6,32	2,17	-0,53	-0,47	1,92	-0,32	0,58	-0,18
W	0,97*	0,98*	0,97*	0,65ns	0,94ns	0,97*	0,95ns	0,95ns	0,94ns	0,97*	0,98*
<b>Profundidade de 20-40 cm nas linhas de cultivo</b>											
Min.	4,73	16,6	422	0,20	4	1,97	0,98	0,24	1,38	4,47	29,05
Max.	6,68	31,9	500	35,54	58	4,94	4,86	1,63	6,26	8,39	76,10
Med.	5,81	21,5	459	5,36	24	3,17	2,49	0,71	3,26	6,44	50,13
DP	0,42	2,9	19	8,22	10	0,66	0,74	0,32	0,95	1,02	9,55
CV	7,20	13,62	4,26	153,16	40,04	20,94	29,64	45,04	29,16	15,86	19,06
Cs	-0,35	0,97	0,36	2,37	1,02	0,68	0,62	1,06	0,63	0,04	0,13
Ck	0,55	2,06	-0,63	5,32	1,98	0,55	1,17	0,81	0,87	-0,89	0,09

(Continua)

(Continuação)

W	0,98*	0,95ns	0,97*	0,64ns	0,93ns	0,96*	0,97*	0,91ns	0,97*	0,98*	0,99*
<b>Profundidade de 20-40 cm nas entrelinhas de cultivo</b>											
Min.	4,85	12,7	404	0,20	6	1,76	0,82	0,21	1,41	3,94	26,39
Max.	6,46	25,9	508	20,98	54	4,36	3,59	1,06	4,60	7,97	72,29
Med.	5,65	20,0	460	2,13	19	3,32	1,97	0,50	2,51	5,84	42,53
DP	0,34	2,7	21	4,52	9	0,64	0,69	0,19	0,82	0,95	9,49
CV	6,00	13,38	4,60	212,59	48,21	19,34	35,24	37,93	32,53	16,29	22,31
Cs	0,20	0,15	-0,44	3,27	1,68	-0,04	0,58	1,39	0,82	0,08	0,89
Ck	0,11	0,20	0,41	10,55	4,20	-0,56	-0,39	2,12	0,04	-0,68	0,77
W	0,98*	0,97*	0,98*	0,45ns	0,87ns	0,96*	0,95*	0,88ns	0,93ns	0,98*	0,95ns

ns: distribuição não normal pelo teste de Shapiro-Wilk a 5 %; \*: distribuição normal pelo teste de Shapiro-Wilk a 5 %.

Os resultados das amostras de diferentes posições nas entrelinhas foram analisados conjuntamente, para expressar a variabilidade da entrelinha assim como é feita em amostragens tradicionais de cana-de-açúcar.

As menores amplitudes dos atributos de fertilidade do solo foram observados nos valores de pH em CaCl<sub>2</sub>, MO e argila em ambas profundidades e posições de amostragem (linhas e entrelinhas). Já os atributos que apresentaram os maiores valores de amplitude foram H+Al<sup>3+</sup>, P e K<sup>+</sup>.

Observou-se para o pH em CaCl<sub>2</sub> que os maiores valores médios foram encontrados na camada superficial de 0-20 cm, com valor médio na linha de 6,05 e na entrelinha de 6,19. Já para a profundidade de 20-40 cm, os valores médios encontrados foram 5,81 e 5,65, respectivamente, nas linhas e entrelinhas de cultivo.

Conforme classificação definida por Rajj et al. (1997), os valores médios obtidos de pH em CaCl<sub>2</sub> na profundidade de 0-20 cm estão enquadrados dentro da classe de acidez muito baixa, e os valores da profundidade de 20-40 cm são considerados valores de acidez baixa, acima do ideal para a nutrição das plantas, por volta de 5,3. Correia e Alleoni (2011) também observaram maiores valores de pH na profundidade superficial dos solos cultivados com cana-de-açúcar sem queima de palhada para a colheita, apresentando correlação com os valores de Ca e Mg, acumulados por intermédio da aplicação de calcário na superfície ao longo do ciclo da cultura.

Os maiores valores médios de MO foram observados na profundidade superficial de 0-20 cm, sendo que a maior amplitude foi observada nas linhas. Quanto à posição de amostragem, os maiores valores médios observados foram 26,7 g kg<sup>-1</sup> e 21,5 g kg<sup>-1</sup>, nas profundidades de 0-20 e 20-40 cm, nas linhas de amostragem, respectivamente. Nas entrelinhas foram obtidos valores médios na profundidade de 0-20 cm, de 24,8 g kg<sup>-1</sup> e de 20,0 g kg<sup>-1</sup> na profundidade de 20-40 cm. Geralmente em sistema de colheita sem

queima os teores de MO são superiores nas linhas em relação às entrelinhas, concentrando-se, principalmente, nas profundidades superficiais (Razafimbelo et al., 2006). Os resultados obtidos, provavelmente, estão associados à maior concentração de raízes e exsudatos radiculares nos sulcos de plantio da cana-de-açúcar (Anghinoni, 2007).

A argila apresentou valores médios muito próximos em ambas posições de amostragem, caracterizando a textura do Latossolo da Área 1 como argilosa, de acordo Embrapa (1997, 2006). Valores próximos também foram observados por Corá et al., (2004) em Latossolo, é considerada uma característica genética pouco influenciada pelo manejo do solo.

Os maiores valores médios de P foram observados na profundidade de 20-40 cm, tanto nas linhas como nas entrelinhas da cultura, onde os valores médios foram de 5,36 e 2,13 mg dm<sup>-3</sup>, respectivamente. Na profundidade 0-20 cm, o teor médio de P foi 1,45 mg dm<sup>-3</sup> nas linhas e 2,03 mg dm<sup>-3</sup> nas entrelinhas.

Ainda em relação ao teor médio, o P foi considerado muito baixo na profundidade de 0-20 cm, em ambas as posições de amostragem, médio na profundidade de 20-40 cm ao longo das linhas e baixo para mesma profundidade nas entrelinhas, considerando um teor de argila de 36 a 60 % (Souza et al., 2002). Esse comportamento do P no solo foi observado por outros autores em culturas de cana-de-açúcar (Correia e Alleoni, 2011; Campos et al., 2008). Os maiores valores na linha e na profundidade de 20-40 cm podem ser explicados pela forma de adubação característica da cana-de-açúcar, onde ocorre a aplicação de elevadas doses desse nutriente em profundidade nos sulcos de plantio da cana-de-açúcar (Corá e Beraldo, 2006).

Os valores de K<sup>+</sup> apresentaram comportamento contrário ao do P, onde os maiores valores médios foram observados na profundidade de 0-20 cm, apresentando o valor médio de 51,0 e 28,0 mg dm<sup>-3</sup> ao longo das linhas e entrelinhas, respectivamente. Foram observados também elevados valores médios principalmente nas linhas de plantio em ambas as profundidades, com diferença maior para a profundidade de 0-20 cm, com relação às posições de amostragem avaliadas.

Os valores médios do K<sup>+</sup> foram interpretados, de acordo com a classificação proposta por Vilela et al. (2002) para solos argilosos do cerrado, como baixos nas profundidades de 20-40 cm, e adequados a médios para a profundidade 0-20 cm ao longo das linhas e entrelinhas, respectivamente. Cerri (2005), avaliando os atributos químicos do solo sob lavoura de cana-de-açúcar, observou também maiores valores de

$K^+$  nas camadas superficiais. As maiores concentrações superficiais de  $K^+$ , também encontradas por Vitti e Mazza (2002), podem ser atribuídas às adubações anuais da soqueira, aos maiores teores de matéria orgânica responsável pela CTC desses solos e à deposição superficial de potássio por meio do palhiço residual da colheita mecanizada. Já o acúmulo deste nutriente no sulco de plantio, possivelmente ocorre em razão da lavagem de K das folhas necrosadas com água das chuvas, conforme também verificado para o milho por Silva e Ritchey (1982) e em plantas de cobertura por Colonego et al. (2005).

Quanto aos valores médios da  $H + Al^{3+}$ , os menores valores foram encontrados na profundidade de 0-20 cm, sendo que o valor de  $2,95 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$  foi encontrado nas linhas e de  $2,72 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$  nas entrelinhas. Contudo, os maiores valores, foram encontrados na profundidade de 20-40 cm,  $3,17 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$  na linha e  $3,32 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$  na entrelinha. Cerri (2005) também observou o aumento no teor de  $H^+ + Al^{3+}$  em profundidade em Latossolo Vermelho-Amarelo cultivado com de cana-de-açúcar no município de Araras, no interior de São Paulo.

Para os valores médios de  $Ca^{2+}$ , ficou constatado que os maiores valores foram encontrados na profundidade de 0-20 cm nas subamostras coletadas ao longo das linhas e entrelinhas, sendo os valores médios  $3,62$  e  $3,65 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ , respectivamente, os quais se apresentaram bastante próximos e na profundidade de 20-40 cm, os teores médios foram de  $2,49$  e  $1,97 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ , ao longo das linhas e entrelinhas, respectivamente.

O  $Mg^{2+}$  apresentou comportamento similar ao do  $Ca^{2+}$ , apresentando na profundidade de 0-20 cm os valores médios de  $1,14 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$  nas linhas e  $1,05 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$  nas entrelinhas. Na profundidade de 20-40 cm os valores observados nas linhas e entrelinhas foram de  $0,71 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$  e  $0,50 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ , respectivamente.

Segundo a classificação de Souza e Lobato (2002), os valores médios do  $Ca^{2+}$  e  $Mg^{2+}$ , em todas as posições de amostragem, foram considerados adequados. Os valores mais elevados do  $Ca^{2+}$  e  $Mg^{2+}$  na profundidade de 0-20 cm podem ser atribuídos a aplicações de calcário dolomítico na superfície, com a incorporação do calcário não atingindo plenamente a camada de 20-40 cm, sendo este comportamento do  $Ca^{2+}$  e  $Mg^{2+}$  também verificado por Corá et al. (2004).

Os maiores valores de SB foram observados na profundidade superficial de 0-20 cm, em ambas as posições (linhas e entrelinhas). Esses valores de SB foram decorrentes dos maiores teores de cálcio e de magnésio encontrados nessa profundidade, apresentando os maiores valores médios, de  $4,89$  e  $4,77 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$  na profundidade de

0-20 cm, ao longo das linhas e entrelinhas, respectivamente, resultantes da baixa mobilidade e profundidade de incorporação dos corretivos de acidez (calcário dolomítico) utilizados na agricultura. A mesma situação também foi comprovada em observações feitas por Corrêa et al. (2001), em Latossolo Vermelho distrófico sob cultivo contínuo de cana-de-açúcar no estado de São Paulo.

Como os valores de CTC e V % tem relação com a SB, estes três atributos apresentaram comportamento semelhante. Os maiores valores de CTC em superfície pode ser decorrente do acúmulo de matéria orgânica nessa camada, que em solos do Cerrado é a maior geradora de cargas negativas. Essa relação também foi observada por Correia e Alleoni (2011), estudando a MO do solo e outros atributos químicos de Latossolo sob manejo de cana-de-açúcar sem queima.

Observou-se que, apesar dos valores de V% terem sido adequados em todos os locais de amostragem (Souza e Lobato, 2002), os menores valores médios na profundidade de 20-40 cm, indicam uma maior presença de cátions ácidos,  $H^+ + Al^{3+}$ , ocupando o complexo de troca do solo (Corá et al., 2004).

Os valores do critério de classificação para o coeficiente de variação (CV) proposto por Warrick e Nielsen (1980) para avaliar a dispersão dos dados revelaram como baixos ( $CV < 12\%$ ) para o pH em  $CaCl_2$  e teor de argila, em todas as posições e profundidades avaliadas, e para a MO na profundidade de 0-20 cm nas entrelinhas. Resultados semelhantes foram encontrados para o pH em  $CaCl_2$  (Montanari et al., 2005; Montezano et al., 2006) e para o teor de argila (Corá et al., 2004). Já as variáveis  $H^+ + Al^{3+}$  na profundidade de 20-40 cm, MO em ambos locais de amostragem, exceto na profundidade de 0-20 cm nas entrelinhas, e CTC e V% apresentaram CV considerado médio ( $12\% < CV < 24\%$ ), concordando com os resultados encontrados por Marques Júnior et al. (2008), para a MO e por Corá et al. (2004), para  $H^+ + Al^{3+}$ , MO e CTC. Coeficientes de variação altos ( $CV > 24\%$ ) foram encontrados para P,  $K^+$ ,  $Ca^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$  e SB para todas posições, exceto na profundidade de 0-20 cm da entrelinha. Corá et al. (2004) e Montanari et al. (2005) também encontraram CVs altos para P,  $K^+$ ,  $Ca^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$ , e Souza et al. (2007) encontraram valores altos para P,  $Ca^{2+}$  e  $Mg^{2+}$  possivelmente por causa do manejo do solo, da aplicação de fertilizantes, corretivos de acidez e do comportamento dos nutrientes no solo (Montanari et al., 2005).

De acordo Vanni (1998), um coeficiente de variação maior que 35 % e menor que 65 % revela que a série é heterogênea e a média tem pouco significado, mas pode ainda ser utilizada como representativa da série de onde foi obtida. Se for maior que 65

%, a série é muito heterogênea e a média não tem significado algum. Porém, se for menor que 35 %, a série é homogênea e a média tem significado, podendo ser utilizada como representativa da série de onde foi obtida. Dessa forma pode-se dizer que o P em todos locais de amostragem exceto na profundidade de 0-20 cm ao longo das linhas, apresentou série de dados muito heterogênea e a média não tem significado. O  $K^+$  exceto na profundidade de 0-20 cm nas entrelinhas, o  $Ca^{2+}$  e o  $Mg^{2+}$  na profundidade de 20-40 cm nas entrelinhas e  $Mg^{2+}$  de 20-40 cm nas linhas, apresentaram valores médios com pouco significado. Para os demais atributos a série de dados foi considerada homogênea e os valores médios são significativos.

A alta variação dos teores de P também foi observada por vários outros autores (Montanari et al., 2005; Montezano et al., 2006; Souza et al., 2007; Marques Júnior et al., 2008). O valor alto de CV para o P pode ser atribuído ao modo de aplicação localizada desse nutriente, no fundo do sulco na linha de plantio, e também à sua baixa mobilidade no solo (Montanari et al., 2005 ; Montezano et al., 2006). Altos valores de CV para o P também podem ser justificados devido à cana-de-açúcar exportar pouco P por meio das folhas e colmos (Oliveira, 2011).

Quanto aos valores dos coeficientes de variação do  $K^+$ ,  $Ca^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$ , sua variabilidade é fundamentada principalmente na variação da distribuição destes nutrientes no solo durante vários anos de cultivo da cana-de-açúcar com aplicação e incorporação de corretivos de acidez (Machado et al., 2007; Campos et al., 2008; Marques Júnior et al., 2008).

Mesmo que os valores do CV sejam moderados, este não é necessariamente um bom indicador da variabilidade espacial dos atributos dos solos, uma vez que pode ocorrer pontos localizados nos solos que podem apresentar valores extremamente altos ou baixos de determinados nutrientes em função de vários critérios relacionados ao manejo dos mesmos (Wollenhaupt et al., 1997).

Os valores de assimetria e curtose demonstram distribuições simétricas para os atributos de fertilidade do solo em estudo, exceto para P e  $K^+$ , bem como, para o  $Mg^{2+}$ , apenas nas subamostras coletadas nas entrelinhas, nas duas profundidades. A distribuição das frequências se aproxima da distribuição normal, quando os valores de assimetria e curtose ficam próximos à zero. O valor positivo de assimetria, para a maioria dos valores observados, refletiu a maior concentração das observações abaixo do valor médio. Os teores anômalos altos também contribuíram para tornar a distribuição das frequências dos dados da área total distantes da distribuição normal,

com elevados valores de assimetria e de curtose (Cerri, 2005; Corá et al., 2004; Machado et al., 2007; Campos et al., 2008).

O coeficiente de assimetria é mais sensível a valores extremos do que a média e o desvio padrão, uma vez que um único valor pode influenciar fortemente o coeficiente de assimetria, pois os desvios entre cada valor e a média são elevados à terceira potência (Isaaks e Srivastava, 1989). A ocorrência de valores de assimetria positivos nos atributos que seguem a distribuição normal é indicativa da maior frequência de valores menores do que a média e poucos valores maiores do que a mesma. Os resultados de P encontrados por Corá e Beraldo (2006), para antes e após a adubação da cana-de-açúcar, demonstram a aplicação não uniforme de adubos fosfatados. Assim, admite-se que a aplicação nem sempre é realizada de maneira perfeita, ocorrendo no campo alguns locais com menores teores de nutrientes e outros com maiores. Como, também, pode ser atribuída a incerteza com relação ao centro da linha, onde o adubo fosfatado foi aplicado no sulco, no momento da amostragem.

Quanto à normalidade dos dados, constatou-se pelo teste Shapiro-Wilk que as variáveis P e  $K^+$  em todos locais de amostragem,  $Mg^{2+}$  exceto na profundidade de 0-20 cm nas subamostras coletadas ao longo das linhas,  $Ca^{2+}$  apenas na profundidade de 0-20 cm nas linhas, SB apenas nas amostragens das entrelinhas e V na profundidade de 20-40 cm na entrelinhas, não se ajustaram à distribuição normal de frequências. Resultados semelhantes foram encontrados por Barbieri et al. (2008), Campos et al. (2008) e Oliveira Júnior et al. (2010).

A determinação do número de subamostras necessário para estimar o valor de cada variável estudada, considerando os níveis de 95 % de probabilidade e erros de 5 %, 10 %, 20 %, 40 % em torno da média, encontra-se na tabela 4.

**Tabela 4.** Número de subamostras necessárias para estimar os atributos de fertilidade do Latossolo Vermelho-Amarelo Ácrico típico (Área 1), considerando 95 % de probabilidade e erros em torno da média de 5 %, 10 %, 20 % e 40 %.

Atributos	Posição nas linhas				Posição nas entrelinhas			
	5%	10%	20%	40%	5%	10%	20%	40%
<b>Profundidade de amostragem de 0-20 cm</b>								
pH( $CaCl_2$ )	7	2	1	1	5	1	1	1
$H^+Al^{3+}$	184	46	11	3	140	35	9	2
MO	27	7	2	1	15	4	1	1
Argila	3	1	1	1	4	1	1	1
P	505	126	32	8	1770	443	111	28
$K^+$	641	160	40	10	149	37	9	2
$Ca^{2+}$	113	28	7	2	96	24	6	1

(Continua)



(Continuação)

<b>Mg<sup>2+</sup></b>	137	34	9	2	94	23	6	1
<b>SB</b>	89	22	6	1	76	19	5	1
<b>CTC</b>	39	10	2	1	35	9	2	1
<b>V</b>	47	12	3	1	38	9	2	1
<b>Profundidade de amostragem de 20-40 cm</b>								
<b>pH(CaCl<sub>2</sub>)</b>	8	2	1	1	6	1	1	1
<b>H+Al<sup>3+</sup></b>	67	17	4	1	58	14	4	1
<b>MO</b>	29	7	2	1	27	7	2	1
<b>Argila</b>	3	1	1	1	3	1	1	1
<b>P</b>	3605	901	225	56	6945	1736	434	109
<b>K<sup>+</sup></b>	246	62	15	4	357	89	22	6
<b>Ca<sup>2+</sup></b>	135	34	8	2	191	48	12	3
<b>Mg<sup>2+</sup></b>	312	78	19	5	221	55	14	3
<b>SB</b>	131	33	8	2	163	41	10	3
<b>CTC</b>	39	10	2	1	41	10	3	1
<b>V</b>	56	14	3	1	77	19	5	1

À medida que aumenta-se o erro percentual permitido, menor é o número de subamostras necessárias para estimar os atributos de fertilidade do solo. Para um mesmo erro percentual em torno da média admitido, quanto mais elevado o CV (Tabela 3) maior o número de subamostras requeridas.

Verificou-se que as variáveis P e K<sup>+</sup> em razão do elevado coeficiente de variação, apresentaram a necessidade de maior número de subamostras para um determinado erro admitido em torno da média. Os menores números de subamostras necessárias foram observados para pH, MO e Argila, sendo que os demais atributos apresentaram valores intermediários. Tal situação tem sido constatada por diferentes autores para estes atributos em culturas diversas (Silveira et al., 2000; Carvalho et al., 2002; Alvarez V. e Guarçoni, 2003; Oliveira et al., 2007; Rozane et al., 2011).

Considerando a profundidade do solo e um erro percentual admitido, observou-se um maior número de subamostras necessárias para estimar os atributos pH, MO, P, Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, SB e V na profundidade de 20-40 cm tanto nas linhas como nas entrelinhas, sendo que o H<sup>+</sup>+Al<sup>3+</sup> ao longo das linhas e entrelinhas e K<sup>+</sup> exceto nas subamostras coletadas nas entrelinhas, apresentaram a necessidade de maior número de subamostras na profundidade superficial. A argila e a CTC apresentaram valores iguais de subamostras nas linhas e valores semelhantes nas entrelinhas.

No que se refere à posição de amostragem, observou-se a necessidade de maior número de subamostras para estimar os valores dos atributos ao longo das linhas de cultivo, exceto para o P nas duas profundidades e o K<sup>+</sup>, Ca<sup>2+</sup>, SB, CTC e V na profundidade de 20-40 cm. Alvarez V. e Guarçoni (2003) observaram a variabilidade horizontal da fertilidade do solo de uma unidade de amostragem em sistema de plantio

direto de milho, onde os maiores números de subamostras requeridas para as linhas estão relacionados com a precisão da amostragem, sendo que instrumentos de amostragem que coletam um maior volume de solo, como a pá de corte, tendem a ser mais precisos, exigindo um menor número de subamostras.

O número de subamostras, apresentado na tabela 3, mostra que para estimar os valores de atributos com um erro de amostragem de 5 %, varia desde 3 subamostras para o teor de argila nas diferentes posições e profundidades avaliadas, exceto para a profundidade 0-20 cm nas entrelinhas, até 6.945 subamostras para a concentração de P na profundidade de 20-40 cm nas entrelinhas, demonstrando a grande variabilidade dos atributos de fertilidade do Latossolo estudado. Tal situação que relata o número variável de subamostras para a estimativa dos atributos do solo também foi observado por Silva et al. (2003) e Oliveira et al. (2007) em área sob manejo de plantio direto e convencional de culturas anuais.

Considerando-se a amostragem tradicional que recomenda a retirada de 20 subamostras aleatórias em áreas agrícolas cultivadas para formar uma amostra composta (Souza et al., 2006), observa-se que o pH e a argila estão sendo estimados com erro menor que 5 %, a MO, CTC e V com erro menor que 10 %, o  $H^+ + Al^{3+}$ , o  $Ca^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$  e SB com erro menor que 20 %, o  $K^+$  e P com erro superior a 40 %. Entretanto, apesar do erro permitido ser alto, nem sempre a variação do valor médio do atributo se reverte em mudança da classe de fertilidade, tendo em vista que a classe de fertilidade do P e  $K^+$  é baseada geralmente numa faixa e não em valores exatos, sendo assim o valor médio pode variar dentro desta e a recomendação de adubação usual pode ser a mesma (Raij et al., 1997; Souza et al., 2002; Alvarez V e Guarçoni, 2003).

Oliveira e Menk (1974) citado por Raij (1991) definiram que os atributos MO,  $Ca^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$ ,  $K^+$ , P, CTC e V permitem um erro de 20 %, a argila de 10 % e o pH de 5 % em torno da média, com um valor tabelado t de significância de 95 %, significando uma recomendação de número de subamostras de 15 a 20 para estimar os atributos de duas áreas de Latossolo categoricamente definidas como homogêneas. No entanto ressaltaram que mesmo com elevados erros, existe inviabilidade na avaliação do P do solo, por requerer número impraticável de subamostras.

A análise de correlação entre os atributos para cada profundidade e posição revelou que, dentre os maiores coeficientes (r) encontrados, destacam-se aqueles que explicam a relação linear entre as medidas de acidez do solo, com correlação significativa negativa entre o pH e  $H^+ + Al^{3+}$ , e correlação significativa positiva entre o

pH em CaCl<sub>2</sub> e Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, saturação por bases, e o teor de MO com a SB, exceto na profundidade de 0-20 cm na entrelinha e a CTC (Tabela 5). Observou-se também uma correlação significativa negativa entre o H+Al<sup>3+</sup> e V %. Os coeficientes de correlação apresentados concordam com os valores encontrados por Montezano et al. (2006), Cerri (2005), Nogara Neto et al. (2011) e Oliveira Junior et al. (2010).

**Tabela 5.** Matriz de correlação dos atributos de fertilidade, profundidade e posição de amostragem do Latossolo Vermelho-Amarelo ácrico típico avaliado da Área 1.

	pH(CaCl <sub>2</sub> )	H+Al <sup>3+</sup>	MO	Argila	P	K <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	SB	CTC
<b>Profundidade de 0-20 cm nas linhas de cultivo</b>										
H+Al <sup>3+</sup>	-0,63**									
MO	0,06	0,29*								
Argila	-0,01	-0,12	0,00							
P	-0,01	0,00	0,11	0,25						
K <sup>+</sup>	-0,23	0,17	0,05	0,20	-0,07					
Ca <sup>2+</sup>	0,51**	-0,28	0,53**	-0,06	0,17	-0,14				
Mg <sup>2+</sup>	0,43**	-0,31*	0,32*	-0,08	0,18	-0,13	0,51**			
SB	0,53**	-0,31*	0,54**	-0,07	0,19	-0,13	0,98**	0,68**		
CTC	0,04	0,44**	0,72**	-0,15	0,17	-0,01	0,72**	0,42**	0,72**	
V	0,72**	-0,88**	0,05	0,07	0,09	-0,16	0,67**	0,55**	0,71**	0,02
<b>Profundidade de 0-20 cm nas entrelinhas de cultivo</b>										
H+Al <sup>3+</sup>	-0,64**									
MO	-0,26	0,63**								
Argila	-0,17	-0,12	-0,25							
P	0,23	-0,02	0,20	-0,28						
K <sup>+</sup>	-0,31*	0,42**	0,32*	0,13	0,09					
Ca <sup>2+</sup>	0,70**	-0,44**	0,13	-0,27	0,29*	-0,27				
Mg <sup>2+</sup>	0,42**	-0,05	0,28	-0,51**	0,19	-0,08	0,52**			
SB	0,68**	-0,36*	0,21	-0,36*	0,31*	-0,18	0,97**	0,72**		
CTC	0,12	0,48**	0,71**	-0,43**	0,27	0,17	0,55**	0,63**	0,65**	
V	0,80**	-0,86**	-0,27	-0,11	0,17	-0,34*	0,80**	0,42**	0,77**	0,03
<b>Profundidade de 20-40 cm nas linha de cultivo</b>										
H+Al <sup>3+</sup>	-0,35*									
MO	-0,07	0,39**								
Argila	-0,24	-0,19	-0,12							
P	0,11	0,04	0,15	-0,14						
K <sup>+</sup>	-0,10	0,21	0,21	-0,15	0,27					
Ca <sup>2+</sup>	0,40**	-0,20	0,48**	-0,04	0,25	0,07				
Mg <sup>2+</sup>	0,67**	-0,26	0,16	-0,24	0,23	-0,06	0,54			
SB	0,53**	-0,24	0,43**	-0,11	0,28	0,06	0,96**	0,75**		
CTC	0,27	0,43**	0,65**	-0,23	0,28	0,19	0,76**	0,53**	0,78**	
V	0,57**	-0,66**	0,15	-0,02	0,19*	0,00	0,82**	0,68**	0,87**	0,37**
<b>Profundidade de 20-40 cm nas entrelinhas de cultivo</b>										
H+Al <sup>3+</sup>	-0,42**									
MO	0,28	0,19								
Argila	-0,26	-0,16	-0,07							
P	0,25	0,01	-0,04	-0,02						
K <sup>+</sup>	-0,41**	0,29*	0,13	0,03	-0,14					
Ca <sup>2+</sup>	0,58**	-0,16	0,54**	-0,22	0,21	0,00				
Mg <sup>2+</sup>	0,50**	-0,19	0,42**	-0,27	0,24	-0,08	0,58**			
SB	0,60**	-0,17	0,56**	-0,25	0,23	0,01	0,98**	0,72**		
CTC	0,23	0,53**	0,61**	-0,32*	0,20	0,21	0,74**	0,49**	0,75**	
V	0,66**	-0,59**	0,35*	-0,11	0,17	-0,11	0,87**	0,64**	0,88**	0,36*

\* e \*\*: coeficientes de correlação significativos a 5 e 1 %, respectivamente, pelo teste t.

### 3.2 Área 2 - Setor Campos Belos I

Os valores máximos, mínimos, amplitudes e médios dos atributos de fertilidade pH, H + Al<sup>3+</sup>, MO, Argila, P, K<sup>+</sup>, Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, SB, CTC e V %, da Área 2, representativa de área de renovação de cana-de-açúcar em Latossolo Vermelho Ácrico típico de textura muito argilosa na Usina Goiasa, Goiatuba, GO, obtidos por meio de estatística descritiva, estão dispostos na tabela 6.

**Tabela 6.** Valores mínimos (Min), máximos (Max), médios (Med), desvios padrões (DP), coeficientes de variação (CV %), assimetria (Cs); curtose (Ck) e teste de normalidade Shapiro Wilk (W) dos atributos de fertilidade do Latossolo Vermelho Ácrico típico da Área 2 – Campos Belos I.

Análises	Atributos de fertilidade do solo										
	pH (CaCl <sub>2</sub> )	MO	Argila	P	K <sup>+</sup>	H+Al <sup>3+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	SB	CTC	V
Estatísticas		g Kg <sup>-1</sup>		mg dm <sup>-3</sup>		cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>					%
<b>Profundidade de 0-20 cm nas linhas de cultivo</b>											
Min.	4,93	28,4	568	2,29	24	3,22	2,35	0,51	3,36	8,75	33,56
Max.	6,28	42,4	652	23,69	220	7,45	7,25	2,18	9,25	13,54	71,21
Med.	5,51	34,5	604	6,78	81	5,34	4,16	1,42	5,79	11,13	51,64
DP	0,31	3,5	20	3,95	55	0,96	1,16	0,38	1,40	1,21	9,07
CV	5,54	10,21	3,33	58,28	67,18	17,97	27,88	26,62	24,23	10,84	17,56
Cs	0,39	0,55	0,25	2,41	1,31	0,08	0,82	-0,16	0,48	-0,1	0,15
Ck	-0,33	-0,39	-0,46	7,84	0,7	-0,58	0,25	-0,27	-0,17	-0,82	-0,52
W	0,98*	0,96*	0,98*	0,78ns	0,82ns	0,98*	0,94ns	0,97*	0,97*	0,98*	0,98*
<b>Profundidade de 0-20 cm nas entrelinhas de cultivo</b>											
Min.	4,93	23,2	553	0,64	16	2,68	2,39	0,47	3,32	8,58	35,39
Max.	6,32	40,3	654	17,77	180	7,18	7,58	2,92	9,67	13,31	77,29
Med.	5,70	32,6	606	5,53	46	4,84	4,45	1,54	6,10	10,95	55,37
DP	0,33	3,6	21	3,25	37	1,04	1,19	0,50	1,48	1,30	9,73
CV	5,85	10,98	3,53	58,72	81,81	21,51	26,65	32,49	24,32	11,89	17,56
Cs	-0,09	-0,33	0,15	1,71	2,11	0,07	0,79	0,13	0,41	0,02	0,07
Ck	-0,55	0,47	0,13	3,97	4,28	-0,53	0,25	0,13	-0,24	-1,03	-0,45
W	0,99*	0,98*	0,98*	0,86ns	0,72ns	0,99*	0,95ns	0,99*	0,98*	0,96*	0,98*
<b>Profundidade de 20-40 cm nas linhas de cultivo</b>											
Min.	4,60	16,7	579	1,10	14	3,42	1,04	0,4	1,69	6,31	18,73
Max.	6,09	36,9	692	43,68	126	7,83	5,77	1,47	7,58	11,70	66,54
Med.	5,40	26,9	639	5,89	35	5,08	2,85	0,90	3,84	8,92	42,17
DP	0,37	4,0	26	7,52	22	0,96	1,17	0,36	1,46	1,32	11,78
CV	6,93	14,81	4,07	127,68	61,61	18,94	40,94	40,11	37,97	14,75	27,94
Cs	-0,25	-0,06	-0,13	3,3	2,22	0,77	0,61	0,52	0,52	0,14	0,01
Ck	-0,63	0,27	-0,65	13,23	5,94	0,75	-0,02	-0,79	-0,25	-0,69	-0,65
W	0,98*	0,99*	0,97*	0,60ns	0,77ns	0,95*	0,96*	0,94ns	0,96*	0,98*	0,98*
<b>Profundidade de 20-40 cm nas entrelinhas de cultivo</b>											
Min.	4,89	17,6	581	0,38	8	1,71	1,04	0,40	1,48	5,33	24,81

(Continua)

(Continuação)

<b>Max.</b>	6,51	39,9	670	11,04	82	6,97	5,98	1,80	7,68	11,81	77,65
<b>Med.</b>	5,49	25,9	639	2,28	22	4,71	2,72	0,87	3,66	8,36	43,62
<b>DP</b>	0,42	5,2	21	2,04	11	1,28	0,98	0,30	1,23	1,58	11,45
<b>CV</b>	7,74	19,94	3,24	89,31	51,42	27,15	35,93	34,67	33,58	18,94	26,24
<b>Cs</b>	0,89	0,41	-0,49	1,99	3,41	-0,13	1	1,28	1,06	0,08	0,86
<b>Ck</b>	0,19	-0,35	-0,17	5,76	15,86	-0,51	1,45	2,2	1,86	-0,64	0,85
<b>W</b>	0,92ns	0,97*	0,96*	0,8ns	0,68ns	0,98*	0,94ns	0,90ns	0,93ns	0,98*	0,95ns

ns: distribuição não normal pelo teste de Shapiro-Wilk a 5 %; \*: distribuição normal pelo teste de Shapiro-Wilk a 5 %;

Os solos avaliados nas duas Áreas de estudo apresentam classificações distintas, segundo Embrapa (2006), ou seja LV<sub>Aw</sub> de textura argilosa na Área 1 e LV<sub>w</sub> de textura muito argilosa na Área 2, com comportamento químico semelhante, ambos com caráter Ácrico, apesar de que o LV<sub>Aw</sub> apresenta S inferior a do LV<sub>w</sub>, além da diferenciação nas variedades cultivadas de cana-de-açúcar nas duas áreas, não foi observado comportamento diferenciado em relação à variabilidade dos atributos de fertilidade dos Latossolos em função destes fatores, sendo as principais variações observadas correlacionadas com o manejo de correção e adubação dos solos.

O pH em CaCl<sub>2</sub> apresentou comportamento similar ao da Área 1 com maiores valores médios na profundidade de 0-20 cm, no entanto, os valores observados estão abaixo dos valores encontrados na Área 1, justificado por constituir uma área com menos ciclos de cultivo de cana-de-açúcar, conseqüentemente com menor incorporação dos corretivos de acidez. Assim, os valores médios de pH em CaCl<sub>2</sub> na profundidade 0-20 cm foram enquadrados na classe de acidez baixa para ambas as posições de amostragem e os valores na profundidade de 20-40 cm foram classificados como de acidez média, segundo Raij et al. (1997). Como relatado anteriormente para a Área 1, os resultados observados são justificados pela baixa solubilidade característica dos corretivos agrícolas de um modo geral, minimizando sua ação nas camadas mais profundas do solo (Corrêa et al, 2001).

Assim como na Área 1, os maiores valores médios de MO, foram observados nas amostras coletadas nas linhas de cultivo e na profundidade superficial de 0-20 cm, porém os valores da Área 2 foram superiores. Os valores médios obtidos foram de 34,5 g Kg<sup>-1</sup> na profundidade de 0-20 cm e 26,9 g Kg<sup>-1</sup> na profundidade de 20-40 cm. Nas entrelinhas os valores médios encontrados foram de 32,6 g kg<sup>-1</sup> e 25,9 g Kg<sup>-1</sup> nas profundidades de 0-20 cm e 20-40 cm, respectivamente. Em trabalho realizado por Marques Júnior et al. (2008), sobre a variabilidade de Latossolo cultivado com cana-de-açúcar por longo período, foi confirmado que os maiores teores de matéria orgânica

foram encontrados na superfície, bem como os teores mais elevados de carbono orgânico, formados de ácidos húmicos e ácidos fúlvicos.

A argila apresentou a mesma disposição dos valores médios da Área 1, com valores próximos na mesma profundidade de amostragem, no entanto, os valores da Área 2 foram maiores,  $604 \text{ g kg}^{-1}$  e  $606 \text{ g kg}^{-1}$  foram os valores encontrados nas linhas e entrelinhas, respectivamente, na profundidade 0-20 cm. Contudo, na profundidade de 20-40 cm foi observado o valor de  $639 \text{ g kg}^{-1}$  na linha e  $639 \text{ g kg}^{-1}$  na entrelinha. De acordo com os teores de argila, esse solo é considerado como muito argiloso (Embrapa, 1997, 2006).

No que se refere ao P, constatou-se uma maior concentração de P na Área 2 em todos locais amostrados e uma distribuição diferenciada em relação à Área 1. Os valores médios foram superiores na profundidade de 0-20 cm, principalmente nas linhas de plantio da Área 2, diferente da Área 1, que apresentou os maiores valores médios na profundidade de 20-40 cm. Assim observou na amostragem das linhas, e nas profundidades de 0-20 cm e 20-40 cm, os valores médios de  $6,78$  e  $5,89 \text{ mg dm}^{-3}$ , respectivamente. Já os valores médios observados nas entrelinhas de cultivo foram  $5,53 \text{ mg dm}^{-3}$ , na profundidade de 0-20 cm, e  $2,28 \text{ mg dm}^{-3}$  na profundidade de 20-40 cm.

Os valores médios de P foram enquadrados na faixa de disponibilidade adequada, exceto para o valor da profundidade de 0-20 cm nas linhas e 20-40 cm nas entrelinhas, apresentando-se como alto e baixo, respectivamente (Souza et al., 2002). Os maiores valores de P, principalmente na linha de plantio, na profundidade de 0-20 cm está relacionado a uma maior quantidade aplicada de composto orgânico (cinza de caldeira + torta de filtro) ao lado da linha de plantio, que pode apresentar mais de 0,5 % de P na sua composição úmida, o que corresponde a uma aplicação de manutenção de  $\pm 110 \text{ kg ha}^{-1}$  de  $\text{P}_2\text{O}_5$  (Rossetto et al., 2010).

O P apresentou teores médios que variaram desde  $0,38$  até  $43,68 \text{ mg dm}^{-3}$ . A mesma situação foi observada por Corá et al. (2004), que atribui a grande amplitude de valores a problemas que podem ocorrer quando se usa a média dos valores dos atributos como base para a tomada de decisão sobre a realização do manejo químico do solo.

Para o  $\text{K}^+$  ficou evidente que as duas áreas estudadas apresentam o mesmo comportamento em relação à acumulação na superfície, porém, a Área 2 apresentou valores mais elevados de  $\text{K}^+$  em comparação com a Área 1, que pode ser explicado pela ocasião da aplicação de cultivo de superfície de  $435 \text{ kg ha}^{-1}$  do formulado NPK poucos meses antes da amostragem de solos. Sendo assim, os valores de  $\text{K}^+$  são explicados pela

forma de aplicação e o comportamento deste nutriente no solo (Vitti e Mazza, 2002; Colonego et al., 2005). Na Área 2, apresentou valores médios de 81 mg dm<sup>-3</sup> nas linhas e 46 mg dm<sup>-3</sup> nas entrelinhas, na profundidade de 0-20 cm e 35 mg dm<sup>-3</sup> nas linhas, e 22 mg dm<sup>-3</sup> nas entrelinhas, na profundidade de 20-40 cm. Segundo Vilela et al. (2002), os valores médios de K<sup>+</sup> foram considerados altos e médios na profundidade de 0-20cm, ao longo das linhas e entrelinhas, respectivamente, e médios e baixos na profundidade de 20-40 cm, para as mesmas posições.

A acidez potencial (H+Al<sup>3+</sup>) apresentou comportamento contrário ao da Área 1, apresentando valores médios elevados, para as posição de amostragem desse atributo (linhas e entrelinhas), na profundidade de 0-20cm, com valores médios de 5,34 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> nas linhas e 4,84 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> nas entrelinhas. Os menores valores médios foram encontrados nas amostras coletadas na profundidade de 20-40 cm, sendo de 5,08 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> nas linhas e de 4,71cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> nas entrelinhas. Os valores elevados na profundidade de 0-20 cm podem estar relacionados à acidificação natural do solo e à aplicação de adubos nitrogenados ao longo de vários anos no solo cultivado com cana-de-açúcar. Corá et al. (2004), também observaram elevada acidez potencial em camadas superficiais de Latossolos em áreas de intenso cultivo de cana-de-açúcar.

No que se refere aos valores médios de Ca<sup>2+</sup> e Mg<sup>2+</sup>, os maiores valores foram encontrados na profundidade de 0-20 cm nas subamostras coletadas nas linhas e entrelinhas. Assim como na Área 1, os valores de Ca<sup>2+</sup> e Mg<sup>2+</sup> foram classificados como adequados segundo Souza e Lobato (2002), contudo, os valores da segunda área são mais elevados. O valores médios apresentou o mesmo comportamento de distribuição quanto à posição (linhas e entrelinhas) e profundidades (0-20 e 20-40 cm), similar ao da primeira área, assim como explicado por Corá et al. (2004). Os valores mais elevados de Ca<sup>2+</sup> e Mg<sup>2+</sup> na Área 2 principalmente na profundidade superficial está relacionada a maior dose aplicada de calcário a lanço mais recente em comparação com a outra área.

Os valores de SB encontrados confirmam o que foi encontrado na Área 1, sendo os maiores valores médios observados na profundidade superficial de 0-20 cm nas duas posições de amostragem, apresentando valores semelhantes. Foram encontrados os valores médios 5,79 e 6,10 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> na profundidade de 0-20 cm e 3,84 e 3,66 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> na profundidade de 20-40 cm, nas linhas e entrelinhas, respectivamente. Os valores de CTC e V % são dependentes da SB, desta forma, tais atributos apresentaram valores semelhantes aos encontrados para a SB. A distribuição dos valores obtidos são

concordantes com os encontrados por Barbieri et al. (2008), Campos et al. (2008) e Oliveira Júnior et al. (2010).

Quanto ao critério de classificação para o CV proposto por Warrick e Nielsen (1980) para avaliar a dispersão dos dados, a maioria dos valores observados se mostraram similares aos da Área 1, sendo que as diferenças observadas foram para alguns atributos em determinadas posições e profundidades específicas, onde os valores revelaram-se baixos ( $CV < 12\%$ ) para MO e CTC na profundidade de 0-20 cm nas linhas e entrelinha, as variáveis  $H^+ + Al^{3+}$  em ambos locais de amostragem que apresentou CV médio ( $12\% < CV < 24\%$ ), exceto na profundidade de 20-40 cm nas entrelinha, e V %, exceto na posição de 20-40 cm na linha e entrelinha que apresentou alto ( $CV > 24$ ). Resultados similares foram encontrados por Corá et al. (2004), Montanari et al. (2005), Montezano et al. (2006), Souza et al. (2007) e Marques Júnior et al. (2008).

Conforme Vanni (1998), o coeficiente de variação do P na profundidade de 20-40 cm nas linhas e entrelinhas, e o K na profundidade de 0-20 cm define que a série de dados é muito heterogênea e que a média não tem significado. O  $K^+$  e  $Ca^{2+}$  na profundidade de 20-40 cm nas linhas e entrelinhas, o  $Mg^{2+}$  e SB na profundidade de 20-40 cm nas linhas, apresentaram média com pouco significado. Enquanto que para os demais atributos a série de dados é homogênea e a média tem significado. Os resultados confirmam, em parte, os valores encontrados na Área 1, tendo como exceção a SB que se apresentou homogênea.

A baixa reciclagem do P, tendo em vista o que é absorvido pela planta e redistribuído por intermédio da palhada, após a colheita da cana-de-açúcar (Oliveira, 2011) e ao fato de ser aplicado em faixa estreita no fundo do sulco, faz com que o instrumento de amostragem não atinja 100 % das vezes a posição do fósforo nas tradagens ao longo das linhas, devido a incerteza do centro das linhas. Nas entrelinhas, isto pode ser explicado pelas aplicações de plantio dos ciclos anteriores, não homogeneizados devido aos implementos de preparo não atingirem plenamente esta profundidade.

Os altos CV para os mesmo atributos de fertilidade nas duas áreas estudadas refletem o manejo de cultivo e a adubação realizada nas linhas na cultura da cana-de-açúcar com maior variabilidade do que nas áreas sem cultivo. Assim, pode-se julgar que a medida da variabilidade, obtida por determinado método de amostragem, nem sempre



corresponde a real variabilidade presente no solo, e que, muitas vezes, os programas de adubação são montados sobre bases pouco confiáveis (Alvarez V. e Guarçoni, 2003).

Os valores de assimetria e curtose demonstram distribuições menos simétricas, tais como na Área 1, para os atributos químicos P e K<sup>+</sup>, onde os valores se apresentaram distantes de uma distribuição normal, com valores de assimetria e curtose distantes de zero. Os valores positivos de assimetria observados revelam que a maioria dos dados encontrados para os atributos avaliados estão abaixo da média, como observado também na Área 1 e pelos autores Cerri, (2005), Corá et al. (2007), Machado et al. (2007) e Campos et al. (2008).

De acordo com os dados de normalidade, constatou-se pelo teste Shapiro-Wilk similaridade aos valores encontrados na Área 1, com algumas diferenças quanto a posição e profundidade de amostragem, para alguns atributos pesquisados que não se ajustaram à distribuição normal de frequências, evidenciando a influência do manejo empregado na cultura da cana-de-açúcar. A falta de ajuste à distribuição normal dos mesmos atributos, também foram observados nos trabalhos de Barbieri et al. (2008), Campos et al. (2008) e Oliveira Júnior et al. (2010).

Considerando os níveis de 95 % de probabilidade e erros de 5, 10, 20 e 40 % em torno da média, os números de amostras necessários para estimar o valor de cada variável estudada, estão dispostos na tabela 7. Entretanto, assim como na Área 1, para um pequeno erro de amostragem de 5 %, são exigidas 2 e 3 subamostras para estimar o teor de argila nas diferentes posições e profundidades, e até 2.505 subamostras para as concentrações de P na profundidade de 20-40 cm ao longo das linhas de cultivo da cana-de-açúcar.

**Tabela 7.** Número de subamostras necessárias para estimar os atributos de fertilidade do Latossolo Vermelho Ácrico típico (Área 2), considerando 95 % de probabilidade e erros em torno da média de 5, 10, 20 e 40%.

Atributos	Posição nas linhas				Posição nas entrelinhas			
	5%	10%	20%	40%	5%	10%	20%	40%
<b>Profundidade de amostragem de 0-20 cm</b>								
pH(CaCl <sub>2</sub> )	5	1	1	1	5	1	1	1
H+Al <sup>3+</sup>	50	12	3	1	71	18	4	1
MO	16	4	1	1	19	5	1	1
Argila	2	1	1	1	3	1	1	1
P	522	130	33	8	530	132	33	8
K <sup>+</sup>	694	173	43	11	1028	257	64	16
Ca <sup>2+</sup>	119	30	7	2	109	27	7	2
Mg <sup>2+</sup>	109	27	7	2	162	41	10	3
SB	90	23	6	1	91	23	6	1

(Continua)

(Continuação)

CTC	18	5	1	1	22	5	1	1
V	47	12	3	1	47	12	3	1
<b>Profundidade de amostragem de 20-40 cm</b>								
pH(CaCl <sub>2</sub> )	7	2	1	1	9	2	1	1
H+Al <sup>3+</sup>	55	14	3	1	113	28	7	2
MO	34	8	2	1	61	15	4	1
Argila	3	1	1	1	2	1	1	1
P	2505	626	157	39	1226	306	77	19
K <sup>+</sup>	583	146	36	9	406	102	25	6
Ca <sup>2+</sup>	258	64	16	4	198	50	12	3
Mg <sup>2+</sup>	247	62	15	4	185	46	12	3
SB	222	55	14	3	173	43	11	3
CTC	33	8	2	1	55	14	3	1
V	120	30	7	2	106	26	7	2

Assim como na Área 1, os atributos P e K requerem um elevado número de subamostras para um mesmo erro em torno da média, e o pH, MO, teor de argila e a CTC foram os atributos com menor exigência de número de subamostras necessárias, e os demais atributos apresentaram valores intermediários. Os mesmos resultados foram observados por Silveira et al. (2000), Carvalho et al. (2002), Oliveira et al. (2007), Rozane et al. (2011). Tal fato é influenciado pela alta variabilidade destes elementos no solo, onde a forma de amostragem não acompanha a dinâmica da adubação e o comportamento do nutriente no solo (Alvarez V. e Guarçoni, 2003).

Considerando a profundidade de amostragem do solo e um erro de 5 %, observou-se um maior número de subamostras necessárias para estimar os atributos pH, H+Al<sup>3+</sup>, MO, P, Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, SB, CTC e V na profundidade de 20-40 cm tanto nas linhas como na entrelinhas, sendo que o K<sup>+</sup> apresentou maior número de subamostras na profundidade de 0-20 cm nas duas posições de amostragem (linhas e entrelinhas).

Em relação às duas áreas estudadas a maioria dos atributos apresentou o mesmo comportamento, a diferença constada foi em relação ao K<sup>+</sup> que na primeira área apresentou um menor número de amostras na profundidade de 0-20 cm nas entrelinhas e o H+ Al<sup>3+</sup> que apresentou um maior número de amostras na profundidade de 0-20cm nas linhas e entrelinhas. Souza et al., (2010) observou a mesma situação em Argissolo Vermelho cultivado com cana-de-açúcar há mais de 35 anos. A elevação do número de subamostras para a maioria dos atributos com a profundidade pode estar relacionada à dificuldade de incorporação de adubos, corretivos e MO no solo em profundidade, o que torna a área bastante heterogênea.

Com base na amostragem tradicional, a qual recomenda a retirada de 20 subamostras para formar uma amostra composta (Souza et al., 2006), pode-se concluir

que os número de amostras se enquadram nos mesmo erros encontrados para a Área 1, com algumas ressalvas, como para a MO apenas na profundidade superficial, que está sendo estimada com erro menor que 5 %, o H+Al<sup>3+</sup>, exceto na profundidade de 20-40 cm nas entrelinhas com erro menor que 10 % e V % que está sendo estimado com erro menor que 20 %. Desta forma, constata-se que os valores encontrados nas Áreas 1 e 2 apresentaram similaridade, como os encontrados por Carvalho et al. (2002) e Oliveira et al. (2007).

Os dados referentes à análise de correlação confirma os valores encontrados na Área 1, mostrando que os maiores coeficientes encontrados destacam a correlação negativa entre o H + Al<sup>3+</sup> e o pH e o V, a correlação positiva entre o pH e o V, e o teor de MO com a SB e a CTC (Tabela 8). Os coeficientes de correlação são semelhantes aos encontrados pelos autores Montezano et al. (2006), Cerri, (2005), Nogara Neto et al. (2011) e Oliveira Júnior et al. (2010).

**Tabela 8.** Matriz de correlação dos atributos de fertilidade, profundidade e posição de amostragem do Latossolo Vermelho Ácrico típico avaliado da Área 2.

	pH (CaCl <sub>2</sub> )	H+Al <sup>3+</sup>	MO	Argila	P	K <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	SB	CTC
<b>Profundidade de 0-20 cm nas linhas de cultivo</b>										
H+Al <sup>3+</sup>	-0,80**									
MO	-0,03	0,35*								
Argila	-0,57**	0,41**	-0,16							
P	-0,13	0,38**	0,33*	0,01						
K <sup>+</sup>	-0,10	0,09	0,31*	-0,03	-0,12					
Ca <sup>2+</sup>	0,74**	-0,48**	0,35*	-0,55**	0,03	-0,17				
Mg <sup>2+</sup>	0,73**	-0,54**	0,22	-0,51**	0,03	0,14	0,57**			
SB	0,80**	-0,53**	0,38**	-0,59**	0,02	0,00	0,96**	0,75**		
CTC	0,30*	0,18	0,72**	-0,36*	0,33*	0,07	0,74**	0,45**	0,74**	
V	0,92**	-0,83**	0,08	-0,61**	-0,15	-0,01	0,85**	0,78**	0,91**	0,40**
<b>Profundidade de 0-20 cm nas entrelinhas de cultivo</b>										
H+Al <sup>3+</sup>	-0,83**									
MO	0,06	0,20								
Argila	-0,42**	0,27	-0,31*							
P	-0,20	0,38**	0,31*	-0,13						
K <sup>+</sup>	-0,42**	0,43**	0,06	-0,04	0,07					
Ca <sup>2+</sup>	0,53**	-0,41**	0,48**	-0,33*	0,18	-0,29*				
Mg <sup>2+</sup>	0,79**	-0,65**	0,35*	-0,44**	-0,09	-0,44**	0,55**			
SB	0,66**	-0,52**	0,51**	-0,41**	0,11	-0,31*	0,96**	0,74**		
CTC	0,09	0,21	0,74**	-0,25	0,43**	-0,01	0,77**	0,33*	0,73**	
V	0,88**	-0,85**	0,21	-0,41**	-0,12	-0,44**	0,79**	0,83**	0,88**	0,33*
<b>Profundidade de 20-40 cm nas entrelinhas de cultivo</b>										
H+Al <sup>3+</sup>	-0,75**									
MO	0,36*	0,10								

(Continua)

(Continuação)

Argila	-0,54	0,27	-0,59**							
P	0,04	0,19	0,10	-0,01						
K <sup>+</sup>	-0,01	-0,09	-0,04	0,02	0,49**					
Ca <sup>2+</sup>	0,80**	-0,45**	0,70**	-0,70**	0,02	-0,10				
Mg <sup>2+</sup>	0,74**	-0,43**	0,46**	-0,48**	0,10	0,06	0,76**			
SB	0,83**	-0,47**	0,67**	-0,68**	0,06	-0,03	0,99**	0,86		
CTC	0,37**	0,21	0,82**	-0,55**	0,20	-0,10	0,76**	0,64	0,76**	
V	0,93**	-0,72**	0,49**	-0,61**	-0,02	-0,02	0,92**	0,83**	0,94**	0,52**

**Profundidade de 20-40 cm nas entrelinhas de cultivo**

H+Al <sup>3+</sup>	-0,80**									
MO	-0,07	0,57**								
Argila	-0,17	-0,10	-0,56**							
P	-0,29*	0,60**	0,71**	-0,30*						
K <sup>+</sup>	-0,27	0,37**	0,28	-0,16	0,63**					
Ca <sup>2+</sup>	0,58**	-0,16	0,60**	-0,59**	0,27	-0,08				
Mg <sup>2+</sup>	0,67**	-0,34*	0,43**	-0,44**	0,19	-0,03	0,78**			
SB	0,62**	-0,20	0,59**	-0,59**	0,28	-0,05	0,99**	0,87**		
CTC	-0,16	0,65**	0,92**	-0,53**	0,70**	0,26	0,64**	0,40**	0,61**	
V	0,93**	-0,71**	0,09	-0,30*	-0,14	-0,22	0,77**	0,80**	0,80**	0,05

\* e \*\*: coeficientes de correlação significativos a 5 e 1 %, respectivamente, pelo teste t.

#### 4. CONCLUSÕES

1. Os atributos de fertilidade dos Latossolos sob renovação de cana-de-açúcar da Usina Goiasa, Goiatuba, GO, apresentaram variabilidade semelhante nas duas áreas avaliadas (LVAw e LVw), ou seja, alta (P, K<sup>+</sup>); média (H + Al<sup>3+</sup>, Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, SB, CTC e V) e baixa (pH, MO e teor de argila).
2. Quanto à posição de amostragem (linhas e entrelinhas) as duas áreas investigadas, apresentaram para a maioria dos atributos comportamento oposto, onde alguns atributos apresentaram variabilidade diferente ao longo das linhas e entrelinhas de cada área de cultivo da cana-de-açúcar.
3. Quanto à profundidade de amostragem constatou-se que as duas áreas avaliadas apresentam maior variabilidade dos atributos na profundidade de 20-40 cm, exceto para o K<sup>+</sup> e o H+Al<sup>3+</sup> na Área 1 (LVAw).
4. Cada atributo de fertilidade do solo avaliado possui variabilidade própria, ocasionada pela forma de aplicação dos corretivos e fertilizantes orgânicos e inorgânicos, espaçamento largo entrelinhas, além da dinâmica e reciclagem dos nutrientes no solo.
5. A grande variabilidade nos teores de P, particularmente na profundidade de 20-40 cm, pode ser atribuída às doses elevadas de fertilizantes fosfatados tradicionalmente aplicados no sulco de plantio, ao espaçamento largo entrelinhas e a baixa reciclagem e

mobilidade desse nutriente no solo, o que impõem restrições à avaliação de sua disponibilidade para a cana-de-açúcar pelo elevado número de subamostras requeridas.

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANGHINONI, I. Fertilidade do Solo e seu manejo no sistema plantio direto. In: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ V., V. H.; BARROS, N. F. de; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. eds. **Fertilidade do solo**. Viçosa, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. p.873-928.

AMARO FILHO, J.; NEGREIROS, R. F. D.; ASSIS JÚNIOR, R. N. & MOTA, J. C. A. Amostragem e variabilidade espacial de atributos físicos de um Latossolo Vermelho em Mossoró, RN. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.31, n.3, p.415-422, 2007.

ALVAREZ V, V. H.; GUARÇONI, M. A. Variabilidade horizontal da fertilidade do solo de uma unidade de amostragem em sistema plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.27, n.2, p.297-310, 2003.

BARBIERI, D. M.; MARQUES JÚNIOR, J.; PEREIRA, G. T. Variabilidade espacial de atributos químicos de um Argissolo para a aplicação de insumos à taxa variável em diferentes formas de relevo. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.28, n.4, p.645-653, 2008.

CERRI, D. G. P. **Agricultura de precisão em cana-de-açúcar: instrumentação de uma colhedora, mapeamento da produtividade e de atributos do solo**. Campinas: Universidade estadual de campinas: Faculdade de engenharia agrícola, 2005. 156p (Dissertação de Doutorado)

CAMPOS, M. C. C.; MARQUES JÚNIOR, J.; PEREIRA, G. T.; SOUZA, Z. M.; BARBIERI, D. M. Aplicação de adubo e corretivo após o corte da cana-planta utilizando técnicas geoestatísticas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.38, n.4, p.974-980, 2008.

CAMPOS, M. C. C.; MARQUES JÚNIOR, J.; PEREIRA, G. T.; SOUZA, Z. M.; MONTANARI, R. Planejamento agrícola e implantação de sistema de cultivo de cana-de-açúcar com auxílio de técnicas geoestatísticas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina grande, v.13, n.3, p. 297-304, 2009.

CARVALHO, J. R. P.; SILVEIRA, P. M.; VIEIRA, S.R. Geoestatística na determinação da variabilidade espacial de características químicas do solo sob diferentes preparos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 37, n.8, p. 1151-1159, 2002.

CAVALCANTE, E. G. S.; ALVES, M. C.; SOUZA, Z. M.; PEREIRA, G. T. Variabilidade espacial de atributos químicos do solo sob diferentes usos e manejos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.31, n.6, p.1329-1339, 2007.

COLONEGO, J. C.; FOLONI, J. S. S.; ROSOLEM, C. A. Lixiviação de potássio da palha de plantas de cobertura em diferentes estádios de senescência após a dessecação química. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.29, n.1, p.99-108, 2005.

CORÁ, J. E.; ARAUJO, A. V.; PEREIRA, G. T.; BERALDO, J. M. G. Variabilidade espacial de atributos do solo para adoção do sistema de agricultura de precisão na cultura de cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.28, n.6, p. 1013-1021, 2004.

CORÁ, J. E.; BERALDO, J. M. G. Variabilidade espacial do solo antes e após calagem e fosfatagem em doses variadas na cultura de cana-de-açúcar. **Engenharia agrícola**, Jaboticabal, v.26, n.2, p.374-387, 2006.

CORRÊA, M. C. de M.; CONSOLINI, F.; CENTURION, J. F. Propriedades químicas de um Latossolo Vermelho distrófico sob cultivo contínuo de cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*). **Acta Scientiarum**, Maringá, v.23, n.5, p.1159-1163, 2001.

CORREIA, B. L.; ALLEONI, L. R. F. Conteúdo de carbono e atributos químicos de Latossolo sob cana-de-açúcar colhida com e sem queima. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.46, n.8, p. 944-952, 2011.

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. . **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Rio de Janeiro, RJ, EMBRAPA Solos, 2006. 306p.

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Manual de métodos de análise do solo**. Rio de Janeiro, RJ, Embrapa, 1997. 212p.

GOMES, J. B. V.; CURTI, N.; MOTTA, P. E. F.; KER, J. C.; MARQUES, J. J. G. S. M.; SCHULZE, D. G. Análise de componentes principais de atributos físicos, químicos e

mineralógicos de solos do bioma Cerrado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.28, n.1, p.137-153, 2004.

ISAAKS, E. H.; SRIVASTAVA, R. M. **An introduction to applied geostatistics**. New York, Oxford University Press, 1989. 561p.

LIN, H.; WHEELER, D.; BELL, J.; WILDING, L. Assessment of soil spatial variability at multiple scales. **Ecological Modeling**, Amsterdam, v.182, n.3-4, p.271-290, 2005.

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.6, p. 591-599, 2007.

MALAVOLTA, E. **ABC da análise de solo e folhas: amostragem, interpretação e sugestões de adubação**. São Paulo, SP, Agronômica Ceres, 1992. 124p.

MARQUES JÚNIOR, J.; SOUZA, Z. M.; PEREIRA, G. T.; BARBIERI, D. M. Variabilidade espacial de matéria orgânica, P, K e CTC de um Latossolo cultivado com cana-de-açúcar por longo período. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, Campina Grande, v.8, n.1, p. 143-152, 2008.

MONTANARI, R.; MARQUES JÚNIOR, J.; PEREIRA, G.T. & SOUZA, Z.M. Forma da paisagem como critério para otimização amostral de Latossolos sob cultivo de cana-de-açúcar. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.40, n.1, p.69-77, 2005.

MONTEZANO, Z. F.; CORAZZA, E. J.; MURAOKA, T. Variabilidade espacial da fertilidade do solo em área cultivada e manejada homogeneamente. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.30, n.5, p.839-47, 2006.

NOGARA NETO, F.; ROLOFF, G.; DIECKOW, J.; MOTTA, A. C. V. Atributos de solo e cultura espacialmente distribuídos relacionados ao rendimento do milho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.35, n.3, p.1025-1036, 2011.

OLIVEIRA, E. C. A. de. **Balanco nutricional da cana-de-açúcar relacionado à adubação nitrogenada**. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 2011. 213p. Dissertação de Doutorado.

OLIVEIRA, F. H. T.; ARRUDA, J. A.; SILVA, I. F.; ALVES, J. C. Amostragem para avaliação da fertilidade do solo em função do instrumento de coleta das amostras e de

tipos de preparo do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.31, n.5, p.973-983, 2007.

OLIVEIRA, J. B.; MENK, J. R. F. Variabilidade das características químicas e físicas em duas áreas homogêneas de Oxissolo. IN: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 14, 1974, Santa Maria. **Anais...** Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, Santa Maria. 1974. p.359-376.

OLIVEIRA JUNIOR, J. C.; SOUZA, L. C. P.; MELO, V. F. Variabilidade de atributos físicos e químicos de solos da formação Guabirotuba em diferentes unidades de amostragem. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.34, n.5, p.1491-1502, 2010.

PEEL, M. C.; FINLAYSON, B. L.; MCMAHON, T. A. Updated world map of the Köppen-Geiger climate classification. **Hydrology and Earth System Sciences**, v.11, n.5, p.1633-1644, 2007.

QUEIROZ, J. E.; GONÇALVES, A. C.; SOUTO, J. S. &FOLEGATTI, M. V. Avaliação e monitoramento da salinidade do solo. In: GHEYI, H. R.; QUEIROZ, J. E. &MEDEIROS, J. F. orgs. **Manejo e controle da salinidade na agricultura irrigada**. Campina Grande, 1997. p.69-111.

RAIJ, B. V. **Fertilidade do solo e adubação**. Piracicaba, Agronômica Ceres, 1991. 343p.

RAIJ, B. V.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. eds. **Recomendações de adubação e calagem para o estado de São Paulo**. 2ªed. Campinas, SP, **Instituto Agronômico**, 1997. 285p. (IAC. Boletim técnico, 100).

RAZAFIMBELO, T.; BARTHÈS, B.; LARRÉ-LARROUY, M. C.; LUCA, E. F.; LAURENT, J. Y.; CERRI, C. C.; FELLER, C. Effect of sugarcane residue management (mulching versus burning) on organic matter in a clayey Oxisol from south ern Brazil. **Agriculture Ecosystems and Environment**, v.115, n.1-4, p.285-289, 2006.

ROSSETTO, R.; CANTARELLA, H.; DIAS, F. L. F.; VITTI, A. C.; TAVARES, S. Cana-de-açúcar. In: PROCHONOW, L. I.; CASARIN, V.; STIPP, S. R. eds. **Boas práticas para o uso eficiente de fertilizantes**. Piracicaba, SP, INPI-Brasil, 2010. v.3, p. 160-230.



ROZANE, D. E.; ROMUALDO, L. M.; CENTURION, J. F.; BARBOSA, J. C. Dimensionamento do número de amostras para avaliação da fertilidade do solo. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v.32, n.1, p.111-118, 2011.

SANTOS, R. D.; LEMOS, R. C.; SANTOS, H. G.; KER, J. C.; ANJOS, L. H. C. **Manual de descrição e coleta de solo no campo**. 5ª ed. Viçosa, MG, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2005. 100p.

SILVA, J. E.da; RITCHEY, K. D. Acumulação diferencial de potássio em oxissolos devido a lavagem do nutriente das plantas de milho para o solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.6, p.183-188, 1982.

SILVA, M. A. G.; MUNIZ, A. S.; SENGIK, E.; MATA, J. D. V; CARISSIMI, C.; CEGANA, A. C. Amostragem e variabilidade nos atributos de fertilidade em um Latossolo sob plantio direto em São Miguel do Iguaçu, Estado do Paraná. **Acta Scientiarum: Agronomy**, Maringá, v.25, n.1, p.243-248, 2003.

SIEG – SISTEMA ESTADUAL DE ESTATÍSTICA E DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS DE GOIÁS. Geologia do Estado de Goiás e Distrito Federal. Maria Luiza Osório Moreira, Luiz Calos Moreton, Vantederlei Antônio de Araújo, Joffre Valmório de Lacerda Filho, Heitor Faria da Costa Orgs. Escala 1:500.000. Goiânia: CPRM/SIC-FUNMINERAL, 2008.

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. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.35, n.10, p.2057-2064, 2000.

SOUSA, D. M. G. de; LOBATO, E. **Cerrado: correção do solo e adubação**. Planaltina, Embrapa Cerrados, 2002. p.147-168.

SOUZA, D. M. G.; LOBATO, E; REIN, T. A. Adubação com Fósforo. In: SOUSA, D. M. G. de; LOBATO, E. eds. **Cerrado: correção do solo e adubação**. Planaltina, Embrapa Cerrados, 2002. p.147-168.

SOUZA, Z. M.; BARBIERI, D. M.; MARQUES JÚNIOR, J.; PEREIRA, G. T.; CAMPOS, M. C. C. Influência da variabilidade espacial de atributos químicos de um Latossolo na aplicação de insumos para cultura da cana-de-açúcar. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.31, n.2, p.371-377, 2007.

- SOUZA, Z. M.; MARQUES JÚNIOR, J.; PEREIRA, G. T.; MONTANARI, R.; CAMPOS, M. C. C. Amostragem de solo para determinação de atributos químicos e físicos em área com variação nas formas do relevo. **Científica**, Jaboticabal, v.34, n.2, p.249-256, 2006.
- SOUZA, Z. M.; CERRI, D. G. P.; COLET, M. J.; RODRIGUES, L. H. A.; MAGALHÃES, P. S. G.; MANDONI, R. J. A. Análise dos atributos do solo e da produtividade da cultura de cana-de-açúcar com o uso da geoestatística e árvore de decisão. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.40, n.4, p.840-847, 2010.
- SNEDECOR, G.W. & COCHRAN, W.G. Sampling from a normally distributed population. In: *Statistical Methods*, 6.ed., Ames, Iowa State University Press, 1967. p.32-65.
- VANNI, S. M. Modelos de regressão: estatística aplicada. São Paulo, Legmar Informática & Editora, 1998. 177p.
- VIEIRA, S. R. **Geoestatística em estudos de variabilidade espacial do solo**. In: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ, V. H. & SCHAEFER, C. E. G. R. eds. *Tópicos em ciência do solo*. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2000. v.1, p.1-54.
- VILELA, L.; SOUZA, D. M. G.; LOBATO, E; REIN, T. A. Adubação potássica. In: SOUSA, D. M. G. de; LOBATO, E. eds. **Cerrado: correção do solo e adubação**. Planaltina, Embrapa Cerrados, 2002. p.169-183.
- VITTI, G. C.; MAZZA, J. A. Planejamento, estratégias de manejo e nutrição da cana-de-açúcar. Piracicaba: **Potafos**, 2002. 16p. (Encarte técnico/Informações agronômicas, 97).
- WANG, Y.; FENG, N.; LI, T.; ZHANG XI, Z.; LIAO, G. Spatial variability of soil cation exchange capacity in Hilly tea plantation soils under different sampling scales. **Agricultural Sciences in China**, Hong Kong, v.7, n.1, p.96-103, 2008.
- WALKLEY, A. & BLACK, I. A. An examination of the Degtjareff method for determining soil organic matter and a proposed modification of the chromic acid titration method. **Soil Science**, Philadelphia, v.37, p.29-38, 1934.
- WARRICK, A. W.; NIELSEN, D. R. Spatial variability of soil physical properties in the field. In: Hillel, D. eds. **Applications of soil physics**. New York, Academic Press, 1980. p.319-344.

WOLLENHAUPT, N. C.; MULLA, D. J. & CRAWFORD, C. A. G. **Soil Sampling and interpolation techniques for mapping spatial variability of soil properties.** In: PIERCE, J. P.; SADLER, E. J. eds. *The site-specific management for agricultural systems.* Madison, ASA-CSSA- SSSA, 1997. p.19-53.

## **6. ANEXOS**

**Tabela 9.** Valores dos atributos de fertilidade do solo (pH em água, pH em CaCl<sub>2</sub>, H+Al<sup>3+</sup>, Matéria orgânica, Teor de argila e P) da área 1- setor Boiadeiro II.

Ponto	Prof./local	pH (água)	pH (CaCl <sub>2</sub> )	H+Al <sup>3+</sup> (cmolc/dm <sup>3</sup> )	Matéria Orgânica (g.MO/100g.solo)	Argila (g/kg solo)	P (mg/dm <sup>3</sup> )
A1	0 - 20 EL_25	7,14	6,25	2,32	2,70	476	0,94
A1	0 - 20 L	7,31	6,77	0,71	2,66	466	1,81
A1	20 - 40 EL_25	6,42	5,59	2,78	1,86	508	0,20
A1	20 - 40 L	6,71	6,06	3,11	2,28	484	3,14
A2	0 - 20 EL_50	7,67	6,91	0,82	2,52	474	2,13
A2	0 - 20 L	6,98	6,24	2,34	2,68	477	0,72
A2	20 - 40 EL_50	6,32	5,81	3,19	2,14	478	0,2234
A2	20 - 40 L	6,41	5,63	2,87	1,88	500	0,39
A3	0 - 20 EL_75	7,41	6,62	1,23	2,00	458	0,56
A3	0 - 20 L	7	6,26	2,44	2,96	476	1,37
A3	20 - 40 EL_75	6,36	5,4	2,80	1,85	492	2,5435
A3	20 - 40 L	6,51	5,6	2,95	2,04	470	0,88
A4	0 - 20 EL_25	7,09	6,34	1,97	2,61	470	1,01
A4	0 - 20 L	6,44	5,47	2,61	1,93	493	0,24
A4	20 - 40 EL_25	6,99	6,07	2,77	2,59	458	0,70
A4	20 - 40 L	5,22	4,73	3,30	2,08	498	0,20
A5	0 - 20 EL_50	6,98	6,07	2,50	2,44	484	0,87
A5	0 - 20 L	6,97	6,1	2,19	2,74	480	1,02
A5	20 - 40 EL_50	6,7	5,7	2,76	2,14	497	0,36
A5	20 - 40 L	6,32	5,5	2,54	2,53	489	3,25
A6	0 - 20 EL_75	6,96	6,25	2,11	2,59	475	11,19
A6	0 - 20 L	6,79	6,02	2,50	2,84	464	1,73
A6	20 - 40 EL_75	6,9	6,18	2,17	2,38	483	2,61
A6	20 - 40 L	6,62	5,82	2,63	2,19	491	0,87
A7	0 - 20 EL_25	7,08	6,28	2,20	2,55	437	0,90
A7	0 - 20 L	6,66	5,71	3,04	2,16	460	0,98
A7	20 - 40 EL_25	6,55	5,6	2,21	1,67	463	0,22
A7	20 - 40 L	6,64	5,84	2,18	1,83	455	4,60
B1	0 - 20 EL_50	7,03	6,24	2,21	2,12	455	0,55
B1	0 - 20 L	7,09	6,26	2,18	2,32	462	0,53
B1	20 - 40 EL_50	6,35	5,49	3,01	1,84	462	0,46
B1	20 - 40 L	6,61	5,81	2,70	1,73	471	2,71
B2	0 - 20 EL_75	7,14	6,31	2,00	2,40	441	0,77
B2	0 - 20 L	5,94	5,28	4,55	3,08	447	0,95
B2	20 - 40 EL_75	6,72	5,82	2,97	2,09	459	0,45
B2	20 - 40 L	6,39	5,28	2,44	2,23	439	0,49
B3	0 - 20 EL_25	6,59	5,92	3,09	2,46	449	1,22
B3	0 - 20 L	6,87	5,96	3,06	2,50	476	2,88
B3	20 - 40 EL_25	6,53	5,74	2,57	1,66	470	0,43
B3	20 - 40 L	6,43	5,61	2,67	1,77	481	0,93
B4	0 - 20 EL_50	7,11	6,24	1,99	2,49	460	6,33

(Continua)

(Continuação)

<b>B4</b>	0 - 20 L	7,27	6,27	1,90	2,38	446	1,19
<b>B4</b>	20 - 40 EL_50	6,51	5,67	3,28	2,02	472	19,99
<b>B4</b>	20 - 40 L	6,81	5,87	3,01	2,07	487	7,32
<b>B5</b>	0 - 20 EL_75	6,78	5,76	2,80	2,31	464	0,90
<b>B5</b>	0 - 20 L	7,15	6,12	2,20	2,27	461	1,04
<b>B5</b>	20 - 40 EL_75	5,77	5,26	3,70	2,15	486	0,49
<b>B5</b>	20 - 40 L	6,72	5,66	2,96	2,16	470	7,98
<b>B6</b>	0 - 20 EL_25	7,09	6,15	2,18	2,22	457	2,71
<b>B6</b>	0 - 20 L	6,4	5,38	3,81	2,68	456	1,19
<b>B6</b>	20 - 40 EL_25	6,32	5,33	3,17	1,87	478	0,52
<b>B6</b>	20 - 40 L	6,17	5,2	3,52	2,07	475	7,73
<b>B7</b>	0 - 20 EL_50	7,01	6,07	2,31	2,56	421	1,04
<b>B7</b>	0 - 20 L	7,27	6,52	1,49	2,58	424	1,19
<b>B7</b>	20 - 40 EL_50	6,9	5,78	2,61	2,17	449	8,60
<b>B7</b>	20 - 40 L	6,62	5,74	2,96	2,04	438	2,61
<b>C1</b>	0 - 20 EL_75	7,26	6,26	2,15	2,17	432	0,72
<b>C1</b>	0 - 20 L	7,3	6,47	1,77	2,38	434	0,90
<b>C1</b>	20 - 40 EL_75	6,36	5,45	2,81	1,27	471	0,31
<b>C1</b>	20 - 40 L	7,16	6,26	2,00	1,89	436	11,74
<b>C2</b>	0 - 20 EL_25	7,23	6,39	2,02	2,68	432	1,14
<b>C2</b>	0 - 20 L	6,81	5,77	3,57	2,71	453	0,98
<b>C2</b>	20 - 40 EL_25	6,26	5,47	3,17	1,83	460	0,33
<b>C2</b>	20 - 40 L	6,85	5,81	2,75	2,10	477	0,43
<b>C3</b>	0 - 20 EL_50	6,89	6,04	2,94	2,71	443	1,01
<b>C3</b>	0 - 20 L	6,33	5,24	4,09	2,97	435	1,24
<b>C3</b>	20 - 40 EL_50	7,14	6,4	1,76	2,26	449	0,63
<b>C3</b>	20 - 40 L	6,65	5,65	3,13	2,57	459	4,31
<b>C4</b>	0 - 20 EL_75	7,52	6,98	1,13	2,66	448	5,92
<b>C4</b>	0 - 20 L	7,13	6,39	2,37	2,49	460	1,08
<b>C4</b>	20 - 40 EL_75	6,49	5,81	2,99	1,90	473	0,49
<b>C4</b>	20 - 40 L	6,54	5,89	2,74	1,71	461	0,32
<b>C5</b>	0 - 20 EL_25	6,82	6,27	2,52	2,33	484	0,86
<b>C5</b>	0 - 20 L	6,9	6,11	2,57	2,87	473	3,41
<b>C5</b>	20 - 40 EL_25	6,15	5,65	4,07	2,20	475	0,63
<b>C5</b>	20 - 40 L	6,81	6,17	2,96	2,64	459	32,25
<b>C6</b>	0 - 20 EL_50	7,16	6,36	1,20	2,16	453	1,68
<b>C6</b>	0 - 20 L	6,66	5,82	1,91	2,31	454	1,52
<b>C6</b>	20 - 40 EL_50	5,76	4,85	3,21	1,90	462	0,30
<b>C6</b>	20 - 40 L	6,23	5,39	2,75	1,86	460	3,05
<b>C7</b>	0 - 20 EL_75	6,99	6,16	1,71	2,11	413	1,52
<b>C7</b>	0 - 20 L	6,96	6,46	2,06	2,37	434	1,12
<b>C7</b>	20 - 40 EL_75	6,72	6,05	2,97	1,94	431	12,42
<b>C7</b>	20 - 40 L	6,83	6,3	2,55	1,90	440	0,47
<b>D1</b>	0 - 20 EL_25	6,6	5,65	2,62	2,28	456	1,68
<b>D1</b>	0 - 20 L	6,52	5,6	2,54	2,35	449	1,14
<b>D1</b>	20 - 40 EL_25	6,13	5,32	2,66	1,76	452	0,57

(Continua)

(Continuação)

D1	20 - 40 L	6,68	6,16	3,08	1,77	463	22,43
D2	0 - 20 EL_50	6,37	5,75	3,18	2,41	439	1,98
D2	0 - 20 L	6,77	5,85	2,34	2,22	453	1,12
D2	20 - 40 EL_50	6,11	5,46	2,92	1,87	462	0,53
D2	20 - 40 L	5,5	4,73	3,55	2,06	482	0,40
D3	0 - 20 EL_75	6,47	5,63	3,48	2,36	413	1,01
D3	0 - 20 L	6,8	6,01	1,63	2,63	414	0,98
D3	20 - 40 EL_75	6,21	5,53	4,00	1,80	456	0,57
D3	20 - 40 L	6,78	5,93	2,32	1,90	446	2,00
D4	0 - 20 EL_25	6,34	5,49	3,83	3,02	449	0,73
D4	0 - 20 L	6,57	5,71	3,50	3,23	438	1,01
D4	20 - 40 EL_25	5,79	4,95	4,07	2,52	470	0,68
D4	20 - 40 L	6,21	5,28	3,66	2,47	463	0,46
D5	0 - 20 EL_50	6,73	6,11	4,14	3,12	456	1,06
D5	0 - 20 L	5,84	4,93	3,89	2,91	447	0,99
D5	20 - 40 EL_50	6,69	6,1	3,76	1,68	463	20,98
D5	20 - 40 L	6,23	5,38	3,65	3,19	444	10,19
D6	0 - 20 EL_75	7,17	6,6	2,15	2,22	424	1,55
D6	0 - 20 L	6,66	6,01	3,66	2,46	444	1,12
D6	20 - 40 EL_75	5,98	5,24	3,28	1,86	469	0,45
D6	20 - 40 L	6,69	5,99	3,48	2,19	454	0,63
D7	0 - 20 EL_25	6,67	5,9	3,53	2,24	428	0,80
D7	0 - 20 L	6,93	6,4	2,78	2,57	420	5,37
D7	20 - 40 EL_25	6,57	5,98	3,24	1,78	427	0,40
D7	20 - 40 L	6,5	5,5	3,37	1,66	438	0,65
E1	0 - 20 EL_50	6,69	6,08	4,18	2,48	451	5,36
E1	0 - 20 L	6,87	6,27	3,46	2,72	446	0,99
E1	20 - 40 EL_50	6,44	5,68	3,59	1,76	461	1,61
E1	20 - 40 L	6,87	6,29	3,24	2,19	457	2,74
E2	0 - 20 EL_75	6,26	5,61	3,72	2,36	459	7,75
E2	0 - 20 L	7,63	6,45	2,85	2,46	459	1,42
E2	20 - 40 EL_75	5,95	5,26	4,00	1,88	459	0,45
E2	20 - 40 L	7,25	6,68	2,59	2,14	449	0,96
E3	0 - 20 EL_25	6,55	5,64	3,28	2,19	460	1,06
E3	0 - 20 L	6,43	5,85	3,09	2,63	444	1,18
E3	20 - 40 EL_25	6,36	5,48	3,74	2,03	474	8,77
E3	20 - 40 L	6,8	5,99	2,83	1,88	451	35,54
E4	0 - 20 EL_50	7,81	6,92	2,61	2,58	449	0,70
E4	0 - 20 L	6,41	5,88	5,40	3,28	447	1,49
E4	20 - 40 EL_50	6,29	5,5	3,11	1,87	485	0,22
E4	20 - 40 L	6,41	5,55	3,41	2,33	451	24,66
E5	0 - 20 EL_75	7,22	6,59	2,54	2,85	455	1,15
E5	0 - 20 L	7,06	6,34	3,79	2,71	455	1,22
E5	20 - 40 EL_75	6,62	5,85	4,09	2,35	481	0,46
E5	20 - 40 L	7,43	6,68	1,97	2,27	478	0,39
E6	0 - 20 EL_25	6,86	6,29	3,66	2,90	461	1,83

(Continua)

(Continuação)

E6	0 - 20 L	7,04	5,98	3,33	2,55	428	1,80
E6	20 - 40 EL_25	7	6,46	3,41	2,53	448	4,94
E6	20 - 40 L	6,83	6,19	3,48	2,37	450	1,52
E7	0 - 20 EL_50	7,14	6,49	2,45	2,32	417	0,82
E7	0 - 20 L	7,28	6,61	2,94	2,52	416	0,99
E7	20 - 40 EL_50	6,27	5,48	4,20	2,08	427	0,39
E7	20 - 40 L	6,53	5,99	3,83	2,14	430	6,41
F1	0 - 20 EL_75	6,98	6,22	3,22	2,60	413	0,98
F1	0 - 20 L	6,21	5,64	5,40	3,70	438	1,39
F1	20 - 40 EL_75	6,09	5,36	4,36	2,14	455	0,37
F1	20 - 40 L	6,26	5,68	4,83	2,64	446	5,76
F2	0 - 20 EL_25	6,77	6,16	3,70	2,79	443	1,34
F2	0 - 20 L	7,45	6,9	1,01	2,58	421	2,76
F2	20 - 40 EL_25	5,89	5,34	4,33	2,04	467	0,36
F2	20 - 40 L	6,77	6,13	3,76	2,36	466	1,72
F3	0 - 20 EL_50	7,76	6,61	3,02	2,60	445	4,44
F3	0 - 20 L	7,47	5,95	3,83	3,23	458	1,65
F3	20 - 40 EL_50	6,94	6	2,83	1,87	458	0,27
F3	20 - 40 L	7,62	6,31	2,63	2,14	457	1,32
F4	0 - 20 EL_75	6,9	6,28	3,79	2,16	425	0,65
F4	0 - 20 L	7,35	6,55	2,69	2,68	449	1,52
F4	20 - 40 EL_75	6,49	5,44	3,87	1,81	431	0,37
F4	20 - 40 L	7,47	6,44	2,98	1,92	456	0,36
F5	0 - 20 EL_25	6,6	5,68	3,79	2,64	433	0,89
F5	0 - 20 L	6,68	5,41	5,07	3,41	432	1,65
F5	20 - 40 EL_25	6,4	5,49	4,27	2,35	442	0,63
F5	20 - 40 L	6,14	5,23	4,94	2,47	442	12,46
F6	0 - 20 EL_50	7,16	6,48	2,15	2,43	405	0,89
F6	0 - 20 L	7,27	6,43	2,59	2,77	412	2,56
F6	20 - 40 EL_50	6,58	5,98	3,39	2,33	428	0,63
F6	20 - 40 L	6,58	5,72	4,20	2,37	434	0,59
F7	0 - 20 EL_75	7,34	6,48	2,21	2,82	378	1,22
F7	0 - 20 L	7,27	6,49	2,52	2,88	393	1,88
F7	20 - 40 EL_75	7,47	6,07	3,20	2,16	404	1,22
F7	20 - 40 L	6,7	5,96	2,65	2,16	422	0,73
G1	0 - 20 EL_25	6,97	6,11	3,02	2,26	430	0,82
G1	0 - 20 L	7,36	6,29	2,61	2,42	425	1,12
G1	20 - 40 EL_25	6,11	5,2	4,36	1,63	447	2,64
G1	20 - 40 L	6,36	5,41	4,01	1,88	445	2,99
G2	0 - 20 EL_50	7,37	6,08	3,28	2,79	410	2,34
G2	0 - 20 L	6,75	5,93	4,11	3,35	405	2,11
G2	20 - 40 EL_50	6,4	5,49	4,36	2,32	431	0,75
G2	20 - 40 L	6,95	6,07	3,22	2,27	430	1,01
G3	0 - 20 EL_75	7,02	6,23	3,20	2,53	441	3,89
G3	0 - 20 L	7,12	6,45	2,69	2,73	445	1,09
G3	20 - 40 EL_75	6,77	5,99	2,54	1,73	414	0,55

(Continua)



(Continuação)

G3	20 - 40 L	6,95	6,16	3,39	2,25	435	20,49
G4	0 - 20 EL_25	7,11	5,96	3,83	2,24	444	0,59
G4	0 - 20 L	7,3	5,92	3,89	2,97	421	1,90
G4	20 - 40 EL_25	6,65	5,66	3,20	1,70	470	0,27
G4	20 - 40 L	6,77	5,74	4,62	2,02	457	0,73
G5	0 - 20 EL_50	6,79	5,79	3,50	2,59	451	6,14
G5	0 - 20 L	6,99	5,92	3,63	2,25	438	0,88
G5	20 - 40 EL_50	6,48	5,59	3,50	1,99	478	0,56
G5	20 - 40 L	6,88	5,6	3,57	1,97	459	0,29
G6	0 - 20 EL_75	7,33	6,76	2,41	2,60	445	1,30
G6	0 - 20 L	7,11	6,25	2,28	2,45	464	0,62
G6	20 - 40 EL_75	7,18	5,96	3,33	2,04	463	0,69
G6	20 - 40 L	6,72	5,91	3,53	2,13	493	5,77
G7	0 - 20 EL_25	7,31	6,04	3,15	2,54	415	2,78
G7	0 - 20 L	7,08	6,01	3,48	2,49	432	2,03
G7	20 - 40 EL_25	7,17	5,65	4,22	2,18	448	0,95
G7	20 - 40 L	6,76	5,93	4,05	2,49	441	3,98

**Tabela 10.** Valores dos atributos de fertilidade do solo ( $K^+$ ,  $Ca^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$ , SB, CTC e V(%)) da área 1- setor Boiadeiro II.

Ponto	Prof./local	K ( $cmolc/dm^3$ )	Ca ( $cmolc/dm^3$ )	Mg ( $cmolc/dm^3$ )	SB ( $cmolc/dm^3$ )	CTC (pH 7)	V (%)
A1	0 - 20 EL_25	0,08	3,75	0,81	4,64	6,95	66,679
A1	0 - 20 L	0,07	5,95	1,51	7,53	8,25	91,359
A1	20 - 40 EL_25	0,04	1,66	0,34	2,04	4,82	42,235
A1	20 - 40 L	0,05	2,56	0,53	3,14	6,25	50,274
A2	0 - 20 EL_50	0,06	4,40	1,75	6,21	7,03	88,363
A2	0 - 20 L	0,07	3,66	0,80	4,53	6,88	65,897
A2	20 - 40 EL_50	0,04	1,86	0,41	2,31	5,51	42,001
A2	20 - 40 L	0,04	2,32	0,40	2,75	5,62	48,971
A3	0 - 20 EL_75	0,10	3,81	0,88	4,79	6,02	79,600
A3	0 - 20 L	0,25	3,63	0,69	4,57	7,01	65,189
A3	20 - 40 EL_75	0,05	1,25	0,21	1,51	4,31	34,995
A3	20 - 40 L	0,06	1,84	0,33	2,23	5,18	43,069
A4	0 - 20 EL_25	0,11	3,62	1,25	4,98	6,95	71,614
A4	0 - 20 L	0,05	1,86	0,38	2,29	4,90	46,732
A4	20 - 40 EL_25	0,09	2,99	0,81	3,89	6,66	58,364
A4	20 - 40 L	0,04	1,44	0,24	1,73	5,02	34,337
A5	0 - 20 EL_50	0,08	3,37	0,91	4,36	6,85	63,559
A5	0 - 20 L	0,10	3,91	0,77	4,79	6,98	68,589
A5	20 - 40 EL_50	0,05	2,12	0,43	2,60	5,35	48,513
A5	20 - 40 L	0,05	3,31	0,70	4,06	6,60	61,552
A6	0 - 20 EL_75	0,07	4,84	1,09	6,00	8,10	74,009
A6	0 - 20 L	0,37	3,89	0,95	5,20	7,70	67,572
A6	20 - 40 EL_75	0,04	2,92	0,52	3,48	5,65	61,545

(Continua)

(Continuação)

A6	20 - 40 L	0,07	2,95	0,66	3,68	6,31	58,303
A7	0 - 20 EL_25	0,10	3,42	0,77	4,29	6,49	66,061
A7	0 - 20 L	0,06	2,20	0,65	2,91	5,95	48,897
A7	20 - 40 EL_25	0,06	1,35	0,32	1,73	3,94	43,888
A7	20 - 40 L	0,07	1,80	0,42	2,29	4,47	51,161
B1	0 - 20 EL_50	0,09	3,34	0,80	4,23	6,44	65,664
B1	0 - 20 L	0,19	3,81	1,05	5,05	7,23	69,825
B1	20 - 40 EL_50	0,08	1,86	0,36	2,30	5,31	43,274
B1	20 - 40 L	0,08	2,88	0,85	3,81	6,51	58,546
B2	0 - 20 EL_75	0,07	4,07	1,05	5,19	7,20	72,186
B2	0 - 20 L	0,14	3,41	0,79	4,33	8,88	48,785
B2	20 - 40 EL_75	0,07	3,06	0,61	3,73	6,71	55,663
B2	20 - 40 L	0,07	2,79	0,64	3,51	5,95	58,967
B3	0 - 20 EL_25	0,06	3,43	0,66	4,15	7,24	57,299
B3	0 - 20 L	0,21	3,58	0,95	4,74	7,80	60,744
B3	20 - 40 EL_25	0,04	2,48	0,50	3,02	5,59	53,948
B3	20 - 40 L	0,05	1,91	0,31	2,27	4,94	45,929
B4	0 - 20 EL_50	0,05	4,50	0,92	5,46	7,46	73,289
B4	0 - 20 L	0,07	4,65	1,04	5,77	7,66	75,254
B4	20 - 40 EL_50	0,04	2,68	0,59	3,31	6,59	50,239
B4	20 - 40 L	0,04	2,86	0,68	3,58	6,59	54,309
B5	0 - 20 EL_75	0,07	2,94	0,63	3,64	6,45	56,525
B5	0 - 20 L	0,09	3,46	0,79	4,34	6,54	66,360
B5	20 - 40 EL_75	0,08	1,79	0,35	2,22	5,92	37,462
B5	20 - 40 L	0,08	2,40	0,42	2,91	5,87	49,610
B6	0 - 20 EL_25	0,05	3,43	0,81	4,29	6,47	66,290
B6	0 - 20 L	0,08	2,87	0,89	3,84	7,66	50,183
B6	20 - 40 EL_25	0,04	1,49	0,29	1,81	4,98	36,412
B6	20 - 40 L	0,05	1,79	0,34	2,18	5,70	38,261
B7	0 - 20 EL_50	0,04	3,89	0,97	4,90	7,20	67,973
B7	0 - 20 L	0,05	4,68	1,26	5,98	7,47	80,111
B7	20 - 40 EL_50	0,03	2,99	0,51	3,53	6,14	57,475
B7	20 - 40 L	0,04	2,40	0,57	3,01	5,96	50,417
C1	0 - 20 EL_75	0,05	3,42	0,86	4,33	6,48	66,783
C1	0 - 20 L	0,07	4,50	1,24	5,81	7,58	76,615
C1	20 - 40 EL_75	0,03	1,52	0,33	1,87	4,69	39,976
C1	20 - 40 L	0,06	3,17	0,88	4,11	6,11	67,259
C2	0 - 20 EL_25	0,06	3,88	1,23	5,17	7,19	71,902
C2	0 - 20 L	0,32	3,29	0,99	4,60	8,17	56,338
C2	20 - 40 EL_25	0,02	1,02	0,37	1,41	4,58	30,836
C2	20 - 40 L	0,06	2,30	0,59	2,95	5,69	51,786
C3	0 - 20 EL_50	0,08	3,75	0,77	4,60	7,54	61,042
C3	0 - 20 L	0,11	2,28	0,57	2,96	7,05	41,959
C3	20 - 40 EL_50	0,03	3,53	1,04	4,60	6,36	72,293
C3	20 - 40 L	0,05	2,81	0,81	3,67	6,79	53,966
C4	0 - 20 EL 75	0,04	5,11	1,90	7,06	8,19	86,175

(Continua)

(Continuação)

<b>C4</b>	0 - 20 L	0,05	3,80	0,92	4,78	7,15	66,805
<b>C4</b>	20 - 40 EL_75	0,03	1,66	0,52	2,20	5,20	42,408
<b>C4</b>	20 - 40 L	0,04	1,38	0,77	2,18	4,91	44,327
<b>C5</b>	0 - 20 EL_25	0,05	3,33	0,95	4,33	6,85	63,265
<b>C5</b>	0 - 20 L	0,12	3,85	0,65	4,61	7,18	64,170
<b>C5</b>	20 - 40 EL_25	0,03	1,98	0,59	2,61	6,68	39,028
<b>C5</b>	20 - 40 L	0,05	3,93	0,71	4,69	7,64	61,319
<b>C6</b>	0 - 20 EL_50	0,10	2,90	1,08	4,07	5,27	77,246
<b>C6</b>	0 - 20 L	0,11	3,37	0,85	4,33	6,24	69,460
<b>C6</b>	20 - 40 EL_50	0,06	2,36	0,41	2,83	6,05	46,858
<b>C6</b>	20 - 40 L	0,07	1,57	0,53	2,18	4,92	44,214
<b>C7</b>	0 - 20 EL_75	0,05	2,71	1,02	3,77	5,49	68,749
<b>C7</b>	0 - 20 L	0,07	2,22	0,88	3,18	5,24	60,687
<b>C7</b>	20 - 40 EL_75	0,03	1,17	0,63	1,83	4,79	38,146
<b>C7</b>	20 - 40 L	0,05	1,99	0,60	2,63	5,18	50,854
<b>D1</b>	0 - 20 EL_25	0,10	2,21	1,13	3,43	6,05	56,699
<b>D1</b>	0 - 20 L	0,24	2,28	1,05	3,56	6,10	58,411
<b>D1</b>	20 - 40 EL_25	0,04	0,83	0,60	1,47	4,13	35,598
<b>D1</b>	20 - 40 L	0,07	1,48	0,89	2,44	5,52	44,244
<b>D2</b>	0 - 20 EL_50	0,08	2,15	1,06	3,29	6,47	50,890
<b>D2</b>	0 - 20 L	0,10	2,93	1,25	4,28	6,63	64,620
<b>D2</b>	20 - 40 EL_50	0,06	0,96	0,64	1,65	4,57	36,153
<b>D2</b>	20 - 40 L	0,08	2,91	0,33	3,32	6,87	48,361
<b>D3</b>	0 - 20 EL_75	0,08	3,12	1,17	4,37	7,85	55,680
<b>D3</b>	0 - 20 L	0,10	3,01	1,45	4,55	6,18	73,651
<b>D3</b>	20 - 40 EL_75	0,04	1,81	0,49	2,35	6,34	36,999
<b>D3</b>	20 - 40 L	0,04	2,14	1,04	3,21	5,53	58,105
<b>D4</b>	0 - 20 EL_25	0,10	5,13	1,49	6,72	10,55	63,706
<b>D4</b>	0 - 20 L	0,10	2,84	1,70	4,64	8,14	57,014
<b>D4</b>	20 - 40 EL_25	0,08	1,03	0,35	1,46	5,53	26,389
<b>D4</b>	20 - 40 L	0,09	2,28	0,61	2,98	6,64	44,832
<b>D5</b>	0 - 20 EL_50	0,07	2,70	1,10	3,87	8,01	48,274
<b>D5</b>	0 - 20 L	0,12	2,48	1,01	3,62	7,51	48,233
<b>D5</b>	20 - 40 EL_50	0,03	2,46	0,50	2,99	6,74	44,306
<b>D5</b>	20 - 40 L	0,07	2,74	0,91	3,73	7,37	50,546
<b>D6</b>	0 - 20 EL_75	0,04	2,89	1,14	4,07	6,22	65,410
<b>D6</b>	0 - 20 L	0,15	2,18	1,35	3,69	7,35	50,163
<b>D6</b>	20 - 40 EL_75	0,03	1,21	0,59	1,83	5,11	35,820
<b>D6</b>	20 - 40 L	0,06	1,89	0,85	2,80	6,28	44,597
<b>D7</b>	0 - 20 EL_25	0,05	2,11	0,58	2,73	6,27	43,615
<b>D7</b>	0 - 20 L	0,09	3,62	1,27	4,98	7,76	64,202
<b>D7</b>	20 - 40 EL_25	0,02	1,31	0,40	1,72	4,96	34,718
<b>D7</b>	20 - 40 L	0,01	0,98	0,39	1,38	4,75	29,052
<b>E1</b>	0 - 20 EL_50	0,06	2,86	1,10	4,02	8,20	49,020
<b>E1</b>	0 - 20 L	0,09	3,29	1,44	4,82	8,28	58,219
<b>E1</b>	20 - 40 EL_50	0,03	1,44	0,36	1,82	5,41	33,623

(Continua)

(Continuação)

E1	20 - 40 L	0,04	2,40	1,43	3,87	7,11	54,441
E2	0 - 20 EL_75	0,06	3,06	1,18	4,30	8,02	53,620
E2	0 - 20 L	0,20	3,97	1,85	6,02	8,88	67,862
E2	20 - 40 EL_75	0,06	1,85	0,60	2,52	6,51	38,646
E2	20 - 40 L	0,07	2,97	1,63	4,66	7,26	64,257
E3	0 - 20 EL_25	0,10	2,95	1,07	4,12	7,39	55,691
E3	0 - 20 L	0,09	3,75	1,41	5,26	8,35	62,971
E3	20 - 40 EL_25	0,07	2,05	1,06	3,18	6,92	45,991
E3	20 - 40 L	0,09	2,81	1,35	4,25	7,08	59,970
E4	0 - 20 EL_50	0,09	4,63	1,25	5,97	8,58	69,551
E4	0 - 20 L	0,28	2,63	1,35	4,26	9,65	44,089
E4	20 - 40 EL_50	0,06	2,02	0,53	2,61	5,72	45,626
E4	20 - 40 L	0,10	3,75	0,76	4,61	8,02	57,517
E5	0 - 20 EL_75	0,05	5,70	1,37	7,12	9,66	73,717
E5	0 - 20 L	0,07	3,74	1,05	4,86	8,66	56,181
E5	20 - 40 EL_75	0,05	2,30	0,49	2,83	6,92	40,925
E5	20 - 40 L	0,04	4,87	1,36	6,26	8,23	76,102
E6	0 - 20 EL_25	0,06	4,84	0,97	5,87	9,53	61,572
E6	0 - 20 L	0,07	3,45	0,97	4,49	7,83	57,429
E6	20 - 40 EL_25	0,04	3,59	0,94	4,56	7,97	57,267
E6	20 - 40 L	0,07	2,98	0,90	3,94	7,42	53,124
E7	0 - 20 EL_50	0,08	3,76	1,08	4,92	7,36	66,768
E7	0 - 20 L	0,07	3,84	1,07	4,98	7,93	62,854
E7	20 - 40 EL_50	0,05	1,99	0,44	2,47	6,67	37,067
E7	20 - 40 L	0,05	2,60	0,52	3,17	7,00	45,301
F1	0 - 20 EL_75	0,07	3,91	1,28	5,26	8,48	62,006
F1	0 - 20 L	0,16	3,53	1,27	4,96	10,35	47,872
F1	20 - 40 EL_75	0,06	1,77	0,42	2,24	6,61	33,936
F1	20 - 40 L	0,09	2,64	0,58	3,31	8,13	40,677
F2	0 - 20 EL_25	0,07	3,62	0,89	4,59	8,29	55,356
F2	0 - 20 L	0,08	6,06	1,85	7,99	8,99	88,791
F2	20 - 40 EL_25	0,04	1,62	0,29	1,95	6,28	31,061
F2	20 - 40 L	0,04	2,98	1,13	4,15	7,90	52,470
F3	0 - 20 EL_50	0,09	5,13	1,05	6,27	9,29	67,494
F3	0 - 20 L	0,17	3,86	1,55	5,58	9,41	59,302
F3	20 - 40 EL_50	0,04	2,09	0,46	2,59	5,43	47,799
F3	20 - 40 L	0,06	3,28	0,89	4,23	6,86	61,636
F4	0 - 20 EL_75	0,07	2,97	0,85	3,89	7,68	50,616
F4	0 - 20 L	0,11	4,81	1,24	6,16	8,85	69,648
F4	20 - 40 EL_75	0,06	1,77	0,39	2,22	6,08	36,454
F4	20 - 40 L	0,06	2,41	0,59	3,07	6,05	50,693
F5	0 - 20 EL_25	0,08	3,17	0,64	3,90	7,69	50,664
F5	0 - 20 L	0,31	2,81	1,05	4,17	9,23	45,144
F5	20 - 40 EL_25	0,10	2,65	0,48	3,24	7,51	43,099
F5	20 - 40 L	0,11	2,01	0,42	2,54	7,48	33,990
F6	0 - 20 EL_50	0,04	4,97	1,28	6,29	8,45	74,525

(Continua)

(Continuação)

F6	0 - 20 L	0,05	4,89	1,51	6,45	9,05	71,321
F6	20 - 40 EL_50	0,03	3,07	0,53	3,62	7,01	51,695
F6	20 - 40 L	0,05	2,35	0,59	2,99	7,19	41,596
F7	0 - 20 EL_75	0,06	5,13	1,27	6,46	8,67	74,535
F7	0 - 20 L	0,07	5,55	1,44	7,06	9,58	73,687
F7	20 - 40 EL_75	0,04	3,11	0,89	4,04	7,25	55,796
F7	20 - 40 L	0,15	2,40	0,60	3,15	5,80	54,308
G1	0 - 20 EL_25	0,06	3,20	1,22	4,48	7,49	59,723
G1	0 - 20 L	0,06	3,88	1,36	5,29	7,91	66,953
G1	20 - 40 EL_25	0,14	1,47	0,26	1,87	6,23	29,971
G1	20 - 40 L	0,04	1,63	0,51	2,18	6,19	35,146
G2	0 - 20 EL_50	0,07	5,53	1,26	6,86	10,13	67,665
G2	0 - 20 L	0,09	5,13	1,66	6,88	10,99	62,632
G2	20 - 40 EL_50	0,03	2,52	0,55	3,10	7,47	41,538
G2	20 - 40 L	0,04	3,82	1,31	5,17	8,39	61,610
G3	0 - 20 EL_75	0,15	3,39	0,93	4,48	7,68	58,289
G3	0 - 20 L	0,08	5,40	1,56	7,03	9,71	72,344
G3	20 - 40 EL_75	0,05	1,92	0,44	2,41	4,95	48,683
G3	20 - 40 L	0,09	3,00	1,00	4,09	7,48	54,690
G4	0 - 20 EL_25	0,09	2,55	0,85	3,49	7,32	47,662
G4	0 - 20 L	0,28	3,28	1,38	4,95	8,83	56,006
G4	20 - 40 EL_25	0,05	1,48	0,31	1,85	5,05	36,559
G4	20 - 40 L	0,08	2,51	0,53	3,12	7,74	40,287
G5	0 - 20 EL_50	0,09	2,79	0,91	3,79	7,29	52,001
G5	0 - 20 L	0,18	3,23	1,03	4,44	8,06	55,024
G5	20 - 40 EL_50	0,04	1,19	0,30	1,53	5,02	30,382
G5	20 - 40 L	0,07	1,56	0,35	1,99	5,56	35,726
G6	0 - 20 EL_75	0,06	3,71	1,21	4,99	7,40	67,416
G6	0 - 20 L	0,05	3,40	1,27	4,72	7,00	67,441
G6	20 - 40 EL_75	0,02	1,77	0,49	2,28	5,61	40,608
G6	20 - 40 L	0,11	1,83	0,60	2,54	6,07	41,793
G7	0 - 20 EL_25	0,07	2,70	1,06	3,83	6,98	54,901
G7	0 - 20 L	0,27	2,77	0,76	3,80	7,28	52,197
G7	20 - 40 EL_25	0,05	1,48	0,42	1,95	6,17	31,638
G7	20 - 40 L	0,06	2,54	0,55	3,16	7,21	43,811

**Tabela 11.** Valores dos atributos de fertilidade do solo (pH em água, pH em CaCl<sub>2</sub>, H+Al<sup>3+</sup>, Matéria orgânica, Teor de argila e P) da área 2 - setor Campos Belos I.

Ponto	Prof./local	pH (água)	pH (CaCl <sub>2</sub> )	H+Al <sup>3+</sup> (cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup> )	Matéria orgânica (g.MO/100g)	Argila (g/kg)	P (mg/dm <sup>3</sup> )
A1	0 - 20 L	6,09	5,34	3,92	3,2	606	3,854
A1	20 - 40 L	6,59	6,00	4,86	2,9	667	2,978
A1	0 - 20 EL_25	7,27	5,82	4,00	3,2	604	2,809
A1	20 - 40 EL_25	6,16	5,36	5,97	3,1	630	4,362
A2	0 - 20 L	6,04	5,33	4,97	3,1	604	3,275

(Continua)

(Continuação)

A2	20 - 40 L	6,8	5,61	4,40	2,9	602	2,710
A2	0 - 20 EL_50	5,77	4,93	6,30	3,2	620	3,021
A2	20 - 40 EL_50	5,53	4,89	6,91	3,1	626	4,616
A3	0 - 20 L	6,02	5,26	5,56	3,2	618	8,427
A3	20 - 40 L	6,28	5,57	5,27	3,1	611	3,656
A3	0 - 20 EL_75	6,15	5,22	5,88	2,9	648	3,317
A3	20 - 40 EL_75	5,59	4,97	6,14	2,9	654	2,456
A4	0 - 20 L	5,81	5,22	4,95	3,1	639	2,386
A4	20 - 40 L	6,34	5,63	4,83	3,1	619	4,235
A4	0 - 20 EL_25	5,75	5,07	6,06	3,0	608	2,851
A4	20 - 40 EL_25	6,28	5,27	5,51	3,1	626	4,122
A5	0 - 20 L	6,37	5,37	4,90	3,0	615	2,936
A5	20 - 40 L	6,56	5,84	3,74	3,0	590	3,487
A5	0 - 20 EL_50	6,15	5,44	5,32	2,8	642	4,390
A5	20 - 40 EL_50	5,66	5,07	6,15	3,1	626	5,745
A6	0 - 20 L	6,23	5,43	4,84	3,0	592	4,574
A6	20 - 40 L	6,61	5,95	4,10	2,8	579	3,317
A6	0 - 20 EL_75	6,35	5,5	5,15	3,0	586	17,772
A6	20 - 40 EL_75	6,41	5,49	5,18	2,9	602	3,769
A7	0 - 20 L	6,89	5,75	4,19	3,2	592	2,964
A7	20 - 40 L	7,08	6,02	3,81	3,0	604	3,628
A7	0 - 20 EL_25	6,45	5,56	4,80	3,6	587	2,964
A7	20 - 40 EL_25	6,4	5,68	4,43	2,7	604	2,696
B1	0 - 20 L	6,57	6,02	4,25	3,8	575	5,773
B1	20 - 40 L	6,89	6,09	4,12	3,1	602	2,400
B1	0 - 20 EL_50	6,7	5,35	5,80	2,3	599	6,380
B1	20 - 40 EL_50	6,82	5,72	3,25	1,8	666	0,381
B2	0 - 20 L	6,82	5,53	5,22	3,4	579	5,957
B2	20 - 40 L	6,52	5,04	5,76	2,6	659	1,765
B2	0 - 20 EL_75	7,39	6,18	3,27	3,4	553	6,691
B2	20 - 40 EL_75	7,08	6,49	2,21	2,7	602	1,906
B3	0 - 20 L	6,65	5,47	5,43	3,3	598	9,345
B3	20 - 40 L	6,9	5,61	3,87	2,4	634	1,214
B3	0 - 20 EL_25	6,07	5,42	5,69	3,7	611	7,905
B3	20 - 40 EL_25	6,29	5,57	3,24	1,9	641	0,579
B4	0 - 20 L	6,07	5,2	6,48	3,6	608	11,448
B4	20 - 40 L	6,59	5,58	4,61	2,8	651	1,863
B4	0 - 20 EL_50	6,77	5,79	4,59	3,3	599	5,322
B4	20 - 40 EL_50	6,01	5,27	5,06	2,4	654	1,158
B5	0 - 20 L	6,13	5,52	5,25	3,3	596	6,366
B5	20 - 40 L	5,87	5,16	5,20	2,4	636	1,186
B5	0 - 20 EL_75	6,34	5,47	5,20	3,3	580	7,863
B5	20 - 40 EL_75	7,06	6,37	2,68	2,8	619	0,988
B6	0 - 20 L	6,15	5,3	6,64	3,5	618	23,686
B6	20 - 40 L	5,93	5,02	4,98	2,0	667	1,398
B6	0 - 20 EL_25	6,37	5,55	5,16	3,7	619	4,221

(Continua)

(Continuação)

<b>B6</b>	20 - 40 EL_25	6,39	5,5	4,12	2,1	668	0,791
<b>B7</b>	0 - 20 L	6,12	5,11	6,62	3,7	613	10,275
<b>B7</b>	20 - 40 L	6,05	5,03	4,91	2,2	665	3,025
<b>B7</b>	0 - 20 EL_50	6,1	5,2	5,83	3,1	636	9,595
<b>B7</b>	20 - 40 EL_50	6,17	5,22	4,82	2,2	644	1,100
<b>C1</b>	0 - 20 L	6,54	5,56	5,13	3,9	594	5,775
<b>C1</b>	20 - 40 L	6,67	5,67	4,01	2,3	666	5,673
<b>C1</b>	0 - 20 EL_75	6,64	5,61	4,52	2,9	629	3,546
<b>C1</b>	20 - 40 EL_75	6,3	5,32	3,90	1,9	659	0,536
<b>C2</b>	0 - 20 L	5,97	5,12	6,30	3,4	633	7,193
<b>C2</b>	20 - 40 L	5,43	4,72	5,96	2,3	675	8,640
<b>C2</b>	0 - 20 EL_25	6,16	5,26	5,69	3,4	630	8,249
<b>C2</b>	20 - 40 EL_25	5,71	4,93	5,96	2,2	670	5,934
<b>C3</b>	0 - 20 L	6,2	5	6,25	3,3	636	8,553
<b>C3</b>	20 - 40 L	6,08	5,13	5,38	2,4	692	7,222
<b>C3</b>	0 - 20 EL_50	6,9	6,05	2,68	3,6	581	4,834
<b>C3</b>	20 - 40 EL_50	6,7	6,1	3,33	2,4	655	1,491
<b>C4</b>	0 - 20 L	6,75	6,1	3,74	3,6	589	6,122
<b>C4</b>	20 - 40 L	6,31	5,49	5,34	2,8	642	16,730
<b>C4</b>	0 - 20 EL_75	6,66	6,02	4,26	3,4	636	4,805
<b>C4</b>	20 - 40 EL_75	6,39	5,32	4,82	2,4	630	2,243
<b>C5</b>	0 - 20 L	6,67	5,95	4,48	3,9	616	5,225
<b>C5</b>	20 - 40 L	6,61	5,68	4,32	2,5	665	4,675
<b>C5</b>	0 - 20 EL_25	6,58	5,75	3,89	3,2	618	4,588
<b>C5</b>	20 - 40 EL_25	7,26	6,51	1,71	1,9	657	0,536
<b>C6</b>	0 - 20 L	5,94	5,21	5,85	3,7	627	4,689
<b>C6</b>	20 - 40 L	5,87	5,08	5,00	2,6	670	23,171
<b>C6</b>	0 - 20 EL_50	6,5	5,9	3,99	3,3	614	4,602
<b>C6</b>	20 - 40 EL_50	6,86	6,2	2,77	2,1	653	0,839
<b>C7</b>	0 - 20 L	6,34	5,75	4,77	3,2	652	4,255
<b>C7</b>	20 - 40 L	6,17	5,5	4,28	2,5	669	4,255
<b>C7</b>	0 - 20 EL_75	6,13	5,46	5,81	3,4	654	13,995
<b>C7</b>	20 - 40 EL_75	5,92	5,23	4,16	2,3	665	0,897
<b>D1</b>	0 - 20 L	6,54	5,9	4,30	3,2	571	6,744
<b>D1</b>	20 - 40 L	6,03	5,49	5,02	2,7	637	1,447
<b>D1</b>	0 - 20 EL_25	6,24	5,54	5,43	3,3	600	4,892
<b>D1</b>	20 - 40 EL_25	6,23	5,59	4,44	2,9	656	1,520
<b>D2</b>	0 - 20 L	6,33	5,52	5,65	4,1	603	9,682
<b>D2</b>	20 - 40 L	6,06	5,38	4,55	2,5	652	1,172
<b>D2</b>	0 - 20 EL_50	6,79	6,16	3,63	4,0	593	6,339
<b>D2</b>	20 - 40 EL_50	7,08	6,41	2,97	3,2	623	3,531
<b>D3</b>	0 - 20 L	6,34	5,7	5,27	3,9	605	10,550
<b>D3</b>	20 - 40 L	6,49	5,79	4,28	3,1	634	11,057
<b>D3</b>	0 - 20 EL_75	6,44	5,68	5,11	3,4	589	7,149
<b>D3</b>	20 - 40 EL_75	6,09	5,2	4,19	2,4	630	1,158
<b>D4</b>	0 - 20 L	6,36	5,77	4,97	3,7	568	5,659

(Continua)

(Continuação)

D4	20 - 40 L	6,16	5,48	5,07	2,6	627	2,938
D4	0 - 20 EL_25	6	5,29	6,66	3,8	608	7,917
D4	20 - 40 EL_25	6,16	5,28	5,69	2,9	630	4,139
D5	0 - 20 L	6,06	5,26	7,07	3,6	614	5,673
D5	20 - 40 L	5,82	4,91	7,36	3,0	636	3,401
D5	0 - 20 EL_50	6,63	5,92	4,46	3,3	593	6,875
D5	20 - 40 EL_50	6,54	5,4	5,94	3,3	635	3,994
D6	0 - 20 L	6,03	5,31	6,71	3,9	616	19,741
D6	20 - 40 L	6,44	5,22	5,49	2,8	633	3,184
D6	0 - 20 EL_75	6,89	6,09	4,34	3,4	602	5,239
D6	20 - 40 EL_75	6,07	5,31	6,26	3,0	630	3,879
D7	0 - 20 L	6,44	5,8	5,02	3,3	605	11,129
D7	20 - 40 L	6,71	5,35	5,76	3,1	620	3,864
D7	0 - 20 EL_25	7,17	5,82	4,95	3,3	617	5,861
D7	20 - 40 EL_25	6,24	5,56	4,59	2,5	624	1,476
E1	0 - 20 L	6,65	5,8	4,12	3,2	615	6,614
E1	20 - 40 L	5,97	5,34	4,37	2,4	671	1,100
E1	0 - 20 EL_50	6,32	5,81	4,14	2,6	648	1,447
E1	20 - 40 EL_50	5,45	5,13	3,71	1,8	667	0,405
E2	0 - 20 L	5,83	5,16	5,92	3,4	636	2,287
E2	20 - 40 L	5,78	4,85	6,07	2,6	666	5,717
E2	0 - 20 EL_75	6,49	5,64	4,32	2,8	627	1,925
E2	20 - 40 EL_75	6,6	5,42	4,37	2,5	644	1,143
E3	0 - 20 L	6,48	5,52	5,38	3,2	628	3,994
E3	20 - 40 L	5,64	4,94	5,25	2,1	639	2,041
E3	0 - 20 EL_25	6,54	5,73	4,59	2,9	585	3,184
E3	20 - 40 EL_25	5,86	5	5,83	2,3	669	0,984
E4	0 - 20 L	5,73	4,93	6,66	3,2	639	4,139
E4	20 - 40 L	5,47	4,83	6,12	2,3	668	2,301
E4	0 - 20 EL_50	7,08	6,3	3,22	2,9	598	3,039
E4	20 - 40 EL_50	6,34	5,6	4,08	1,9	663	0,536
E5	0 - 20 L	6,33	5,48	5,42	3,2	617	6,571
E5	20 - 40 L	6,7	4,68	7,34	2,1	681	3,951
E5	0 - 20 EL_75	6,42	5,67	4,48	3,0	621	0,637
E5	20 - 40 EL_75	6,39	5,13	4,64	1,9	606	0,784
E6	0 - 20 L	6,5	5,48	4,88	2,8	582	5,717
E6	20 - 40 L	5,66	4,96	4,84	2,0	627	6,875
E6	0 - 20 EL_25	6,08	5,3	4,97	3,2	604	2,851
E6	20 - 40 EL_25	5,71	4,99	4,48	2,0	626	0,593
E7	0 - 20 L	6,45	5,69	4,16	2,9	596	3,531
E7	20 - 40 L	6,46	5,65	3,42	1,7	661	1,766
E7	0 - 20 EL_50	6,97	6,22	3,02	2,4	586	3,112
E7	20 - 40 EL_50	6,25	5,55	4,43	2,2	655	0,912
F1	0 - 20 L	6,13	5,38	5,52	4,1	592	4,950
F1	20 - 40 L	6	5,07	6,14	3,0	642	10,898
F1	0 - 20 EL_75	6,89	6	3,47	2,9	595	1,983

(Continua)



(Continuação)

F1	20 - 40 EL_75	6,42	5,51	4,73	2,5	642	2,938
F2	0 - 20 L	6,58	5,8	4,41	3,3	596	3,054
F2	20 - 40 L	6,6	5,79	4,34	2,7	632	4,458
F2	0 - 20 EL_25	6,8	5,96	4,05	3,3	613	5,543
F2	20 - 40 EL_25	6,53	5,73	4,50	2,8	635	1,838
F3	0 - 20 L	7,26	6,28	3,22	3,4	578	4,472
F3	20 - 40 L	6,62	5,68	4,98	2,5	637	19,075
F3	0 - 20 EL_50	6,68	5,74	4,82	3,2	614	2,446
F3	20 - 40 EL_50	6,77	5,75	3,92	2,3	648	0,666
F4	0 - 20 L	6,39	5,67	4,95	3,0	613	3,966
F4	20 - 40 L	6,6	5,77	4,05	2,8	620	3,155
F4	0 - 20 EL_75	6,99	6,32	3,25	3,1	593	3,864
F4	20 - 40 EL_75	6,66	5,91	3,85	2,3	652	0,811
F5	0 - 20 L	6,85	6,08	4,07	3,5	577	8,163
F5	20 - 40 L	6,74	5,94	3,72	2,6	612	5,355
F5	0 - 20 EL_25	6,83	6,03	4,28	3,4	601	5,152
F5	20 - 40 EL_25	6,35	5,5	4,73	2,3	621	0,926
F6	0 - 20 L	6,04	5,3	6,39	4,2	609	10,710
F6	20 - 40 L	6,36	5,38	5,22	3,7	631	10,174
F6	0 - 20 EL_50	6,8	5,88	4,48	3,2	622	5,586
F6	20 - 40 EL_50	6,98	6,13	3,25	2,3	648	1,332
F7	0 - 20 L	6,08	5,26	6,16	4,2	575	7,974
F7	20 - 40 L	6,1	5,33	4,59	2,7	623	2,359
F7	0 - 20 EL_75	6,62	5,85	4,41	3,2	597	5,398
F7	20 - 40 EL_75	6,47	5,65	4,05	2,8	626	1,621
G1	0 - 20 L	6,53	5,7	5,29	4,0	581	5,500
G1	20 - 40 L	6,33	5,48	5,09	3,3	611	1,360
G1	0 - 20 EL_25	6,92	6,23	3,99	4,0	562	5,152
G1	20 - 40 EL_25	6,6	5,87	5,09	4,0	581	5,601
G2	0 - 20 L	6,22	5,33	6,64	3,7	596	5,832
G2	20 - 40 L	6,11	5,39	5,43	3,3	607	1,910
G2	0 - 20 EL_50	6,55	5,74	5,45	3,6	585	13,025
G2	20 - 40 EL_50	6,07	5,18	6,30	3,5	615	3,141
G3	0 - 20 L	6,73	5,76	4,53	3,1	577	9,002
G3	20 - 40 L	6,39	5,52	6,21	3,4	603	20,508
G3	0 - 20 EL_75	6,22	5,48	7,18	3,8	585	11,129
G3	20 - 40 EL_75	6,12	5,3	6,73	3,1	624	2,967
G4	0 - 20 L	6,4	5,71	6,03	3,6	599	5,746
G4	20 - 40 L	6,35	5,55	6,07	2,6	630	43,678
G4	0 - 20 EL_25	6,67	5,79	5,80	3,5	598	3,966
G4	20 - 40 EL_25	6,05	5,14	5,43	2,5	653	0,637
G5	0 - 20 L	5,91	5,12	7,45	3,5	617	4,313
G5	20 - 40 L	5,12	4,6	7,83	2,9	649	1,780
G5	0 - 20 EL_50	6,42	5,76	5,94	3,5	599	5,283
G5	20 - 40 EL_50	5,8	4,95	6,70	3,3	651	11,043
G6	0 - 20 L	6,32	5,37	6,23	3,3	595	5,456

(Continua)

(Continuação)

G6	20 - 40 L	6,15	5,36	5,74	2,7	629	4,342
G6	0 - 20 EL_75	6,18	5,45	6,53	3,4	598	6,267
G6	20 - 40 EL_75	5,88	5,36	6,46	3,3	631	4,501
G7	0 - 20 L	6,31	5,53	5,56	3,4	598	7,801
G7	20 - 40 L	6,15	5,39	5,81	2,6	664	1,520
G7	0 - 20 EL_25	6,22	5,33	6,53	3,5	621	6,079
G7	20 - 40 EL_25	5,81	5,04	6,97	2,9	661	1,737

**Tabela 12.** Valores dos atributos de fertilidade do solo ( $K^+$ ,  $Ca^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$ , SB, CTC e V(%)) da área 2 - setor Campos Belos I.

Ponto	Prof./local	K (cmolc/dm <sup>3</sup> )	Ca (cmolc/dm <sup>3</sup> )	Mg (cmolc/dm <sup>3</sup> )	SB (cmolc/dm <sup>3</sup> )	CTC (pH 7)	V (%)
A1	0 - 20 L	0,23	3,52	1,54	5,28	9,20	57,37
A1	20 - 40 L	0,08	3,28	1,55	4,91	9,77	50,24
A1	0 - 20 EL_25	0,07	3,52	1,33	4,91	8,91	55,14
A1	20 - 40 EL_25	0,04	2,55	0,82	3,40	9,37	36,29
A2	0 - 20 L	0,16	3,09	0,99	4,25	9,22	46,07
A2	20 - 40 L	0,12	2,98	0,77	3,87	8,28	46,81
A2	0 - 20 EL_50	0,25	2,65	0,68	3,59	9,89	36,26
A2	20 - 40 EL_50	0,08	2,08	0,59	2,76	9,66	28,51
A3	0 - 20 L	0,16	3,27	0,96	4,39	9,95	44,10
A3	20 - 40 L	0,07	3,52	1,24	4,83	10,10	47,82
A3	0 - 20 EL_75	0,18	2,94	0,85	3,97	9,85	40,33
A3	20 - 40 EL_75	0,05	1,99	0,91	2,95	9,08	32,46
A4	0 - 20 L	0,12	2,81	0,95	3,88	8,83	43,89
A4	20 - 40 L	0,06	3,68	0,84	4,57	9,40	48,65
A4	0 - 20 EL_25	0,46	2,39	0,47	3,32	9,38	35,39
A4	20 - 40 EL_25	0,08	2,84	0,99	3,90	9,41	41,47
A5	0 - 20 L	0,11	2,84	0,89	3,85	8,75	44,01
A5	20 - 40 L	0,07	5,22	1,44	6,73	10,47	64,29
A5	0 - 20 EL_50	0,15	3,23	0,90	4,28	9,60	44,54
A5	20 - 40 EL_50	0,07	2,65	0,78	3,50	9,65	36,24
A6	0 - 20 L	0,13	3,31	1,22	4,67	9,51	49,07
A6	20 - 40 L	0,11	3,92	1,67	5,70	9,80	58,15
A6	0 - 20 EL_75	0,29	3,73	1,01	5,02	10,17	49,39
A6	20 - 40 EL_75	0,09	3,74	0,87	4,69	9,88	47,53
A7	0 - 20 L	0,29	5,56	1,08	6,93	11,12	62,30
A7	20 - 40 L	0,15	5,77	1,66	7,58	11,40	66,54
A7	0 - 20 EL_25	0,38	5,17	1,97	7,51	12,31	60,98
A7	20 - 40 EL_25	0,07	3,07	1,06	4,20	8,63	48,71
B1	0 - 20 L	0,07	6,73	1,49	8,29	12,54	66,14
B1	20 - 40 L	0,04	5,50	0,98	6,52	10,64	61,27
B1	0 - 20 EL_50	0,07	3,35	0,68	4,09	9,89	41,40
B1	20 - 40 EL_50	0,04	2,35	0,44	2,83	6,08	46,50
B2	0 - 20 L	0,08	3,90	1,06	5,04	10,26	49,11
B2	20 - 40 L	0,06	1,65	0,43	2,14	7,90	27,06

(Continua)

(Continuação)

B2	0 - 20 EL_75	0,04	7,58	2,05	9,67	12,95	74,72
B2	20 - 40 EL_75	0,04	5,98	1,66	7,68	9,89	77,65
B3	0 - 20 L	0,09	2,77	1,49	4,35	9,79	44,48
B3	20 - 40 L	0,04	3,81	1,30	5,15	9,02	57,10
B3	0 - 20 EL_25	0,08	4,23	1,88	6,19	11,88	52,12
B3	20 - 40 EL_25	0,03	1,56	0,51	2,10	5,33	39,32
B4	0 - 20 L	0,16	3,55	0,72	4,43	10,91	40,60
B4	20 - 40 L	0,07	3,51	0,74	4,32	8,92	48,38
B4	0 - 20 EL_50	0,05	7,07	1,57	8,69	13,28	65,45
B4	20 - 40 EL_50	0,04	2,03	0,60	2,67	7,72	34,52
B5	0 - 20 L	0,08	6,07	1,52	7,67	12,92	59,34
B5	20 - 40 L	0,05	1,82	0,48	2,36	7,56	31,20
B5	0 - 20 EL_75	0,11	5,56	0,93	6,59	11,80	55,91
B5	20 - 40 EL_75	0,04	3,49	0,95	4,48	7,16	62,60
B6	0 - 20 L	0,06	3,63	1,15	4,84	11,48	42,16
B6	20 - 40 L	0,08	1,47	0,40	1,95	6,93	28,07
B6	0 - 20 EL_25	0,07	5,38	1,30	6,74	11,91	56,63
B6	20 - 40 EL_25	0,04	2,08	0,74	2,86	6,98	40,95
B7	0 - 20 L	0,18	3,41	1,42	5,02	11,64	43,09
B7	20 - 40 L	0,07	1,67	0,66	2,40	7,31	32,80
B7	0 - 20 EL_50	0,07	3,38	0,98	4,43	10,26	43,16
B7	20 - 40 EL_50	0,06	2,04	0,75	2,85	7,67	37,11
C1	0 - 20 L	0,14	5,96	1,72	7,82	12,95	60,40
C1	20 - 40 L	0,05	2,55	1,06	3,66	7,68	47,74
C1	0 - 20 EL_75	0,04	3,95	1,29	5,27	9,79	53,87
C1	20 - 40 EL_75	0,02	1,57	0,67	2,25	6,16	36,60
C2	0 - 20 L	0,14	3,58	0,91	4,63	10,93	42,38
C2	20 - 40 L	0,06	1,42	0,54	2,01	7,97	25,27
C2	0 - 20 EL_25	0,15	3,72	0,87	4,75	10,43	45,50
C2	20 - 40 EL_25	0,07	1,80	0,70	2,58	8,53	30,20
C3	0 - 20 L	0,17	2,78	0,51	3,47	9,71	35,69
C3	20 - 40 L	0,08	1,87	0,82	2,78	8,16	34,05
C3	0 - 20 EL_50	0,06	6,13	2,92	9,12	11,79	77,29
C3	20 - 40 EL_50	0,04	3,04	1,28	4,36	7,69	56,72
C4	0 - 20 L	0,11	7,25	1,89	9,25	13,00	71,21
C4	20 - 40 L	0,08	2,47	0,84	3,39	8,73	38,80
C4	0 - 20 EL_75	0,07	6,67	1,78	8,52	12,79	66,66
C4	20 - 40 EL_75	0,05	3,60	0,96	4,60	9,43	48,85
C5	0 - 20 L	0,25	6,73	2,08	9,06	13,54	66,91
C5	20 - 40 L	0,09	2,70	1,03	3,82	8,14	46,95
C5	0 - 20 EL_25	0,11	6,46	1,41	7,98	11,86	67,25
C5	20 - 40 EL_25	0,06	2,59	1,23	3,88	5,58	69,45
C6	0 - 20 L	0,56	3,01	1,41	4,98	10,83	46,00
C6	20 - 40 L	0,32	1,46	0,87	2,66	7,66	34,71
C6	0 - 20 EL_50	0,07	6,82	1,81	8,71	12,70	68,55
C6	20 - 40 EL_50	0,06	2,70	1,17	3,92	6,69	58,62

(Continua)

(Continuação)

C7	0 - 20 L	0,18	3,96	1,33	5,47	10,24	53,42
C7	20 - 40 L	0,08	2,67	0,67	3,42	7,70	44,40
C7	0 - 20 EL_75	0,07	5,86	1,58	7,50	13,31	56,34
C7	20 - 40 EL_75	0,04	1,83	0,69	2,55	6,71	38,05
D1	0 - 20 L	0,13	4,95	1,98	7,06	11,36	62,14
D1	20 - 40 L	0,04	2,82	0,94	3,79	8,81	43,04
D1	0 - 20 EL_25	0,09	4,12	1,65	5,86	11,30	51,90
D1	20 - 40 EL_25	0,04	3,85	0,85	4,73	9,18	51,58
D2	0 - 20 L	0,40	4,30	1,61	6,31	11,96	52,75
D2	20 - 40 L	0,16	2,34	0,56	3,05	7,61	40,16
D2	0 - 20 EL_50	0,07	5,48	2,03	7,58	11,22	67,61
D2	20 - 40 EL_50	0,06	4,73	1,73	6,51	9,48	68,71
D3	0 - 20 L	0,13	5,21	1,68	7,01	12,28	57,08
D3	20 - 40 L	0,05	5,17	1,40	6,62	10,91	60,74
D3	0 - 20 EL_75	0,15	4,62	1,48	6,25	11,36	55,02
D3	20 - 40 EL_75	0,06	2,55	1,20	3,80	7,99	47,55
D4	0 - 20 L	0,09	4,74	1,97	6,80	11,77	57,80
D4	20 - 40 L	0,05	2,88	1,45	4,38	9,45	46,32
D4	0 - 20 EL_25	0,06	4,02	1,36	5,44	12,10	44,97
D4	20 - 40 EL_25	0,06	3,24	0,89	4,19	9,88	42,41
D5	0 - 20 L	0,15	3,45	1,52	5,12	12,20	42,01
D5	20 - 40 L	0,06	2,26	0,65	2,97	10,33	28,72
D5	0 - 20 EL_50	0,04	4,50	2,13	6,67	11,14	59,93
D5	20 - 40 EL_50	0,05	3,76	1,10	4,92	10,85	45,28
D6	0 - 20 L	0,29	3,89	1,60	5,77	12,49	46,24
D6	20 - 40 L	0,08	2,77	0,87	3,73	9,22	40,44
D6	0 - 20 EL_75	0,06	5,08	2,31	7,46	11,79	63,23
D6	20 - 40 EL_75	0,05	3,12	0,89	4,06	10,32	39,32
D7	0 - 20 L	0,19	4,59	1,58	6,36	11,38	55,87
D7	20 - 40 L	0,08	3,96	1,05	5,08	10,84	46,86
D7	0 - 20 EL_25	0,07	4,51	1,72	6,29	11,24	55,99
D7	20 - 40 EL_25	0,04	2,63	0,97	3,63	8,22	44,17
E1	0 - 20 L	0,08	4,24	1,65	5,97	10,09	59,16
E1	20 - 40 L	0,06	2,09	0,81	2,96	7,33	40,35
E1	0 - 20 EL_50	0,05	3,05	1,35	4,44	8,58	51,77
E1	20 - 40 EL_50	0,03	1,56	0,49	2,08	5,78	35,94
E2	0 - 20 L	0,51	2,54	1,12	4,17	10,09	41,34
E2	20 - 40 L	0,10	1,33	0,50	1,92	7,99	24,08
E2	0 - 20 EL_75	0,04	3,04	1,28	4,37	8,69	50,29
E2	20 - 40 EL_75	0,04	2,40	0,74	3,18	7,55	42,12
E3	0 - 20 L	0,11	3,68	1,48	5,27	10,65	49,49
E3	20 - 40 L	0,05	1,44	0,41	1,90	7,16	26,61
E3	0 - 20 EL_25	0,11	3,87	1,64	5,62	10,21	55,06
E3	20 - 40 EL_25	0,06	1,61	0,57	2,23	8,07	27,70
E4	0 - 20 L	0,09	2,35	0,93	3,36	10,02	33,56
E4	20 - 40 L	0,07	1,21	0,45	1,72	7,84	21,96

(Continua)

(Continuação)

E4	0 - 20 EL_50	0,13	4,18	2,03	6,34	9,56	66,34
E4	20 - 40 EL_50	0,06	1,96	0,73	2,75	6,83	40,24
E5	0 - 20 L	0,08	3,42	1,44	4,94	10,35	47,68
E5	20 - 40 L	0,06	1,21	0,43	1,69	9,04	18,73
E5	0 - 20 EL_75	0,05	3,79	1,78	5,61	10,09	55,62
E5	20 - 40 EL_75	0,13	1,54	0,52	2,19	6,83	32,04
E6	0 - 20 L	0,46	3,69	1,64	5,79	10,67	54,28
E6	20 - 40 L	0,22	1,04	0,46	1,72	6,56	26,18
E6	0 - 20 EL_25	0,06	2,96	1,52	4,54	9,51	47,75
E6	20 - 40 EL_25	0,04	1,04	0,40	1,48	5,96	24,81
E7	0 - 20 L	0,27	3,48	1,55	5,30	9,45	56,03
E7	20 - 40 L	0,14	2,03	0,72	2,90	6,31	45,88
E7	0 - 20 EL_50	0,08	4,09	1,98	6,14	9,16	67,04
E7	20 - 40 EL_50	0,06	2,22	0,81	3,09	7,52	41,12
F1	0 - 20 L	0,56	3,71	1,78	6,06	11,58	52,31
F1	20 - 40 L	0,13	2,23	0,66	3,02	9,16	33,01
F1	0 - 20 EL_75	0,06	3,74	1,69	5,49	8,96	61,25
F1	20 - 40 EL_75	0,04	2,91	0,84	3,79	8,52	44,45
F2	0 - 20 L	0,08	4,30	1,61	5,99	10,39	57,59
F2	20 - 40 L	0,05	3,08	1,25	4,37	8,71	50,22
F2	0 - 20 EL_25	0,07	4,34	1,92	6,33	10,38	61,00
F2	20 - 40 EL_25	0,05	3,38	1,15	4,58	9,08	50,45
F3	0 - 20 L	0,51	4,70	2,16	7,37	10,59	69,60
F3	20 - 40 L	0,23	3,06	1,36	4,66	9,64	48,31
F3	0 - 20 EL_50	0,14	3,66	1,42	5,23	10,05	52,02
F3	20 - 40 EL_50	0,07	2,52	0,84	3,42	7,34	46,57
F4	0 - 20 L	0,16	4,03	1,62	5,81	10,76	53,99
F4	20 - 40 L	0,07	4,10	1,25	5,42	9,47	57,26
F4	0 - 20 EL_75	0,05	4,59	2,21	6,85	10,10	67,78
F4	20 - 40 EL_75	0,05	2,50	1,04	3,58	7,43	48,22
F5	0 - 20 L	0,19	5,24	2,18	7,61	11,68	65,18
F5	20 - 40 L	0,06	3,68	1,20	4,94	8,66	57,03
F5	0 - 20 EL_25	0,06	4,70	2,23	7,00	11,28	62,03
F5	20 - 40 EL_25	0,04	2,74	0,83	3,61	8,34	43,27
F6	0 - 20 L	0,31	4,33	1,61	6,25	12,64	49,46
F6	20 - 40 L	0,18	4,28	1,34	5,80	11,02	52,65
F6	0 - 20 EL_50	0,14	4,47	1,46	6,07	10,55	57,52
F6	20 - 40 EL_50	0,06	3,58	0,86	4,51	7,76	58,08
F7	0 - 20 L	0,46	4,13	1,37	5,97	12,12	49,23
F7	20 - 40 L	0,10	2,48	0,55	3,12	7,71	40,49
F7	0 - 20 EL_75	0,07	4,09	1,33	5,49	9,90	55,48
F7	20 - 40 EL_75	0,05	3,04	0,90	3,99	8,03	49,61
G1	0 - 20 L	0,13	6,05	1,33	7,51	12,80	58,67
G1	20 - 40 L	0,08	3,49	0,61	4,18	9,27	45,07
G1	0 - 20 EL_25	0,08	5,84	2,26	8,19	12,18	67,21
G1	20 - 40 EL_25	0,07	4,84	1,81	6,71	11,81	56,87

(Continua)

(Continuação)

<b>G2</b>	0 - 20 L	0,21	4,60	0,91	5,71	12,36	46,24
<b>G2</b>	20 - 40 L	0,07	3,48	0,71	4,25	9,68	43,88
<b>G2</b>	0 - 20 EL_50	0,12	4,57	1,49	6,18	11,63	53,12
<b>G2</b>	20 - 40 EL_50	0,07	3,95	0,81	4,83	11,13	43,42
<b>G3</b>	0 - 20 L	0,19	5,20	1,64	7,04	11,58	60,83
<b>G3</b>	20 - 40 L	0,12	4,06	1,31	5,49	11,70	46,94
<b>G3</b>	0 - 20 EL_75	0,19	3,99	1,76	5,94	13,12	45,27
<b>G3</b>	20 - 40 EL_75	0,06	2,71	0,57	3,34	10,08	33,19
<b>G4</b>	0 - 20 L	0,31	4,47	1,29	6,07	12,10	50,18
<b>G4</b>	20 - 40 L	0,13	2,96	0,73	3,82	9,88	38,63
<b>G4</b>	0 - 20 EL_25	0,39	4,32	1,24	5,95	11,74	50,66
<b>G4</b>	20 - 40 EL_25	0,06	1,54	0,66	2,26	7,70	29,38
<b>G5</b>	0 - 20 L	0,39	2,63	0,92	3,94	11,39	34,57
<b>G5</b>	20 - 40 L	0,04	2,13	0,82	2,99	10,82	27,63
<b>G5</b>	0 - 20 EL_50	0,06	4,69	1,58	6,34	12,28	51,63
<b>G5</b>	20 - 40 EL_50	0,21	2,14	0,78	3,13	9,83	31,87
<b>G6</b>	0 - 20 L	0,10	3,75	1,37	5,23	11,45	45,63
<b>G6</b>	20 - 40 L	0,06	2,41	0,79	3,26	9,00	36,20
<b>G6</b>	0 - 20 EL_75	0,14	3,90	1,29	5,33	11,87	44,94
<b>G6</b>	20 - 40 EL_75	0,04	3,99	0,84	4,87	11,33	42,95
<b>G7</b>	0 - 20 L	0,13	4,67	1,60	6,40	11,96	53,51
<b>G7</b>	20 - 40 L	0,10	2,77	0,80	3,67	9,49	38,72
<b>G7</b>	0 - 20 EL_25	0,25	4,03	0,85	5,13	11,66	43,97
<b>G7</b>	20 - 40 EL_25	0,08	1,93	0,66	2,67	9,64	27,71