



# **AGRICULTURA EM BASES AGROECOLÓGICAS E CONSERVACIONISTA**

**HIGO FORLAN AMARAL  
KÁTIA REGINA FREITAS SCHWAN-ESTRADA  
(ORGANIZADORES)**



# **AGRICULTURA EM BASES AGROECOLÓGICAS E CONSERVACIONISTA**

**HIGO FORLAN AMARAL  
KÁTIA REGINA FREITAS SCHWAN-ESTRADA  
(ORGANIZADORES)**

2020 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do Texto © 2020 Os autores

Copyright da Edição © 2020 Atena Editora

**Editora Chefe:** Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

**Diagramação:** Geraldo Alves

**Edição de Arte:** Lorena Prestes

**Revisão:** Os Autores



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição *Creative Commons*. Atribuição 4.0 Internacional (CC BY 4.0).

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

### **Conselho Editorial**

#### **Ciências Humanas e Sociais Aplicadas**

Profª Drª Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins  
Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas  
Prof. Dr. Alexandre Jose Schumacher – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso  
Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof. Dr. Antonio Gasparetto Júnior – Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais  
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília  
Prof. Dr. Carlos Antonio de Souza Moraes – Universidade Federal Fluminense  
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa  
Profª Drª Denise Rocha – Universidade Federal do Ceará  
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia  
Prof. Dr. Edvaldo Antunes de Farias – Universidade Estácio de Sá  
Prof. Dr. Eloi Martins Senhora – Universidade Federal de Roraima  
Prof. Dr. Fabiano Tadeu Grazioli – Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões  
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná  
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionale delle Figlie di Maria Ausiliatrice  
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense  
Profª Drª Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso  
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Universidade Federal do Maranhão  
Profª Drª Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará  
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste  
Profª Drª Sheila Marta Carregosa Rocha – Universidade do Estado da Bahia  
Prof. Dr. Rui Maia Diamantino – Universidade Salvador  
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará  
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande  
Prof. Dr. William Cleber Domingues Silva – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

#### **Ciências Agrárias e Multidisciplinar**

Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano  
Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás  
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná

Profª Drª Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia  
Prof. Dr. Écio Souza Diniz – Universidade Federal de Viçosa  
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Fágner Cavalcante Patrocínio dos Santos – Universidade Federal do Ceará  
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Profª Drª Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará  
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa  
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão  
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará  
Profª Drª 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

### **Ciências Biológicas e da Saúde**

Prof. Dr. André Ribeiro da Silva – Universidade de Brasília  
Profª Drª Anelise Levay Murari – Universidade Federal de Pelotas  
Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás  
Prof. Dr. Edson da Silva – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri  
Profª Drª Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília  
Profª Drª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina  
Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria  
Prof. Dr. Igor Luiz Vieira de Lima Santos – Universidade Federal de Campina Grande  
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará  
Profª Drª Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande  
Profª Drª Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federaci do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Paulo Inada – Universidade Estadual de Maringá  
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

### **Ciências Exatas e da Terra e Engenharias**

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto  
Prof. Dr. Alexandre Leite dos Santos Silva – Universidade Federal do Piauí  
Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás  
Profª Drª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná  
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará  
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande  
Prof. Dr. Marcelo Marques – Universidade Estadual de Maringá  
Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

### **Conselho Técnico Científico**

Prof. Msc. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo  
Prof. Msc. Adalberto Zorzo – Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza  
Prof. Dr. Adailson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba  
Prof. Msc. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão  
Profª Drª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico  
Profª Msc. Bianca Camargo Martins – UniCesumar  
Prof. Msc. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof. Msc. Cláudia de Araújo Marques – Faculdade de Música do Espírito Santo  
Prof. Msc. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará  
Profª Msc. Dayane de Melo Barros – Universidade Federal de Pernambuco

Prof. Dr. Edwaldo Costa – Marinha do Brasil  
 Prof. Msc. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita  
 Prof. Msc. Gevair Campos – Instituto Mineiro de Agropecuária  
 Prof. Msc. Guilherme Renato Gomes – Universidade Norte do Paraná  
 Prof<sup>a</sup> Msc. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia  
 Prof. Msc. José Messias Ribeiro Júnior – Instituto Federal de Educação Tecnológica de Pernambuco  
 Prof. Msc. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
 Prof<sup>a</sup> Msc. Lilian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará  
 Prof<sup>a</sup> Msc. Liliani Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ  
 Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Lívia do Carmo Silva – Universidade Federal de Goiás  
 Prof. Msc. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados  
 Prof. Msc. Luan Vinicius Bernardelli – Universidade Estadual de Maringá  
 Prof. Msc. Rafael Henrique Silva – Hospital Universitário da Universidade Federal da Grande Dourados  
 Prof<sup>a</sup> Msc. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal  
 Prof<sup>a</sup> Msc. Solange Aparecida de Souza Monteiro – Instituto Federal de São Paulo  
 Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

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

A278 Agricultura em bases agroecológicas e conservacionista [recurso eletrônico] / Organizadores Higo Forlan Amaral, Kátia Regina Freitas Schwan-Estrada. – Ponta Grossa, PR: Atena, 2020.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-86002-07-2

DOI 10.22533/at.ed.072202102

1. Agroecologia – Pesquisa – Brasil. 2. Meio ambiente – Pesquisa – Brasil. 3. Sustentabilidade. I. Amaral, Higo Forlan. II. Schwan-Estrada, Kátia Regina Freitas.

CDD 630

**Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422**

Atena Editora  
 Ponta Grossa – Paraná - Brasil  
[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)  
[contato@atenaeditora.com.br](mailto:contato@atenaeditora.com.br)

## APRESENTAÇÃO

A obra “Agricultura em Bases Agroecológicas e Conservacionista” tem foco e discussão principal sobre técnicas e práticas agrícolas consolidadas e em perspectiva para avanços consistentes na agroecologia e agricultura baseadas no conservacionismo.

O objetivo foi apresentar literatura para assuntos emergentes dentro da temática central da obra, sendo que do capítulo 1 ao 8 os leitores encontraram revisões de literatura sobre homeopatia, alimentação alternativa de animais e insetos, comunicação em agroecologia, novas tecnologias na era 4G, bioativação e remineralizadores de solo. Já do capítulo 9 ao 20 foram apresentados trabalhos e investigações aplicados dentro desses assuntos e outros complementares.

Participaram desta produção científica autores da Universidade Estadual de Maringá, Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Universidade Federal do Mato Grosso e Universidade Federal do Paraná.

Os temas diversos discutidos neste material propuseram fundamentar o conhecimento de acadêmicos e profissionais das áreas de agroecologia e agricultura conservacionista e destinar um material que demonstre que essas vertentes agrícolas são consistentes e apresentam ciência de fato.

Deste modo, a obra “Agricultura em Bases Agroecológicas e Conservacionista” apresenta material bibliográfico relevantemente fundamentado nos resultados práticos obtidos pelos diversos pesquisadores, professores, acadêmicos e profissionais que arduamente desenvolveram seus trabalhos que aqui foram apresentados de maneira didática e valorosa para o leitor.

Higo Forlan Amaral  
Kátia Regina Freitas Schwan-Estrada

## AGRADECIMENTOS

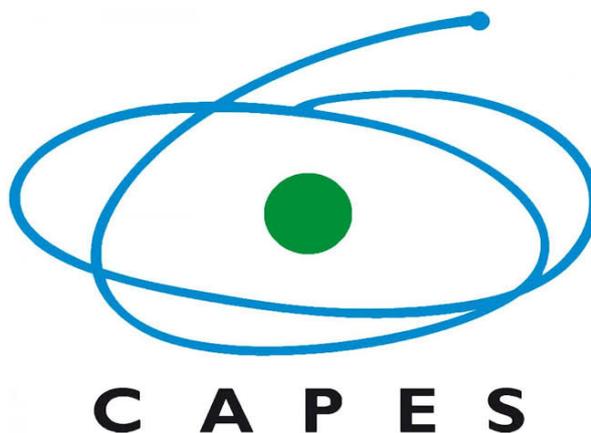
- À Universidade Estadual de Maringá (UEM) e ao Programa de Pós-graduação Profissional em Agroecologia (PROFAGROEC/UEM) pela iniciativa, apoio e incentivo na formação e aprimoramento de profissionais para atuação em Agroecologia.



- À Superintendência Geral de Ciência, Tecnologia e Ensino Superior (SETI-PR), pelo fomento do Programa de Pós-graduação Profissional em Agroecologia da Universidade Estadual de Maringá – PR (PROFAGROEC/UEM).



- À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo fomento do Programa de Pós-graduação Profissional em Agroecologia da Universidade Estadual de Maringá – PR (PROFAGROEC/UEM).



- À MICROGEO – Adubação Biológica pelo incentivo e apoio financeiro a este projeto de divulgação científica.



- À Biovalens, empresa do Grupo Vitti, também, pelo incentivo e apoio financeiro a este projeto de divulgação científica.



- Ao Centro Universitário Filadélfia (UniFil) ao fomento dos projetos: “Utilização de Recursos e Técnicas Biológicas para Agricultura Conservacionista”, entre os anos de 2016 a 2019. “Percepção Pública sobre Agricultura Conservacionista, entre os anos de 2018 a 2019.



## SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO 1</b> .....	<b>1</b>
HOMEOPATIA NA AGRICULTURA	
José Renato Stangarlin	
<b>DOI 10.22533/at.ed.0722021021</b>	
<b>CAPÍTULO 2</b> .....	<b>14</b>
UTILIZAÇÃO DA FARINHA DE PUPA DO BICHO-DA-SEDA NA ALIMENTAÇÃO DE ANIMAIS MONOGÁSTRICOS: REVISÃO	
Jailson Novodworski	
Valmir Schneider Guedin	
Alessandra Aparecida Silva	
<b>DOI 10.22533/at.ed.0722021022</b>	
<b>CAPÍTULO 3</b> .....	<b>26</b>
ALTERNATIVAS AGROECOLÓGICAS NA CRIAÇÃO DE ABELHAS <i>Apis mellifera</i> E SUA INFLUÊNCIA NA QUALIDADE FÍSICO-QUÍMICA DO MEL	
Agatha Silva Botelho	
Lucimar Peres Pontara	
<b>DOI 10.22533/at.ed.0722021023</b>	
<b>CAPÍTULO 4</b> .....	<b>43</b>
OBSERVATÓRIO AGROECOLÓGICO: UM ESTUDO DA PRODUÇÃO FAMILIAR EM BASE ECOLÓGICA	
Liliana Maria de Mello Fedrigo	
<b>DOI 10.22533/at.ed.0722021024</b>	
<b>CAPÍTULO 5</b> .....	<b>51</b>
A ERA 4G: NOVA ATUALIZAÇÃO AGRÍCOLA COM NANOTECNOLOGIA EM CAMPO	
Anderson Barzotto	
Stela Regina Ferrarini	
Solange Maria Bonaldo	
<b>DOI 10.22533/at.ed.0722021025</b>	
<b>CAPÍTULO 6</b> .....	<b>60</b>
BIOATIVÇÃO DO SOLO NO CONTROLE DE DOENÇAS DE PLANTAS	
Bruna Broti Rissato	
Higo Forlan Amaral	
Kátia Regina Freitas Schwan-Estrada	
<b>DOI 10.22533/at.ed.0722021026</b>	
<b>CAPÍTULO 7</b> .....	<b>72</b>
<i>Bacillus amyloliquefaciens</i> NO CONTROLE DE DOENÇAS DE PLANTAS	
Amanda do Prado Mattos	
Bruna Broti Rissato	
Kátia Regina Freitas Schwan-Estrada	
<b>DOI 10.22533/at.ed.0722021027</b>	

<b>CAPÍTULO 8</b> .....	<b>80</b>
REMINERALIZADORES DO SOLO : ASPECTOS TEÓRICOS E PRÁTICOS	
Antonio Carlos Saraiva da Costa	
<b>DOI 10.22533/at.ed.0722021028</b>	
<b>CAPÍTULO 9</b> .....	<b>96</b>
PHYSICAL AND PHYSIOLOGICAL QUALITY OF RICE ( <i>Oryza sativa</i> L.) AND COMMON BEAN SEEDS ( <i>Phaseolus vulgaris</i> L.) FROM LANDRACE POPULATIONS CULTIVATED IN TWO QUILOMBO VILLAGES, IN PARANA STATE, BRAZIL	
Rosiany Maria da Silva	
Alessandro Santos da Rocha	
José Ozinaldo Alves de Sena	
Marivânia Conceição de Araújo	
Eronildo José da Silva	
Rosilene Komarcheski	
José Walter Pedroza Carneiro	
<b>DOI 10.22533/at.ed.0722021029</b>	
<b>CAPÍTULO 10</b> .....	<b>106</b>
USO DE <i>Lachancea thermotolerans</i> CCMA 0763 NO CONTROLE DE OÍDIO E NA INDUÇÃO DE GLICEOLINA EM SOJA	
Luís Henrique Brambilla Alves	
Bruna Broti Rissato	
Rosane Freitas Schwa	
Kátia Regina Freitas Schwan-Estrada	
<b>DOI 10.22533/at.ed.07220210210</b>	
<b>CAPÍTULO 11</b> .....	<b>118</b>
RESPOSTA DA ALFACE AMERICANA ( <i>Lactuca sativa</i> L.) A ADUBAÇÃO ORGÂNICA À BASE DE ESTERCO BOVINO FRESCO E CURTIDO	
Flávio Antônio de Gásperi da Cunha	
Eurides Bacaro	
Flailton Justino Alves	
Júlio Augusto	
Mitiko Miyata Yamazaki	
Paulo Cesar Lopes	
Rafael de Souza Stevauxi	
<b>DOI 10.22533/at.ed.07220210211</b>	
<b>CAPÍTULO 12</b> .....	<b>126</b>
COMPATIBILIDADE DA INOCULAÇÃO DE <i>Rhizobium tropici</i> EM FEIJOEIRO COMUM EM DIFERENTES TIPOS DE ADUBAÇÃO ORGÂNICA	
Jonas A. Dário	
Higo Forlan Amaral	
<b>DOI 10.22533/at.ed.07220210212</b>	
<b>CAPÍTULO 13</b> .....	<b>139</b>
EFEITOS DA ÁGUA TRATADA POR MAGNETISMO E INFRAVERMELHO LONGO NA GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE SORGO	
Leonel A. Estrada Flores	
Carlos Moacir Bonato	

Maurício Antonio Custódio de Melo  
Larissa Zubek  
Kátia Regina Freitas Schwan-Estrada

**DOI 10.22533/at.ed.07220210213**

**CAPÍTULO 14 ..... 149**

**PERFIL DO CONSUMIDOR DE FRANGO CAIPIRA NO MUNICÍPIO DE MARINGÁ**

José Euripedes Suliano de Lima  
Paula Lopes Leme  
Jaqueline Paula Damico  
Daiane de Oliveira Grieser  
Camila Mottin  
José Leonardo Borges  
Layla Thamires de Oliveira  
Ana Cecília Czelusniak Piazza  
Alessandra Aparecida Silva

**DOI 10.22533/at.ed.07220210214**

**CAPÍTULO 15 ..... 160**

**CRESCIMENTO MICELIAL DE *Sclerotinia sclerotiorum*, REPERTORIZAÇÃO DE SINTOMAS E CONTROLE DO MOFO BRANCO EM TOMATEIRO POR MEDICAMENTOS HOMEOPÁTICOS**

Paulo Cesário Marques  
Bruna Broti Rissato  
Kátia Regina Freitas Schwan-Estrada

**DOI 10.22533/at.ed.07220210215**

**CAPÍTULO 16 ..... 173**

**SOLUÇÕES ULTRA DILUÍDAS DE *Calcarea carbonica* e *Silicea terra* NA PREVENÇÃO DE *Cowpea aphid-born mosaic virus* EM MUDAS DE MARACUJAZEIRO AMARELO**

Beatriz Santos Meira  
Antônio Jussê da Silva Solino  
Camila Rocco da Silva  
Juliana Santos Batista Oliveira  
Kátia Regina Freitas Schwan-Estrada

**DOI 10.22533/at.ed.07220210216**

**CAPÍTULO 17 ..... 186**

**PROCESSO DE REGULARIZAÇÃO DA PRODUÇÃO AVÍCOLA CAIPIRA EM ASSOCIAÇÃO DE PRODUTORES AGROECOLÓGICOS DO NORTE CENTRAL PARANAENSE**

Eric Waltz Vieira Messias  
Alessandra Aparecida Silva  
Lucimar Pontara Peres

**DOI 10.22533/at.ed.07220210217**

**CAPÍTULO 18 ..... 199**

**ATRIBUTOS QUÍMICOS E FÍSICOS DE DIFERENTES SUBSTRATOS EM RELAÇÃO À PRODUÇÃO DE MATÉRIA SECA DE ALFACE**

Gheysa Julio Pinto  
José Ozinaldo Alves de Sena  
Ivan Granemann de Souza Junior

Antonio Carlos Saraiva da Costa

DOI 10.22533/at.ed.07220210218

**CAPÍTULO 19 ..... 212**

RESPOSTA DE VARIEDADE DE CULTIVO ORGÂNICO DE MILHO EM DIFERENTES FONTES DE ADUBO E INOCULAÇÃO DE *Azospirillum brasilense*

Verônica de Jesus Custodio Peretto

Higo Forlan Amaral

DOI 10.22533/at.ed.07220210219

**CAPÍTULO 20 ..... 229**

DIVERSIDADE BACTERIANA DE UM SOLO OBTIDA AO LONGO DE SUCESSIVAS APLICAÇÕES DE ÁGUA RESIDUÁRIA DE SUÍNOS (ARS)

Luana Patrícia Pinto Körber

Guilherme Peixoto de Freitas

Lucas Mateus Hass

Higo Forlan Amaral

Marco Antônio Bacellar Barreiros

Elisandro Pires Frigo

Luciana Grange

DOI 10.22533/at.ed.07220210220

**CAPÍTULO 21 ..... 240**

ATRIBUTOS QUÍMICOS E FÍSICOS DO COMPOSTO ORGÂNICO, BIOCÁRVÃO E VERMICULITA PARA A PRODUÇÃO DE SUBSTRATOS

Gheysa Julio Pinto

José Ozinaldo Alves de Sena

Ivan Granemann de Souza Junior

Antonio Carlos Saraiva da Costa

DOI 10.22533/at.ed.07220210221

**SOBRE OS ORGANIZADORES..... 251**

**ÍNDICE REMISSIVO ..... 252**

## REMINERALIZADORES DO SOLO : ASPECTOS TEÓRICOS E PRÁTICOS

Data de aceite: 22/01/2020

### Antonio Carlos Saraiva da Costa

Universidade Estadual de Maringá, Departamento de Agronomia, Email: antoniocscosta@gmail.com

**RESUMO:** REMINERALIZADORES são definidos como qualquer “material de origem mineral que tenha sofrido apenas redução e classificação de tamanho por processos mecânicos e que altere a fertilidade do solo por meio da adição de macro e micronutrientes para as plantas, bem como promova a melhoria das propriedades físicas ou físico-químicas ou a atividade biológica do solo” (Lei nº 12.890, de 10 de dezembro de 2013 promulgada no Diário Oficial da União). Materiais que podem ser incluídos como remineralizadores de solo incluem os pós de rochas magmáticas, metamórficas e sedimentares e de minerais. A grande variabilidade de rochas existentes, sua composição química e mineralógica associado ao processo de pulverização resultando na produção de materiais com diferentes granulométrias e solubilidade de seus compostos cria uma dificuldade na classificação dos diferentes materiais utilizados como remineralizadores. Na forma como é definido pela Lei, a ação dos remineralizadores pode ser efetuada por qualquer tipo de rocha moída. Portanto a Lei não define um caráter

classificatório para estes materiais. Outrossim, a adição continuada destes materiais incorporará, ao longo dos anos, quantidades apreciáveis de sílica solúvel ( $H_4SiO_4$ ) que promoverá alterações na mineralogia dos solos, não mencionadas na Lei. Estas alterações poderão mudar completamente o comportamento do solo, restituindo uma condição mineralógica que transformará solos altamente intemperizados em solos rejuvenescido, mais ativos e com maior capacidade de responder às aplicações de adubos e corretivos. Resultando no seu melhor aproveitamento e em mais produções de grãos, fibras, etc. Alguns destes materiais remineralizadores poderão, inclusive, migrar em subsuperfície, reduzindo a ação tóxica do  $Al^{3+}$ , aumentando o teor de bases ( $Ca^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$  e  $K^+$ ) em profundidade favorecendo o desenvolvimento radicular que poderá aproveitar melhor as reservas de nutrientes e de água dos horizontes subsuperficiais dos solos aumentando a espessura do Horizonte A, responsável pela maior parte da atividade biológica do solo. Os maiores problemas com a adoção de remineralizadores nos processos de produção familiar e comercial se deve a falta de padronização dos materiais utilizados e as reações que estes sofrem ao serem aplicados em superfície ou incorporados ao solo.

**PALAVRAS CHAVE:** Solos tropicais, rejuvenescimento, sílica, bases do solo.

**ABSTRACT:** REMINERALIZERS are defined as any “material of mineral origin that has only undergone size reduction and classification by mechanical processes and that changes soil fertility through the addition of macro and micronutrients to plants as well as improving soils physical or physicochemical properties or the biological activity of the soil” (Law No. 12.890, of December 10, 2013 promulgated in the Brazilian Federal Official Gazette). Materials that can be included as soil remineralizers include magmatic, metamorphic and sedimentary rock powders and minerals. The great variability of existing rocks, their chemical and mineralogical composition associated with the grinding process resulting in the production of materials with different particle sizes and solubility of their compounds creates a difficulty in classifying the different materials used as remineralizers. As defined by the Law, any ground rock can promote what is defined, but the Law does not define a classificatory character for these materials. Moreover, the continued addition of these materials will, over the years, incorporate appreciable amounts of soluble silica ( $H_4SiO_4$ ) that will promote changes in soil mineralogy, not mentioned in the Law. These changes could completely change soil behavior, restoring a mineralogical condition that will transform highly weathered soils into rejuvenated, more active soils that are better able to respond to fertilizer and corrective applications, resulting in its better use and more productions of grains, fibers, etc. Some of these materials may even migrate to the subsurface horizons, reducing the toxic action of  $Al^{3+}$  and increasing the bases content ( $Ca^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$  and  $K^+$ ) in depth favoring root development that can better utilize the nutrient and water reserves of subsurface soil horizons, increasing the thickness of A-Horizon, which is responsible for most of the biological activity of the soil. The major problems with the adoption of remineralizers in family and commercial crop production processes are the lack of standardization of the materials used and the reactions they suffer when applied to the surface or incorporated into the soil.

**KEYWORDS:** Tropical soils, rejuvenation, silica, soil bases.

## 1 | INTRODUÇÃO

Solos são formados a partir do processo de intemperismo das rochas e dos resíduos orgânicos que se encontram na superfície da crosta terrestre. Este processo de decomposição mineral e orgânica envolve uma série de reações bioquímicas, químicas e físicas que destroem rochas e materiais orgânicos, associado à perda de elementos químicos e a formação de novos materiais inorgânicos e orgânicos em uma equilíbrio metaestável. Isto significa que nas condições naturais o processo de intemperismo nunca cessa e é contínuo em todas as regiões da Terra 365 dias por ano. Desertos e geleiras, ao contrário do que se possa pensar, também possuem atividade biológica e, portanto, solos.

A invenção da agricultura há mais de 10.000 anos atrás, no Período Neolítico, mudou estas transformações visto que o homem para produzir grãos, fibras, frutas e

mesmo carne passou a adicionar materiais ao solo para maior produção agrícola e conseqüente alterou a intensidade e os tipos de reações associados ao intemperismo.

Em condições inapropriadas de uso e manejo do solo, o homem pode intensificar o processo de intemperismo do solo acarretando a capacidade produtiva do solo, diminuindo sua atividade biológica e, em condições extremas, a morte do solo. No Brasil há pelo menos duas condições extremas de mau uso do solo que tem levado a sua morte e a desertificação dos componentes bióticos. Uma ocorre no Rio Grande do Sul na região de Alegrete onde a associação de solos arenosos e frágeis, mau uso do solo com intensa degradação da matéria orgânica e a presença de intensa atividade eólica determinou a formação de um deserto em expansão. A segunda situação ocorre no vale do Rio São Francisco onde áreas extensas de produção de frutas, verduras, etc, utilizando irrigação associada a intensa adubação e calagem acarretou a salinização do solo e sua inviabilidade de produção formando extensa áreas de solos mortos, impossibilitando o cultivo destas culturas.

Nas demais áreas do país, extensas áreas de produção agrícola têm recebido práticas de manejo que tem determinado o aumento da produção dos solos de diversas culturas.

No Estado do Paraná, na década de 80, agricultores da região do segundo Planalto trouxeram máquinas, equipamentos e produtos agrícolas como herbicidas, fungicidas e implantaram o Plantio Direto nos campos gerais. A partir de então, o Plantio Direto e suas variações (cultivo mínimo, semeadura direta, etc.) melhoraram significativamente a capacidade produtiva dos solos devido às melhoras em suas condições biológicas, químicas, físicas e mineralógicas.

Esta nova estratégia de manejo do solo não somente reduziu o processo de intemperismo, bem como tem resultado no rejuvenescimento dos perfis de solos. O conjunto de práticas que levam à reversão do processo de intemperismo incluem todas aquelas que impedem o envelhecimento do solo e a formação de compostos orgânicos e inorgânicos presentes em solos jovens altamente produtivos como os Chernossolos.

Esse conjunto de técnicas de manejo também incorporam quantidades significativas de sílica (presentes nos calcários, adubos minerais e reciclada pela atividade biológica) em diferentes formas (quartzo, minerais primários, sílica solúvel, fitólitos, etc.) que juntamente com a elevação do pH (calagem) aumento no teor de bases (calagem, gessagem, adubação) favorecem a redução das diversas formas de  $Al^{3+}$  presentes no solo (troçável, potencial, estrutural nos óxidos de ferro, adsorvido nas entrecamadas dos minerais de argila 2:1, etc.), a dissolução da gibbsita com a conseqüente neofomação de minerais de argila do tipo 1:1 e nos estádios mais avançados de diagêneses de minerais de argila 2:1.

## 2 | REMINERALIZADORES : ASPECTOS TEÓRICOS

### 2.1 Intemperismo

O intemperismo é o processo natural de formação dos solos. Fatores externos e processos internos de formação do solo atuam de forma conjunta resultando na diferenciação dos horizontes do perfil do solo e seus atributos morfológicos, físicos, químicos, biológicos e mineralógicos. Perfis de solos como os Latossolos, Nitossolos, Argissolos e Neossolos predominam na região Oeste do Estado do Paraná associados à outras classes de solos como Chernossolos, Gleissolos, Plintossolos, Planossolos, etc.

Em cada uma destas classes de solos a ação dos fatores externos e processos internos pode ser definida e as práticas de uso e manejo destes solos selecionadas. Numa mesma propriedade agrícola raramente ocorre somente uma classe de solo e a definição, reconhecimento e mapeamento destas unidades do solo deve ser o primeiro passo para o pleno uso e manejo do solo. A inobservância da existência de diferentes classes de solos em uma propriedade acarreta problemas na amostragem do solo para fins de resposta a aplicação de adubos, condicionadores e resíduos de quaisquer origem, resultando na subutilização do solo como fator de produção vegetal.

A intensidade do intemperismo é um dos agentes que influenciarão na definição das classes de solos e seu uso e manejo.

Por exemplo a formação dos Latossolos envolve intensos e prolongados períodos de ação dos fatores abióticos (clima, relevo, tempo) associado aos bióticos (atividade biológica) para a formação de um perfil profundo (geralmente acima de 2 m), altamente intemperizado, pobre em nutrientes, geralmente ácido e altamente homogêneo. Esses atributos estão associados a solos derivados dos mais variados materiais de origem (exceção a rochas extremamente quartzosas), climas quentes e úmidos onde o excedente hídrico (precipitação superior a evapotranspiração) resulta em intensa atividade biológica esculpindo formas no relevo mais planas (há exceções) por períodos extremamente longos, podendo exceder mais de um milhão de anos.

As principais reações associadas à formação dos Latossolos incluem a hidratação, a hidrólise, a carbonatação, a oxi-redução e a acidificação que resultam nos seguintes processos internos específicos de formação do solo:

- i. LIXIVIAÇÃO. Remoção das bases do solo e outros ânions para fora do solum.
- ii. DESSILICATIZAÇÃO. Remoção de sílica solúvel ( $H_4SiO_4$ ) para fora do solum.
- iii. FERRITIZAÇÃO. Acúmulo de ferro na forma de óxidos de ferro de baixa

solubilidade.

- iv. ALITIZAÇÃO. Acúmulo de óxidos de alumínio de baixa solubilidade.
- v. PEDOTURBAÇÃO. Homogeneização do material constituinte do solo devido seu revolvimento pela atividade biológica trazendo materiais dos horizontes mais profundos para a superfície e vice versa.

Os cinco processos pedogenéticos mencionados acima podem ser agrupados (Buol et al., 2011) em PERDAS (Lixiviação, Dessilicatização), ACÚMULOS e TRANSFORMAÇÕES (Ferritização, Alitização) e TRANSLOCAÇÕES (Pedoturbação).

Estes processos pedogenéticos internos também ocorrem com diferentes intensidades na formação das demais classes de solos mencionadas, mas outros processos predominarão. Por exemplo:

Para os Nitossolos e Argissolos a formação dos Horizonte B-nítico ou B-textural com ou sem cerosidade, respectivamente, ocorre devido a translocação de minerais de argila dos horizonte A para dentro do Horizonte B-nítico e B-textural, processo pedogenético denominado eluviação ou mais especificamente argiluviação (Santos et al., 2013).

Na classe dos solos dos Neossolos a inexistência do Horizonte B é devido principalmente a ação diferenciada de dois fatores externos de formação. O primeiro seria a posição no relevo. Quando formando em condições de relevo instáveis, com altas declividades (Costas do relevo) onde a quantidade de água que chega via precipitação não consegue infiltrar; o excedente hídrico escorre superficialmente acarretando a remoção de partículas em processo pedogenético definido como erosão hídrica. Esta erosão é o principal mecanismo que impossibilitará a formação do Horizonte B.

Outro fator de formação que definirá a formação de Neossolos é o material de origem, visto que rochas como o quartzito ou o arenito que possuem como mineral quase que exclusivamente quartzo (> 90% de  $\text{SiO}_2$ ), mineral primário que não sofrerá transformações químicas necessárias para a formação dos minerais de argila e os óxidos de ferro e alumínio. Neste caso, Os Neossolos poderão ser formados em diferentes posições do relevo, formando perfis profundos, numa sequência de Horizontes A e C.

Portanto, a evolução das principais classes de solos encontradas no Estado do Paraná e em outros estados das regiões Sul, Sudeste e parte do Centro Oeste têm como principal processo de formação a perdas de bases e sílica e o acúmulo de ferro e alumínio.

O processo de intemperismo nunca cessa e isto significa dizer que estes solos, em condições naturais, não estão em equilíbrio. Eles estão continuamente se transformando, perdendo bases, sílica e acumulando ferro e alumínio. No

entanto, se considerarmos o tempo de formação dos perfis de solos e suas reações químicas; as transformações são relativamente pequenas no espaço de décadas e pode-se afirmar que os solos encontram-se em um “metaequilíbrio” com os demais componentes bióticos e abióticos.

## 2.2 Rejuvenescimento do solo

Tudo acima é verídico nas condições naturais de formação do solo. No entanto, a entrada do homem no processo modificou sensivelmente a intensidade dos diferentes processos de formação dos solos. Para a produção de grãos, fibras, carnes, etc., o homem aprendeu a adicionar materiais disponíveis na natureza bem como sintéticos para alterar o equilíbrio entre as diferentes fases do solo, favorecendo as condições necessárias ao desenvolvimento das plantas domesticadas. A aplicação de resíduos orgânicos, inorgânicos (pós de rochas, minerais), biológicos (urina, fezes de animais, etc.) de origem natural ou sintéticos (produzidos pelo homem) determinaram grandes transformações nos perfis de solos e uma nova classe foi incorporada aos principais sistemas de classificação dos solos, os solos formados pelo homem, os antropossolos ou ainda os tecnossolos (Curcio et al. 2004).

Na maioria dos casos a atividade agrícola faz uso de corretivos, condicionadores, adubos e biocidas para a melhoria do ambiente abiótico e biótico do solo.

Estes materiais, portanto, promovem alterações no comportamento do solo, podendo, quando bem manejados, favorecer o desenvolvimento vegetal ou não.

De qualquer forma, todo e qualquer material que for adicionado ao solo de forma contínua e em doses significativas e que possua em sua constituição as bases (Ca, Mg, K, Na) e sílica solúvel poderá, num primeiro momento resultar no equilíbrio das reações de intemperismo e com o tempo e a incessante adição de materiais, produzir a reversão do processo de intemperismo dissolvendo as formas metaestáveis formadas no processo de intemperismo e a formação de novas espécies minerais previamente intemperizadas.

Assim, formas pobremente cristalinas e cristalinas de óxidos de ferro e alumínio poderão liberar em solução o alumínio complexado e o estrutural, respectivamente. Os minerais de argila 2:1 existentes e preservados nestes solos pela presença de alumínio na entrecamada, liberarão este alumínio em solução que serão trocados pelas bases adicionadas. Óxidos e hidróxidos de alumínio poderão ser dissolvidos e vir a formar caulinita. O alumínio liberado pelas difentes formas pobremente cristalinas e cristalinas poderão reagir com a sílica em solução e formar caulinita que, com o tempo e o aporte contínuo de sílica e bases, formará minerais de argila 2:1.

Maiores detalhes das prováveis reações de transformação mineralógica no processo de rejuvenescimento de solos pode ser obtida em Costa (2019).

O que está descrito acima já ocorre de forma natural na paisagem onde materiais altamente intemperizados de Latossolos evoluem para a formação de Nitossolos e outros solos mais jovens devido a movimentação de sílica e bases das partes superiores do relevo para as partes mais baixas. Nesta movimentação as reações de dissolução e síntese de novos minerais ocorre de forma natural ao longo das centenas talvez milhares de anos. Latossolos evoluindo para Nitossolos e estes para Cambissolos, Chernossolos e Neossolos, solos mais jovens e ativos em suas fases minerais e orgânicas.

Na paisagem o descrito acima é a hipótese de Beinroth sobre a evolução dos Latossolos na paisagem da região tropical úmida (Beinroth et al., 1974).

### 2.3 Condições que favorecem o rejuvenescimento do solo

O rejuvenescimento dos solos em condições de cultivo não ocorrerá pela simples adição de corretivos, condicionadores, adubos e de resíduos de origem orgânica e mineral. Ele ocorrerá na medida em 5 práticas de manejo do solo forem utilizadas de forma correta e sistemática pelos agricultores.

- i. Calagem e gessagem;
- ii. Adubação (mineral e orgânica);
- iii. Cultivo permanente do solo;
- iv. Matéria orgânica; e
- v. Controle da erosão.

CALAGEM/GESSAGEM. A adição de calcário ao solo é uma das formas mais baratas e de melhor relação custo/benefício para a melhoria da capacidade de produção do solo. A adição de calcário não somente controla o pH do solo como também adiciona cálcio e magnésio, elementos químicos essenciais ao crescimento radicular e à fotossíntese, respectivamente.

Métodos e recomendações de calcário foram desenvolvidos nas primeiras décadas do século XX e uma série de equações estão disponíveis ao agricultor para a definição desta prática. O desenvolvimento inicial destas equações considerava que o solo estava solo estava muito ácido ( $\text{pH}_{\text{H}_2\text{O}} < 5$ ) e a predominância de alumínio no complexo de troca (valor V% < 50 e valor m%  $\geq$  50) definindo o que eram denominados de solos ÁLICOS.

O solo em questão era amostrado na camada de 0-20 cm, caracterizado quimicamente e com estas informações definida a dose de corretivo a ser aplicada

utilizando um dos modelos químicos matemáticos. Fazia-se a opção por um calcário de alta reatividade (PRNT alto) que era aplicado ao solo superficial e incorporado à camada de 0-20 cm utilizando diferentes implementos mecânicos como arados, grades, subsoladores, etc. A cada 4 anos, ou outro período, era feita nova amostragem de solo e nova aplicação de calcário e assim sucessivamente. As produções agrícolas das diferentes culturas sofreram acréscimos notáveis e a produção nacional de grãos e fibras mais que duplicou.

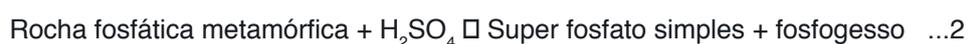
Mas o processo erosivo também aumentou devido ao uso intenso de máquinas na superfície do solo que recebia as máquinas nem sempre em condições ótimas de umidade que resultaram na formação de camadas compactadas (pé de arado, pé de grade), redução significativa da infiltração de água e o aumento do escoamento superficial. Assim, grandes quantidades de solos eram despejadas nas calhas dos rios, poluindo as águas superficiais e impedindo o aumento da capacidade de produção de grãos no país.

Na década de 80, como mencionado anteriormente, a adoção do sistema de cultivo sem revolvimento do solo denominado de Plantio Direto por agricultores da região de Ponta Grossa, no Estado do Paraná, mudou o cenário de produção e de controle da erosão de solos e água nas propriedades agrícolas. O não revolvimento do solo, o cultivo na palha, o sistema de rotação de culturas resolvia 3 das 5 práticas necessárias ao rejuvenescimento do solo. No entanto, a aplicação de corretivos e demais produtos teria que ser feita na superfície do solo sem a possibilidade de incorporação à camada de 20 cm.

Nenhum problema com a prática de adubação pois a aplicação dos adubos em superfície ou no sulco de plantio ainda não foi superada.

O problema da acidez subsuperficial do solo que impede o crescimento das raízes nos horizontes subsuperficiais e seu acesso aos nutrientes lixiviados e água só foi superado, na região tropical úmida, com a remineralização do solo utilizando um resíduo industrial denominado de gesso industrial ou fosfogesso.

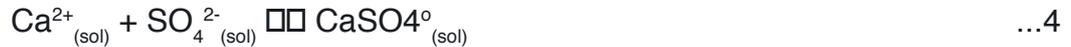
Esse resíduo é produzido após o ataque de rochas metamórficas ricas em fosfato com ácido sulfúrico para a produção do super fosfato simples ou super simples. Montanhas deste resíduo acumulavam nas áreas próximas às empresas produtoras de adubos fosfatados sem a possibilidade de nenhum outro destino. A partir da tese de doutorado do Dr Marcos Antonio Pavan do Instituto Agronomico do Paraná-IAPAR e a divulgação de seus resultados no I Encontro de Plantio Direto realizado em Ponta Grossa (Pavan, 1982), conseguia-se atenuar o problema da acidez subsuperficial dos solos tropicais com a utilização dos fosfogesso.



A reação de hidrólise do fosfogesso produz  $\text{Ca}^{2+}$  e  $\text{SO}_4^{2-}$  em solução.



O  $\text{Ca}^{2+}$  liberado é fundamental ao crescimento do sistema radicular. Já o  $\text{SO}_4^{2-}$  liberado reagia com os cátions ( $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ) em solução formando complexos neutros.



Estes complexos neutros ( $\text{CaSO}_4^0$ ,  $\text{MgSO}_4^0$ ,  $\text{K}_2\text{SO}_4^0$  e  $\text{Na}_2\text{SO}_4^0$ ), em havendo excedente hídrico (Precipitação maior do que a Evapotranspiração) podiam se movimentar livremente no perfil do solo atingindo os horizontes subsuperficiais pobres em bases e ricos em  $\text{Al}^{3+}$  tóxico. Ao atingir estas camadas novas reações de hidrólise destes compostos neutros liberavam os cátions em solução e o sulfato.

$\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$  e  $\text{K}^+$  são macronutrientes secundários essenciais às plantas. O  $\text{Ca}^{2+}$  é fundamental para a divisão e crescimento radicular que não ocorria nestes horizontes devido a presença de  $\text{Al}^{3+}$  tóxico.

O  $\text{Al}^{3+}$  tóxico por sua vez reage com o sulfato liberado nas reações de hidrólise dos complexos neutros formando um complexo catiônico ( $\text{AlSO}_4^+$ ) não tóxico às raízes das plantas.



A reação acima não envolve mudança no pH do solo e o complexo catiônico formado com a contínua remoção ou lixiviação de sulfato, poderá sofrer hidrólise (reação reversa a 8) e retornar novamente o  $\text{Al}^{3+}_{(sol)}$  tóxico às raízes das plantas. Portanto, o aporte contínuo de fosfogesso é necessário em solos que apresentam acidez subsuperficial para que seja possível o crescimento radicular e a absorção de nutrientes e água disponíveis nas camadas mais profundas do solo.

O gesso agrícola é um resíduo industrial que veio resolver um dos grandes

problemas do uso e manejo dos solos ácidos tropicais. A redução ou eliminação da acidez subsuperficial.

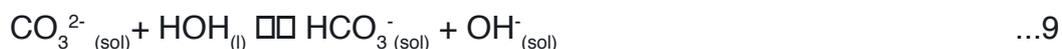
A prática da remineralização é tão antiga quanto a domesticação das plantas e animais. A necessidade de adição de resíduos minerais e orgânicos que favoreçam o desenvolvimento das plantas é prática consagrada na agricultura. Os primeiros adubos e todos os corretivos aplicados aos solos para melhoria do seu ambiente químico, físico, biológico e mineralógico se encaixariam na definição atual de REMINERALIZADORES.

Entre as fontes naturais utilizadas pode-se destacar:

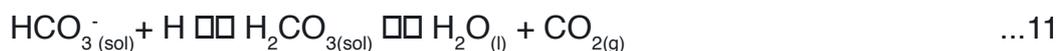
**GUANO.** Fertilizante orgânico rico em nitrogênio e fósforo formado a partir de excretas de aves.

**TURFA.** Fertilizante orgânico formando em áreas de acúmulo de água e que podem ser ácidos ou básicos dependendo da acumulação de bases ou hidrogênio.

**FOSFATOS REATIVOS.** Diferentemente das rochas fosfatadas predominantes no Brasil que são de origem metamórfica e com apatitas ricas em flúor  $[(Ca_5(PO_4)_3(F,Cl))]$  que são extremamente duras daí a necessidade do ataque ácido; as rochas fosfatadas existentes em parte do continente africano são predominantemente de origem sedimentar (Fosforitos) e possuem em sua constituição carbonatos  $[(Ca_5(PO_4)_3(0,5CO_3))]$  que favorecem rápida liberação do fosfato e ainda possuem efeito de calagem no solo devido a reação dos carbonatos com a água.



As hidroxilas e o bicarbonato formados podem ser utilizados para neutralizar os prótons em solução, elevando o pH.



Ou na precipitação do  $Al^{3+}$  tóxico na forma de gibbsita  $(Al(OH)_3)$ .



**ADUBAÇÃO.** A adubação é uma prática agrícola que visa basicamente repor ao solo os nutrientes exportados pelas culturas sendo cultivadas ou que seriam necessárias para que fosse possível atingir determinados níveis de produtividade

dos solos.

Existe um grande número de adubos sintéticos e naturais utilizados pelo Homem nos diferentes sistemas de produção. No cultivo agroecológico, a utilização de adubos sintéticos como a uréia, super fosfato simples, super fosfato triplo, etc, não é permitida. No entanto, estes adubos não são necessariamente imprescindíveis já que outras formas naturais estão disponíveis no mercado sendo o possível não só o cultivo na propriedade familiar como sistemas de produção comerciais mais intensivos visando a produção de frutas, legumes, grãos, fibras, etc.

EVAPORITOS. Grande parte dos adubos naturais são formados a partir de rochas sedimentares denominadas de Evaporitos. Nestas rochas a concentração de macro e micronutrientes é variável e dependente da solução original que, por secamento, formou os evaporitos. Nestas soluções existem ainda dispersas partículas que são minerais de diferentes grupos aniônicos (Fosfatos, carbonatos, silicatos, aluminossilicatos, cloretos, etc.) consideradas minerais residuais ao processo de intemperismo da rocha primeira intemperizada e que virão constituir parte da rocha sedimentar formada.

Costa et al. (2019) apresentam informações da dissolução ácida de diversos adubos e corretivos utilizados no Estado do Paraná. Os calcários apresentaram predominância de carbonatos de  $\text{Ca}^{2+}$  e  $\text{Mg}^{2+}$ , mas até 30% da sua massa é constituída por outros minerais como quartzo, periclase, esmectitas, muscovita, albita, zeolitas, clorita, brucita, etc. Aluminossilicatos e outros minerais que podem contribuir significativamente com o teor de sílica e de bases em solução. Os adubos analisados apresentam menores concentrações de outros minerais e mais de 90% destes é constituído do mineral formador do adubo identificado.

Diferentes evaporitos têm sido utilizados pelo Homem como corretivos, fertilizantes e condicionadores dos solos. É importante destacar:

- i. Os adubos potássicos formados pelos minerais SILVITA (KCl), CARNALITA ( $\text{KCl} \cdot \text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ), LANGBEINITA ( $\text{K}_2\text{SO}_4 \cdot 2\text{MgSO}_4$ ), KIESERITA ( $\text{MgSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ), EPSOMITA ( $\text{MgSO}_4$ ),
- ii. Os corretivos à base de calcário calcítico formado pelo mineral CALCITA ( $\text{CaCO}_3$ ) e o calcário dolomítico formando pelo mineral DOLOMITA [ $(\text{Ca}, \text{Mg})\text{CO}_3$ ],
- iii. Fontes de magnésio ainda incluem os minerais MAGNESITA ( $\text{MgCO}_3$ ), BRUCITA ( $\text{Mg}(\text{OH})_2$ ) e PERICLÁSIO (MgO).
- iv. A fonte de cálcio e sulfato mais explorada atualmente é o mineral GIPSITA ( $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ).

Todos os minerais acima citados são agrupados na mesma rocha sedimentar:

EVAPORITOS. Sua formação ocorre em um meio cuja concentração atinge uma ou mais ordens de valor de seu produto de solubilidade ( $K_{ps}$ ) superando possíveis reações adversas que possam impedir a cinética de sua formação. Na maioria das vezes a formação dos evaporitos ocorre em um meio líquido onde outros minerais também ocorrem formados no processo de intemperismo. Estes minerais podem ser aluminossilicatos, silicatos e outras formas de óxidos de ferro, alumínio, titânio e zircônio estáveis nas condições químicas de formação do evaporito. Portanto, os evaporitos não são constituídos somente de minerais puros livres de contaminações.

**CULTIVO PERMANENTE DO SOLO.** A manutenção de atividade biológica vegetal na superfície do solo de forma permanente é fundamental para que reduzam as perdas de nutrientes por lixiviação, notadamente de bases do solo e da sílica solúvel.

A presença de plantas em processo contínuo de cultivo recobrando a superfície do solo garante a reciclagem dos nutrientes na zona radicular, trazendo à superfície os nutrientes lixiviados nos eventos de intensas precipitações que tem acontecido com maior frequência com o aquecimento global. A presença de diferentes tipos de plantas favorece o desenvolvimento de diferentes tipos de sistemas radiculares que aproveitam água e nutrientes de forma a manter no solo os nutrientes liberados no processo de decomposição (intemperismo biológico) dos restos vegetais das culturas utilizadas no sistema de rotação ou aqueles não exportados nas colheitas.

**EROSÃO.** A erosão é o processo antrópico ou geológico de remoção das partículas do solo pela ação de agentes externos como vento, água, geleiras, animais, que transportam o solo para fora do seu local de formação podendo remover volumes pequenos de partículas (erosão superficial) até o total de um ou mais horizontes do perfil de solo promovendo sua decapitação ou truncamento. Nos solos da região tropical úmida a remoção dos primeiros centímetros de solos devido a erosão promove um decréscimo significativo da sua capacidade de produção devido a remoção da matéria orgânica do solo, dos minerais da fração argila e da atividade biológica, componentes fundamentais para as 5 funções principais do solo (Sustentação das plantas, retenção de água e nutrientes, fornecimento de calor e local de trocas gasosas) em relação à produção vegetal.

O solo sem proteção ou praticamente nu nas épocas entre cultivos favorece a decomposição dos resíduos vegetais e animais deixados pela colheita, a lixiviação de íons, cátions e ânions que formam complexos de esfera externa com as fases sólidas orgânicas e inorgânicas e a ação dos diferentes agentes erosivos como o vento e a água.

**MATÉRIA ORGÂNICA.** A matéria orgânica é o produto final do ataque biológico aos resíduos vegetais e animais que ocorrem nos solos. Esses produtos finais possuem constituição e atributos químicos variados, mas desempenham papel fundamental na maioria das funções dos solos da região tropical úmida. A existência de enormes quantidades de matéria orgânica passível de decomposição, garantiu a implantação da agricultura nas diferentes regiões do Estado do Paraná pelos primeiros pioneiros que se instalaram na região. Por vários anos foi possível o cultivo de café, algodão e grãos sem o aporte de fertilizantes e corretivos, disponibilizados no processo de decomposição e dos materiais orgânicos e da mineralização da matéria orgânica humificada do solo.

No entanto, com o passar dos anos e com a intensa utilização do solo e o decaimento da quantidade de matéria orgânica, a quantidade de nutrientes tornou-se ano a ano menor, aparecendo os problemas associados à acidez destes solos e eventualmente diferentes organismos, já existentes nos solos, mas que deixaram de ser complexados e que perderam seus inimigos naturais, respectivamente, passaram a ser problemas para as culturas e os agricultores.

Os solos agrícolas do Estado do Paraná possuem, em sua grande maioria, menos de 1% de matéria orgânica. Nos solos derivados do Arenito Caiuá, os teores de matéria orgânica, na sua maioria, são inferiores a 0,5%. Preparo convencional do solo, gradagem excessiva, pulverização do agregados aceleraram o processo de decomposição da matéria orgânica do solo e a redução de sua capacidade produtiva. A adoção do sistema de Plantio Direto nos diferentes tipos de produção vegetal tem recuperado os teores de carbono, melhorado a estrutura do solo e dificultando a ação do processo erosivo.

### 3 | REMINERALIZADORES DO SOLO : ASPECTOS PRÁTICOS

A aplicação de remineralizadores ao solo ainda é uma ciência em desenvolvimento. Muito se sabe sobre a ação de remineralizadores aplicados na forma de adubos, corretivos e condicionadores sobre a disponibilidade de nutrientes e seus efeitos sobre os atributos físicos, químicos e biológicos dos solos.

No entanto, dos demais remineralizadores, por anos conhecidos como pós de rocha, os resultados de suas caracterizações, alterações nos solos melhoria da capacidade de produção agrícola ainda não estão sistematizados de forma ser possível sua identificação, classificação e propriedades itens necessários ao seu registro e comercialização.

Devido a grande variabilidade de materiais sendo moidos para serem incorporados ao solo sem o prévio conhecimento de seus atributos químicos, mineralógicos, disponibilidade de elementos químicos essenciais e tóxicos às

plantas e animais e seus efeitos benéficos e maléficos ao solo e no desenvolvimento de diferentes culturas, ainda deve-se esperar o aparecimento de muitos questionamentos para que ocorra o desenvolvimento da tecnologia de aplicação dos remineralizadores com vistas não somente a “melhorar a fertilidade do solo” mas também promover seu rejuvenescimento e sua capacidade de produção.

Alguns itens importantes que deverão ser considerados no registro e comercialização destes materiais e que ainda não são considerados, incluem:

- i. Qual é a rocha que deu origem ao remineralizador?
- ii. Qual é a sua composição mineralógica?
- iii. Qual é o teor total e disponível de elementos químicos essenciais, não essenciais e tóxicos às plantas e aos animais?
- iv. Qual a capacidade do remineralizador de funcionar como um corretivo da acidez do solo? Qual é seu efeito residual?
- v. Qual a quantidade de elementos liberados pelo remineralizador quando em contato com uma solução ácida que simule as condições de pH da solução do solo e a quantidade de prótons liberados pelo sistema radicular das principais culturas no período de pelo menos um ano de interação?
- vi. Quais são as melhorias nos atributos químicos, físicos, mineralógicos e biológicos do solo proporcionadas pelo remineralizador quando aplicadas nas doses preconizadas pelo agente de venda?
- vii. Qual a granulometria do material na sua comercialização?
- viii. Qual é o efeito da granulometria das partículas na ação corretiva (se houver) e na disponibilidade de nutrientes e demais elementos químicos?

Vários destes questionamentos ainda não possuem sequer uma definição de qual metodologia deve ser utilizada para sua determinação.

A resposta à aplicação ao solo e seus efeitos na produção de culturas em condições controladas de casa de vegetação e a campo em experimentos de 1 ou 2 anos de duração tem sido utilizados para definição para seu credenciamento e dose a ser aplicada. No entanto, vários destes materiais terão efeito sobre os atributos químicos, físicos e mineralógicos do solo que somente poderão ser avaliados em experimentos com mais de 10 anos de aplicação contínua do remineralizador.

Excluindo os remineralizadores já definidos como adubos e corretivos que possuem solubilidade e teor de nutrientes definidos em suas formulações, que possuem ação imediata que pode se estender por um ou dois ciclos de cultura, os demais materiais utilizados possuem, na sua maioria, baixa solubilidade e baixa disponibilidade de macro e micronutrientes.

Na maioria dos casos constituem materiais cujo tamanho de partícula é superior a 0,3 mm, limite inferior do tamisamento do calcário e que possuem pequeno poder

corretivo que permanece no solo por no máximo dias ou semanas e cuja liberação de nutrientes e demais elementos é extremamente lenta para o ciclo de 90 a 120 dias de uma cultura de ciclo curto como soja, milho, trigo, etc.

Nestas condições eles podem ser utilizados como condicionadores de solos ácidos, pobres em nutrientes e que poderão ser aplicados ao solo associados a adubos, corretivos em cultivos de culturas permanentes como café, citrus, outras frutas, cana de açúcar, etc.

Nas culturas de ciclo curto, a aplicação da maioria dos pós de rochas / remineralizadores não pode ser considerada uma adubação, já que a maioria destes materiais possui muito baixa solubilidade, Estes materiais podem ser considerados condicionadores químicos e mineralógicos do solo que favorecerão a ação dos corretivos e a absorção dos nutrientes adicionados na forma de adubos orgânicos ou minerais.

A liberação de sílica e dos cátions trocáveis em solução favorecerá a absorção dos nutrientes provenientes de adubos minerais e orgânicos, o desenvolvimento do sistema radicular; fortalecerá o sistema vascular das plantas, melhorando sua sustentabilidade e diminuindo seu acamamento. Ainda, o aumento do teor de sílica em solução deverá favorecer o aumento da resistência das plantas ao ataque de pragas e de doenças fortalecendo o sistema vascular das plantas.

As quantidade de remineralizador aplicadas ao solo têm sido muito variável. Existem citações da aplicação de doses de algumas centenas de quilos até 300 toneladas por hectare. Ainda, não há nenhuma definição também quanto da frequência de aplicação dos materiais, havendo aqueles que aplicaram uma vez, aquelas que aplicam uma vez por ano, aqueles que aplicam mais de uma vez por ano e de forma sistemática.

Qual a quantidade máxima que pode ser aplicada também está para ser definida. Mas um fator a ser considerado é que o processo de intemperismo destes materiais deverá a curto prazo (dezenas de anos) aumentar o teor de partículas nas frações areia e silte nos solos. O aumento no teor de areia não é tão problemático quanto o aumento no teor de silte. Nos solos tropicais da região úmida geralmente possuem baixo teor de silte. Estas partículas que possuem diâmetro de 50 a 2  $\mu\text{m}$ , em grandes proporções na fração inorgânica do solo, podem acelerar o processo de adensamento do solo, reduzindo a taxa de infiltração e a macroporosidade do solo o que pode ser prejudicial ao desenvolvimento das plantas e acelerar o processo erosivo, dificultando a infiltração da água.

Para que isto aconteça seria necessário a aplicação de doses muito elevadas (100 a 150 toneladas por hectare até a camada de 0,2 m) para que a textura do solo aumentasse em 10% no teor de partículas do tamanho de areia e silte constituintes dos remineralizadores.

Agricultores que tem aplicado 1 a 2 t ha<sup>1</sup> anualmente não deverão apresentar problemas físicos ou químicos em seus solos, mesmo após sua aplicação por períodos de 50 a 100 anos, de forma consecutiva.

## AGRADECIMENTOS

Aos meus mestres, aos meus alunos de graduação, pós-graduação e demais colegas de trabalho. Ao CNPq dentro do processo 313180-2017/3. A Fundação Araucária dentro do Projeto de Pesquisa PRONEX protocolo 46824.

## REFERÊNCIAS

BEINROTH, F. H.; UEHARA, G.; IKAWA, H. Geomorphic relationships of Oxisols and Ultisols on Kauai, Hawaii. **Soil Science Society America Journal**, 38, 128–131, 1974.

BUOL, S. W.; SOUTHARD, R. J.; GRAHAM, R. C.; MCDANIEL, P.A. 2nd ed. **Soil Genesis and Classification**. Iowa: Wiley-Blackwell; 2011.

COSTA, A.C.S. DA; SEVILHA, R.R.; CANTON, L.C.; SOUZA JUNIOR, I.G. Mineralogy of different limestones and chemical fertilizers after selective dissolution with HCl 0.1M. **Anais ASA-CSSA-SSSA International Annual Meeting**, San Antonio-TX, 2019.

COSTA, A.C.S. Rochagem: Mitos e Fatos. In: Barbosa, E.A.A. et al (eds). **Anais da VI Reunião Paranaense de Ciência do Solo**, UEPG, EMBRAPA. Ponta Grossa-PR, 65- 81, 2019.

CURCIO, G.R; LIMA, V.C; GIAROLA, N.F.B. **Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos**. Antropossolos: Proposta de Ordem (1<sup>a</sup> Aproximação). Colombo: EMBRAPA Florestas, 2004.

PAVAN, M. A. **Toxicity of aluminum to coffee in Ultisols and Oxisols amended with CaCO<sub>3</sub>, MgCO<sub>3</sub>, and CaSO<sub>4</sub>.2H<sub>2</sub>O**. Soil Science Society of America Journal, 46, 1201-1207, 1982.

SANTOS, H.G.; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C.; OLIVEIRA, V. A.; OLIVEIRA, J. B.; COELHO, M. R.; LUMBRERAS, J. F.; CUNHA, T. J. F. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 3<sup>a</sup> ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos; 2013.

## ÍNDICE REMISSIVO

### A

Adubação orgânica 118, 119, 120, 121, 122, 123, 126, 129, 131, 132, 133, 136, 137, 226, 227, 228, 230, 231, 236, 237

Adubo orgânico 70, 118, 119, 129, 137, 176, 230, 237

Agricultura orgânica 3, 151, 212, 214, 228

Agroecologia 2, 10, 11, 12, 14, 23, 26, 29, 38, 39, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 49, 50, 51, 60, 70, 72, 105, 118, 124, 126, 139, 149, 158, 160, 173, 186, 189, 199, 210, 212, 229, 240, 241, 248, 249, 251

Alface americana 118, 121, 123, 124, 125, 239

Avicultura 17, 20, 150, 151, 156, 158, 159, 186, 189, 190, 191, 192, 194, 197, 198

Avicultura colonial 20, 150

### B

Bactérias diazotróficas 127, 212, 238

Bastão quântico 139, 141, 142, 143, 147

Bem-estar 26, 28, 29, 30, 38, 155, 157, 187

Bioativação do solo 60, 63, 64, 65, 66, 68, 126

Bokashi 60, 61, 65, 66, 69, 70, 71, 126, 127, 129, 130, 131, 132, 133, 134, 135, 137, 138

### C

Caixas alternativas 26

Cama de frango 126, 129, 130, 131, 132, 133, 134, 135, 138

Catalase 8, 173, 174, 175, 177, 179, 180, 182, 183

Comércio justo 43, 50

Comunicação 43, 195

Condutividade elétrica 199, 203, 205, 207, 208, 209, 240, 242, 244, 245, 246, 247, 248

Controle alternativo 1, 2, 69, 72, 109, 163, 177, 251

Controle biológico 69, 72, 73, 78, 79, 108, 114, 116, 117, 214

### D

Densidade 9, 62, 65, 73, 120, 199, 201, 203, 205, 206, 207, 208, 209, 216, 229, 230, 233, 236, 240, 242, 244, 245, 246, 247, 248

Diversidade 44, 62, 63, 66, 67, 229, 230, 231, 232, 233, 235, 236

Dose 86, 93, 112, 124, 129, 212, 213, 217, 218, 219, 220, 221, 222, 223, 225, 226, 229, 230

### E

Educação sanitária 186, 190, 191, 193, 196

Esterco bovino 118, 120, 121, 123, 132, 210, 219, 248, 249

Estresse 26, 30, 55, 151, 180, 235

## F

Fitoalexina 8, 106, 109, 110, 111, 112

Fontes proteicas alternativas 14

Formulário 150, 152, 190, 192

## H

Hábitos de consumo 150, 152

Homeopatia 1, 2, 3, 4, 6, 9, 10, 11, 13, 142, 160, 162, 163, 166, 171, 172, 173, 175, 176, 179, 183

Hortaliças 119, 124, 171, 201, 208, 210, 237, 240, 241, 242, 244, 248

## I

Indução de resistência 1, 8, 11, 12, 72, 73, 75, 76, 117, 163, 168, 175, 182, 184

Informalidade 186, 188, 189, 190, 192, 195, 196

Isopor® 26, 27, 28, 31, 32

## L

Leite in natura 106, 109, 111, 112, 113, 114, 115, 117

Levedura 106, 108, 109, 113, 115, 117

*Lycopodium clavatum* 160, 161, 162, 163, 170

## M

Macroporosidade 94, 199, 203, 204, 205, 206, 207, 208, 240, 245, 247

Maracujá 173, 174, 176, 179, 181, 184

Matéria orgânica carbonizada 240

Microrganismos 4, 31, 33, 34, 36, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 73, 75, 108, 109, 114, 120, 128, 130, 133, 134, 193, 214, 230, 231, 233, 235, 236, 237

## N

Nanopartículas 51, 53, 54, 56, 57

Nanossistemas 51, 54, 55, 56

Nanotecnologia 51, 52, 53, 54, 56, 59

Nicho de mercado 150, 188

Nutrição animal 14

## P

*Phaseolus vulgaris* 12, 96, 104, 126, 127, 136, 137, 148, 172, 184

Porosidade total 199, 203, 204, 205, 206, 208, 209, 240, 242, 244, 245, 247, 248

Promoção de crescimento vegetal 212

Proteção de cultivos 51, 53

## R

Resíduo orgânico 230

Resíduos orgânicos 71, 85, 210, 225, 234, 239, 240, 249

Rizobactérias 72, 73, 79

## S

Sanidade avícola 186, 188, 190, 197

Sericicultura 14, 15, 16, 18, 23, 24

Sistema alimentar 43

*Solanum lycopersicum* 7, 148, 160, 161

Soluções ultradiluídas 1, 12, 170

*Sorghum bicolor* 139, 140

Sulphur 4, 5, 6, 7, 8, 11, 160, 161, 162, 163, 165, 166, 167, 168, 169, 170, 172, 175

Supressão de doenças 60, 64

## T

Testes de germinação 139, 143

 **Atena**  
Editora

**2 0 2 0**