

## AVALIAÇÃO DA FERTIRRIGAÇÃO DO SOLO COM VINHAÇA NO MUNICÍPIO DE MORRINHOS – GOIÁS

Leandro Santos Vilela<sup>1</sup>

Alik Timóteo de Sousa<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Discente do curso de Especialização em Planejamento e Gestão Ambiental, Universidade Estadual de Goiás, Campus Morrinhos: leandrosvilela@hotmail.com

<sup>2</sup> Orientador, docente do curso de Especialização em Planejamento e Gestão Ambiental, Universidade Estadual de Goiás, Campus Morrinhos: aliktimoteo@gmail.com

**Resumo:** O objetivo deste trabalho foi verificar as alterações químicas do solo em área cultivada com cana de açúcar, devido à fertirrigação, no município de Morrinhos, Goiás. Foram coletadas amostras deformadas de solos em três tipos de usos e cobertura lavoura fertirrigada, pastagem e mata (APP), em três profundidades: 0-20, 20-40 e 40-60 cm, e em sequência enviadas para laboratório de solos, analisando os atributos físicos (textura) e químicos (pH, cálcio, magnésio, alumínio, potássio, CTC, matéria orgânica e saturação por bases). Para tratamento dos dados foi utilizado teste de médias para comparação. Foram elaborados mapa de localização da área selecionada para a investigação, classes de solos e tipos de usos e cobertura do solo. Os resultados da fertirrigação com vinhaça acarretou benefícios químicos positivos ao solo, aumentando os macronutrientes, reduzindo o alumínio, elevando a saturação por bases, portanto, aumentando a sua fertilidade.

**Palavras chaves:** cana-de-açúcar, fertilidade, alternativa de adubação

### 1. Introdução

Nos últimos anos a cultura da cana-de-açúcar vem ganhando espaço considerável no cenário agrícola, uma vez que, com o aumento populacional a demanda por combustíveis e energia vem se alargando. A cana-de-açúcar possui grande importância econômica para o Brasil, pois é utilizada para produção de açúcar e ainda usada na produção de biocombustíveis, que apresentam vantagens ambientais em relação aos outros combustíveis derivados do petróleo, por serem renováveis.

O grande consumo de combustíveis fósseis e conseqüentemente a emissão de elevadas quantidades de CO<sub>2</sub>, tem gerado preocupação mundial, pois os impactos ambientais que podem ser provocados refletem em todo o planeta. Por isso, os biocombustíveis, em especial o etanol, são alternativas para a mudança da matriz energética mundial, visto que promovem menor emissão de gases do efeito estufa (MOTA et al., 2009).

Atualmente o Brasil detém o posto de maior produtor de cana-de-açúcar do mundo. A produção do país na safra 2015/2016 foi de 665,6 milhões de toneladas, para a produção do álcool e açúcar. A produção deste último produto foi de 33,5 milhões de toneladas e a de álcool totalizando 30,5 bilhões de litros (CONAB, 2016).

Com o aumento da produção de etanol, surgiu um grande problema ambiental, pois produzia-se grandes quantidades de vinhaça, principal efluente de destilarias, rica em sais e matéria orgânica, porém altamente poluidora. No princípio era lançada em rio, e logo depois com o conhecimento de seu potencial poluidor passou a ser lançada *in natura* no solo como

forma de fertirrigação (BRITO et al, 2007). A produção de vinhaça é significativamente alta, sendo em média 12 litros para cada litro de etanol produzido (ZOLIN et al., 2011).

Com a evolução e os conhecimentos adquiridos do uso da vinhaça, o setor sulcro-alcooleiro se destaca pelo reaproveitamento de seus efluentes gerados, em especial a vinhaça, não apenas pelo seu valor poluente, mas também pelo seu alto valor fertilizante e ausência de metais pesados em sua constituição, sendo usada em substituição dos fertilizantes químicos (ZOLIN et al., 2011).

A disposição da vinhaça no solo acarreta efeitos positivos no solo, como aumento de nutrientes e consequente maior fertilidade, porém gera alguns negativos, como desequilíbrio nutricional, pelo uso em volumes exagerados, acarretando uma supersaturação de nutrientes no solo, além da contaminação dos lençóis freáticos (FERREIRA; MONTEIRO, 1987). A vinhaça também é conhecida por vinhoto e restilho, é constituída de elementos como Mn, Cu, Zn, Fe, S, Mg, Ca, P, N, C e elevada concentração o K (Potássio) e rica em matéria orgânica, o que contribui para seu uso como alternativa para fertilização da lavoura de cana-de-açúcar (ROSSETO; SANTIAGO, 2015).

A vinhaça pode ser produzida com diferentes concentrações químicas, dependendo do tipo de substrato utilizado na fermentação das destilarias, apresentando heterogeneidade acentuada, sendo que o de Melaço, mais rico em matéria orgânica e minerais que o de Caldo e Mosto Misto (ROSSETO, 1987).

O efluente de destilarias possui um enorme potencial poluidor, visto que é cerca de cem vezes maior que o esgoto doméstico, por apresentar características similares, como matéria orgânica em abundância, baixo pH, poder de corrosão, um alto valor de demanda bioquímica de oxigênio (DBO), por isso é prejudicial a fauna e a flora, porém nutritivo ao solo com o uso controlado (FREIRE e CORTEZ, 2000).

Para regulamentar a aplicação de vinhaça no solo, a Cetesb (2006) estabeleceu critérios e procedimentos no uso da fertirrigação, determinando as taxas indicativas de dosagem a serem aplicadas, em  $m^3 ha^{-1}$ , com intervalos de aplicação, a cada  $150 m^3 ha^{-1}$ , onde as doses de aplicação deverão ser calculadas em função na necessidade da cultura e do residual dos nutrientes no solo, determinando as concentrações anualmente em laboratório de solos.

## 2. Objetivos

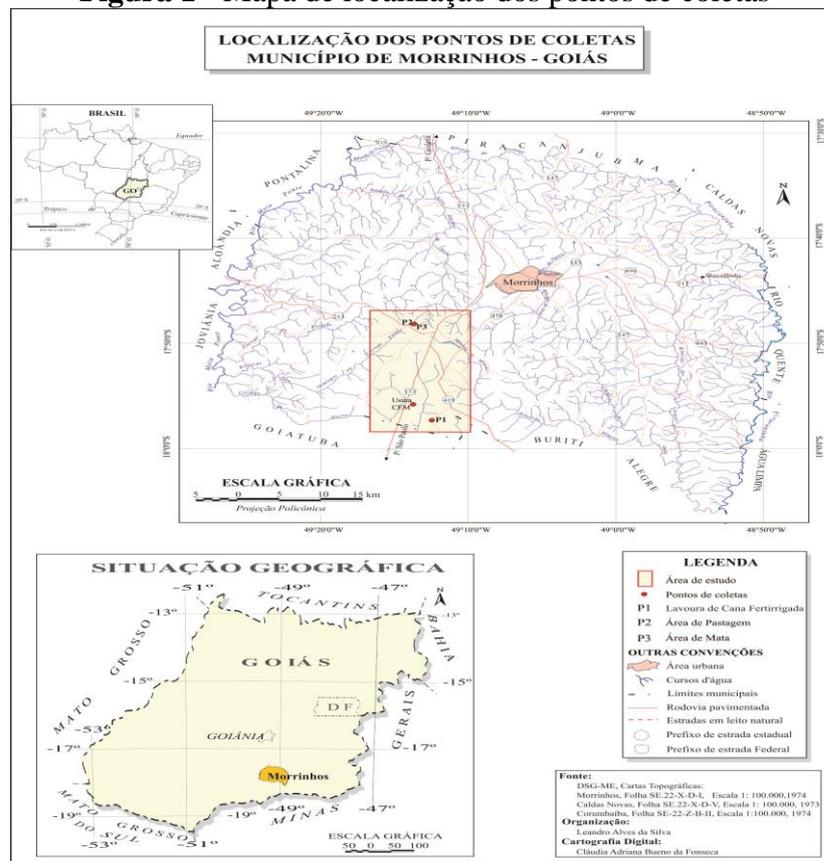
Avaliar a composição química de solos em três tipos de usos e cobertura, sendo o primeiro em área de lavoura de cana, fertirrigado com vinhaça, o segundo sob pastagem

cultivada com *brachiaria decumbens* e o terceiro em ambiente de mata - Área de Preservação Permanente (APP) no município de Morrinhos (GO), com o intuito de verificar as alterações consequentes da fertirrigação na cobertura pedológica ocupada com cana de açúcar, em relação aos outros tipos de usos do solo.

### 3. Metodologia

A pesquisa foi realizada em Morrinhos no sul do estado de Goiás (Figura 1). O município possui clima tropical sub úmido, com duas estações hídricas bem definidas, uma quente e chuvosa que predomina entre outubro a abril e outra seca com temperaturas amenas, geralmente entre os meses de maio e setembro (OLIVEIRA; SOUSA, 2012). O relevo predominantemente plano a suave ondulado, recoberto em sua maioria por solos fisicamente bem desenvolvidos, espessos, com textura franco argilosa, representados pelos Latossolos Vermelhos, tem favorecido a agricultura de sequeiro e irrigada de soja, milho, sorgo, cana de açúcar, tomate, dentre outras. As áreas com relevo mais movimentado e solos mais arenosos, são ocupadas com pastagem para criação de gado leiteiro e de corte.

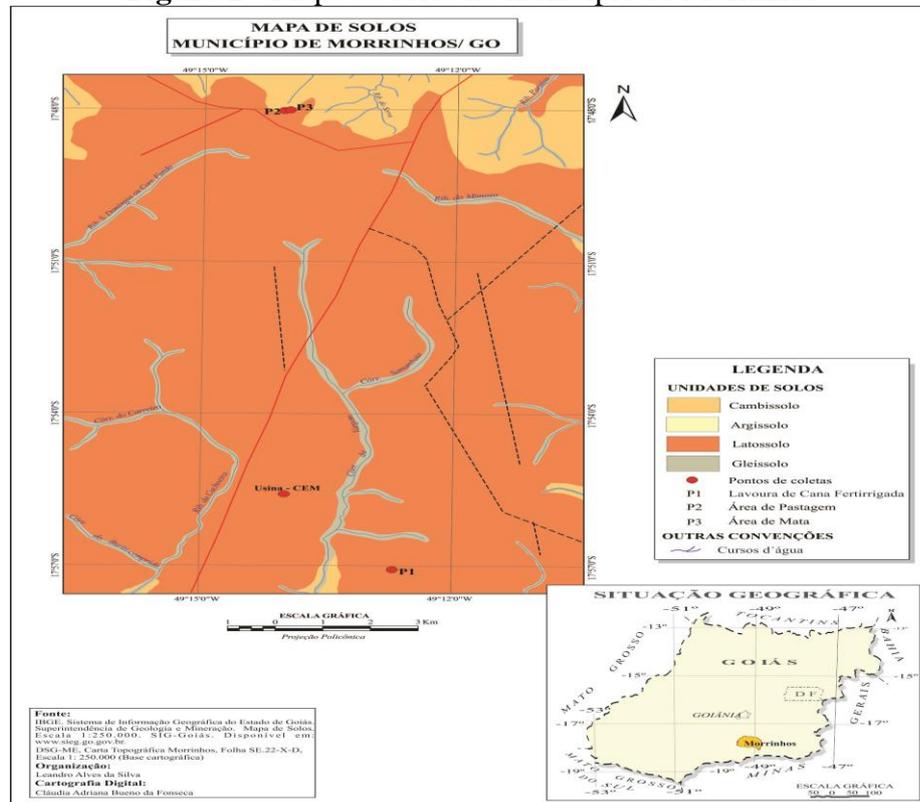
**Figura 1 - Mapa de localização dos pontos de coletas**



A investigação foi realizada em três áreas sob domínio de Latossolo Vermelho (Figura 2) com usos distintos, sendo: 1. Lavoura de cana de açúcar fertirrigada, localizada entre

as coordenadas 17° 57' 04,05''S e 49° 12' 42,26''O, altitude de 874 metros (Figura 3A e Figura 3B); 2. Pastagem cultivada com *brachiaria decumbens*: 17° 48' 0,4''S, 49° 14' 02,7'' O e altitude de 908 metros (Figura 4A e Figura 4B); 3. Mata - Área de Preservação Permanente: 17° 48' 02,8''S, 49° 13' 59,4'' O e elevação de 906 metros (Figura 5A e Figura 5B).

**Figura 2 - Mapa de solos no município de Morrinhos**



Foram realizadas coletas de amostras deformadas de solos nas áreas selecionadas para análise física (textura) e química de rotina, nos dias 10 e 14 de Fevereiro de 2017. A coleta foi obtida em apenas um ponto de amostragem em cada área, em três profundidades diferentes 0 a 20 cm, 20 a 40 cm e 40 a 60 cm.

As amostras de solo foram coletadas com o auxílio de uma enxada para retirada de todo e qualquer material orgânico estranho, e em seguida usou-se uma cavadeira manual articulada (Figura 5B) e uma trena, para conferir as diferentes profundidades, armazenando as amostras em sacos plásticos e identificando-os quanto ao tipo e profundidade.

Após a coleta as amostras foram transportadas para o laboratório Terra Análises para Agropecuária Ltda. para análises químicas de solo pelo método Embrapa (2011), sendo realizadas em triplicata para melhor confiabilidade dos resultados.

As amostras passaram pelo processo de secagem, sendo destorroadas e peneiradas em malha de 20 e 2 mm para realização das seguintes análises: granulometria (areia, silte e

argila); pH sob líquido água 1:2,5(solo:agua); Ca e Mg trocáveis extraídos em KCl 1mol.L<sup>-1</sup>; K<sup>+</sup> sendo determinado pelo fotômetro de chama.

**Figura 3A** – Área de Lavoura – preparação para a coleta de solo



**Figura 3B** – Área de lavoura - coleta de amostras de solo



Fonte: Arquivo Pessoal (2017)

**Figura 4A** – Área de Pastagem – preparação para a coleta de solo



**Figura 4B** – Área de Pastagem - coleta de amostras de solo



Fonte: Arquivo Pessoal (2017)

**Figura 5A** – Amostragem área de Mata – preparação para a coleta.

**Figura 5B** – Amostragem área de Mata – utilização de cavadeira



Fonte: Arquivo Pessoal (2017)

Al extraído com solução KCl 1 mol. L<sup>-1</sup> e determinado com solução diluída de NaOH; a matéria orgânica determinada com dicromato de potássio em ácido sulfúrico titulada com solução de sulfato ferroso amoniacal. Para análises estatística dos dados foram utilizados os testes de média e comparando entre os tratamentos. Foram elaborados mapas de localização da área de pesquisa evidenciando os pontos de coleta de amostras, tipos de solos e usos e cobertura dos solos. Realizou também atividades de campo para obtenção de registros fotográficos dos elementos investigados.

#### 4. Resultados e Discussão

Dentre os diversos tipos de usos do solo em Morrinhos a agricultura tem se destacado nos últimos anos, principalmente em áreas com relevo plano a suavemente ondulado e solos profundos, como os Latossolos Vermelhos (Figura 6). As pastagens geralmente ocupam áreas com declividades mais elevadas, solos rasos, pedregosos, cascalhentos e/ou arenosos.

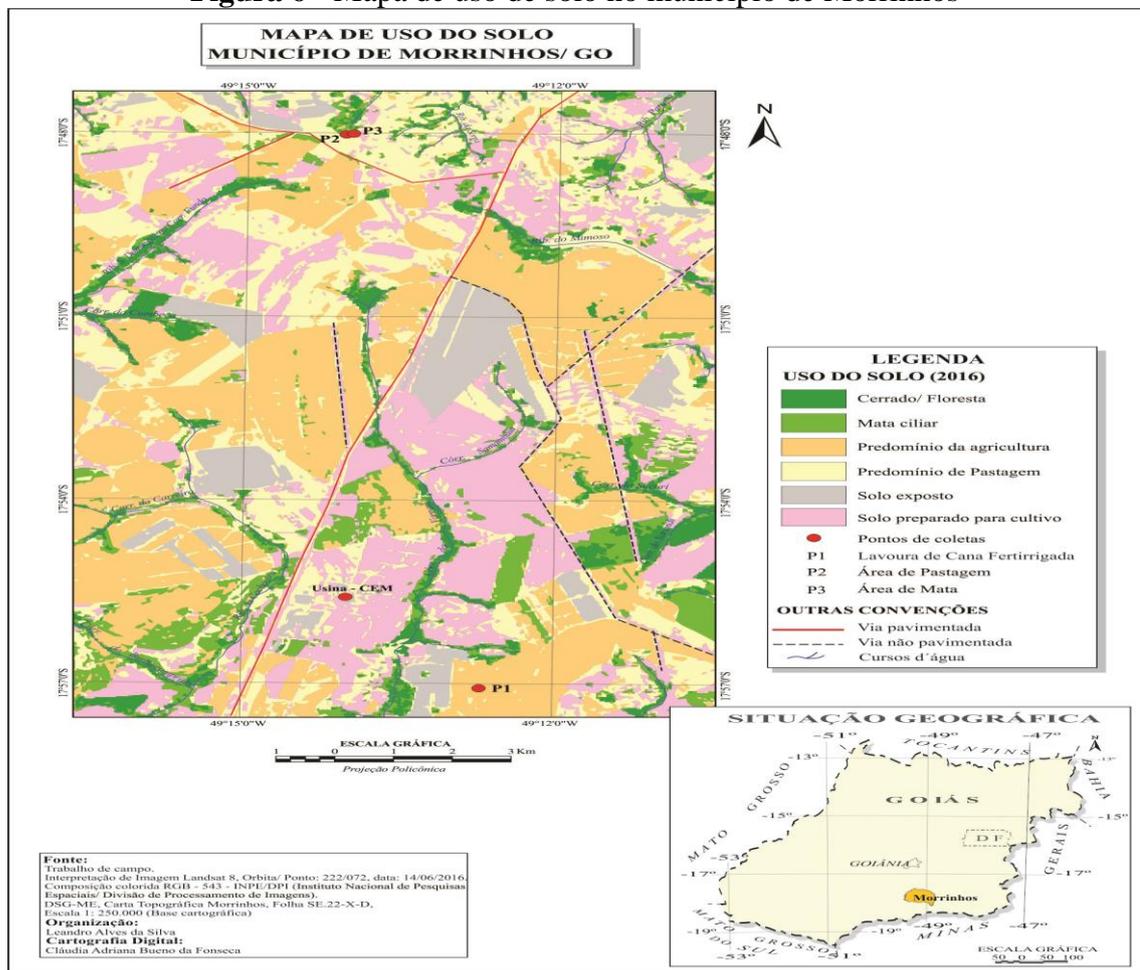
A vegetação nativa representada por várias fitofisionomias do domínio morfoclimático do Cerrado foi intensamente desmatada, resta apenas resquícios em pontos isolados e Mata de Galeria ou Ciliar ao longo dos cursos d'água do município, muitas vezes degradadas (Figura 6).

A lavoura canavieira começou a ser cultivada no município de Morrinhos em 2004, visando à produção de etanol e açúcar, sobretudo, nas margens da rodovia federal BR 153. Ainda na primeira década do século XXI, foi iniciado o processo de fertirrigação com vinhaça que é muito utilizada nas regiões produtoras de cana-de-açúcar ocasionando alterações

químicas do solo, como aumento de matéria orgânica no solo, teores de cálcio, magnésio, potássio trocáveis e alterações no pH (MEDEIROS et al., 2003).

As análises físicas e químicas das amostras de solos coletadas na lavoura canavieira, pastagem e mata, revelaram que na lavoura predomina a classe textural franco argila arenosa. Na Pastagem, ocorre a classe franco argila arenosa e nas camadas mais profundas predomina a fração argila. Na área de Mata, na camada mais superficial de (0-20 cm) destaca a classe franco-argilosa, de 20-40 cm foi encontrado incremento da fração argila e na profundidade de 40-60 cm foi encontrado maior concentração da fração areia, caracterizando a classe textural como franca argilo arenosa (Tabela 1).

**Figura 6 - Mapa de uso de solo no município de Morrinhos**



**Tabela 1 - Atributos físicos e químicos dos solos sob diferentes usos e profundidades em Morrinhos**

Prof.	Argila	Silte	Areia	pH	Ca	Mg	Al	K	CTC	M.O.	Sat. Base
(cm)	(%)				(cmolc/dm <sup>3</sup> )					(%)	(V%)
<b>Lavoura</b>											
0-20	32,00	21,00	47,00	5,26	2,03	0,20	0,00	0,269	5,36	2,10	44,66

20-40	31,00	22,00	47,00	4,83	1,10	0,26	0,10	0,112	4,47	1,46	33,00
40-60	28,33	19,33	52,33	4,97	0,56	0,33	0,00	0,112	3,07	1,00	31,33
<b>Média</b>	<b>30,44</b>	<b>20,78</b>	<b>48,78</b>	<b>5,02</b>	<b>1,23</b>	<b>0,26</b>	<b>0,03</b>	<b>0,164</b>	<b>4,30</b>	<b>1,52</b>	<b>36,33</b>
<b>Pastagem</b>											
0-20	33,00	18,66	48,33	4,16	0,26	0,10	0,63	0,170	4,57	2,20	14,00
20-40	52,66	28,33	19,00	4,17	0,16	0,10	0,76	0,098	4,23	1,00	8,66
40-60	56,00	28,00	16,00	4,23	0,20	0,10	0,14	0,073	3,64	1,00	10,00
<b>Média</b>	<b>47,22</b>	<b>25,00</b>	<b>27,78</b>	<b>4,19</b>	<b>0,21</b>	<b>0,10</b>	<b>0,51</b>	<b>0,113</b>	<b>4,15</b>	<b>1,40</b>	<b>10,89</b>
<b>Mata</b>											
0-20	41,00	17,66	41,33	3,83	0,23	0,10	1,83	0,129	6,52	2,43	7,66
20-40	46,00	23,00	31,00	3,97	0,16	0,10	1,40	0,105	4,80	1,20	7,66
40-60	31,00	16,66	51,66	4,13	0,16	0,10	0,90	0,073	4,11	1,00	9,33
<b>Média</b>	<b>39,33</b>	<b>19,11</b>	<b>41,33</b>	<b>3,98</b>	<b>0,18</b>	<b>0,10</b>	<b>1,38</b>	<b>0,102</b>	<b>5,14</b>	<b>1,54</b>	<b>8,22</b>

Fonte: Elaboração dos Autores (2017)

As mudanças nas propriedades químicas do solo promovidas pela aplicação de vinhaça podem alterar a estabilidade de agregados e a dispersão de argila no solo, influenciando na sua compactação, gerando aumento da densidade, diminuição do tamanho dos poros e a redução da condutividade hidráulica (KLEIN; LIBARDI, 2002).

Embora o cultivo possa soltar temporariamente a superfície do solo, em longo prazo o cultivo intensivo aumenta a densidade, pois esgota a matéria orgânica e enfraquece a estrutura do solo. O efeito do cultivo pode ser minimizado pela adição de resíduos culturais ou adubos orgânicos em grandes quantidades e rotação de culturas (BRADY; WEIL, 2013).

A análise do pH nos três tipos de usos do solo revelou ligeiro aumento desse parâmetro na lavoura cultivada com cana-de-açúcar fertirrigada (Tabela 1), em relação aos outros tratamentos. Esses dados confirmam os obtidos por Brito et al. (2005) que também observaram aumento de pH em função da aplicação de vinhaça.

Segundo Prada et al. (1998) na composição química da vinhaça os teores de óxidos de cálcio (CaO) podem variar de 1.350 a 4.570 mg L<sup>-1</sup>, e os de óxidos de magnésio de 580 a 700 mg L<sup>-1</sup>. Esses óxidos poderiam estar atuando como corretivos do solo. Como a vinhaça adiciona alguns íons, tais como Ca<sup>++</sup>, Mg<sup>++</sup> e K<sup>+</sup>, existe o efeito da diluição do H<sup>+</sup> na solução do solo contribuindo também para elevação do pH.

Nas camadas mais profundas do solo geralmente apresentam maior acidez, e consequentemente menor pH, em relação as camadas mais superficiais, devido a não aplicação de corretivos e adubações que favorecem o aumento do pH do solo, como encontrado por diversos autores, dentre eles Maia e Ribeiro (2004), Bebé et al. (2009) e Paulino et al. (2011).

O Cálcio é um macronutriente quando presente no solo promove a redução da acidez e melhora a resistência à toxidez provocada pelo excesso do alumínio (MALAVOLTA, 2006).

A lavoura apresentou maiores valores de Cálcio em relação à pastagem e mata. Maior concentração foi registrada entre 0-20 cm de 2,03 cmolc/dm<sup>3</sup>, decaindo para as camadas mais profundas 1,01 e 0,56 cmolc/dm<sup>3</sup> respectivamente. Fatos constatados por outros autores dentre eles Paula et al. (1999) e Bebé et al. (2009) que encontraram acréscimo de cálcio nas camadas superficiais e redução nas camadas mais profundas dos solos estudados. A redução desse macro nutriente em profundidade também foi verificado nos outros usos (vide Tabela 1).

O magnésio é um constituinte da molécula de clorofila, cuja deficiência aparece com um amarelamento entre as nervuras das folhas mais velhas, logo conseqüente redução da produtividade (MALAVOLTA, 2006; DIAS et al., 2015). Verificou-se que os valores de magnésio não sofreram variações significativas em nenhum dos tratamentos, porém, maior concentração na área fertirrigada. Contrariando o que ocorreu em Bebé et al. (2009) e Paula et al. (1999) que encontraram concentrações maiores de magnésio nas camadas superficiais.

Solos tropicais são altamente ricos em óxido de ferro e de alumínio, essas cargas variáveis representam mais de 70% da carga total em amostras da superfície de latossolos (RIBEIRO et al., 2011). Os teores de alumínio em altas quantidades apresentam danos ao desenvolvimento de inúmeras variedades de plantas (MALAVOLTA, 2006).

Contudo, os valores encontrados na lavoura de concentrações de alumínio são  $\leq 0,10$  demonstrando que a correção de fertilidade do solo seguiu recomendações agronômicas de correção de acidez o mesmo ocorrendo em Dias et al. (2015). Já na pastagem os valores apresentaram-se inferiores ao da mata, no entanto estes últimos, os valores de alumínio relativamente elevados, podem estar associados a não utilização de fertilizantes e corretivos da acidez.

O potássio é um dos nutrientes mais abundantes no tecido vegetal de praticamente todas as espécies vegetais (PAVINATO et al., 2008). Os teores de K trocável no solo correlacionam negativamente com a profundidade (Tabela 1), havendo redução da concentração com a profundidade da área experimental estudada. Na lavoura, devido a retenção do K nas camadas mais superficiais, ocorreu maior contato entre os colóides do solo e a vinhaça, comportamento semelhante descrito em Bebé et al. (2009), Brito et al. (2005) e Paulino et al. (2011).

Destaque para área de pastagem (Tabela 1) 0,170 cmolc/dm<sup>3</sup> na camada de 0 a 20 cm, mesmo não sendo adubada regularmente, obteve residual relativamente elevado possivelmente ocorreu devido ao retorno de parte do K por meio das fezes e urina dos animais, em sistemas sob pastejo. Em sistemas que utilizam pastejo, o residual de potássio tende a apresentar elevadas concentrações em virtude das excreções dos animais, retornando o elemento ao solo (HAYNES & WILLIAMS, 2002), dessa forma diminuindo as doses de reposição via fertilizante. Já na área da mata o potássio por ser predominante estar na forma iônica K<sup>+</sup>, seu retorno ao solo é muito rápido posteriormente a senescência das plantas (PAVINATO et al., 2008).

Na análise de solo de CTC total considera os cátions trocáveis Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, K<sup>+</sup>, Al<sup>3+</sup> e H<sup>+</sup> (RONQUIM, 2010). Os valores nas camadas (0-20 cm) foram lavoura 5,36 cmolc/dm<sup>3</sup>, pastagem 4,57 cmolc/dm<sup>3</sup> e mata 6,52 cmolc/dm<sup>3</sup>. Considerando que a maior parte da CTC está sendo ocupada por cátions essenciais como Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup> e K<sup>+</sup>, pode-se dizer que esse é um solo bom para a nutrição das plantas como ocorreu na lavoura fertirrigada. Contudo, identificando grandes concentrações de H<sup>+</sup> e Al<sup>3+</sup> no solo como parte da CTC, é possível admitir que se trata de um solo pobre, que necessita de correção (RONQUIM, 2010) como na pastagem e mata. Ocorrendo o mesmo fenômeno nas camadas mais profundas (20-40 cm) e (40 a 60 cm). Contudo, a CTC apresentou-se mais elevada na mata do que nos demais tratamentos.

A vinhaça é rica em matéria orgânica (MO) que adicionada ao solo, como forma de fertirrigação, os fungos presentes convertem a MO em húmus, neutralizando a acidez do meio, facilitando a propagação de bactérias, contribuindo para a fertilidade do solo (SILVA et al., 2007). Desempenhando também um papel crítico na capacidade que as plantas apresentam para absorver nutrientes (EPSTEIN; BLOOM, 2006).

Na lavoura 2,10 % e 1,46%, nas profundidades 0-20 cm e 20-40cm respectivamente, evidenciando que ocorreu a rápida decomposição da matéria orgânica (Tabela 1). Entretanto esses acréscimos são de elevada importância para solos tropicais, onde é difícil aumentar os teores de matéria orgânica (CANELLAS et al., 2003).

Portanto demonstra que as camadas mais superficiais (0-20 cm) na pastagem e mata valores obtidos foram 2,20% e 2,43% respectivamente, devido à formação de substâncias húmicas caracterizadas por um processo complexo baseado na síntese e, ou, ressíntese dos produtos da mineralização dos compostos orgânicos que chegam ao solo (CANELLAS et al., 2003).

Entretanto, pode se observar que para instalação de lavouras, há remoção de sistemas biológicos complexos, multiestruturados diversificados e estáveis, assim, promovendo a diminuição da fertilidade do solo nas camadas mais superficiais. Nas camadas (20-40 cm) na pastagem e na mata os valores encontrados foram  $\leq 1,20$  %. Os três tratamentos não houve oscilações nas camadas (40- 60 cm).

A saturação por bases é um excelente indicativo das condições gerais de fertilidade do solo, sendo utilizada até como complemento na nomenclatura dos solos (RONQUIM, 2010). Os solos analisados nas camadas de 0 a 20 cm obtiveram, lavoura 44,66%, pastagem 14,00% e mata 7,66% foram classificados como  $V\% \geq 50\%$  ou seja, solos distróficos pouco férteis, significando que há pequenas quantidades de cátions, como  $Ca^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$  e  $K^+$ , ocasionando saturação das cargas negativas dos colóides em que a maioria delas está sendo neutralizada por  $H^+$  e  $Al^{3+}$ . Nas camadas (20-40 cm) e (40 -60 cm) na lavoura e pastagem não houve oscilações significativas. Porém na mata, praticamente não alteraram desde as camadas mais superficiais as mais profundas.

## 5. Conclusão

O uso da fertirrigação adequada com vinhaça acarretou benefícios químicos para o solo de lavoura, em comparação aos solos de pastagens e mata, garantindo a diminuição da acidez elevando o pH, diminuindo a toxidez do solo pela presença do alumínio, fornecendo macronutrientes como cálcio, magnésio e potássio, elevando a saturação por bases, indicando maior fertilidade ao solo. Sendo assim a utilização da vinhaça é uma boa alternativa como forma de adubação e correção de acidez, além da viabilidade econômica.

Com os resultados das concentrações de nutrientes, é possível admitir que não ocorreu saturação de nutrientes na lavoura, ocasionado possivelmente por uma taxa de dosagem de vinhaça mais próxima do ideal, dentro dos parâmetros recomendados. Contudo, novas pesquisas deverão ser realizadas para avaliar outros elementos do solo na lavoura com cana de açúcar sob tratamento de fertirrigação, em períodos distintos estiagem e chuvoso, bem como, suas consequências sobre a microbiota do solo.

## 6. Referências

- BEBÉ, F. V.; ROLIM, M. M.; PEDROSA, E. M. R.; SILVA, G. B.; OLIVEIRA, V. S. Avaliação de solos sob diferentes períodos de aplicação com vinhaça. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.13, n.6, p.781–787, 2009.
- BRADY, N. C.; WEIL, R. R. *Elementos da Natureza e Propriedades dos Solos*. 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2013.

BRITO, F. L.; ROLIM, M. M.; PEDROSA, E. M. R. Teores de potássio e sódio no lixiviado e em solos após a aplicação de vinhaça. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.9, p.52-56, 2005.

BRITO, F. L.; ROLIM, M. M.; SILVA, J. A. A.; Pedrosa, E. M. R. Qualidade do percolado de solos que receberam vinhaça, em diferentes doses e tempo de incubação. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.11, p.318-323, 2007.

CANELLAS, L. P.; VELLOSO, A. C. X.; MARCIANO, C. R.; RAMALHO, J. F. G. P.; RUMJANEK, V. M.; REZENDE, C. E.; SANTOS, G. A. Propriedades químicas de um cambissolo cultivado com cana-de-açúcar, com preservação do palhico e adição de vinhaça por longo tempo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 27, n. 5, p. 935-944, 2003.

COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL (CETESB). Norma P 4.231: **Vinhaça – critérios e procedimentos para aplicação no solo agrícola**. São Paulo, 2006.

CONAB. Acompanhamento da safra brasileira – Cana de Açúcar, v. 2 - Safra 2015/16 n. 4 - Quarto levantamento, abril de 2016.

DIAS, M. J.; ALVES, S. M. F.; REIS, E. F.; OLIVEIRA, D. G. Probabilidade de ocorrência dos atributos químicos em um latossolo sob plantio direto. *Revista Caatinga*, Mossoró, v. 28, n. 4, p. 181-189, 2015.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisas de Solos. Manual de métodos de análises de solos. 2.ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2011. 230p.

EPSTEIN, E.; BLOOM, A. J. Componentes Inorgânicos de Plantas. In: EPSTEIN, E.; BLOOM, A.J. *Nutrição Mineral de Plantas: Princípios e Perspectivas*. 2 ed. Londrina: Editora Planta, v.1, cap. 3, p. 41-65, 2006.

FERREIRA, E. S.; MONTEIRO, A. O. Efeitos da aplicação da vinhaça nas propriedades químicas, físicas e biológicas do solo. *Boletim Técnico. COPERSUCAR*, Piracicaba, v.37, p.3-7, 1987

FREIRE, W. J.; CORTEZ, L. A. B. Vinhaça de cana-de-açúcar. In: DA SILVA, M. A. S.; GRIEBELER, N. P.; BORGES, L. C. *Uso de vinhaça e impactos nas propriedades do solo e lençol freático. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 11, n. 1, p. 108-114, 2007.

HAYNES, R.J.; WILLIAMS, P.H. Nutrient cycling and fertility in the grazed pasture ecosystem. In: Braz, S. P.; Nascimento Jr, D. D.; Cantarutti, R. B.; Regazzi, A. J.; Martins, C. E.; Fonseca, D. M.; Barbosa, R. A.. Aspectos quantitativos do processo de reciclagem de nutrientes pelas fezes de bovinos sob pastejo em pastagem de *Brachiaria decumbens* na Zona da Mata de Minas Gerais. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 31, n. 2, p. 858-865, 2002.

KLEIN, V. A.; LIBARDI, P. L. Densidade e distribuição de diâmetro dos poros de um Latossolo Vermelho, sob diferentes sistemas de uso e manejo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.26, p.857-867, 2002.

MAIA, J.L.T.; RIBEIRO, M.R. Cultivo contínuo da cana-de-açúcar e modificações químicas de um Argissolo Amarelo fragipanico. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.39, p. 1127-1132, 2004.

- MALAVOLTA, E. Funções dos Macro e Micronutrientes. In: MALAVOLTA, E. Manual de nutrição mineral de plantas. São Paulo: Agronômica Ceres, 2006. Cap.4, p. 124-402.
- MEDEIROS, S.C.L.; RIBEIRO, S.R.; CONEGLIAN, C.M.E.; BARROS, R.N.; BRITO, N.N.; DRAGONI SOBRINHO, G.; TONSO, S.; PELEGRINI, R. Impactos da agroindústria canieira sobre o meio ambiente. In: Forum de Estudos Contábeis, Anais: Rio Claro, UNICAMP, 2003.
- MOTA, J. C.; ALMEIDA, M. M.; ALENCAR, V. C., CURI, W. F. Impactos e benefícios ambientais, econômicos e sociais dos biocombustíveis: uma visão global. **Engenharia Ambiental-Espírito Santo do Pinhal**, v. 6, n. 3, p. 220-242, 2009.
- OLIVEIRA, A. G.; SOUSA, A. T. **Especificidades das precipitações pluviométricas na Microrregião Meia Ponte no Sul de Goiás e sua relação com a ocorrência de processos erosivos**. In: SILVA, M. V.; PESQUERO, M. A. (Orgs.). Caminhos interdisciplinares pelo ambiente, História e Ensino: o Sul goiano no contexto. Uberlândia (MG), UEG (Morrinhos); Assis Editora, 2012. Cap. 2, p. 31-48.
- PAULA, M. B. de; HOLANDA F. S. R.; MESQUITA, H. A. e CARVALHO, V. D. de. Uso da vinhaça no abacaxizeiro em solo de baixo potencial de produção. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.34, n.7, p.1217-1222, 1999.
- PAULINO, J.; ZOLIN, C. A.; BERTONHA, A.; FREITAS, P. S. L.; FOLEGATTI, M.V. Estudo Exploratório do uso da vinhaça ao longo do tempo. II. Características da cana-de-açúcar. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola Ambiental*, v.15, n.3,p. 244-249, 2011.
- PAVINATO, P. S. et al. Nitrogênio e potássio em milho irrigado: análise técnica e econômica da fertilização. *Ciência Rural*, v.38, n.2, p.358-364, 2008.
- PRADA, S. M.; GUEKEZIAN, M.; SUAREZ-LHA, M. E. V. Metodologia analítica para a determinação de sulfato em vinhoto. *Química Nova*, v.21, p.249-252, 1998.
- RIBEIRO, B. T.; LIMA, J. M.; CURI, N.; OLIVEIRA, G. C.; LIMA, P. L. T. Cargas superficiais da fração argila de solos influenciadas pela vinhaça e fósforo. *Química Nova*, São Paulo, v. 34, n. 1, p. 5-10, 2011.
- ROSSETTO, R.; SANTIAGO, A. A. Adubação – resíduos alternativos. In: POSSIGNOLO, N. V.; ALVES, K. A. S.; BARRETO, T. M.; VITTI, A. C. V. Caracterização da vinhaça in natura e concentrada para viabilização da mistura de fontes nitrogenadas. *Revista Ciencia & Inovação - FAM - V.2, N.1 - DEZ – 2015*
- ROSSETTO, A. J. Utilização agrônômica dos subprodutos e resíduos da indústria Açucareira e alcooleira. In: PARANHOS, S. B. (Coord.). *Cana-de-açúcar: cultivo e utilização*. Campinas: Fundação Cargill, 1987. p. 433-504.
- RONQUIM, C. C. Conceitos de fertilidade do solo e manejo adequado para as regiões tropicais . Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2010, 26 p.
- SILVA M. A. S.; GRIEBELER, N. P.; BORGES, L. C. Uso de vinhaça e impactos nas propriedades do solo e lençol freático. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.11, n.1, p.108–114, 2007.
- ZOLIN, C. A.; PAULINO, J.; BERTONHA, A.; FREITAS, P. S. L.;Folegatti, M. V.. Estudo exploratório do uso da vinhaça ao longo do tempo: I. Características do solo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 15, n. 1, p. 22-28, 2011.