

Elementos da Natureza e Propriedades do Solo Vol. 2

Atena Editora



Atena Editora

**ELEMENTOS DA NATUREZA E PROPRIEDADES DO
SOLO - Vol. 2**

Atena Editora
2018

2018 by Atena Editora

Copyright © da Atena Editora

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Edição de Arte e Capa: Geraldo Alves

Revisão: Os autores

Conselho Editorial

Profª Drª Adriana Regina Redivo – Universidade do Estado de Mato Grosso
Prof. Dr. Alan Mario Zuffo – Pesquisador da Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília
Prof. Dr. Carlos Javier Mosquera Suárez – Universidad Distrital de Bogotá-Colombia
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª. Drª. Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná
Profª Drª. Deusilene Souza Vieira Dall’Acqua – Universidade Federal de Rondônia
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Profª. Drª. Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)

Atena Editora.
A864e Elementos da natureza e propriedades do solo – Vol. 2 [recurso eletrônico] / Atena Editora. – Ponta Grossa (PR): Atena Editora, 2018.
6.009 kbytes – (Ciências Agrárias; v.2)

Formato: PDF
Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader
Modo de acesso: World Wide Web
ISBN 978-85-93243-66-0
DOI 10.22533/at.ed.660182302

1. Agricultura. 2. Ciências agrárias. 3. Solos. 4. Sustentabilidade.
I. Título. II. Série.

CDD 631.44

Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422

O conteúdo do livro e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos respectivos autores.

2018

Permitido o download da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

www.atenaeditora.com.br

E-mail: contato@atenaeditora.com.br

Sumário

CAPÍTULO I

ACLIMATIZAÇÃO DE MUDAS PRÉ-BROTADAS DE CANA-DE-AÇÚCAR (*Saccharum officinarum* L.) EM DIFERENTES SUBSTRATOS

Maria do Carmo Silva Barreto, André Luís de França Dias, Márcia do Vale Barreto Figueiredo, Carlos Henrique Azevedo Farias, Marta Ribeiro Barbosa, Alexandra de Andrade Santos e Arnóbio Gonçalves de Andrade..... 8

CAPÍTULO II

ADUBAÇÃO COM BIOFERTILIZANTE E COMPOSTO ORGÂNICO NA PRODUÇÃO E PRODUTIVIDADE DA BATATA-DOCE

Marivaldo Vieira Gonçalves, João Paulo Ferreira de Oliveira, Jéssyca Dellinhares Lopes Martins, Marcos de Oliveira e Mácio Farias de Moura 17

CAPÍTULO III

ADUBAÇÃO NITROGENADA NA CULTURA DO COENTRO NO OESTE DA BAHIA

Luciano Nascimento de Almeida, Weslei dos Santos Cunha, Charles Cardoso Santana, Letícia da Silva Menezes, Erlane Souza de Jesus e Adilson Alves Costa.. 27

CAPÍTULO IV

AGRICULTURA CONSERVACIONISTA NA PRODUÇÃO FAMILIAR DO JURUÁ, ACRE

Falberni de Souza Costa, Marcelo André Klein, Manoel Delson Campos Filho, Francisco de Assis Correa Silva, Nilson Gomes Bardales e Antônio Clebson Cameli Santiago 36

CAPÍTULO V

ANALISE DE ATRIBUTOS QUÍMICOS DO SOLO EM UM SISTEMA DE CULTIVO EM ALÉIAS PARA A CULTURA DO MILHO NO TRÓPICO ÚMIDO

Djanira Rubim dos Santos, Georgiana Eurides de Carvalho Marques, Jhuliana Monteiro de Matos, Andrey Luan Marques Melo e Emanuel Gomes de Moura 48

CAPÍTULO VI

ATIVIDADE MICROBIANA EM SOLO CULTIVADO COM CANA-DE-AÇÚCAR IRRIGADO COM ESGOTO DOMÉSTICO TRATADO

Aline Azevedo Nazário, Edson Eiji Matsura, Ivo Zution Gonçalves, Eduardo Augusto Agnellos Barbosa e Leonardo Nazário Silva dos Santos 57

CAPÍTULO VII

ATRIBUTOS QUÍMICOS DE SOLO DEGRADADO EM FUNÇÃO DA ADOÇÃO DE BIOCHAR, CULTURAS DE COBERTURA E RESIDUAL DA APLICAÇÃO DE LODO DE ESGOTO

Eduardo Pradi Vendruscolo, Aguinaldo José Freitas Leal, Marlene Cristina Alves, Epitácio José de Souza e Sebastião Nilce Souto Filho 68

CAPÍTULO VIII

ATRIBUTOS QUÍMICOS DO SOLO E PRODUTIVIDADE DO ARROZ EM SUCESSÃO A CULTIVOS DE PLANTAS DE COBERTURA E DESCOMPACTAÇÃO MECÂNICA

Vagner do Nascimento, Marlene Cristina Alves, Orivaldo Arf, Epitácio José de Souza, Paulo Ricardo Teodoro da Silva, Michelle Traete Sabundjian, João Paulo Ferreira e Flávio Hiroshi Kaneko..... 83

CAPÍTULO IX

AVALIAÇÃO DA QUALIDADE FÍSICA DE UM SOLO AGRICULTÁVEL DE CANA DE AÇÚCAR NO NORDESTE DO AMAZONAS

Fabíola Esquerdo de Souza e Gilvan Coimbra Martins..... 98

CAPÍTULO X

AVALIAÇÃO DE ATRIBUTOS QUÍMICOS EM SOLOS COM BARRAGEM SUBTERRÂNEA EM AGROECOSSISTEMAS DO SEMIÁRIDO

Wanderson Benerval de Lucena, Gizelia Barbosa Ferreira, Maria Sonia Lopes da Silva, Márcia Moura Moreira, Maria José Sipriano da Silva e Mauricio da Silva Souza 109

CAPÍTULO XI

AVALIAÇÃO DOS ATRIBUTOS QUÍMICOS DE CHERNOSSOLOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO COLÔNIA – BA

Monna Lysa Teixeira Santana, Marina Oliveira Paraíso Martins e Ana Maria Souza dos Santos Moreau 117

CAPÍTULO XII

BIOMASSA DE LEGUMINOSAS EM SOLO SALINO-SÓDICO SUBMETIDO A DIFERENTES CORRETIVOS

Rennan Salviano Terto, Josias Divino Silva de Lucena, Sebastiana Renata Vilela Azevedo, Geovana Gomes de Sousa, José Aminthas de Farias Júnior e Rivaldo Vital dos Santos 125

CAPÍTULO XIII

BIOPOLÍMEROS SINTETIZADOS POR DUAS ESTIRPES DE *Rhizobium tropici* SOB DIFERENTES TEMPERATURAS

Alexandra de Andrade Santos, Maria Vanilda dos Santos Santana, Josemir Ferreira da Silva Junior, Adália Cavalcanti do Espírito Santo Mergulhão, José de Paula Oliveira e Márcia do Vale Barreto Figueiredo 132

CAPÍTULO XIV

CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS E RESISTÊNCIA À METAIS PESADOS DE BACTÉRIAS DIAZOTRÓFICAS ISOLADAS DE PLANTAS DE BRACHIARIA DECUMBENS CRESCIDAS EM SOLO CONTAMINADO

Camila Feder do Valle, Sael Sánchez Elias, Vera Lúcia Divan Baldani e Ricardo Luiz Louro Berbara 140

CAPÍTULO XV

CARACTERIZAÇÃO FÍSICA E DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA DE UM ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO NO MUNICÍPIO DE AREIA, PARAÍBA

Ian Victor de Almeida, Roseilton Fernandes dos Santos, Diego Alves Monteiro da Silva, Galileu Medeiros da Silva e Denizard Oresca 152

CAPÍTULO XVI

COMPARAÇÃO DOS ATRIBUTOS FÍSICOS DO SOLO APÓS QUINTO E SEXTO CORTES EM ÁREA CULTIVADA COM CANA-DE-AÇÚCAR

Danyllo Denner de Almeida Costa, José Luiz Rodrigues Torres, Venâncio Rodrigues e Silva, Adriano Silva Araújo, Matheus Duarte da Silva Cravo e Gabriel Valeriano Alves Borges 159

CAPÍTULO XVII

COMPORTAMENTO DO CARBONO ORGÂNICO NO SOLO SOB DIFERENTES COBERTURAS VEGETAIS

Karla Nascimento Sena, Kátia Luciene Maltoni, Glaucia Amorim Faria, Adriana Avelino dos Santos, Thaís Soto Boni e Maria Júlia Betíolo Troleis..... 168

CAPÍTULO XVIII

DESENVOLVIMENTO DO CAPIM-MARANDU COM O USO DE NP

Marianne Nascimento, Rafael Renan dos Santos, Osvaldo Henrique Gunther Campos e Suzana Pereira de Melo 178

CAPÍTULO XIX

DIVERSIDADE METABÓLICA DA COMUNIDADE BACTERIANA DA RIZOSFERA DE PLANTAS DE MILHO INOCULADAS COM *AZOSPIRILLUM* SP

Denise Pacheco dos Reis, Lívia Maria Ferraz da Fonseca, Talita Coeli D'Angelis de Aparecida Ramos, Christiane Abreu de Oliveira Paiva, Lauro José Moreira Guimarães e Ivanildo Evódio Marriel 191

CAPÍTULO XX

EFEITO DA COMPACTAÇÃO NA QUALIDADE FÍSICA DO SOLO APÓS O DESENVOLVIMENTO DE CULTURAS DE COBERTURA NO SUL DO AMAZONAS

Romário Pimenta Gomes, Anderson Cristian Bergamin, Milton César Costa Campos, Laércio Santos Silva, Vinicius Augusto Filla e Anderson Prates Coelho 201

CAPÍTULO XXI

EFEITO DO MANEJO CONSERVACIONISTA DO SOLO SOBRE A RIQUEZA E COMPOSIÇÃO DE COLEÓPTEROS SCARABAEIDAE NA CULTURA DO EUCALIPTO

Milany Cristina Barbosa Alencar, Isabel Carolina de Lima Santos, Vanesca Korasaki e Alexandre dos Santos 220

CAPÍTULO XXII

ESTABILIDADE DE AGREGADOS E TEOR DE MATÉRIA ORGÂNICA EM UM LATOSSOLO VERMELHO SOB *UROCHLOA BRIZANTHA* APÓS A APLICAÇÃO DE CAMA DE PERU

Maria Julia Betiolo Troleis, Cassiano Garcia Roque, Monica Cristina Rezende Zuffo Borges, Kenio Batista Nogueira, Andrisley Joaquim da Silva e Karla Nascimento Sena..... 235

CAPÍTULO XXIII

FRACIONAMENTO DA MATÉRIA ORGÂNICA DE UM ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO EM ÁREA DE RESERVA LEGAL LOCALIZADO NO BREJO PARAIBANO

Kalline de Almeida Alves Carneiro, Auriléia Pereira da Silva, Lucina Rocha Sousa, Roseilton Fernandes dos Santos, Vânia da Silva Fraga e Vegner Hizau dos Santos Utuni 244

CAPÍTULO XXIV

INFLUÊNCIA DE RENQUES DE MOGNO AFRICANO NOS ATRIBUTOS FÍSICOS DE UM LATOSSOLO AMARELO NO SISTEMA INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA-FLORESTA

Arystides Resende Silva, Agust Sales, Carlos Alberto Costa Veloso, Eduardo Jorge Maklouf Carvalho, Austrelino Silveira Filho e Bárbara Maia Miranda 255

CAPÍTULO XXV

PRODUÇÃO DE VERMICOMPOSTO ASSOCIADO A *Trichoderma* spp

Marília Boff de Oliveira, Cleudson José Michelin, Emanuele Junges, Lethícia Rosa Neto, Pâmela Oruoski e Caroline Castilhos Vieira..... 2656

CAPÍTULO XXVI

SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ABASTECIMENTO E TRATAMENTO DE ÁGUA: RELAÇÃO OFERTA/DEMANDA, QUALIDADE E CAMPANHA DE CONSCIENTIZAÇÃO NO MUNICÍPIO DE CARANGOLA, MINAS GERAIS

Michel Barros Faria e Marianna Catta Preta Tona Gomes Cardoso.....282

CAPÍTULO XXVII

TEORES DE FÓSFORO E POTÁSSIO EM DIFERENTES SISTEMAS DE MANEJO DO SOLO E VEGETAÇÃO NATIVA NO CERRADO PIAUIENSE

Wesley dos Santos Souza, Jenilton Gomes da Cunha, Manoel Ribeiro Holanda Neto, Taiwan Carlos Alves Menezes, Patricia Carvalho da Silva, Ericka Paloma Viana Maia,

Mireia Ferreira Alves e Jessica da Rocha Alencar Bezerra de Holanda 2954

CAPÍTULO XXVIII

UTILIZAÇÃO DO SISTEMA DE INFORMAÇÃO DE SOLOS BRASILEIROS PARA
VALIDAÇÃO DOS ATRIBUTOS DA ORDEM DOS LATOSSOLOS

Eliane de Paula Clemente, Humberto Gonçalves dos Santos e Jeronimo Guedes
Pares..... 303

Sobre os autores.....311

CAPÍTULO VII

ATRIBUTOS QUÍMICOS DE SOLO DEGRADADO EM FUNÇÃO DA ADOÇÃO DE BIOCHAR, CULTURAS DE COBERTURA E RESIDUAL DA APLICAÇÃO DE LODO DE ESGOTO

**Eduardo Pradi Vendruscolo
Aguinaldo José Freitas Leal
Marlene Cristina Alves
Epitácio José de Souza
Sebastião Nilce Souto Filho**

ATRIBUTOS QUÍMICOS DE SOLO DEGRADADO EM FUNÇÃO DA ADOÇÃO DE BIOCHAR, CULTURAS DE COBERTURA E RESIDUAL DA APLICAÇÃO DE LODO DE ESGOTO¹

Eduardo Pradi Vendruscolo

Universidade Federal de Goiás, Escola de Agronomia

Goiânia – Goiás

Aguinaldo José Freitas Leal

Universidade Federal do Triângulo Mineiro, Campus Universitário de Iturama

Iturama – Minas Gerais

Marlene Cristina Alves

Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Faculdade de Engenharia

Ilha Solteira – São Paulo

Epitácio José de Souza

Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Faculdade de Engenharia

Ilha Solteira – São Paulo

Sebastião Nilce Souto Filho

Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, Campus de Aquidauana

Aquidauana – Mato Grosso do Sul

RESUMO: O presente trabalho teve como objetivo avaliar as alterações nos atributos químicos do solo, promovidos pela adição do biochar em solo degradado pela remoção da camada superficial, em processo de recuperação com culturas de cobertura, espécie arbórea nativa e residual da aplicação de lodo de esgoto. O delineamento adotado foi definido em blocos casualizados, em esquema fatorial 6x2, seis tratamentos (T1 – Solo exposto; T2 - Gonçalo-alves (*Astronium fraxinifolium* Schott) + biochar; T3 - Gonçalo-alves (*Astronium fraxinifolium* Schott) + crotalária (*Crotalaria juncea*) + biochar; T4 - Gonçalo-alves (*Astronium fraxinifolium* Schott) + feijão-de-porco (*Canavalia ensiformis*); T5 - Gonçalo-alves (*Astronium fraxinifolium* Schott) + lodo de esgoto (60 t ha⁻¹) + *Urochloa* (Syn. *Brachiaria*) *decumbens*; T6 – Mata nativa de Cerrado) e duas épocas de coleta de solo. O solo foi amostrado em três camadas (0,00-0,05, 0,05-0,10 e 0,10-0,20 m), nas quais foram determinados os teores de P, K, Ca, Mg e Al e os valores de pH, H+Al, SB, CTC, V% e m%. Houve acréscimo nos teores de K na camada de 0,05-0,10 m em função da aplicação do biochar, o qual não apresentou influência sobre as demais variáveis estudadas. A aplicação de lodo de esgoto em solo degradado e o manejo dessa área com braquiária propiciam aumento no teor de fósforo no solo.

PALAVRAS-CHAVE: biofertilizante, área de empréstimo, resíduos agroindustriais.

¹ Artigo científico publicado por Amazonian Journal of Agricultural and Environmental Sciences, v. 59, n. 3, p. 235-242, jan. 2017. ISSN 2177-8760.
Disponível em: <<http://periodicos.ufra.edu.br/index.php/ajaes/article/view/2161>>.

1-INTRODUÇÃO

A destinação correta de resíduos da agroindústria é um assunto amplamente discutido em razão da grande quantidade de rejeitos produzidos no território brasileiro, resultado da expansão do setor e de sua capacidade de influenciar negativamente a qualidade do solo e recursos hídricos, quando mal manejados.

Há grande interesse na utilização de resíduos da agroindústria para o aumento da produtividade agrícola, utilizando-os como biofertilizantes ou condicionadores dos atributos físicos e químicos dos solos (DIM et al., 2010; FRAVET et al., 2010; MORAES et al., 2012). Essa mesma aplicabilidade pode ser direcionada para a recuperação de áreas perturbadas, onde se constataram atividades antrópicas degenerativas ao solo (MODESTO et al., 2009).

Dentre os resíduos gerados pela atividade agroindustrial, a cama de aviário é tida como importante fonte de adubação orgânica e é comumente usada como fertilizante em regiões onde há concentração da produção aviária, por apresentar elevados teores de carbono (ADELI et al., 2007), e nutrientes (BOATENG et al., 2006; ADELI et al., 2007; COSTA et al., 2009), combinados ao valor relativamente baixo, em relação ao adubo mineral (VALADÃO et al., 2011).

Apesar dos benefícios que a utilização da cama de aviário propicia ao solo, buscam-se métodos para a otimização da aplicação desses produtos, reduzindo o volume a ser aplicado, aumentando a disponibilidade de nutrientes e manutenção da matéria orgânica por longos períodos no solo, o que não ocorre em grande parte dos ambientes do território brasileiro devido às condições edafoclimáticas.

Desta maneira, o emprego do tratamento por pirólise rápida da cama de aviário tem como um de seus produtos o biochar. Este possui alto teor de carbono, além de conter quantidades consideráveis de N, P, K, S e uma grande área superficial, expandida por consequência da queima, a qual aumenta a microporosidade do produto final (MADARI et al., 2009).

O biochar possui uma gama bastante grande de aplicações, incluindo sua incorporação no solo, como um biofertilizante (biochar), para a melhoria das propriedades biológicas, físicas e químicas do mesmo. Além de possuir elevada estabilidade, a qual lhe confere a característica de abrigo para os micro-organismos do solo e de sequestrador de carbono, impedindo as emissões de carbono para a atmosfera (NÓBREGA, 2011).

No Brasil, estudos relacionados à utilização e à produção do biochar são escassos. A consequência ao incentivo do emprego desta técnica de tratamento de resíduos pode vir a colaborar com a diminuição do volume de rejeito que é, muitas vezes, armazenado de forma incorreta, acarretando em degradação ambiental. Adicionalmente é gerado um produto com manejo facilitado e que pode voltar ao campo na forma de fertilizante.

Assim, o presente trabalho tem como objetivo avaliar as alterações nos atributos químicos do solo, promovidas pela adição do biochar, adoção de culturas de cobertura e residual da aplicação de lodo de esgoto em área com solo em

processo de recuperação após remoção da camada superficial, para a construção de usina hidrelétrica.

2-MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido em uma área inserida no Planalto da Bacia Sedimentar do rio Paraná, situada à margem direita do rio Paraná, no município de Selvíria - MS (20°22'40''S, 51°24' 41,90''W e altitude média de 338 m). O tipo climático, segundo Köppen, é Aw, caracterizado como tropical úmido com estação chuvosa no verão e seca no inverno. O relevo local é plano a suavemente ondulado, apresentando declives muito suaves (DEMATTE, 1980).

O solo foi classificado como Latossolo Vermelho distrófico, muito profundo e com textura média (200-350 g kg⁻¹ de argila). A sua fração argila é de baixa atividade, dominada essencialmente por gibbsita e caulinita (DEMATTE 1980; SANTOS et al., 2013).

A degradação da área onde o experimento foi instalado se deu com a retirada das camadas superficiais (cerca de 8,60 m) para terraplanagem e fundação da barragem da Usina Hidrelétrica de Ilha Solteira. Por ter ficado com o subsolo do local exposto, essa área recebe a denominação de "área de empréstimo". No início das atividades de pesquisa, constatou-se que o referido subsolo estava exposto desde 1969, demonstrando, dessa forma, compactação superficial e baixa presença de vegetação espontânea (ALVES & SOUZA, 2011). O início das atividades para a recuperação do solo se deu em 2004, quando foi realizada a sua caracterização química (Tabela 1).

Tabela 1. Características químicas do solo original (Cerrado) e degradado antes da implantação da pesquisa, Selvíria – MS, 2004

Table 1. Chemical characteristics of the original soil (Cerrado) and degraded before the implementation of research, Selvíria – MS, 2004

Profundidade (m)	P resina mg dm ⁻³	MO g dm ⁻³	pH CaCl ₂	K	Ca	Mg	H+Al mmol _c dm ⁻³	Al	SB	CTC	V %
Solo original (cerrado)											
0,00-0,05	4,0	28,0	4,2	1,2	2,0	3,0	31,0	8,0	6,1	36,9	16
0,05-0,10	4,0	14,0	4,1	1,2	5,0	4,0	31,0	8,0	11,1	41,7	21
0,10-0,20	2,0	10,0	4,1	0,8	0,0	2,0	26,0	8,0	2,8	29,0	10
Solo degradado											
0,00-0,05	1,0	7,0	4,4	0,8	4,0	2,0	17,0	2,0	6,5	23,3	28
0,05-0,10	1,0	3,0	4,4	0,4	3,0	2,0	17,0	2,0	4,6	21,4	22
0,10-0,20	1,0	2,0	4,3	0,3	2,0	2,0	16,0	3,0	3,7	19,6	18

Em 2004 foi efetivado o preparo da área, realizando-se a limpeza superficial, subsolagem e gradagens (aradora e niveladora). Também naquele ano foi realizada uma única calagem na dose de 2,0 t ha⁻¹ e em seguida uma gradagem

para incorporação, exceto no tratamento com solo exposto, que não passou por nenhum tipo de manejo. Em seguida o lodo de esgoto foi adicionado ao respectivo tratamento, numa dose de 60 t ha⁻¹.

O lodo de esgoto teve como principal objetivo a adição de material orgânico no solo. Tendo sido proveniente de efluentes residenciais, o lodo de esgoto não apresentou problemas relativos a metais pesados, podendo ser aplicado sem consequências negativas ao ambiente (Tabela 2) (Suzuki & Alves, 2005). Assim sendo, o lodo de esgoto foi aplicado manualmente sobre o solo, sendo, logo depois, incorporado por meio de uma gradagem.

MO	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn	Umidade	C/N
%			-----g kg ⁻¹ -----						-----mg kg ⁻¹ -----			kg kg ⁻¹	
20	71	19	15	11	3	8	16	160	961	116	583	0,85	7/1

Tabela 2. Caracterização química do lodo de esgoto utilizado. Selvíria – MS, 2004.

Table 2. Chemical characterization of sewage sludge. Selvíria – MS, 2004.

Todos os tratamentos para recuperação do solo são compostos por uma espécie arbórea nativa de cerrado, a Gonçalo-alves (*Astronium fraxinifolium* Schott). A espécie arbórea nativa foi implantada com espaçamento de 3 m x 2 m, totalizando 25 plantas por parcela experimental. Cada uma de tais parcelas era constituída de uma área de 92m² (8x12m), em 2004.

Também no ano de 2004 foram semeadas plantas de cobertura para a composição dos tratamentos. Foram semeadas as culturas de braquiária (*Urochloa* (Syn. *Brachiaria*) *decumbens*), utilizando-se 20 kg ha⁻¹ de sementes, de crotalária (*Crotalaria juncea*), cultivada em densidade de sementes, a 35 sementes por metro, espaçadas em 0,50 m e o feijão-de-porco, (*Canavalia ensiformis*) em espaçamento de 0,50 m entrelinhas com 10 sementes por metro. Anualmente foi realizada a semeadura da crotalária e do feijão-de-porco, os quais foram roçados em pleno florescimento, enquanto a braquiária foi manejada por roçagem uma vez ao ano, sem que fosse feita incorporação dos restos vegetais ao solo.

Em novembro de 2013 foi adicionado o biochar aos tratamentos estabelecidos no ano de 2004. Este foi aplicado na forma de coroamento em torno de nove plantas de *Astronium fraxinifolium* Schott escolhidas aleatoriamente em cada parcela, a 30 cm de distância da base do caule e incorporado à profundidade de 20 cm no solo. A Tabela 3 resume as proporções relativas no biochar utilizado no presente estudo, obtido pela pirólise (queima em altas temperaturas e baixos níveis de oxigênio) da cama de aviário.

Parâmetro	Unidade	Resultado
pH (em água 1:10)	-----	8,7
Umidade, a 60-65°C	% (m/m)	2,4
C orgânico	g de C kg ⁻¹	725
Nitrogênio Kjeldahl	g de C kg ⁻¹	2,5
Relação C/N	-----	290

Arsênio	mg de As kg ⁻¹	<1,0
Boro	mg de B kg ⁻¹	20
Cádmio	mg de Cd kg ⁻¹	3,8
Cálcio	g de Ca kg ⁻¹	7,1
Chumbo	mg de Pb kg ⁻¹	5,9
Cobre	mg de Cu kg ⁻¹	170
Cromo total	mg de Cr kg ⁻¹	120
Enxofre	g de S kg ⁻¹	32,7
Ferro	mg de Fe kg ⁻¹	47254
Fósforo	g de P kg ⁻¹	0,54
Magnésio	g de Mg kg ⁻¹	1
Manganês	mg de Mn kg ⁻¹	628
Mercúrio	mg de Hg kg ⁻¹	<1,0
Níquel	mg de Ni kg ⁻¹	167
Selênio	mg de Se kg ⁻¹	<1,0
Zinco	mg de Zn kg ⁻¹	44
Potássio	mg de K kg ⁻¹	5888

Tabela 3. Composição química de biochar.
Table 3. Chemical composition of biochar.

O novo delineamento foi estabelecido em blocos casualizados, num esquema fatorial 6x2, compostos por seis tratamentos e a duas épocas de coleta de solo, a primeira anteriormente a aplicação do biochar e a segunda seis meses após a adição de 15 t ha⁻¹ do biochar (Época 1 e Época 2) aos tratamentos implantados em 2004, com exceção da vegetação natural de Cerrado e solo exposto, em quatro repetições.

A composição dos tratamentos foram: T1 – Solo exposto; T2 - Gonçalo-alves (*Astronium fraxinifolium* Schott) (GA) + biochar; T3 - Gonçalo-alves (*Astronium fraxinifolium* Schott) + crotalária (*Crotalaria juncea*) (CR) + biochar; T4 - Gonçalo-alves (*Astronium fraxinifolium* Schott) + feijão-de-porco (*Canavalia ensiformis*) (FP); T5 - Gonçalo-alves (*Astronium fraxinifolium* Schott) + lodo de esgoto (60 t ha⁻¹) (LE) + *Urochloa* (Syn. *Brachiaria*) *decumbens* (BR); T6 – Mata nativa de Cerrado.

Para as análises químicas do solo foram coletadas amostras das camadas de 0,00-0,05, 0,05-0,10 e 0,10-0,20 m, em três pontos por parcela, antes e após a aplicação de biochar, ambas formando amostras compostas. Utilizando-se o método de extração com resina trocadora de íons (RAIJ et al., 2001), foram determinados os teores de fósforo, potássio, magnésio, cálcio e alumínio dessas amostras. Em seguida foram calculadas as somas de bases (SB = Ca + Mg + K), capacidade de troca catiônica (CTC = SB + (H + Al)) e saturação por bases (V% = (100 x SB) / CTC). O teor de matéria orgânica do solo (MOS) foi determinado conforme a metodologia da Embrapa (1997).

Os dados resultantes das coletas foram analisados efetuando-se a análise de variância e teste de Tukey para as comparações entre médias. O nível de significância utilizado foi de 5%.

3-RESULTADOS E DISCUSSÃO

Houve interação significativa entre os tratamentos e épocas de coleta de solo (antes e após a aplicação de biochar) para os teores de K na camada de 0,05-0,10 m. Para as demais camadas de profundidade foram verificadas diferenças entre os tratamentos ou entre as épocas de coleta (Tabela 4).

Tratamentos	K (mmol _c dm ⁻³)	
	Época 1	Época 2
Solo degradado	0,43bcA	0,48bA
GA	0,28cB	0,63abA
GA+FP	0,55bB	0,75aA
GA+CR	0,48bcB	0,75aA
GA+BR+LE	0,40bcB	0,75aA
Cerrado	1,00aA	0,83aB
CV (%)	18,24	
Média Geral	0,60	

Médias seguidas de letras iguais, minúsculas na coluna e maiúsculas na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade. GA+FP= Gonçalo-alves+Feijão-de-porco (*Canavalia ensiformis*); GA+C= Gonçalo-alves+Crotalária (*Crotalária juncea*); GA+BR +LE = Gonçalo-alves+Braquiária+ lodo de esgoto.

Tabela 4. Desdobramento da interação entre tratamentos e épocas de coleta para as médias dos teores de K, na camada 0,05-0,10 m. Selvíria - MS, 2014.

Table 4. Breakdown of interaction between treatment and collection times for the average of the K, in the 0.05-0.10 m layer. Selvíria - MS, 2014.

O efeito obtido se deve à aplicação do biochar, incorporado na camada até 0,20 m. Pois o mesmo possui, em sua composição química, consideráveis teores de K. Entretanto, apesar do aumento, os teores desse elemento no solo continuam baixos (SOUZA & LOBATO et al. 2004), não favorecendo o desenvolvimento vegetal. O residual da aplicação de lodo de esgoto na recuperação do solo em área degradada e o manejo desse solo com a braquiária, influenciaram os atributos químicos do solo avaliado nove anos depois. Além de incrementar os teores de fósforo no tratamento GA+BR+LE, a aplicação de lodo de esgoto destacou-se dos demais tratamentos para todas as camadas de solo estudadas (Tabela 5). Esse resultado se deve à alta concentração de P presente no lodo de esgoto, o qual foi aplicado na implantação do experimento (2004).

Trat	pH (CaCl ₂)			P (mg dm ⁻³)			K (mmolc dm ⁻³)		
	Profundidade (m)								
	0,0 – 0,05	0,05 – 0,10	0,10 – 0,20	0,0 – 0,05	0,05 – 0,10	0,10 – 0,20	0,0 – 0,05	0,05 – 0,10	0,10 – 0,20
Solo degradado	4,60b	4,60b	4,68b	1,50c	1,38c	1,25c	0,46c	0,45c	0,40b
GA	5,58a	5,58a	5,49a	1,63c	1,63c	1,75c	0,71bc	0,45c	0,34b
GA+FP	5,38a	5,38a	5,45a	1,88c	1,63c	1,75c	0,90b	0,65b	0,44b
GA+CR	5,48a	5,48a	5,68a	1,63c	1,63c	1,38c	0,85b	0,61bc	0,36b
GA+BR+LE	4,69b	4,69b	4,75b	31,25a	23,38a	14,38a	0,85b	0,58bc	0,36b
Cerrado	4,45b	4,45b	4,33b	6,58b	4,67b	3,67b	1,32a	0,92a	0,78a
Época 1	4,99a	4,99a	5,05a	7,33a	5,58a	3,65b	0,82a	0,52b	0,35b
Época 2	5,05a	5,05a	5,07a	7,49a	5,85a	4,40a	0,90a	0,70a	0,54a
Teste F									
Trat	22,06*	18,84*	25,53*	1191,04*	364,19*	264,34*	9,67*	19,17*	29,03*
Ép	0,42 ^{ns}	0,25 ^{ns}	0,07 ^{ns}	0,28 ^{ns}	0,50 ^{ns}	8,43*	0,70 ^{ns}	30,31*	54,64 ^{ns}
Trat*Ép	0,35 ^{ns}	1,01 ^{ns}	1,19 ^{ns}	2,33 ^{ns}	0,44 ^{ns}	1,00 ^{ns}	1,18 ^{ns}	6,64*	1,91 ^{ns}
CV (%)	5,93	7,52	6,03	13,10	22,67	22,22	29,90	18,24	19,78
MG	5,02	5,12	5,06	7,41	5,72	4,03	0,85	0,61	0,45

Médias seguidas por letras distintas na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5 % de probabilidade. GA+FP= Gonçalo-alves+Feijão-de-porco (*Canavalia ensiformis*); GA+C= Gonçalo-alves+Crotalária (*Crotalaria juncea*); GA+BR +LE = Gonçalo-alves+Braquiária+ lodo de esgoto. Tabela 5. Valores de F, valores médios de pH e teores médios de P e K nas camadas de 0,0-0,05, 0,05-0,10 e 0,10-0,20 m dos tratamentos e das épocas de coleta de solo. Selvíria – MS, 2014. Table 5. Values of F, average values of pH and concentration of P and K in the layers of 0.0-0.05, 0.05-0.10 and 0.10-0.20 m of treatment and the seasons solo collection. Selvíria-MS, 2014.

No entanto, o fósforo aplicado na forma orgânica, presente na composição do lodo de esgoto, pode apresentar alta resiliência devido a decomposição da MO do resíduo e a consequente adsorção do nutriente nas à fase mineral do solo. Essa transição resulta na indisponibilidade parcial ou total do fósforo para as plantas. Há culturas que conseguem converter o fósforo não-lábil através da dissolução dos colóides do solo pela exsudação de ácidos orgânicos e consequente solubilização do fósforo para a solução do solo, como ocorre com a braquiária (CORRÊA et al., 2004), o que resulta nos maiores teores verificados.

Para os teores de Ca, de uma maneira geral, os tratamentos GA, GA+FP e GA+CR destacam-se com relação às duas testemunhas e ao tratamento GA+BR+LE (Tabela 6). Esse resultado era esperado devido à aplicação e incorporação do calcário (2,0 t ha⁻¹) nesses tratamentos no início do experimento de recuperação.

Trat	Ca (mmolc dm ⁻³)			Mg (mmolc dm ⁻³)			H+Al (mmolc dm ⁻³)		
	Profundidade (m)								
	0,0 – 0,05	0,05 – 0,10	0,10 – 0,20	0,0 – 0,05	0,05 – 0,10	0,10 – 0,20	0,0 – 0,05	0,05 – 0,10	0,10 – 0,20

Solo degradado	3,13b	4,38c	2,88b	1,63c	1,63c	1,25b	15,50c	14,75bc	14,13bc
GA	6,50a	6,63a	6,13a	3,88bc	3,88ab	2,75a	12,75c	11,88c	12,63c
GA+FP	7,13a	7,00a	5,50a	5,38ab	3,75ab	3,00a	14,13c	13,63c	12,88c
GA+CR	6,50a	6,13ab	5,75a	4,50abc	3,88ab	3,25a	13,63c	13,50c	12,88c
GA+BR+LE	6,13a	5,25bc	4,38ab	7,38a	4,38a	2,75a	27,38b	21,50b	17,00b
Cerrado	6,42a	1,63d	2,88a	5,71ab	2,67bc	2,50a	53,38a	37,33a	39,00a
Época 1	6,10a	5,08a	4,28a	5,21a	3,42a	2,54a	23,46a	19,10a	18,97a
Época 2	5,83a	5,25a	4,88a	4,28a	3,31a	2,63a	22,13a	18,43a	17,19b
Teste F									
Trat	4,19*	60,97*	11,02*	6,96*	7,46*	5,15*	370,24*	28,97*	126,15*
Ép	0,21 ^{ns}	0,65 ^{ns}	2,78 ^{ns}	2,40 ^{ns}	0,13 ^{ns}	0,11 ^{ns}	3,88 ^{ns}	0,21 ^{ns}	5,55*
Trat*Ép	0,77 ^{ns}	0,45 ^{ns}	0,56 ^{ns}	0,62 ^{ns}	1,95 ^{ns}	0,63 ^{ns}	0,41 ^{ns}	0,02 ^{ns}	0,87 ^{ns}
CV (%)	33,1	13,87	27,11	43,83	31,43	33,83	10,28	27,15	14,45
MG	5,97	5,17	4,58	4,74	3,36	2,58	22,79	18,76	18,08

Médias seguidas por letras distintas na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5 % de probabilidade. GA+FP= Gonçalo-alves+Feijão-de-porco (*Canavalia ensiformis*); GA+C= Gonçalo-alves+Crotalária (*Crotalária juncea*); GA+BR +LE = Gonçalo-alves+Braquiária+ lodo de esgoto.

Tabela 6. Valores de F e teores médios de Ca, Mg e H+Al nas camadas de 0,0-0,05, 0,05-0,10 e 0,10-0,20 m dos tratamentos e das épocas de coleta de solo. Selvíria – MS, 2014.

Table 6. Values of F and average contents of Ca, Mg and H + Al in the layers of 0.0-0.05, 0.05-0.10 and 0.10-0.20 m of treatments and seasons solo collection. Selvíria – MS, 2014.

O menor teor de Ca encontrado no tratamento GA+BR+LE pode ser consequência da retirada e acúmulo desse nutriente pela braquiária, estando o mesmo presente na área, mas formando compostos orgânicos, portanto, não disponível. Segundo Bianco et al. (2005) o Ca é o terceiro elemento mais requerido pela planta de braquiária, ficando atrás apenas do K e do N, compondo os principais órgãos de acúmulo, folhas, raízes, caules e colmos, respectivamente.

A aplicação do calcário também foi responsável pela diminuição da H+Al, dos teores de Al e dos valores de m (%), e pelo aumento do V (%) e do pH, que seguiram a mesma tendência dos teores de Ca (Tabelas 6, 7 e 8). A ocorrência desses eventos é de suma importância para o estabelecimento da vegetação na área, tendo em vista os efeitos maléficos do Al e da acidez sobre o desenvolvimento vegetal (CARVALHO et al., 2007).

Trat	Al (mmolc dm ⁻³)			SB (mmolc dm ⁻³)			CTC (mmolc dm ⁻³)		
	Profundidade (m)								
	0,0 – 0,05	0,05 – 0,10	0,10 – 0,20	0,0 – 0,05	0,05 – 0,10	0,10 – 0,20	0,0 – 0,05	0,05 – 0,10	0,10 – 0,20
Solo degradado	4,25b	3,50b	5,25b	5,21b	5,50b	4,79b	20,71c	20,21c	18,91c
GA	0,00d	0,00c	0,13c	11,09a	10,96a	9,21a	23,84c	23,86c	21,84bc
GA+FP	0,13d	0,25c	0,13c	13,40a	10,30a	8,44a	27,53c	24,48c	21,31bc

GA+CR	0,13d	0,13c	0,00c	11,85a	10,58a	9,37a	25,48c	24,08c	22,24bc
GA+BR+LE	2,00c	2,50b	2,00c	14,35a	10,50a	7,49ab	38,23b	31,75b	24,49b
Cerrado	11,38a	11,42a	11,33a	12,45a	5,25b	5,55b	68,07a	51,32a	46,62a
Época 1	2,93a	2,83a	3,08a	12,12a	8,61a	7,17a	35,79a	29,32a	26,14a
Época 2	3,03a	3,10a	3,19a	10,66a	9,09a	7,78a	32,16a	29,25a	25,66a
Teste F									
Trat	106,28*	131,0*	212,78*	6,10*	29,86*	8,72*	105,25*	97,61*	113,70*
Ép	0,08 ^{ns}	0,71 ^{ns}	0,20 ^{ns}	1,88 ^{ns}	1,45 ^{ns}	1,29 ^{ns}	6,62*	0,01 ^{ns}	0,38 ^{ns}
Trat*Ép	0,09 ^{ns}	0,29 ^{ns}	0,70 ^{ns}	0,74 ^{ns}	1,53 ^{ns}	0,57 ^{ns}	1,17 ^{ns}	1,58 ^{ns}	0,05 ^{ns}
CV (%)	40,82	36,54	27,75	32,55	15,80	24,60	14,39	11,18	10,55
MG	2,98	2,97	3,14	11,39	8,85	7,47	33,97	29,28	25,90

Médias seguidas por letras distintas na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5 % de probabilidade. GA+FP= Gonçalo-alves+Feijão-de-porco (*Canavalia ensiformis*); GA+C= Gonçalo-alves+Crotalária (*Crotalária juncea*); GA+BR +LE = Gonçalo-alves+Braquiária+ lodo de esgoto. Tabela 7. Valores de F, teores médios de Al e valores médios de SB e CTC nas camadas de 0,0-0,05, 0,05-0,10 e 0,10-0,20 m dos tratamentos e das épocas de coleta de solo. Selvíria – MS, 2014. Table 7. F values, average contents of Al and average values of SB and CTC in layers of 0.0-0.05, 0.05-0.10 and 0.10-0.20 m of treatment and the seasons solo collection. Selvíria – MS, 2014.

A calagem, segundo Natale et al. (2007), propicia o aumento do pH, fornecimento de Ca e Mg para o solo, neutralização do Al trocável, alterações na CTC efetiva e na disponibilização de micronutrientes, podendo elevar os teores foliares de Ca e Mg. Outros estudos têm demonstrado que há correlações positivas entre pH e valores de P, Ca, Mg, K, SB, CTC e V% do solo, e negativas com a saturação de Al, que corresponde ao cátion trocável predominante em grande parte dos solos estudados (ABREU JÚNIOR et al., 2003).

Para os teores de matéria orgânica foi observada a superioridade da mata nativa de cerrado sobre os demais tratamentos (Tabela 8). Isso muito se deve à grande produção de serrapilheira na mata nativa, a qual fornece grande quantidade de material orgânico ao solo aumentando, conseqüente, as atividades biológicas de decomposição e deslocamento desse material entre as camadas do perfil do solo.

Trat	MO (g dm ⁻³)			V (%)			m (%)		
	Profundidade (m)								
	0,0 – 0,05	0,05 – 0,10	0,10 – 0,20	0,0 – 0,05	0,05 – 0,10	0,10 – 0,20	0,0 – 0,05	0,05 – 0,10	0,10 – 0,20
Solo degradado	8,38c	7,88c	8,38bc	24,85c	29,75b	15,38c	66,50a	54,88b	57,63a
GA	9,13c	8,38c	7,88c	46,25a _b	49,50a	41,75a	0,00d	0,00d	0,00c
GA+FP	10,75c	9,25c	8,25c	47,75a	44,25a	39,00a	1,00d	2,00d	0,00c
GA+CR	9,63c	9,13c	8,13c	46,25a _b	44,00a	41,88a	1,00d	1,00d	0,00c
GA+BR+LE	17,50b	12,25b	9,50b	36,38b	33,13b	30,63b	27,25c	17,13c	20,63b

Cerrado	28,83a	21,25a	17,29a	17,79c	12,00c	11,58c	52,63b	70,71a	63,67a
Época 1	15,56a	11,88a	10,22a	36,26a	36,26a	29,03a	24,71a	24,44a	24,64a
Época 2	12,51b	10,83b	9,58b	36,83a	36,83a	31,04a	24,75a	24,17a	22,67a
Teste F									
Trat	82,49*	104,37*	170,49*	24,13*	76,32*	57,99*	457,90*	471,88*	195,32*
Ép	18,04*	6,58*	7,78*	0,07 ^{ns}	0,00 ^{ns}	1,93 ^{ns}	0,00 ^{ns}	0,06 ^{ns}	1,28 ^{ns}
Trat*Ép	1,71 ^{ns}	0,79 ^{ns}	1,59 ^{ns}	1,00 ^{ns}	1,44 ^{ns}	0,38 ^{ns}	1,08 ^{ns}	0,83 ^{ns}	0,63 ^{ns}
CV (%)	17,68	12,39	8,01	19,95	12,50	16,72	15,61	16,54	25,51
MG	14,04	11,35	9,90	36,55	35,44	30,03	24,73	24,31	23,65

Médias seguidas por letras distintas na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5 % de probabilidade. GA+FP= Gonçalo-alves+Feijão-de-porco (*Canavalia ensiformis*); GA+C= Gonçalo-alves+Crotalária (*Crotalaria juncea*); GA+BR +LE = Gonçalo-alves+Braquiária+ lodo de esgoto.

Tabela 8. Valores de F e teores médios de MO, V% e m% nas camadas de 0,0-0,05, 0,05-0,10 e 0,10-0,20 m dos tratamentos e das épocas de coleta de solo. Selvíria – MS, 2014.

Table 8. Values of F and average contents of MO, V% and m% in layers of 0.0-0.05, 0.05-0.10 and 0.10-0.20 m of treatments and collection times of soil. Selvíria – MS, 2014.

Dentre os tratamentos implantados para a recuperação do solo destacou-se o GA+BR+LE (Tabela 8). A alta produtividade de biomassa vegetal da braquiária, tanto da parte aérea quanto radicular, proporciona o aumento da atividade macro e microbiota edáfica. Silva et al. (2007), trabalhando com diferentes coberturas de solo, verificaram que há influência do tipo de cobertura sobre os atributos biológicos do solo, uma vez que são alterados fatores como umidade e temperatura do ambiente edáfico.

Na comparação entre as épocas de coleta para os tratamentos em todas as profundidades, observou-se, de modo geral, a diminuição dos teores de matéria orgânica (Tabela 8). Esse fato está, provavelmente, ligado às condições climáticas nas épocas das coletas, pois a quantidade e a qualidade do material que se deposita no solo sofrem efeito direto do tipo de vegetação e das condições ambientais, alterando a heterogeneidade da microbiota e a taxa de decomposição dos materiais (MOREIRA & SIQUEIRA, 2002).

Assim, infere-se que, devido à segunda época de coleta ter sido realizada no período da seca, a falta de água interferiu nas atividades da macro e da microbiota edáfica, causando diminuição da velocidade de produção, decomposição e movimentação da serrapilheira nas camadas do solo e, conseqüentemente, dos teores de matéria orgânica nessas camadas.

Outro fator relevante para a diminuição da matéria orgânica foi a sazonalidade de oferta de substrato para a biota do solo. Com a roçagem das coberturas realizada ao final da estação chuvosa, estima-se que houve altas taxas de atividade biológica, resultando na mineralização deste substrato (FERREIRA et al., 2007). Por fim observa-se diminuição nos estoques de matéria orgânica, que continua a ser mineralizada, uma vez que não foram feitos novos aportes pela adição de material vegetal.

Os demais tratamentos, constituídos pela espécie nativa e sua combinação à crotalária e ao feijão-de-porco, tiveram teores de matéria orgânica muito próximos ao solo exposto (Tabela 8). Esse resultado pode ser consequência da baixa quantidade de material fornecido pelos adubos verdes, os quais tiveram desenvolvimento de fitomassa muito abaixo do seu potencial, devido às condições edafoclimáticas.

Os atributos químicos do solo apresentaram pequena variação após 6 meses da aplicação de biochar, contrariando resultados obtidos em outros estudos, os quais apontam a eficiência do carvão vegetal em aumentar a produção de biomassa das plantas por meio da disponibilização e do aumento de nutrientes no solo (LEHMANN et al., 2003; 2003a).

4-CONCLUSÕES

As características químicas de um solo degradado podem ser influenciadas positivamente em longo prazo com a introdução de lodo de esgoto e em curto prazo com a incorporação do biochar, aumentando a disponibilidade de nutrientes como o fósforo e o potássio, respectivamente. Desta forma, destaca-se que essas práticas são passíveis de utilização visando a recuperação de áreas submetidas à severa degradação por atividades antrópicas.

REFERÊNCIAS

ABREU JÚNIOR, C. H.; MURAOKA, T.; LAVORANTE, A. F. **Relationship between acidity and chemical properties of Brazilian soils**. Scientia Agricola, v.60, p.337-343, 2003.

ADELI, A.; SISTANI, K.R.; ROWE, D.E.; TEWOLDE, H. **Effects of broiler litter applied to no-till and tillage cotton on selected soil properties**. Soil Science Society of America Journal, v.71, p. 974-983, 2007.

ALVES, M. C.; SOUZA, Z. M. D. **Recuperação do subsolo em área de empréstimo usada para construção de hidrelétrica**. Revista Ciência Agronômica, v.42, n.2, p.301-309, 2011.

BIANCO, S.; TONHAO, M. A. R.; PITELLI, R. A. **Crescimento e nutrição mineral de capim-braquiária**. Planta Daninha, v. 23, n. 3, p. 423-428, 2005.

BOATENG, S.A.; ZICKERMANN, J.; KORNAHRENS, M. **Poultry manure effect on growth and yield of maize**. West African Journal of Applied Ecology, v.9, n.1, p.1-11, 2006.

CARVALHO, F. G.; BURITY, H. A.; DA SILVA, V. N.; DA SILVA, A. J. N. **Efeito sazonal e de sistemas de manejo com pastagens de *Brachiaria decumbens* Stapf sobre as características químicas num Argissolo Vermelho Amarelo.** *Acta Scientiarum Agronomy*, v. 29, n.1, p.1-7, 2007.

CORRÊA, J. C., MAUAD, M., & ROSOLEM, C. A. **Fósforo no solo e desenvolvimento de soja influenciados pela adubação fosfatada e cobertura vegetal.** *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.39, n.12, p.1231-1237, 2004.

COSTA, A.M.; BORGES, E.N.; SILVA, A.A.; NOLLA, A.; GUIMARÃES, E.C. **Potencial de recuperação física de um Latossolo Vermelho, sob pastagem degradada, influenciado pela aplicação de cama de frango.** *Revista Ciência e Agrotecnologia*, v. 33, n. spe, p. 1991-1998, 2009.

DEMATTÊ, J.L.I. **Levantamento detalhado dos solos do "Campus Experimental de Ilha Solteira".** Piracicaba: Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 1980. p.11-31.

DIM, V. P.; CASTRO, J. G. D.; ALEXANDRINO, E.; SANTOS, A. C. D.; SILVA NETO, S. P. **Fertilidade do solo e produtividade de capim mombaça adubado com resíduos sólidos de frigorífico.** *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, v. 11, n. 2, p. 303-316, 2010.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA- EMBRAPA. **Manual de métodos de análise de solo.** 2. ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA/CNPSO, 1997. 212 p.

FERREIRA, E. A. B.; RESCK, D. V. S.; GOMES, A. C.; RAMOS, M. L. G. **Dinâmica do carbono da biomassa microbiana em cinco épocas do ano em diferentes sistemas de manejo do solo no cerrado.** *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.31, n.6, p.1625-1325, 2007.

FRAVET, P. R. F.; SOARES, R. A. B.; LANA, R. M. Q.; LANA, A. M. Q.; KORNDÖRFER, G. H. **Efeito de doses de torta de filtro e modo de aplicação sobre a produtividade e qualidade tecnológica da soqueira de cana-de-açúcar.** *Revista Ciência e Agrotecnologia*, v. 34, n. 3, p. 618-624, 2010.

LEHMANN, J.; KERN, D. C.; GERMAN, L. A.; MCCANN, J.; MARTINS, G. C.; MOREIRA, A. **Soil Fertility and Production Potential.** In Lehmann, J.; Kern, D.C.; Glaser, B.; Woods, W. I. (eds) *Amazonian Dark Earths: Origin, Properties, Management*, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, The Netherlands, 2003b. p. 105-124.

LEHMANN, J.; SILVA, J. P. DA; STEINER, C.; NEHLS, T.; ZECH, W.; GLASER, B. **Nutrient availability and leaching in an archaeological Anthrosol and a Ferralsol of the**

Central Amazon basin: fertilizer, manure and charcoal amendments. Plant and Soil, The Hague, v. 249, n. 2, p. 343-357, 2003a.

MADARI, B. E.; CUNHA, T. J. F.; NOVOTNY, E. H.; MILORI, D. M.B. P.; MARTIN NETO, L.; BENITES, V. M.; COELHO, M. R.; SANTOS, G. A. **Matéria orgânica dos solos antrópicos da Amazônia (terra preta de índio). Suas características e papel na sustentabilidade da fertilidade do solo.** Em: As terras pretas de índio da Amazônia: sua caracterização e uso deste conhecimento na criação de novas áreas. Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus. p.172-188. 2009.

MODESTO, P. T.; SCABORA, M. H.; COLODRO, G.; MALTONI, K. L.; CASSIOLATO, A. M. R. **Alterações em algumas propriedades de um Latossolo degradado com uso de lodo de esgoto e resíduos orgânicos.** Revista Brasileira de Ciência do Solo, v. 33, n. 5, p. 1489-1498, 2009.

MORAES, M. T.; SILVA, V. R.; ARNUTI, F. **Resíduos líquidos de efluentes de agroindústria de carnes na produtividade do girassol.** Enciclopédia Biosfera, v. 8, n. 14, p. 843-853, 2012.

MOREIRA, F.M.S.; SIQUEIRA, J.O. **Microbiologia e bioquímica do solo.** Lavras, Universidade Federal de Lavras, 2002. 625p.

NATALE, W.; PRADO, R. M.; ROZANE, D. E.; ROMUALDO, L. M. **Efeitos da calagem na fertilidade do solo e na nutrição e produtividade da goiabeira.** Revista Brasileira de Ciência do Solo, v.31, p.1475-1485, 2007.

NÓBREGA, Í. P. C. **Efeitos do biochar nas propriedades físicas e químicas do solo: sequestro de carbono no solo.** 2011. 46p. Dissertação de Mestrado - Instituto Superior de Agronomia, Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa, 2011.

RAIJ, B. V.; ANDRADE, J. C.; CANTARELLA, H.; J. A. QUAGGIO. **Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais.** Campinas: IAC. 2001.

SANTOS, H. G.; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C.; OLIVEIRA, V. A.; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A.; CUNHA, T. J. F.; OLIVEIRA, J. B. **Sistema brasileiro de classificação de solos.** 3. ed. rev. e ampl. Brasília, DF: Embrapa, 2013. 353 p.

SILVA, M. B.; KLIEMANN, H. J.; DA SILVEIRA, P. M.; LANNA, A. C. **Atributos biológicos do solo sob influência da cobertura vegetal e do sistema de manejo.** Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 42, n. 12, p. 1755-1761, 2007.

SOUSA, D. M. G.; LOBATO, E. **Cerrado: correção do solo e adubação.** Planaltina: EMBRAPA Cerrados, 2004, 416p.

SUZUKI, L.G.A.S. & ALVES, M.C. **Propriedades químicas de um solo em recuperação tratado com diferentes fontes de matéria orgânica.** In: SIMPÓSIO NACIONAL DE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS, 6.; CONGRESSO LATINO-AMERICANO SOBRE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS, Curitiba, 2005. Anais. Curitiba, UFPR / Fundação de Pesquisas Florestais do Paraná, Sociedade Brasileira de Recuperação de Áreas Degradadas, 2005. p.1-13.

VALADÃO, C. A.; MAAS, K. D. B.; WEBER, O. L. S. VALADÃO JÚNIOR, D. D.; SILVA, T. J. **Variação nos atributos do solo em sistemas de manejo com adição de cama de frango.** Revista Brasileira de Ciência do Solo, v. 35, n. 6, p. 2073-2082, 2011.

ABSTRACT: This study aimed at evaluating changes in soil's chemical attributes, promoted by the addition of biochar and sewage sludge in area with soil degraded by the top layer removing to build hydroelectric plant, in the recovery process with cover crops, native tree species and residual from the application of sewage sludge. The study design was set in a randomized block design with factorial 6x2, six treatments (T1 - Solo exposed, T2 - Goncalo alves-(*Astronium fraxinifolium* Schott) + biochar, T3 - Goncalo alves-(*Astronium fraxinifolium* Schott) + (*Crotalaria juncea*) + biochar, T4 - Goncalo alves-(*Astronium fraxinifolium* Schott) + bean-to-pig (*Canavalia ensiformis*); T5 - Goncalo alves-(*Astronium fraxinifolium* Schott) and sewage sludge (60 t ha⁻¹) + *Urochloa* (Syn . *Brachiaria*) *decumbens*; T6 - Native Forest Cerrado) and two seasons of soil collection. Soil samples were collected in three layers (0.00-0.05, 0.05-0.10 and 0.10-0.20 m), in which we determined the levels of P, K, Ca, Mg and Al and levels of pH, Al+H, SB, CTC, m% V%. There was an increase in K content in the layer of 0.05-0.10 m depending on the application of biochar, which had no effect on the other variables. The application of sewage sludge on degraded soil and the management of this area with *brachiaria* increased phosphorus content in the soil.

KEYWORDS: biofertilizer, borrow area, agro-industrial waste.

Agência Brasileira do ISBN
ISBN 978-85-93243-66-0



9 788593 243660