



Artigo Original

## Atributos de qualidade em Latossolo Vermelho-Amarelo sob efeito de diferentes doses de biofósforo comparado a adubação mineral e esterco bovino

Juliana Vogado Coelho<sup>1</sup>, Tancio Gutier Ailan Costa<sup>2</sup>, Bruna de Freitas Iwata<sup>3</sup>, Laécio Miranda Cunha<sup>4</sup>, João Gabriel Pereira dos Santos<sup>4</sup>, Gleide Ellen dos Santos Clementino<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal do Paraná. Mestrado em Ciência do Solo. Campus Ciências Agrárias. Rua dos Funcionários, 1540. Curitiba-PR, Brasil (CEP 80035-050) E-mail: [vogado.juliana@gmail.com](mailto:vogado.juliana@gmail.com).

<sup>2</sup>Universidade Federal do Ceará. Mestrado em Ciência do Solo. Campus Pici. Fortaleza-CE, Brasil (CEP 60455-900).

<sup>3</sup>Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí. Campus Teresina Central. Praça da Liberdade, 1597. Centro. Teresina-PI, Brasil (CEP 64000-040).

<sup>4</sup>Instituto Federal do Piauí. Curso de Tecnologia em Gestão Ambiental. Campus Corrente. Rua Projetada Trinta e Seis, 380. Nova Corrente. Corrente-PI, Brasil (CEP 64980-000).

### INFO ARTICLE

Histórico do artigo

Recebido: 30 de agosto de 2018

Aceito: 28 de setembro de 2018

*Palavras-chaves:*

*Fertilidade do solo*

*Agricultura orgânica*

*Qualidade do solo*

### RESUMO

O objetivo deste trabalho foi avaliar os atributos químicos e físicos do solo em Latossolo Vermelho-Amarelo sob efeito de diferentes dosagens de biofósforo em comparação com adubação mineral (NPK) e esterco bovino. O estudo foi realizado no município de Corrente-PI, em experimento montado na área do *campus* do Instituto Federal do Piauí. O biofósforo utilizado foi proveniente da estação de tratamento de esgoto do município, após tratamento com a cal virgem e caracterização dos macros e micronutrientes. Foram delimitadas seis parcelas adjacentes dimensionadas em 1m x 1m, correspondendo: uma parcela testemunha, três parcelas com aplicação do biofósforo em doses crescentes (1Kg, 2Kg, 4Kg), uma parcela para incorporação de esterco bovino (200g) e outra para adubação mineral (100g). Para a avaliação dos atributos de qualidade do solo, foram realizado teste de infiltração, matéria orgânica particulada (MOP), densidade, umidade do solo e atributos químicos de fertilidade do solo, conforme metodologia indicada. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância pelo teste T utilizando o software Assisat 7.7. A velocidade média de infiltração da água no solo foi maior na parcela com maior concentração de biofósforo. Os valores da densidade do solo são relativamente semelhantes para todos os tratamentos, ocorrendo acréscimo de umidade em todos os tratamentos com biofósforo. Com relação aos atributos de acidez do solo houve variação estatística para todos os tratamentos. No entanto ao observar a acidez ativa (pH) notou-se que com a aplicação das doses de biofósforo e demais fontes adubação houve redução dos valores de pH. Os valores de cálcio e magnésio foram superiores no tratamento com 2 Kg de biofósforo assim como o aumento do carbono no mesmo tratamento e o aumento da CTC apresentou diferenças expressivas devido às doses de biofósforo aplicadas. Houve um acréscimo importante no teor de nitrogênio nas parcelas com 2 Kg e 4 Kg de biofósforo e também na parcela sem adição de adubo. A relação C/N verificada no estudo identificou aumentos significativos do incremento de conteúdo orgânico ao solo. Já o teor de fósforo (P), houve aumento em todos os tratamentos. A aplicação do biofósforo promove melhorias nas propriedades físicas quanto químicas do solo, condicionadas principalmente pela maior entrada de matéria orgânica no solo. Assim, o seu uso tem se tornado uma importante fonte de nutrientes para as plantas, diminuindo os problemas de descarte inadequados do resíduo.

## 1. Introdução

O solo atua como reservatório de minerais necessários às plantas, podendo ser encontrados na forma estrutural e na solução do solo. A aplicação de lodo de esgoto pode influenciar no aumento da disponibilidade de nutrientes no solo, possibilitando melhor desenvolvimento da planta e consequentemente maior produtividade das culturas (Barbosa e Tavares Filho, 2006).

O uso do biossólido como adubo orgânico ou condicionador do solo, ainda é pouco expressivo. No Brasil, não é difundida a experiência de incorporar resíduos de esgoto e efluente aos solos (Maciel et al., 2009). Sua oferta para a agricultura vem aumentando devido à necessidade de tratamento dos efluentes urbanos, a fim de reduzir impactos ambientais e de modo a garantir sua utilização segura, pois em pesquisas recentes foi comprovado que o uso do biossólido aumenta a produtividade de diferentes culturas.

Por apresentar compostos químicos variados há uma necessidade de avaliação do biossólido para constatar o seu potencial agrônomo e identificar os prováveis impactos de sua disposição nos atributos do solo. De acordo com Pires e Matiazzi (2008), a reutilização desses resíduos dentro das opções de disposição, é uma das opções mais atrativas sob o ponto de vista econômico, ambiental e social.

Em razão da constituição do biossólido ser predominantemente orgânica, ao interagir com o solo, melhora o estado de agregação das partículas do solo, proporcionando redução da densidade e nas concentrações de Al trocável, aumento no pH, além de ser fonte de micro e macronutrientes para os cultivos (Melo e Marques, 2000). O biossólido influencia de maneira positiva nas características químicas do solo, quanto à elevação da matéria orgânica, P, H+Al e CTC, observadas melhores resultados nas camadas de 0-20 cm e 20-40 cm. Silva, Boaretto e Berton (1995) verificaram que o aumento dos teores de matéria orgânica do solo contribui para o aumento da CTC, mediante geração de cargas negativas devido à alta concentração de matéria orgânica que o lodo possui.

Em climas tropicais e subtropicais, os solos apresentam-se, naturalmente ácidos e com influência da matéria orgânica na capacidade de trocas catiônicas; tendo o uso do biossólido na agricultura de grande importância para a conservação da fertilidade do solo (Melo e Marques, 2000). Pelegrino et al. (2008) descreve como vantagens do uso do biossólido o reaproveitamento agrícola da matéria orgânica e reciclagem de nutrientes para o solo.

Além das características químicas, o biossólido também influencia positivamente nas características físicas do solo, como a macroporosidade, microporosidade, densidade e porosidade total de solo, com resultados mais expressivos na camada 0 a 10 cm justificando o uso desse adubo na agricultura (Lobo et al., 2013; Arruda et al., 2013).

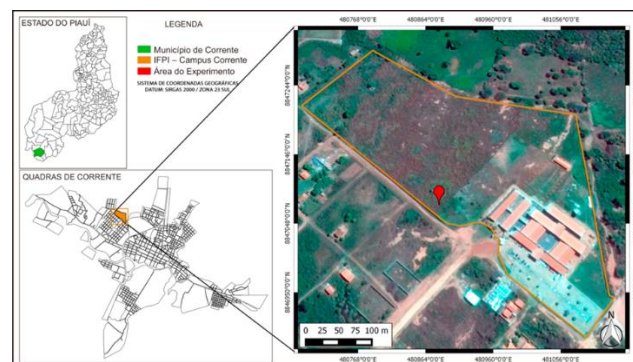
Diante disso, o objetivo desse trabalho foi avaliar os atributos químicos e físicos de um Latossolo Vermelho-Amarelo sob efeito de diferentes dosagens de biossólido em comparação com adubação mineral (NPK) e esterco bovino em experimento no município de Corrente-PI.

## 2. Material e métodos

### Caracterização da Área de Estudo

O estudo foi realizado no município de Corrente-PI, em experimento montado na área do *campus* do Instituto Federal do Piauí (Figura 1). A cidade de Corrente localiza-se na microrregião das Chapadas do Extremo Sul Piauiense a latitude de 10°26'36" sul e a longitude 45°09'44" oeste, com população em torno de 25.407 habitantes, que deste montante, 60% da população reside em área urbana. O município compreende uma área de 3.048.447km<sup>2</sup>, estando distante

aproximadamente 820 quilômetros da capital do estado, Teresina. Fitogeograficamente a cidade está situada, em área do bioma Cerrado e possui clima tropical subúmido quente (CEPRO, 2017).



**Figura 1.** Localização da área do experimento (Campus do Instituto Federal do Piauí). Fonte: Autores, 2017.

### Caracterização do Biossólido Utilizado

O biossólido utilizado no experimento foi proveniente da estação de tratamento de esgoto do município de Corrente. Após tratamento com a cal virgem a caracterização dos macros e micronutrientes foi obtida de acordo com a resolução Conama 375, pelo laboratório de solos da Funceme / Fortaleza / CE. (Tabela 1).

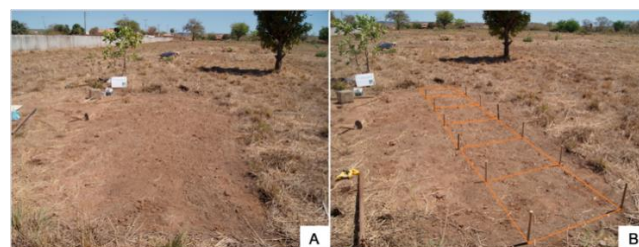
**Tabela 1.** Valores das características químicas do biossólido utilizado no experimento em Latossolo Vermelho-Amarelo no Cerrado piauiense.

Parâmetros	g.Kg <sup>-1</sup>
Ferro - Fe	19,0
Alumínio - Al	1,12
Potássio - K	0,91
Cálcio - Ca	207,15
Magnésio - Mg	11,12
Manganês - Mn	0,25
Sódio - Na	0,20
Matéria orgânica - MO	493,01
Nitrogênio - N	57,32
Enxofre - S	21,0
Fósforo - P	7,82
Carbono - C	0,28
Cobre - Cu	1,5
Zinco - Zn	2,8

Análises realizadas pelo Laboratório de solos da Funceme, Fortaleza, CE.

### Instalação do experimento

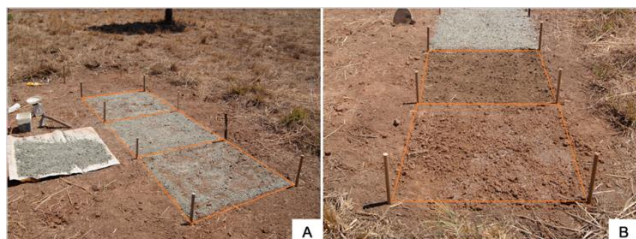
Para realização do estudo foram delimitadas seis parcelas para implementação do experimento (parcelas dimensionadas em 1m x 1m, adjacentes). Em cada parcela foi inicialmente realizada a limpeza do local, pela retirada da vegetação presente (Figura 2).



**Figura 2.** A - Limpeza do local pela retirada da vegetação presente; B - delimitação das 6 (seis) parcelas em Latossolo Vermelho-Amarelo no Cerrado piauiense. Fonte: Autores, 2017.

Em relação aos tratamentos, uma parcela consistiu em área testemunha sem adição de qualquer tipo de adubo - 0 Kg (T1), três consistiram na aplicação do biossólido na parcela

de plantio em doses, 1 Kg (T2), 2 Kg (T3) e 4 Kg (T4) e nos demais tratamentos foram incorporados esterco bovino 200g (T5) e adubo mineral (NPK) 100g (T6) (Figura 3).



**Figura 3.** A - Aplicação de 1 Kg, 2 Kg e 4 Kg do biossólido; B - Aplicação de esterco bovino 200 g e adubo mineral (NPK) 100g em Latossolo Vermelho-Amarelo no Cerrado piauiense. Fonte: Autores, 2017.

#### Avaliação dos atributos físicos de qualidade do solo Infiltração

Para realização de teste simples de infiltração, em cada parcela adicionou-se 100 ml de água, em três repetições, em locais alternados assim determinando o tempo de infiltração que o solo leva a absorver a água.

#### Matéria Orgânica Particulada (MOP)

Para determinação da matéria orgânica particulada (MOP) das áreas sob manejo do resíduo, foram coletadas 3 amostras de solo em cada parcela, através do fracionamento densimétrico da matéria orgânica do solo conforme adaptação da metodologia de Liao et al. (2006). Tal metodologia tem como princípio a separação de frações da MOS (Fração Leve e Fração Pesada) com base na densidade dos componentes do solo em meio líquido de densidade conhecida (Liao et al., 2006). Foram fracionadas 10 g de solo em solução de 50 mL de água destilada, e em seguida realizada o cálculo para obtenção do percentual da fração leve da matéria orgânica equivalente a MOP.

#### Densidade do Solo

A densidade do solo foi determinada pelo método do anel volumétrico (Uhlund). A análise foi feita a partir da coleta de solo em um anel volumétrico, com três repetições em cada parcela. Após a coleta, as amostras foram pesadas e levadas à estufa regulada a temperatura de 105° C por um período de 24 horas, posteriormente realizou-se nova pesagem do solo pós-estufa e com os valores obtidos foram determinadas a densidade, conforme a Embrapa (2017) através da expressão:

$$Ds = \frac{Ms}{V}$$

Ds = densidade aparente do solo (g cm<sup>-3</sup>);

Ms = massa do solo seco (g);

V = volume do anel (cm<sup>3</sup>).

#### Umidade do Solo

Foram coletadas aleatoriamente seis amostras de solos nas profundidades de 0-10 Cm. A umidade do solo (%) foi determinada pela diferença de massa e a densidade do solo pelo método do anel volumétrico (g.cm<sup>-3</sup>), no qual foi empregado o método termogravimétrico que consiste em pesar 100g da massa de solo úmido (Mu) e em seguida secá-lo em estufa, e após determinar sua massa seca (Ms). Conforme Embrapa (1997) pela fórmula:

$$U = \frac{Mu - Ms}{Ms} \times 100$$

U = Umidade do solo, % massa;

Mu = Massa de solo úmido;

Ms = Massa de solo seco.

#### Avaliação dos atributos químicos de qualidade do solo

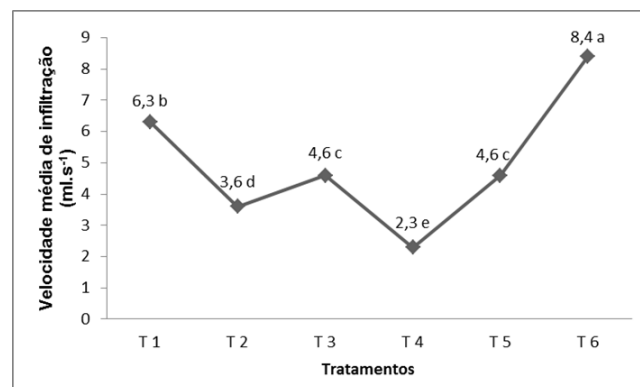
Para caracterização dos atributos químicos de qualidade do solo foram selecionados seis pontos amostrais dentro de cada parcela (1×1m) do experimento para coleta de solo na profundidade de 0 - 10 cm, seguida de três repetições para cada pontos. Após a coleta, as amostras foram encaminhada à estufa regulada a temperatura de 105° C por um período de 24 horas, posteriormente maceradas, pesadas, armazenadas e acondicionadas em sacos plásticos e encaminhadas para o laboratório de manejo e conservação do solo e da água / Rio de Janeiro (RJ). O pH foi determinado em água (1:2,5) solo: água destilada e leitura por potenciometria.

#### Análise Estatística

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância pelo teste T utilizando o software Assistat 7.7.

### 3. Resultados e discussão

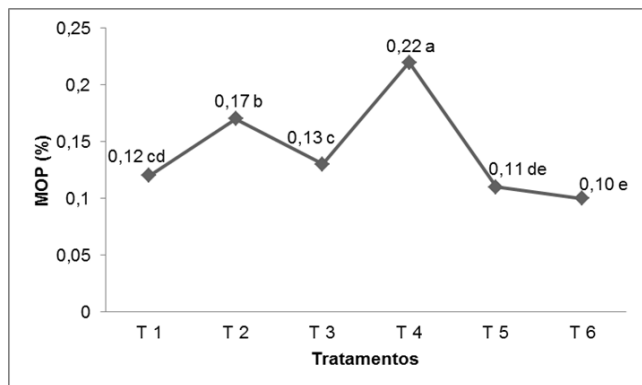
A avaliação da velocidade média de infiltração do solo identificou que os menores tempos de infiltração ocorreram na parcela sob incremento da concentração de biossólido no tratamento 4, (Figura 4). A alta capacidade de infiltração decorrente do aumento da quantidade de biossólido pode ser considerada pela maior entrada de matéria orgânica via biossólido, que pode ter efeito positivo principalmente na estrutura do solo, promovendo maior porosidade. Além disso, a matéria orgânica contida no biossólido pode aumentar o conteúdo de húmus, que melhora a capacidade de armazenamento e de infiltração da água no solo, aumentando a resistência dos agregados e reduzindo a erosão (Bettiol e Camargo, 2000).



**Figura 4.** Velocidade média de infiltração em Latossolo Vermelho-Amarelo no Cerrado piauiense. \*T1: área testemunha, T2: 1 kg de biossólido, T3: 2 kg de biossólido, T4: 4 kg de biossólido, T5: esterco bovino, T6: NPK. \*As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste t a 5% de probabilidade.

Os dados de MOP apresentaram valores significativos no tratamento 4 em relação aos demais (Figura 5). Considera-se para este caso, que o biossólido é um adubo rico em matéria orgânica exercendo grande influência nos atributos físicos do solo (Bayer e Mielniczuk, 2008).

Ademais, o estudo mostrou que na área testemunha (T1) apresentou teores mais elevados que os tratamentos 5 e 6, que pode estar relacionado com a presença de resíduos vegetais presentes na área antes da instalação do experimento. Por ser considerada como indicador da qualidade ambiental, a MOP pode apresentar mais sensível às diferentes formas de utilização do solo em curto período de tempo (Santos et al., 2011).



**Figura 5.** Matéria orgânica particulada (MOP) em Latossolo Vermelho-Amarelo no Cerrado piauiense. \*T1: área testemunha, T2: 1 kg de biofóssido, T3: 2 kg de biofóssido, T4: 4 kg de biofóssido, T5: esterco bovino, T6: NPK. \*As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste t a 5% de probabilidade.

Observados os dados de densidade, constatou-se que não houve diferença estatística entre os tratamentos 2, 3, 4, 5, 6 em relação a densidade do solo na ausência de adubação (Tabela 2). A área testemunha (T1) apresentou o menor valor de densidade em relação aos demais tratamentos sem o uso de adubação, tendo em vista que a mesma passou por menores processos de interferência, não afetando assim a densidade do solo. No entanto, com o uso da prática de adubação houve diferença entre os valores de densidade do solo. Para tanto observou-se variação estatística no tratamento 3 e 4 em relação aos demais. Assim fica claro que, a partir da aplicação de 2 kg de biofóssido houve a redução da densidade, mantendo-se constante ao aplicar 4 kg de biofóssido.

Arruda et al. (2013) constatou expressivos resultados nas características físicas do solo, como a macroporosidade, microporosidade, porosidade total e a densidade de solo na camada 0 a 10 cm. Estudos realizados por Barbosa et al. (2007) comprovam a diminuição da densidade do solo após uso do biofóssido como adubo, apresentando incrementos também no desenvolvimento das raízes, pois o aumento da matéria orgânica no solo, diminui a resistência do solo e facilita a penetração das raízes

**Tabela 2.** Densidade do solo ( $\text{Kg cm}^{-3}$ ) na profundidade de 0-10 cm, sob uso de diferentes tipos de adubos orgânicos e mineral em Latossolo Vermelho-Amarelo no Cerrado piauiense.

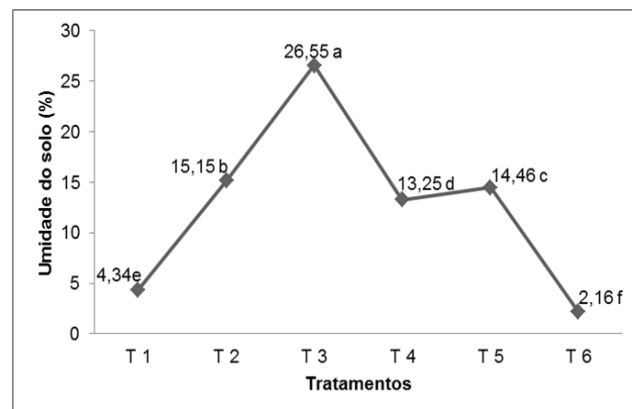
Tratamentos	Sem Adubo	Com Adubo
T1	1,11 Ab	1,10 Aa
T2	1,30 Aa	1,10 Ba
T3	1,30 Aa	1,00 Bb
T4	1,30 Aa	1,00 Bb
T5	1,30 Aa	1,10 Ba
T6	1,30 Aa	1,09 Ba

T1: área testemunha, T2: 1 kg de biofóssido, T3: 2 kg de biofóssido, T4: 4 kg de biofóssido, T5: esterco bovino, T6: NPK. \*Letras Minúsculas - estão comparando em linhas os diferentes adubos; Letras Maiúsculas - estão comparando em colunas com e sem o manejo de adubação. \*As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste t a 5% de probabilidade.

O estudo verificou quanto a umidade do solo que o tratamento T3 apresentou o maior percentual quando comparado com os demais tratamentos (Figura 6). Nota-se ainda que houve o acréscimo de umidade do solo em todos os tratamentos com biofóssido, podendo indicar que a técnica pode ser positiva quanto a conservação da água do solo pelo uso desse tipo de resíduo na adubação.

Pesquisas realizadas por Fonseca et al. (2002) indicam que a retenção de água é um dos principais efeitos da matéria orgânica sobre os atributos físicos do solo, estando associado ao seu grau de composição, e qualidade do material

orgânico. Tal fato pode corroborar para a potencial utilização desse tipo de adubo (biofóssido) como mecanismo eficiente para retenção de água no solo, principalmente em solos sob regiões com períodos de estiagem prolongados, como na região em estudo, do cerrado piauiense.



**Figura 6.** Percentual de umidade do solo sob uso de diferentes tipos de adubos orgânicos e mineral em Latossolo Vermelho-Amarelo no Cerrado piauiense. \*T1: área testemunha, T2: 1 kg de biofóssido, T3: 2 kg de biofóssido, T4: 4 kg de biofóssido, T5: esterco bovino, T6: NPK. \*As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste t a 5% de probabilidade.

Com relação aos atributos de acidez do solo houve variação estatística para todos os tratamentos. No entanto ao observar a acidez ativa (pH) notou-se que com a aplicação das doses de biofóssido e demais fontes adubação houve redução dos valores de pH (Tabela 3).

**Tabela 3.** Nível de acidez do solo em função dos diferentes tratamentos sob uso de diferentes tipos de adubos orgânicos e mineral em Latossolo Vermelho-Amarelo no Cerrado piauiense.

Trat.	pH	Al		m
		----- $\text{cmolc kg}^{-1}$ -----		
T1	6,10 a	0,87 b	3,25 c	55,73 d
T2	6,06 b	0,17 cd	2,09 f	67,23 c
T3	5,97 c	0,18 c	2,67 d	4,98 f
T4	5,85 e	0,16 d	2,65 e	7,24 e
T5	5,94 d	0,91 a	3,33 b	79,88 b
T6	5,84 e	0,86 b	3,50 a	80,08 a

T1: área testemunha, T2: 1 kg de biofóssido, T3: 2 kg de biofóssido, T4: 4 kg de biofóssido, T5: esterco bovino, T6: NPK. \*As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste t a 5% de probabilidade.

Segundo Gomes et al. (2005) a redução do pH do solo decorre do incremento de ácidos orgânicos presentes no resíduo aplicado, embora o mesmo tenha sido submetido ao tratamento prévio com cal, de potencial básico. Nas parcelas que receberam adubação de esterco bovino e mineral (T5 e T6) também houve um significativo decréscimo do pH em relação a área testemunha (Tabela 3). Esse efeito positivo para as condições do baixo valor do pH do solo é aceitável, para a faixa 5,5 - 6,5 (Tabela 3), por proporcionar a disponibilização de macronutrientes (P, Ca, S, N e K) e micronutrientes (B, Mo, Cl e outros) para as plantas, e reduzir, no caso de problemas de excesso, a disponibilidade de Cu, Fe, Mn, Zn e Al, os quais poderiam trazer efeitos tóxicos às plantas (FIA et al., 2005).

A redução da acidez do solo, segundo Bonini et al. (2015), decorre da formação de complexos estáveis entre o Al trocável e a matéria orgânica aplicada ao solo. No entanto diversos trabalhos (Chueiri et al., 2007; Kidd et al., 2007), mostram o aumento do pH do solo devido a aplicação do biofóssido tratado com cal virgem (CaO) resultante do preparo do lodo na eliminação dos microrganismos patogênicos.



Os valores de potássio aumentaram significativamente nas parcelas com biossólido (T2, T3 e T4), possivelmente devido os elementos que estavam mineralizados na matéria orgânica presente no adubo (Tabela 4).

**Tabela 4.** Bases trocáveis do solo sob uso de diferentes tipos de adubos orgânicos e mineral em Latossolo Vermelho-Amarelo no Cerrado piauiense.

Tratamentos	K	Ca	Mg
	----- cmol dm <sup>-3</sup> -----		
T1	0,21 c	0,63 c	0,21 b
T2	0,26 b	0,23 d	0,09 e
T3	0,29 a	2,69 a	0,50 a
T4	0,29 a	1,56 b	0,14 d
T5	0,11 d	0,12 e	0,19 c
T6	0,12 d	0,13 e	0,20 bc

T1: área testemunha, T2: 1 kg de biossólido, T3: 2 kg de biossólido, T4: 4 kg de biossólido, T5: esterco bovino, T6: NPK. \*As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste t a 5% de probabilidade.

Resultados obtidos por Garcia et al. (2009), constataram valores semelhantes nas aplicações de biossólido, com aumento crescente de potássio no solo para cada incremento de doses. O potássio (K) é absorvido pelas plantas na forma de íon K<sup>+</sup>, atuando na regulação, abertura e fechamento de estômatos, oferecendo a planta maior resistência a doenças e estresse hídrico (Filho, 2011).

Os valores de cálcio e magnésio foram superiores no tratamento T3. Essa elevação nos teores de cálcio e magnésio foi proporcionada pela adição da cal virgem utilizada no tratamento do lodo, pelo fato de possuir teores elevados de cálcio e de magnésio em sua composição (Tabela 4). Ademais, os aumentos nos teores de cálcio (Ca<sup>2+</sup>) e magnésio (Mg<sup>2+</sup>), também foram constatados na matéria orgânica em solos que utilizaram biossólido. Em alguns trabalhos foram verificados aumentos equivalentes ou superiores a adubação mineral indicada para o cultivo (Gomes et al., 2007), destacando a importância da liberação desses nutrientes pela matéria orgânica.

O comportamento da CTC do solo apresentou diferenças expressivas devido às doses de biossólido aplicadas (Tabela 5). O aumento da concentração da CTC foi crescente de acordo a dosagem que foram aplicadas ao solo no tratamento 3 e 4. Isso deve-se ao fato de solos de regiões tropicais apresentarem cargas predominantemente variáveis, dependentes do pH em estágios avançados de intemperismo em muitos casos com baixa atividade da fração de argila. Neste caso, as cargas negativas da matéria orgânica associadas nas camadas superficiais desses solos minerais, ampliam a capacidade de troca de cátions dos solos.

Estudos realizados por Barbosa et al. (2006), observaram aumento da CTC do solo mediante geração de cargas negativas devido ao aumento de matéria orgânica presente no lodo. Além disso, as parcelas que receberam o lodo de esgoto tratado com cal apresentaram aumentos nos teores de Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, contribuindo para o incremento da saturação por bases (V%).

Verificou-se aumento de carbono (C) no solo no tratamento T3, isso pode estar relacionado à adição de matéria orgânica proveniente do biossólido juntamente com a MOS presente no solo. O aumento de C pode ser confirmado devido na área testemunha (T1) sem adição de adubação, ter apresentado alto valor de C. Entretanto, esse aumento de MOS, ao invés de contribuir para o estoque de C no solo, estimula à mineralização da mesma, através da atividade microbiana na decomposição da MOS presente no biossólido, resultando na perda de carbono (Tabela 6).

**Tabela 5.** Complexo sortivo do solo sob uso de diferentes tipos de adubos orgânicos e mineral em Latossolo Vermelho-Amarelo no Cerrado piauiense.

Tratamentos	SB	CTCT	CTCt	V
	----- cmolc kg <sup>-1</sup> -----			%
T1	3,74 d	9,25 c	4,74 d	40,34 c
T2	4,15 c	8,89 d	6,98 c	38,12 d
T3	16,22 a	18,89 a	16,40 a	85,79 a
T4	7,02 b	11,70 b	7,22 b	59,56 b
T5	1,12 f	5,00 f	4,01 e	11,38 f
T6	1,67 e	5,54 e	3,37 f	29,01 e

T1: área testemunha, T2: 1 kg de biossólido, T3: 2 kg de biossólido, T4: 4 kg de biossólido, T5: esterco bovino, T6: NPK. \* SB – Soma de bases; CTC T – Capacidade de troca de cátions potencial; CTC t – Capacidade de troca de cátions efetiva; V% - saturação por bases \*As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste t a 5% de probabilidade.

**Tabela 6.** Carbono, nitrogênio e fósforo do solo sob uso de diferentes tipos de adubos orgânicos e mineral em Latossolo Vermelho-Amarelo no Cerrado piauiense.

Tratamentos	C	N	C/N	P
	----- cmolc kg <sup>-1</sup> -----			
T1	19,63 b	1,59 b	82,22 e	1,45 f
T2	18,78 c	1,10 d	90,61 c	5,45 c
T3	21,89 a	2,46 a	114,36 a	7,63 a
T4	11,10 d	1,12 c	91,72 b	5,55 b
T5	9,92 e	0,95 e	72,58 f	3,39 e
T6	4,28 f	0,54 f	87,90 d	3,89 d

T1: área testemunha, T2: 1 kg de biossólido, T3: 2 kg de biossólido, T4: 4 kg de biossólido, T5: esterco bovino, T6: NPK. \*As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste t a 5% de probabilidade

Resultados obtidos por Berton e Nogueira (2010) mostram que a matéria orgânica presente no lodo de esgoto é rica em proteínas bruta, hemicelulose e celulose e por estar presente no composto promove uma rápida decomposição da MOS, resultando em um período de 33 dias para que ocorra mineralização do carbono convertendo 50% do carbono em CO<sub>2</sub>.

Houve um acréscimo importante no teor de nitrogênio (N) na parcela com 2 Kg de biossólido (T3) e com 4 kg (T4) e também na parcela (T1) na ausência de adubação (Tabela 6). A maior presença de nitrogênio nessas parcelas deve estar associada a presença principalmente de matéria orgânica ainda conservada no solo, no caso das parcelas com biossólido (T3 e T4). Soma-se a isso o efeito da matéria orgânica adicionada com o uso do biossólido.

O nitrogênio apresenta-se no biossólido de forma predominantemente sob forma orgânica e em quantidades variadas, dependendo da origem e do condicionamento adotado pela estação de tratamento de esgoto (Andrade, 2004). É um elemento de grande importância para o desenvolvimento dos vegetais e microrganismos do solo, entretanto deve-se tomar cuidados na sua elevada aplicação, devido ao seu potencial de contaminar corpos hídricos por arraste deste elemento do solo (Correia, 2009).

A relação C/N verificada no estudo identificou aumentos significativos do incremento de conteúdo orgânico ao solo, principalmente nos tratamentos 3 e 4, sendo expressivamente superior no tratamento 2 (Tabela 6). Neste sentido, observa-se que a capacidade do biossólido em aportar conteúdo orgânico para solos típicos do Cerrado é uma das vantagens que torna esse resíduo uma importante alternativa para a região, visto que ocorrem nessas, solos tipicamente pobres em matéria orgânica. Além disso, observou-se que a

adubação mineral não foi eficiente quanto à disposição ou maior conservação dos conteúdos de material orgânico no solo, possivelmente pela facilidade de perda e absorção no sistema. Em relação ao teor de fósforo (P), houve aumento em todos os tratamentos, tendo em vista o maior valor verificado na dosagem de 2 Kg de biossólido (T3), confirmando os resultados encontrados por Costa et al. (2014) que averiguaram acréscimo considerável do teor de (P) no solo com o uso do biossólidos.

#### 4. Conclusão

O uso do biossólido promove melhorias nas propriedades físicas do solo condicionadas pelo aumentando dos teores de matéria orgânica particulada, melhorando a retenção de água e redução da densidade do solo.

O biossólido melhorou a fertilidade do solo, em todos os tratamentos que foram manejados, apresentando maiores teores de macro e micronutrientes, e teores de pH aceitáveis, sendo que o H<sup>+</sup> Al reduziu e contribuiu para o aumento da CTC.

A utilização do biossólido pode ser uma importante fonte de nutrientes para as plantas, reduzindo a utilização de fertilizantes químicos e diminuindo os problemas de descarte inadequados do resíduo, além de enriquecer solos naturalmente pobres, como os solos do Cerrado.

#### 5. Referências

- Andrade, C. A. (2004). *Fração orgânica de biossólidos e efeito no estoque de carbono e qualidade da matéria orgânica de um latossolo cultivado com eucalipto*. (Tese de doutorado). Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba.
- Arruda, O. G. et al. (2013). Atributos físicos de um Latossolo degradado tratado com biossólido há cinco anos. *Revista de Ciências Agrárias*, 73-81.
- Barbosa, G. M. C., Tavares Filho, J., Brito, O. R., Fonseca, I. C. B. (2007). Efeito residual do lodo de esgoto na produtividade do milho safrinha. *Revista Brasileira Ciência do Solo*, 601-605.
- Barbosa, G. M. E., Tavares Filho, J. (2006). Uso agrícola do lodo de esgoto: influência nas propriedades químicas e físicas do solo, produtividade e recuperação de áreas degradadas. *Semina: Ciências Agrárias*, 565-580.
- Bayer, C.; Mielniczuk, J. (1999). Dinâmica e função da matéria orgânica. In: Santos, G. A.; Camargo, F. A. O. *Fundamentos da matéria orgânica do solo*. (9-26) Porto Alegre: Genesis.
- Berton, R.S., Nogueira, T. A. R. (2010). Uso de lodo de esgoto na agricultura. In: Coscione, A. R., Nogueira, T. A. R., Pires, A., M. M. *Uso Agrícola de Lodo de Esgoto (avaliação após a Resolução n. 375 do CONAMA)*. Botucatu, Fepaf, 31-51.
- Bonini, C. B., Alves, M. C., Montanari, R. (2015). Lodo de esgoto e adubação mineral na recuperação de atributos químicos de solo degradado. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 388.
- Cepro-Fundação Centro De Pesquisas Econômicas E Sociais Do Piauí - Cepro. *Diagnóstico Socioeconômico do Município de Corrente*. Disponível em: <[http://www.cepro.pi.gov.br/download/201309/CEPRO\\_27\\_e46e24deb5.pdf](http://www.cepro.pi.gov.br/download/201309/CEPRO_27_e46e24deb5.pdf)> Acesso em: 20/08/2017.
- Chueiri, W. A., Serra, T. B. M., Biele, J., Favaretto, N. (2007) Lodo de esgoto e fertilizante mineral sobre parâmetros do solo e de plantas de trigo. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 502-508.
- Correia, J. E. (2009). Caracterização físico-química e microbiológica do lodo na estação de tratamento de esgoto contorno Feira de Santana, BA. (Dissertação de mestrado). Universidade Estadual de Feira de Santana, Feira de Santana.
- Embrapa (2017). Manual de métodos de análise de solo. Teixeira, P. C.; Donagemma, G. K.; Fontana, A.; Teixeira, W. G. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária.
- Fia, R.; Matos, A. T.; Aguirre, C.I. (2015). Características químicas de solo adubado com doses crescentes de lodo de esgoto caledo. *Engenharia na agricultura*, 287-299.
- Fonseca, E. P.; Valeri, S. V.; Fonseca, N. A. N.; Couto, L. (2002). Padrão de qualidade de mudas de *Trema micrantha* (L.) Blume, produzidas sob diferentes períodos de sombreamento. *Revista Árvore*, 515-523.
- Gomes, S. B. V., Nascimento, C. W. A., Biondi, C. M. (2005). Produtividade e composição mineral de plantas de milho em solos adubado com lodo de esgoto. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 459-465.
- Gomes, S. B. V.; Nascimento, C. W. A.; Biondi, C. M. (2007). Produtividade e composição mineral de plantas de milho em solos adubado com lodo de esgoto. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 459-465.
- Kidd, P. S., Domínguez-Rodríguez, M. J., Díez, J., Monterroso, C. (2007). Bioavailability and plant accumulation of heavy metals and phosphorus in agricultural soils amended by longterm application of sewage sludge. *Chemosphere*, 1458-1467.
- Liao, J. D.; Boutton, T. W.; Jastrow, J. D. (2006) Storage and dynamics of carbon and nitrogen in soil physical fractions following woody plant invasion of grassland. *Soil Biology and Biochemistry*, 3184-3196.
- Lobo, T. F. et al. (2013). Crescimento e fixação biológica do nitrogênio em soja cultivada com doses de lodo de esgoto compostado. *Semina: Ciências Agrárias*, 1333-1342.
- Maciel, C. A. C., Santos, A. B. C. R., Antônio, F. R., Duarte, F. C., Filho, M. M. (2009). Reutilização do lodo ETE industrial na cultura de mudas de feijão. Espírito Santo do Pinhal: UNIPINHAL, 14.
- Melo, W. J., Marques, M. O. (2000). Potencial do lodo de esgoto como fonte de nutrientes para as plantas. In: *Impacto ambiental do uso do lodo de esgoto*. Jaguariúna: EMBRAPA Meio Ambiente.
- Pelegriño, E. C. F., Flizikowski, L. C., Souza, J. B. (2008). Compostagem de lodo de estação de tratamento de esgoto. In: *VI Semana de Estudos de Engenharia Ambiental*. Unicentro.
- Pires, A. M. M., Mattiazzi, M. E. (2008). Avaliação da Viabilidade do Uso de Resíduos na Agricultura. Jaguariúna: EMBRAPA.
- Santos, N.Z.; Dieckow, J.; Bayer, C.; Molin, R.; Favaretto, N.; Pauletti, V.; Piva, J.T. (2011). Forages, cover crops and related shoot and root additions in no-till rotations to C sequestration in a subtropical Ferralsol. *Soil Till. Res* 208-218.