

**FRAÇÃO ORGÂNICA DE BIOSSÓLIDOS E EFEITO NO ESTOQUE DE
CARBONO E QUALIDADE DA MATÉRIA ORGÂNICA DE UM LATOSSOLO
CULTIVADO COM EUCALIPTO**

CRISTIANO ALBERTO DE ANDRADE

Tese apresentada à Escola Superior de
Agricultura "Luiz de Queiroz",
Universidade de São Paulo, para
obtenção do título de Doutor em
Agronomia, Área de Concentração:
Solos e Nutrição de Plantas.

PIRACICABA

Estado de São Paulo – Brasil

Abril - 2004

**FRAÇÃO ORGÂNICA DE BIODISSÓLIDOS E EFEITO NO ESTOQUE DE
CARBONO E QUALIDADE DA MATÉRIA ORGÂNICA DE UM LATOSSOLO
CULTIVADO COM EUCALIPTO**

CRISTIANO ALBERTO DE ANDRADE

Engenheiro Agrônomo

Orientador: Prof. Dr. CARLOS CLEMENTE CERRI

Tese apresentada à Escola Superior de
Agricultura "Luiz de Queiroz",
Universidade de São Paulo, para
obtenção do título de Doutor em
Agronomia, Área de Concentração:
Solos e Nutrição de Plantas.

P I R A C I C A B A

Estado de São Paulo – Brasil

Abril - 2004

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
DIVISÃO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - ESALQ/USP**

Andrade, Cristiano Alberto de

Fração orgânica de biossólidos e efeito no estoque de carbono e qualidade da matéria orgânica de um latossolo cultivado com eucalipto / Cristiano Alberto de Andrade. - - Piracicaba, 2004.

121 p.

Tese (doutorado) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 2004.
Bibliografia.

1. Biossólidos 2. Carbono 3. Eucalipto 4. Latossolo 5. Lodo de esgoto 6.
Matéria orgânica do solo 7. Química do solo 8. Solos (Qualidade) I. Título

CDD 628.3

“É preferível arriscar coisas grandiosas, alcançar triunfos e glórias, mesmo expondo-se à derrota, do que formar fila com os pobres de espírito que não gozam muito e nem sofrem muito, porque vivem na penumbra obscura e cinzenta dos que não conhecem nem a vitória, nem a derrota”

(Paulo Nogueira de Camargo e Ody Silva, 1975)

Aos meus pais Antonio e Rute, e ao meu irmão Cassio, por me mostrarem, desde muito cedo, o verdadeiro sentido da palavra família,

OFEREÇO

À Ana,

pelo apoio irrestrito na concretização de minhas aspirações, pela sabedoria e cumplicidade, enfim, pelo toque adicional de felicidade em minha vida,

DEDICO

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. Carlos Clemente Cerri, pela orientação, voto de confiança e amizade, meu muito obrigado;

À Prof. Dra. Maria Emilia Mattiazzi, pela convivência agradável de dez anos, construída com trabalho, companheirismo e amizade;

Ao meu “fiel escudeiro” Claudeir de Oliveira, pela amizade e pelo esforço intenso para realização deste trabalho;

Aos meus tios Bolivar e Rosimeire, e aos meus primos Evandro e Elaine, pelo apoio;

Aos companheiros Marcelino Guedes, Marcelo Alves e Janaina do Carmo, pela sincera amizade e pelas conversas sábias ao longo desses anos;

Aos amigos de ontem e de hoje, Roberto Konno, Pedro Plese, Luciano Vaz, Dauton Cappi, Alex Paulus e Tatiane, com quem dividi momentos alegres na vida em república;

Aos estagiários Fernando Limonge, André Luis, Matheus Bayer e Vítor pelo auxílio em algumas etapas do trabalho e, sobretudo, pela amizade;

Aos alunos de graduação Camila Cenciani e Diléia dos Santos, com que tive a agradável oportunidade de trabalhar;

Aos amigos que conheci no Departamento de Química da ESALQ/USP, Adriana, Édna, Fábio Prata, Fernando, Tadeu, Genelício, Barizon, Paula Parcker, Paula Prezzotto, Marta, Márcio, Letícia, Lúcia, Fabiana, Susian, Estêvão e Jonas, meu muito obrigado;

Às pesquisadoras Dra. Marisa C. Piccolo e Dra. Brigitte Feighl, e aos amigos Norberto, Caio, Karine, Marcelo e Lavres, que participam ou participaram do grupo de trabalho de Rondônia, pelos momentos alegres e pelos ensinamentos de grupo;

Ao Prof. Dr. Fábio Poggiani, pela amizade e pela chance de novamente integrar o grupo de pesquisa do Projeto SABESP;

Ao Prof. Dr. Ricardo Ferraz de Oliveira, pela consideração e oportunidade de trabalharmos juntos;

Aos técnicos do Laboratório de Biogeoquímica Ambiental do CENA/USP, Luiz Hiroshi, Lílian, Sandra e Dagmar, pelos laços de amizade criados e pelo apoio nas análises;

Ao Dr. Adibe Luiz Abdalla do Laboratório de Nutrição Animal do CENA/USP, pelo apoio nas análises;

À técnica de laboratório Regina Peçanha, pelo atendimento sempre gentil, pelo esforço e dedicação na realização das análises;

Ao Dr. Jean Ometto, do Laboratório de Ecologia Isotópica do CENA/USP, pela amizade, pelo apoio técnico nas análises e, sobretudo, pelo caráter profissional que todo pesquisador público deve ter;

Às secretárias Nancy, Mara, Angélica, Armelinda e Ana, por “me socorrerem” sempre que necessário, com sorriso nos lábios;

Às bibliotecárias Eliana e Silvia, pela atenção e atendimento na revisão deste trabalho;

À Coordenação do Curso de Pós-Graduação em Solos e Nutrição de Plantas da ESALQ/USP, pela oportunidade concedida;

À CAPES, pela concessão de três anos de bolsa para o cumprimento dessa etapa;

A todos os amigos do curso de Pós-Graduação da ESALQ, pelos momentos alegres e ensinamentos ao longo desses anos;

A todos os brasileiros pagadores de impostos, principalmente aqueles financeiramente menos favorecidos, que muitas vezes sem dinheiro para financiar os estudos de seus próprios filhos, concederam a este “estranho” a oportunidade de cursar uma UNIVERSIDADE PÚBLICA, meus sinceros agradecimentos.

SUMÁRIO

| | Páginas |
|--|---------|
| RESUMO..... | viii |
| SUMMARY..... | xi |
| 1 INTRODUÇÃO..... | 1 |
| 2 REVISÃO DE LITERATURA..... | 3 |
| 2.1 Uso agrícola de bioossólidos..... | 3 |
| 2.2 Fração orgânica de bioossólidos e degradação no solo..... | 6 |
| 2.3 Capacidade de troca catiônica de bioossólidos e solos tratados..... | 12 |
| 2.4 Estoques de carbono em solos tratados com bioossólidos e qualidade da matéria orgânica do solo..... | 14 |
| 3 COMPOSIÇÃO QUÍMICA DA MATÉRIA ORGÂNICA DE BIOSSÓLIDOS E RELAÇÃO COM A DEGRADAÇÃO APÓS APLICAÇÃO NO SOLO..... | 17 |
| Resumo..... | 17 |
| Summary..... | 18 |
| 3.1 Introdução..... | 20 |
| 3.2 Material e Métodos..... | 22 |
| 3.2.1 Solo..... | 22 |
| 3.2.2 Bioossólidos..... | 23 |
| 3.2.3 Caracterização química da matéria orgânica dos bioossólidos..... | 25 |
| 3.2.4 Experimento para avaliação da degradação dos bioossólidos..... | 27 |
| 3.2.5 Forma de análise dos resultados..... | 27 |
| 3.3 Resultados e discussão..... | 31 |
| 3.3.1 Caracterização química da matéria orgânica dos bioossólidos..... | 31 |
| 3.3.1.1 Carbono, nitrogênio e fósforo..... | 31 |

| | Páginas |
|---|---------|
| 3.3.1.2 Fracionamento químico do carbono..... | 35 |
| 3.3.1.3 Compostos orgânicos..... | 37 |
| 3.3.2 Degradação da matéria orgânica dos biossólidos..... | 42 |
| 3.3.2.1 Carbono emanado na forma de CO ₂ | 42 |
| 3.3.2.2 Taxa de degradação da matéria orgânica dos biossólidos..... | 44 |
| 3.3.2.3 Cinética química da degradação da matéria orgânica..... | 46 |
| 3.3.3 Relação entre degradação e composição química da matéria orgânica dos biossólidos..... | 49 |
| 3.4 Conclusões..... | 58 |
| 4 ESTOQUE DE CARBONO E QUALIDADE DA MATÉRIA ORGÂNICA DE UM LATOSSOLO TRATADO COM BIOSSÓLIDO E SOB CULTIVO DE EUCALIPTO..... | 60 |
| Resumo..... | 60 |
| Summary..... | 61 |
| 4.1 Introdução..... | 63 |
| 4.2 Material e Métodos..... | 65 |
| 4.2.1 Local de estudo..... | 65 |
| 4.2.2 Detalhes do experimento..... | 66 |
| 4.2.3 Amostragem do solo e análises químicas..... | 67 |
| 4.2.4 Forma de análise dos resultados..... | 69 |
| 4.3 Resultados e discussão..... | 70 |
| 4.3.1 Teores de carbono e nitrogênio no solo..... | 70 |
| 4.3.2 Estoques de carbono e nitrogênio no solo..... | 75 |
| 4.3.3 Frações do carbono orgânico do solo..... | 78 |
| 4.3.4 Compostos orgânicos..... | 82 |
| 4.3.5 Capacidade de troca catiônica (CTC)..... | 90 |
| 4.4 Conclusões..... | 94 |
| 5 CONCLUSÕES GERAIS..... | 95 |
| REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... | 96 |
| APÊNDICES..... | 114 |

FRAÇÃO ORGÂNICA DE BIODSÓLIDOS E EFEITO NO ESTOQUE DE CARBONO E QUALIDADE DA MATÉRIA ORGÂNICA DE UM LATOSSOLO CULTIVADO COM EUCALIPTO

Autor: CRISTIANO ALBERTO DE ANDRADE

Orientador: Prof. Dr. CARLOS CLEMENTE CERRI

RESUMO

O presente trabalho teve como objetivo caracterizar o processo de decomposição da fração orgânica de biossólidos, após aplicação no solo, correlacionando com a composição química inicial da matéria orgânica (MO) dos resíduos. Também foi objetivo, quantificar, no campo, o efeito de um biossólido alcalino na MO de um Latossolo cultivado com eucalipto, após cinco anos da aplicação de doses do resíduo ou de fertilizantes minerais. A degradação da MO de biossólidos foi avaliada por meio da incubação de misturas de solo e cinco biossólidos, em dose correspondente a 40 t ha⁻¹, com quantificação do CO₂ emitido durante um período de 70 dias. Os biossólidos foram escolhidos em função de diferenças no sistema de tratamento de esgotos e/ou condicionamento químico para desidratação e/ou etapa complementar visando melhor adequação ao uso agrícola: BAC - biossólido anaeróbico condicionado com cal e cloreto férrico e desidratado mecanicamente; BAP - biossólido anaeróbico condicionado com polímero sintético e desidratado mecanicamente; BAS - biossólido anaeróbico seco termicamente; BLP = biossólido proveniente de lagoas de estabilização, condicionado com polímero sintético e desidratado mecanicamente; e CL - composto de

lodo de esgoto obtido por compostagem em pilhas aeradas após mistura do BLP com bagaço de cana-de-açúcar e restos de poda urbana. A MO dos biossólidos foi analisada quanto aos teores totais, orgânicos e inorgânicos de C, N e P; teor de carbono solúvel em água; frações do carbono orgânico em função de graus de oxidação; e teores de açúcares solúveis, proteína bruta, lipídeos, hemicelulose, celulose, lignina, taninos e fenóis. Em todos os biossólidos o C e o N predominaram em compostos orgânicos, enquanto que a partição do P, entre compostos orgânicos e inorgânicos, foi função do tratamento dos esgotos e/ou condicionamento para desidratação. As taxas de degradação dos biossólidos foram, de modo geral, baixas e os menores valores foram observados para o BLP e o CL, provavelmente devido a maior estabilidade da MO desses resíduos. Em todos os biossólidos houve expressiva participação do compartimento protéico como constituinte da MO, apresentando valores médios entre 25 e 46 % do total de MO. A proteína bruta foi o parâmetro que melhor correlacionou com a taxa de degradação dos biossólidos ao final de 70 dias de incubação ($r = 0,999$ e Prob. > t inferior a 10^{-4}), sendo promissora sua utilização no sentido de previsão da degradação da MO de biossólidos após aplicação no solo. O estudo de caso, no campo, foi desenvolvido em área com *Eucalyptus grandis* plantado em março de 1998 e fertilizado, quatro meses depois, com biossólido ou fertilizantes minerais. Os tratamentos avaliados foram: (i) Controle; (ii) Fertilização Mineral com N, P, K, B e Zn (Fert. Mineral) ; (iii) 10 t ha^{-1} de biossólido + K (10 t há^{-1}); (iv) 20 t ha^{-1} de biossólido + K (20 t ha^{-1}); e (v) 40 t ha^{-1} de biossólido + K (40 t ha^{-1}). Em setembro de 2003 foram coletadas amostras de solo das camadas 0-5, 5-10, 10-20, 20-30 e 30-60 cm. Em todas as amostras foram determinados os teores totais de C e N e a densidade aparente. Nas amostras coletadas até 20 cm de profundidade, foram feitas determinações de pH, frações de C-orgânico por graus de oxidação, teores de alguns compostos orgânicos (açúcares solúveis, proteína bruta, lipídeos, hemicelulose, celulose e lignina), CTC a pH 7,0 e CTC ao pH natural. Os resultados praticamente não evidenciaram alterações na MO do solo, após cinco anos da aplicação do biossólido ou de fertilizantes minerais. Os estoques médios de C e N, até 60 cm de profundidade, foram iguais a 92,86 e $4,41 \text{ t ha}^{-1}$, respectivamente. Cerca de 50 % do total de C esteve no compartimento denominado lábil, o que é típico de

Gracias por visitar este Libro Electrónico

Puedes leer la versión completa de este libro electrónico en diferentes formatos:

- HTML(Gratis / Disponible a todos los usuarios)
- PDF / TXT(Disponible a miembros V.I.P. Los miembros con una membresía básica pueden acceder hasta 5 libros electrónicos en formato PDF/TXT durante el mes.)
- Epub y Mobipocket (Exclusivos para miembros V.I.P.)

Para descargar este libro completo, tan solo seleccione el formato deseado, abajo:

