

**RAISSA RACHEL SALUSTRIANO DA SILVA-MATOS
LÍDIA FERREIRA MORAES
FABÍOLA LUZIA DE SOUSA SILVA
(ORGANIZADORAS)**

DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA CIENTÍFICA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO NA AGRONOMIA

3

**RAISSA RACHEL SALUSTRIANO DA SILVA-MATOS
LÍDIA FERREIRA MORAES
FABÍOLA LUZIA DE SOUSA SILVA
(ORGANIZADORAS)**

DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA CIENTÍFICA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO NA AGRONOMIA

3

Editora chefe

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Editora executiva

Natalia Oliveira

Assistente editorial

Flávia Roberta Barão

Bibliotecária

Janaina Ramos

Projeto gráfico

Bruno Oliveira

Camila Alves de Cremona

Daphynny Pamplona

Luiza Alves Batista

Natália Sandrini de Azevedo

Imagens da capa

iStock

Edição de arte

Luiza Alves Batista

2022 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do texto © 2022 Os autores

Copyright da edição © 2022 Atena Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.

Open access publication by Atena Editora



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição Creative Commons. Atribuição-Não-Comercial-Não-Derivativos 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0).

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores, inclusive não representam necessariamente a posição oficial da Atena Editora. 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.

Todos os manuscritos foram previamente submetidos à avaliação cega pelos pares, membros do Conselho Editorial desta Editora, tendo sido aprovados para a publicação com base em critérios de neutralidade e imparcialidade acadêmica.

A Atena Editora é comprometida em garantir a integridade editorial em todas as etapas do processo de publicação, evitando plágio, dados ou resultados fraudulentos e impedindo que interesses financeiros comprometam os padrões éticos da publicação. Situações suspeitas de má conduta científica serão investigadas sob o mais alto padrão de rigor acadêmico e ético.

Conselho Editorial**Ciências Agrárias e Multidisciplinar**

Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano

Profª Drª Amanda Vasconcelos Guimarães – Universidade Federal de Lavras

Profª Drª Andrezza Miguel da Silva – Universidade do Estado de Mato Grosso

Prof. Dr. Arinaldo Pereira da Silva – Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará

Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás

Profª Drª Carla Cristina Bauermann Brasil – Universidade Federal de Santa Maria



Prof. Dr. Cleberton Correia Santos – Universidade Federal da Grande Dourados
Prof^o Dr^a Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia
Prof. Dr. Écio Souza Diniz – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Dr. Edevaldo de Castro Monteiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Fágner Cavalcante Patrocínio dos Santos – Universidade Federal do Ceará
Prof^o Dr^a Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Guilherme Renato Gomes – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Jael Soares Batista – Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Prof. Dr. Jayme Augusto Peres – Universidade Estadual do Centro-Oeste
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof^o Dr^a Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa
Prof^o Dr^a Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Renato Jaqueto Goes – Universidade Federal de Goiás
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Prof^o Dr^a Talita de Santos Matos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Tiago da Silva Teófilo – Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas



Desenvolvimento da pesquisa científica, tecnologia e inovação na agronomia 3

Diagramação: Camila Alves de Cremo
Correção: Maiara Ferreira
Indexação: Amanda Kelly da Costa Veiga
Revisão: Os autores
Organizadores: Raissa Rachel Salustriano da Silva-Matos
Lídia Ferreira Moraes
Fabiola Luzia de Sousa Silva

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

D451 Desenvolvimento da pesquisa científica, tecnologia e inovação na agronomia 3 / Organizadoras Raissa Rachel Salustriano da Silva-Matos, Lídia Ferreira Moraes, Fabiola Luzia de Sousa Silva. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2022.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-258-0377-7

DOI: <https://doi.org/10.22533/at.ed.777222306>

1. Agronomia. 2. Tecnologia. 3. Inovação. I. Silva-Matos, Raissa Rachel Salustriano da (Organizadora). II. Moraes, Lídia Ferreira (Organizadora). III. Silva, Fabiola Luzia de Sousa (Organizadora). IV. Título.

CDD 630

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

Atena Editora

Ponta Grossa – Paraná – Brasil

Telefone: +55 (42) 3323-5493

www.atenaeditora.com.br

contato@atenaeditora.com.br



Atena
Editora
Ano 2022

DECLARAÇÃO DOS AUTORES

Os autores desta obra: 1. Atestam não possuir qualquer interesse comercial que constitua um conflito de interesses em relação ao artigo científico publicado; 2. Declaram que participaram ativamente da construção dos respectivos manuscritos, preferencialmente na: a) Concepção do estudo, e/ou aquisição de dados, e/ou análise e interpretação de dados; b) Elaboração do artigo ou revisão com vistas a tornar o material intelectualmente relevante; c) Aprovação final do manuscrito para submissão; 3. Certificam que os artigos científicos publicados estão completamente isentos de dados e/ou resultados fraudulentos; 4. Confirmam a citação e a referência correta de todos os dados e de interpretações de dados de outras pesquisas; 5. Reconhecem terem informado todas as fontes de financiamento recebidas para a consecução da pesquisa; 6. Autorizam a edição da obra, que incluem os registros de ficha catalográfica, ISBN, DOI e demais indexadores, projeto visual e criação de capa, diagramação de miolo, assim como lançamento e divulgação da mesma conforme critérios da Atena Editora.



DECLARAÇÃO DA EDITORA

A Atena Editora declara, para os devidos fins de direito, que: 1. A presente publicação constitui apenas transferência temporária dos direitos autorais, direito sobre a publicação, inclusive não constitui responsabilidade solidária na criação dos manuscritos publicados, nos termos previstos na Lei sobre direitos autorais (Lei 9610/98), no art. 184 do Código Penal e no art. 927 do Código Civil; 2. Autoriza e incentiva os autores a assinarem contratos com repositórios institucionais, com fins exclusivos de divulgação da obra, desde que com o devido reconhecimento de autoria e edição e sem qualquer finalidade comercial; 3. Todos os e-book são *open access*, *desta forma* não os comercializa em seu site, sites parceiros, plataformas de *e-commerce*, ou qualquer outro meio virtual ou físico, portanto, está isenta de repasses de direitos autorais aos autores; 4. Todos os membros do conselho editorial são doutores e vinculados a instituições de ensino superior públicas, conforme recomendação da CAPES para obtenção do Qualis livro; 5. Não cede, comercializa ou autoriza a utilização dos nomes e e-mails dos autores, bem como nenhum outro dado dos mesmos, para qualquer finalidade que não o escopo da divulgação desta obra.



APRESENTAÇÃO

O agronegócio brasileiro vem se expandindo cada vez mais, isso se deve ao constante crescimento populacional, com isso tem-se uma demanda maior por alimentos e insumos necessários para os processos produtivos, as importações e exportações também tem a sua influência para tal acontecimento, já que o Brasil se destaca entre os países que mais produzem.

Entretanto, mesmo com toda informação já existente ainda se faz necessário o desenvolvimento de novos estudos, a fim de capacitar e minimizar alguns entraves existentes no sistema de produção, considerando o cenário atual a demanda por informações de boa qualidade é indispensável.

Com isso, o uso de tecnologias, técnicas e pesquisas necessitam estar atreladas na produção agrícola para desde modo obter sucesso e alta produtividade. Com base nisso a obra “Desenvolvimento da pesquisa científica, tecnologia e inovação na agronomia 3” vem com o intuito de trazer aos seus leitores informações essenciais para o sistema agrícola.

Apresentando trabalhos desenvolvidos e resultados concretos, com o objetivo de informatização e capacitação acerca deste setor, oferecendo a possibilidade do leitor de agregar conhecimentos sobre pesquisas desenvolvidas para a agricultura. Pesquisas que buscam contribuir para o aprimoramento dos pequenos, médios e grandes produtores. Desejamos a todos, uma excelente leitura!

Raissa Rachel Salustriano da Silva-Matos

Lídia Ferreira Moraes

Fabiola Luzia de Sousa Silva

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1..... 1

CARACTERIZACIÓN FENOTÍPICA Y MOLECULAR DE LA VARIEDAD DE TRIGO HARINERO BORLAUG 100

José Luis Félix-Fuentes
Guillermo Fuentes-Dávila
Ivon Alejandra Rosas-Jauregui
Juan Manuel Cortes-Jiménez
Alma Angelica Ortiz-Avalos
José Eliseo Ortiz-Enríquez

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.7772223061>

CAPÍTULO 2..... 11

ARMAZENAMENTO E CONSERVAÇÃO DE SEMENTES DE *Sloanea obtusifolia* K. Schum

Taina Lyra da Silva
Khétrin Silva Maciel
Kamilla Antunes Alves
Carlos Eduardo Moraes
Luísa Oliveira Pereira
Maria Fernanda Dourado Martins
Rafael Henrique de Freitas Noronha

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.7772223062>

CAPÍTULO 3..... 19

GERMINAÇÃO DE SEMENTES, INDUÇÃO E ANÁLISE MORFO-HISTOLÓGICA DE CALOS DE *Myrciraria glomerata* (O. Berg) Amshoff

Silvia Correa Santos
Fernanda Pinto
Rodrigo Kelson Silva Rezende
Cláudia Roberta Damiani

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.7772223063>

CAPÍTULO 4..... 38

AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA FIBRA DO ALGODOEIRO IRRIGADO SOB ESTRESSE HÍDRICO

João Henrique Zonta
Ziany Neiva Brandão
Josiane Isabela Silva Rodrigues
Heder Braun
Valdinei Sofiatti

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.7772223064>

CAPÍTULO 5..... 52

CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DE FRUTOS DE MAXIXE DO REINO

Mariana Costa Rampazzo
Fabrício Vieira Dutra

Rita de Cássia Santos Nunes
Gabriela Leite Silva
Adriana Dias Cardoso

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.7772223065>

CAPÍTULO 6..... 58

FITOTOXICIDADE DE RESÍDUOS VEGETAIS NO SOLO E SEU USO EM SEMENTES DE ARROZ

Luiz Augusto Salles das Neves
Kelen Haygert Lencina
Raquel Stefanello

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.7772223066>

CAPÍTULO 7..... 77

IMPACTOS DE PLANTAS DE COBERTURA NOS ATRIBUTOS FÍSICOS DO SOLO

João Pedro Novais Queiroz Guimarães
Rayanne Soeiro da Silva
Gabriel Brom Vilela
Thaise Dantas
Tassila Aparecida do Nascimento de Araújo
Rafaella de Paula Pacheco Noronha
João Batista Medeiros Silva
Maria Ingrid de Souza
Carlos Augusto Reis Carmona Júnior
Jamilly Verônica Santos dos Santos

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.7772223067>

CAPÍTULO 8..... 88

ANÁLISE DE IMAGEM APLICADA AO MONITORAMENTO DA FERRUGEM DA SOJA

Aguinaldo Soares de Oliveira
Alexandra de Oliveira França Hayama

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.7772223068>

CAPÍTULO 9..... 98

DIAGNÓSTICO SOBRE A OCORRÊNCIA DO TEMA CÂNCER NOS CURRÍCULOS DAS UNIVERSIDADES PARANAENSES E UMA PROPOSTA DE CURSO *ONLINE* PARA A FORMAÇÃO INICIAL DE LICENCIANDOS EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

Camila Machado Ferreira Siqueira
Elaine Maria dos Santos
Rosilene Rebeca

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.7772223069>

CAPÍTULO 10..... 105

DESENVOLVIMENTO DE SOFTWARE PARA DETERMINAR AS PRESSÕES EM SILOS MULTICELULAR COM DESCARGA CONCENTRICA E EXCÊNTRICA

Hellen Pinto Ferreira Deckers
Francisco Carlos Gomes

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.77722230610>

CAPÍTULO 11..... 125

RECUPERAÇÃO DE MATÉRIA SECA E MATÉRIA MINERAL DE SILAGEM DE CANA - DE - AÇÚCAR TRATADA COM INOCULANTE E DIFERENTES NÍVEIS DE ADITIVOS QUÍMICOS

João Ribeiro da Costa Neto
Adriely Pereira Amaral
Andreia Santos Cezário
Wallacy Barbacena Rosa dos Santos
Jeferson Corrêa Ribeiro

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.77722230611>

CAPÍTULO 12..... 129

PROSPECÇÃO DE GENÓTIPOS DE AGAVE PARA OBTENÇÃO DE SUCO PARA BIOINSETICIDA

Tarcisio Marcos de Souza Gondim
Joabson Borges de Araújo
Ziany Neiva Brandão
Everaldo Paulo de Medeiros

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.77722230612>

CAPÍTULO 13..... 138

PERDAS QUANTITATIVAS NO ARRANQUIO MECANIZADO DE AMENDOIM NO PONTAL DO TRIÂNGULO MINEIRO

José Augusto Neto da Silva Lima
Rodrigo Silva Alves
Victor Augusto da Costa Escarela
Elivânia Maria Sousa Nascimento
Carlos Alessandro Chioderoli

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.77722230613>

CAPÍTULO 14..... 143

MULTISPECTRAL REFLECTANCE AND GEOSTATISTIC METHODS TO ESTIMATE LEAF NITROGEN CONTENT AND COTTON YIELD

Ziany Neiva Brandão
Célia Regina Grego
Lúcio André de Castro Jorge
Rodolfo Correa Manjolin

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.77722230614>

CAPÍTULO 15..... 155

ESCARIFICAÇÃO E OSMOCONDICIONAMENTO DE SEMENTES DE *Passiflora alata* Curtis

Paula Aparecida Muniz de Lima
Simone de Oliveira Lopes
Rodrigo Sobreira Alexandre

Allan Rocha de Freitas
Gilma Rosa do Nascimento
Ingridh Medeiros Simões
Joana Silva Costa
Josiane Rodrigues de Almeida Coutinho
José Carlos Lopes

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.77722230615>

CAPÍTULO 16..... 168

Colletotrichum tropicale ASSOCIADO À ANTRACNOSE DO MARACUJAZEIRO NO BRASIL

Jackeline Laurentino da Silva
Jaqueline Figueredo de Oliveira Costa
Maria Jussara dos Santos da Silva
Taciana Ferreira dos Santos
Tiago Silva Lima
Gaus Silvestre Andrade Lima
Iraíldes Pereira Assunção

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.77722230616>

CAPÍTULO 17..... 177

MODELAGEM HIDROLÓGICA E GESTÃO HÍDRICA O CASO - CÓRREGO BANDEIRA, NERÓPOLIS - GOIÁS

Mariane Rodrigues da Vitória
Klaus de Oliveira Abdala

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.77722230617>

CAPÍTULO 18..... 192

ESPECTROSCOPIA NO INFRAVERMELHO COM TRANSFORMADA DE FOURIER DE ÁCIDOS HÚMICOS EXTRAÍDOS DE SOLOS SOB DIFERENTES COMPOSIÇÕES VEGETAIS NO SUL DO BRASIL

Luisa Natalia Parra Sierra
Henrique Cesar Almeida
Denice de Oliveira Almeida

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.77722230618>

CAPÍTULO 19..... 198

EFICIÊNCIA ENERGÉTICA COM TERMOGRAFIA EM UMA AGROINDÚSTRIA

Enerdan Fernando Dal Ponte
Rosemar Cristiane Dal Ponte
Carlos Eduardo Camargo Nogueira
Jair Antônio Cruz Siqueira

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.77722230619>

CAPÍTULO 20..... 205

REDES NEURAIS ARTIFICIAIS PARA ESTIMATIVA DA CARGA TÉRMICA RADIANTE

NO INTERIOR DE GALPÕES

Pedro Hurtado de Mendoza Borges

Zaira Morais dos Santos Hurtado de Mendoza

Pedro Hurtado de Mendoza Morais

Charles Esteffan Cavalcante

Ronei Lopes dos Santos

Felipe Schmidt Ruver

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.77722230620>

SOBRE AS ORGANIZADORAS 216

ÍNDICE REMISSIVO 217

ESPECTROSCOPIA NO INFRAVERMELHO COM TRANSFORMADA DE FOURIER DE ÁCIDOS HÚMICOS EXTRAÍDOS DE SOLOS SOB DIFERENTES COMPOSIÇÕES VEGETAIS NO SUL DO BRASIL

Data de aceite: 01/06/2022

Data de submissão: 06/04/2022

Luisa Natalia Parra Sierra

Estudante do curso de Licenciatura em
Química da Universidade Federal da
Integração Latino-Americana (UNILA)
Foz do Iguaçu, PR
<http://lattes.cnpq.br/6411215727339973>

Henrique Cesar Almeida

Professor Dr. da Universidade Federal da
Integração Latino-Americana (UNILA)
Foz do Iguaçu, PR
<http://lattes.cnpq.br/6649763672072786>

Denice de Oliveira Almeida

Professora Dra. do Centro Universitário
Dinâmica das Cataratas (UDC)
Foz do Iguaçu, PR
<http://lattes.cnpq.br/2501482407373099>

RESUMO: O estudo dos ácidos húmicos (AH) extraídos de solos sob diferentes coberturas vegetais são de grande importância porque eles desempenham um papel fundamental na compreensão da modificação qualitativa da matéria orgânica do solo (MOS). O objetivo deste trabalho foi avaliar a composição química de AH extraídos da MOS em áreas com diferentes coberturas vegetais no Sul do Brasil. As áreas de estudo estão localizadas no estado de PR, entre os municípios de Foz do Iguaçu e Santa Terezinha de Itaipu. Foram avaliadas seis áreas no total, sendo avaliadas amostras de solo coletadas

na profundidade de 0-20 cm. Os AH foram extraídos pelo fracionamento químico da MOS, purificados, e posteriormente caracterizados por espectroscopia na região de Infravermelho com transformada de Fourier (FTIR). Esta técnica identificou os principais grupos orgânicos presentes nos AH por meio de espectros que permitem distinguir as vibrações moleculares de diferentes grupos estruturais e funcionais desta fração da MOS. De forma preliminar, se pode constatar semelhanças entre os espectros de AH de todas as áreas estudadas, porém foi possível destacar pela técnica as áreas sob floresta e sob pastagem.

PALAVRAS-CHAVE: Ácidos húmicos, matéria orgânica do solo, FTIR.

FOURIER TRANSFORMED INFRARED SPECTROSCOPY OF HUMIC ACIDS EXTRACTED FROM SOILS UNDER DIFFERENT PLANT COMPOSITIONS IN SOUTHERN BRAZIL

ABSTRACT: The study of humic acids (HA) extracted from soils under different vegetation cover is of great importance, as they play a fundamental role in understanding the qualitative modification of soil organic matter (SOM). The objective of this work was to evaluate the chemical composition of HA extracted from SOM in areas with different vegetation cover in southern Brazil. The study areas are located in the state of PR, between the municipalities of Foz do Iguaçu and Santa Terezinha de Itaipu. Six areas were assessed in total, with soil samples collected at a depth of 0-20 cm. The HAs were extracted by

chemical fractionation of SOM, purified and later characterized by Fourier transform infrared spectroscopy (FTIR). This technique identified the main organic groups present in HA through spectra that allow distinguishing the molecular vibrations of different structural and functional groups of this SOM fraction. In a preliminary way, similarities can be observed between the HA spectra of all areas studied, but it was possible to highlight the areas under forest and under pasture using the technique.

KEYWORDS: Humic acid, soil organic matter, FTIR.

INTRODUÇÃO

Alterações no uso e ocupação do solo, principalmente em ambientes anteriormente cobertos por espécies nativas, não altera somente os níveis de carbono do solo, mas proporciona mudanças na fertilidade, na densidade do solo, aumentos nos níveis de acidez e modificações na composição química da matéria orgânica do solo (MOS) (Carrasco-Letelier et al., 2004; Dick et al., 2011; Almeida et al., 2012; Shrestha et al., 2015; Pulido et al., 2018; Santos et al., 2019). Essas modificações são mais sensíveis em regiões de clima tropical, uma vez que os solos destas regiões são altamente intemperizados, sendo, portanto, dependentes dos conteúdos de MOS (Adiaha, 2017).

A MOS ao ser fracionada quimicamente apresenta duas frações principais, conhecidas como substâncias húmicas e substâncias não húmicas (Santos et al., 2008). Os ácidos húmicos (AH), por exemplo, fazem parte das substâncias húmicas dos solos. A análise da estrutura orgânica destes ácidos pode elucidar se houve modificação na composição química da MOS, uma vez que a mudança de manejo do solo provoca também mudanças tanto na quantidade (Almeida et al., 2012) quanto na composição química da MOS (Santos et al., 2008).

As modificações na composição química molecular da MOS em decorrência da mudança da vegetação sobre o solo vão ocorrer de forma gradual, onde as estruturas moleculares presentes na MOS podem se assemelhar ou não as estruturas existentes na vegetação original, o que vai depender principalmente do tipo de vegetação, das características geográficas e do clima local.

Ao aplicar a técnica de infravermelho com transformada de Fourier em AH de solos sob plantio de eucalipto, Blum et. al. (2010) observou os seguintes picos: bandas largas próximas a 3400 cm^{-1} , associadas ao estiramento OH de grupos fenol ou da H_2O ; bandas em 2930 e 2850 cm^{-1} atribuídos ao estiramento assimétrico e simétrico, de CH alifático; picos em 1735 - 1700 cm^{-1} relacionados a C=O de ésteres e cetonas; pico em 1650 cm^{-1} que pode ser associado às vibrações estruturais de grupos COO^- . Alguns picos encontrados comparados com os picos comuns na literatura podem ser os estiramentos C-H de grupos alifáticos e os estiramentos C-O de aril-éteres, ésteres, grupos aromáticos e fenólicos. Para áreas de florestas, Blum et. al. (2010) e Santana (2014), observaram bandas largas em 3390 - 3250 cm^{-1} atribuídas ao estiramento OH em ligação de hidrogênio; de 2923 - 2845 cm^{-1}

devido ao estiramento C-H alifático; de 1698 a 1705 cm^{-1} referente ao estiramento C=O do grupo carboxílico; 1649-1613 cm^{-1} atribuída ao estiramento C=C aromático e C=O de grupo carboxílico; em de 1541 cm^{-1} referente à deformação N-H e ao estiramento C=N; de 1400 a 1380 cm^{-1} devido ao estiramento C-H alifático; em 1253 cm^{-1} atribuída ao estiramento C-O e à deformação OH do grupo carboxílico; e picos na região de 1070 cm^{-1} correspondente aos estiramentos C-O de carboidratos e de Si-O.

Este trabalho teve por objetivo avaliar a composição química de AH extraídos da MOS em áreas com diferentes coberturas vegetais no Sul do Brasil, onde os espectros de FTIR obtidos foram comparados para verificar se houve modificações significativas de grupos funcionais presentes nessas frações da MOS.

METODOLOGIA

As áreas de estudo estão localizadas no estado do PR, entre os municípios de Foz do Iguaçu e Santa Terezinha de Itaipu. Foram avaliadas seis áreas, incluindo uma floresta de Mata Atlântica (Parque Nacional do Iguaçu) (FL), remanescente de fragmento florestal (FG), regeneração florestal (REG), plantação de eucalipto (EU), monocultura de Soja/Milho (AGR) e Pastagem (PT). Também foi analisada uma amostra de ácido húmico industrializada (P.A.). Os solos foram coletados na profundidade de 0-20 cm ($r = 5$), secos ao ar e posteriormente passados em peneira com malha de 2,0 mm até se obter 20 g de solo de cada tratamento a ser estudado.

O fracionamento químico da MOS foi realizado adaptando as metodologias propostas por Dick et al. (2011) e Almeida et al. (2012), sendo realizado em duas etapas.

1ª Etapa (Extração da Matéria Orgânica Particulada e Substâncias não-húmicas): remoção da matéria orgânica particulada simultaneamente com as substâncias não-húmicas extraíveis em água deionizada (SNH-H₂O) e em HCl diluído ($\sim 0,010 \text{ mol L}^{-1}$) (SNH-HCl).

2ª Etapa (Extração das substâncias Húmicas): O fracionamento químico das substâncias húmicas foi realizado nas amostras de solo remanescente da extração anterior. Para cada amostra foi adicionado 30 mL de uma solução de NaOH 0,5 mol L^{-1} . As suspensões foram agitadas mecanicamente numa mesa agitadora horizontal (163 rpm por 2h). Logo foram centrifugadas (20 min, 3.500 rpm), aproveitando somente os sobrenadantes. Após esta etapa, o pH dos sobrenadantes foi ajustado para 1,0 utilizando uma solução de HCl 6,0 mol L^{-1} , o que provocou a precipitação do AH. Depois de ficar em repouso por 24h, o AH precipitado foi separado do ácido fúlvico (AF) por centrifugação (10 min, 3.500 rpm), sendo descartado o sobrenadante, ou seja, o AF. O precipitado (AH + impurezas) foi purificado (HF+HCl 5%) e seco por liofilização. Os espectros foram obtidos por análise de FTIR mediante o uso de pastilhas de KBr. A varredura dos espectros foi de 4000 e 400 cm^{-1} , utilizando-se uma resolução de 4 cm^{-1} , aquisição de 20 scans por amostra,

empregando-se o KBr como “back ground”. Os espectros obtidos foram interpretados de acordo com Santos et. al (2008).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As estruturas químicas caracterizadas nos espectros FTIR identificadas nos AH estão representadas por meio de bandas de transmissão com diferentes números de onda, conforme pode ser observado pela figura 1.

Os diferentes grupos estruturais e funcionais observados foram: 3420 cm^{-1} de estiramentos de grupos O-H em ligação hidrogênio e N-H amins inter e intra molecular; $2920\text{-}2850\text{ cm}^{-1}$ de estiramentos C-H de grupos alifáticos; 1585 cm^{-1} de deformação N-H amins e estiramentos C-N do carbono nitrogenado referente as amidas; 1240 cm^{-1} de estiramentos C-O e deformação O-H, ambos de grupos COOH, estiramentos C-O de aril-éteres, ésteres, grupos aromáticos e fenólicos e $1050\text{-}1032\text{-}1008\text{ cm}^{-1}$ atribuídos a impurezas inorgânicas. Esse mesmo comportamento foi observado em todas as áreas estudadas.

A presença de um pico mais acentuado na região de 1.585 cm^{-1} do ambiente sob FL pode indicar a presença de compostos mais lábeis em relação as outras áreas com outras composições vegetais (Fontana et al., 2010). Geralmente em ambientes sob Floresta, principalmente Floresta tropical, é observado uma menor relação C/N da MOS nas camadas mais superficiais, indicando que a composição química da MOS se assemelha mais ao material de origem. Estes ambientes, por serem mais equilibrados, além de possuírem uma alta produção de serrapilheira sobre o solo (Shanin et al., 2016), também apresentam uma maior variação de sua composição vegetal devido a grande diversidade de plantas existentes, o que corrobora com a maior taxa de decomposição deste material e na consequente disponibilidade de nutrientes no solo (Pellegrini et al. 2014).

Na área sob PT pode-se observar um pico destacado em 1.050 cm^{-1} que, além de indicar estiramentos Si-O, também pode indicar a presença de estiramentos C-O de carboidratos (Blum et. al., 2010; Sant’ana, 2014). Em área sob pastagem, uma MOS com maiores proporções de C-O-alquil pode ser relacionada a maior entrada de resíduos ricos em carboidratos, tal como a celulose, por exemplo. Nas camadas superficiais do solo isso fica mais evidente, trazendo uma maior semelhança da composição química da MOS com o resíduo vegetal original. Além disso, as concentrações de celulose geralmente são maiores na vegetação de pastagem em relação a vegetação nativa (Mendham et al., 2002; Lammel et al., 2015).

O espectro FTIR de EU mostrou uma semelhança aos demais tratamentos de solo, mas não diferenciou nitidamente os picos. Os espectros de FTIR dos AH de tratamentos AGR, REG, PT, FL e FG tiveram comportamento espectral semelhante.

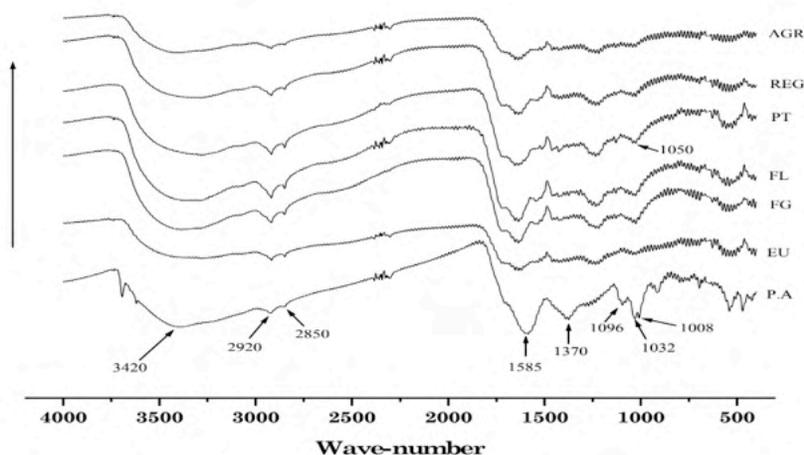


Figura 1. Espectros de FTIR (transmissão) de AH dos ambientes sob floresta de Mata Atlântica (FL), remanescente de fragmento florestal (FG), regeneração florestal (REG), plantação de eucalipto (EU), agricultura (soja e milho) (AGR) e Pastagem (PT) extraídos de amostras de solo na profundidade de 0-20 cm. Como referência também foi feita a análise de um ácido húmico padrão analítico (P.A.)

CONCLUSÕES

Os AH de diferentes áreas de cobertura vegetal que foram analisados apresentam grupos funcionais aromáticos, -OH fenólicos, carboxílicos, estruturas alifáticas, grupos funcionais relacionados aos carboidratos e algumas impurezas inorgânicas Si-O. Como verificado em vários trabalhos, existe uma semelhança espectral entre em AH analisados pela técnica de FTIR. No entanto, mesmo sabendo que esta técnica aplicada a MOS pode mostrar uma certa redundância espectral, a mesma foi importante para destacar os ambientes sob Floresta e sob Pastagem. O emprego de técnicas mais robustas, como a Ressonância Magnética Nuclear de ^{13}C poderá trazer uma maior clareza de diferenciação dos ambientes ao se analisar as frações químicas da MOS.

REFERÊNCIAS

- Adiaha, M.S. The Role of Organic Matter in Tropical Soil Productivity. World Scientific News. 2017. v.86. p.1-66.
- Almeida, H.C.; Dick, D.P.; Bertotto, F.L.; Chitarra, G.S. Distribution of chemical compartments of soil organic matter and C stocks of cambisol from south Brazil as affected by pinus afforestation. Química Nova. 2012. v.35. p. 1329-1335.
- Blum, H. Ácidos húmicos de solos em diferentes formações florestais na Floresta Nacional de Irati. Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais (Dissertação de Mestrado), Irati, UNICENTRO, PR, 2010.

- Carrasco-Letelier, L.; Eguren, G.; Castiñeira, C.; Parra, O.; Panario, D. Preliminary study of prairies forested with *Eucalyptus* sp. at the northwestern Uruguayan soils. *Environmental Pollution*. 2004. v.127. p.49–55.
- Dick, D. P.; Leite, Benvenuti, S.; Dalmolin, R. S. D.; Almeida, H. C.; Heike, K. Pinus afforestation in South Brazilian highlands: soil chemical attributes and organic matter composition. *Scientia Agrícola*, 2011. v. 68. p. 175-181.
- Fontana, A.; Brito, R. J.; Pereira, M. G.; Loss, A.; Benites, V. M. Caracterização de substâncias húmicas da camada superficial do solo sob diferentes coberturas vegetais. *Magistra*, v.22, n.1, 2010. p.49-56.
- Lammel, D. R.; Nüsslein, K.; Tsai, S. M.; Cerri, C. C. Land use, soil and litter chemistry drive bacterial Community structures in samples of the rainforest and Cerrado (Brazilian Savannah) biomes in Southern Amazonia. *European Journal of Soil Biology*, v.66, 2015. p.32-39.
- Mendham, D.S.; Mathers, N.J.; O’Connell, A. M.; Grove, T. S.; Saffigna, P. G. Impact of land-use on soil organic matter quality in south-western Australia—characterization with ¹³C CP/MAS NMR spectroscopy. *Soil Biology & Biochemistry*. v.34, 2002. p.1669–1673.
- Pellegrini, A. F.; Hoffmann, W. A.; Franco, A. C. Carbon accumulation and nitrogen pool recovery during transitions from savanna to for-est in central Brazil. *Ecology*, 2014. v. 95. p.342–52.
- Pulido, M.; Schnabel, S.; Contador, J.F.L.; Lozano-Parra, J.; González, F. The Impact of Heavy Grazing on Soil Quality and Pasture Production in Rangelands of Sw Spain. *Land Degradation & Development*. 2018. v.29. p.219-230.
- Sant’ana, J. G. Qualidade da matéria orgânica pela espectroscopia de infravermelho de solos sob plantios florestais e pastos no norte Fluminense. Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal (Dissertação de Mestrado), Campos dos Goytacazes, UENF, RJ, 2014.
- Santos, G. de A.; Silva, L. S. da; Canellas, L. P.; Camargo, F. de O. (Ed.). *Fundamentos da matéria orgânica do solo: ecossistemas tropicais e subtropicais*. 2.ed. Porto alegre. Metropole, 2008.
- Santos, G. R.; Otto, M. S. G.; Passos, J. R. S.; Onofre, F. F.; Rodrigues, V. A.; Rossetti de Paula, F.; Ferraz, S. F. B. Changes in decomposition rate and litterfall in riparian zones with different basal area of exotic *Eucalyptus* in south-eastern Brazil, *Southern Forests: a Journal of Forest Science*, 2019. v.81. p.285-295.
- Shrestha, B. M.; Singh, B. R.; Forte, C.; Certini, G. Long-term effects of tillage, nutrient application and crop rotation on soil organic matter quality assessed by NMR spectroscopy. *Soil Use and Management*. 2015. v.31. p.358–366.
- Shanin, V.; Valkonen, S.; Grabarnik, P.; Má’kipá’a, R. Usingforest ecosystem simulation model EFIMOD in planninguneven-aged forest management. *For. Ecol. Manag.* 2016, v. 378. P.193–205.

ÍNDICE REMISSIVO

A

- Ácido acético 58, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 75
Ácido giberélico 19, 22, 23, 26, 32, 33, 35, 37, 156, 157, 160, 163, 166
Ácido propiônico 58, 66, 69, 70, 71
Ácidos húmicos 192, 193, 196
Ácidos orgânicos 53, 54, 56, 58, 59, 60, 61, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 72, 73, 74
Agave sisalana 129, 134, 137
Agricultura de precisão 144
Amostragem padrão 38
Análise de imagens 88, 90
Análises geoestatísticas 144
Aproveitamento do resíduo 129, 130, 137

B

- Bacia hidrográfica 177, 179, 180, 183, 185, 186, 187, 189, 190, 191

C

- Cabeludinha 19, 20
Calidad 1, 2, 8
Câncer 98, 99, 100, 101, 102, 103
Cartas de controle 138, 140, 141
Colheita mecanizada 138, 139, 142, 144
Conservação do solo 78, 79, 143
Cyclanthera pedata L. 52, 53

D

- Déficit hídrico 38, 41, 42, 44, 45, 46, 47, 71, 75
Descarga excêntrica 105, 106, 108, 124

E

- Elaeocarpaceae 12, 17, 18
Energia 17, 90, 125, 198, 199, 200, 201, 203, 204
Estruturas de armazenamento 105

F

- Filogenia multi-locus 168

Formação de professores 98

FTIR 192, 193, 194, 195, 196

G

GA₃ 19, 20, 23, 25, 26, 35, 156, 157, 158, 159, 160, 161, 162, 163, 164

H

Híbrido 11648 129, 130, 131, 132, 134, 135, 136

I

Imagens térmicas 198

Índice de vegetação da diferença normalizada 144

InVEST 87, 177, 178, 179, 181, 183, 185, 188, 198

M

Maracujá doce 156, 157, 159

Marcadores 1, 3, 5, 7, 174, 201, 202, 203

Matéria orgânica do solo 83, 192, 193, 197

Método de amostragem aleatória 38, 48

Monitoramento 88, 89, 101, 177, 181, 188, 215

Motores elétricos 198, 199, 200, 204

O

Olerículas 52

P

Passifloraceae 36, 156, 165, 166, 168, 169

Patogenicidade 168, 170, 171, 172, 173

Prevenção 98, 99, 100, 101, 102, 103

Propriedades do solo 78, 79, 82

R

Recalcitrância 12, 15

Rizogênese 20, 28, 31

S

Sementes florestais 12

Soja 59, 65, 67, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 107, 110, 116, 117, 118, 119, 120, 121, 122, 139, 194, 196

Suco de sisal 129, 130, 132, 133, 135, 136

V

Variabilidade espacial de nutrientes 144

 www.atenaeditora.com.br
 contato@atenaeditora.com.br
 @atenaeditora
 www.facebook.com/atenaeditora.com.br

DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA CIENTÍFICA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO NA AGRONOMIA

3

 www.atenaeditora.com.br
 contato@atenaeditora.com.br
 @atenaeditora
 www.facebook.com/atenaeditora.com.br

DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA CIENTÍFICA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO NA AGRONOMIA

3