

A produção do conhecimento nas Ciências Exatas e da Terra 3

6,0 Gt CO₂

1,5 Gt CO₂

Ingrid Aparecida Gomes
(Organizadora)



Ingrid Aparecida Gomes
(Organizadora)

**A Produção do Conhecimento nas
Ciências Exatas e da Terra**
3

Atena Editora
2019

2019 by Atena Editora

Copyright © da Atena Editora

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Diagramação e Edição de Arte: Lorena Prestes e Geraldo Alves

Revisão: Os autores

Conselho Editorial

- Prof. Dr. Alan Mario Zuffo – Universidade Federal 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
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Darllan Collins da Cunha e Silva – Universidade Estadual Paulista
Profª Drª Deusilene Souza Vieira Dall’Acqua – Universidade Federal de Rondônia
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Profª Drª Juliane Sant’Ana Bento – Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
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
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

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

P964 A produção do conhecimento nas ciências exatas e da terra 3
[recurso eletrônico] / Organizadora Ingrid Aparecida Gomes. –
Ponta Grossa (PR): Atena Editora, 2019. – (A produção do
Conhecimento nas Ciências Exatas e da Terra; v. 3)

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-85-7247-240-1

DOI 10.22533/at.ed.401190404

1. Ciências exatas e da terra – Pesquisa – Brasil. I. Gomes,
Ingrid Aparecida. II. Série.

CDD 507

Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422

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

2019

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

APRESENTAÇÃO

A obra “A produção do conhecimento nas Ciências Exatas e da Terra” aborda uma série de livros de publicação da Atena Editora, em seu III volume, apresenta, em seus 22 capítulos, discussões de diversas abordagens acerca do ensino e educação.

As Ciências Exatas e da Terra englobam, atualmente, alguns dos campos mais promissores em termos de pesquisas atuais. Estas ciências estudam as diversas relações existentes da Astronomia/Física; Biodiversidade; Ciências Biológicas; Ciência da Computação; Engenharias; Geociências; Matemática/ Probabilidade e Estatística e Química.

O conhecimento das mais diversas áreas possibilita o desenvolvimento das habilidades capazes de induzir mudanças de atitudes, resultando na construção de uma nova visão das relações do ser humano com o seu meio, e, portanto, gerando uma crescente demanda por profissionais atuantes nessas áreas.

A ideia moderna das Ciências Exatas e da Terra refere-se a um processo de avanço tecnológico, formulada no sentido positivo e natural, temporalmente progressivo e acumulativo, segue certas regras, etapas específicas e contínuas, de suposto caráter universal. Como se tem visto, a ideia não é só o termo descritivo de um processo e sim um artefato mensurador e normalizador de pesquisas.

Neste sentido, este volume é dedicado aos trabalhos relacionados a ensino e aprendizagem. A importância dos estudos dessa vertente, é notada no cerne da produção do conhecimento, tendo em vista o volume de artigos publicados. Nota-se também uma preocupação dos profissionais de áreas afins em contribuir para o desenvolvimento e disseminação do conhecimento.

Os organizadores da Atena Editora, agradecem especialmente os autores dos diversos capítulos apresentados, parabenizam a dedicação e esforço de cada um, os quais viabilizaram a construção dessa obra no viés da temática apresentada.

Por fim, desejamos que esta obra, fruto do esforço de muitos, seja seminal para todos que vierem a utilizá-la.

Ingrid Aparecida Gomes

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
O LUGAR DE NASCER: A SITUAÇÃO DE FORTALEZA EM RELAÇÃO A ESTRUTURA DE HUMANIZAÇÃO DO PARTO NORMAL	
<i>Ana Edméa Teixeira Elias</i> <i>Gláucia Barbosa Sobreira</i>	
DOI 10.22533/at.ed.401190401	
CAPÍTULO 2	10
SANGUE BOM: APLICATIVO MÓVEL PARA GERENCIAMENTO DE DOAÇÕES DE SANGUE	
<i>Renan Lamon Machado</i> <i>Luan Lamon Machado</i> <i>Susana Brunoro Costa de Oliveira</i> <i>Glaice Kelly da Silva Quirino Monfardini</i>	
DOI 10.22533/at.ed.401190402	
CAPÍTULO 3	17
ESTUDO SOROLÓGICO DO BOHV-1 E BVDV EM FÊMEAS BOVINAS LEITEIRAS JOVENS NA ZONA DA MATA RONDONIENSE	
<i>Caio Cezar da Silva</i> <i>Geraldo Francisco dos Santos Junior</i> <i>Evelyn Rabelo Andrade</i> <i>Jair Sábio de Oliveira Junior</i> <i>Amauri Alcindo Alfieri</i>	
DOI 10.22533/at.ed.401190403	
CAPÍTULO 4	19
FRACIONAMENTO E ANÁLISE ESPECTROSCÓPICA NO INFRAVERMELHO DE SUBSTÂNCIA HÚMICA PROVENIENTE DE MATERIAL DE COMPOSTAGEM	
<i>Ângelo Rafael Machado</i> <i>Joyce Cristina de Rezende</i> <i>Agnaldo Guilherme Novaes de Souza</i> <i>Vivian Machado Benassi</i> <i>Juan Pedro Bretas Roa</i>	
DOI 10.22533/at.ed.401190404	
CAPÍTULO 5	34
A SIMULAÇÃO DE INDICADORES DE PRODUTIVIDADE DA AVEIA A PARTIR DA DENSIDADE RECOMENDADA E AJUSTADA POR REGRESSÃO NA PROPOSIÇÃO DE MELHORIA DA INDICAÇÃO DE CULTIVO	
<i>Karla Kolling</i> <i>Denis Sidinei Rossi</i> <i>Luana Henrichsen</i> <i>Odenis Alessi</i> <i>Vanessa Pansera</i> <i>José Antonio Gonzalez da Silva</i>	
DOI 10.22533/at.ed.401190405	

CAPÍTULO 6 40

MODELAGEM MATEMÁTICA À INOVAÇÃO NA RECOMENDAÇÃO DE NITROGÊNIO NA BASE E COBERTURA À MELHORIA DE EFICIÊNCIA DE ABSORÇÃO DO NUTRIENTE NA PRODUTIVIDADE DA AVEIA

Dênis Sidinei Rossi

Karla Kolling

Luana Henrichsen

Adriana Roselia Kraisig

Douglas César Reginato

José Antonio Gonzalez da Silva

DOI 10.22533/at.ed.4011904046

CAPÍTULO 7 46

REAPROVEITAMENTO DA CASCA DO OVO PARA ELABORAÇÃO DE FARINHA

Caroline Dallacorte

Camila Scheffer de Quadros

Samara Moro Behling

DOI 10.22533/at.ed.4011904047

CAPÍTULO 8 56

RESÍDUOS MADEIREIROS GERADOS EM DUAS MARCENARIAS DA SERRA GAÚCHA

Márcia Keller Alves

Alexandre Gomes Ribeiro

DOI 10.22533/at.ed.4011904048

CAPÍTULO 9 63

VIABILIDADE DA UTILIZAÇÃO DE GRAUTE PRODUZIDO COM AGREGADOS RECICLADOS PARA O REFORÇO DE BLOCOS DE CONCRETO PARA ALVENARIA ESTRUTURAL

Luanna da Silva Diamantino

Edna Alves Oliveira

Jamile Salim Fuina

Luiz Antônio Melgaço Nunes Branco

DOI 10.22533/at.ed.4011904049

CAPÍTULO 10 82

UNIDADES DE CONSERVAÇÃO E DESMATAMENTO EM RONDÔNIA: UMA ANÁLISE DA RESERVA ESTADUAL EXTRATIVISTA – RESEX JACI-PARANÁ

Ravele da Silva Santana

Siane Cristhina Pedroso Guimarães Silva

Maria da Conceição Silva

Helen Rose Oliveira da Silva

Liliana Borges Oliveira

Alcione Gomes Botelho

DOI 10.22533/at.ed.40119040410

CAPÍTULO 11	95
PROTÓTIPO DE UMA PORTA DESLIZANTE COM O MICROCONTROLADOR ARDUINO APLICADO À DISCIPLINA ELEMENTOS DE AUTOMAÇÃO	
<i>Felipe José Serpa da Silva</i>	
<i>José Claudenio da Silva</i>	
<i>César Vinicius Mota da Silva</i>	
DOI 10.22533/at.ed.40119040411	
CAPÍTULO 12	103
CARTOGRAFIA E ICONOGRAFIA ANTIGAS NO PROCESSO EVOLUTIVO DAS TORRES MILITARES, CIVIS E RELIGIOSAS NA CIDADE DE ÉVORA - PORTUGAL	
<i>Maria do Céu Simões Tereno</i>	
<i>Maria Filomena Mourato Monteiro</i>	
<i>Marizia Clara de Menezes Dias Pereira</i>	
DOI 10.22533/at.ed.40119040412	
CAPÍTULO 13	119
ESFERA DE BLOCH: INTERAÇÃO ENTRE TRENS DE PULSOS E SISTEMAS ATÔMICOS	
<i>Ronaldo Adriano do Nascimento Rodrigues</i>	
<i>Marco Polo Moreno de Souza</i>	
DOI 10.22533/at.ed.40119040413	
CAPÍTULO 14	133
ESTUDO DO GELO DE METANOL BOMBARDEADO POR AGENTES IONIZANTES EM AMBIENTES ASTROFÍSICOS SIMULADOS EM LABORATÓRIO	
<i>Fabricio Moreira Freitas</i>	
<i>Sergio Pilling Guapyassu de Oliveira</i>	
DOI 10.22533/at.ed.40119040414	
CAPÍTULO 15	144
POTENCIAL DE INIBIÇÃO DE CORROSÃO DO EXTRATO ETANÓLICO DOS FRUTOS DE <i>Azadirachta indica</i> A. Juss (NIM, MELIACEAE)	
<i>Francisco Idelbrando Lima Rodrigues</i>	
<i>José Eduardo da Silva</i>	
<i>Francisco Lucas Alves Batista</i>	
<i>Franciglauber Silva Bezerra</i>	
<i>Luisa Célia Melo</i>	
<i>Francisco Ernani Alves Magalhães</i>	
<i>Francisco André Andrade de Aguiar</i>	
DOI 10.22533/at.ed.40119040415	
CAPÍTULO 16	152
PROPOSTA AVALIATIVA EM QUÍMICA GERAL A PARTIR DO ASSUNTO OLIMPÍADAS	
<i>Veronica de Melo Sacramento</i>	
<i>Gliciane Ramos Azevedo Oliveira</i>	
<i>Jessyka Mylleny Soares</i>	
<i>Anne Caroline Oliveira Araújo</i>	
<i>Melquisedeque Seixas Neves</i>	
<i>Renato Lucas Vieira Magalhães</i>	
<i>Matheus Filipe Ramos Souza</i>	
DOI 10.22533/at.ed.40119040416	

CAPÍTULO 17	160
UMA ABORDAGEM BASEADA EM WEBSOCKET PARA COMUNICAÇÃO EM TEMPO REAL NO GENEMAISLAB	
<i>Eliseu Germano</i>	
<i>Marcelo Gonçalves Narciso</i>	
<i>Edgard Henrique dos Santos</i>	
DOI 10.22533/at.ed.40119040417	
CAPÍTULO 18	170
UMA PRÁTICA DE DETERMINAÇÃO DA CONSTANTE SOLAR	
<i>Alessandro Chicarelli Pereira</i>	
<i>Lev Vertchenko</i>	
DOI 10.22533/at.ed.40119040418	
CAPÍTULO 19	180
RELAÇÃO ENTRE VÓRTICES CICLÔNICOS DE ALTOS NÍVEIS E FORMAÇÃO DE DUTOS ATMOSFÉRICOS DE SUPERFÍCIE NA ÁREA DO AEROPORTO DE PETROLINA PE	
<i>Magaly de Fatima Correia</i>	
<i>André Gomes Penaforte</i>	
<i>Maria Regina da Silva Aragão</i>	
DOI 10.22533/at.ed.40119040419	
CAPÍTULO 20	195
PROPOSTA DE UTILIZAÇÃO DE UM SISTEMA DE CONTROLE PARA MANGUEIRAS HIDRÁULICAS DOS VEÍCULOS COMPACTADORES DE RESÍDUOS SÓLIDOS	
<i>Francisco Igo Felix Gomes</i>	
<i>João Marcelo Carneiro</i>	
<i>Jully Amanda de Oliveira Ramos</i>	
<i>Lorena de Freitas Cavalcante</i>	
<i>Monaliza Sousa de Assis</i>	
DOI 10.22533/at.ed.40119040420	
CAPÍTULO 21	202
RECURSOS HÍDRICOS DA CIDADE DE ÉVORA: (RE)INTERPRETAÇÃO DE ALGUMA CARTOGRAFIA E ICONOGRAFIA HISTÓRICAS DA CIDADE	
<i>Maria Filomena Mourato Monteiro</i>	
<i>Maria do Céu Simões Tereno</i>	
<i>Marizia Clara de Menezes Dias Pereira</i>	
DOI 10.22533/at.ed.40119040421	
CAPÍTULO 22	219
SELEÇÃO DE INDICADORES ASSOCIADOS À AVALIAÇÃO DE SERVIÇOS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA	
<i>Danielle Agnes M. dos Santos</i>	
<i>Fernando Jorge C. M. Filho</i>	
DOI 10.22533/at.ed.40119040422	
SOBRE A ORGANIZADORA	242

FRACIONAMENTO E ANÁLISE ESPECTROSCÓPICA NO INFRAVERMELHO DE SUBSTÂNCIA HÚMICA PROVENIENTE DE MATERIAL DE COMPOSTAGEM

Ângelo Rafael Machado

Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Instituto de Ciência e Tecnologia
Diamantina – Minas Gerais

Joyce Cristina de Rezende

Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Instituto de Ciência e Tecnologia
Diamantina – Minas Gerais

Agnaldo Guilherme Novaes de Souza

Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Instituto de Ciência e Tecnologia
Diamantina – Minas Gerais

Vivian Machado Benassi

Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Instituto de Ciência e Tecnologia
Diamantina – Minas Gerais

Juan Pedro Bretas Roa

Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Instituto de Ciência e Tecnologia
Diamantina – Minas Gerais

RESUMO: A substância húmica (SH) constitui-se na maior composição da matéria orgânica do solo e apresentam contribuições importantes como fornecimento de nutrientes. No entanto, a sua estrutura ainda não é bem elucidada. Devido ao potencial das SH o presente estudo visa demonstrar as técnicas de caracterização: 1) fracionamento, para obtenção das parcelas humina, ácido fúlvico e ácido húmico; 2) análise

espectroscópica de absorção no infravermelho para melhor caracterização dos grupos funcionais presentes tentando uma aplicação futura para desenvolvimento de novos materiais. **PALAVRAS-CHAVE:** Ácido húmico; humina; matéria orgânica do solo.

ABSTRACT: Substantive humic (SH) is the major composition of soil organic matter and its presence as an important source of nutrients. However, its structure has not yet been fully elucidated. After enhancement of SH, the study aims to demonstrate as characterization techniques: 1) fractionation, to obtain the plots of humina, fulvic acid and humic acid; 2) spectroscopic analysis of infrared absorption to better characterize the functional groups present.

KEYWORDS: Humic acid; humina; soil organic matter.

1 | INTRODUÇÃO

A matéria orgânica existente na superfície terrestre é formada por um conjunto de componentes orgânicos distribuídos entre o solo e em ambientes aquáticos. Estes compostos normalmente são heterogêneos e formados por restos de animais e vegetais em diferentes estágios de decomposição, os quais possuem

importante função na natureza como fonte de alimento para diversos organismos ou participando de ciclos bioquímicos em ecossistemas. Essa matéria orgânica é classificada em substâncias húmicas (SH) e substâncias não húmicas (FONTANA, *et al.*, 2009).

A classificação proposta se baseia na diferença química entre as moléculas que compõe cada grupo. As substâncias não húmicas são compostas por aminoácidos, carboidratos, proteínas e ácidos orgânicos, representando cerca de 10 a 15 % da matéria orgânica do solo, já as SH são formadas por mistura de compostos sem estruturas químicas definidas, amorfas e de alto peso molecular, abrangendo 85 a 90 % da matéria orgânica existente (AGUIAR, CANELLAS, 2011; ROSA, ROCHA, 2001).

Segundo Stevenson (1994) as SH são os componentes orgânicos mais amplamente distribuídos na Terra, contabilizando cerca de 60×10^{11} toneladas de carbono, enquanto que a quantidade deste mesmo material presente nos seres vivos chega a 7×10^{11} toneladas. Por estar presente em quase todos os ambientes terrestres as SH contribuem para diversos processos em ecossistemas, pode-se destacar:

- Participar do mecanismo de sorção do solo, contribuindo para a fixação de óxidos de nitrogênio e enxofre presentes na atmosfera;
- Estimulam a germinação de sementes e desenvolvimento de raízes, aumentam a capacidade de troca catiônica, tampão e reduzem erosões no solo;
- Promove transporte, biodisponibilidade e complexação de metais e pesticidas no ambiente.

Além disso, a interação de grupos funcionais da matéria orgânica com íons como K^+ e SO_4^- é fundamental para o desenvolvimento de plantas. As SH são um dos principais componentes responsáveis pela capacidade de troca de cátions (CTC) dos solos. A CTC favorece a manutenção da fertilidade por um prolongado período e reduz ou evita a ocorrência de efeitos tóxicos de fertilizantes. Sua capacidade de interagir com íons metálicos e formar complexos de diferentes estabilidades e características estruturais é devido ao alto teor de grupos funcionais oxigenados, como carboxilas e hidroxilas fenólicas (RONQUIM, 2010).

Segundo Zech *et al.* (1997) as SH têm origem em processos de degradação química, biológica ou ressíntese de compostos com morfologia conhecida, como celulose, lignina, proteínas, lipídios e outras. A perda de polissacarídeos e componentes fenólicos, modificação das estruturas de lignina, enriquecimento em estruturas aromáticas não lignínicas recalcitrantes são os principais processos que ocorrem na humificação. No entanto, a compreensão completa da bioquímica envolvida no processo ainda não é totalmente elucidada.

A composição das SH é muito diversificada, apresentando propriedades

moleculares variadas entre seus componentes. Por isso esse material é subdividido segundo suas características, classificado principalmente de acordo com sua solubilidade em huminas (HU), ácidos fúlvicos (AF) e ácidos húmicos (AH) (ROCHA, 2015).

Os ácidos húmicos são insolúveis em ácidos minerais e solventes orgânicos e, quando precipitados, possuem cor escura. Originam-se principalmente de lignina, conseguindo assim características de grande peso molecular, contendo alto teor de ácidos carboxílicos e de nitrogênio, possuindo capacidade de troca de cátions entre 350 e 500 meq 100 g⁻¹. Os ácidos fúlvicos possuem composição estrutural próxima a dos ácidos húmicos, no entanto possuem menor peso molecular, são mais ricos em compostos fenólicos e grupos carboxílicos, além de possuírem menor quantidade de estruturas aromáticas. Sua composição lhe permite grande solubilidade em água, não precipitando em qualquer faixa de pH, tendo maior capacidade de troca catiônica (700 a 1000 meq 100 g⁻¹). As huminas são as frações menos humificadas, são quimicamente heterogêneas, inativas, insolúveis em qualquer faixa de pH (CARON, GRAÇAS, CASTRO, 2015).

Por muito tempo as SH foram conhecidas como macromoléculas de massa molecular relativamente elevada proveniente de reações de síntese secundária a partir de resíduos orgânicos de plantas, animais e microrganismos (STEVENSON, 1994), no entanto estudos mais recentes propõe um novo modelo estrutural para estes materiais.

Em estudos realizados por Piccolo *et.al.* (1996a; 1996b) o AH foi analisado em cromatografia de permeação em gel, revelando que o material sofria alterações reversíveis em sua distribuição de massa molecular, por diminuir tamanho ao ser submetido à uma faixa de pH entre 2,0 e 9,2. Os autores propuseram que, diferente do que se acreditava, os AHs não eram formados por macromoléculas estáveis em pH neutro ou alcalino, mas sim se constituíam de uma associação supramolecular de fragmentos pequenos e heterogêneos, os quais se agrupam por influência de ligações fracas, como van der Waals e interações π - π em pH alcalino, CH- π em meio neutro ou pontes de hidrogênio em valores de pH reduzidos. Concluindo que, neste tipo de associação supramolecular, as interações intermoleculares estabelecem a conformação estrutural das SH e, por conseguinte sua atividade no ambiente.

Em outro trabalho, Piccolo *et.al.*(2002) propõe uma nova formulação para o ácido fúlvico, estes seriam formados pela associação de pequenas moléculas hidrofílicas com presença de grupos funcionais ácidos em suas moléculas em quantidade capaz de impedir que AF se aglomerem, evitando que se precipitem em qualquer faixa de pH. Já os ácidos húmicos são constituídos por conjuntos de materiais humificados com predomínio de grupamentos com caráter hidrofóbico, tais como cadeias polimetilênicas, ácidos graxos, esteroides e outros, que, em pH neutro ou elevado, se estabilizam por forças hidrofílicas dispersivas, mantendo o AH solúvel. Quando submetido a pH baixo os ácidos húmicos floculam, proporcionando a precipitação nesta condição.

Diversas aplicações e linhas de pesquisa trabalham com as frações das SH e cada uma delas necessita de um material específico, de forma que procedimentos de extração, fracionamento e purificação se fazem necessários.

Estes processos são estudados desde 1786, tendo início com Achard em seu estudo “Crell’s Chem”, em que ao tratar um solo com soluções alcalinas conseguiu separar uma substância escura amorfa que posteriormente recebeu o nome de humos. Muitos pesquisadores o sucederam e aperfeiçoaram as técnicas de isolamento de frações das SH, no entanto ainda não possuímos uma forma ideal de separação para os húmus, o melhor método de extração depende do material base e de sua diversidade de impurezas. São conhecidas maneiras de remover vários tipos de contaminantes, tais como uso de hexano, éter ou tetracloreto de carbono para separar compostos apolares (gorduras, ceras, resinas, etc...) e procedimentos de hidrólise são feitos para isolar monômeros individuais (aminoácidos e açúcares). Para a separação das SH o método mais eficiente é com o uso de solução alcalina forte, mas não é a única opção. Alternativamente ao tratamento álcali forte, utiliza-se soluções suaves, compostas normalmente por pirofosfato de sódio ($\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$), ácido fórmico anidro, agentes quelantes orgânicos ou ácidos minerais diluídos. Estas rotas geram menor degradação da matéria orgânica, mas são menos eficientes que o método álcali forte (Stevenson, 1994).

Exemplos de utilização de frações de SH estão disponíveis em grande quantidade na literatura. Em estudo realizado por Büyükkeskin *et al.* (2015) a aplicação de ácido húmico evitou efeitos tóxicos causados pelo alumínio presente no solo sobre o crescimento de raízes laterais e principais, além de permitir maior absorção de nutrientes pelas plantas.

Çimrin *et al.*, (2010) averiguaram os efeitos da aplicação de substâncias húmicas no solo com altas concentrações de sais em plântulas do cultivar Demre de pimenta. Quantidades elevadas de sais em solo podem ser causadas pela irrigação e acarretam perdas de produtividade. Para o estudo em questão, a adição de SH promoveu um maior crescimento radicular, contornando os problemas do excesso de sal.

Silva *et al.* (2014) investigaram o uso de substâncias húmicas para imersão em tubetes e aplicação foliar em mudas de eucalipto em cinco concentrações diferentes para avaliar efeito nas características morfológicas. Chegaram a resultados que comprovavam o benefício para o crescimento da parte aérea, das raízes e do aumento de massa seca total das mudas de eucalipto.

Bernardes, Reis e Rodrigues (2011) estudaram os efeitos da aplicação de substância húmica associada a substrato comercial na produção de mudas de tomateiro. Os tratamentos mostraram efeitos significativos sobre o desenvolvimento da parte aérea, comprimento da raiz, biomassa seca da parte aérea e da raiz aos 30 dias após a emergência. Concluíram ainda que o produto comercial CODAHUMUS 20® foi o mais adequado para a produção de mudas de tomate.

Pinto (2008) avaliou o efeito da utilização de biofertilizantes e substâncias

húmicas via fertirrigação no cultivo orgânico de meloeiro, tendo como parâmetro a produtividade, o teor de sólidos solúveis totais, a acidez total e o pH. Foram utilizados três tipos de biofertilizantes (Agrobom, Vairo e Fermentado de Rumem), três doses de substância húmica (15, 30 e 50 L ha⁻¹) e um tratamento adicional com adubação química convencional. As maiores produtividades foram alcançadas nos tratamentos com adubação convencional com as doses de 30 e 50 L ha⁻¹ de substância húmica. A aplicação dos biofertilizantes juntamente com as SH não alteraram características dos frutos, como pH, acidez total e teor de sólidos solúveis.

Rosa *et al.* (2009) avaliaram os efeitos de substâncias húmicas extraída de carvão mineral no crescimento e concentração de nutrientes em plantas de feijão e em parâmetros cinéticos de absorção de K. Foram avaliados parâmetros cinéticos de absorção de K, massa da parte aérea e da raiz seca, teores de N, P, K, Ca e Mg no tecido da parte aérea e as características morfológicas de raízes (comprimento, área e raio). Foi concluído que a adição de SH intensificou o crescimento do feijão e absorção de K. A produção de massa da parte aérea seca das plantas mostrou respostas diretas à adição de substâncias húmicas.

Em geral, SHs possuem um grande número de sítios ionizáveis, principalmente grupos carboxílicos e fenólicos, que possibilitam a formação de complexos estáveis, que através de sua decomposição, fornecem nutrientes para as plantas, possibilitando também a troca de cátions. Por possuírem sítios ácidos, permitem a possibilidade de serem esterificados quando reagidos com álcoois, de forma que podem ser utilizados associados com a glicerina bruta proveniente da produção do biodiesel como descrito em Rocha (2015).

Por ser um material originado através de decomposição de vegetais e animais, as substâncias húmicas apresentam grande variabilidade em sua composição. É relevante considerar essa característica para desenvolver qualquer tipo de pesquisa com este material, dessa forma estudos preliminares são indispensáveis. Vários métodos de investigação são relatados na literatura, como uso de análise elementar, análises térmicas, ultravioleta. Aqui será dada atenção ao processo de fracionamento e a análise de Espectroscopia de Absorção no Infravermelho com Transformada de Fourier.

1.1 Espectroscopia de Absorção no Infravermelho com Transformada de Fourier

A espectroscopia de absorção molecular na região do infravermelho com transformada de Fourier (do inglês Fourier transform - Infrared spectroscopy – FT-IR) é utilizada para observar de forma qualitativa ligações químicas a partir de deformações rotacionais e vibracionais, indicando assim a presença de grupos funcionais em uma amostra.

Moléculas quando submetidas a comprimentos de onda na faixa do infravermelho,

que vai de 2,5 a 25 μm ou 4000 a 400 cm^{-1} , absorvem partes específicas do espectro até atingir um estado de excitação de maior energia, ponto em que emitem energia para voltar a seu estado natural. Neste processo, são absorvidas frequências de radiação equivalentes as frequências vibracionais naturais da molécula em questão, servindo para aumentar a amplitude dos movimentos vibracionais das ligações na molécula. Do mesmo modo que outros processos de absorção, a absorção no infravermelho é quantizada, ou seja, moléculas absorvem e liberam quantidades específicas de energia. Dessa forma, um espectrômetro tem a capacidade de excitar um material e interpretar a energia emanada por ele, gerando assim a possibilidade de estudar a composição de um composto (PAVIA, LAMPMAN, KRIZ, 2010).

Entretanto, somente algumas ligações químicas são capazes de interagir com a energia no infravermelho, mesmo que a frequência da radiação seja a mesma do movimento vibracional. Uma característica essencial que uma molécula precisa ter para se utilizar este método é possuir ligações que tenham momento de dipolo que muda com uma função do tempo, pois para se transferir energia do infravermelho para uma ligação, esta deve apresentar um dipolo elétrico que mude na mesma frequência da radiação que está sendo introduzida. A exemplo disso, ligações simétricas, como do H_2 ou Cl_2 , são incapazes de absorverem radiação nesta faixa de espectro (SILVERSTEIN, WEBSTER, KIEMLE, 2006).

É importante ressaltar que o espectro emitido por uma ligação é como sua impressão digital. Moléculas que apresentam espectros coincidentes pico a pico em uma análise de FT-IR são compostos idênticos. No entanto, os mesmos grupos funcionais presentes em moléculas diferentes emitem espectros próximos, mas não idênticos. Por esta característica, a técnica é utilizada para identificação da semelhança entre compostos e também de possíveis alterações devido a reações químicas.

Outro importante recurso deste método é a identificação da estrutura molecular. Como cada ligação se mostra de uma forma única, pode-se agrupar as informações presentes na análise de FT-IR para construir teoricamente o modelo da molécula em análise. Neste caso, é importante que o composto em estudo esteja o mais puro possível, pois os espectros emitidos pelos contaminantes também estarão presentes no resultado final, podendo interferir na interpretação dos dados.

Uma das grandes vantagens desse método é sua simplicidade, pois gera respostas rápidas, de baixo custo e expõe o perfil do material em estudo. Dessa maneira essa análise pode ser usada para explorar as possibilidades de um material, revelando aspectos de composição, viabilidade de reações, além de colaborar para o entendimento de caracterizações adicionais.

2 | OBJETIVO

Caracterizar material húmico proveniente de compostagem através do processo

de fracionamento e análise de Espectroscopia de Absorção no Infravermelho com Transformada de Fourier.

3 | METODOLOGIA

O material húmico utilizado neste trabalho foi obtido do pátio de compostagem da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, o qual é composto por resíduos de restaurante universitário, rejeito de fazenda, capim e cama de suíno.

3.1 Espectroscopia no Infravermelho com Transformada de Fourier

Todos os testes de espectroscopia no infravermelho com transformada de Fourier foram realizados em um equipamento Thermo Scientific, modelo Nicolet 6700 acoplado a um módulo para reflectância total atenuada, ATR, entre 4000 e 400 cm^{-1} , janela de Germânio, 32 varreduras e resolução de 4 cm^{-1} . Para a interpretação dos dados obtidos nestas análises foram utilizadas como referências principais as obras Silverstein, Webster, Kiemle (2006) e Pavia, Lampman, Kriz (2010).

3.2 Fracionamento e Caracterização do Material Húmico

O método de separação das substâncias húmicas utilizado foi baseado no fornecido pela International Humic Substances Society (IHSS). Variações foram inseridas no processo com o objetivo de adequar o produto da separação aos interesses da pesquisa, mas sem alterar o mecanismo principal. O procedimento, realizado em triplicata, foi organizado nas seguintes etapas:

1. Secou-se o material de compostagem em estufa a 40°C por um mínimo de 12 horas.
2. Separou-se o material seco em peneira de 2 milímetros, reservando somente a fração menor.
3. 20g material obtido na etapa anterior foi agitado durante 1 hora juntamente com 200ml de solução de H_2SO_4 0,1 molL^{-1} , o pH foi ajustado para um valor entre 1 e 2 com solução de H_2SO_4 6 molL^{-1} .
4. A mistura foi centrifugada a 3500 rpm durante 6 minutos para separação do sobrenadante do material de fundo. O sobrenadante foi descartado.
5. Foi adicionado ao material de fundo 200ml de solução de KOH em 0,1 molL^{-1} , o pH foi ajustado para 7 com solução de KOH 6 molL^{-1} .
6. A mistura foi agitada por 4 horas em temperatura ambiente em um béquer de plástico com boca vedada.
7. Centrifugou-se a 6000 rpm por 12 minutos, separando o sobrenadante,

composto por ácidos húmicos e ácidos fúlvicos, do corpo de fundo, correspondente a humina.

8. A humina foi pesada e colocada para secar em estufa a 40°C.
9. O sobrenadante obtido no passo 7 foi posto a decantação após ser acidificado com solução de H_2SO_4 a 6 molL^{-1} até atingir pH menor que 2.
10. Após um período máximo de 16 horas de descanso, o sobrenadante foi separado do corpo de fundo com auxílio de uma pipeta e o corpo de fundo foi centrifugado a 6000 rpm durante 12 minutos. O sobrenadante corresponde ao ácido fúlvico e o corpo de fundo ao ácido húmico foram submetidos ao processo de secagem em estufa a 40°C.
11. Após secagem das três frações obtidas, foram pesados para mensurar o rendimento do processo de separação e submetidos à análise em FTIR.

O processo de peneiração, descrito no passo 2, se faz importante pelo fato de que o material húmico de partida apresenta fragmentos que não passaram pelo processo de humificação por completo, como galhos, rochas pequenas e outros resíduos não humificáveis (Figura 1). Essa separação garante melhor rendimento, uma vez que a reação de esterificação pretendida neste trabalho ocorre somente entre a glicerina e a SH.



Figura 1-Processo de peneiração da substância húmica obtida no pátio de compostagem da UFVJM.

No passo 3 do fracionamento proposto pela IHSS é utilizado HCl, para o trabalho em questão foi utilizado H_2SO_4 . A troca teve o objetivo de evitar a presença de grandes quantidades de cloro no produto final e inserção de sulfato, uma vez que tem a finalidade de utilização em nutrição de plantas. Segundo Stevenson (1994) o ácido utilizado nesta etapa tem o objetivo de remover componentes carbonatados e outros cátions polivalentes, aumentando a eficiência da extração da matéria orgânica nos passos seguintes, é descrito na literatura que esta etapa pode degradar até 5 % da

massa da amostra.

A IHSS sugere, após o primeiro tratamento ácido, reservar o sobrenadante para posterior aproveitamento da matéria orgânica presente nesta porção utilizando XAD-8. Esta é uma resina de éster de metacrilato de metilo não iônico, macro porosa (poro de tamanho 25 μm), é utilizada para separar o ácido húmico e fúlvico presentes na solução. No entanto optou-se por descartar o sobrenadante, pela dificuldade de obtenção da resina.

Na etapa seguinte (Passo 5), foi utilizado KOH como alcalinizante para o meio, diferentemente da IHSS que propõe uso de NaOH, com o intuito de inserir potássio ao sistema em detrimento de sódio. Acredita-se que a solubilidade de substâncias húmicas em álcalis seja causada pela ruptura de ligações contendo material orgânico e componentes inorgânicos do solo, além de conversão de componentes ácidos em suas formas de sais solúveis: sais de cátions monovalentes são solúveis enquanto os di- e trivalentes são insolúveis. Este tipo de extração consegue aproveitar até dois terços da matéria orgânica do solo, sendo que quanto maior é o tempo de exposição e mais concentrada é a solução, maiores serão as transformações químicas do material base, promovendo maiores perdas (Stevenson, 1994). Um dos motivos deste prejuízo é a alta capacidade de oxidação desta matéria orgânica nessas condições, por isso indica-se o uso de atmosfera inerte, normalmente N_2 , para suavizar este problema, na falta deste recurso, o sistema reacional foi somente fechado para que o contato com o ar atmosférico fosse diminuído (Figura 2).



Figura 2-Fracionamento de SH em solução álcali forte com sistema fechado.

Ao submeter o material húmico a pH elevado, somente a fração húmica não se solubiliza, isso porque suas moléculas são quimicamente heterogêneas e em grande parte inativas, não possuindo interações suficientes para mantê-las diluídas em água (CARON, GRAÇAS, CASTRO, 2015), já os ácidos húmicos são formados por cadeias polimetilênicas, ácidos graxos, esteroides e outros, que, em pH neutro ou elevado, se estabilizam por forças hidrofílicas dispersivas, os ácidos fúlvicos são formados pela

associação de pequenas moléculas hidrofílicas com presença de grupos funcionais ácidos em suas moléculas em quantidade capaz de impedir que se aglomerem, evitando que se precipitem em qualquer faixa de pH (Piccolo *et.al.* 2002). Por isso é possível a separação da HU dos demais componentes da SH na centrifugação após a exposição da matéria orgânica a álcali forte (Figura 3).



Figura 3-Separação da humina (precipitado) do ácido húmico e fúlvico (ambos no sobrenadante).

Na etapa seguinte (Passos 9), quando o sistema é acidificado, o AF permanece em solução, mas os ácidos húmicos flocculam, proporcionando a precipitação, ocorrendo então a separação dos dois materiais (Figura 4).



Figura 4-Separação do AH do AF por decantação em meio ácido. A) Instante da acidificação. B) 10 minutos de decantação. C) 1 hora de decantação. D) 16 horas de decantação visto por outro ângulo.

Após esta etapa, a IHSS propõe ainda alguns passos para purificação do AH, neste trabalho optou-se por não os realizar, uma vez que não há a necessidade de um material tão refinado para os objetivos desta pesquisa.

No processo de secagem (Passo 11), por causa de sua composição, cada substância possui um tempo diferenciado de desumidificação. Nos testes realizados a HU se desumidifica em um tempo médio de 16 horas (Figura 5), o AH em torno de 24 horas (Figura 6) e o AF em aproximadamente 72 horas (Figura 7).



Figura 5-Humina antes e após a secagem.



Figura 6-Ácido Húmico antes e após a secagem.



Figura 7-Ácido Fúlvico antes e após a secagem.

4 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

A partir da extração foi percebido que a humina é o componente mais expressivo para o material de compostagem utilizado. Da triplicata realizada para o fracionamento de 20 gramas de SH, obteve-se em média o rendimento de 9,54g de HU, com desvio padrão de 1,24g, o ácido fúlvico foi obtido em média 7,46g, com desvio padrão de 1,85g, o ácido húmico apresentou-se como parcela menos presente do montante, possuindo média de 2,09g com desvio padrão de 1,16g. O total de material extraído

correspondeu em média a 17,75g, o restante perdido no processo foi atribuído ao descarte do sobrenadante no passo 4 e a erro analítico. Todos estes dados foram expostos na Tabela 1.

Material	Média (g)	Média (%)	Desvio Padrão
Humina	9,54	48,72	1,24
Ac húmico	2,09	11,77	1,16
Ac fulvico	7,47	38,14	1,86
Total extraído	17,75	88,47	2,16
Massa inicial	20,07	1,00	0,48

Tabela 1-Rendimento do fracionamento do material húmico proveniente de compostagem.

Segundo Stevenson (1994), a análise de infravermelho pode fornecer informações referentes a natureza, a reatividade e o arranjo estrutural dos grupos funcionais, com destaque para funções oxigenadas presentes nas substâncias húmicas, permitindo avaliar os efeitos provocados por modificações químicas, como a esterificação, e analisar interações entre as SH e outros compostos orgânicos.

Para esta pesquisa focou-se em verificar a presença do grupo funcional de ácido carboxílico presente em cada fração do material, uma vez que este pode ser aproveitado para possíveis reações e agregação de valor do material base. Para isso, verificou-se a presença de bandas entre 1700 a 1725, correspondentes a ligações C=O, bandas entre 1000 e 1300, referentes a ligação C-O, e bandas entre 2400 a 3400, equivalente a ligações de O-H, as três faixas de número de onda são características do grupo funcional em questão. As análises para a SH sem tratamento, AF, AH e HU foram expostas no Gráfico 1.

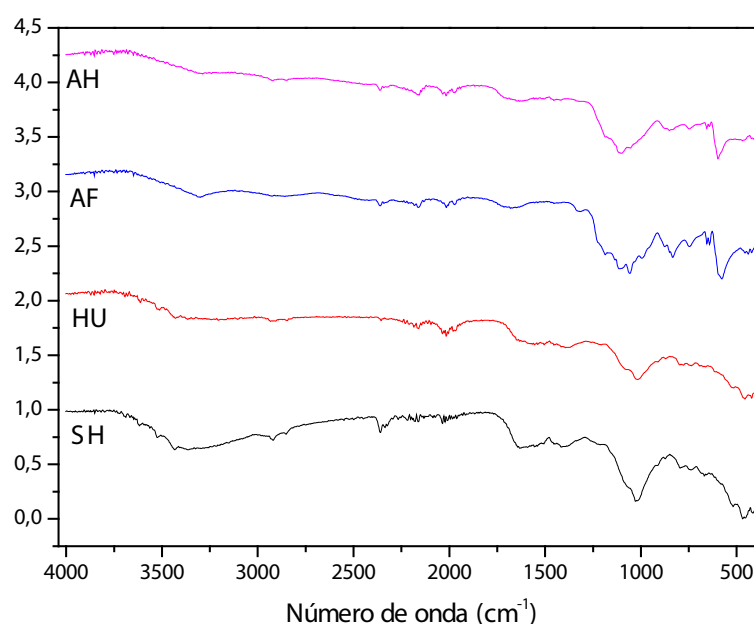


Gráfico 1-Análises de FTIR para a SH sem tratamento, AF, AH e HU.

É possível verificar que na faixa de número de onda entre 1725 a 1700 cm^{-1} , tanto para o AF quanto para o AH, apresentam “ombros” bem definidos, para os espectros referentes a SH e sobre a HU é relevante notar que não apresentam vales nesta faixa. Este fato indica a existência de C=O característicos de ácidos carboxílicos, mas além disso outros C=O que possuem número de onda vizinhos à faixa analisada, como aldeídos, ésteres, cetonas ou amidas podem estar presentes no material, formando-se assim uma onda e não um pico como pode-se perceber. Isso é possível uma vez que o material húmico é muito diversificado, apresentando propriedades moleculares variadas entre seus componentes.

Outra importante evidência para a presença de ácido carboxílico são picos entre os números de onda de 1300 a 1000 cm^{-1} , relacionados a ligação C-O. É possível observar pico bem acentuados nesta faixa para todos os materiais analisados. Um último indício é a presença de ligações O-H, a qual é discriminada por picos na faixa de 3400 a 2400 cm^{-1} .

A análise de FTIR pôde identificar traços da presença de ácido carboxílico no material húmico. Esta é uma importante condição para o sucesso de reações como a esterificação, que apresenta grande potencial de melhoria de características como descrito em Rocha (2015).

5 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Tanto o fracionamento quanto o FTIR são técnicas de caracterização que permitem melhor entendimento do material húmico de maneira simples e com grande eficiência. Por isso devem ser utilizadas como análises preliminares, uma vez que permitem maior entendimento do objeto de estudo com baixo custo, somente depois de ter um perfil do material húmico deve-se partir para caracterizações mais dispendiosas e processos mais elaborados.

Baseado nos testes relatados aqui foi possível compreender como é feito o fracionamento do material húmico e a que tipo de resultados se pode alcançar. Identificar a proporção de humina, ácido fúlvico e ácido húmico é de grande interesse para estudos com material de compostagem dependendo da intenção do pesquisador. Ácidos húmicos e fúlvicos são formados a partir de lentos processos de degradação química e bioquímica, de forma que sua presença é mais expressiva em compostos que passam por longos períodos de húmificação. No experimento apresentado 48% do material extraído correspondia a humina, indicando que o análito era proveniente de uma composteira jovem.

A análise de FTIR pôde identificar traços da presença de ácido carboxílico no material húmico. Esta é uma importante condição para o sucesso de reações como a esterificação, que apresenta grande potencial de melhoria de características. Diversas outras análises podem ser feitas, uma vez que compostos húmicos possuem grande riqueza de grupamentos funcionais oxigenados, ficando a critério do pesquisador qual

foco dará em sua pesquisa.

REFERÊNCIAS

AGUIAR, N.O., CANELLAS, L.P.; **Características químicas e bioatividade de ácidos húmicos isolados de vermicompostos em diferentes estádios de maturação**. Dissertação apresentada ao Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. CAMPOS DOS GOYTACAZES/RJ, 2011.

BERNARDES, JARBAS MOREIRA; REIS, JANAINÉ MYRNA RODRIGUES; RODRIGUES, JAQUELINE FÁTIMA. **Efeito da aplicação de substância húmica em mudas de tomateiro**. Global Science and Technology, v. 4, n. 3, 2011.

BÜYÜKKESKIN, T.; AKINCI, S. EROGLU, A.E. **Effects of humic acid on root development and nutrient uptake of Vicia faba L. (Broad Bean) seedlings grown under aluminium toxicity**. Communications in Soil Science and Plant Analysis, New York, v. 46, p. 277-292, (2015).

CARON, V. C.; GRAÇAS, J. P.; CASTRO, P. R. C. **Condicionadores do solo: ácidos húmicos e fúlvicos**. Série Produtor Rural, nº 58, Piracicaba: ESALQ - Divisão de Biblioteca, 2015. 46 p.

ÇIMRIN, K.M., TÜRKMEN, O., TURAN, M., TUNCER, B. **Phosphorus and humic acid application alleviate salinity stress of pepper seedling**. African Journal of Biotechnology, v. 9, n. 36, 2010.

DA SILVA, R. J., DOS SANTOS, A. C. M., JÚNIOR, J. M. F., SILVA, F. A., DE CASTRO TAVARES, R., & DA SILVA, R. R. **Efeito da aplicação de substâncias húmicas nas características morfológicas de mudas de Eucalyptus urograndis**. In: AMAZON SOIL – ENCONTRO DE CIÊNCIA DO SOLO DA AMAZÔNIA ORIENTAL, 1, 2014. Anais... Gurupi-TO, 2014, p. 102-109.

FONTANA, A., PEREIRA, M.G., ANJOS, L.H.C., BENITES, V.M.; **Fracionamento da matéria orgânica e caracterização dos ácidos húmicos e sua utilização no sistema brasileiro de classificação de solos**. Tese apresentada ao curso de Pós-Graduação em Agronomia da UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO – UFRRJ. Seropédica/RJ, 2009.

PAVIA, D. L., LAMPMAN, G. M., KRIZ, G. S., & VYVYAN, J. R. **Introdução à espectroscopia**. Cengage Learning, 2010.

PICCOLO, ALESSANDRO. **The supramolecular structure of humic substances: a novel understanding of humus chemistry and implications in soil science**. 2002.

PICCOLO, A.; NARDI, S.; CONCHERI, G. **Micelle-1ike conformation of humic substances as revealed by size exclusion chromatography**. Chemosphere, v. 33, n. 4, p. 595-602, 1996a.

PICCOLO, A.; NARDI, S.; CONCHERI, G. **Macromolecular changes of humic substances induced by interaction with organic acids**. European Journal of Soil Science, v. 47, n. 3, p. 319-328, 1996b.

PINTO, J. M., TUÃO GAVA, C. A., COELHO LIM, M. A., FLORENTINO SILVA, A., & MILANEZ DE RESENDE, G. **Cultivo orgânico de meloeiro com aplicação de biofertilizantes e doses de substância húmica via fertirrigação**. Revista Ceres, v. 55, n. 4, 2008.

ROCHA, E.D.; **Síntese e caracterização de novos materiais a partir de glicerina para aplicação agrícola**. Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia em Biocombustíveis – UFVJM. Diamantina/MG, 2015.

RONQUIM, C. C. **Conceitos de fertilidade do solo e manejo adequado para as regiões tropicais**. Embrapa Monitoramento por Satélite. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 2010.

ROSA, A.H., ROCHA, J.C.; **Substâncias húmicas: extração, caracterização, novas perspectivas e aplicações**. Tese apresentada ao curso de Pós-Graduação do Instituto de Química de Araraquara – UNESP. Araraquara/SP, 2001.

ROSA, C. D., CASTILHOS, R. M. V., VAHL, L. C., CASTILHOS, D. D., PINTO, L. F. S., OLIVEIRA, E. S., & LEAL, O. D. A. **Efeito de substâncias húmicas na cinética de absorção de potássio, crescimento de plantas e concentração de nutrientes em Phaseolus vulgaris L.** Revista Brasileira de Ciência do Solo, v. 33, n. 4, p. 959-967, 2009.

SILVERSTEIN, R. M.; WEBSTER, F. X.; KIEMLE, D. J. **Identificação Espectrométrica de Compostos Orgânicos**, Rio de Janeiro: LTC, 2006.

STEVENSON, F.J.; In: **Humus Chemistry: Genesis, Composition and Reaction**, 2^a Ed., John Wiley & Sons, New York, 1994.

ZECH, Z., SENESI, N., GUGGENBERGER, G., KAISER, K., LEHMANN, J., MIANO, T.M., MILTNER, A., SCHROTH, G. **Factors controlling humification and mineralization of soil organic matter in the tropics**. Geoderma, v.79, p.69-116, 1997.

SOBRE A ORGANIZADORA

Ingrid Aparecida Gomes - Bacharel em Geografia pela Universidade Estadual de Ponta Grossa (2008), Mestre em Geografia pelo Programa de Pós-Graduação Mestrado em Gestão do Território da Universidade Estadual de Ponta Grossa (2011). Atualmente é Doutoranda em Geografia pelo Programa de Pós-Graduação da Universidade Federal do Paraná (UFPR). Foi professora colaborada na UEPG, lecionando para os cursos de Geografia, Engenharia Civil, Agronomia, Biologia e Química Tecnológica. Também atuou como docente no Centro de Ensino Superior dos Campos Gerais (CESCAGE), lecionando para os cursos de Engenharia Civil e Arquitetura e Urbanismo. Participou de projetos de pesquisas nestas duas instituições e orientou diversos trabalhos de conclusão de curso. Possui experiência na área de Geociências com ênfase em Geoprocessamento, Geotecnologia, Geologia, Topografia e Hidrologia.

Agência Brasileira do ISBN
ISBN 978-85-7247-240-1

