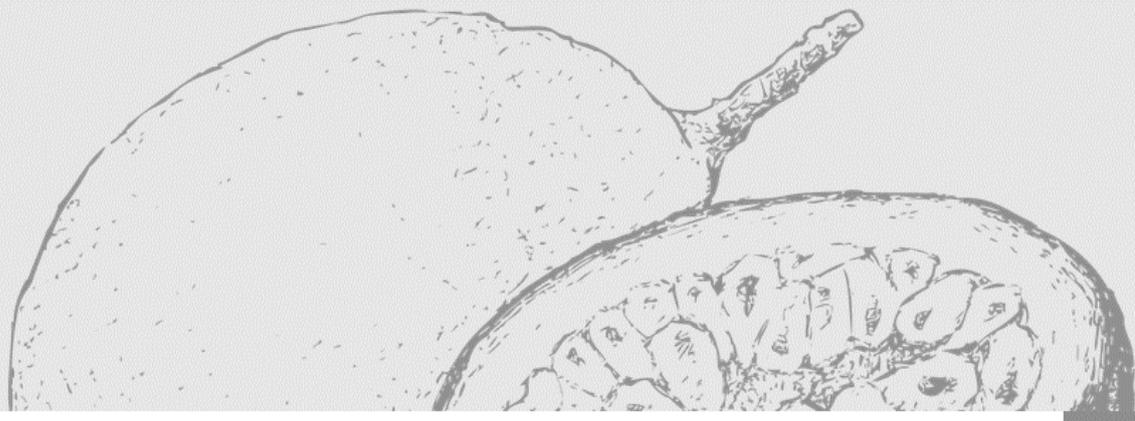


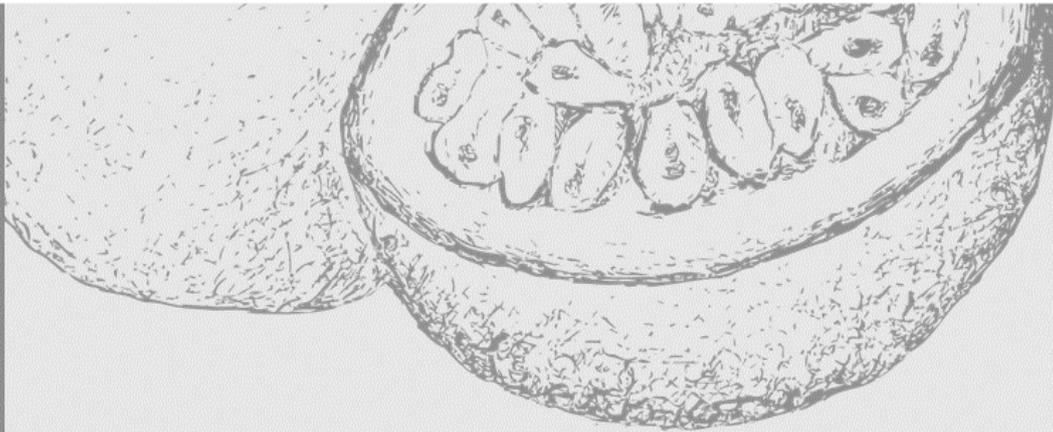
# **GESSO E REJEITOS DE MINERAÇÃO NA CORREÇÃO DE UM SOLO SALINO- SÓDICO E NO CRESCIMENTO INICIAL DO MARACUJAZEIRO AMARELO**



**Maria José de Holanda Leite**



# **GESSO E REJEITOS DE MINERAÇÃO NA CORREÇÃO DE UM SOLO SALINO- SÓDICO E NO CRESCIMENTO INICIAL DO MARACUJAZEIRO AMARELO**



**Maria José de Holanda Leite**



**AMPLLA**  
EDITORA



2022 - Editora Ampla

Copyright da Edição © Editora Ampla

Copyright do Texto © Maria José de Holanda Leite

Editor Chefe: Leonardo Pereira Tavares

Design da Capa: Editora Ampla

Diagramação: João Carlos Trajano

Revisão: Maria José de Holanda Leite

**Gesso e rejeitos de mineração na correção de um solo salino-sódico e no crescimento inicial do maracujazeiro amarelo** está licenciado sob CC BY 4.0.



Esta licença exige que as reutilizações deem crédito aos criadores. Ele permite que os reutilizadores distribuam, remixem, adaptem e construam o material em qualquer meio ou formato, mesmo para fins comerciais.

O conteúdo da obra e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores, não representando a posição oficial da Editora Ampla. É permitido o download da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores. Todos os direitos para esta edição foram cedidos à Editora Ampla.

ISBN: 978-65-5381-074-7

DOI: 10.51859/ampla.grm747.1122-0

**Editora Ampla**

Campina Grande – PB – Brasil

contato@amplaeditora.com.br

www.amplaeditora.com.br



2022

# CONSELHO EDITORIAL

Andréa Cátia Leal Badaró – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Andréia Monique Lermen – Universidade Federal do Rio Grande do Sul  
Antoniele Silvana de Melo Souza – Universidade Estadual do Ceará  
Aryane de Azevedo Pinheiro – Universidade Federal do Ceará  
Bergson Rodrigo Siqueira de Melo – Universidade Estadual do Ceará  
Bruna Beatriz da Rocha – Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais  
Bruno Ferreira – Universidade Federal da Bahia  
Caio Augusto Martins Aires – Universidade Federal Rural do Semi-Árido  
Caio César Costa Santos – Universidade Federal de Sergipe  
Carina Alexandra Rondini – Universidade Estadual Paulista  
Carla Caroline Alves Carvalho – Universidade Federal de Campina Grande  
Carlos Augusto Trojaner – Prefeitura de Venâncio Aires  
Carolina Carbonell Demori – Universidade Federal de Pelotas  
Cícero Batista do Nascimento Filho – Universidade Federal do Ceará  
Clécio Danilo Dias da Silva – Universidade Federal do Rio Grande do Norte  
Dandara Scarlet Sousa Gomes Bacelar – Universidade Federal do Piauí  
Daniela de Freitas Lima – Universidade Federal de Campina Grande  
Darlei Gutierrez Dantas Bernardo Oliveira – Universidade Estadual da Paraíba  
Denise Barguil Nepomuceno – Universidade Federal de Minas Gerais  
Diogo Lopes de Oliveira – Universidade Federal de Campina Grande  
Dylan Ávila Alves – Instituto Federal Goiano  
Edson Lourenço da Silva – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí  
Elane da Silva Barbosa – Universidade Estadual do Ceará  
Érica Rios de Carvalho – Universidade Católica do Salvador  
Fernanda Beatriz Pereira Cavalcanti – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”  
Fredson Pereira da Silva – Universidade Estadual do Ceará  
Gabriel Gomes de Oliveira – Universidade Estadual de Campinas  
Gilberto de Melo Junior – Instituto Federal do Pará  
Givanildo de Oliveira Santos – Instituto Brasileiro de Educação e Cultura  
Higor Costa de Brito – Universidade Federal de Campina Grande  
Isabel Fontgalland – Universidade Federal de Campina Grande  
Isane Vera Karsburg – Universidade do Estado de Mato Grosso  
Israel Gondres Torné – Universidade do Estado do Amazonas  
Ivo Batista Conde – Universidade Estadual do Ceará  
Jaqueline Rocha Borges dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Jessica Wanderley Souza do Nascimento – Instituto de Especialização do Amazonas  
João Henriques de Sousa Júnior – Universidade Federal de Santa Catarina  
João Manoel Da Silva – Universidade Federal de Alagoas  
João Vitor Andrade – Universidade de São Paulo  
Joilson Silva de Sousa – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
José Cândido Rodrigues Neto – Universidade Estadual da Paraíba  
Jose Henrique de Lacerda Furtado – Instituto Federal do Rio de Janeiro  
Josenita Luiz da Silva – Faculdade Frassinetti do Recife  
Josiney Farias de Araújo – Universidade Federal do Pará  
Karina de Araújo Dias – SME/Prefeitura Municipal de Florianópolis  
Katia Fernanda Alves Moreira – Universidade Federal de Rondônia  
Laís Portugal Rios da Costa Pereira – Universidade Federal de São Carlos  
Láíze Lantyer Luz – Universidade Católica do Salvador  
Lindon Johnson Pontes Portela – Universidade Federal do Oeste do Pará  
Luana Maria Rosário Martins – Universidade Federal da Bahia  
Lucas Araújo Ferreira – Universidade Federal do Pará  
Lucas Capita Quarto – Universidade Federal do Oeste do Pará  
Lúcia Magnólia Albuquerque Soares de Camargo – Unifacisa Centro Universitário  
Luciana de Jesus Botelho Sodrê dos Santos – Universidade Estadual do Maranhão  
Luís Paulo Souza e Souza – Universidade Federal do Amazonas

Luiza Catarina Sobreira de Souza – Faculdade de Ciências Humanas do Sertão Central  
Manoel Mariano Neto da Silva – Universidade Federal de Campina Grande  
Marcelo Alves Pereira Eufrazio – Centro Universitário Unifacisa  
Marcelo Williams Oliveira de Souza – Universidade Federal do Pará  
Marcos Pereira dos Santos – Faculdade Rachel de Queiroz  
Marcus Vinicius Peralva Santos – Universidade Federal da Bahia  
Marina Magalhães de Moraes – Universidade Federal do Amazonas  
Mário César de Oliveira – Universidade Federal de Uberlândia  
Michele Antunes – Universidade Feevale  
Milena Roberta Freire da Silva – Universidade Federal de Pernambuco  
Nadja Maria Mourão – Universidade do Estado de Minas Gerais  
Natan Galves Santana – Universidade Paranaense  
Nathalia Bezerra da Silva Ferreira – Universidade do Estado do Rio Grande do Norte  
Neide Kazue Sakugawa Shinohara – Universidade Federal Rural de Pernambuco  
Neudson Johnson Martinho – Faculdade de Medicina da Universidade Federal de Mato Grosso  
Patrícia Appelt – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Paula Milena Melo Casais – Universidade Federal da Bahia  
Paulo Henrique Matos de Jesus – Universidade Federal do Maranhão  
Rafael Rodrigues Gomides – Faculdade de Quatro Marcos  
Reângela Cíntia Rodrigues de Oliveira Lima – Universidade Federal do Ceará  
Rebeca Freitas Ivanicska – Universidade Federal de Lavras  
Renan Gustavo Pacheco Soares – Autarquia do Ensino Superior de Garanhuns  
Renan Monteiro do Nascimento – Universidade de Brasília  
Ricardo Leoni Gonçalves Bastos – Universidade Federal do Ceará  
Rodrigo da Rosa Pereira – Universidade Federal do Rio Grande  
Rubia Katia Azevedo Montenegro – Universidade Estadual Vale do Acaraú  
Sabrynna Brito Oliveira – Universidade Federal de Minas Gerais  
Samuel Miranda Mattos – Universidade Estadual do Ceará  
Shirley Santos Nascimento – Universidade Estadual Do Sudoeste Da Bahia  
Silvana Carloto Andres – Universidade Federal de Santa Maria  
Silvio de Almeida Junior – Universidade de Franca  
Tatiana Paschoalette R. Bachur – Universidade Estadual do Ceará | Centro Universitário Christus  
Telma Regina Stroparo – Universidade Estadual do Centro-Oeste  
Thayla Amorim Santino – Universidade Federal do Rio Grande do Norte  
Virgínia Maia de Araújo Oliveira – Instituto Federal da Paraíba  
Virginia Tomaz Machado – Faculdade Santa Maria de Cajazeiras  
Walmir Fernandes Pereira – Miami University of Science and Technology  
Wanessa Dunga de Assis – Universidade Federal de Campina Grande  
Wellington Alves Silva – Universidade Estadual de Roraima  
Yáscara Maia Araújo de Brito – Universidade Federal de Campina Grande  
Yasmin da Silva Santos – Fundação Oswaldo Cruz  
Yuciara Barbosa Costa Ferreira – Universidade Federal de Campina Grande



2022 - Editora Ampla

Copyright da Edição © Editora Ampla

Copyright do Texto © Maria José de Holanda Leite

Editor Chefe: Leonardo Pereira Tavares

Design da Capa: Editora Ampla

Diagramação: João Carlos Trajano

Revisão: Maria José de Holanda Leite

### Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Leite, Maria José de Holanda

Gesso e rejeitos de mineração na correção de um solo salino-sódico e no crescimento inicial do maracujazeiro amarelo [livro eletrônico] / Maria José de Holanda Leite. -- Campina Grande : Editora Ampla, 2022.

54 p.

Formato: PDF

ISBN: 978-65-5381-074-7

1. Maracujazeiro. 2. Semiárido brasileiro. 3. Adubação.  
4. Produção orgânica. I. Título.

CDD-634.435

Sueli Costa - Bibliotecária - CRB-8/5213  
(SC Assessoria Editorial, SP, Brasil)

#### Índices para catálogo sistemático:

1. Maracujá : Cultivo 634.435

**Editora Ampla**

Campina Grande - PB - Brasil  
contato@amplaeditora.com.br  
www.amplaeditora.com.br

# SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO I - INTRODUÇÃO</b> .....	<b>7</b>
<b>CAPÍTULO II - REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	<b>10</b>
2.1. A CULTURA DO MARACUJAZEIRO .....	10
2.2. SEMIÁRIDO BRASILEIRO .....	13
2.3. PERÍMETROS IRRIGADOS NO NORDESTE .....	14
2.4. SALINIZAÇÃO.....	16
2.5. ATIVIDADE MINERADORA.....	17
2.6. O MINÉRIO VERMICULITA.....	20
2.7. CONSTRUÇÃO CIVIL .....	24
2.8. HORTICULTURA.....	24
2.9. ADUBAÇÃO ORGÂNICA.....	25
2.10. PRODUÇÃO ORGÂNICA NO BRASIL E NO MUNDO .....	28
2.11. ADUBAÇÃO AGROECOLÓGICA .....	29
2.12. USO DO ESTERCO BOVINO COMO ADUBAÇÃO ORGÂNICA .....	30
2.13. USO DAS CINZAS VEGETAIS COMO ADUBAÇÃO ORGÂNICA.....	33
<b>CAPÍTULO III - PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS</b> .....	<b>35</b>
<b>CAPÍTULO IV - CONTRIBUIÇÃO DA PESQUISA</b> .....	<b>39</b>
4.1. SOLUÇÃO LIXIVIADA.....	39
4.2. COMPLEXO SORTIVO .....	42
4.3. CRESCIMENTO E PRODUÇÃO DE MATÉRIA SECA DO MARACUJAZEIRO .....	44
<b>CAPÍTULO V - CONCLUSÕES</b> .....	<b>48</b>
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>49</b>
<b>SOBRE A AUTORA</b> .....	<b>54</b>

# CAPÍTULO I

## INTRODUÇÃO

Os solos afetados por sais, também conhecidos por solos halomórficos ou solos salinos e sódicos, são solos desenvolvidos em condições de elevada evapotranspiração e drenagem deficiente (Ribeiro et al., 2003). Estes se caracterizam pela alta concentração de sais solúveis, sódio trocável ou ambos, em horizontes ou camadas próximas à superfície do solo (Qadir et al., 2007).

A salinidade proporciona alterações químicas e físicas no solo, as quais em última instância afetam negativamente comportamento das espécies vegetais nos quais são cultivadas (Hasegawa, et al., 2000; Munns, 2002). As alterações químicas afetam negativamente a fertilidade do solo, promovendo elevados teores de ânions como cloreto, sulfato, carbonato, bicarbonatos e boratos na solução solo, os quais podem causar distúrbios nutricionais às plantas (Santos; Muraoka, 1997; Duran et al., 2000). Sob condições de sodicidade outro agravante é o elevado pH (em geral, superior a 8,5), o qual origina toxidez de íons como o sódio e o cloro ou deficiências nutricionais, especialmente de micronutrientes catiônicos como o zinco, cobre, manganês e ferro (Raij, 1991). Os íons  $\text{Na}^+$  em solos sódicos ou salino-sódicos promovem o deslocamento dos cátions  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Ca}^{2+}$  e  $\text{K}^+$ , substituindo-os no complexo de troca, diminuindo sua disponibilidade para as plantas, e promovendo dispersão de argilas, uma vez que os cátions bivalentes são substituídos por monovalentes, promovendo o aumento da espessura da dupla camada difusa (McBride, 1995).

Os mecanismos fisiológicos primários das plantas que promovem redução do crescimento plantas de submetidas ao estresse salino se manifestam, inicialmente, em escala de horas ou dias, resultantes dos efeitos osmóticos dos sais presentes no solo, que ocasionam estresse hídrico (Munns, 2002). Posteriormente, após semanas ou meses de exposição ao estresse salino, os declínios na atividade meristemática e no alongamento celular decorrem quando os sais absorvidos se acumulam em diferentes tecidos vegetais, provocando desequilíbrio nutricional, toxicidade iônica

e consequentes distúrbios funcionais e injúrias no metabolismo das plantas (Munns; Tester, 2008).

Os efeitos negativos dos sais nas plantas também estão associados ao desbalanço nutricional em decorrência da redução da disponibilidade de  $K^+$ ,  $Ca^{2+}$  e  $Mg^{2+}$  pela alta concentração de  $Na^+$  no solo ou na água de irrigação; à toxidez por elevado teor de íons como o  $Na^+$ ,  $Cl^-$  ou  $SO_4^{2-}$  nas plantas, com prejuízos nas funções dos sistemas enzimáticos e síntese proteica. Essas inconveniências interferem na estrutura, na função de enzimas ou do  $K^+$  e no efeito osmótico, restringindo a absorção de água pelas raízes, sob baixo potencial hídrico da solução do solo, resultando em diminuição na turgescência celular, abertura estomática e assimilação líquida de  $CO_2$  (Freire, 2011).

O maracujazeiro-amarelo é considerado uma espécie sensível aos sais (Ayers & Westcot, 1999). Assim o declínio produtivo da cultura deve ocorrer quando a condutividade elétrica do ambiente radicular das plantas atingisse valores superiores a  $1,3 \text{ dS m}^{-1}$ . Entretanto, algumas pesquisas têm demonstrado que, apesar da salinidade provocar reflexos negativos no crescimento, na capacidade produtiva da cultura e na qualidade dos frutos (Soares et al., 2008; Cavalcante et al., 2009), a utilização de corretivos pode amenizar os efeitos da salinidade, resultando em maior desenvolvimento das mudas e produção de frutos pelas plantas (Souza et al., 2008).

Dentre estes corretivos, o gesso agrícola tem sido o mais recomendado, devido o seu baixo custo e maior disponibilidade no mercado (Leite et al., 2007). Entretanto, o uso de rejeito de mineração nestes solos associados a materiais orgânicos como os esterco, pode ser uma alternativa econômica e ambientalmente mais viável, tendo em vista que a mineração causa vários danos ao meio ambiente, o que se relaciona com a forma inadequada de descarte dos rejeitos e resíduos oriundos da lavra, que acaba afetando a superfície do terreno, degradando o solo e comprometendo sua paisagem (Pereira et al., 2008). No estado da Paraíba a exploração de caulim e de vermiculita, geram grande quantidade de rejeitos que formam grandes pilhas distribuídas sobre o solo provocando danos ambientais de natureza diversa, alterando as características ecológicas do meio e prejudicando a fauna e a flora do local (Perez, 2001).

Alguns trabalhos mostraram que a utilização de rejeitos de mineração como constituinte de substratos para emergência e produção de mudas de várias espécies vegetais, como *Carica papaya* L. (Alencar, 2004); *Moringa oleifera* Lam. (Alves, 2005); *Jatropha curcas* L. (Trajano et al., 2010); *Cnidioscolus quercifolius* Pohl. (Farias Júnior, 2011) e *Mimosa caesalpiniiifolia* Benth. (Rodrigues, 2011), pode ser uma alternativa promissora para diminuição dos impactos ambientais destes rejeitos. Contudo, estudos avaliando o efeito destes rejeitos em solos salinizados são quase inexistentes.

O presente trabalho teve o objetivo de avaliar o efeito do gesso agrícola e doses de rejeitos de vermiculita e de caulim, sobre os atributos químicos de um solo salino-sódico e o crescimento do maracujazeiro amarelo.

# CAPÍTULO II

## REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1. A CULTURA DO MARACUJAZEIRO

O maracujá (*Passiflora edulis* Sims) é uma planta de clima tropical com ampla distribuição geográfica. A cultura do maracujá está em franca expansão tanto para a produção de frutas para consumo "in natura" como para a produção de suco. O Brasil é o primeiro produtor mundial de maracujá. O maracujá é originário da América tropical com mais de 150 espécies nativas do Brasil. Pertence à família Passifloraceae, da ordem Passiflorales, possui alguns nomes populares como: maracujá, maracujá-mirim, maracujá-suspiro, maracujá-peroba, maracujá-pequeno, flor-da-paixão e nome em inglês (Passion fruit). O número de espécies oscila entre 300 a 680.

O maracujazeiro é uma dicotiledônea, trepadeira, de crescimento rápido e indeterminado, podendo atingir até 10 metros de comprimento. As folhas são alternadas, ovais nas plantas novas e trilobadas nas adultas, com 5 a 10 cm de comprimento ao longo da nervura central. O caule apresenta seção circular, lenhoso e lignificado, sendo menos lenhoso em direção do ápice da planta. No maracujá amarelo é circular, podendo ser quadrado em outras espécies como, por exemplo, a *Passiflora alata*, e *Passiflora quadrangularis*, o crescimento é indeterminado.

A floração do maracujazeiro começa com 4-5 meses de vida. A flor é hermafrodita com estigmas localizados acima das anteras (dificultando a polinização). As flores apresentam auto-incompatibilidade e a abertura da flor depende da espécie.

Existem algumas espécies produtoras de frutos comestíveis, como: *P. edulis* Sims. f. *flavicarpa* Deg. - maracujá amarelo; *P. alata* Dryander - maracujá doce; *Passiflora edulis* Sims - maracujá roxo; *P. macrocarpa* - maracujá melão; *P. quadrangularis* L. - maracujá açú; *P. ligularis* Juss - maracujá urucu; *P. laurifolia* L. - maracujá laranja; *P. maliformis* L. - maracujá maçã; *P. caerulea* L. - maracujá azul.

A propagação do maracujá geralmente é feita através de sementes. As sementes podem secar no interior dos frutos ou serem colhidas e colocadas em um

recipiente de vidro ou louça para fermentar. O fruticultor deve retirar sementes de vários frutos colhidos em diferentes plantas e não de muitos frutos de poucas plantas.

Cerca de 15 dias após o plantio inicia-se a operação de poda, eliminando-se todos os brotos laterais, deixando apenas o ramo mais vigoroso, que será conduzido por um tutor até o final do arame. No período de entressafra deve ser feita uma poda de limpeza, retirando-se todos os ramos secos e/ou doentes, proporcionando melhor arejamento à folhagem do maracujazeiro e diminuição do risco de contaminação das novas brotações.

O maracujazeiro é cultivado principalmente na Região Nordeste do Brasil, correspondendo a 74% da produção nacional. O Estado da Bahia participa com 61% dessa produção e 45% do total nacional. Em 2009, com um montante de 322.755 toneladas em 23.277 hectares, a Bahia apresentou produtividade média 913,9 t/ha) inferior à média nacional 914,2 t/ha). Os Estados do Espírito Santo e Ceará apresentam as maiores produtividades, respectivamente de 27,2 t/ha e 23,1 t/ha (IBGE, 2010). As diferenças nas produtividades do maracujazeiro, que variam de 2,5 a 27,2 t/ha em todo o País, estão relacionadas às características dos solos cultivados, ao manejo adotado e ao suprimento dos nutrientes pela calagem e adubação.

A tabela 1 e 2 mostra a produção brasileira do maracujá por região produtora e estados produtores.

O Brasil é o maior produtor mundial com cerca de 35 mil hectares de área cultivada, produção superior a 317 mil toneladas por ano. Em nível mundial 364 mil toneladas, o que gera 500 milhões de reais por ano e emprega 250 mil, com aproximadamente 12 mil reais de investimento.

**Tabela 1:** Produção brasileira de maracujá amarelo por região produtora

Região	Quantidade produzida (1000 t)	% em relação ao total	Produtividade (t/ha)
Nordeste	524	73	14,2
Sudeste	111	16	18,0
Norte	37	5	8,0
C. Oeste	26	4	13,7
Sul	17	2	14,1
<b>Brasil</b>	<b>714</b>	<b>100</b>	<b>13,6</b>

Fonte: Agriannual, 2012 (dados originais do IBGE, 2009)

**Tabela 2:** Principais estados produtores de maracujá amarelo

Estado	Quantidade produzida (1000 t)	% em relação ao total
BA	317	44,4
CE	129	18,0
ES	50	-
SE	47	-
PA	46	-
MG	35	-
SP	24	3,4
Outros	-	-
<b>Total</b>	<b>714</b>	<b>100</b>

Fonte: Agriannual, 2012 (adaptado), dados originais do IBGE, 2009

Para o cultivo do maracujazeiro, os solos devem ser profundos (> 60 cm), bem drenados, ricos em matéria orgânica, de textura média (areno-argilosos) e com relevo plano a ligeiramente inclinado. Recomenda-se que o lençol freático deve situar-se a uma profundidade superior a 2m. Solos pouco profundos e com teores elevados de argila apresentam riscos de encharcamento. As plantas de maracujá não toleram períodos longos com excesso d'água no solo, pois eles favorecem a ocorrência de doença do sistema radicular.

Para o crescimento e produção satisfatória, o maracujazeiro requer estado nutricional adequado em todas as fases de produção, pois desde o início da frutificação há grande demanda de nutrientes e transferência dos mesos das folhas para os frutos em desenvolvimento. Dessa forma, o crescimento vegetativo da planta é reduzido, necessitando de um programa apropriado de adubação.

A adubação orgânica é uma prática importante para manter o solo produtivo. Vale lembrar que o sucesso da adubação depende tanto da quantidade adequada aplicada, quanto da época e localização do corretivo e dos fertilizantes.

Para o controle de plantas daninhas na cultura do maracujazeiro existem poucos estudos a respeito, apesar de sua grande importância.

A capina através de implementos mecânicos, próxima à planta (menos de 1 m de distância), não é recomendável em função dos danos que traz às raízes, uma vez que estas se concentram na sua maioria de 15 a 45 cm de distância do caule. O uso de herbicidas é bastante válido para o controle.

A melhor prática tem sido a eliminação das plantas daninhas nas linhas de plantio com o uso de capinas com enxada e roçadeira.

Além dos insetos, os ácaros podem também causar sérios prejuízos à cultura do maracujá: ácaro branco, ácaro plano e ácaros vermelhos. Para o controle racional desses ácaros o produtor deve inspecionar periodicamente o pomar, vistoriar as culturas vizinhas bem como as ervas daninhas. Realizar o tratamento com o uso de acaricida específico e escolher um produto que apresente maior seletividade e curta duração residual, evitando os resíduos tóxicos nos frutos.

O maracujazeiro pode ser atacado por fungos, vírus e bactérias. Doenças: Tombamento, mela ou "damping off", Antracnose, Verrugose ou Cladesporiose, Bacteriose, Definhamento precoce, Podridão do colo e Murcha ou Fusariose.

## 2.2. SEMIÁRIDO BRASILEIRO

A Região Semiárida brasileira apresenta características físicas e biológicas típicas das demais Regiões Semiáridas tropicais do mundo: alta insolação, alta média térmica, elevada taxa de evaporação, baixa nebulosidade e umidade relativa do ar, precipitação irregular e limitada a curtos períodos (Reis, 1976). Abrange 75% da Região Nordeste do Brasil e o norte de Minas Gerais, totalizando 1.170.000 km<sup>2</sup> (IBGE, 1999). É formada por vários tipos de solos com diferentes características, recoberto por uma vegetação xerófila, denominada de Caatinga (Cândido et al., 2005; Kiill; Correia, 2005).

O clima da região é quente e seco, tipo Bsh pela classificação de Kooppen, cuja evaporação excede a precipitação. A precipitação média anual varia de 150 a 1300 mm, com distribuição irregular e concentrada em dois a quatro meses do ano, e evapotranspiração potencial anual é de aproximadamente 2000 mm, como resultado da intensa insolação de 2800 h/ano (Lima, 1996; Nascimento, 1997). A umidade relativa do ar apresenta valores médios em torno de 50% (Sudene, 1972), elevados índices de aridez, e temperatura média diária de 28°C (Araújo Filho et al., 1995).

Os solos da Caatinga variam em função do relevo e localização. Os solos designados de Espodosolos, Argissolos, e Luvisolos (solos com horizonte B textural e argila de baixa atividade) ocorrem nos topos e vertentes de relevo suave-ondulado e em vertentes íngremes de entalhes; os Latossolos (solos com horizonte B latossólico) se localizam nos tabuleiros baixos estreitos; os Neossolos Litolícos (solos azonais) nos topos das cristas; os Neossolos Regolíticos (solos jovens e azonais) nas baixas vertentes das cristas; os Neossolos Flúvicos (solos jovens perto

dos rios) no fundo dos vales; e os Vertissolos (solos com propriedades de argilas expansíveis) no fundo de vales chatos e largos. No geral, estes solos variam quanto à profundidade, drenagem, textura, acidez, salinidade e fertilidade (Lima, 1996; Embrapa, 1999).

O relevo da Região Semi-Árida do Nordeste do Brasil é suave-ondulado com extensas planícies cortadas por vales estreitos e serras ou chapadas (Nascimento, 1997). As altitudes variam de 100 a 500 m no sertão e 650 a 1000 m no agreste (Araújo Filho et al., 1995).

As regiões naturais do Nordeste são: Caatinga, Cariri-Velho, Sertão, Seridó, Agreste, Curimataú, Carrasco, Cerrado, Serra e Mata (Duque, 2004). A Região Semiárida, considerando a interação solo e vegetação, pode ser agrupada em: domínio da vegetação hiperxerófila, domínio da vegetação hipoxerófila, ilhas úmidas, agreste e área de transição entre os domínios anteriores (Cândido et al., 2005).

### **2.3. PERÍMETROS IRRIGADOS NO NORDESTE**

Segundo Carvalho (1998) a maioria dos projetos envolvendo recursos hídricos em todo o mundo, não tem alcançado os níveis desejados de produtividade devido, basicamente, as dificuldades operacionais encontradas no campo, e não levadas em consideração durante o planejamento.

A realidade da agricultura irrigada brasileira, no entanto, tem demonstrado que não é raro se encontrar projetos de irrigação, públicos ou privados, sem o planejamento apropriado e que, depois de implantados, são conduzidos sem a preocupação com o manejo e operações adequadas, resultando em baixa eficiência e comprometendo a expectativa de aumento da produtividade (Ferreira, 1993).

A escolha de áreas para compor perímetros irrigados, nem sempre foi suficientemente embasada em critérios técnico-econômicos e ambientais. Este fato, associado à falta de habilidade de parte dos irrigantes no manejo da irrigação e as peculiaridades edafoclimáticas do Nordeste brasileiro, muito tem contribuído para o processo de degradação de solos da região.

Na tentativa de regularizar o abastecimento de água para a população nordestina, o Departamento Nacional de Obras Contra as Secas (DNOCS) construiu umas três centenas de açudes em sua área de jurisdição, muitos dos quais passaram a ser perímetros irrigados (Paiva, 1976). A criação desses perímetros irrigados

aumentou a produtividade das terras dessa região transformando, assim, a realidade socioeconômica e cultural da sua população, mas em decorrência do manejo inadequado, muitos dessas áreas se encontram praticamente abandonadas, em virtude de problemas de salinidade e/ou sodicidade em seus solos; como exemplo, tem-se as seguintes áreas, em porcentual, afetadas por sais: Custodia, PE, com 97%; Ceraima, BA, com 32%; São Gonçalo, Sumé e Cachoeira II, PB, com, respectivamente, 52, 61 e 30% (Macedo, 1988).

Como fatores negativos decorrentes da agricultura irrigada, Drumond et al (2000) citam: sistemas de produção de eficiência limitada, apresentando níveis de produtividade aquém dos seus potenciais; baixo nível de capacitação gerencial e tecnológica do produtor; debilidade acentuada na organização profissional e social do produtor; acesso precário aos meios de produção, especialmente ao crédito; assistência técnica quantitativa e qualitativamente deficiente; pouca ou nenhuma integração entre os distintos segmentos das cadeias produtivas; políticas públicas de apoio, ausentes ou pouco adequadas para os diversos segmentos; salinização dos perímetros irrigados, em virtude do mau uso da água de irrigação; erosão dos solos, pelo manejo inadequado dos solos, sem técnicas conservacionistas; assoreamento de rios pela eliminação da mata ciliar e pelo mau manejo do solo e falta de consciência ecológica; desmatamento quase que total do perímetro irrigado e sem reposição; desequilíbrio ecológico decorrente do uso intensivo de agrotóxicos; compactação de solo; contaminação de água, devido ao uso indiscriminado de agrotóxicos; produção de grande quantidade de resíduos inorgânicos (lixo das embalagens).

Como propostas alternativas Drumond et al (2000) recomendam: fiscalização permanente junto aos agricultores, relacionado ao cumprimento legal de uso das áreas ribeirinhas, por parte de órgãos competentes; divulgação dos resultados de pesquisa, de modo que os mesmos cheguem ao agricultor de forma clara; divulgação conjunta dos órgãos de pesquisa, extensão e agricultores, através de unidades demonstrativas nas comunidades; manejo integrado de pragas, através do controle biológico, visando reduzir o uso de agrotóxicos; utilização de variedades melhoradas e de alta produtividade; monitoramento ambiental de todos os perímetros irrigados; introdução e seleção de variedades de fruteiras mais produtivas e mais adequadas as condições edafoclimáticas dos polos de irrigação

(mangueira, videira, coqueiro, goiabeira, bananeira e aceroleira); introdução e seleção de variedades mais produtivas e mais adequadas de hortaliças (melancia, melão, cebola e tomate); validação de novas alternativas agroeconômicas de cultivo de fruteiras, hortaliças e outros fins (alimentares, industriais, ornamentais, forrageiras etc), enfatizando a introdução de novas variedades/espécies; desenvolvimento de sistemas integrados mais eficientes de

controle das principais pragas e doenças que afetam os cultivos irrigados, inclusive sua aplicação em cultivos orgânicos; desenvolvimento de práticas melhoradas de manejo do solo e da água em cultivos irrigados das principais fruteiras e hortaliças; desenvolvimento de práticas melhoradas de manejo das culturas, especialmente no que tange ao uso de hormônios (videira, aceroleira), reguladores de crescimento (mangueira), nutrição (goiabeira, aceroleira, coqueiro), poda e anelamento (goiabeira, aceroleira), adensamento (bananeira, goiabeira) e consorciação; desenvolvimento de métodos mais eficientes de colheita, tratamento poscolheita, acondicionamento, armazenamento e transporte dos principais produtos hortifrutícolas cultivados sob irrigação; desenvolvimento de métodos e práticas para a melhoria das qualidades sanitária, nutritiva e sensorial e uso das frutas e hortaliças; desenvolvimento de alternativas para incorporação de valor agregado aos produtos hortifrutícolas; estudos visando melhor caracterizar as cadeias produtivas, os circuitos de comercialização, as novas oportunidades de mercado e os espaços de valorização e competitividade dos principais produtos da agricultura irrigada.

## 2.4. SALINIZAÇÃO

Os sais responsáveis pela salinização do solo e da água de irrigação são originados de rochas da crosta terrestre submetidas ao processo de intemperização química que compreende a hidrólise, hidratação, oxidação e carbonatação. Após a solubilização são carregados para os mananciais por escoamentos superficiais ou por lixiviação (Richards, 1954; Pizarro, 1985; Silveira, 1999). São provenientes também, porém em menor proporção, dos mares e oceanos que se constituem em depósitos naturais de sais que são carregados pelas águas escoadas da superfície terrestre, tendo como área de acumulação os pontos mais baixos do relevo, acumulando-se progressivamente ao longo de milhões de anos (Holanda; Amorim, 1997).

Nos solos das regiões áridas e semiáridas não afetadas por sais, os cátions cálcio e magnésio predominam no complexo de troca e na solução do solo. Entretanto, ao sofrerem os processos de salinização, pelo intemperismo ou pela irrigação, os carbonatos de cálcio e magnésio, bem como o sulfato de cálcio são precipitados devido a baixa solubilidade. Esse fenômeno resulta no aumento da concentração de sódio na solução do solo, que pode substituir o cálcio e/ou magnésio do complexo sortivo refletindo-se, com o passar do tempo, na perda da capacidade produtiva das terras (Santos, 2002; Silva, 2004).

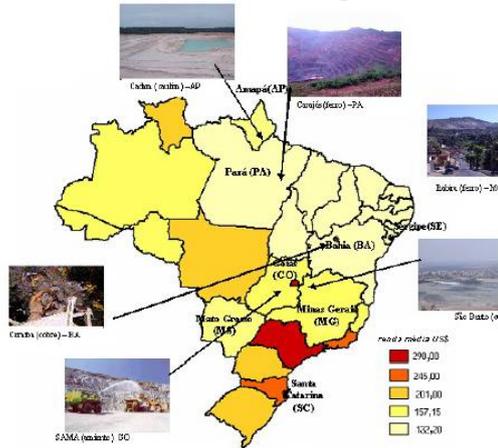
## 2.5. ATIVIDADE MINERADORA

Considerando a natureza exaurível intrínseca do recurso mineral, para que a mineração possa ser considerada uma atividade sustentável, de acordo com a perspectiva da sustentabilidade sensata (Serageldin, 1995), ela precisa promover a equidade intra e intergeração (Auty; Warhurst, 1993). A mineração pode ser considerada sustentável, a partir da perspectiva da geração atual, se ela minimizar os seus impactos ambientais e mantiver certos níveis de proteção ecológica e de padrões de qualidade ambientais. Da perspectiva intergeracional, a mineração pode ser considerada uma atividade sustentável se ela garantir o bem-estar das gerações futuras, o que pode ser feito a partir do uso sustentado das rendas que a mineração proporcionou.

No Brasil, por volta de 1.700 municípios (30,6% do total) recebem recursos financeiros da Compensação Financeira pela Exploração Mineral (CFEM), mas apenas 27 respondem por 81% da arrecadação (Enriquez, 2007). Destes, 15 foram escolhidos para compor a amostra da pesquisa empírica (Mapa 1). Eles foram selecionados a partir de três critérios: 1) valor anual da CFEM que cabe ao município ser superior a R\$ 1 milhão (valores de 2003); 2) peso da CFEM na receita pública municipal estar entre 5% a 30%; e 3) representatividade nacional (região geográfica do município).

A representatividade geográfica é importante por causa da grande assimetria entre os indicadores socioeconômicos das regiões brasileiras. As cores do Mapa 1, por exemplo, revelam que a renda *per capita* da maior parte dos Estados das regiões Norte e Nordeste é de apenas 1/3 dos estados da região Sudeste.

Mapa 1: Identificação da área de estudo.

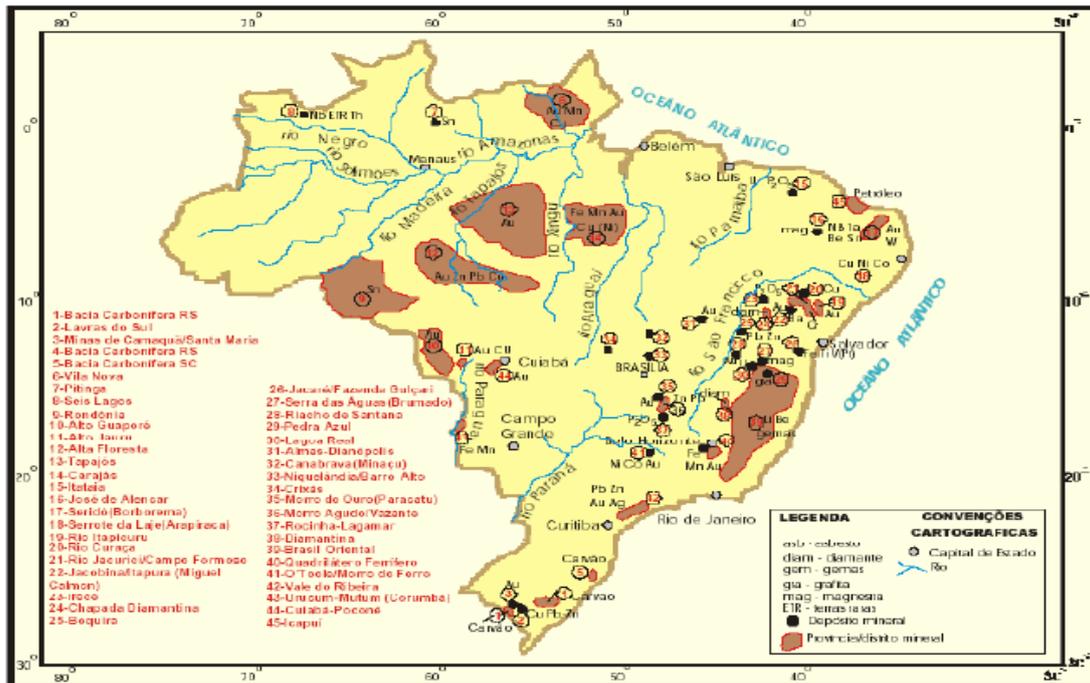


região/estado/município	mineral extraído/Grupo
<b>NORTE</b>	
1. Vitória do Jari (AP)	caulim (CVRD)
2. Oriximiná (PA)	bauxita metalúrgica (MRN)
3. Parauapebas (PA)	ferro e mananês (CVRD)
4. Canaã dos Carajás (PA)	cobre (CVRD)
5. Ipixuna do Pará (PA)	caulim (YMERIS e CVRD)
<b>NORDESTE</b>	
6. Jaguarari (BA)	cobre (CARAIBA)
7. Rosário do Catete (SE)	potássio (CVRD)
<b>CENTRO-OESTE</b>	
8. Crixás (GO)	ouro (ANGLO GOLD)
9. Minaçu (GO)	amianto crisotila (SAMA)
<b>SUDESTE</b>	
10. Itabira (MG)	ferro (CVRD)
11. Mariana (MG)	ferro (CVRD, SAMARCO)
12. Santa Bárbara (MG)	ferro e ouro
13. Paracatu (MG)	ouro (KINROSS)
<b>SUL</b>	
14. Forquilha (SC)	carvão (CARBONÍFERA)

Fonte: Enríquez (2010).

A imagem a seguir demonstra as principais províncias minerais do Brasil.

Imagem 1: Principais províncias de minerais do Brasil.



Fonte: Silva (2007)

Acompanhando a institucionalização crescente das questões ambientais no mundo, o Brasil, desde meados dos anos 1980, vem estruturando um marco regulatório bastante vasto para tratar dos temas ambientais ligados a mineração. São exemplos disso os órgãos especialmente criados para lidar com o assunto, tais como o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis

(IBAMA), as Secretarias Estaduais e Municipais de Meio Ambiente, Conselhos Estaduais e Municipais de Meio Ambiente, entre outros, bem como as resoluções do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA), em particular a 001/1986 e 237/1997, que tratam da exigência dos Estudos de Impacto Ambientais (EIAs) e demais instrumentos de comando e de controle como Relatórios de Impactos Ambientais (RIMAs), Planos de Controle Ambientais (PCAs), Relatórios de Controle Ambientais (RCAs), planos de monitoramentos, planos de fechamento de mina, apresentação dos estudos em audiências públicas, aprovação pelos conselhos estaduais e municipais de meio ambiente, entre outros. Afora esses instrumentos coercitivos, ha também mecanismos indutores de mercado que exercem forte pressão para uma atitude ambientalmente mais proativa, por parte da indústria mineral, tais como as negociações de ações das companhias mineradoras em bolsas de valores, além de instrumentos voluntários e de comunicação como a adesão aos programas de certificação ambiental internacional da série ISO 14.000 e NOSA2, por exemplo, ou a publicação dos indicadores de sustentabilidade o Instituto ETHOS, no Brasil, que, da mesma forma, contribuem favoravelmente para que as grandes companhias mineradoras assumam maior compromisso com a dimensão ambiental do desenvolvimento sustentável.

As atividades de mineração nas indústrias de beneficiamento de caulim e vermiculita no semiárido são citadas pelos órgãos ambientais como grandes fontes geradoras de contaminação e poluição do meio ambiente, devido à enorme quantidade de resíduos (rejeitos) gerados e depositados diretamente nos ecossistemas, sem qualquer processo de tratamento. Para eliminar ou reduzir essas emissões que produzem danos ambientais adversos, tais como a degradação da vegetação, a destruição de nascentes de rios e os desequilíbrios nos ecossistemas locais, são necessários estudos e o desenvolvimento de tecnologias apropriadas que possam absorvê-las no seu processo de produção, dando a esse resíduo uma destinação ecologicamente correta e com viabilidade econômica.

Os impactos ambientais causados pelas empresas mineradoras são classificados em dois tipos: o primeiro é gerado pela implantação da mina, na qual o grave problema deve-se ao desmatamento, à medida que resulta em um grande causador de problemas hidrológicos, como erosão e lixiviação dos solos. O segundo é o impacto ambiental proveniente do minério, na qual tem sua grande problemática

no elevado volume de resíduos gerados, que normalmente são depositados em locais impróprios, como o leito dos rios e zonas mananciais, causando assim a degradação da biodiversidade.

Dentre os principais impactos ambientais sobre a superfície do terreno, relaciona-se à disposição final inadequada de rejeitos e resíduos decorrentes da lavra que pode comprometer a paisagem e degradar o solo e águas subterrâneas. A forte disponibilidade do rejeito das mineradoras constitui um problema para o produtor rural na região. A lavra ou mineração de argila provoca a degradação física, muitas vezes de forma drástica, podendo provocar grande impacto visual, modificações na topografia, erosão do solo, assoreamento de drenagens, dentre outros (Pereira, 2008).

As atividades minerais em geral, e a lavra de Rochas e Minerais Industriais (RMI) em particular, talvez mais que outras operações industriais, mantêm uma relação difícil com o meio: para extrair, transportar, transformar e comercializar os minerais, é preciso prejudicar o meio, às vezes de forma irreversível, e produzir uma quantidade de resíduos que quase sempre é muito grande (Perez, 2001).

Segundo o mesmo autor, além dos danos que podem causar pelo volume de resíduos gerado, é preciso considerar outras características ambientais negativas decorrentes das explorações minerais: a primeira é que a localização das pedreiras e minas tem de ser feita no lugar onde existe o jazimento, o que não ocorre com outros tipos de indústrias; este fato pode causar danos ecológicos ou paisagísticos.

A segunda é que a mineração é sempre agressiva ao meio em que se situa; os enormes volumes que são necessários tratar, formam sinais visíveis na superfície terrestre difíceis de ocultar, afetando a fauna e a flora, e o clima, pelas explosões, poeira e contaminação química por compostos de tratamento, piorando a qualidade de vida dos habitantes mais próximos, entre os quais se encontram os próprios mineiros. A terceira característica está ligada à produção de resíduos que tem a ver com a possível contaminação de leitos fluviais e de aquíferos e a possibilidade, portanto, de transferir o dano para lugares afastados da própria mina.

## **2.6. O MINÉRIO VERMICULITA**

A vermiculita, particularmente, é um mineral hidratado, que pode resultar da alteração de uma mica, mais comumente a biotita. Os minerais comumente associados à vermiculita são a biotita, hidrobiotita, piroxenita, apatita, anfibólio,

sienito, serpentinito, flogopita, diopsídio, clorita, amianto, talco e minerais argilosos. Estudos da caracterização tecnológica (Ugarte et al., 2004) têm mostrado que as vermiculita de Santa Luzia (PB) e Sancrelândia (GO) são compostas de camadas mistas interestratificadas de vermiculita com outras fases mineralógicas (talco, hidrobiotita, biotita e flogopita) e que, dependendo do teor dessas impurezas, podem interferir no processo de expansão da vermiculita. Nas Tabelas 3 e 4 encontram-se, respectivamente, de forma ilustrativa, uma comparação entre composições químicas médias de vermiculitas comerciais brasileiras e internacionais.

**Tabela 3:** Composição química (%) média de vermiculita brasileiras

Composto	Santa Luzia (PB)	Sancrelândia (GO)	Massapé (PI)
SiO <sub>2</sub>	42,8	40,4	45,10
MgO	19,9	18,3	23,60
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	6,8	13,0	10,20
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	6,7	8,5	5,80
K <sub>2</sub> O	4,6	3,7	0,50
Na <sub>2</sub> O	1,0	2,5	0,10
CaO	0,56	1,4	3,60
MnO	0,11	0,12	-
TiO <sub>2</sub>	0,86	1,0	0,70
NiO	0,29	0,21	-
BaO			
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,45	0,31	-
H <sub>2</sub> (total)	15,80	10,40	10,20
<b>Total</b>	<b>99,87</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>

Fontes: Santa Luzia (PB) (França e LUZ, 2002), Sancrelândia (GO) (Ugarte et al., 2004) e Massapé (PI) (Hindman, 1994)

**Tabela 4:** Composição química (%) média de concentrados de vermiculitas comerciais internacionais.

Composto	1	2	3	4	5	6	7
SiO <sub>2</sub>	36,50	41,20	37,67	39,37	43,05	38,66	38,34
MgO	19,20	24,22	17,16	23,37	21,39	20,04	16,38
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	14,50	12,68	14,23	12,08	10,01	17,36	12,85
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	10,50	4,60	8,07	5,45	1,90	8,45	8,80
K <sub>2</sub> O	0,50	5,97	1,36	2,46	2,56	4,24	6,63
Na <sub>2</sub> O	2,00	1,61	1,95	0,80	0,03	-	1,72
CaO	0,21	0,93	2,18	1,46	0,20	0,75	1,12
MnO	0,18	0,05	0,18	0,30	-	0,07	0,14
FeO	-	1,54	0,48	1,17	3,56	-	-
TiO <sub>2</sub>	0,75	1,38	0,20	1,25	1,00	-	1,66
Li <sub>2</sub> O	-	-	-	-	0,03	-	0,01
BaO	-	-	-	-	0,03	0,12	-
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	-	-	-	-	0,20	0,50	0,23
H <sub>2</sub> O (total)	15,41	5,82	15,71	11,20	15,70	8,71	10,66
<b>Total</b>	<b>99,64</b>	<b>99,99</b>	<b>99,19</b>	<b>98,97</b>	<b>99,4</b>	<b>98,61</b>	<b>99,34</b>

1- Austrália (Munglinup), 2- China (Qieganbulake), 3- Egito (hafafit), 4- África do Sul (Phalaborwa), 5- Rússia (Kovdor), 6- Estados Unidos (Chicago) e 7- Estados Unidos (Loisa).

Fonte: Hindman (1994)

Na Tabela 5, constam os principais tipos de depósitos de vermiculita identificados no Brasil e suas reservas.

Tabela 5: Principais depósitos de vermiculita identificados no Brasil (entre parênteses a percentagem de vermiculita).

Depósito	Localização	Tipo	Vermiculita 10 <sup>6</sup> (t)
Catalão I	Ouvidor (GO)	Carbonatito	10 (20%)
Queimada Nova	Queimada Nova (PI)	Máfico e ultramáfico	1,95 (20%)
Santa Luzia	Santa Luzia (PB)	Máfico e ultramáfico	> 7 (30%)
Sancrelândia	Sancrelândia (GO)	Máfico e ultramáfico	1,5 (30%)
Montes Belos	Montes Belos (GO)	Máfico e ultramáfico	2 (30%)
Brumado	Brumado (BA)	Máfico e ultramáfico	2 (25%)

Fonte: Reis (2002)

Na prática, é comum a lavra de vermiculita a céu aberto e são raros os casos de lavra subterrânea. Nas minas modernas a abertura de cavas, geralmente rasas, cerca de 50 m, é feita com equipamentos convencionais incluindo, entre outros, escavadeiras mecânicas, onde as jazidas de vermiculita estão associadas aos diques, sills e/ou outros corpos rochosos e compactos.

Em geral, o processamento do minério lavrado e feito na própria mina, todavia, há casos, característicos de pequenas jazidas, em que a usina de processamento situa-se a maiores distâncias da mina. Desse modo, o transporte é realizado por caminhões de pequeno porte, em autoestrada. Nas duas situações há sempre a remoção de uma quantidade significativa de material estéril.

No Brasil o minério de vermiculita é lavrado a céu aberto com desmonte mecânico utilizando trator de esteira na etapa de escarificação. O minério bruto e retomado por carregadeira frontal para abastecer os caminhões basculantes, que fazem o transporte até a usina de concentração. As bancadas possuem, como de hábito, largura média de 3,0 m e talude de 30°, o que permite a operação dos equipamentos de desmonte e transporte. Tal procedimento pode variar de acordo com a espessura da camada de minério no jazimento.

A remoção do capeamento, com espessura média de 1,5m, também é feita com auxílio do trator de esteira. O plano de lavra prevê o retorno do capeamento à cava da mina, de forma a recompor a topografia original do terreno. O capeamento é constituído basicamente de material argiloso de fácil remoção; a relação estéril/minério situa-se na faixa de 0,063/1.

Os minérios e concentrados são normalmente analisados pelo teor de vermiculita e tamanho das partículas. A amostra seca é peneirada em várias frações segundo a classificação granulométrica apresentada na Tabela 6, que exemplifica a diferença entre a granulometria dos padrões de concentrados de vermiculita natural, internacional, americano e brasileiro. Cada fração é pesada e então submetida ao processo de expansão térmica em fornos com temperatura na faixa de 800 a 1.100°C. Após o resfriamento a vermiculita expandida é novamente pesada e a ganga residual é removida por meio de separação a seco ou a úmido, esta última menos utilizada.

**Tabela 6:** Classificação granulometria de padrões de concentrados de vermiculita natural

<b>PADRÃO INTERNACIONAL</b>	<b>TAMANHO (MM)</b>	<b>PADRÃO AMERICANO</b>	<b>TAMANHO (MM)</b>	<b>PADRÃO BRASILEIRO</b>	<b>TAMANHO (MM)</b>
Grossa	-8,0 + 2,8	1	-7,0 + 3,327	-	-
Média	-4,0 + 1,4	2	-3,5 + 1,75	Média	55-95% > 2,4
Fina	-2,0 + 0,71	3	-2,0 + 0,6	Fina	65-95% > 1,2
Superfina	-1,0 + 0,355	4	-0,85 + 0,212	Superfina	70-95% > 0,6
Micrometro	-0,71 + 0,25	5	-0,3	Micrometro	80-100 > 0,3

Fonte: Reis (2002)

As técnicas de beneficiamento de vermiculita fazem uso das vantagens de uma ou mais propriedades do mineral. Tais propriedades incluem forma, densidade, resistência à cominuição etc. Algumas dessas propriedades podem ser aplicadas em processos a seco e a úmido, entretanto, nas unidades produtoras há predominância da utilização do método a seco.

Em geral, os minerais de ganga são friáveis e quando passam por equipamentos de cominuição, britadores de impactos ou de rolos, são cominuídos seletivamente em relação à vermiculita, que permanece praticamente intacta. Mais da metade dos minerais de ganga é reduzida a uma granulometria adequada à sua remoção no classificador pneumático.

No Brasil há depósitos e jazidas de vermiculita nos estados da Paraíba, Goiás e Piauí. Os minérios brasileiros não contêm asbestos, o que confere aos concentrados de vermiculita maior valor agregado, além de favorecer o melhor aproveitamento econômico do bem mineral. Uma aplicação atrativa para a vermiculita é como material adsorvente/absorvente, devido às propriedades de troca iônica que possui, semelhante a algumas argilas e zeólitas, podendo ser

utilizada em processos de remoção de contaminantes orgânicos e na purificação de águas residuais contendo sais.

Com relação às expectativas de crescimento no mercado, o comércio desse mineral atinge um valor da ordem de 200 milhões dólares ao ano, com um mercado futuro projetado para atingir países do primeiro mundo. Na última década, os tradicionais produtores mundiais de vermiculita, África do Sul e Estados Unidos, passaram a dividir mercado com novos fornecedores do produto, como a China, Zimbábwe, Austrália e Índia. A China, em particular, tem apresentado um desenvolvimento comercial crescente suprimindo, por exemplo, cerca de 50% dos mercados do Japão e Coréia do Sul (Jinyao, 2001), o que aponta a China como um grande concorrente no mercado mundial de vermiculita.

O Brasil detém 10% das reservas mundiais de vermiculitas e ocupa, atualmente, a quarta posição mundial na produção, com 5%. A produção nacional se concentra apenas em quatro produtores com um crescimento na ordem de 35% nos últimos anos. Segundo algumas estimativas, o consumo mundial de vermiculita em 2003 foi de 600 mil toneladas. No Brasil a produção, em 2003, foi de 26 mil toneladas, e o consumo interno, 2 mil toneladas.

A seguir são apresentados os ramos da indústria onde a vermiculita é utilizada, principalmente na forma expandida, bem como as especificações requeridas para cada aplicação e as expectativas de crescimento de mercado.

## **2.7. CONSTRUÇÃO CIVIL**

Dentre os principais usos na construção civil, está a sua aplicação como isolante térmico e acústico em paredes, na forma de massa para revestimento (reboco), graças à baixa condutividade térmica do material (60 cal/m<sup>2</sup> h oC, a 25°C) e pequena propagação sonora (medias de coeficiente de com proporções conhecidas, em volumes; neste segmento industrial, a vermiculita é usada nas granulometrias média, fina e superfina.

## **2.8. HORTICULTURA**

O mineral expandido, com granulometria média, fina e superfina, possui características especiais, que o transformam num importante elemento na composição dos fertilizantes e formação dos solos para a características fazem da vermiculita um importante aliado na produção e plantio de mudas, em

reflorestamentos de grandes áreas, em horticultura e jardinagem, um inibidor de micro e macro nutrientes de adubos, e estimulador da germinação de sementes, etc. Ainda nessa linha podem ser destacadas outras características da vermiculita tais como:

- A vermiculita expandida é muito leve, o que facilita o seu manuseio nas composições com solos, turfas, cascas de pinho, fertilizantes, pesticidas e herbicidas;
- Promove a areação do solo enquanto retém umidade e estimula a absorção de nutrientes através das raízes das plantas;
- Suas capacidades de trocas catiônicas disponibilizam amônia, potássio, cálcio para as plantas;
- Quando combinada com turfa ou com casca de pinho promove o rápido crescimento das raízes das plantas, além de reter ar e umidade, liberando-os para a planta quando necessário.

A vermiculita na forma expandida constitui-se também num ótimo condicionador de solos ácidos e argilosos, por auxiliar na correção do pH, tornando-os mais soltos, porosos e arejados, de forma a proporcionar um melhor desenvolvimento nas raízes das plantas. Ainda se apresenta como excelente retentor de umidade. Comercialmente, são encontrados no mercado produtos com as denominações rendmax ou vermissolo, que são flocos utilizados na horticultura para retenção de água ou a substituição de solo para a produção de mudas e plantas em grande escala.

## 2.9. ADUBAÇÃO ORGÂNICA

Os adubos orgânicos possuem uma liberação de nutrientes variável, afetando assim a disponibilidade para as plantas. Materiais sólidos, como esterco e resíduos vegetais, tendem a apresentar maior teor de fibras e lignina e, com isso, maior relação C/N, o que acaba disponibilizando mais lentamente os minerais para as plantas. O quadro 1, mostra a eficiência dos elementos em dois cultivos, o que auxilia muito quando se deseja usar esse tipo de adubação.

**Quadro 1:** Índice de eficiência do esterco bovino em cultivos sucessivos (Valores médios)

ESTERCO BOVINO	NUTRIENTES TOTAIS	EFICIÊNCIA DO 1º CULTIVO	EFICIÊNCIA DO 1º CULTIVO
	N	0,3	0,2
P	0,8	0,2	
K	1,0	-	

Fonte: CQFS – SC/RS, (2004)

Segundo Berton (1997), a adubação orgânica tem, como principal efeito, a melhoria das propriedades físicas e biológicas do solo. Os nutrientes presentes em adubos orgânicos, especialmente o nitrogênio e o fósforo, possuem liberação mais lenta do que os outros minerais, dependentes da mineralização da matéria orgânica, proporcionando disponibilidade ao longo do tempo, o que favorece em muitas vezes seu aproveitamento.

Conforme Claro (2001), os adubos orgânicos e fertilizantes minerais solúveis têm o mesmo efeito no solo, ambos estão sujeitos às reações químicas com íons presentes no solo, como insolubilização do fósforo, lixiviação de nitrato, volatilização de amônia e imobilização, entre outros.

De acordo com CQFS – SC/RS (2004), quando se deseja calcular a quantidade do adubo orgânico a se aplicar, a partir da necessidade nutricional da cultura (N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e K<sub>2</sub>O em kg ha<sup>-1</sup>), pode ser usada a seguinte fórmula:  $QD = A \times B / 100 \times C / 100 \times D$ . Onde A é a quantidade do material aplicado em kg ha<sup>-1</sup>, B é a porcentagem de matéria seca do material, C é a porcentagem do nutriente na matéria seca e D o índice de eficiência de cada nutriente, indicado no quadro 1.

Plantas cultivadas com a adubação orgânica possuem maior equilíbrio nutricional, e isso as tornam mais resistentes a pragas e doenças. Mas quando se utiliza adubos químicos, esses são facilmente levados pela água da chuva, principalmente o nitrogênio e o potássio. Quando as plantas apresentam falta ou excesso desses elementos, elas tendem a acumular mais açúcares e aminoácidos nas folhas, gerando com isso uma maior suscetibilidade ao ataque de patógenos (Chaboussou, 2006).

Estudos feitos nos Estados Unidos mostram que muitas moléculas químicas possuem efeito hormonal, mimetizando o estrógeno e o andrógeno, causando sérios riscos à saúde de todos os seres vivos. No total já foram identificadas 51 moléculas com este efeito, entre herbicidas, inseticidas, fungicidas e lubrificantes. Entre os principais problemas do uso dessas substâncias podem ser citados: má formação do

feto, deformação em órgãos sexuais, diminuição do número de espermatozóides viáveis, além de causar câncer (Colborn, 2002).

Outro problema sério advindo do cultivo convencional é a utilização inadequada dos solos. Entre os problemas mais comuns, podem ser citados o cultivo em áreas inadequadas e/ou em áreas de preservação permanente, o uso de agrotóxicos e fertilizantes químicos sem controle, assoreamento dos rios, entre outros.

Entre os adubos sintéticos usados na agricultura, o nitrato é considerado a principal forma de contaminação em água pelas atividades agrícolas, tanto na água superficial como em profundidade. Isso se deve ao fato de o nitrato ser um ânion, o que caracteriza uma fraca retenção nas cargas positivas do solo, tendendo assim a ficar em solução no solo. Dessa maneira, o nitrato é lixiviado com facilidade e ao longo do tempo pode haver aumento dos teores no lençol freático (RESENDE, 2002).

O nitrato, quando consumido por bovinos e equinos, pode gerar sérios problemas, principalmente com as bactérias presentes no trato digestivo, onde pode levar a uma forma de envenenamento. No homem, o problema é mais grave em crianças menores de seis meses. Esses bebês possuem bactérias no trato digestivo que convertem o nitrato a nitrito, molécula, que por sua vez, quando entra na corrente sanguínea reage com a hemoglobina e diminui a capacidade de transporte de oxigênio no sangue. Estudos feitos com cobaias mostram que altas concentrações de nitrato têm aumentado a ocorrência de câncer no estômago e no esôfago, devido à formação de compostos carcinogênicos (Zublena et al., 2001).

O destino dado às embalagens plásticas vazias também é um caso sério, onde muitos produtores ainda queimam, enterram, deixam na lavoura ou as colocam no lixo comum.

Quadros e Kokuszka, (2007), comparando a eficiência energética no cultivo do feijão, demonstrou que o cultivo convencional teve uma relação negativa, a entrada de energia é maior que a saída, enquanto o sistema orgânico teve uma relação positiva onde a saída de energia é maior que a entrada. No sistema convencional, o maior gasto de energia é proveniente dos insumos (adubos químicos e agrotóxicos), que representaram 92,9% do gasto. No sistema orgânico, a mão de obra representou a maior entrada de energia, com 62,2%. Comparando os

dois sistemas, ficou demonstrado que o sistema orgânico é 94% mais eficiente que o convencional, com uma produtividade 14% superior.

Outro ponto preocupante no Brasil é a dependência de fertilizantes importados (NPK), e segundo projeção da MBagro (2007) a importação só tende a aumentar. Em 1983, do total de fertilizantes usado no Brasil, apenas 32% era importado. Em 2006, o valor mais que dobrou e chegou a 65%, sendo que a projeção para 2025 é que o país importe 86% de todo o fertilizante usado, o que compromete muito a sustentabilidade.

## 2.10. PRODUÇÃO ORGÂNICA NO BRASIL E NO MUNDO

A produção orgânica teve início no Brasil na década de 70, quando começou a se questionar o modelo convencional de produção e quais as suas consequências. Em 1972 foram lançadas as primeiras sementes orgânicas em duas fazendas no estado de São Paulo. A primeira iniciativa para difusão da agricultura orgânica ocorreu em 1981, com o I Encontro Brasileiro de Agricultura Alternativa (EBAA) em Curitiba, no Paraná. Foi também na década de 80 que teve início a criação do Instituto Biodinâmico, os centros de pesquisa, associações e as Ongs, todas voltadas para o desenvolvimento da agricultura orgânica/alternativa.

No ano de 1994 surgiram as primeiras pressões internacionais, principalmente da União Europeia, e o resultado foi a criação do comitê nacional de produtos orgânicos. Depois de muita discussão sobre a forma de certificação, ocorreu a publicação da Instrução Normativa número 7, de 17 de maio de 1999, que relata sobre as normas para produção de produtos orgânicos vegetais e animais (Darolt, 2000). Mais tarde, pelo decreto Nº 6.323, de 27 de dezembro de 2007, ficou regulamentada a lei Nº 10.831, de 23 de dezembro de 2003, que dispõe sobre a agricultura orgânica e dão outras providências.

O primeiro levantamento nacional, sobre os produtos orgânicos baseado no censo mostra resultados do ano de 2006, com área estimada de 517 mil hectares, que gerou em torno de 1,2 bilhões de reais. Um dado importante deste levantamento mostra o Paraná como o estado com maior diversidade de produtos certificados, com um total de 49 atividades (Rabello, 2011).

Quanto à situação mundial de produtos orgânicos, a Oceania conta com a maior área, com 12,4 milhões de hectares, o que equivale a 42% da área em manejo orgânico, seguida pela Europa com 7,4 milhões de hectares (24%), América Latina

com 4,9 milhões (16%), Ásia 3,1 milhões de hectares, América do Norte 2,2 milhões e a África com 0,4 milhões de hectares. No entanto, a proporção do manejo orgânico em relação ao manejo convencional na agropecuária é maior na Europa (WILLER, et al., 2008).

Segundo a IFOAM (2011), a agricultura orgânica está sendo praticada em 160 países, em uma área de 37,2 milhões de hectares, um aumento de 6,2% se comparado com o ano anterior. O número de agricultores envolvidos chega a 1,8 milhões. Somente nos Estados Unidos, a venda de alimentos e bebidas orgânicas somou 54,9 bilhões de dólares em 2009. Todos esses dados mostram como a agricultura orgânica vem crescendo no Brasil e no mundo, tudo isso relacionado com o maior conhecimento da população, que ao longo dos anos vem descobrindo os impactos e as consequências do manejo convencional sobre as plantas, o homem e o planeta.

## 2.11. ADUBAÇÃO AGROECOLÓGICA

Dentro de um manejo mais sustentável surge a necessidade de promover um modelo alternativo de adubação, com a utilização dos biofertilizantes, os adubos verdes, a compostagem, os pós de rocha, os restos de plantas e animais, os esterco e as cinzas vegetais, entre outros podem ser utilizados.

Os biofertilizantes, além dos minerais que são adicionados, possuem também uma grande gama de compostos como: células vivas ou latentes de microrganismos (bactérias, fungos, algas e leveduras), os quais produzem proteínas, enzimas, antibióticos, vitaminas, toxinas, fenóis, ésteres e ácidos (Santos; Akiba 1996; Medeiros; Lopes, 2006). Esta alta atividade microbiana é capaz de produzir uma maior proteção e resistência ao ataque de pragas e doenças, sendo que quanto maior a biodiversidade do solo, melhor para o sistema como um todo.

Outra fonte de nutriente bastante utilizada é a adubação verde. Faria et al. (2004) demonstraram a importância das plantas leguminosas, que além de adicionar carbono ao solo, fixam nitrogênio atmosférico com ajuda dos Rhizobium, e promovem ciclagem dos nutrientes. Esse tipo de adubação, quando bem manejada, tende a prevenir erosão, melhorar a estrutura do solo, manter umidade/temperatura mais constantes e, com isso, aumentar a vida macro e microbiológico do solo.

A compostagem pode ser feita de vários materiais, desde esterco e restos vegetais até resíduos de fermentação, sendo, portanto, a junção de mais de um produto, diferindo assim do esterco curtido isoladamente. Sedyama et al., (2000) mostraram que a compostagem feita de dejetos suínos e restos vegetais (bagaço de cana e palha de café) resultou em adubo de ótima qualidade, e esse produto ainda contribuiu para não contaminar o meio ambiente quando jogado diretamente ao solo.

O pó de rocha é uma boa alternativa de adubação, pois dependendo da sua disponibilidade possui um valor baixo no mercado. O pó de rocha é um material que sobra após a quebra da rocha de basalto para formação da brita. Normalmente contêm nutrientes em quantidades e qualidade variadas, que dependem dos minerais presentes nas rochas e da moagem feita. O material pode ser usado como suplemento nutricional, liberando nutrientes ao longo dos anos, e em alguns casos liberando nutrientes mais rapidamente (Ribeiro et al., 2010).

## **2.12. USO DO ESTERCO BOVINO COMO ADUBAÇÃO ORGÂNICA**

A utilização de esterco bovino como adubação remonta à Roma antiga, na idade média, onde relatos de escritos filósofos citam a decadência da agricultura no sistema feudal, com o esgotamento dos solos e o uso de fertilizantes orgânicos, cinzas, calcários entre outros para melhoria química do solo. Atualmente com a necessidade de uma adubação mais equilibrada e uma procura cada vez maior por produtos orgânicos, esse tipo de adubação que foi esquecido se torna cada vez mais estudado para suprir as plantas (Busato et al., 2008). Albuquerque et al. (2010) demonstraram que o esterco bovino utilizado em sua pesquisa apresentava as seguintes concentrações de nutrientes (em porcentagem): N= 2,1; P<sub>205</sub>= 0,4; K<sub>20</sub>= 0,6; Ca= 0,9; Mg= 0,1 e MO= 86,0.

Entre as principais vantagens desse tipo de adubo podem ser citadas as melhorias nas propriedades físicas e químicas do solo. Melo (2011), utilizando o manejo orgânico na estação experimental da Embrapa Uva e Vinho, relata produtividade superior a 30 t ha<sup>-1</sup> em uvas Niagara Rosada, usando como adubação uma boa cobertura do solo com esterco bovino e resíduos de aveia e ervilhaca.

Damatto Junior et al. (2006) observaram que, após 4 meses da aplicação de um composto de serragem e esterco bovino na adubação da bananeira, houve um incremento no pH e nos teores de matéria orgânica, fósforo, cálcio, além do

incremento da soma de bases, capacidade de troca de catiônica e saturação por bases do solo.

Silva et al. (2004), usando esterco bovino na adubação do milho, constataram aumento na retenção e disponibilidade de água, aumento nos teores de fósforo, potássio e sódio na camada 20-40cm, e incremento do rendimento de espigas com o aumento das doses de esterco. Caetano; Carvalho (2006) avaliaram a adubação orgânica com esterco bovino e ácido bórico sobre a produtividade e propriedades químicas do solo na cultura da figueira, observando que a adubação orgânica incrementou a produção e aumentou significativamente os teores de fósforo e potássio no solo, e diminuiu os teores de alumínio.

Silva et al. (2005), estudando diferentes coberturas de solo e compostos orgânicos na cultura do pessegueiro, destacaram que 70% dos frutos colhidos foram classificados nas melhores categorias (1 e 2), e essas adubações refletiram diretamente na manutenção da fertilidade do solo, na melhoria dos atributos físicos e biológicos, além de auxiliar na preservação do meio ambiente.

Damatto Junior et al. (2005), em experimento realizado com maracujazeiro-doce, observaram que a dose de 5 kg-1 de esterco bovino por planta proporcionou melhor qualidade dos frutos, maior número de frutos e maior produtividade. De forma semelhante, Campagnolo (2008), em estudo na cultura da figueira, comprovou a eficiência produtiva em cultivo orgânico utilizando 5 kg-1 de esterco curtido por planta.

Corrêa et al. (2010) observaram, na cultura do orégano, que os melhores resultados foram com a utilização de 12 kg de esterco bovino por vaso, influenciando positivamente na produção de biomassa e óleo essencial. Alves et al. (2005) avaliaram a cultura do coentro adubada com esterco bovino na presença e na ausência de adubo mineral. A adubação orgânica com a dose de 5 kg/m<sup>2</sup> apresentou o rendimento máximo de 13 t ha<sup>-1</sup>. A germinação e o índice de velocidade de germinação aumentaram linearmente com a elevação da matéria orgânica, sendo indicado como mais adequado para aumentar a qualidade das sementes.

Oliveira et al. (2001), pesquisando a adubação orgânica na cultura do repolho, demonstraram que todas as doses de esterco (20, 30, 40, 50, 60 t ha<sup>-1</sup>) induziram à formação de cabeças mais uniformes e compactas e proporcionaram maior produtividade. Santos et al. (2009), utilizando esterco bovino, demonstraram

que a dose de 30 t ha<sup>-1</sup> gerou maior produtividade e, para o máximo retorno econômico, a dose de 23 t ha<sup>-1</sup> foi a mais indicada. Araujo et al. (2007), em experimento com pimentão, avaliaram seu rendimento adubado com esterco bovino, na presença e na ausência de biofertilizante, demonstrando que a combinação do esterco aplicado no solo 14,5 t ha<sup>-1</sup> e o biofertilizante via foliar foi a melhor forma de fertilização.

Alguns trabalhos compararam a adubação química e orgânica, e não observaram diferenças significativas de produtividade. Nascimento et al. (2005), avaliando o rendimento do palmito pupunha adubado com esterco bovino e adubação química, demonstraram não haver diferença na produção de palmito em relação ao tipo da adubação. Oliveira et al. (2001), estudando o rendimento do feijão caupi (feijão de corda) adubado com diferentes doses de esterco, na presença e na ausência de adubo químico, verificaram que o feijão adubado com esterco teve seu rendimento em vagem aumentado na ordem de 49,3 kg/ha a cada tonelada de esterco adicionado. Em outro trabalho, Albuquerque et al. (2010) constataram que a adubação orgânica com esterco bovino apresentou bons resultados na produção de helicônia.

Manna et al. (2007), pesquisando com soja e trigo durante 30 anos, usaram vários tipos de adubação NPK, mais esterco e NPK mais calcário. Como resultados, os rendimentos diminuíram com as adubações convencionais, já com o NPK mais esterco e NPK mais calcário os rendimentos melhoraram no trigo, melhorando ainda a massa microbiana e o nitrogênio no solo. Kautz et al. (2006), na Espanha, constataram que a adubação orgânica com esterco aumentou os teores de carbono, nitrogênio e micro artrópodes no solo.

Lu et al. (2010), em um experimento de longo prazo, realizaram uma rotação anual de tomate e rabanete para avaliar os efeitos de um adubo orgânico comercial, utilizando como substituto parcial de fertilizantes químicos (2250, 4500 e 6750 kg ha<sup>-1</sup>), com a mesma quantidade de nutrientes em todos os tratamentos. Concluíram que essa adubação pode ser utilizada como substituto parcial de fertilizantes químicos, e não só atendeu as exigências das culturas, mas também melhorou a eficiência de macronutrientes e manteve positivo o balanço de P e K no sistema sob cultivo intensivo.

Gang et al. (2008) estudaram com arroz no sul da China durante seis anos, e constataram que a aplicação de esterco suíno com fertilizantes químicos aumentou a produtividade e eficiência no uso de nitrogênio do arroz, reduziu o risco de poluição ambiental e melhorou a fertilidade do solo, chegando a produzir 68% a mais que o tratamento controle que utilizou fósforo e potássio na adubação, concluindo ser uma boa técnica para proteger o meio ambiente e aumentar a produtividade do arroz.

Azeez et al. (2010) usaram várias fontes de esterco (gado, frango e caprinos) na adubação de Cucurbita máxima e Solanum retroflexum, constataram efeito linear na produtividade com o aumento nas doses de esterco de gado (5,33; 10,66; 21,32; 42,64; 85,28 e 170,56 t ha<sup>-1</sup>) e de frango (1,07; 2,13; 4,28; 8,53; 17,1 e 34,1 t ha<sup>-1</sup>).

### **2.13. USO DAS CINZAS VEGETAIS COMO ADUBAÇÃO ORGÂNICA**

Muitas indústrias utilizam a madeira como fonte de energia, entre elas às indústrias de cerâmica, celulose e papel. Um dos compostos formados após utilização da madeira é a cinza, que muitas vezes é deixada de lado e depositada em aterros, diminuindo assim a vida útil dos mesmos (Prado et al., 2002).

A utilização de cinzas de madeira em culturas agrícolas é uma forma de reposição dos nutrientes levados pela colheita. A cinza, com isso, reduz a necessidade do uso de fertilizantes químicos, tem efeito no aumento no pH e provê suprimento de cálcio (Sofiatti et al., 2007). Quando a cinza se torna de fácil disponibilidade aos agricultores, ela pode ser obtida com menor custo e trazer ótimos resultados (Lima et al., 2005). Lopes et al. (2005) demonstraram os seguintes teores de nutrientes na cinza vegetal em porcentagem: N= 0,52; P<sub>205</sub>= 3,37; K<sub>20</sub>= 4,85; Ca= 26,47; Mg= 2,73 e MO= 1,94.

Filho e Balloni (1988) avaliaram o efeito de diferentes substratos sobre o enraizamento de estacas de eucalipto e verificaram que o aumento do teor de cinza no substrato aumentou a porcentagem de enraizamento. Prado et al. (2003) avaliaram o efeito da cinza vegetal no substrato para produção de mudas de goiabeira, as quais responderam positivamente em altura de plantas com a aplicação de cinza.

Darolt; Osaki (1989) avaliaram o efeito da cinza vegetal sobre a produção de aveia preta e o comportamento químico no solo. A cinza proporcionou aumento no rendimento da matéria seca nas doses de 10 e 20 t ha<sup>-1</sup>, proporcionando aumento

nos valores de P-extraível, Ca, Mg e K trocável do solo, bem como dos micronutrientes Cu, Zn e B, além de aumentar o pH do solo. No entanto, doses de 40 t/ha ou mais proporcionaram desbalanço nutricional entre cátions.

Darolt et al. (1993) avaliaram o efeito de doses crescentes de cinza vegetal na produção de alface. A adição de cinza proporcionou aumento da massa média e diâmetro médio de cabeças, número médio folhas/planta e produção total nas doses de 10 e 15 t ha<sup>-1</sup>. Houve elevação do pH e redução do alumínio trocável, aumento dos valores de P extraível, Ca, Mg e K trocáveis.

Lima et al. (2005) avaliaram os efeitos da cinza vegetal e do esterco bovino sobre o crescimento da mamoneira cultivada em solo ácido. A adição desses materiais favoreceu o crescimento das plantas, diâmetro caulinar, número de folhas, área foliar e massa seca de parte aérea e de raízes.

Em experimento em que a cinza foi usada na adubação para o cultivo do *Eucalyptus grandis*, constatou-se que as doses de 0, 15, 30 e 45 t ha<sup>-1</sup> aumentaram substancialmente a fertilidade do solo, e isso foi a principal razão para os ganhos obtidos na produtividade (Gonçalves; Moro, 1995).

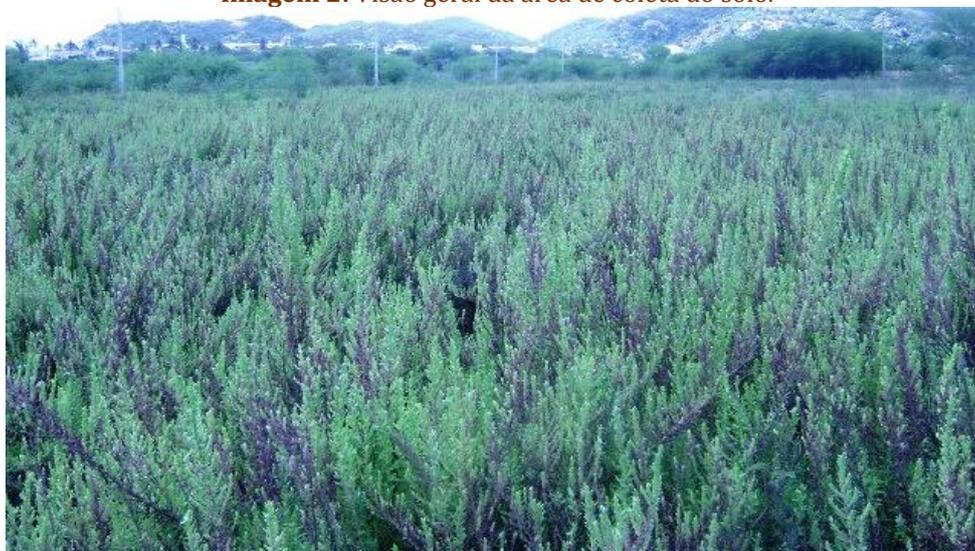
Park et al. (2005) utilizaram a cinza de madeira durante 3 anos, nas doses de 0, 10 e 20 t ha<sup>-1</sup> na cultura do salgueiro roxo (*Salix purpurea*). A aplicação da cinza aumentou significativamente o pH do solo na camada 0-10 cm de 6,1 na dose controle para 6,9 e 7,1 nas duas doses. A cinza ainda aumentou significativamente o fósforo extraível e a concentração de potássio, cálcio e magnésio no solo, sendo que as hastes apresentaram maior comprimento em relação ao controle.

# CAPÍTULO III

## PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

O trabalho foi desenvolvido no período de agosto a maio de 2011, em condições de casa de vegetação do Centro de Saúde e Tecnologia Rural, UFCG Campus de Patos – PB. Utilizaram-se amostras de um Neossolo Flúvico (Embrapa, 2006) coletado na camada de 0–30 cm, em um lote salinizado do Perímetro Irrigado de Sumé – PB (Imagem 2).

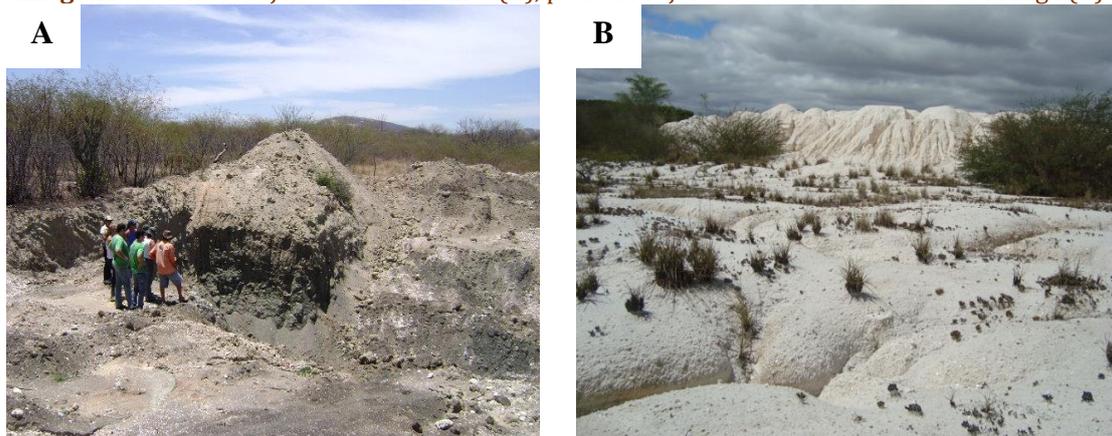
**Imagem 2:** Visão geral da área de coleta do solo.



Fonte: Leite (2010)

Os rejeitos foram obtidos em duas mineradoras localizadas no semiárido paraibano, que constituem a principal fonte de emprego para os moradores da região. Os rejeitos de vermiculita e de caulim foram coletados na Mineradora Pedra Lavrada e Mineração São João e localizadas nos municípios de Santa Luzia e Junco do Seridó, respectivamente (Imagem 3).

**Imagem 3:** Pátio de rejeito de vermiculita (A), pátio de rejeito de caulim na área de caatinga (B).



Fonte – Leite (2012)

As amostras de solo e dos rejeitos de mineração foram analisados conforme metodologia descrita em Embrapa (1997) (Tabela 1).

**Tabela 7:** Atributos químicos das amostras de solo e rejeitos empregados no experimento

Solo e rejeitos	MO	pH	C.E	P	Ca	Mg	K	Na	SB	H+Al	CTC	PST	V
	g dm <sup>-3</sup>	CaCl <sub>2</sub>	dSm <sup>-1</sup>	µgcm <sup>-3</sup>	-----cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> -----%								
S.S.S	15,7	6,9	7,6	222	12,9	3,6	0,9	4,9	21,8	1	22,8	21,5	96,6
R.V	-	6,7	0,04	58	14	3,8	0,3	1,3	25,4	1	26,4	-	96,2
R.C	-	5,0	0,32	2	1	0,6	0,0	1,2	2,8	4,2	7,1	-	40,7

\*SSS = Solo salino sódico, RV = Rejeito de vermiculita, RC = Rejeito de caulim. MO = matéria orgânica; CE = condutividade elétrica; P = fósforo; K = potássio; Ca = cálcio; Mg = magnésio; Na = sódio; H + Al = acidez potencial; SB = soma de bases; CTC = capacidade de troca de cátions; PST = percentual de sódio trocável; V = saturação por bases.

Fonte – Leite (2012)

Quanto à granulometria o solo foi classificado como franco arenoso, cujos teores de argila, silte e areia foram 620, 240 e 140 g kg<sup>-1</sup>, respectivamente.

Os rejeitos de caulim de vermiculita foram utilizados para a composição de dois tipos de compostos (composto 1 - rejeito de vermiculita + esterco bovino na proporção 1:1 v/v e composto 2- rejeito de caulim + esterco bovino na proporção 1:1 v/v).

O experimento foi arranjado num esquema fatorial 2 x 2 x 5, sendo dois tipos de compostos (composto de caulim e composto de vermiculita) presença e ausência de gesso agrícola e cinco doses de cada composto (0, 15, 30, 45 e 60% v/v) com três repetições, totalizando 60 vasos com capacidade para 9L.

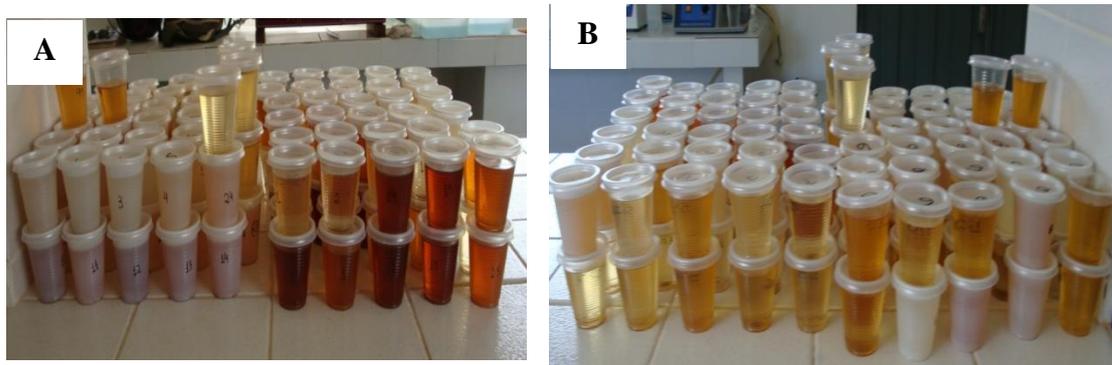
Na primeira etapa do experimento foi realizada a aplicação de gesso em metade dos vasos. Antes de sua aplicação, o gesso agrícola foi passado em peneira

em malha de 2,0 mm de abertura, sendo em seguida incorporado e homogeneizado ao solo. A dose de gesso aplicada (8,3 g kg<sup>-1</sup>) foi calculada, segundo Chauhan & Chauhan (1979).

Posteriormente, o solo foi incubado por 20 dias, com umidade correspondente a 70% da capacidade de campo. Após este período, aplicou-se ao solo, uma lâmina de lixiviação correspondente a duas vezes a sua porosidade total, a qual foi aplicada em sete parcelas iguais, a cada dois dias. A solução lixiviada foi coletada por ocasião da primeira e última (sétima) aplicação da lâmina de lixiviação a qual foi posteriormente analisada quanto ao pH, condutividade elétrica (CE) e teores de sódio solúvel.

Após a aplicação das lâminas de lixiviação (Imagem 4), e antes da semeadura, foram coletadas 50g de solo de cada vaso, para determinação dos valores de pH, teores de sódio trocável e CE do extrato 1:5 (solo: água), conforme metodologia descrita pela EMBRAPA (1997).

**Imagem 4:** Visão geral das amostras da solução eluída: Primeira coleta (A), coleta final (B).



Fonte: Leite (2011)

Utilizaram-se sementes de maracujazeiro amarelo (*Passiflora edulis* Sims. f. *flavicarpa* Deg.), as quais para acelerar o processo de germinação, foram colocadas durante 30 segundos em água a 60°C. Em seguida foram semeadas quatro sementes por vaso, sendo que 20 dias após a germinação efetuou-se o desbaste, mantendo-se duas plantas por vaso. A manutenção da umidade do solo foi feita através de irrigação diária, mantendo 70% da capacidade de campo para todos os vasos. Aos 20 e 60 dias após germinação, efetuou-se adubação em cobertura com 50 mg kg<sup>-1</sup> de N, utilizando a ureia como fonte.

Após 60 dias da germinação avaliaram-se a o comprimento das plantas, diâmetro do colo através paquímetro digital e o número de folhas. No final do

experimento foram coletadas oito folhas por vaso a 1,20 m e 1,40 m de comprimento, para determinação da área foliar, utilizando o método dos discos foliares, conforme descrito por Gomes (2011). Em seguida o material vegetal da parte aérea e das raízes foram coletados e acondicionados em sacos de papel, colocados para secar em estufa com circulação forçada de ar a 65 °C. Após secagem determinou-se material vegetal seco da parte aérea e de raízes.

As variáveis estudadas foram submetidas à análise de variância, análise de regressão polinomial para verificar o efeito das doses dos compostos, e teste de Tukey para o fator gesso e tipos de composto. Os testes foram realizados ao nível de 5%, utilizando o programa estatístico Sisvar.

# CAPÍTULO IV

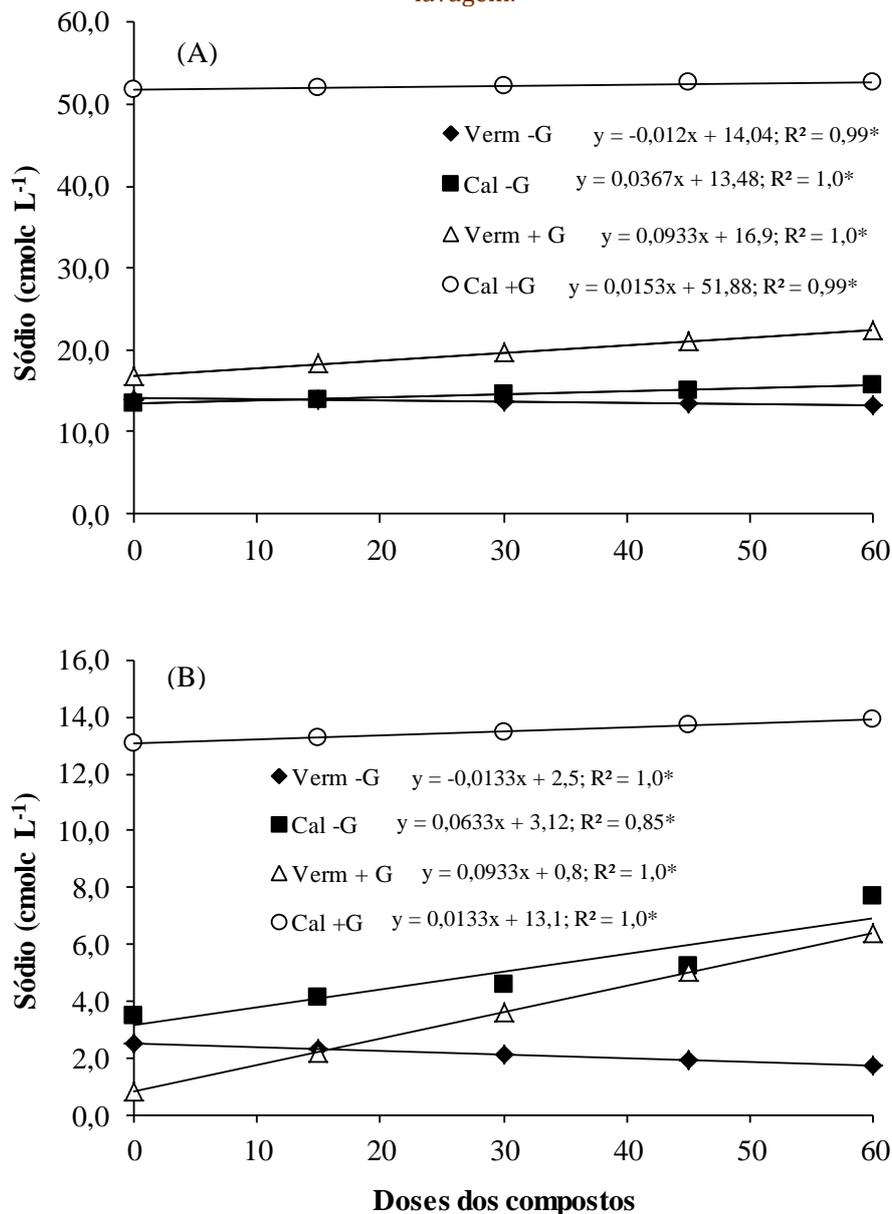
## CONTRIBUIÇÃO DA PESQUISA

### 4.1. SOLUÇÃO LIXIVIADA

Os teores de sódio e condutividade elétrica (CE) da solução do solo lixiviada, por ocasião da primeira e da sétima lavagens foram afetados significativamente pela presença de gesso, tipo e doses dos rejeitos e pela interação tripla entre estes fatores (Figuras 1 e 2). Observou-se que em todos os tratamentos, tanto os teores de sódio quanto os valores de CE, tiveram expressiva diminuição após sétima lavagem, quando comparada com a primeira (Figuras 1 e 2). Ambas as variáveis se ajustaram ao modelo de regressão linear em função das doses dos compostos. Para os teores de sódio, à exceção do tratamento composto à de vermiculita sem gesso, as doses dos compostos elevaram os valores desta variável (Figura 1). Por ocasião da última lavagem do solo, os maiores teores de sódio solúvel foram obtidos pelo composto à base de caulim, principalmente com a aplicação de gesso.

Estes resultados indicam que a lavagem do solo salinizado proporcionou lixiviação de sódio do solo, tornando-se mais eficiente com a aplicação de um condicionador como os compostos testados, favorecendo sua remoção do perfil do solo (Misopolinos, 1985). A maior eficiência do composto à base de caulim, na última lavagem, deve-se provavelmente à sua baixa CTC em comparação com a vermiculita (Tabela 1), a qual poderia reter maior quantidade deste cátion no solo, diminuindo sua lixiviação (McBride, 1995). Por outro lado, a elevação dos teores de sódio no lixiviado, pela aplicação do gesso é decorrente principalmente do deslocamento do sódio do complexo de troca pelo cálcio liberado pelo corretivo (Vital et al., 2005). Neste processo, o sódio é deslocado para a solução do solo para reagir com os ânions sulfatos, formado sulfato de sódio o qual é removido após a aplicação de uma lâmina de água (Sousa et al., 2012).

**Figura 1:** Concentração de sódio na solução de lixiviação do solo na primeira (A) e sétima (B) lavagem.

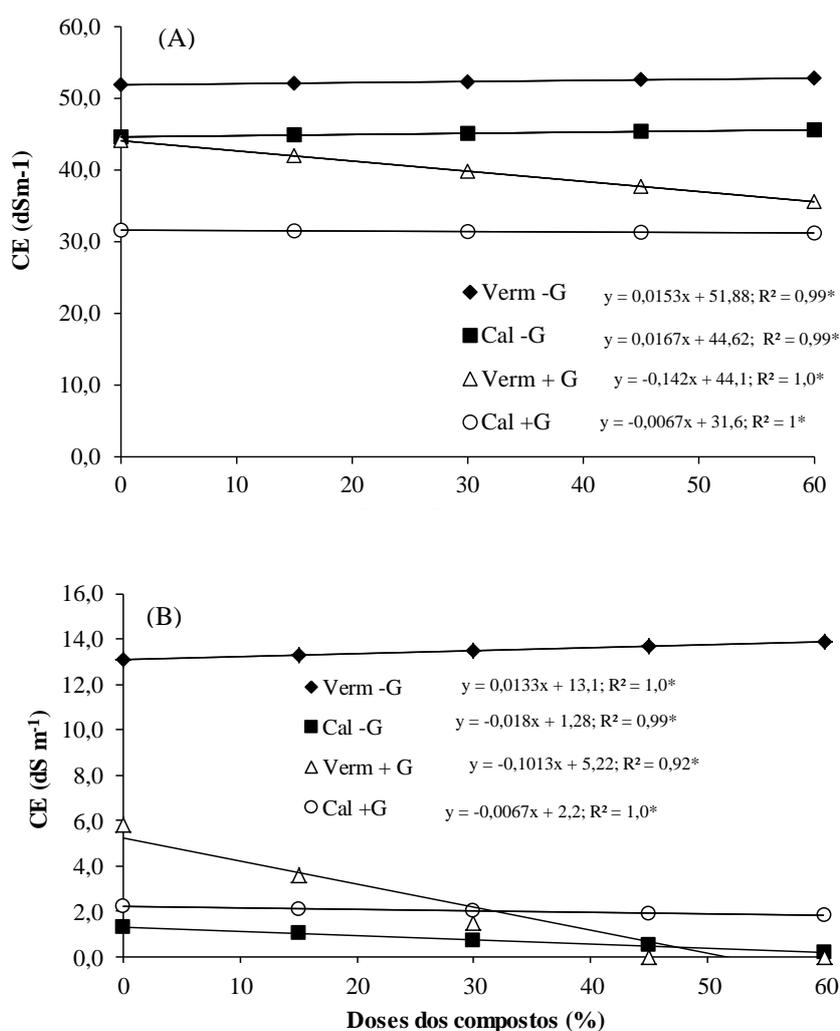


Verm = composto de rejeito de vermiculita; Cal = composto de rejeito de caulim; -G = sem adição de gesso; + G = com adição de gesso.

Em relação à CE, observou-se que na primeira lavagem, os maiores valores foram obtidos com a aplicação de doses dos compostos sem adição de gesso, principalmente no composto à base de vermiculita (Figura 2A). Ao contrário dos demais, nestes tratamentos, a aplicação de doses crescentes dos compostos proporcionou elevação linear da CE (Figura 2A). Logo após a primeira lavagem, a adição de gesso ao solo diminuiu a CE do lixiviado, embora se esperasse o contrário, tendo em vista que com sua dissolução no solo ocorre a liberação dos íons cálcio e sulfato. Contudo este fato pode ter ocorrido devido no início de sua solubilização o

gesso pode ter diminuído a solubilidade de sais de cálcio presentes no solo e assim sua lixiviação (McBride, 1995). Na sétima lavagem, o composto à base de vermiculita proporcionou os maiores valores de CE no lixiviado, apresentando aumento linear com as doses do composto (Figura 2B). Ressalta-se que neste caso, o solo já havia passado por sete lavagens consecutivas, o que diminuiu a CE para valores abaixo de 6,0 dSm<sup>-1</sup>, contudo, no tratamento composto à base de vermiculita sem gesso, os valores desta variável mantiveram-se consideravelmente elevados (Figura 2B). O rejeito de vermiculita apresenta elevados teores de Ca, Mg e K (Tabela 1), o que pode ter elevado à salinidade do lixiviado ao longo em ambas as épocas de avaliação, contudo, quando o gesso foi adicionado ao composto à base deste rejeito, a lixiviação dos sais foi favorecida (Figura 2B).

**Figura 2B:** Concentração de sódio na solução de lixiviação do solo na primeira (A) e sétima (B) lavagem.



Verm = composto de rejeito de vermiculita; Cal = composto de rejeito de caulim; -G = sem adição de gesso; + G = com adição de gesso.

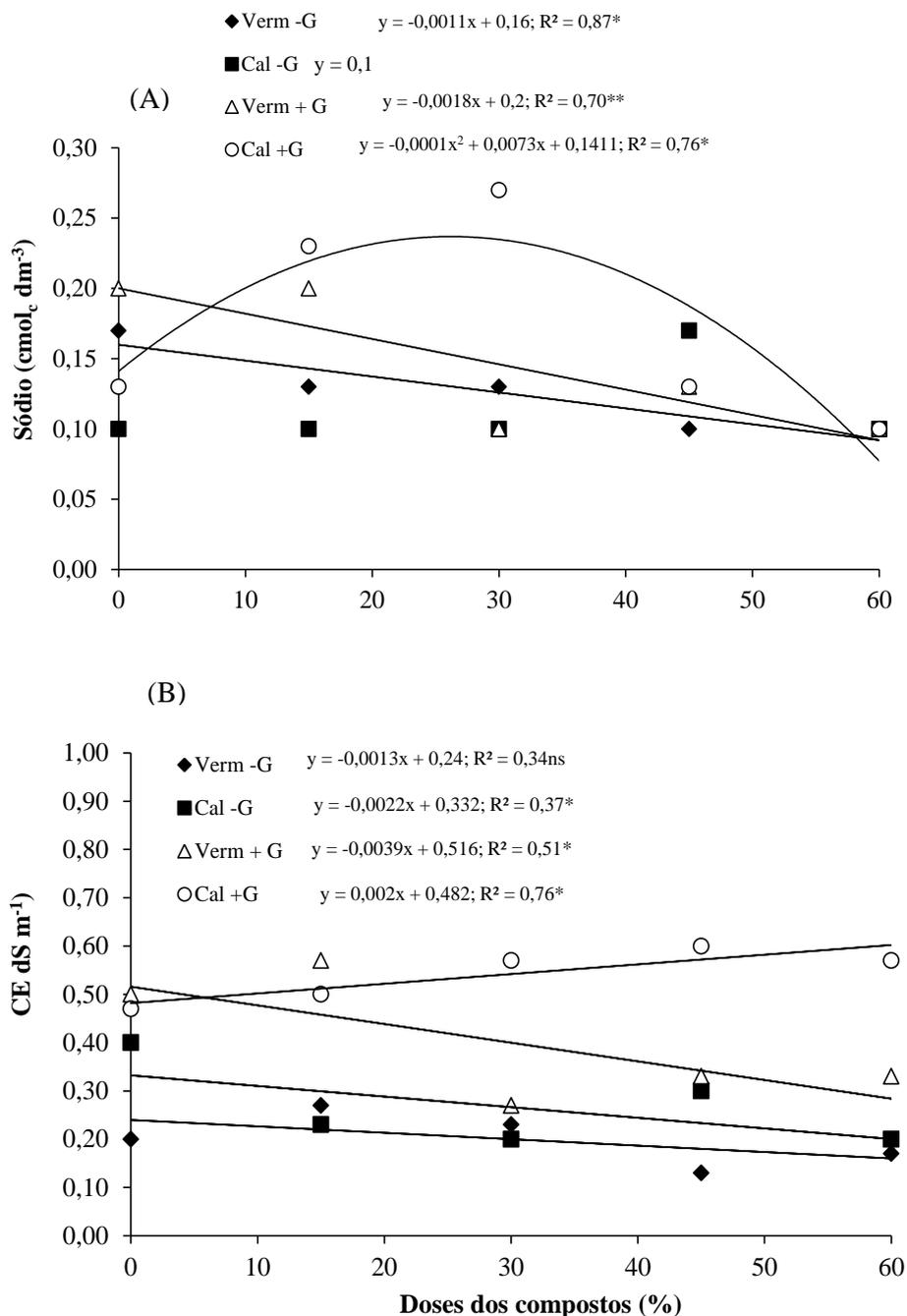
Quanto ao pH, não observaram-se efeito significativo do tipo ou das doses dos compostos nem do gesso agrícola sobre esta variável. Este efeito já era esperado tendo em vista que os materiais empregados não teriam em princípio capacidade para alterar a reação do solo devido às suas características químicas (Tabela 1), assim como o gesso por ser um sal neutro também não altera o pH do solo (Mohamed, et al., 2007, Zia et al., 2007).

#### 4.2. COMPLEXO SORTIVO

Os teores de sódio trocável foram influenciados significativamente pela presença de gesso, tipo e doses dos rejeitos e pela interação tripla entre estes fatores. Observou-se ajuste linear decrescente para as doses dos compostos à base de rejeito de vermiculita sem a adição de gesso e rejeito de caulim com adição de gesso (Figura 3A). Para o composto à base de caulim com a adição de gesso, o ajuste foi quadrático, enquanto para o composto à base de caulim sem gesso, não houve ajuste. Embora os compostos à base de rejeitos tenham de maneira geral contribuído para a diminuição dos teores trocáveis de Na, a simples lavagem do solo diminuiu de forma expressiva, os teores deste cátion no solo, quando comparados com os valores iniciais (Tabela 1), fato este possivelmente associado aos altos teores de areia deste solo (Silveira et al., 2008).

Em relação aos valores de CE do extrato 1:5 (solo:água), verificou-se que o composto à base de caulim com gesso proporcionou acréscimos nesta variável com o aumento das doses, enquanto nos demais tratamentos houve tendência de decréscimo (Figura 3B). Os menores valores de CE foram obtidos com as doses do composto à base de vermiculita sem gesso, em concordância com os mais baixos valores de CE na solução lixiviada neste mesmo tratamento (Figura 2A e 2B). Os maiores valores de CE com a adição de gesso deve-se ao fato deste produto ser um sal, o qual libera íons cálcio e sulfato após sua solubilização (Amezketta et al., 2005).

**Figura 3B:** Teores de sódio trocável (A) e condutividade elétrica do extrato 1:5 (solo:água) após a sétima lavagem do solo



Verm = composto de rejeito de vermiculita; Cal = composto de rejeito de caulim; -G = sem adição de gesso; + G = com adição de gesso.

Assim como ocorreu para a solução lixiviada, os valores de pH do solo, não foram influenciados pelas doses dos compostos nem pelos tipos de rejeitos empregados, o que se deve aos motivos já expostos.

### 4.3. CRESCIMENTO E PRODUÇÃO DE MATÉRIA SECA DO MARACUJAZEIRO

Para o comprimento de planta não houve efeito significativa das doses dos compostos, bem com da interação entre este fator e os fatores gesso e tipo de rejeito. Observou-se que em média o maior comprimento das plantas foi atingido com a aplicação de gesso agrícola ao solo, sendo que sem o corretivo, o rejeito de vermiculita teve melhor desempenho (Tabela 2). O rejeito de vermiculita é mais rico em nutrientes em relação ao rejeito de caulim (Tabela 1), e isso pode ter favorecido o crescimento das plantas.

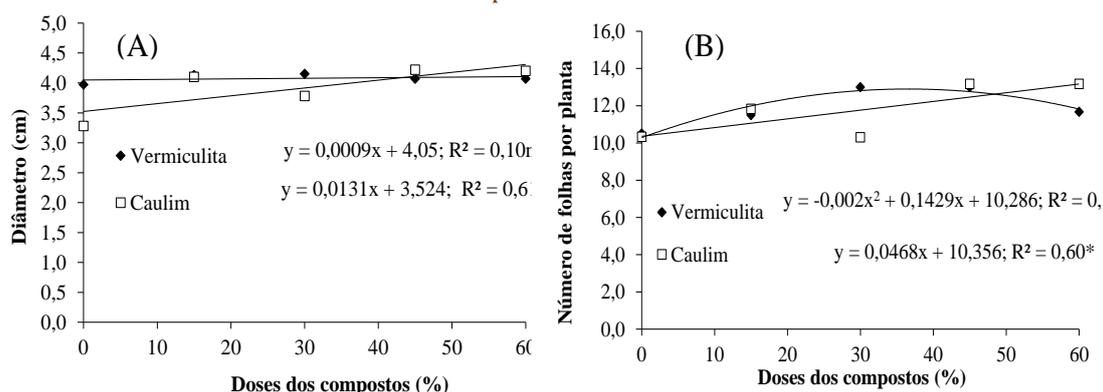
O diâmetro do coleto e o número de folhas das plantas foram afetados apenas pelas doses e tipos de rejeito e pela interação entre estes fatores. Para o diâmetro do coleto apenas o composto à base de caulim apresentou ajuste de regressão significativo, proporcionando aumento linear nos valores desta variável com o aumento de suas doses (Figura 4A). Já o número de folhas apresentou ajuste quadrático para o composto à base de rejeito de vermiculita, e linear crescente para o rejeito de caulim (Figura 4B). Com o rejeito de vermiculita, o número máximo de folhas foi obtido com a dose de 35,7%. Contudo para ambas as variáveis, em média, houve pequena diferença entre os tipos de rejeitos, assim como os acréscimos proporcionados nesta variável pelas doses dos compostos, foram pouco pronunciados.

**Tabela 2:** Comprimento de planta do maracujazeiro em função da adição de gesso e tipo de rejeito no substrato.

Gesso	Vermiculita	Caulim
	-----cm-----	
Sem	141,60 bA	124,33 b B
Com	153,50 a B	162,47 a A

Médias seguidas por letras iguais, minúsculas nas colunas e maiúsculas na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância.

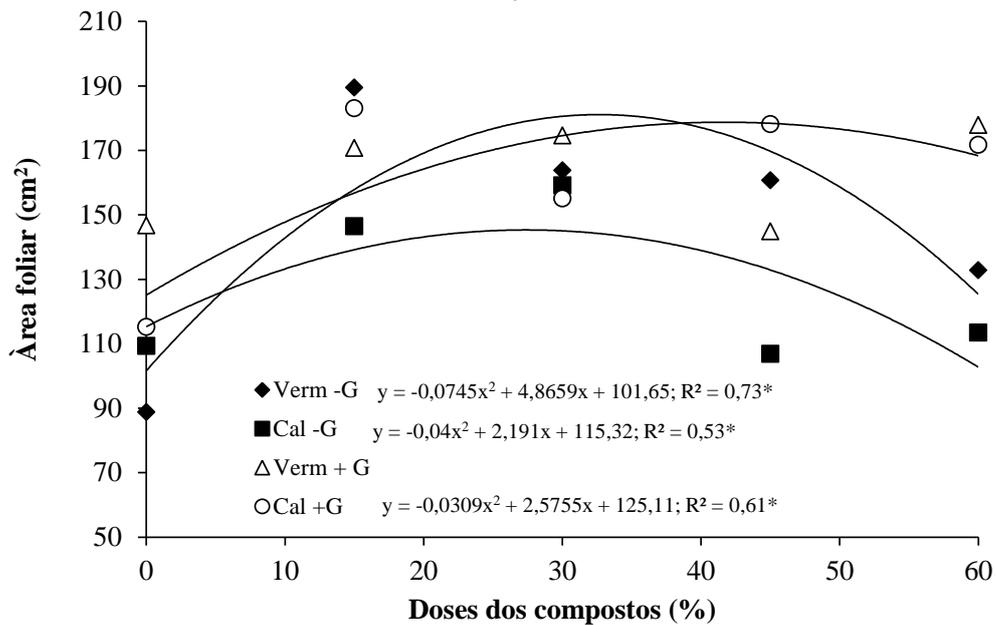
**Figura 4:** Diâmetro do coleto (A) e número de folhas (B) do maracujazeiro em função das doses dos compostos testados.



Em relação à área foliar também se observou interação tripla entre os fatores avaliados. As doses do composto à base de vermiculita na presença de gesso não se ajustaram aos modelos de regressão testados (Figura 5). Nos demais casos, o ajuste foi quadrático, embora os coeficientes de determinação tenham sido baixos. Em geral, o rejeito de caulim com gesso teve melhor desempenho, assim como observado para o comprimento de planta (Tabela 2). Contudo sem gesso agrícola, o composto à base de caulim obteve o pior desempenho. Dessa forma, observa-se que o gesso teve maior influência sobre esta variável em comparação com o efeito das doses e tipos de rejeitos presentes nos compostos. Assim embora, o gesso tenha elevado, em princípio, os teores de Na e valores de CE, principalmente no composto à base de vermiculita, este fato não foi prejudicial à área foliar das plantas. Isto provavelmente deve-se ao fato das sucessivas lavagens do solo, terem diminuído as concentrações de sódio e os valores de CE para níveis consideravelmente baixos, independentemente dos tratamentos avaliados.

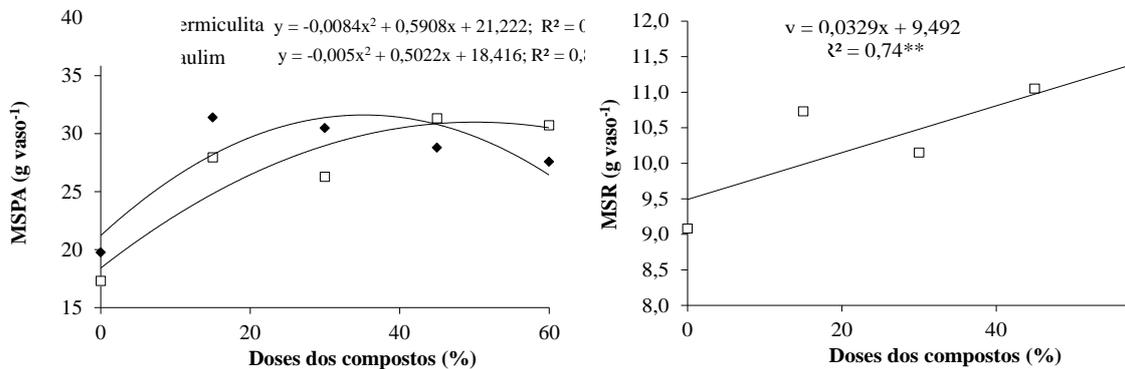
A produção de matéria seca da parte aérea (MSPA) foi influenciada pela interação doses e tipos de rejeitos, enquanto a produção de matéria seca de raízes (MSR) foi afetada apenas pelas doses dos compostos, a qual ajustou-se ao modelo linear crescente (Figura 6). As doses do composto à base de vermiculita e à base de caulim que proporcionaram máxima produção de MSPA foram 36,9% e 50,2%, respectivamente. Para o rejeito de vermiculita a dose de máximo assemelha-se aquela observada para a o número de folhas (Figura 4B).

**Figura 5:** Área foliar do maracujazeiro em função das doses dos compostos e tratamentos de gesso e rejeitos



Verm = composto de rejeito de vermiculita; Cal = composto de rejeito de caulim; -G = sem adição de gesso; + G = com adição de gesso.

**Figura 6:** Matéria seca da parte aérea (MSPA) (A) e matéria seca de raízes (MSR) (B) em função das doses dos compostos



Estes resultados indicam que os compostos utilizados podem, de maneira geral, incrementar o crescimento do maracujazeiro, embora não se tenha observado neste trabalho uma relação clara entre as condições químicas do solo proporcionadas pelos tratamentos e as variáveis que expressam o crescimento das plantas.

Trabalhos com rejeitos de mineração como de caulim e principalmente de vermiculita, são raros na literatura. Trajano (2010) observou melhor desempenho do caulim na altura de plantas, área foliar e produção de matéria seca de pinhão manso cultivado em solo salinizado em relação ao rejeito de vermiculita. Contudo, a este último foi adicionado matéria orgânica, o que pode ter contribuído para o

melhor desempenho do caulim no referido trabalho. Pereira et al. (2008) observaram que o rejeito de caulim pode ser utilizado como componente de compostos para mudas de mamoeiro (*Carica papaya*), com doses de 22%. Campos et al. (2008) observou que os compostos contendo caulim produziram mudas de gravioleira (*Annona muricata* L.) com maior altura, diâmetro do coleto e número de folhas. Holanda et al. (2007) por outro lado não observaram efeito benéfico do rejeito de caulim sobre o crescimento de plantas arbóreas nativas da Caatinga cultivadas em solo salino-sódico. No caso do rejeito de caulim os efeitos contraditórios entre alguns trabalhos podem estar associados com sua característica física e com as doses aplicadas. Assim, por se tratar de um material de granulometria mais grosseira, este material pode melhorar a permeabilidade dos solos salino-sódicos mais argilosos e então contribui com o crescimento de plantas cultivadas em tais solos (Trajano, 2010).

# CAPÍTULO V

## CONCLUSÕES

O uso de compostos à base de rejeitos de caulim e de vermiculita, associados ou não ao gesso agrícola, contribui para diminuir a salinidade e a sodicidade do solo.

A máxima produção de matéria seca do maracujazeiro foi obtida com a aplicação de 36,9% e 50,2% dos compostos à base de vermiculita e de caulim respectivamente, independentemente da aplicação de gesso agrícola.

## REFERÊNCIAS

- ALENCAR, M. L. **Crescimento de mudas de mamoeiro em substratos contendo rejeito de caulim.** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 28, 2004, Florianópolis. Resumos Expandidos. Florianópolis: SBF, 2004. (CD ROM).
- ALVES, J. C. **Produção de mudas de moringa em substratos com níveis crescentes de rejeito de caulim.** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 45, 2005. Resumos Expandidos. Fortaleza: SBF, 2005. (CD ROM).
- ARAÚJO, A. P. B. **Análise técnico-econômica da recuperação de um solo sódico no perímetro irrigado Curu-pentecoste-CE.** Fortaleza, 2009. 61 f. Dissertação Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola. Centro de Ciências Agrárias. Universidade Federal do Ceará. Fortaleza.
- BAYER, C.; MIELNICZUK, J. Dinâmica e função da matéria orgânica. In: SANTOS, G. A.;
- CAMARGO, F. A. O. **Fundamentos da matéria orgânica do solo.** Porto Alegre: Gênese, 1999. p. 9-26.
- BARROS, M. F. C.; FONTES, M. P. F.; ALVAREZ, V.; V. H.; RUIZ, H. A. Aplicação de gesso e calcário na recuperação de solos salino-sódicos do Estado de Pernambuco. **Revista brasileira engenharia agrícola e ambiental**, v.9, p.320-326, 2005.
- BARROS, M. F. C. **Recuperação de solos salino-sódicos pelo uso de gesso de jazida e calcário** (Tese em Solos e Nutrição de Plantas). 112 f. 2001, Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais.
- BOUYOUCOS, G.J.A. Recalibration of the hydrometer method for making analysis of soils. **Agronomy Journal**, Madison, v.43, p.434-437, 1951.
- CAMPOS, M. C. C.; MARQUES, F. J.; LIMA, A. G.; MENDONÇA, R. M. N. Crescimento de porta-enxerto de gravioleira (*Annona muricata* L.) em substratos contendo doses crescentes de caulim. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, Campina Grande, v. 8, n. 1, p. 61-66, 2008.
- CAVALCANTE, L. F.; RODOLFO JUNIOR, F.; SÁ, J. R.; CURVELO, C. R. S.; MESQUITA, E. F. Influência da água salina e matéria orgânica no desempenho do maracujazeiro-amarelo e na salinidade do substrato. **Irriga**, Botucatu, v. 12, n. 4, p. 505-518, outubro-dezembro, 2007.
- CAVALCANTE, L.F.; SOUSA, R.P. de; OLIVEIRA, F.A de., SOUZA, C.C. de., VIEIRA, J.E. Utilização de gesso agrícola e matéria orgânica, na água de irrigação, sobre a melhoria física e química de um solo afetado por sais. Curso em Manejo de Solo e Água, **Anais...** v.22, p.58-69, 2000.

- CAVALCANTE, L. F.; SILVA, G. F.; GHEYI, H. R.; DIAS, T. J.; ALVES, J. C.; COSTA, A. DE P. M. Crescimento de mudas de maracujazeiro amarelo em solo salino com esterco bovino líquido fermentado. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.4, p.414-420, 2009.
- CHAUHAN, R.P.S.; CHAUHAN, C. P. S. A modification to Shoonover's method of gypsum requirement determination of soil. **Australian Journal of Soil Research**, v. 17, p.367-370. 1979.
- CHAVES, L. H.G.; TITO, G. A.; BARROS, A. D.; GUERRA, O. C. Características químicas de solo do perímetro irrigado de sumé, PB. **Revista Caatinga** (Mossoró, Brasil), v.20, n.4, p.110-115 outubro/dezembro 2007.
- COUVILLON, G. A. Rooting response to different treatments. **Acta Horticulturae**, v.227, p.187-196, 1988.
- EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 2.ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 306p.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. (Rio de Janeiro, RJ). Manual de métodos de análise de solo. 2 ed. rev. atual. Rio de Janeiro: **EMBRAPA/CNPS**, 1997. 212 p. (EMBRAPA/CNPS. Documentos,1).
- FARIAS JÚNIOR, J. A. **Clonagem de faveleira (*Cnidocolus quercifolius* Pohl.) por alporquia, utilizando rejeito de vermiculita e diferentes concentrações de ácido indol acético**. Patos-PB, 2011, 60p. Pós-Graduação em Ciências Florestais na UFCG, campus de Patos-PB.
- FERRAZ, M.V.; CENTURION, J.F.; BEUTLER, A.N. Caracterização física e química de alguns substratos comerciais. **Acta Scientia Agronomica**. Maringá, v.27, n.2, p.209-214, 2005.
- GHEYI, H. R.; AZEVEDO, N. C.; BATISTA, M. A. F.; SANTOS, J. G. R. Comparação de métodos na recuperação de solo salino sódicos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.19, p.173-178, 1995.
- GOMES, A. D. V. **A salinidade e seus reflexos no crescimento e acúmulo de solutos orgânicos em plantas de craibera (*Tabebuia aurea* ( Manso) Benth & Hook)**. VIII Congresso de Iniciação Científica da Universidade Federal de Campina Grande. PIBIC/CNPq/UFCG-2011.
- LEITE, E. M.; CAVALCANTE, L. F.; DINIZ, A. A.; SANTOS, V. S.; ALVAS, G. S.; CAVALCANTE, I. H. L. Correção da sodicidade de dois solos irrigados em resposta à aplicação de gesso agrícola. **Irriga, Botucatu**, v. 12, n. 2, p. 168-176, abril-junho, 2007.
- MELO, R. M.; BARROS, M. F. C.; SANTOS, P. M.; ROLIM, M. M. Correção de solos salino-sódicos pela aplicação de gesso mineral. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 12, n. 4, p. 376-380, 2008.

- MISOPOLINOS, N.D. A new concept for reclaiming sodic soils with high-salt water. **Soil Science**, Baltimore, v.140, n.1, p.69-74, 1985.
- MIGUEL, A.; SANTOS, J. B.; ALVES, G. S.; SÁ, J. R.; SANTOS, C. J. O.; QUEIRÓS, M.S.; CAVALCANTE, L. F. Influência da salinidade da água de irrigação e do substrato sobre a germinação de sementes e crescimento inicial do maracujazeiro-amarelo. **Anais do Curso de Pós-Graduação em Manejo de Solo e Água**, Areia, v.20, p.32-39, 1998.
- PEREIRA, O. N. **Gesso e rejeito de Caulim na correção de um solo salinizado e no crescimento de gramíneas**. Patos-PB, 2008. 57 p. Monografia (Graduação) Curso. Engenharia Florestal. CSTR/UFCEG, Patos, 2008.
- RODRIGUES, R. D. **Crescimento e qualidade de mudas de sabiá (*Mimosa caesalpiniiifolia* Benth.) em diferentes substratos**. Patos-PB, 2011. 36 p. Monografia (Graduação) Curso Engenharia Florestal. CSTR/UFCEG, Patos, 2011.
- RIBEIRO, M.R.; FREIRE, F.J. & MONTENEGRO, A.A.A. **Solos Halomórficos do Brasil: Ocorrência, Gênese, Classificação, Uso e Manejo Sustentável**. In: CURI, N.; MARQUES, J.J.; GUILHERME, L.R.G.; LIMA, J.M.; LOPES, A.S. & ALVAREZ, V.H. **Tópicos em Ciência do Solo**. Soc. Bras de Cic do Solo. v. 3, Viçosa, 2003.
- SÁ, J. R. **Níveis de salinidade da água sob o comportamento do maracujazeiro-amarelo (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Deg) cultivado em recipientes de polietileno**. 1999, 53f. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Eng. Agrônômica) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, Areia, 1999.
- SILVA, A. B. F.; FERNANDES, P. D.; GHEYI, BLANCO, F. F. Growth and yield of guava irrigated with saline water and addition of farmyard manure. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v. 3, n. 4, p. 354-359, 2008.
- SILVEIRA, K. R.; RIBEIRO, M. R.; OLIVEIRA, L.B.; HECK, R. J.; SILVEIRA, R. R. Gypsum saturated water to reclaim alluvial saline sodic and sodic soils. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 65, n.1, pag. 69-76, 2008.
- SOARES, F. A. L.; CARNEIRO, P. T.; GOMES, E. M.; GHEYI, H. R.; FERNANDES, P. D. Crescimento e produção do maracujazeiro amarelo sob irrigação suplementar com águas salinas. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v. 3, n. 2, p. 151 – 156, 2008.
- SOUZA, G. B. DE; CAVALCANTE, L. F.; CAVALCANTE, I. H. L.; BECKMAN-CAVALCANTE, M. Z.; NASCIMENTO, J. A. M. Salinidade do substrato contendo biofertilizante para a formação de mudas de maracujazeiro irrigado com água salina. **Revista Caatinga**, v.21, p.172-180, 2008.
- TAVARES FILHO, A. N. **Níveis da necessidade de gesso sobre as características físico-químicas e na correção de solos salino sódicos do Perímetro Irrigado de Ibimirim-PE**. Recife-PE, 2010. 82 p. Dissertação de Mestrado em

Engenharia Agrícola, Área de Concentração (Manejo Integrado de Água e Solo), Recife, 2010.

- TRAJANO, E. V. A. **Rejeitos de mineradoras como substrato na produção de mudas de pinhão manso (*Jatropha curcas* L.)**. Patos-PB, 2010. 31 p. Monografia (Graduação) Curso Engenharia Florestal. CSTR/UFCEG, Patos, 2010.
- VITAL, A. F. M.; SANTOS, R. V.; CAVALCANTE, L. F., SOUTO, J. S. Comportamento de atributos químicos de um solo salino-sódico tratado com gesso agrícola e fósforo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 9, n. 1, 30-36, 2005.
- ARAÚJO FILHO, J.A.; SOUZA, F.B.; CARVALHO, F.C. Pastagens no semiárido: pesquisa para o desenvolvimento sustentável. In: SIMPÓSIO SOBRE PASTAGENS NOS ECOSISTEMAS BRASILEIROS: pesquisa para o desenvolvimento sustentável, 1995. Brasília. **Anais...** Brasília: SBZ, 1995. p. 63-65.
- CÂNDIDO, M.J.D.; ARAÚJO, G.G.L.; CAVALCANTE, M.A.B. Pastagens no ecossistema semiárido brasileiro: atualizações e perspectivas futuras. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 42, 2005, Goiânia, **Anais...** Goiânia: SBZ, 2005. p. 85-94.
- CARVALHO, D.F. **Otimização do uso da água no perímetro irrigado de Gorutuba**. Viçosa, MG: UFV, 1998, p. 159. Tese de Doutorado.
- DUQUE, J.G. **Solo e água no Polígono das Secas**. 6 ed. Fortaleza: Banco do Nordeste do Brasil, 2004. 334p.
- DRUMOND, M.A.; KIILL, L.H P.; LIMA, P.C.F. **Avaliação e identificação de ações prioritárias para a conservação, utilização sustentável e repartição de benefícios da biodiversidade do bioma caatinga**. Petrolina: EMBRAPA, 2000. 23p. (Documento para discussão no GT estratégia para uso sustentável).
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília, 1999. 412p. EMBRAPA. Produção de Informação. Rio de Janeiro: Embrapa Solos.
- FERREIRA, E.J. **Análise técnica e econômica do projeto de irrigação do Jaíba**, MG, Viçosa-UFV, 1993. p.159. Tese Doutorado.
- IBGE. Produção Agrícola Municipal, 2009. Disponível em; <http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/acervo>. Acesso em: 5 nov, 2010.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - **Anuário estatístico do Brasil**. Fundação IBGE, Rio de Janeiro, 1999.
- HOLANDA, J. S. AMORIM, J. R. A. de. Qualidade da água para irrigação. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 26., 1997, Campina Grande. **Anais...** Campina Grande: UFPB, 1997. p.137-169.

- KIILL, L.H.P.; CORREIA, R.C. A Região Semi-Árida. In: KIILL, L. H. P.; MENEZES, E. A. (Eds). **Espécies vegetais exóticas com potencialidades para o semiárido brasileiro**. Embrapa Semiárido – Brasília-DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2005, 340p.
- LIMA, J.L.S. **Plantas forrageiras das caatingas: usos e potencialidade**. Petrolina: EMBRAPACPTSA/PNE/RBG-KEW, 1996. 43p.
- MACÊDO, L. S. **Salinidade em áreas irrigadas**. João Pessoa: Empresa Estadual de Pesquisa Agropecuária, 1988, 11p. (comunicado Técnico, 38).
- NASCIMENTO, I.R. **Adaptabilidade da espécie Caprina (*Capra hircus*) às Regiões Semiáridas Tropicais: Perspectivas para um Desenvolvimento Sustentável na Região Semiárida Nordeste do Brasil**. 1997, 116f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente). Universidade Federal de Sergipe, Aracajú, 1997.
- PAIVA, M. P. **Considerações sobre a política de açudagem no nordeste do Brasil**. Boletim cearense de Agronomia. Fortaleza. v.17, p.7-17, 1976.
- PIZARRO, F. **Drenaje agrícola y recuperation de suelos salinos**. Madrid: Editora Agrícola, Española, 1985, 542p.
- REIS, A.C.S. Clima da Caatinga. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro, v.78, n. 2, p. 325-335, 1976.
- RICHARDS, L. A. **Diagnostico y rehabilitacion de suelos salinos y sodicos**. Departamento de Agricultura de los Estados Unidos da América, 1954. 172p. (Manual de Agricultura, 60).
- SANTOS, M. F. G. **Recuperação de um solo sódico: efeito do gesso agrícola, composto de lixo urbano e vinhaça**. 2002. 95f. Dissertação (Mestrado em Manejo de Solo e Água). Universidade Federal da Paraíba, Centro de Ciências Agrárias, Areia, PB.
- SILVEIRA, R. R. **Recuperação de um solo afetado por sódio: efeito do gesso e da incubação com vinhaça e água destilada**. 1999. 53f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) – Universidade Federal da Paraíba, Centro de Ciências Agrárias, Areia, PB.
- SILVA, M. R. M. **Viabilidade de uso de vinhaça na recuperação de um solo salino-sódico**. 2004. 72f. Dissertação (Mestrado em Manejo de Solo e Água). Universidade Federal da Paraíba, Centro de Ciências Agrárias, Areia, PB.
- SUDENE. Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste. **Recursos naturais do Nordeste: investigação e potencial**. Recife: SUDENE, 1972.

## SOBRE A AUTORA

MARIA JOSÉ DE HOLANDA LEITE



Doutora em Ciências Florestais pela Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE) (2018); Mestre em Ciências Florestais pelo Programa de Pós-graduação em Ciências Florestais (PPGCF) da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG) (2014), Engenheira Florestal pela Universidade Federal de Campina Grande (UFCG) (2012) e Licenciada em Biologia pelo Centro Universitário FAVENI (2021). Especialista em Engenharia de Segurança do Trabalho, pela Faculdade Integradas de Patos (FIP) (2017) e Técnica de Saúde e Segurança do Trabalho, pela Escola técnica Redentorista (ETER) (2007). Atualmente faz parte do conselho científico da Pantanal Editora (Prefixo Editorial 81460), como Organizador/Revisor dos e-books da área de Engenharia Florestal. De fevereiro de 2018 a março de 2020 atuou como professora substituta e pesquisadora no Campus de Engenharias e Ciências Agrárias CECA/UFAL, onde ministrou aula para os cursos de: Engenharia Florestal, Agroecologia, Agronomia e Engenharia de Energias. Também lecionou disciplinas na área de saúde e agrárias na Modalidade EaD nos Institutos Federais do Piauí (IFPI) e Pernambuco (IFPE-Sertão). Atuou como Professora Substituta por "dois anos" no Campus de Engenharias e Ciências Agrárias da Universidade Federal de Alagoas (UFAL) (cursos de Engenharia Florestal, Agronomia, Agroecologia e Engenharia de Energias) e Professora Substituta durante "um ano e cinco meses" no Centro de Ciências Agrárias (CCA) (curso de Agronomia) na Universidade Estadual do Maranhão (UEMA). Presentemente é Professora Substituta no Centro de Ciências Agrárias (CCA) da Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT) – Campus Universitário de Alta Floresta (cursos de Engenharia Florestal, Agronomia e Biologia) e Professora Voluntária na Universidade Federal de Alagoas (UFAL) (curso de Medicina Veterinária), no Campus de Engenharias e Ciências Agrárias (CECA). Possui vasta experiência nas áreas de Segurança do Trabalho e Ecologia e Conservação dos Recursos Florestais e Engenharia Florestal, com ênfase em: Ecologia Funcional de Plantas (aspectos morfológicos e fisiológicos), Silvicultura, Manejo Florestal da Caatinga, Recuperação e Manejo de Áreas Degradadas, Produção e Fertilização de Mudas Florestais, Licenciamento Ambiental, Análise e Avaliação de Impactos Ambientais, Educação Ambiental e Engenharia de Segurança do Trabalho.

