

Reflexões sobre meio ambiente e desenvolvimento rural

Sérgio Sauer
Andréa Leme da Silva
Laura Maria Goulart Duarte
(organizadores)

EDITORA



UnB



Pesquisa,
Inovação
& Ousadia



Universidade de Brasília

Reitora
Vice-Reitor

Márcia Abrahão Moura
Enrique Huelva

EDITORA



UnB

Diretora
Conselho editorial

Germana Henriques Pereira
Germana Henriques Pereira (Presidente)
Fernando César Lima Leite
Beatriz Vargas Ramos Gonçalves de Rezende
Carlos José Souza de Alvarenga
Estevão Chaves de Rezende Martins
Flávia Millena Biroli Tokarski
Jorge Madeira Nogueira
Maria Lidia Bueno Fernandes
Rafael Sanzio Araújo dos Anjos
Sely Maria de Souza Costa
Verônica Moreira Amado



Reflexões sobre meio ambiente e desenvolvimento rural

Sérgio Sauer
Andréa Leme da Silva
Laura Maria Goulart Duarte
(organizadores)



Coordenação de produção editorial
Editora de publicações
Preparação e revisão
Projeto gráfico
Diagramação

Equipe editorial

Luciana Lins Camello Galvão
Marília Carolina de Moraes Florindo
Jeane A. Pedrozo
Wladimir de Andrade Oliveira
Haroldo Brito

© 2020 Editora Universidade de Brasília

Direitos exclusivos para esta edição:
Editora Universidade de Brasília

SCS, quadra 2, bloco C, nº 78, edifício OK,
2º andar, CEP 70302-907, Brasília, DF
Telefone: (61) 3035-4200
Site: www.editora.unb.br
E-mail: contatoeditora@unb.br

Todos os direitos reservados. Nenhuma parte
desta publicação poderá ser armazenada ou
reproduzida por qualquer meio sem a autorização
por escrito da Editora.

Esta obra foi publicada com recursos provenientes do
Edital DPI/DPG nº 3/2019.

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Central da Universidade de Brasília

R322 Reflexões sobre meio ambiente e desenvolvimento rural / Sérgio
 Sauer, Andréa Leme da Silva, Laura Maria Goulart Duarte
 (orgанизadores). – Brasília : Editora Universidade de Brasília,
 2021.
 388 p. ; 23 cm. – (Pesquisa, inovação & ousadia).

Inclui bibliografia.
ISBN 978-65-5846-023-7

1. Meio ambiente. 2. Desenvolvimento rural. 3. Mulheres do
campo. 4. Educação do campo. I. Sauer, Sérgio (org.). II. Silva,
Andréa Leme da (org.). III. Duarte, Laura Maria Goulart (org.).
IV. Série.

CDU 502.3

Sumário

Apresentação 11

Parte 1

Desenvolvimento rural e sociobiodiversidade

Capítulo 1

Conflitos por terra e território provocados pelas eletroestratégias nas bacias dos rios Ivaí e Piquiri – PR 21

Ralph de Medeiros Albuquerque

Sérgio Sauer

1.1 Introdução 22

1.2 Empreendimento e geração de energia elétrica no Paraná 23

1.3 Eletroestratégias: a agroestratégia do setor elétrico 26

1.4 Conflitos e sujeitos nas bacias dos rios Ivaí e Piquiri 30

1.5 À guisa de conclusão 44

Referências 45

Capítulo 2

Fronteira agrícola e natureza: povos e comunidades tradicionais e áreas protegidas no Cerrado 53

Karla Rosane Aguiar Oliveira

Sérgio Sauer

2.1 Modernização conservadora da agricultura e expansão da fronteira agrícola: o papel das agroestratégias 56

2.2 As ameaças do avanço da fronteira agrícola sobre territórios tradicionais e áreas protegidas do Cerrado 60

2.3 Estratégias de enfrentamento de Povos e Comunidades Tradicionais frente aos novos desafios à conservação 67

2.4 Considerações finais 73

Referências 74

Capítulo 3

Produtos do agroextrativismo do Cerrado e mercados da sociobiodiversidade 79

Jessica Pereira Garcia
Janaína Deane de Abreu Sá Diniz
Stéphane Guéneau
Marcelo Souza Alves

- 3.1 Introdução **80**
- 3.2 A contribuição da Nova Sociologia Econômica ao entendimento da construção social dos mercados da sociobiodiversidade **84**
- 3.3 Tipologia dos mercados de produtos da sociobiodiversidade **88**
- 3.4 Considerações finais **100**
- Referências **102**

Parte 2

Políticas públicas e desenvolvimento rural sustentável

Capítulo 4

Integração e sinergia de políticas públicas de desenvolvimento rural no Brasil: uma análise da política territorial e do Programa de Aquisição de Alimentos 111

Alberto Abadia dos Santos Neto
Mário Lúcio de Ávila

- 4.1 Introdução **112**
- 4.2 Ambiente das Políticas Públicas no Brasil **114**
- 4.3 Entraves para a sinergia e integração de Políticas Públicas com foco na agricultura familiar no Brasil **117**
- 4.4 Breves considerações sobre o Pronat, PTC e PAA **120**
- 4.5 Percepções sobre integrações e sinergias entre o PRONAT, PTC e PAA **124**
- 4.6 Considerações finais **131**
- Referências **133**

Capítulo 5

Núcleos de estudos em agroecologia voltados à pesca artesanal e à aquicultura familiar: uma estratégia do Plano Nacional de Agroecologia e Produção Orgânica (2013-2015) 137

Ericka Carneiro Leão de Oliveira

Mário Lúcio de Ávila

5.1 Introdução **138**

5.2 A política de agroecologia no Brasil na Pnapo **142**

5.3 A pesca artesanal e a aquicultura familiar e a inserção no Planapo **144**

5.4 Núcleos de estudos como instrumentos da Pnapo **145**

5.5 Resultados **149**

5.6 Considerações finais **156**

Referências **158**

Capítulo 6

Remineralização dos solos para ampliar a produção da palma forrageira na região semiárida 163

Fernanda de Paula Medeiros

Suzi Maria de Córdova Huff Theodoro

6.1 Introdução **164**

6.2 Caracterização da área de pesquisa e do remineralizador **167**

6.3 Metodologia **169**

6.4 Resultados e discussão **171**

6.5 Fertilidade do solo **176**

6.6 Análise do tecido vegetal **183**

6.7 Considerações finais **185**

Referências **187**

Parte 3

Políticas de gênero: protagonismo das mulheres no campo

Capítulo 7

Mulheres rurais: diálogos entre economia feminista e autonomia crítica 195

Analine Almeida Specht

Newton Gomes Narciso Junior

7.1 Introdução **196**

7.2 Mulheres rurais: uma leitura desde a economia feminista **197**

7.3 Autonomia crítica **207**

7.4 Considerações finais **214**

Referências **215**

Capítulo 8

O lugar da Reunião Especializada da Agricultura Familiar (Reaf) nas políticas para mulheres rurais no Paraguai e Uruguai: ideias e paradigmas de políticas de gênero 219

Caroline Buosi Molina

Moisés Villamil Balestro

8.1 Introdução **220**

8.2 Elementos para uma análise institucional das políticas públicas **222**

8.3 A agenda das políticas públicas para as mulheres rurais e o Mercosul **231**

8.4 Considerações finais **244**

Referências **246**

Capítulo 9

Contribuições do Pronaf Mulher e do PAA no cotidiano das mulheres rurais de Aracruz – ES 249

Marcia Zumak

Laura Maria Goulart Duarte

9.1 Introdução **250**

9.2 Metodologia **252**

9.3 Gênero como um campo de estudos **253**

9.4 O Pronaf Mulher e o PAA no cotidiano das mulheres rurais de Aracruz **261**

9.5 Considerações finais **269**

Referências **271**

Capítulo 10

A Marcha das Margaridas e as políticas públicas de agroecologia no Brasil 275

Sarah Luiza de Souza Moreira

Suzi Maria de Córdova Huff Theodoro

10.1 Introdução **276**

10.2 Metodologia **279**

10.3 Abordagem teórica **284**

10.4 Resultados e discussão **289**

10.5 Considerações finais **295**

Referências **298**

Parte 4

Juventude rural e educação do campo: um sopro de esperança para um futuro sustentável

Capítulo 11

Concepções não hegemônicas de desenvolvimento no contexto da educação de jovens e adultos do Programa Nacional de Educação na Reforma Agrária 305

Joice Marielle da Costa Moreira

Sérgio Sauer

11.1 Introdução **306**

11.2 Histórico e construção do desenvolvimento hegemônico **307**

11.3 Concepções alternativas: as origens de um real desenvolvimento **310**

11.4 As concepções de desenvolvimento dos sujeitos do Projeto Tecicampo **318**

11.5 Contribuições do Pronera e do Tecicampo para o desenvolvimento **327**

11.6 Considerações finais **331**

Referências **332**

Capítulo 12

A educação do campo no Distrito Federal 335

Cleide Maria de Souza

Marcelo Ximenes Aguiar Bizerril

12.1 Introdução **336**

12.2 Concepções de educação rural e educação do campo **337**

12.3 Método **341**

12.4 As escolas no meio rural do Distrito Federal **342**

12.5 Considerações finais **358**

Referências **359**

Capítulo 13

A permanência das jovens no meio rural do Maranhão, do Piauí e de Alagoas 363

Luciana Porto

Mônica Celeida Rabelo Nogueira

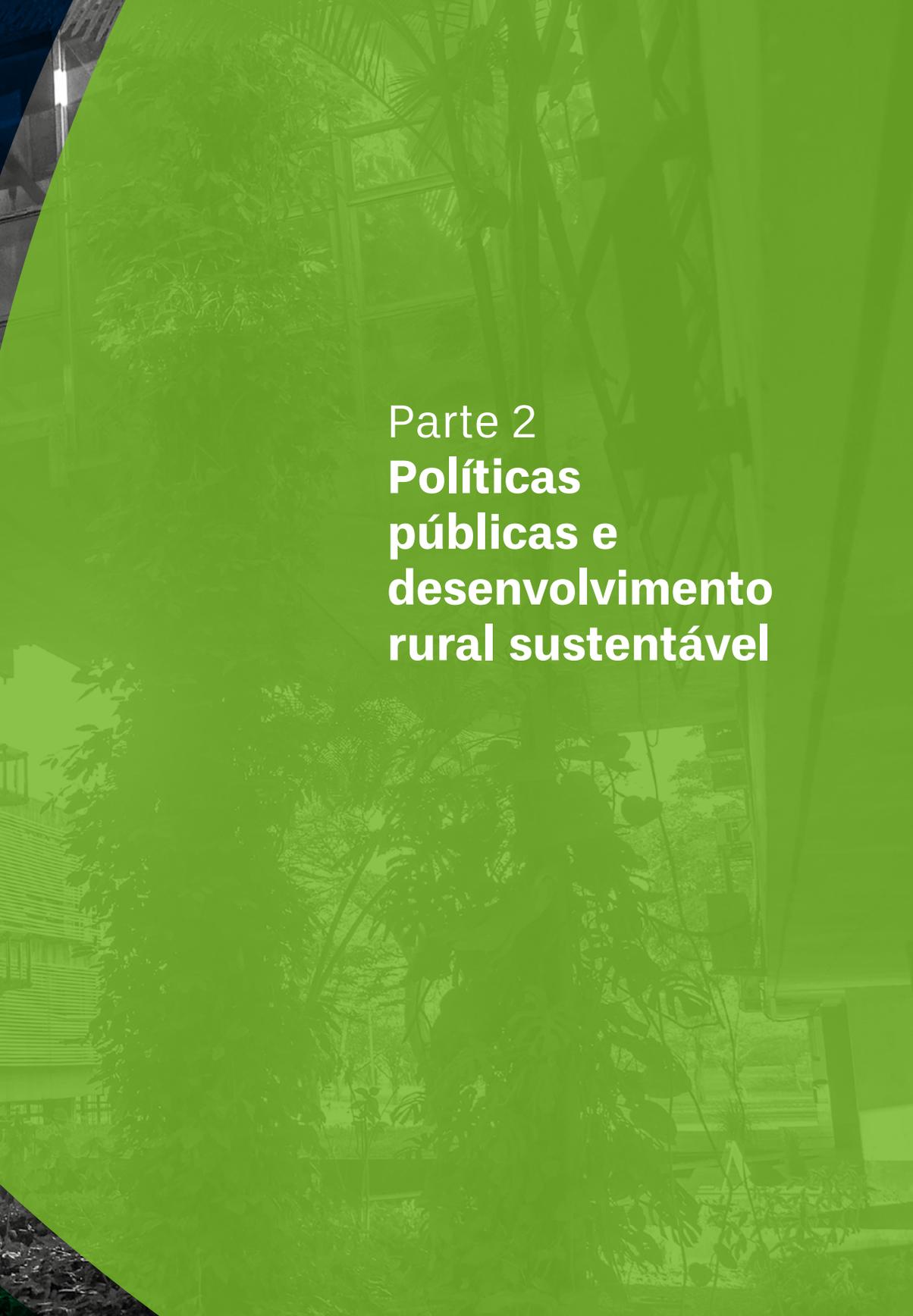
13.1 Introdução **364**

13.2 Metodologia adotada **367**

13.3 Análise dos dados e discussão **370**

13.4 Considerações finais **378**

Referências **380**



Parte 2
**Políticas
públicas e
desenvolvimento
rural sustentável**





6

Capítulo 6

Remineralização dos solos para ampliar a produção da palma forrageira na região semiárida¹

Fernanda de Paula Medeiros²

Suzi Maria de Córdova Huff Theodoro³

-
- ¹ O presente capítulo é parte da pesquisa e dissertação de mestrado intitulada *Uso dos remineralizadores associado a policultivos para produção da palma forrageira no semiárido baiano*, aprovada em maio de 2017 no PPG-Mader.
- ² Doutoranda na Universidade de Viçosa (UFV), Engenheira Florestal pela Universidade de Brasília (UnB) e mestra em Meio Ambiente e Desenvolvimento Rural pelo PPG-Mader, Universidade de Brasília (*e-mail*: fefah2801@gmail.com).
- ³ Doutora em Geologia e professora do PPG-Mader, Faculdade Unb Planaltina (FUP), na linha de pesquisa sobre “avaliação socioambiental e agrária” (*e-mail*: suzitheodoro@unb.br).

6.1 Introdução

A restrição nutricional dos solos tropicais não tem sido um problema para o desenvolvimento agrícola brasileiro. Nos últimos 40 anos, o país tornou-se um dos maiores produtores de alimentos do mundo, com práticas agrícolas baseadas nos princípios tecnológicos e de uso de insumos impostos pela Revolução Verde. Os solos são usados apenas como um substrato, onde uma variedade de insumos sintéticos (agroquímicos, pesticidas e herbicidas) são utilizados, independentemente da capacidade de suporte dos agroecossistemas. Para Leonardos e Theodoro (2000), esse sistema intensivo de *inputs* requer grandes áreas para a sua reprodução e induz a mudanças irreversíveis nos ecossistemas. A adoção generalizada deste modelo produtivo também tem causando uma série de transformações socioeconômicas e ambientais no Brasil. Entre elas, incluem-se: *i*) aumento do desmatamento; *ii*) contaminação de aquíferos, por excesso de nutrientes e advindos dos agroquímicos; *iii*) perda de solo por erosão; *iv*) aumento da população urbana, devido ao êxodo rural; *v*) redução da biodiversidade e perdas de recursos genéticos; e *vi*) a exclusão social dos pequenos produtores rurais (THEODORO *et al.*, 2009).

Um agravante para esta situação refere-se ao fato de que o Brasil é altamente dependente da importação de insumos, o que pode se converter, a médio e longo prazo, em um fator restritivo para a continuação e reprodução desse modelo, devido ao expressivo aumento dos preços dos fertilizantes que vem ocorrendo nos últimos anos (MANNING; THEODORO, 2018). Ainda que a maioria desses insumos se baseie na farta disponibilidade de combustível fóssil (nitrogenados) e minerais (rochas fosfáticas e potássicas), as perspectivas e os indicadores de preços indicam que haverá redução da disponibilidade e um contínuo aumento dos custos, especialmente dos fosfatados (CORDELL *et al.*, 2009). Para além disso, outro grave problema que deve ser considerado, e que é fundamental, se refere à redução ou à restrição de acesso à água para irrigação.

Considerando esse cenário, a implementação de sistemas de produção mais sustentáveis e mais baratos vem se tornando uma necessidade, imposta tanto por questões ambientais e legais quanto pelos aspectos econômicos. Nesse contexto, será necessário ampliar o desenvolvimento e uso de fontes alternativas de nutrientes para assegurar os níveis de produtividade dos diversos tipos de culturas. As fontes minerais (remineralizadores) enquadram-se como uma alternativa para viabilizar a continuidade da agricultura, segundo um padrão mais sustentável (THEODORO; MEDEIROS, 2016).

Os remineralizadores, ou pós de rochas, configuram-se como o principal pressuposto da tecnologia de rochagem (LEONARDOS *et al.*, 1976; CARVALHO *et al.*, 2018), que prevê que determinados tipos de rochas, mineralogicamente ricas em macro e micronutrientes, têm a função de remineralizar/rejuvenescer os solos e, portanto, incrementar a sua fertilidade (THEODORO; LEONARDOS, 2006). É importante destacar que a disponibilização ou solubilização dos nutrientes derivados desses materiais é mais lenta que os fertilizantes químicos solúveis, mas esta aparente desvantagem é compensada com uma disponibilização por períodos de tempo mais longos (*slow-release*). Por isso, são considerados “fertilizantes inteligentes” (THEODORO *et al.*, 2016).

O Brasil é o primeiro país a instituir, no seu arcabouço legal, o uso e a comercialização dos remineralizadores. A Lei n.º 12.890, de 2013, regulamentada pelo Decreto n.º 8.384, de 2014 (BRASIL, 2014), inseriu este tipo de material como um insumo agrícola, ao estabelecer que

os remineralizadores são todo o material de origem mineral que tenha sofrido apenas redução e classificação de tamanho por processos mecânicos e que altere os índices de fertilidade do solo por meio da adição de macro e micronutrientes para as plantas, bem como promova a melhoria das propriedades físicas ou físico-químicas ou da atividade biológica do solo (BRASIL, 2013).

As Instruções Normativas n.º 05 e 06, de 2016, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa) estabeleceram as garantias mínimas para comercialização e uso dos remineralizadores no Brasil.

Apesar da regulamentação ser recente, o uso de pós de rocha vem sendo proposto no Brasil desde a década de 1950 (ILCHENKO, 1953; GUIMARÃES, 1955). Posteriormente, Leonardos *et al.* (1976, 1987, 1999), Theodoro (2000 e 2016), Theodoro e Leonardos (2006, 2013 e 2014) e Carvalho (2012), Carvalho *et al.* (2018) entre outros vêm mostrando o potencial da técnica da rochagem para incrementar os padrões de fertilidade dos solos tropicais. Mais recentemente, no nível mundial, vários pesquisadores (BASAK *et al.*, 2018; MANNING, 2013; TCHOUANKOUE *et al.*, 2015) também vêm mostrando os resultados positivos obtidos com o acréscimo de alguns tipos de rochas aos solos. O princípio básico da rochagem é a busca do equilíbrio dos nutrientes nos solos por meio da sua remineralização/ rejuvenescimento, favorecendo o alcance da fertilidade plena, que é o parâmetro fundamental para tornar os solos sustentavelmente produtivos (THEODORO *et al.*, 2006).

Para além da fertilidade dos solos, as formas de produção devem ser reavaliadas e incorporadas, como mecanismo de transição para um modelo mais sustentável. Os sistemas de policultivos de produção (SPP) são uma forma de consorciação de plantas, que utiliza culturas múltiplas na mesma área, imitando a diversidade de ecossistemas naturais, sendo um aliado da produção agroecologia. O sistema consorciado é utilizado, sobretudo, por agricultores familiares, já que ele permite uma maior diversificação da dieta alimentar e o aumento da rentabilidade por unidade de área cultivada. Os policultivos são compostos por espécies com sistemas radiculares espacialmente complementares que podem explorar um maior volume do solo e ter maior acesso aos nutrientes pouco móveis, como o fósforo (ALBUQUERQUE, 1997).

A produção da palma forrageira associada aos policultivos é o principal objetivo desse trabalho. Tem sido uma prática adotada pelos produtores da região do semiárido com objetivo de viabilizar o cultivo em termos econômicos e de favorecer os tratos culturais dessa forrageira. Segundo Albuquerque (1997), seu cultivo pode ser potencializado,

quando se utiliza culturas anuais intercaladas, tais como milho, sorgo, feijão, fava, jerimum e mandioca.

A palma forrageira pertence à divisão: *Embryophyta*, subdivisão: *Angiospermea*, classe: *Dicotyledoneae*, subclasse: *Archiclamideae*, ordem: *Opuntiales* e família das Cactáceas. A família cactácea possui cerca de 130 gêneros e 1.500 espécies, das quais 300 são do gênero *Opuntia* Mill (MOHAMED-YASSEEN *et al.*, 1996). Os gêneros *Opuntia* e *Nopalea* são os mais importantes devido a sua utilidade para uso humano (VALDEZ; OSORIO, 1997). O seu êxito ecológico e evolutivo pode ser atribuído à forte associação com os animais durante a reprodução (REYES-AGUERO *et al.*, 2005).

No Brasil, a palma é cultivada visando principalmente à subsistência da pecuária nas regiões semiáridas do Nordeste brasileiro, a qual se configura como a maior área cultivada do mundo, com cerca de 500 mil hectares (LOPES *et al.*, 2007), onde são cultivadas, preferencialmente, duas espécies: *Opuntia ficus-indica* (L.) Mill e *Nopalea cochenilifera* (L.) Salm Dyck (FARIAS *et al.*, 2005). Desempenham um papel importante por produzirem frutos e verduras para consumo humano, forragem para os animais, fitomassa para fins energéticos, cochonilha para a produção de corante, proteção dos solos e outros produtos como bebidas, queijo vegetariano, remédios e cosméticos. A espécie *Opuntia ficus-indica* também é denominada como palma-graúda, palma-da-índia, palma grande, palmatória, palma redonda, figo-da-índia, figueira-da-barbaria e tuna-de-castilha (ARAÚJO FILHO, 2000).

6.2 Caracterização da área de pesquisa e do remineralizador

A pesquisa foi conduzida em uma comunidade quilombola (Lajedão dos Mateus), localizada no município de América Dourada – BA. A região está inserida na bacia do Rio São Francisco, onde a pluviosidade é muito baixa com cerca de 583 mm de média anual. A classificação do clima nessa região é BSh (clima das estepes quentes de baixa latitude e altitude). O mês mais seco é julho, com média de 1 mm de

precipitação. Dezembro é o mês com maior precipitação, com uma média de 107 mm. A temperatura média é de 23,3 °C.

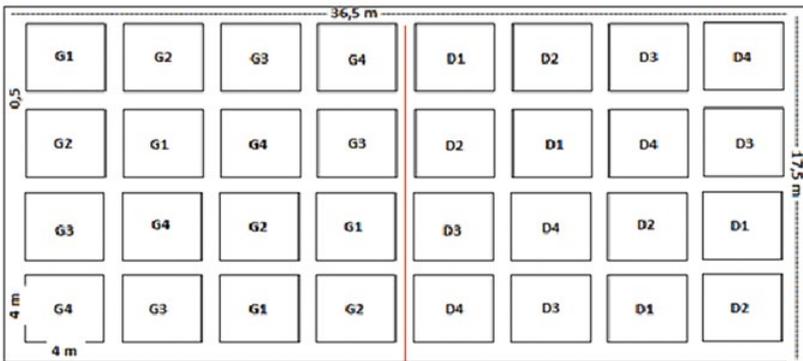
A área da comunidade está inserida na Bacia de Irecê, que possui um formato triangular e faz parte da cobertura sedimentar do Cráton do São Francisco, de idade Neoproterozóica. Ela é composta por duas formações: Salitre e Bebedouro (GUIMARÃES, 1996). A região da comunidade está inserida numa unidade geológico-ambiental com predomínio de metacalcários, com intercalações subordinadas de metassedimentos síltico-argilosos e arenosos. A região apresenta vales encaixados, com platôs e chapadas, superfícies aplanadas, colinas, morros baixos e domos, morros serrano e montanhoso, escarpas, degraus estruturais e rebordos erosivos (MELO, 1991), possui solos argilosos (cambissolos), o que, em casos de manejo inadequado e mecanizado, facilita a sua rápida compactação. A região apresenta alta vulnerabilidade hídrica, em função dos constantes períodos de secas.

O remineralizador utilizado como insumo agrícola na área experimental tem origem na região de Ipirá, situada no contexto geológico do Complexo Ipirá e pertence à unidade Serra do Camisão, que é constituída por metacarbonatos, quartzitos, ortognaisses félsicos, paragnaisses pelíticos e grafíticos, metaultramáficas e formações ferríferas. Rochas calcissilicáticas ocorrem de maneira restrita ou associadas a metacarbonados e quartzitos. As ocorrências de apatita e vermiculita estão associadas às rochas calcissilicáticas, que foram metassomatizadas por pegmatitos sieníticos, relacionados a corpos tardi a pós-tectônicos e ao Complexo Araras (MELO, 1991). O seu nome comercial é Natural Plus. A rocha é composta por minerais formados por silicatos de cálcio, magnésio, fósforo, além de micronutrientes. Os seus constituintes principais são diopsídeo ($\text{CaMgSi}_2\text{O}_6$), enstatita ($(\text{Mg,Fe})_2\text{Si}_2\text{O}_6$), apatita ($\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3(\text{F,OH,Cl})$) e talco $\text{Mg}_6(\text{Si}_8\text{O}_{20})(\text{OH})_4$. Mas ocorrem abundantes veios hidrotermais ricos em apatita e feldspatos potássicos e muscovitas, o que explicaria a presença marcante de potássio no material.

6.3 Metodologia

A área experimental possui 638,75 m² e é composta por 32 blocos de 4 m × 4 m distribuídos de forma casualizada. A separação entre os blocos foi de 0,5 m, bem como nas bordas. O seu delineamento é apresentado no gráfico 1. O plantio foi feito em linhas/sulcos com 40 cm de largura por 30 cm de profundidade. Como as duas espécies de palma utilizadas no experimento apresentam tamanhos e dimensões distintas, o delineamento foi dividido em duas partes, onde 16 blocos foram destinados para o plantio da Palma Gigante e os outros 16 para a Palma Doce. Foram utilizados 16 kg do remineralizador (pó de rocha) e 20 kg de composto orgânico (esterco bovino), o que equivale a 5 ton/ha de remineralizador e 10 ton/ha do composto orgânico.

Gráfico 1: Delineamento da Unidade Experimental, onde G: Palma Gigante (*Opuntia ficus-indica* (L.) Mill) e D: Palma Doce (*Nopalea cochenillifera* (L.) Salm-Dick), e os tratamentos 1: Controle; 2: Remineralizador; 3: Remineralizador+Composto Orgânico; 4: Composto Orgânico



Fonte: Dados de campo – elaboração das autoras.

As matrizes das duas espécies de palmas utilizadas no experimento foram obtidas na região. Os cladódios ficaram expostos ao sol por 10 dias para que pudessem perder o excesso de umidade. Posteriormente, foram plantados de forma vertical e em profundidade suficiente para comportar

o seu terço inferior (cerca de 10 cm), como sugerido por Santos *et al.* (2006). Foram plantadas 10 raquetes/m² de Palma Doce (quatro linhas por bloco) e cinco raquetes de Palma Gigante por m² (duas linhas por bloco). O experimento foi irrigado durante todo o período de análise.

A colheita das palmas foi realizada um ano após o plantio. Ficaram preservados no solo apenas os cladódios matrizes para que ocorresse a continuidade da produção. Para aferir a produção, os cladódios foram pesados e contabilizados de acordo com o tratamento a que pertenciam. A colheita foi contabilizada em quilos de acordo com cada tratamento, mas para análise e comparação dos resultados com a produtividade das palmas em outras pesquisas, esses valores foram calculados em equivalentes de peso da massa seca. Para obter a massa seca das palmas de acordo com cada tratamento, foi efetuada a secagem dos cladódios no Laboratório de Limnologia da Universidade de Brasília. Os cladódios foram secos em estufa de circulação de ar forçada a 60 °C e pesadas até peso constante, para posterior determinação da contagem dos cladódios.

Durante a colheita, os cladódios foram contabilizados, computando-se o número total de cladódios de quatro plantas por tratamento de cada espécie de palma, para que fosse feita uma média de cladódios por planta por tratamento e por espécie. Igualmente importante para aferir a produtividade foi a contagem do número total de cladódios por tratamento e por espécie. Foi contabilizado o número total de cada parcela e, em seguida, esses valores foram somados de acordo com o tratamento aplicado em cada espécie.

Foram realizadas análises de fertilidade do solo em dois momentos. O primeiro, antes da implantação da área experimental (sem nenhum tipo de insumo), no qual foi coletada uma amostra composta dos solos (0-20 cm de profundidade). Após um ano, depois da colheita das palmas, foi realizada uma nova coleta de amostras composta do solo nos blocos, respeitando-se os quatro tratamentos, em uma profundidade de até 20 cm.

Os cladódios foram submetidos a determinação de nutrientes (Na, NH₃, Mg, Ca, K⁺, Cl⁻, NO₃⁻ e SO₄⁻) pela análise de detritos, além da obtenção das concentrações de lignina, celulose e fenóis totais, utilizando-se os procedimentos metodológicos da análise vegetal, foram

realizados no Laboratório de Aquaripária, no Departamento de Ecologia da Universidade de Brasília, por meio da metodologia de Bärlocher e Graça (2005). As amostras foram secas em estufa a 60 °C até alcançarem peso constante. Para determinação dos nutrientes contidos nas amostras secas, pesou-se 0,100 g de cada amostra.

Os dados relativos à produtividade (massa seca, massa verde, número de raquetes por planta, número de raquetes por tratamento) foram tratados utilizando o *software* estatístico R.3.3.2. Foram realizadas análises multivariadas, de acordo com o teste de normalidade de Shapiro Wilk e pelo teste de Kruskal Wallis e Mann Whitney (teste de W ou de U). Foram gerados valores de p, utilizando nível de significância de $p \leq 0,05$ e grau de liberdade 3, com $n = 4$, comparando-se a técnica de análise de produtividade e análise química do tecido vegetal, de acordo com os tratamentos submetidos.

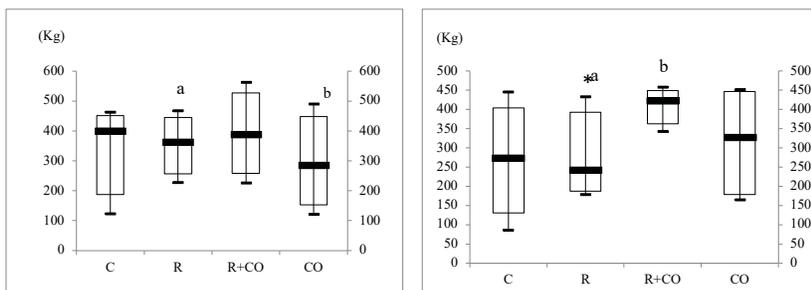
6.4 Resultados e discussão

As espécies de palma forrageira apresentaram resultados diferentes, no que se refere à produtividade, com diferentes respostas de acordo com o tratamento em que estavam inseridas. Os resultados de produtividade relativos à massa verde (kg), massa seca (g), número de cladódios por tratamento e número de cladódios por planta fazem parte da análise. De forma a facilitar o entendimento de tais dados, as figuras subsequentes de produtividade mostram os resultados da Palma Doce (*Nopalea cochenillifera* (L.) Salm-Dick), à direita e os relativos à Palma Gigante (*Opuntia ficus-indica* (L.) Mill), à esquerda. As barras horizontais mais espessas mostram as medianas de cada tratamento, e os extremos mostram os valores máximos e mínimos de cada tratamento para cada espécie estudada. Além disso, o símbolo (*) indica diferenças significativas entre tratamento Controle (Kruskal Wallis, $p < 0,05$, $n = 4$); e letras diferentes indicam diferenças entre tratamentos (Mann Whitney, $p < 0,05$, $n = 4$).

Com relação à massa verde, verificou-se que a maior quantidade foi produzida pela Palma Gigante, com 256,87 t/ha/ano no tratamento que

continha o remineralizador + composto orgânico. A Palma Doce também obteve maior produtividade neste mesmo tipo de tratamento (244,53 t/ha/ano). Esses resultados podem ser comparados ao que foi obtido por Albuquerque (2000), que encontrou produtividades que variaram entre 80 t/ha/ano sem adubação e 200 t/ha/ano com adubação. Ainda a título de comparação, destacam-se os dados obtidos por Lima *et al.* (2009), que divulgou os resultados alcançados em testes realizados no estado de Sergipe, quando encontrou 318,39 t/ha/ano para a Palma Doce e 241,75 t/ha/ano da Palma Gigante. É importante destacar que esses autores utilizaram adubação convencional como insumo agrícola (NPK), diferentemente do que foi utilizado na presente pesquisa. E é provavelmente essa diferença (ao menos em relação à palma gigante) que pode explicar o melhor rendimento obtido, uma vez que insumos agrícolas convencionais são rapidamente lixiviados, especialmente o nitrogênio, ao contrário dos remineralizadores que permanecem no solo por períodos mais longos, em média, para este tipo de cultura, por até cinco anos. O gráfico 2 mostra a produtividade das duas espécies de palma forrageira, do ponto de vista da massa verde (Kg).

Gráfico 2: Produtividade de massa verde (kg), à direita da Palma Doce (*Nopalea cochenillifera* (L.) Salm-Dick) e à esquerda da Palma Gigante (*Opuntia ficus-indica* (L.) Mill)



Fonte: Dados de campo – elaboração das autoras.

Pode-se observar que houve diferenças significativas entre os tratamentos para as duas cultivares, especialmente para a Palma Gigante que apresentou diferenças significativas entre os tratamentos controle e

com a presença de remineralizador e remineralizador + composto orgânico, sendo o último o que apresentou maior quantidade em kg de massa verde. Os valores máximos de produtividade de massa verde (562 kg para a Palma Doce e 458 kg para a Palma Gigante) foram observados nos tratamentos que continham remineralizador + composto orgânico.

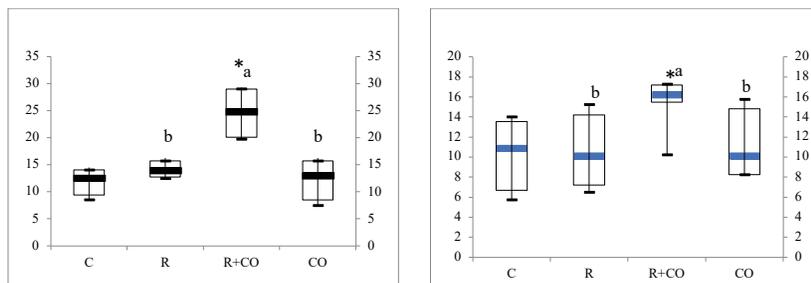
Ainda durante a preparação das amostras (período de secagem em laboratório) foi possível observar a diferença de massa dos cladódios por meio de uma avaliação visual, já que o tamanho de cada uma das amostras era bastante distinto. As parcelas controle apresentaram os menores cladódios e as que continham remineralizador + composto orgânico, os maiores cladódios. A diferença entre tratamentos pode estar diretamente relacionada à quantidade de água que cada cladódio foi capaz de armazenar em sua estrutura celular. É provável que os blocos que continham como insumo os remineralizadores tenham possibilitado maior armazenamento de água em função da presença de argilas de estrutura 2:1, como as esmectitas. O tratamento remineralizador + composto orgânico foi o adubo mais eficiente para produção de massa seca das duas cultivares estudadas.

Cunha *et al.* (2008) e Santos *et al.* (2006) obtiveram valores superiores na produção de massa seca das mesmas espécies de palma forrageira avaliadas na presente pesquisa, mas é preciso observar que os autores consideraram plantios com maior adensamento e contabilizaram os resultados de produção após 3 colheitas. Destacar essa diferença é fundamental, porque os dados obtidos na presente pesquisa foram contabilizados após um ano e, igualmente importante, o adensamento entre as plantas foi menor (o equivalente a 25.000 plantas/ha da Palma Doce e 12.500 plantas/ha para a Palma Gigante).

Pode-se perceber que houve um distinto ritmo de desenvolvimento das plantas. Além dos tratamentos que podiam favorecer este desenvolvimento diferenciado, também as duas distintas espécies de palma possuem uma produtividade diferenciada. Para medir esse indicador, foi feita uma contagem amostral dos distintos tratamentos. O gráfico 3 retrata o resultado dessa quantificação, apresentando diferenças significativas para as duas espécies no tratamento que continha

remineralizador + composto orgânico, quando comparado ao tratamento controle. Observou-se também que houve diferença significativa entre tratamentos para as duas espécies.

Gráfico 3: Média do número de cladódios produzidos por planta, à direita Palma Doce (*Nopalea cochenillifera* (L.) Salm-Dick) e à esquerda da Palma Gigante (*Opuntia ficus-indica* (L.) Mill)



Fonte: Dados da pesquisa de capo – elaboração das autoras.

A partir do gráfico 3, é possível verificar que as espécies de palma apresentaram resultados significativos nos tratamentos que continham remineralizador + composto orgânico, quando comparados ao tratamento controle. No entanto, a Palma Doce apresentou as maiores quantidades de cladódios por planta, totalizando um máximo de 29,25 cladódios por planta, enquanto a Palma Gigante gerou 17,25 cladódios por planta. Essa diferença entre espécies se dá certamente pela própria anatomia de cada espécie, do ponto de vista do tamanho dos cladódios. Silva *et al.* (2014) encontrou médias de 51,19 e 5,58 cladódios por planta, para as mesmas espécies, respectivamente, valores bem superiores ao gerados na presente pesquisa, especialmente para a Palma Doce, mas muito inferiores para a Palma Gigante.

Ao longo do período de acompanhamento do desenvolvimento das duas cultivares, foi possível observar maior ataque de patógenos no tratamento controle (figura 1), diferentemente do tratamento remineralizador + composto orgânico, que apresentou cladódios mais vigorosos e até com coloração diferenciada.

Figura 1: Cladódios sob ataque de patógenos nos tratamentos controle da Palma Gigante



Remineralização dos solos para ampliar a produção da palma forrageira na região semiárida

6.5 Fertilidade do solo

A planta é um dreno que tem o solo como sua fonte principal de nutrientes minerais. No caso de deficiência de nutrientes no solo, a produtividade de uma planta é viabilizada pelo aumento da oferta de nutrientes. Nessa pesquisa, os insumos organo-minerais (remineralizadores + composto orgânico) atenderam essa demanda nutricional das plantas. Um solo com capacidade mais alta de troca de cátions, em geral, tem uma maior reserva de nutrientes (TAIZ; ZEIGER, 2006). Os cátions que ficam adsorvidos nas superfícies da argila e da matéria orgânica (complexos de esfera-externa) presentes no solo ficam em formas prontamente disponíveis para as plantas e mantêm um equilíbrio dinâmico com aqueles cátions que estão na solução do solo. A capacidade de troca catiônica (CTC) do solo relaciona-se com a “reserva” de nutrientes. Nessa forma, quanto maior for a CTC do solo maior a capacidade de o solo reter os cátions, em formas prontamente disponíveis para as plantas.

O extrator mais utilizado para quantificar as necessidades nutricionais dos solos em análises de fertilidade, tem sido o Mehlich-HCl 0,05M+H₂SO₄ 0,0125M. As respostas obtidas a partir desse extrator têm fornecido indicadores que resultam na prescrição da carga de fertilizantes convencionais e calagem a serem utilizadas. No entanto, conforme Theodoro *et al.* (2014), por ser um ácido fraco, muitas vezes esse extrator pode indicar falsas necessidades nutricionais do solo, o que acarretaria uma demanda maior de fertilizantes do que realmente seria necessário. Essa falha acarreta, segundo os autores, em desperdícios de recursos financeiros e maiores possibilidades de contaminação ambiental, devido ao excesso de fertilizantes solúveis.

Na visão desses autores, a comparação com outros extratores, como, por exemplo, o ácido cítrico a 2%, ou o ácido oxálico a 5%, poderia fornecer indicadores mais seguros das reais carências do solo, uma vez que tais ácidos se aproximam mais da realidade dos fluidos presentes nos solos. Nesse sentido, conforme pode ser pesquisado no manual da Embrapa (2009), o Mehlich tende a dissolver predominantemente o

P ligado ao Ca. Quando este elemento está ligado a Fe e Al, ainda que em quantidades menores, o método tem dificuldades de quantificá-lo, muito provavelmente em função das diferenças de solubilidade dos fosfatos de Ca em relação aos de Fe e Al. Portanto, em decorrência de se extrair valores menores do P ligado ao Fe e Al (com esse extrator), obtém-se, comumente, valores irrealis, especialmente em solos argilosos compostos predominantemente por Fe e Al (solos lateríticos).

Apesar de tais limitações, na presente pesquisa, optou-se pelo uso do Mehlich-HCl 0,05M+H₂SO₄ 0,0125M por uma questão comparativa com resultados científicos de outras pesquisas que o utilizam como extrator. O resultado das análises pode ser verificado na tabela 1, que mostra os resultados das análises de fertilidade das amostras. Onde (S T0) representa o solo sem uso de insumos (antes da pesquisa) e as demais resultam das amostras após um ano nos quatro diferentes tratamentos, onde C = controle; CO = composto orgânico; R = remineralizador; R + CO = remineralizador e composto orgânico.

Tabela 1: Resultado da análise de fertilidade das amostras de solo coletadas em julho de 2015 (S T0) e dos quatro tratamentos em julho/2016, onde S T0: solo inicial, sem adubos; C: controle, CO: composto orgânico; R: remineralizador; R + CO: remineralizador+ composto orgânico

Tratamento/ Nutriente	S T0	C	CO	R	R + CO
P (ppm)	2,75	6,49	6,02	4,88	13
K (ppm)	68	164	248	125	264
Mg (cmol _c /dm ³)	3,2	5,0	5,5	6,4	6,5
Ca (cmol _c /dm ³)	6,2	17,6	16,2	17,5	21,2
Al (cmol _c /dm ³)	2,3	5,2	5,4	5,0	5,7
Mn (mg/dm ³)	49	92	104	68	105
Fe (mg/dm ³)	112	6,95	6,93	4,69	6,54
Cu (mg/dm ³)	1,03	0,45	0,42	0,4	0,39
Zn (mg/dm ³)	0,51	0,9	1,26	0,85	2,33
S (mg/dm ³)	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a
Mg/K	0,05	0,03	0,02	0,05	0,02

Tratamento/ Nutriente	S T0	C	CO	R	R + CO
B (mg/dm ³)	0,5	1,7	1,6	1,7	2,1
pH em água	6,5	6,3	6,9	7,5	6,3
pH em CaCl ₂	5,9	5,9	6,6	7	5,9
M.O. (dag/Kg)	1,8	1,8	1,9	1,5	2,3
C Org. Total (%)	1	1	1,1	0,8	1,3
H+Al (cmolc/dm ³)	0,9	0,9	0,5	<0,2	0,5
CTCtotal (cmolc/ dm ³)	6	18,8	18,1	18,8	18,1
V (%)	85	95	97	99	97
M (%)	2	1	1	1	1
Relações					
Ca/Mg	1,94	3,52	2,95	2,73	3,26
Ca/K	0,09	3,52	0,07	0,14	0,08
Mg/K	0,05	0,03	0,02	0,05	0,02

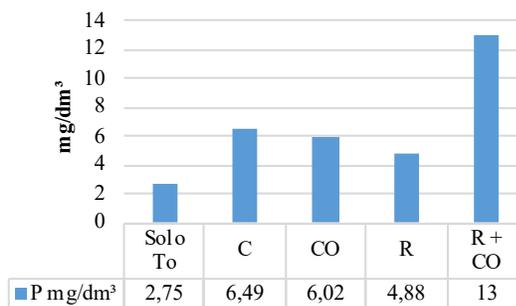
Fonte: dados da pesquisa de campo – elaboração das autoras.

Os gráficos 5, 6, 7 e 8 mostram os resultados dos teores de P, K, Ca e Mg nos diferentes tratamentos, após um ano de aplicação dos distintos insumos (composto orgânico, remineralizador e composto orgânico + remineralizador, além das parcelas controle). O fósforo (P) é um componente importante para diversos arranjos de desenvolvimento da planta e, em especial, para o seu protoplasma, que tende a circular no solo quando os compostos orgânicos formam fosfatos, que se tornam disponíveis para as plantas. Esse fato pôde ser observado nos tratamentos que continha o composto orgânico. No entanto, essa possível oferta de P foi ainda mais evidente nas parcelas que continham o remineralizador + o composto orgânico, onde os valores aumentaram quatro vezes, quando comparados ao S T0 (gráfico 4).

No caso do potássio (K), sua disponibilidade foi favorecida pelo uso do remineralizador, que pode ainda ter sido potencializada pelos ácidos orgânicos provenientes da matéria orgânica. Pode ser observado no gráfico 5 que o tratamento remineralizador + composto orgânico

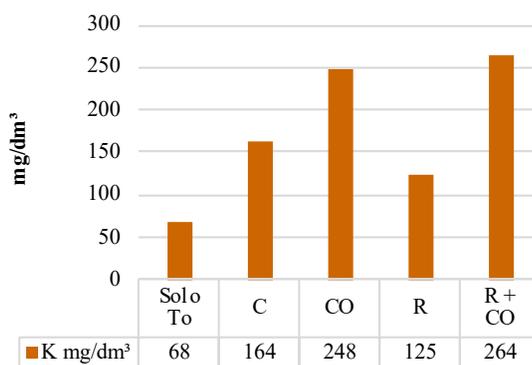
aumentou seu conteúdo em 3,88 vezes quando comparado ao solo antes da aplicação dos insumos (S T0). Além disso, com o aumento do pH do solo (favorecido pela maior oferta de Ca e Mg dos remineralizadores), a disponibilidade desse nutriente ficou mais evidente.

Gráfico 4: Análise temporal da disponibilidade de fósforo inicial e após um ano sob diferentes tratamentos



Fonte: pesquisa de campo – elaboração das autoras.

Gráfico 5: Análise temporal da disponibilidade de potássio inicial e após um ano sob diferentes tratamentos

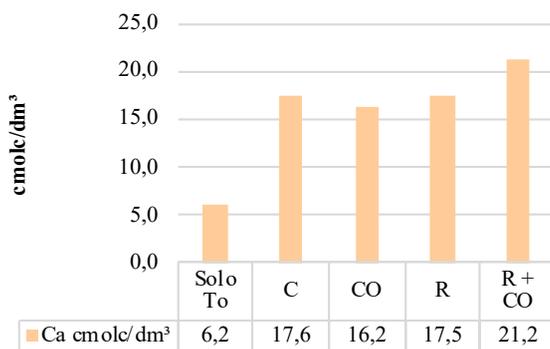


Fonte: pesquisa de campo – elaboração das autoras.

Com relação ao cálcio (Ca) e ao magnésio (Mg), constatou-se que eles apresentaram teores bem mais expressivos em todas os tratamentos,

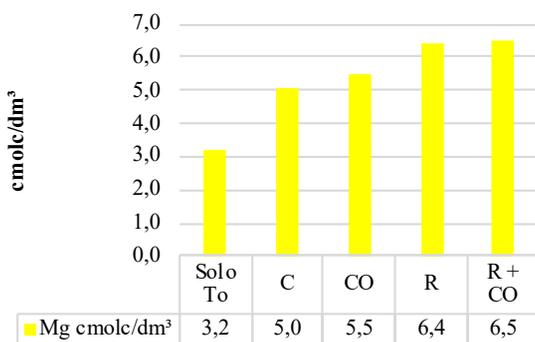
com até 3,41 e 2,03 vezes, respectivamente, quando comparados ao Solo T0 (gráficos 6 e 7). Além disso, deve ser mencionado que os níveis de fertilidade do solo da área do experimento já apresentavam concentrações razoáveis de nutrientes, devido a sua origem geológica, onde ocorre o predomínio de metacalcários.

Gráfico 6: Análise temporal da disponibilidade de Cálcio inicial e após um ano sob diferentes tratamentos



Fonte: pesquisa de campo – elaboração das autoras.

Gráfico 7: Análise temporal da disponibilidade de Magnésio inicial e após um ano sob diferentes tratamentos



Fonte: pesquisa de campo – elaboração das autoras.

A presença da matéria orgânica no tratamento que continha remineralizador associado ao composto orgânico favoreceu a disponibilização dos micronutrientes, como Mn, Fe, Zn, Cu e B. De acordo com Shuman (1991), os micronutrientes estão associados principalmente à solução do solo, à superfície inorgânica (troca iônica e adsorção específica), à matéria orgânica, aos óxidos e minerais primários e secundários. Na solução do solo, os micronutrientes podem estar na forma de íons livres ou complexados com ligantes orgânicos ou inorgânicos.

A adsorção é o processo mais importante relacionado com a disponibilidade de micronutrientes para as plantas, já que controla a concentração dos íons e complexos na solução do solo, além de exercer grande influência na sua absorção pelas raízes das plantas. A partir da decomposição microbiana do material orgânico (presente no esterco), ocorre a produção de amônia e de sulfeto de hidrogênio, os quais podem ser oxidados no solo, formando ácido nítrico (HNO_3) e ácido sulfúrico (H_2SO_4), respectivamente. Os íons hidrogênio podem deslocar K^+ , Mg^{2+} , Ca^{2+} e Mn^{2+} do complexo de troca de cátions do solo (TAIZ; ZEIGER, 2009). No caso da área experimental, a água utilizada para irrigação continha altas quantidades de íons, o que pode ter favorecido na liberação nesses micronutrientes, especialmente do Mn.

De modo geral, o ferro (Fe) pode ocorrer nos solos nas formas Fe^{2+} (solúvel) e Fe^{3+} (baixa solubilidade). Ele é absorvido pelas plantas na forma de Fe^{2+} , mas sua solubilidade é largamente controlada pelos óxidos hidratados. A esse respeito, é importante lembrar que a concentração de íons hidrogênio (pH) é uma propriedade importante dos solos, porque afeta o crescimento das raízes, a atividade dos microrganismos e a solubilidade do Fe para a solução do solo. Quanto menor for o pH, maior será o conteúdo de Fe-ferroso, o que não ocorre no solo estudado, pois o pH do solo da área do experimento, mesmo antes da implantação da pesquisa, já era fracamente alcalino (6,5), o que se configura como adequado para produção agrícola.

Além disso, a maior oferta de cálcio e magnésio, derivada do remineralizador, deve ter sido determinante para a alteração do conteúdo desse nutriente. Também os conteúdos de argila e matéria orgânica do

solo influenciam na disponibilidade do Fe. Outro fator que afetou a sua disponibilidade foi a presença do magnésio (Mg), que tem sua absorção pelas plantas na forma Mg^{2+} e que também foi fortemente afetada pela disponibilidade de K^+ , NH_4^+ , Ca^{2+} e Mn^{2+} e pelas relações Mg/K e Ca/Mg. Os *inputs* desses nutrientes (vindos da água e do remineralizador) favoreceram a diminuição do Fe em 23 vezes quando se compara o solo (S T0) e aquele ao qual foi incorporado o remineralizador.

Além do ferro, do boro (B), do cobre (Cu), do zinco (Zn) e outros micronutrientes, também se constatou a presença de cloro (Cl) no solo. Este último costuma ser um problema em regiões semiáridas e sua origem (ao menos nessa pesquisa) foi atribuída à água usada na irrigação. O Cl é absorvido pelas plantas, tanto pela raiz como pela parte aérea, na forma de Cl^- . Os sintomas de excesso desse nutriente são mais frequentes e mais graves do que os de deficiência. Já os sintomas de toxidez dependem do grau de tolerância das plantas, que, no caso das *Opuntia sp.*, não é um problema, já que elas são halófitas (tolerantes ao excesso de Cl^-). Porém, seus efeitos puderam ser observados nas demais espécies cultivadas no policultivo.

Tão importante quanto a disponibilidade de nutrientes no solo, os parâmetros físicos também interferem no desenvolvimento das plantas, na circulação de fluidos e na capacidade de retenção da umidade, entre outros fatores. Os resultados obtidos na análise física dos solos revelaram que, após um ano, a fração argila aumentou em todos os tratamentos, inclusive na parcela controle. Pressupõe-se que essa alteração se deva, em parte, ao manejo e irrigação que potencializaram um novo arranjo físico no solo. No entanto, conforme argumenta Theodoro *et al.*, 2013 o acréscimo de remineralizadores (com diferente *range* granulométrico) favorece a reestruturação dos solos (sua permoporosidade).

Portanto, segundo os autores, quando se acrescenta rochas moídas em um solo arenoso, as partículas mais finas tendem a reordenar o arranjo dos poros, “interditando” parte das interconexões (THEODORO *et al.*, 2013). E, ao contrário, quando o solo é mais argiloso, o acréscimo de rochas moídas com um “*range*” granulométrico mais amplo facilita o rearranjo granulométrico e aumenta as possibilidades de interconexão,

interferindo, assim, no tempo de migração dos fluídos. Ao se acrescentar rochas moídas com minerais menos estáveis (formados em altas pressões e temperaturas) e, portanto, mais facilmente alteráveis em materiais secundários — como os argilominerais (grupo das esmectitas, vermiculitas e ilitas) —, ao mesmo tempo, está se ampliando a capacidade de troca catiônica de macro e micronutrientes contidos em tais materiais e nos constituintes dos solos (MELAHMED *et al.*, 2009). Isso porque essas argilas comportam-se como “esponjas” que armazenam e liberam os fluidos de forma gradual, em uma velocidade compatível com a assimilação pelas plantas.

6.6 Análise do tecido vegetal

A análise da concentração (mg/L) de nutrientes (Na, NH³, Mg²⁺, Ca²⁺, K⁺, F⁻, Cl⁻, NO⁻³ e SO⁻⁴) encontrados no tecido vegetal dos cladódios tem papel essencial na observação da absorção desses nutrientes pelas plantas, uma vez que podem indicar se houve influência dos tratamentos aplicados para as duas espécies de palma forrageira. Apenas a Palma Doce apresentou resultados significativos nessa análise. A salinidade influencia na estrutura do solo e reduz sua capacidade de armazenar água e, conseqüentemente, sua absorção. Afeta, também, a absorção dos nutrientes em que o mecanismo de contato íon-raiz ocorre em solução aquosa (fluxo em massa) e, assim, interfere na absorção principalmente de N, S, Ca e Mg (NOVAIS; MELLO, 2007). Contudo, as espécies de palma forrageira estudadas são halófitas, ou seja, apresentam a capacidade de estabelecer esse equilíbrio osmótico, mesmo em condições de baixos potenciais de água no solo, sendo tolerante à salinidade (SERTÃO, 2005; EPSTEIN; BLOOM, 2006).

De acordo com Silva *et al.* (2000), as plantas halófitas acumulam, no vacúolo das células foliares, os íons salinos absorvidos, mantendo a concentração salina no interior da célula em níveis baixos. Dessa forma, o excesso de sais não interfere na hidratação das proteínas e nos mecanismos enzimáticos e metabólicos da planta (FARIAS, 2008). Também apresentam capacidade de acumular íons no vacúolo (cloro e sulfato,

como podem ser visto) e solutos orgânicos de baixo peso molecular no citoplasma, o que lhes permitem um ajustamento osmótico a esse tipo de condição. Tais aspectos tornam ainda mais evidente o porquê do fraco desenvolvimento de algumas cultivares inseridas no policultivo, como, também, de outras plantas usualmente presentes nas áreas agrícolas da comunidade.

A Palma Doce apresentou as maiores concentrações de Ca^{2+} , mostrando diferenças significativas em todos os tratamentos, exceto para as parcelas controle, evidenciando a influência das concentrações de Ca^{2+} presente nos remineralizadores. A tolerância à salinidade correlaciona-se positivamente com a concentração de Na^+ e, quando relacionada com elevadas concentrações citoplasmáticas de K^+ , favorece o ajuste osmótico da planta em relação ao ambiente. Além de acumular K^+ , as halófitas sintetizam solutos orgânicos no citoplasma para fazer frente ao baixo potencial osmótico do vacúolo, devido ao excesso de sais (FREIRE *et al.*, 2010). A espécie que apresentou as maiores concentrações de K^+ foi a Palma Gigante. Os compostos de NO_3^- e o SO_4^{2-} não apresentaram diferenças significativas com relação às concentrações, reveladas pelas análises estatísticas do tecido vegetal. Porém, é importante reportar que a Palma Gigante apresentou as maiores concentrações nesses compostos.

Adicionalmente, para melhor compreensão sobre a sanidade das plantas foram efetuadas análises sobre a presença e conteúdo de Lignina, celulose e fenóis totais nas amostras das duas cultivares de palma, uma vez que as suas concentrações estão ligadas diretamente com a construção do seu tecido vegetal. A celulose é o principal componente da parede celular da fibra e a lignina é responsável pela proteção contra a ação de microrganismos, e também pela resistência mecânica (quanto mais lignina, mais resistente), além de função essencial de auxiliar no transporte de nutrientes, água e metabólitos.

Já a concentração de fenóis totais nos tecidos vegetais é essencial para o entendimento dos mecanismos de defesa que as plantas utilizam para se protegerem de ataques de patógenos, deficiência nutricional ou influências do ambiente, como falta ou excesso de água, ventos e/ou

chuvas fortes. Quanto maior for essa concentração, maior o estado de fragilidade dessa planta, a não ser que esse seja um fator intrínseco da espécie, o que não é o caso das espécies em análise.

Pode-se averiguar que as concentrações de lignina e celulose apresentaram diferenças significativas entre tratamentos apenas para a Palma Doce. Quanto aos fenóis, foi possível verificar diferença significativa para Palma Gigante em todos os tratamentos, quando comparados ao controle, que apresentou as maiores concentrações, provavelmente porque, no tratamento controle, a oferta de nutrientes no solo foi menor que nos demais tratamentos e, por isso, a planta precisou produzir mais fenóis para sua defesa, devido à deficiência nutricional.

Esses resultados estão em acordo com a Teoria da Trofobiose, a qual determina que as plantas que não conseguem obter a quantidade de nutrientes necessários para o seu desenvolvimento tendem a sofrer ataques de pragas e patógenos, quando comparadas às plantas adubadas em concentrações adequadas. As plantas mal manejadas (quando o solo está pobre em nutrientes) aumentam a produção da proteossíntese, que resultam num incremento de aminoácidos livres e na formação de toxinas que servem como alimento para os patógenos, favorecendo sua proliferação (CHABOUSSOU, 1987).

6.7 Considerações finais

O desafio imediato da atual geração é transformar a agricultura industrial a partir de uma transição dos sistemas alimentares para que eles sejam crescentemente menos dependentes dos combustíveis fósseis. Mas, muito além de uma transição em direção a um modelo de produção menos intensivo no uso de insumos sintéticos, o que a sociedade contemporânea necessita é de um paradigma de desenvolvimento agrícola que incentive formas de agricultura mais ecológicas, diversificadas, sustentáveis e socialmente justas. Nesse aspecto, a tecnologia da rochagem, juntamente com os princípios relativos à agroecologia, vem se fortalecendo, promovendo uma agricultura ecológica, com produção de alimentos saudáveis, seguros e culturalmente diversos.

Os efeitos obtidos na pesquisa reforçam essa possibilidade. E os resultados para a produtividade da Palma Doce e da Palma Gigante apresentados neste trabalho indicam que o uso dos remineralizadores ampliou os índices de fertilidade dos solos, ampliando, assim, a produtividade agrícola. Ambas as cultivares de palma forrageira testadas mostraram resultados bastante positivos em termos de produtividade, em especial quando comparadas com aquelas obtidas para outras áreas na região do semiárido.

A associação dos remineralizadores com composto orgânico favoreceu o aumento da produtividade e da sanidade das plantas e indica que essa mistura é capaz de viabilizar o aumento da produção anual da palma. De modo geral, a produtividade obtida no experimento superou a produtividade regional, onde os insumos são escassos, sendo os remineralizadores uma importante ferramenta para o incremento na produção do agricultor do semiárido.

É provável que os resultados de produtividade a serem obtidos nas próximas safras confirmem o grande potencial da associação organo-mineral para facilitar a obtenção de produtividades expressivas, quando comparadas ao sistema de adubação convencional. Essa hipótese baseia-se no pressuposto de que os nutrientes (macro e micro) estarão presentes de forma ainda mais disponível até o quinto ano, após ser aplicado, segundo resultados obtidos em pesquisas anteriores.

O uso de sistemas de policultivos e irrigação foram importantes para assegurar o pleno desenvolvimento da palma forrageira, ainda que a água utilizada apresentasse teores elevados de salinidade. Essa cultivar comportou-se como uma planta fitorremediadora no que se refere à salinidade do solo. Caso estudos futuros confirmem esse pressuposto, pode-se prever um uso mais extenso desta cultivar para amenizar um dos grandes problemas da agricultura tropical, relacionada à salinização dos solos, em especial, na região do semiárido brasileiro. A fitorremediação é uma eficiente estratégia de recuperação de solos salinos e sódicos. Mesmo que a salinidade possa ter afetado alguns processos relativos à disponibilidade de nutrientes no solo, os resultados das análises de fertilidade mostraram diferenças significativas do ponto

de vista de oferta dos principais nutrientes, como P, K, Ca e Mg, bem como provavelmente favoreceram a redução na disponibilidade do Fe.

Além disso, as análises relativas ao teor de nutrientes dos cladódios apresentaram diferenças na forma de absorção de nutrientes para cada espécie, destacando-se o Ca, o NH₃ e o K para a Palma Doce. Já para a Palma Gigante essa diferença não foi confirmada pelo método estatístico utilizado, o que revela a baixa exigência nutricional dessa espécie e sua adaptação aos solos do semiárido.

Referências

ALBUQUERQUE, Severino G. Espaçamento da palma forrageira em consórcio com sorgo e feijão-de-corda no sertão pernambucano. *Rev. Bras. Zootec.*, v. 26, n. 4, p. 645-650, 1997.

ALBUQUERQUE, Samuel Salgado C. *Utilização de diferentes fontes de proteína e palma forrageira CV gigante na suplementação de vacas leiteiras mantidas em pasto diferido*. 76 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2000.

ARAÚJO FILHO, José Teodorico. *Efeitos da adubação fosfatada e potássica no crescimento da palma forrageira (Opuntia ficus-indica Mill) – Clone IPA -20*. 78f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2000.

BÄRLOCHER, F.; GRAÇA, M. A. S. Total phenolics. In: GRAÇA, M. A. S.; BÄRLOCHER, F.; GESSNER, M. O. (ed.). *Methods to Study Litter Decomposition: a practical guide*. Springer. The Netherlands, 2005, p. 97-100.

BASAK, Biraja Bandhu *et al.* Waste mineral powder supplies plant available potassium: evaluation of chemical and biological interventions. *Journal of Geochemical Exploration*, n. 186, p. 114-120, 2018.

BRASIL. *Lei 12.890/2013*. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2013/Lei/L12890.htm.

BRASIL. *Decreto 4.887/2003*. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/2003/d4887.htm.

CARVALHO, André M. Xavier; CARDOSO, Irene M.; THEODORO, Suzi Huff. Rochagem: o que se sabe sobre essa técnica? In: CARDOSO, I. M.; FÁVERO, C. *Solos e Agroecologia*. Ed. Embrapa: Brasília, 2018, p 101-128.

CARVALHO, André Mundstock Xavier. *Rochagem e suas interações no ambiente do solo: contribuições para aplicação em agroecossistemas sob manejo agroecológico*. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) – Viçosa, MG, 2012

CHABOUSSOU, Francis. *Plantas doentes pelo uso de agrotóxicos: a teoria da trofobiose*. 2ª ed. Porto Alegre: L & PM Ed., 1987.

CORDELL, Dana Drangert; JAN-OLOF, White Stuart. The story of phosphorus: Global food security and food for thought. *Global Environmental Change*, v. 19, p. 292-305, 2009.

CUNHA, M.V. *et al.* Características agronômicas de genótipos de palma forrageira (*Opuntia* e *Nopalea*) no semiárido de Pernambuco. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 45, Lavras, 2006. *Anais*. SBZ, Lavras, 2008.

EMBRAPA. *Manual de análises químicas dos solos, plantas e fertilizantes*. 2ª ed. revista e amplificada. Brasília, 2009.

EPSTEIN, Emanuel; BLOOM, Arnold J. *Nutrição mineral de plantas: princípios e perspectivas*. Londrina: Editora Planta, 2006.

FARIAS, I; SANTOS, D.C. dos; DUBEUX JR., J.C.B. Estabelecimento e manejo do palmar. In: MENEZES, R. S. C.; SIMÕES, D.A.; SAMPAIO, E. V. S. B. *A palma do Nordeste do Brasil: conhecimento atual e novas perspectivas de uso*. Recife: Ed. Universitária da UFPE, 2005, p. 81-88.

FARIAS, Séfora Gil Gomes. *Estresse osmótico na germinação, crescimento e nutrição mineral de glicirídia (Gliricidia sepium (Jacq.))*. 61 p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Campina Grande, Brasil, 2008.

FREIRE, M. B. G.; SOUZA, E. R.; FREIRE, F. J. Fitorremediação de solos afetados por sais. In: GHEYI, H. R.; DIAS, N. S.; LACERDA, C. F. *Manejo da salinidade na agricultura*. Fortaleza, INCT Sal, 2010. 472 p.

GUIMARÃES, Djalma. *Contribuição aos estudos dos Tufos da mata da Corda*. Minas Gerais: Instituto de Tecnologia Industrial, 1955, p. 31.

GUIMARÃES, José Torres. *A formação Bebedouro no estado da Bahia: faciologia, estratigrafia e ambientes de sedimentação*. 156 p. Dissertação (Mestrado em Geociências) – Universidade Federal da Bahia, 1996.

ILCHENKO, Wladimir; GUIMARÃES, Djalma. *Sobre a utilização agrícola dos sienitos nefelínicos do Planalto de Poços de Caldas*. MG. Inst. Tecn. Avulso. 15, 16 p, 1953.

LEONARDOS, Othon Henry.; THEODORO, Suzi Huff. Fertilizer tropical soils for sustainable development. Proceedings. International workshop on Science for Sustainable development in Latin America and Caribe. Rio de Janeiro. *Acad. Bras. Cienc.*, p. 143-153, 1999.

LEONARDOS, Othon Henry; FYFE, Willian; KRONBERG, Barbra. The Use of Ground Rocks in Laterite Systems: an Improvement to the Use of Conventional Soluble Fertilizers. *Chemical Geology*, n. 60, p. 361-370, 1987.

LEONARDOS, Othon Henry; FYFE, Willian; KRONBERG, Barbra. Rochagem: o método de aumento da fertilidade em solos lixiviados e arenosos. *Anais...* 29 Congresso Brasileiro de Geologia, Belo Horizonte, p.137-145, 1976.

LIMA, Patrícia Oliveira *et al.* Perfil dos produtores rurais do município de Quixeramubim no Estado do Ceará. *Revista Caatinga*, Mossoró, v. 22, n. 4, p. 255-259, out./dez., 2009.

LOPES, E. B.; SANTOS, D. C. E VASCONCELOS, M. F. Cultivo da palma forrageira. In: LOPES, E. B. (ed.). *Palma forrageira: cultivo, uso atual e perspectivas de utilização no semiárido nordestino*. Paraíba: EMEPA/FAEPA, 2007, p. 11-33.

MANNING, David. Why do crushed silicate rock fertilizers sometimes not work? *Anais. II Congresso Brasileiro de Rochagem*. 399 p. Poços de Caldas, Minas Gerais, 2013.

MANNING, David; THEODORO, Suzi Huff. Enabling food security through use of local rocks and minerals. *The Extractive Industries and society*. 2018. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.exis.2018.11.002>.

MELO, Roberto Campelo. Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil. Pintadas. Folha SC.24-Y-D-V. and Folha SD.24-V-A. Estado da Bahia (org.). DNPM/CPRM, 1991.

MOHAMED-YASSEEN, Yasseen; SHERYL, A. Barringer; WALTER E. Splittstoesser. A note on the uses of *Opuntia spp.* In: *Central/North America. Journal of Arid Environments*, v. 32, n. 3, p. 347-353, 1996.

MELAMHED, R., GASPAR, J.C.; MIEKELEY, N. Pó de rocha como fertilizante alternativo para sistemas de produção sustentável. In: LAPIDO LOUREIRO, F.E *et al.* (ed.). *Fertilizantes Agroindustriais e Sustentabilidade*. Rio de Janeiro, RJ: Centro de Tecnologia Mineral, 2009, p. 385-396.

NOVAIS, Roberto Ferreira; MELLO, A. W. V. de. Relação Solo-Planta. In: NOVAIS, Ribeiro Ferreira. *Fertilidade do solo*. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007, p. 133-204.

O'BRIEN, T. A.; MOORLEY, J.; WHITTINGTON, W. J. The effect of management and competition on the uptake of ^{32}P by ryegrass, meadow lescue and their natural hybrid. *Journal of Applied Ecology*, n. 4, p. 513-520, 1967.

REYES-AGUERO, J. ANTONIO.; AGUIRRE-RIVERA, Julian Rogelio; HERNÁNDEZ, Hector. M. Notas sistemáticas y descripción detallada de *Opuntia ficus-indica* (L) Mill. (*Cactáceae*). *Agrociencia*, v. 39, n. 4, p. 395-408, 2005.

SANTOS, Djalma Cordeiro *et al.* Manejo e utilização da palma forrageira (*Opuntia e Nopaleia*) em Pernambuco: cultivo e utilização. 48 p. Recife: IPA, 2006.

SERTÃO, Maria Auxiliadora Justino. Uso de corretivos e cultivo do capim Urocloa (*Urocloa mosambicensis* (Hack.) Dandy) em solos degradados do Semiárido. 75 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Campina Grande, 2005.

SHUMAN, L. M. Chemical forms of micronutrients in the soils. In: MORTVEDT, John J. *et al.* (ed.). *Micronutrients in agriculture*. 2ª ed. Madison. *Soil Science Society of America*, p. 113-144, 1991.

SILVA, Breno de Mello; CARVALHO, Anôr Fiorinni. *Novo supermagro: o biofertilizante*. Viçosa: TA/ZM, 2000. 16 p.

SILVA, Laerte Marques *et al.* Produtividade da palma forrageira cultivada em diferentes densidades de plantio. *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 44, n. 11, p. 2064-2071, nov. 2014. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/0103-8478cr20131305>.

TAIZ. Lincoln; ZEIGER, Eduardo. *Fisiologia Vegetal*. Capítulo 5. Nutrição Mineral. 4ª ed. 2006, p. 95-116.

THEODORO, Suzi Huff. Rock Fertilizers as an Alternative to Conventional Fertilizers: The Use of Basalt from the Cameroon Volcanic Line for Maize Farming on Ferralitic Soils. In: GOREAU, Thomas; CAMPE, Joanna. *Geotherapy Innovative Methods of Soil Fertility Restoration, Carbon Sequestration, and Reversing CO² Increase*. 1ª ed. Florida/USA: CRC Press, v. 1, 2014, p. 445-458.

THEODORO, Suzi Huff; MEDEIROS, Fernandade Paula. Usoderemineralizadores de solo na recuperação de áreas degradadas. *Anais do III Congresso Brasileiro de Rochagem*. Pelotas, Rio Grande do Sul, p. 395-401, 2016.

THEODORO, Suzi Huff; LEONARDOS, Othon Henry. Stonemeal: principles, potential and Perspective from Brazil. In: GOREAU, Thomas. J.; LARSON, R. W.; CAMPE, Joanna. *Geotherapy: Innovative methods of soil fertility restoration, carbon sequestration and reversing CO² increase*. USA: CRC Press, p. 403-418, 2014.

THEODORO, Suzi Huff *et al.* Stonemeal of amazon soils with sediments from reservoirs: a case study of remineralization of the Tucuuru degraded land for agroforestry reclamation. *Anais Acad. Brasileira de Ciênc.*, n. 85, v. 1, p. 23-34, 2013.

THEODORO, Suzi Huff *et al.* Stonemeal technology: changing the poverty scenario in Brazil. In: VAN STRAATEN, Peter; ORAN, Natalie. *Proceedings of the Second International Rocks for Crops Conference*. Nairobi and Kisumu, Kenya, p. 145- 170, 2009.

THEODORO, Suzi Huff, LEONARDOS, Othon Henry. Sustainable farming with native rocks: the transition without revolution. *Anais Acad. Bras. de Ciências*, Rio de Janeiro, v. 78, n. 4, p. 715-720, 2006.

THEODORO, Suzi Huff. *A fertilização da terra pela terra: uma alternativa para a sustentabilidade do pequeno produtor rural*. 225 p. Tese (Doutorado em Desenvolvimento Sustentável) – Universidade de Brasília – UnB, 2000.

TCHOUANKOUE, J. P. *et al.* Rock Fertilizers as an Alternative to Conventional Fertilizers: The Use of Basalt from the Cameroon Volcanic Line for Maize Farming on Ferralitic Soils. In: GOREAU, T., CAMPE, J. *Geotherapy Innovative Methods of Soil Fertility Restoration, Carbon Sequestration, and Reversing CO₂ Increase*. 1^a ed. Florida/USA, CRC Press, 2015, v. 1, p. 445-458.

VALDEZ, Cláudio A. Flores; OSORIO, Gilberto Aranda. *Opuntia-based ruminant feeding systems in México*. 1997. Disponível em: <http://www.Jpacd.org>. Acesso em: 7 dez. 2016.

Este livro foi composto em UnB Pro e Liberation Serif.

Reflexões sobre meio ambiente e desenvolvimento rural

Este livro é fruto de pesquisas realizadas no âmbito do Programa de Pós-Graduação em Meio Ambiente e Desenvolvimento Rural (PPG-Mader) da Faculdade UnB Planaltina (FUP). Os 13 capítulos analisam o desenvolvimento rural brasileiro e seus impactos sobre o meio ambiente, estudando temas como financeirização, privatização e mercantilização da terra e natureza, especialmente conflitos territoriais envolvendo povos e comunidades tradicionais. Na contramão de processos de apropriação e expropriação, abordam a sociobiodiversidade do Cerrado, reconhecendo e valorizando produtos agroextrativistas e experiências de conservação. Analisam políticas públicas, discutindo conceitos e práticas com base na agroecologia e contribuições interdisciplinares e territoriais na integração e sinergia de políticas de desenvolvimento rural sustentável. As pesquisas tratam também da relação entre políticas de gênero e protagonismo das mulheres (suas reivindicações e lutas por autonomia, visibilidade e direitos), lançando olhares críticos sobre o sistema capitalista e patriarcal no campo. Esses olhares incluem, também, estudos sobre a juventude rural e a educação do campo como elementos fundamentais na construção do futuro e superação dos graves problemas ambientais e das desigualdades sociais e de gênero que assolam o campo brasileiro. As reflexões deste livro, para além de utopias, explicitam trabalhos engajados que, no cenário atual de rupturas, descontinuidades de políticas redistributivas e retrocessos sociopolíticos do país, vislumbram um campo menos desigual e mais sustentável.

Foto ao fundo:

Jardins da Reitoria/UnB.
Por Luis Gustavo Prado.



EDITORA

UnB

ISBN 978-65-5846-023-7



9 786558 460237