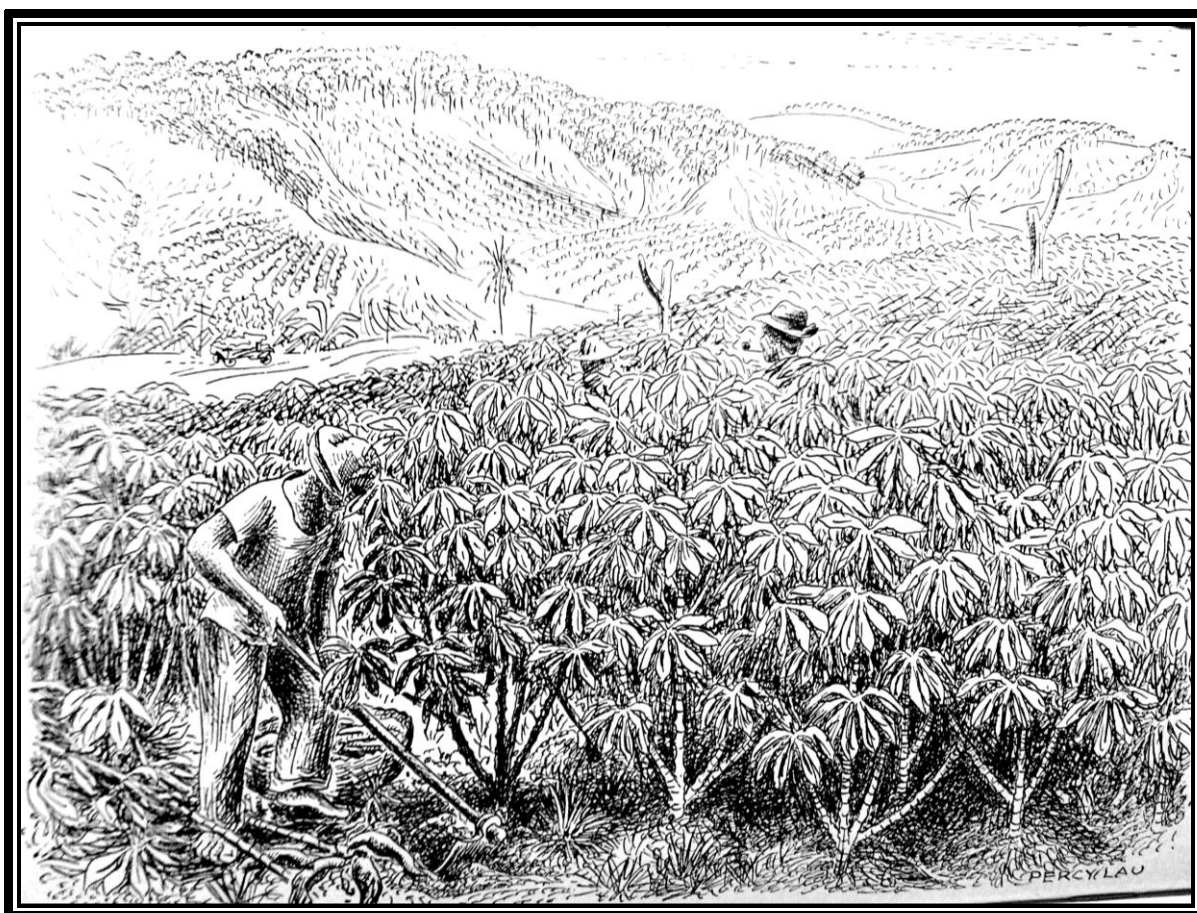


**USO DE RESÍDUO ORGÂNICO NA PRODUÇÃO DE
MANDIOCA EM TRANSIÇÃO AGROECOLÓGICA,
NO PROJETO PONTAL, PETROLINA-PE**



PERCY LAU, 1963

ALINEAUREA FLORENTINO SILVA

2017



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAIBA
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
DOUTORADO EM DESENVOLVIMENTO E MEIO AMBIENTE
DA ASSOCIAÇÃO PLENA EM REDE DAS INSTITUIÇÕES**



**Doutorado em Desenvolvimento
e Meio Ambiente**

**Associação Plena
em Rede**



ALINEAUREA FLORENTINO SILVA

**USO DE RESÍDUO ORGÂNICO NA PRODUÇÃO DE MANDIOCA EM TRANSIÇÃO
AGROECOLÓGICA, NO PROJETO PONTAL, PETROLINA-PE**

João Pessoa - PB

2017

S586u Silva, Alineaurea Florentino.

Uso de resíduo orgânico na produção de mandioca em transição agroecológica, no Projeto Pontal, Petrolina-PE / Alineaurea Florentino Silva. – João Pessoa, 2017.

194 f. : il. -

Orientadora: Prof^a Dr^a Maria Cristina Basílio Crispim.

Coorientador: Prof. Dr. Gil Dutra Furtado.

Tese (Doutorado) – UFPB/ASSOCIAÇÃO PLENA EM REDE DAS INSTITUIÇÕES

1. Adubo Orgânico. 2. Mandioca – Produção. 3. Unidades Produtivas. 4. Projeto Pontal – Pernambuco. I. Título.

UFPB/BC

CDU – 631.86(043)

ALINEAUREA FLORENTINO SILVA

**USO DE RESÍDUO ORGÂNICO NA PRODUÇÃO DE MANDIOCA EM TRANSIÇÃO
AGROECOLÓGICA, NO PROJETO PONTAL, PETROLINA-PE**

Tese apresentada ao Colegiado do Doutorado em Desenvolvimento e Meio Ambiente, da Associação em Rede Plena (UFC, UFPI, UFRN, UFPB, UFPE, UFS, UESC), como requisito para a obtenção do título de Doutora em Desenvolvimento e Meio Ambiente.

Orientadora: Profa. Dra. Maria Cristina Basílio Crispim

Co-orientador: Prof. Dr. Gil Dutra Furtado

**João Pessoa – PB
2017**

ALINEAUREA FLORENTINO SILVA

USO DE RESÍDUO ORGÂNICO NA PRODUÇÃO DE MANDIOCA EM TRANSIÇÃO AGROECOLÓGICA, NO PROJETO PONTAL, PETROLINA-PE

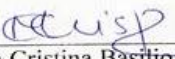
Tese apresentada ao Colegiado do Doutorado em Desenvolvimento e Meio Ambiente, da Associação em Rede Plena (UFC, UFPI, UFRN, UFPB, UFPE, UFS, UESC) como requisito para a obtenção do título de Doutora em Desenvolvimento e Meio Ambiente aprovada em sessão pública de defesa realizada neste dia.

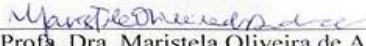
João Pessoa, 16 de fevereiro de 2017

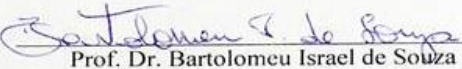
 60 Anos	UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA Programa Regional de Pós-Graduação Em Desenvolvimento e Desenvolvimento e Meio Ambiente DOUTORADO	PRODEMA Caixa Postal 5122 João Pessoa - PB 58051-970 Fone: (83) 3216-7472	 PRODEMA 20 Anos
--	--	---	---

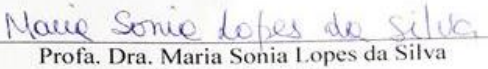
Ata da 4ª Sessão Pública de Defesa de Dissertação da aluna **Alineaurea Florentino Silva** do Curso de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente. Associação Plena em Rede, na área de Desenvolvimento e Meio Ambiente. Aos dezesseis dias do mês de Fevereiro de dois mil e dezessete às 14:00 horas, no sala de aula do PRODEMA, no CCEN, reuniu-se, na forma e termos do art. 64 do Regulamento Geral dos Cursos e Programas de Pós-Graduação "stricto sensu" da UFPB, anexo à Resolução CONSEPE nº 12/00, a Banca Examinadora, composta pelos professores doutores Maria Cristina Basílio Crispim da Silva - PRODEMA-UFPB, na qualidade Presidente/Orientadora, Maristela Oliveira de Andrade e Bartolomeu Israel de Souza, na qualidade de membros internos, PRODEMA-UFPB, Werônica Meira de Souza na qualidade de membro externo - PRODEMA/UFPE, Maria Sonia Lopes da Silva - EMBRAPA, na qualidade de membro externo, para julgamento da tese de doutorado da aluna, **Alineaurea Florentino Silva** intitulada "**PRODUÇÃO DE MANDIOCA EM TRANSIÇÃO AGROECOLÓGICA, COM RESÍDUO ORGÂNICO E CULTIVO SIMULTÂNEO, NO PROJETO PONTAL, PETROLINA-PE**". A sessão pública foi aberta pela Profa. Dra. Maria Cristina Basílio Crispim da Silva na qualidade de presidente. Após a apresentação dos integrantes da banca examinadora, a candidato iniciou a exposição de seu trabalho. Em seguida a Profa. Dra. Maria Cristina Basílio Crispim da Silva passou a palavra ao examinador externo a Profa. Dra. Maria Sonia Lopes da Silva, que iniciou a arguição, seguida pela Profa. Dra. Werônica Meira de Souza, a Profa. Dra. Maristela Oliveira de Andrade e Prof. Dr. Bartolomeu Israel de Souza, fez os seus comentários que foram finalizados pela Profa. Dra. Maria Cristina Basílio Crispim da Silva a presidente da banca examinadora solicitou a retirada da Assembleia para, em sessão secreta, avaliar a aluna. Após a análise da banca examinadora foi atribuído o conceito **APROVADO**, conforme o art. 65 do anexo à Resolução CONSEPE-UFPB nº 12/00. Nada mais havendo a tratar, eu, Reinaldo Farias Paiva de Lucena, Coordenador, lavrei a presente Ata, que lida e aprovada, assino juntamente com os demais membros da banca examinadora.

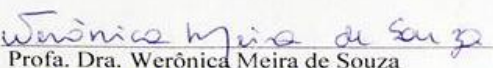
João Pessoa-PB, 16 de Fevereiro de 2017

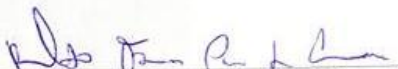

Profa. Dra. Maria Cristina Basílio Crispim da Silva
Presidente/Orientadora


Profa. Dra. Maristela Oliveira de Andrade
Membro Interno


Prof. Dr. Bartolomeu Israel de Souza
Membro Interno


Profa. Dra. Maria Sonia Lopes da Silva
Membro Externo
CPF: 347797444-15


Profa. Dra. Werônica Meira de Souza
020241854-52


Prof. Dr. Reinaldo Farias Paiva de Lucena
Coordenador/PRODEMA

DEDICATÓRIA

*Aos meus avós, aos meus pais e aos meus filhos,
prova maior da minha real passagem aqui nessa
Terra e incentivo permanente ao meu trabalho junto
à agricultura e ao meio ambiente.*

AGRADECIMENTOS

À Deus, energia Maior, antes de todas as coisas, palpáveis e tangenciáveis.

Aos meus queridos pais, Paulo Roberto de Oliveira Silva e Maria de Fátima Florentino Silva, origem da minha existência, influência sobre tudo o que vivi e do que ainda poderei vivenciar.

Aos meus amorosos filhos, Artur Silva Santana, Tales Silva Santana e Rafael Silva Santana, a certeza grata da necessidade de minha missão sobre essa Terra.

Aos meus maravilhosos irmãos, Priscila Florentino Silva e Nivaldo Ferreira da Silva Neto, por conhecer-me desde muito cedo e trazer nas dificuldades sempre a palavra certa na hora exata.

Ao meu querido Lucivânio Jatobá de Oliveira, pelo companheirismo firme e amoroso no doutorado, quando este começou a tornar-se quase impossível, levantando-me a cada desânimo e orientando-me generosa e carinhosamente com sua vasta experiência.

À Embrapa, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, instituição séria que abrigou por último meu conteúdo profissional e permitiu, suprimindo todas as necessidades, que eu fosse mais além e, à frente dela, Dr. Pedro Carlos Gama da Silva, que além de um atuante Chefe Geral, foi sempre compreensivo e perspicaz na melhoria dos sistemas que fazem uma empresa de pesquisa progredir.

À UFPB, minha universidade de origem, e ao Prodepa, Programa de Desenvolvimento e Meio Ambiente, campo e instalações agradáveis e acolhedoras para todos os meus sonhos acadêmicos e realizações.

À minha orientadora, Prof^a. Maria Cristina Basílio Crispim, incansável no ofício de orientar, diante de todas as adversidades que o pioneirismo num curso de Doutorado possa exigir.

Aos examinadores que lapidaram meticulosamente e com esmero nosso trabalho para surgir sempre algo melhor, Prof. Gil Dutra Furtado, Prof^a Maristela de Paula Andrade, Prof. Bartolomeu Israel de Souza, Dra. Maria Sonia Lopes da Silva, Prof^a Werônica Meira de Souza e Prof^a Maria do Socorro B. Araújo.

Aos colegas Pesquisadores da Embrapa que acompanharam toda a técnica do trabalho de tese, incansáveis em colaborar prontamente nas minhas urgências em relatórios e análises de pedologia, fertilidade do solo, estatística, bromatologia e microbiologia, respectivamente Dr. José Barbosa dos Anjos, Dr. Tony Jarbas Ferreira Cunha, Dr. Magnus Dall'Igna Deon, Dr. Raimundo Parente de Oliveira, Dra. Salete Alves de Moraes e Dr. Carlos Alberto Tuão Gava.

Às amigas Rita de Cássia Souza Dias, Maria Aldete Justiniano Ferreira, Carla Regine Reges Silva França e Ana Paula Guimarães Santos, mesmo de longe transmitiam muita força e energia para que meus passos continuassem na caminhada.

A Luiz Manoel de Santana e sua família, que apesar de todas as tempestades por nós vividas, colaboraram no que puderam e torceram por mim, silenciosamente, mas muito claro para o meu coração.

Aos os técnicos e gestores da CODEVASF e de suas terceirizadas, especialmente Cláudio Dias, Leonardo Wilker e Cândido Roberto que trouxeram o Projeto Pontal em mapas e sua vivência em palavras que enriqueceram enormemente o trabalho de tese.

A todos os técnicos e funcionários da Embrapa dos setores de informação, recursos humanos, laboratórios, transportes e campo que acompanharam nosso trabalho e nossas conquistas, em especial Gislene F. Brito Gama, Neide Medeiros Gomes Lopes, Douglas Almeida da Silva, Herbert Mouse de Lima Targino, Espedito Paulo dos Santos, Hélio Macedo, Silvio Clementino e Carlos Barbosa.

A todos os produtores que participaram direta ou indiretamente do trabalho e em especial os que cederam suas propriedades para que fossem nossos laboratórios vivos, Carlinhos, Adauto, Bosquinho, Sr. José Laureano de Souza, Sr. Benedito Alves de Alencar e Sr. Aurélio Maurílio dos Santos Lima.

A todos aqueles que não foram aqui citados, porém que contribuíram direta ou indiretamente para o alcance dos resultados aqui apresentados.

FARINHA DE COMER

Chico Cezar / Fagner

*Eram cinco bocas numa casa de farinha
Nenhuma mandioca, um aipim sequer
Eram cinco bocas numa casa de farinha
E o fogo apagado, nada para moer*

*Justo a lembrança da maniva é o que se tinha
Saudade tapioca, beijo de querer
A boca dos manos mais a boca da maninha
As bocarras bocas, banguelas de fé*

*E a lua iluminava um farelo que sobrou
Farinha comer, farinha comer
De longe enviava um fiapo de amor
Mal via um raio, forno frio, teimava acender*

*Estrelas, cometas, planetas, promessas e sonhos
Estradas, visagens, viagens e torpor*

*Eram cinco bocas no fogão do fim da linha
Fogareiro mudo, monco de acender
Eram cinco bocas no fogão do fim da linha
Fumegando a cina de apagar para ver*

*Resta só o afago congelado na espinha
A chama do gelo na lama do ser
E a alma dos manos pelas bocas se encaminha
Para bocarra boca do infinito céu*

*E a lua iluminava um farelo que sobrou
Farinha comer, farinha comer
De longe enviava um fiapo de amor
Mal via um raio, forno frio, teimava acender*

*Estrelas, cometas, planetas, promessas e sonhos
Estradas, visagens, viagens e torpor*

*Estrelas, cometas, planetas, promessas e sonhos
Estradas, visagens, viagens, delírios, papoulas e sonhos*

*Então, um lavrador disse: “Fala-nos do Trabalho.”
E ele respondeu, dizendo: “Vós trabalhais para acompanhar o
ritmo da terra, e da alma da terra.
Porque ser indolente é tornar-se um estranho às estações e
afastar-se do cortejo da vida, que avança com majestade e
orgulhosa submissão rumo ao infinito. (...)”
Mas eu vos digo que, quando trabalhais, realizais parte do sonho
mais longínquo da terra, desempenhando assim uma missão
que vos foi designada quando êsse sonho nasceu.
E, apegando-vos ao trabalho, estais na verdade amando a vida.
E quem ama a vida através do trabalho, partilha do segredo
mais íntimo da vida.*

O Profeta
Gibran Khalil Gibran

USO DE RESÍDUO ORGÂNICO NA PRODUÇÃO DE MANDIOCA EM TRANSIÇÃO AGROECOLÓGICA, NO PROJETO PONTAL, PETROLINA-PE

RESUMO

Os solos da maioria das propriedades de áreas dependentes de chuva, da região semiárida do nordeste brasileiro, possuem baixos teores de elementos como nitrogênio e fósforo, dificultando o alcance de resultados de produção que permitam a manutenção satisfatória da atividade agrícola nessas áreas. Como consequência, ano após ano, as safras esperadas tornam-se cada vez mais raras e muitos agricultores passam a não mais acreditar na viabilidade do cultivo de algumas espécies, mesmo aquelas que historicamente têm ocupado espaços importantes nessas propriedades, como milho, feijão e mandioca. A mandioca é uma espécie de grande importância nos ambientes semiáridos, apresentando grande versatilidade na produção de alimentos in natura e processados e forragem. O uso de resíduos orgânicos das propriedades para fertilização do solo e melhoria das condições de crescimento das espécies vegetais é uma das práticas internacionalmente preconizadas para uma agricultura de base ecológica. O presente trabalho teve como objetivo avaliar a produção de mandioca (*Manihot esculenta* cranz) e a fertilidade do solo com uso de resíduo orgânico, em transição agroecológica no Projeto Pontal, Petrolina-PE. Foram realizadas entrevistas semiestruturadas, coleta de solo, de resíduos e da produção nas comunidades Vira Beiju, Lajedo e Amargosa. As análises do solo e dos resíduos orgânicos encontrados nas propriedades foram realizadas na Embrapa Semiárido e revelaram a necessidade de correção da acidez (pH entre 4,2 e 5,5) em todas as comunidades, adição de fontes de fósforo (P disponível <3,8mg.dm⁻³), matéria orgânica (<5,5 g.kg⁻¹) e zinco (<6,95 mg.dm⁻³), principalmente na Comunidade Vira Beiju. Foram identificadas diversas atividades geradoras de resíduos que podem ser utilizados na agricultura local, porém no período avaliado (estiagem) apenas o esterco caprino foi encontrado em maior quantidade (5,0m³/mês), em todas as comunidades, sendo comercializado para obtenção de renda. A criação de animais foi uma das atividades mais geradora de resíduos, junto com os cultivos, também apontados como grandes geradores de resíduos, pela maioria dos entrevistados (89%). O curral foi o local de maior geração de resíduos na propriedade, no período avaliado (88,9%). A resposta da planta ao uso do resíduo testado (esterco) ou aplicação de fósforo esteve diretamente relacionado ao tipo de solo e condições hídricas no período do ciclo da planta, sendo estas condições altamente variáveis no presente estudo nas três comunidades trabalhadas. A correção do solo mostrou resultados significativos quando associado ao uso do esterco, sendo bastante promissor para elevar a produtividade da mandioca em sistema de transição agroecológica.

Palavras-chave: unidades produtivas, caracterização de resíduos orgânicos, análise química, fertilização do solo, aspectos sociais.

USE OF ORGANIC WASTE IN CASSAVA PRODUCTION IN AGROECOLOGICAL TRANSITION, IN THE PONTAL PROJECT, PETROLINA-PE

ABSTRACT

The soils of most of the rain-dependent areas farms of the semiarid region of the northeastern Brazil have low levels of elements such as nitrogen and phosphorus, hampering the achievement of results of production that allow the satisfactory maintenance of the agricultural activity in these areas. As a result, year after year the expected yields become increasingly rare and many farmers no longer believe in the viability of cultivation of some species, even those that have historically occupied spaces in these important properties, such as maize, beans and cassava. Cassava is a species of great importance in semi-arid environments, presenting great versatility in the production of fresh and processed foods and fodder. The use of organic residues from the properties for soil fertilization and improvement of growth of the vegetal species is one of the internationally recommended practices for a sustainable ecologically based agriculture. The objective of this work was to evaluate cassava (*Manihot esculenta* cranz) production and soil fertility with the use of organic residue in agroecological transition in the Pontal Project, Petrolina-PE. Semistructured interviews, soil collection, of residues and of the production in the communities were held in the communities Vira Beiju, Lajedo and Amargosa. The soil analyzes were carried out at Embrapa Semiarid and revealed the need for soil acidity correction (pH between 4,2 and 5,5) in all communities, addition of sources of phosphorus (P available < 3,8 mg.dm⁻³), organic matter (<5,5 g.kg⁻¹) and zinc (< 6,95 mg.dm⁻³), especially in community Vira Beiju. Various activities that generate agricultural waste that can be used in local agriculture were identified, but in this study period (drought) only goat manure was found in greater quantity (5,0m³ per month), in all communities, being sold for obtaining income. Livestock production was one the most generating of waste, along with the crops, also mentioned as big generators of residues, by most of the interviewee (89%). The stable was the place with highest generation of residues in the property, during the study period (88.9 %). The response of the plant to the use of the tested residue (manure) or phosphorus application has been directly related to the soil type and hydric conditions during the plant cycle, being these conditions highly variable in this study in the three communities studied. The correction of the soil showed significant results when associated to the use of manure, being very promising to increase the yield of cassava in an agroecological transition system.

Key words: productive units, organic residues characterization, chemical analysis, soil fertilization, social aspects

LISTA DE TABELAS

Título da Tabela	Pág.
Tabela 1. Características do solo analisado nas comunidades Amargosa, Lajedo e Vira Beiju.	74
Tabela 2. Continuação das características do solo analisado nas diferentes comunidades.	75
Tabela 3. Produção das diversas partes da mandioca sem adubação na comunidade Vira Beiju.	120
Tabela 4. Produção das diversas partes da mandioca na área adubada previamente na comunidade Vira Beiju.	121
Tabela 5. Efeito da correção do pH e adição de fósforo (adubação) sobre a produção de raiz, maniva e maniva + cepa.	124
Tabela 6. Índice de colheita de raiz das plantas de mandioca na comunidade Vira Beiju, Petrolina-PE, sob a interação entre adubação e de esterco.	124
Tabela 7. Produção compartimentalizada da mandioca na comunidade Amargosa.	125
Tabela 8. Produção compartimentalizada da mandioca na comunidade Lajedo.	126
Tabela 9. Índice de colheita de raiz, de ração e de parte aérea, número de raízes por planta e peso médio de raízes mandioca na comunidade Lajedo.	127
Tabela 10. Proteína Bruta (%), Cinzas (%) e FDN (%) na parte aérea das plantas de mandioca que seria destinada a alimentação dos animais na comunidade Lajedo.	127
Tabela 11. Análise química do perfil do solo nas áreas da caatinga e área de cultivo na comunidade Vira beiju.	144
Tabela 12. Elementos químicos analisados no solo na comunidade Vira Beiju após o término do experimento.	145
Tabela 13. Elementos químicos analisados no solo na comunidade Vira Beiju após o término do experimento, considerando a adição de esterco.	146
Tabela 14. Elementos químicos analisados no solo na comunidade Vira Beiju após o término do experimento, considerando as duas variedades utilizadas. Fonte: dados da pesquisa.	146
Tabela 15. Elementos químicos analisados no solo na comunidade Vira Beiju após o término do experimento, considerando as duas variedades utilizadas.	147

LISTA DE FIGURAS

TÍTULO DA FIGURA	PÁG.
Figura 1. Localização esquemática do Projeto Pontal	32
Figura 2. Localização da área do PV1, pertencente a comunidade Lajedo, Petrolina-PE, com destaque para lagoas, possivelmente dolinas.	35
Figura 3. Área de influência direta do meio biótico no Projeto Pontal. Detalhe dos afluentes e local de desembocadura do Riacho Pontal.	36
Figura 4. Riachos que serpenteiam sobre o interior de Petrolina. Riacho Cruz de Salinas e Tanque Novo e Riacho Pontal (destaque), onde está localizado o presente trabalho.	37
Figura 5. Reservatórios localizados ao longo da bacia do Riacho Pontal.	38
Figura 6. Visão panorâmica de trecho do riacho Pontal, na Comunidade Amargosa, com destaque para o pavimento detrítico (detalhe acima à esquerda, apresentando seixos de quartzo, angulosos e subangulosos) e área experimental de plantio. O caráter subarredondado ou arredondado dos seixos denuncia um transporte fluvial pretérito.	40
Figura 7. Visão real do terraço de cascalheiro (pavimento detrítico) próximo a área do experimento (A) e área do experimento com vestígios de seixos quartzosos remobilizados do terraço de cascalheiros (B)	41
Figura 8. Bloco diagrama apresentando detalhe da compartimentação geomorfológica da área adjacente ao Riacho Pontal.	42
Figura 9. Mapa de avaliação do relevo da região do Riacho Pontal (em destaque).	43
Figura 10. Relevo da área de estudo, dentro do Projeto Pontal, inserido no município de Petrolina.	44
Figura 11. Precipitação média anual no período de 1931 a 1961 para o Nordeste do Brasil. Em vermelho destaca-se a extensão das áreas de menor precipitação anual da região, o Polo Xérico.	45
Figura 12. Climas de Pernambuco. Destaque para região em vermelho que corresponde ao clima semiárido pernambucano, Im < -40.	46
Figura 13. Esquema das massas de ar que atuam na atmosfera inferior sobre a América do Sul, segundo Serra e Ratisbonna. Ea significa massa de ar Equatorial Atlântica.	47
Figura 14. Zonas climáticas da América do Sul, África e Oriente Médio, segundo a classificação de Koppen. Na figura, observa-se a faixa de clima B que se prolonga do Sudoeste da África até o Nordeste brasileiro	48
Figura 15. Algumas áreas do Nordeste do Brasil consideradas de “sombra de chuva”. As áreas deprimidas são as pontilhadas. As setas indicam os fluxos de ar.	49

Figura 16. Média de temperatura mínima para o mês de julho entre os anos de 1961 e 2014 em Petrolina-PE incluindo linha de tendência.	50
Figura 17. Temperatura média do ar do município de Petrolina no período entre 1961 e 2014.	51
Figura 18. Precipitação em Petrolina entre 1955 e 2015.	51
Figura 19. Regime de chuvas para Pernambuco. Onde w=chuvas de verão (provocadas pela ZCIT), w'=chuvas de verão retardadas para outono (determinada pela massa de ar Equatorial Continental) e s'=chuvas de outono-inverno (ocasionada pela Frente Polar Atlântico).	52
Figura 20. Esquema dos diversos sistemas atmosféricos atuantes na área de trabalho. Fonte: adaptado do Google Earth.	53
Figura 21. Vórtice ciclônico agindo sobre o nordeste brasileiro. Data: 27 de fevereiro de 2014. A imagem mostra forte nebulosidade responsável por aguaceiros na área de Petrolina e adjacências. O centro desse vórtice que é seco e estável encontrava-se sobre o território baiano (destaque em amarelo).	54
Figura 22. Fluxos de penetração da população para o interior do Nordeste, no século XVI e XVII, apresentando a Penetração Baiana (linha contínua) e a Pernambucana (linha pontilhada).	58
Figura 23. Mapa do Projeto Pontal, destacando as comunidades presentes no espaço geográfico determinado para a instalação do Projeto.	62
Figura 24. Estrada que atravessa o Projeto Pontal, detalhe para o canal de irrigação com água presente.	63
Figura 25. Residências de diferentes características presentes no Projeto Pontal.	64
Figura 26. Perfil do produtor entrevistado no Projeto Pontal nas três comunidades Lagedo, Vira Beiju e Amargosa.	76
Figura 27. Resíduos gerados no período seco pelas diversas atividades nas comunidades avaliadas do Projeto Pontal.	78
Figura 28. Entrevista na comunidade Vira Beiju, Petrolina-PE. Presença de técnico da ATER local, produtor e estagiário.	78
Figura 29. Locais de geração de resíduos no período seco do ano. Média das três comunidades.	79
Figura 30. Observação do esterco acumulado no curral de Sr. Benedito (lado esquerdo em primeiro plano), na comunidade Vira Beiju, Petrolina/PE.	80
Figura 31. Amostra de esterco caprinovino adicionado em cova de plantio já com um pedaço de maniva de mandioca.	82
Figura 32. Fatores ecológicos em nível de pastagem, diversidade vegetativa e qualidade do solo que condicionam a resiliência de um agroecossistema.	86

Figura 33. Área colhida (esquerda) e produção de mandioca (direita) no ano 2016 nos estados brasileiros.	89
Figura 34. Teores de elementos químicos no esterco caprino ovino analisado nas comunidades Amargosa, Lagedo e Vira Beiju.	90
Figura 35. Teores de microelementos Boro, Cobre e Zinco no esterco caprinovino nas comunidades Amargosa, Lagedo e Vira Beiju.	91
Figura 36. Teores de microelementos Ferro, Manganês e Sódio no esterco caprinovino nas comunidades Amargosa, Lagedo e Vira Beiju.	92
Figura 37. Teores de macroelementos químicos em outros resíduos encontrados na comunidade Amargosa.	93
Figuras 38. Teores de microelementos químicos em outros resíduos encontrados na comunidade Amargosa.	94
Figura 39. Tamanho médio das áreas de mandioca nas propriedades acompanhadas no Projeto Pontal.	96
Figura 40. Informações dadas pelos agricultores quando perguntados sobre os resíduos gerados nas propriedades das comunidades participantes do projeto de pesquisa.	96
Figura 41. Equipe de trabalho e representantes das comunidades participantes dos eventos de retorno das informações para as comunidades. Local: Amargosa, Petrolina-PE.	97
Figura 42. Principais dificuldades apontadas pelas comunidades entrevistadas.	98
Figura 43. Principais destinos dos resíduos nas comunidades analisadas ao término do trabalho.	99
Figura 44. Práticas Agroecológicas apontadas como realizadas pelas comunidades acompanhadas no Projeto Pontal, Petrolina-PE.	100
Figura 45. Práticas Agroecológicas apontadas como realizadas pelas comunidades acompanhadas no Projeto Pontal. Petrolina-PE.	101
Figura 46. Comportamento da área plantada de mandioca (hectare) nas cinco regiões brasileiras nos últimos 10 anos.	107
Figura 47. Produção de raízes de mandioca (tx1000) nas cinco regiões brasileiras nos últimos 10 anos.	108
Figura 48. Rendimento de raízes de mandioca (t/ha) ao longo dos últimos 10 anos nas cinco regiões brasileiras.	108
Figura 50. Efetivo do rebanho caprino, ovino e somatório dos dois, no Nordeste (acima) e em Pernambuco (abaixo).	106
Figura 51. Desenho esquemático da dinâmica de espécies vegetais para cultivo simultâneo, tendo-se em vista o resultado agrônômico de cada um deles, em área dependente de chuva.	117
Figura 52. Opções de cultivos simultâneos com macaxeira, feijão, milho e amendoim com indicação do que cada uma das culturas poderá produzir	118

ou deixar na área

Figura 53. Eventos de chuva durante o trabalho desenvolvido nas três comunidades, Vira Beiju, Lajedo e Amargosa. 119

Figura 54. Efetivo do rebanho caprino, ovino e somatório dos dois, no Nordeste (acima) e em Pernambuco (abaixo). 122

Figura 55. Perfil de solo (A) analisado na área de caatinga preservada ao lado do ensaio, com detalhe da caatinga ainda presente (B) na comunidade Vira Beiju, 142

Figura 56. Perfil de solo (A) analisado na área experimental, com detalhe do ensaio presente (B) na comunidade Vira Beiju, Petrolina-PE, 2016. 143

Figura 57. Carbono da Biomassa microbiana do solo nos diferentes tratamentos na comunidade Vira Beiju, Petrolina-PE. 150

Figura 58. Respiração Basal do solo nos diferentes tratamentos na área adubada e não adubada da comunidade Vira beiju, Petrolina-PE 151

Figura 59. Respiração Basal do solo no ambiente da Caatinga não antropizada adjacente aos ensaios de mandioca na área da comunidade Vira beiju, Petrolina-PE 152

Figura 60. Quociente metabólico (qCO_2) nos diferentes tratamentos aplicados na área dependente de chuva da comunidade Vira Beiju, Petrolina-PE 153

LISTA DE ABREVIATURAS

ABAM	Associação Brasileira dos Produtores de Amido de Mandioca
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ADS	Agentes de Desenvolvimento Local Sustentável
AIA	Avaliação de Impacto Ambiental
APAC	Agência Pernambucana de Águas e Clima
CODEVASF	Companhia de Desenvolvimento do Vale do São Francisco
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
CPRH	Agência Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos
DNOCS	Departamento Nacional de Obras contra a Seca
EA	Massa Equatorial Atlântica
EC	Massa de ar Equatorial Continental
EIA	Estudo de Impacto Ambiental
Embrapa	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
FPA	Frente Polar Atlântica
HCN	Ácido Cianídrico
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IC	Índice de Colheita
Im	Índice Hídrico geral
INMET	Instituto Nacional de Meteorologia
INPE	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
pH	Potencial Hidrogeniônico
PPP	Parceria Público-Privada
PV1	Pulmão verde 1
RIMA	Relatório de Impacto Ambiental
ROC	Radiação de ondas curtas
ROL	Radiação de ondas longas
SRTM	Shuttle Radar Topographic Mission
SUDENE	Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste
TA	Massa Tropical Atlântica
TK	Massa Tépidas Kalaariana
TP	Massa Tropical Pacífica
VCAN	Vórtices Ciclônicos de Altos Níveis
VCAS	Vórtice Ciclônico da Atmosfera Superior
ZCIT	Zona de Convergência Intertropical

SUMÁRIO

	Pág.
INTRODUÇÃO	21
Objetivo geral	25
Objetivos específicos	26
Hipóteses	26
 CAPITULO 1	 27
CARACTERIZAÇÃO GEOAMBIENTAL DA ÁREA DO PROJETO PONTAL, PETROLINA-PE	27
INTRODUÇÃO	28
1.1 Metodologia	29
1.2 Resultados e discussão	31
1.2.1 Concepção inicial do Projeto Pontal	31
1.2.2 Características Geomorfológicas	33
1.2.3 Condições Climáticas ambientais	44
1.2.4 O processo histórico de ocupação do espaço regional	57
1.2.5 Dinâmica diferenciada do Projeto Pontal	60
 CAPITULO 2	 66
CARACTERIZAÇÃO DAS UNIDADES PRODUTIVAS E DOS RESÍDUOS ORGÂNICOS GERADOS	
INTRODUÇÃO	67
2.1 Metodologia	68
2.1.1 A escolha das unidades produtivas	68
2.1.2 Caracterização das unidades produtivas	69
2.1.3 Caracterização dos resíduos	70
2.2 Resultados e discussão	73
2.2.1 Caracterização química inicial do solo das unidades produtivas do Projeto Pontal	73
2.2.2 Perfil inicial dos os agricultores do Projeto Pontal	76
2.2.3 Principais locais e atividades geradoras de resíduos orgânicos no Projeto Pontal	77
2.2.4 Sobre os resíduos sólidos e orgânicos	81
2.2.5 Sobre o uso dos resíduos na agricultura	84
2.2.6 Sobre os resíduos na agricultura dependente de chuva	85
2.2.7 Volume e caracterização química dos resíduos no Projeto Pontal	88
2.2.8 Retorno das comunidades sobre o uso dos resíduos nas comunidades do Projeto Pontal	95

CAPITULO 3	103
CRESCIMENTO E PRODUTIVIDADE DA MANDIOCA EM TRANSIÇÃO AGROECOLÓGICA NAS UNIDADES PRODUTIVAS	
INTRODUÇÃO	104
3.1 Metodologia	111
3.2 Resultados e Discussão	114
3.2.1 Transição Agroecológica	114
3.2.2 Resposta da mandioca na transição agroecológica	118
 CAPITULO 4	
AVALIAÇÃO DO IMPACTO DA UTILIZAÇÃO DOS DIVERSOS RESÍDUOS E CULTIVOS SIMULTÂNEOS COM A MANDIOCA SOBRE A FERTILIDADE E MICROBIOLOGIA DO SOLO	129
INTRODUÇÃO	130
4.1 Metodologia	138
4.1.1 Abertura e análise dos os perfis e da fertilidade do solo	138
4.1.2 Evolução de CO ₂	139
4.1.3 Carbono da biomassa microbiana	140
4.2 Resultados e discussão	140
4.2.1 A fertilidade do solo no semiárido e manejo sustentável	140
4.2.2 Microbiologia do solo	148
 CONSIDERAÇÕES FINAIS	155
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS CITADAS E CONSULTADAS	158
Anexos	

INTRODUÇÃO

O emprego de resíduos orgânicos no plantio de diversas espécies vegetais em várias áreas do planeta melhora consideravelmente as características físicas, químicas e biológicas do solo, resultando numa maior produtividade agrícola. O cultivo da mandioca, sobretudo em diversos espaços de Pernambuco, vem sendo realizado ainda de forma tradicional, com uso de variedades locais e com pouco ou nenhum aporte de insumos químicos ou orgânicos. No caso específico do município de Petrolina e em áreas adjacentes, o uso de resíduos orgânicos na agricultura praticamente inexistia, constituindo-se um óbice ao aumento de produtividade no plantio da mandioca. Quando muito alguns desses resíduos eram utilizados para a alimentação dos animais. A saída dos resíduos orgânicos das propriedades foi identificada como uma das razões para o empobrecimento dos solos desses locais. Essa constatação induziu-nos a analisar mais profundamente a viabilidade do emprego desses referidos resíduos, mais especificamente na espécie em pauta (mandioca), a partir do emprego de técnicas de natureza agroecológica.

Como prática agrícola de cunho sistêmico, a Agroecologia tem difundido um padrão de produção eficaz para a compreensão das principais demandas do desenvolvimento rural, sem, no entanto, exaurir os recursos naturais existentes ou causar dependência de insumos externos que inviabilizem o balanço positivo dos aspectos econômicos, sociais e ambientais locais e regionais.

A manutenção das características benéficas do solo, considerado atualmente como um Capital Natural¹ de elevada importância, resultante de um processo de pedogênese de milhares de anos, é um dos principais propósitos da produção agrícola de base ecológica sustentável e, para tanto, diversas práticas precisam ser levadas em consideração, como o uso de resíduos orgânicos, manutenção de cercas vivas, rotação de culturas, plantio mínimo ou plantio direto na palha.

¹ Segundo Miller Jr (2008), o Capital Natural corresponde aos recursos e serviços naturais que mantêm a nossa e outras espécies vivas e que dão suporte às nossas economias. Esse autor afirma ainda que “o primeiro passo em direção à sustentabilidade é entender os componentes e a importância do Capital Natural e da renda natural ou biológica que ele fornece”. (p. 3) (Ref bibliog: MILLER-JR, G.T. Ciência Ambiental - São Paulo: Cengage Learning, 2008)

O uso de cultivos simultâneos², também é uma prática importante em áreas de transição agroecológica, pois consistem em cultivo de duas ou mais espécies numa mesma área, elevando sobremaneira a diversidade vegetal, quebrando assim o ciclo de diversas outras plantas que possam ser ervas espontâneas.

A agroecologia tem sido muito utilizada como base teórica para justificar alterações na forma de produção de diversas espécies em busca de melhor qualidade no sistema agrícola. Diversos autores escreveram sobre o tema e todos são unânimes em defender que um sistema de base ecológica possui maiores chances de respeitar os recursos naturais e permitir a convivência nos sistemas de produção de forma menos agressiva ao homem e ao meio ambiente. Infelizmente nem todos deixam claro que um sistema de produção agrícola de base ecológica precisa ser adaptado para cada região, lançando mão das bases científicas adequadas para cada realidade e com isso diversas técnicas são erroneamente adotadas, sem, contudo, adequar-se aos sistemas sustentáveis de produção. Nesse sentido, o que se propõe nos sistemas de produção que procuram uma agricultura mais “saúdável” é a adoção de técnicas e conceitos que permitam o funcionamento do processo de “Transição Agroecológica”, ou seja, um caminho menos drástico para sair da agricultura convencional e alcançar um sistema de produção mais adequado à realidade local, com menor uso de insumos externos, preocupado com a conservação do capital natural presente, socialmente justo e economicamente viável.

A região semiárida pernambucana replica características de clima e solo semelhantes a diversas outras. A área investigada na presente tese possui solos predominantes possuem fertilidade natural média a baixa, com baixos teores de matéria orgânica, de fósforo e nitrogênio. O clima por sua vez quente e seco na maior parte do ano, pela ausência de chuvas, impõe um sistema de decomposição da matéria orgânica que limita a produção das espécies mais exigentes, tornando os sistemas de produção cada vez mais dependentes da irrigação e da adição de

² “Cultivo simultâneo” é o termo usado atualmente para definir o que era anteriormente denominado de cultivo em consórcio. O consórcio, atualmente denominado cultivo simultâneo, é uma forma de cultivo de espécies diferentes numa mesma área, com linhas alternadas ou alternância de espécies na mesma linha. Tem uma função ambiental importante de quebrar o ciclo de vida de alguns patógenos, sejam eles insetos ou microrganismos aéreos ou de solo. Infelizmente ainda não é uma prática muito utilizada em cultivos comerciais, por conta de dificuldade de manejo das espécies vegetais envolvidas, insumos usados, maquinário, etc.

fertilizantes. Dessa forma nota-se que faz-se necessário o uso de fontes de matéria orgânica que resulte em maior aporte de nutrientes bem como da manutenção de condições físicas do solo aceitáveis a uma produtividade minimamente aceitável.

Além de ser uma das espécies vegetais mais resistentes ao déficit hídrico, pragas e doenças, a mandioca faz parte da agricultura brasileira desde o tempo do descobrimento sendo, desde essa época, parte importante da culinária nacional. No Nordeste, especialmente na região semiárida, além do aspecto alimentar humano, partes da planta da mandioca já estão incluídas na dieta de caprinos e ovinos, elevando sua importância dentro dos sistemas agropecuários de produção. Por sua versatilidade e grande aceitação pelos agricultores a mandioca foi escolhida como planta de referência no sistema de produção em pauta. Cada dia surgem perspectivas diferentes para uso dessa planta, além do nutricional de humanos e animais, que vão podem chegar até testes de uso das raízes para biocombustível, opção esta que se reveste de extraordinária importância diante da crise energética que passa o mundo, especialmente com a eminência da exaustão das reservas petrolíferas.

O Projeto Pontal é um espaço na zona rural de Petrolina que foi destinado a instalação de um perímetro irrigado, semelhante a outros conhecidos da região, como o Bebedouro, Nilo Coelho, Mandacaru, etc. O Projeto Pontal, nasceu, porém com uma proposta diferente dos anteriores, por permitir ao antigo morador do local manter sua vida no meio do perímetro, reservando para estes um ponto de água para dessedentarização dos animais. Como parte do desenvolvimento econômico da região, onde inclui os demais projetos irrigados, o Pontal também foi projetado para ancorar diversas iniciativas bem planejadas para aliar a produção de espécies de interesse econômico com o processamento das mesmas e a convivência com as áreas dependentes de chuva, conhecidas como área de sequeiro. Nas áreas de sequeiro os benefícios iriam desde o emprego de parte da mão de obra familiar, de filhos, etc. nas empresas âncoras com áreas irrigadas, até o incentivo ao processamento dos produtos gerados ali mesmo, como a carne de caprinos e ovinos, leite, ovos e queijo, produzidos pelas famílias ali reassentadas. Todo esse sistema que envolveria a associação das áreas irrigadas com as áreas dependentes

de chuva de um mesmo projeto era uma proposta inovadora que teria chances de alcançar o desenvolvimento local sustentável em pouco tempo de funcionamento.

Nas propriedades familiares ou mesmo de médio porte, normalmente é gerada grande quantidade de resíduos sólidos e líquidos nas diversas atividades ali desenvolvidas. Esses resíduos orgânicos poderiam ser absorvidos pela produção agrícola ou pecuária local, porém o desconhecimento das características desses materiais, ou da resposta das plantas com a sua presença, impedem que os mesmos tenham grande aceitação. Em alguns casos, os resíduos das propriedades são comercializados para a geração de capital financeiro, mesmo que as áreas de produção estejam precisando de melhorias nas propriedades de fertilidade do solo, dificultando cada vez mais a transição do sistema de produção convencional para o sistema de produção agroecológico.

Os resíduos orgânicos são importantes para a produção agrícola e manutenção da qualidade do solo ao longo do processo de transição agroecológica. Assim, o conhecimento mais aprofundado sobre suas características e reações no solo e nas plantas poderá contribuir para reduzir a prática da comercialização e descarte inadequado destes nas propriedades, favorecendo seu uso para a melhoria do sistema de produção como um todo. Antes de sugerir qualquer tipo de uso para os resíduos gerados nas propriedades e até mesmo acessar algum tipo de política pública que possa existir para isso, é importante conhecer a composição desses resíduos, tanto quanto ao teor de nutrientes como ao de elementos que possam ser tóxicos ao homem e à natureza. Além do conhecimento da composição desses resíduos pode-se observar a reação dos mesmos quando em uso ou armazenados em sistema aeróbio ou anaeróbio, para que a utilização dos mesmos seja mais equilibrada.

O tema escolhido para desenvolvimento do presente trabalho, uso de resíduo orgânicos na agropecuária dependente de chuva, especialmente para a cultura da mandioca, teve sua importância condicionada com a constatação das características precárias da fertilidade na maioria dos solos da região semiárida e do não uso dos resíduos presentes nas propriedades. O déficit hídrico e dificuldade de manejo de água no solo ao longo do ano ou nos períodos de cultivo são preocupações

constantes para a agropecuária e uma das alternativas de minimizar o problema pode ser o uso dos resíduos no solo.

A área escolhida para o desenvolvimento do trabalho apresenta condições edafoclimáticas precárias, ou seja, constitui um espaço geográfico adverso a realização de atividades agrícolas de maior produtividade. Esse fato representou um desafio à aplicação das orientações de base agroecológicas capazes de reverter a situação precária e os obstáculos presentes à produção. Os contatos iniciais com os agentes da produção, representados pelos produtores e suas famílias, revelaram que estes desconheciam o potencial de uso dos resíduos em pauta e utilizava-os para outras finalidades que não os empregados para o cultivo agrícola.

A tese está estruturada em quatro capítulos, interrelacionados e dependentes um do resultado do outro. No primeiro capítulo foi caracterizada de forma ampla a área do trabalho, abordando os aspectos de relevo, geologia, geografia, clima, vegetação e aspectos históricos e sócio-econômicos. No segundo capítulo foi apresentada uma caracterização mais detalhada das unidades produtivas onde foi desenvolvido o trabalho, detalhando as principais atividades geradoras de resíduos bem como a composição química dos mesmos. No terceiro capítulo, após conhecer as unidades familiares e os resíduos orgânicos presentes, foram lançados a campo os ensaios para compreender a resposta da mandioca, testando resíduo orgânico e cultivo simultâneo (feijão). No quarto e último capítulo foram analisados mais profundamente o solo da área e os impactos do uso dos resíduos e do cultivo simultâneo na fertilidade do mesmo e na microbiologia. Assim, o presente trabalho teve como objetivo principal avaliar a produção de mandioca (*Manihot esculenta* Cranz), em transição agroecológica, com uso de resíduo orgânico e cultivo simultâneo no Projeto Pontal, Petrolina-PE.

OBJETIVO GERAL

Avaliar a produção de mandioca (*Manihot esculenta* Cranz) e a fertilidade do solo com uso de resíduos orgânicos, em transição agroecológica, no Projeto Pontal Sequeiro, Petrolina-PE.

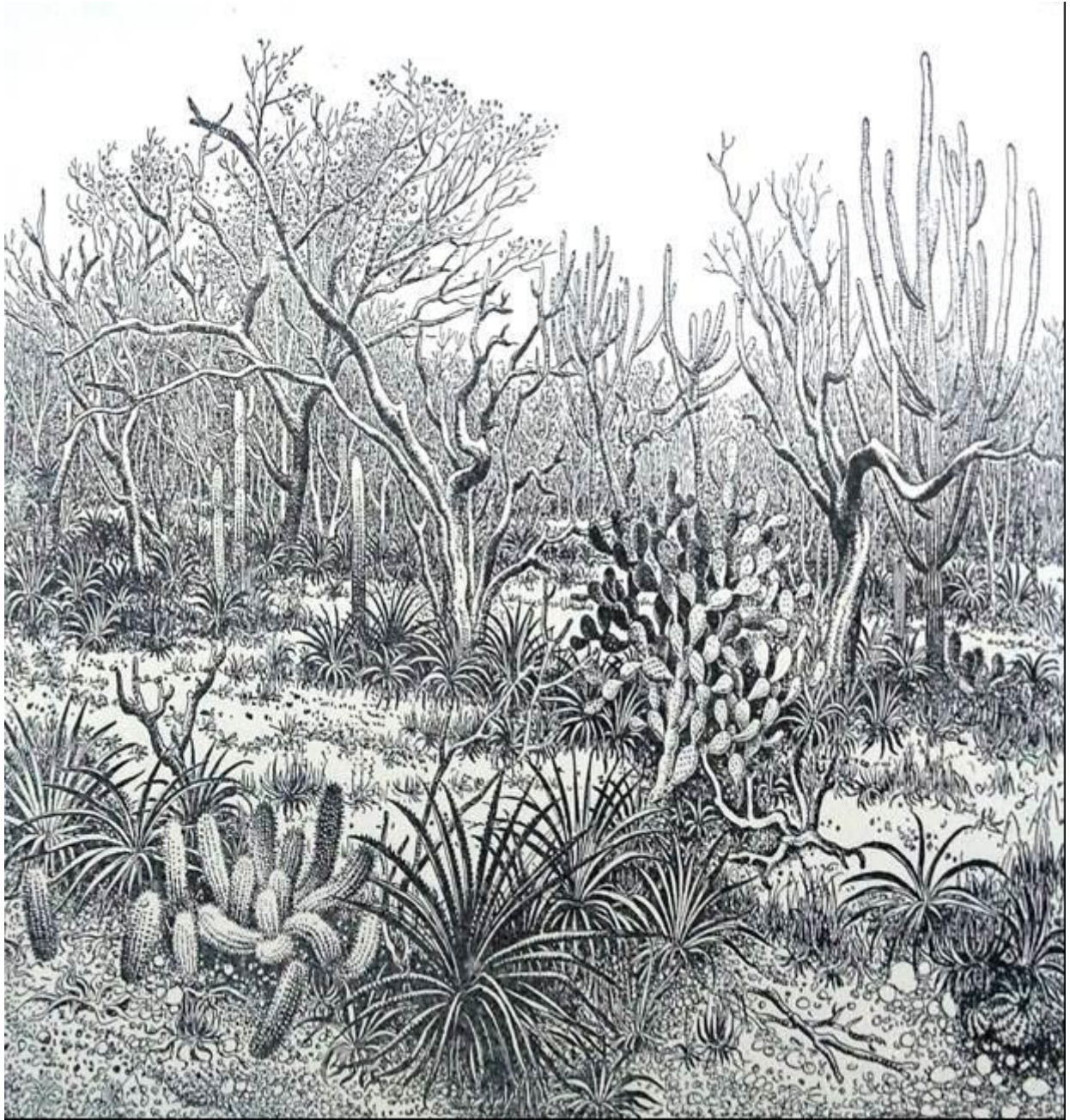
OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Caracterizar o Projeto Pontal, em Petrolina-PE, apresentando uma análise geoambiental com ênfase nas condições climáticas, pedológicas, geológicas e hidrológicas;
- Caracterizar as unidades produtivas, identificando a geração de resíduos orgânicos relacionada com as principais atividades desenvolvidas no Projeto Pontal, Petrolina-PE;
- Quantificar e caracterizar quimicamente os resíduos orgânicos gerados nas propriedades, passíveis de serem reaproveitados no sistema de produção de mandioca em transição agroecológica;
- Quantificar o crescimento e produtividade da mandioca cultivada com uso de resíduo orgânico em sistema de transição agroecológica;
- Avaliar a fertilidade do solo após a utilização de resíduos orgânicos na produção de mandioca em transição agroecológica no Projeto Pontal, Petrolina-PE.

HIPÓTESES

- H1 - As principais atividades agropecuárias das unidades de produção de base familiar geram resíduos orgânicos que podem ser integrados num sistema de produção sustentável de mandioca;
- H2 - Os resíduos orgânicos gerados pelas atividades da unidade produtiva familiar possuem volume e características químicas apropriadas para seu aproveitamento nos sistemas de produção de mandioca em transição agroecológica;
- H3 - A utilização de resíduo orgânico e cultivos simultâneos em sistema de produção de mandioca em transição agroecológica proporciona aumento da produtividade da cultura e melhoria na fertilidade do solo;

CAPÍTULO 1



PERCY LAU, 1963

CARACTERIZAÇÃO GEOAMBIENTAL DA ÁREA DO PROJETO PONTAL, PETROLINA-PE

CAPÍTULO 1

CARACTERIZAÇÃO GEOAMBIENTAL DA ÁREA DO PROJETO PONTAL, PETROLINA-PE

INTRODUÇÃO

A caracterização da área de estudo, em qualquer esfera que compreenda um trabalho investigativo, seja ele técnico ou científico, torna-se essencial para a leitura e compreensão dos resultados à luz do entendimento maior das circunstâncias e das variações que possam existir em diversas outras situações que ocorram em outros trabalhos. A leitura genérica e desatenciosa por parte de muitos pesquisadores que discutem e chegam a publicar contrapontos de resultados de pesquisa sem observar os espaços onde eles foram desenvolvidos gera um dos mais graves equívocos que se possa ter na ciência, quando simplesmente são adotados e replicados resultados em locais extremamente distintos dos recomendados nas publicações.

Neste trabalho de tese utilizou-se a definição de meio ambiente estabelecida por Bucek (1983), ou seja, meio ambiente sendo o sistema de elementos abióticos, bióticos e socioeconômicos com os quais o homem entra em contato, modificando-os, utilizando-os para satisfação de suas necessidades e adaptando-se a ele. Assim, a caracterização ambiental da área investigada pressupõe uma análise das condições geológicas, geomorfológicas, climatológicas, hidrográficas, pedológicas, fitogeográficas e socioeconômicas.

Os fatores contidos na análise geoambiental resultam em nuances passíveis de observação e entendimento da natureza, onde ocorreu a produção do espaço geográfico³ em pauta. Por conseguinte, pode-se ter claro que as condições geoambientais da região de Petrolina (PE), na qual se insere o Projeto Pontal Sequeiro, exercem papel importante sobre a variedade de atividades econômicas desenvolvidas nesse espaço geográfico.

³ O espaço geográfico é produzido a partir de uma relação dialética entre sociedade e natureza. Talvez seja interessante inserir algumas considerações de Manuel Correia de Andrade, extraídas do livro Geografia Econômica, sobre espaço geográfico, que é uma categoria de análise muito importante. Quando foi instalado o Projeto Pontal, inciou ali a produção do espaço geográfico. Na produção do espaço geográfico, o homem modifica a natureza e começa a alterar o Capital Natural (solo, relevo, hidrografia etc.)

A caracterização geral da área abordando os diversos aspectos do solo, da hidrologia, do relevo e mesmo da geologia teve como intuito apresentar o contexto ambiental da área pesquisada, trazendo detalhes importantes, posteriormente abordados na discussão e ainda esclarecer diversos aspectos singulares postos nos resultados que têm explicação baseada nas condições climáticas do local. Assim, o presente capítulo da tese teve como objetivo principal caracterizar a região de Petrolina-PE, apresentando uma análise geoambiental com ênfase nas condições geomorfológicas, geológicas, climáticas, pedológicas, e hidrológicas. Para tanto foram usados diversos recursos cartográficos e informações coletadas em diversas instâncias e descritas na metodologia, detalhada a seguir.

1.1 METODOLOGIA

As informações apresentadas na caracterização da área onde foi locado o trabalho de tese (Petrolina-PE, Semiárido brasileiro), foram baseadas numa pesquisa aplicada com intuito de ser exploratória, descritiva e explicativa, com procedimentos que tinham caráter bibliográfico e documental (GIL, 2008), de abrangência nacional e internacional, obtendo-se informações, dados e mapas de fontes e Instituições as mais diversas nos meios físico e digital. A caracterização geoambiental da área contou com a colaboração valiosa de investigadores que contribuíram com explicações relevantes sobre o fenômeno da seca. Esse fenômeno atinge fortemente a área escolhida e, dada a importância social, exigiu uma abordagem mais aprofundada no que tange às verdadeiras causas e sua periodicidade.

Para a análise geomorfológica ambiental adotou-se o modelo evolutivo do relevo para áreas tropicais, elaborado por Bigarella e Andrade (1964), que considera a existência de relevos policíclicos e poligênicos no Nordeste brasileiro, especialmente no espaço sertanejo. O modelo estabelece que a compartimentação do relevo regional deu-se a partir de mudanças climáticas e interferências tectônicas de soerguimento da topografia. Esses autores defenderam que o Nordeste possui três superfícies de erosão, designadas, da mais antiga para a mais recente, de Pediplano3 (Pd3), Pediplano 2 (Pd2), Pediplano 1 (Pd1) e embutidos nesta última estão os níveis de pedimentos P2 e P1. A aplicação do modelo de Bigarella e

Andrade (1964), apoiado na morfoclimatologia e nos depósitos correlativos, permitiu a identificação, na área investigada, do Pd1, predominantemente, e de um terraço de várzea, bem mais recente. O Pd1 é de idade plio-pleistocênica.

A identificação dos compartimentos e feições de relevo foi possível a partir de trabalhos de campo, com controle altimétrico, e análise de material cartográfico, especialmente imagens SRTM, na escala de 1:100.000, disponibilizadas pela EMBRAPA, cartas topográficas da SUDENE, na escala de 1: 100.000. Foram empregadas também imagens fornecidas pelo Google Earth, que permitem uma visão tridimensional do relevo da área.

As correlações com a estrutura geológica foram realizadas a partir da análise do Mapa Geológico de Pernambuco, na escala de 1:600.000, elaborado pelo DNPM, além de cartas geológicas na escala de 1:100.000 confeccionadas pela CPRM.

Os estudos climatológicos, que são indispensáveis à análise geoambiental de qualquer espaço geográfico, foram levados a efeito a partir de um amplo levantamento bibliográfico sobre a climatologia regional, sobretudo a partir da ótica da Climatologia Geográfica, que se diferencia da Meteorologia, ciência geofísica. A Climatologia Geográfica usa como método de estudo a dinâmica dos sistemas atmosféricos, ou seja, massas de ar, frentes, linhas de instabilidade, etc. Assim, foram examinadas imagens de satélite (GOES) fornecidas pelo INMET e pelo INPE, disponíveis na internet (<http://www.cptec.inpe.br>), dos períodos correspondentes às quatro estações de ano, para observar avanços e recuos de sistemas atmosféricos.

Foi feita, na interpretação do andamento habitual do tempo da área de Petrolina e regiões vizinhas, um exame da camada de inversão dos alísios, cuja baixa atitude sobre a Depressão Sertaneja é responsável pelo impedimento do crescimento vertical das nuvens que provocam aguaceiros locais. Para tal exame fez-se comparação entre o que ocorre no sudoeste do continente africano, particularmente na Namíbia, de onde parte uma massa de ar seco e estável e que avança sobre o saliente nordestino, provocando a semiaridez regional. Os dados empregados para a comparação da posição altimétrica da camada de inversão dos alísios na África e no Nordeste semiárido, pluviosidade e temperatura mínima e máxima da região de Petrolina foram obtidos no site do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) e os referentes a Floriano-PI e Namíbia em

<http://weather.uwyo.edu>. Para a elaboração das curvas de regressão e tendências os dados foram vinculados a dois programas, sendo usados os Programas CLIMAP (Salvador, 2014) e Excel.

Na análise climática foram enfatizadas duas variáveis climáticas, a temperatura e a precipitação pluvial, pela importância que exercem sobre os cultivos locais. A tipologia climática empregada foi a sugerida por Andrade e Lins (1965).

1.2 RESULTADOS E DISCUSSÃO

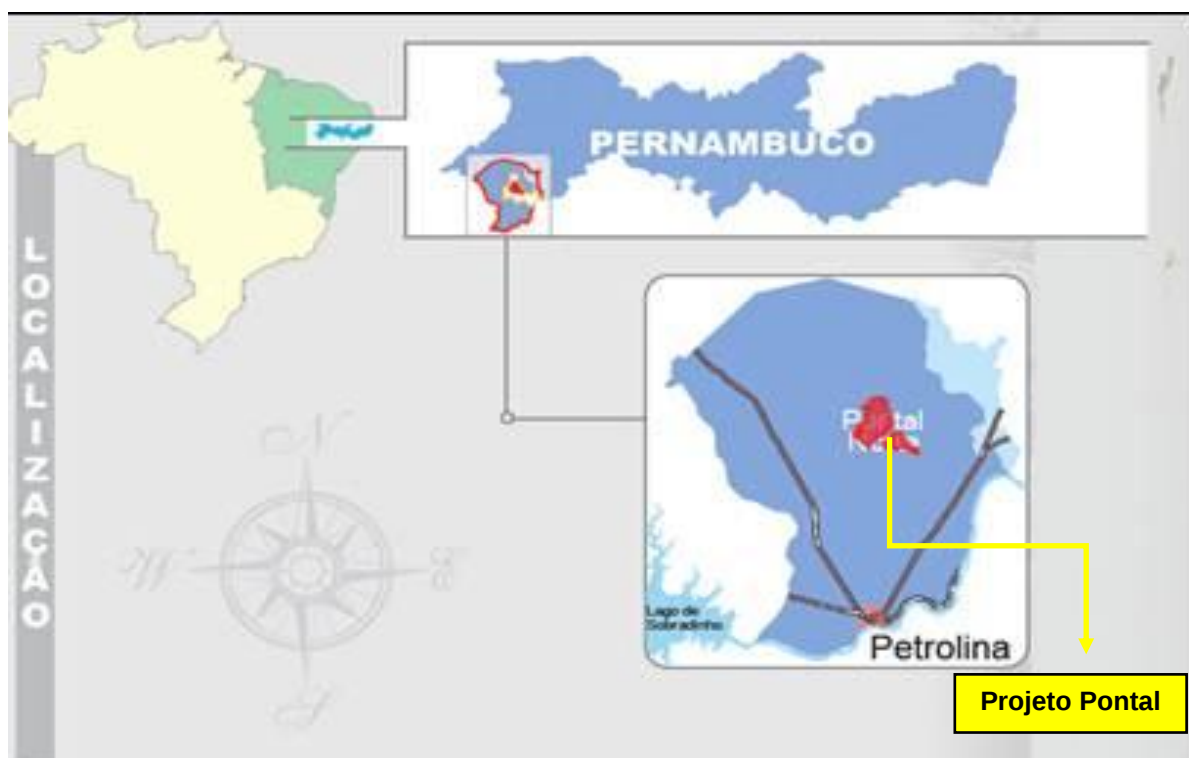
1.2.1 CONCEPÇÃO INICIAL DO PROJETO PONTAL

As áreas onde foram instalados os ensaios experimentais da tese possuem características geoambientais distintas, no que concerne aos aspectos geológicos, geomorfológicos e pedológicos. A área total desapropriada do Projeto em pauta perfaz um espaço de 28.955,23 ha e foi exaustivamente estudada e analisada para identificação de possibilidade de uso do solo e desenvolvimento de atividades econômicas como a agricultura ou pecuária. A partir dos estudos da área, capitaneados principalmente pela CODEVASF, por intermédio de diversos projetos e ações, foram elaborados documentos como o AIA (Avaliação do Impacto Ambiental) e o RIMA (Relatório de Impacto Ambiental), elaborados previamente ao início dos trabalhos de implantação do Projeto, por volta de 1992 (RIMA, 2013). Da área total desapropriada, foi previsto um espaço destinado à Reserva Legal de 5.844,86 ha e o restante foi distribuído em 8 glebas irrigadas (14.046,81 ha) e 147 lotes de sequeiro, que agrupam 7.273,09 ha.

O Projeto Pontal localiza-se em Petrolina-PE e foi idealizado com o objetivo principal de viabilizar a atividade agrícola nesse espaço geográfico, permitindo a geração de empregos diretos e indiretos, contribuindo, assim, com o desenvolvimento local (Figura 1). Petrolina é um município localizado no Sertão Pernambucano, nas margens do Rio São Francisco, que em 2010, segundo dados oficiais fornecidos pelo IBGE, possuía uma população de 293.962 pessoas. O Município ocupa uma área territorial de 4.561,872km², com densidade demográfica da ordem de 64,44 hab/km². A última estimativa publicada pelo IBGE aponta para um aumento na população para 331.951 habitantes em 2015, o que resultará numa densidade demográfica de 72,77 hab/km² (IBGE, 2016).

Os perímetros irrigados são considerados grandes aliados do crescimento e desenvolvimento econômico regional, que podem justificar os altos investimentos neles realizados. A definição mais sucinta encontrada no site da CODEVASF (http://www.codevasf.gov.br/galeria/2006/05_setembro/60450011.jpg/view) indica que perímetros de irrigação são áreas extensas que permitem o desenvolvimento e o plantio de várias culturas, como uva, manga, acerola e outras.

Figura 1. Localização esquemática do Projeto Pontal.



Fonte: Adaptado de: <http://www.cprh.pe.gov.br/downloads/Rima-Pontal-Norte.pdf>.

Conforme dito anteriormente, para a implantação do Projeto Pontal Norte foram elaborados: o Estudo de Impacto Ambiental e o Relatório de Impacto Ambiental. Esses dois documentos tiveram como objetivo principal dar seguimento ao processo de licenciamento ambiental iniciado na Agência Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (CPRH). Na elaboração desses documentos detalhados foi envolvida uma equipe multidisciplinar, em 2007, entre os meses de julho e outubro, seguindo o Termo de Referência emitido pela própria CPRH e nos termos e condições previstas na Resolução Conselho Nacional do Meio Ambiente

(CONAMA) Nº 237, de 19 de dezembro de 1997. No final de 2012 a CPRH solicitou a atualização do EIA, sendo realizado entre os meses de janeiro a março de 2013.

Esse histórico de tramitação reforça ainda mais a informação da morosidade de um processo como a implantação de um perímetro irrigado. São ouvidas críticas diversas em torno do tempo que ocorre entre a concepção de um projeto como esse e a instalação dos produtores definitivamente. São muitas as exigências a serem atendidas para que se tenha o máximo de proteção à natureza que ocorre neste espaço, recurso ambiental e natural pertencente a todos (RIMA, 2013). No final dos documentos, tanto no EIA quanto no RIMA, foram detalhados diversas práticas sustentáveis a serem sugeridas a fim de tornar a agricultura nesse local menos impactante ao ambiente, contudo, para que essas indicações saiam do papel e rompam com o sistema tradicionalista de produção são necessários incentivos das instituições presentes, desde a conscientização da importância da prática até o acompanhamento e incentivos fiscais para que os agricultores possam aderir a essa rotina, promovendo menor impacto ambiental na atividade agrícola da região.

1.2.2 CARACTERÍSTICAS GEOMORFOLÓGICAS

A descrição geomorfológica de qualquer porção das áreas continentais reveste-se de uma particular importância, pois, entre outros aspectos, o relevo terrestre desempenha um papel fundamental nas paisagens, sobretudo para a definição das atividades agrícolas. O relevo colabora bastante para a formação dos solos, bem como para a realização do escoamento superficial e a infiltração das águas nas formações detríticas. As condições climáticas ambientais, por outro lado, representadas pelo absoluto predomínio do clima semiárido, do tipo BShw (Andrade, 1980), aliadas a uma multiplicidade de tipos de solos, alguns dos quais reconhecidamente adversos às atividades agrícolas e uma drenagem sazonal intermitente, representam um condicionamento, às vezes preocupante, para que sejam desenvolvidas mais amplamente as atividades econômicas no espaço citado.

O Semiárido do Nordeste brasileiro foi subdividido em diversas unidades de paisagem em classificação proposta por Souza et al. (1992), Embrapa (1991), Embrapa (2000) e Embrapa (2006). Uma dessas macrounidades de paisagem corresponde à Depressão Sertaneja, um dos compartimentos regionais de relevo

(Ab Saber (2003); Ross (2008), Souza et al. (1996), Embrapa (1991)), na qual se situa a área do Projeto Pontal Sequeiro. Trata-se de uma ampla superfície de erosão, originada ao longo do Plioceno Superior e Pleistoceno Inferior, sob condições paleoclimáticas semiáridas severas. Geneticamente, essa superfície de erosão pode ser considerada como um pediplano que, na área específica estudada, mergulha suavemente em direção à calha do Rio São Francisco.

Essa unidade de paisagem é uma depressão interplanáltica semiárida que se desenvolveu em rochas cristalinas (ígneas) e cristalofílicas (metamórficas) com vastos pedimentos e topografias rampadas em direção aos fundos de vales abertos (SOUZA, 1996). Essas litologias, que colaboraram sensivelmente para a definição de unidades pedológicas, fazem parte de duas unidades litoestratigráficas do Pré-Cambriano, designadas como Complexo Migmatítico-Granitóide e Grupo Salgueiro (DANTAS, 1980). Essas unidades foram posteriormente detalhadas e subdivididas. As unidades geológicas referidas foram, no passado remoto, submetidas a fases de falhamento e dobramento (Pré-Cambriano), posteriormente modificados por prolongados períodos de erosão, particularmente ao longo do Cenozóico (Plioceno e Pleistoceno). No Grupo Salgueiro são encontradas rochas xistosas do tipo Biotita-Xisto e Xisto além de calcários e quartzitos (DANTAS, 1980). A presença desses calcários metamórficos, inclusive, colabora com a ocorrência de lagoas encontradas próximas ao PV1 (Figura 2).

A geógrafa Rachel Caldas Lins (1972), ao realizar o levantamento socioeconômico em áreas do Baixo e Médio São Francisco na década de 70, fez uma interpretação geomorfológica desse trecho importante da bacia do São Francisco e considerou que toda a topografia desse espaço geográfico está contida entre dois níveis de erosão, a saber: O pediplano Pd1 e o nível das várzeas inundáveis ou várzeas atuais (LINS, 1972).

Essa mesma autora considerou o Pd1 como uma superfície de aplanamento que cortou os terrenos cristalinos e que teria sido consumado no Pleistoceno Inferior, época geológica que marca o início do Quaternário. O Pd1 ora está na área estudada desenvolvido no cristalino aflorante, ora encontra-se inumado sob uma pouca espessa cobertura detrítica. Na área em que se desenvolveu o Projeto Pontal, o pediplano Pd1 encontra-se discretamente dissecado pelo riacho homônimo e seus

tributários, tais como o riacho Cachoeiro do Roberto, Riacho da Dormente, entre outros.

Figura 2. Localização da área do PV1, pertencente a comunidade Lajedo, Petrolina-PE, com destaque para lagoas, possivelmente dolinas.



Fonte: Adaptado do Google Earth

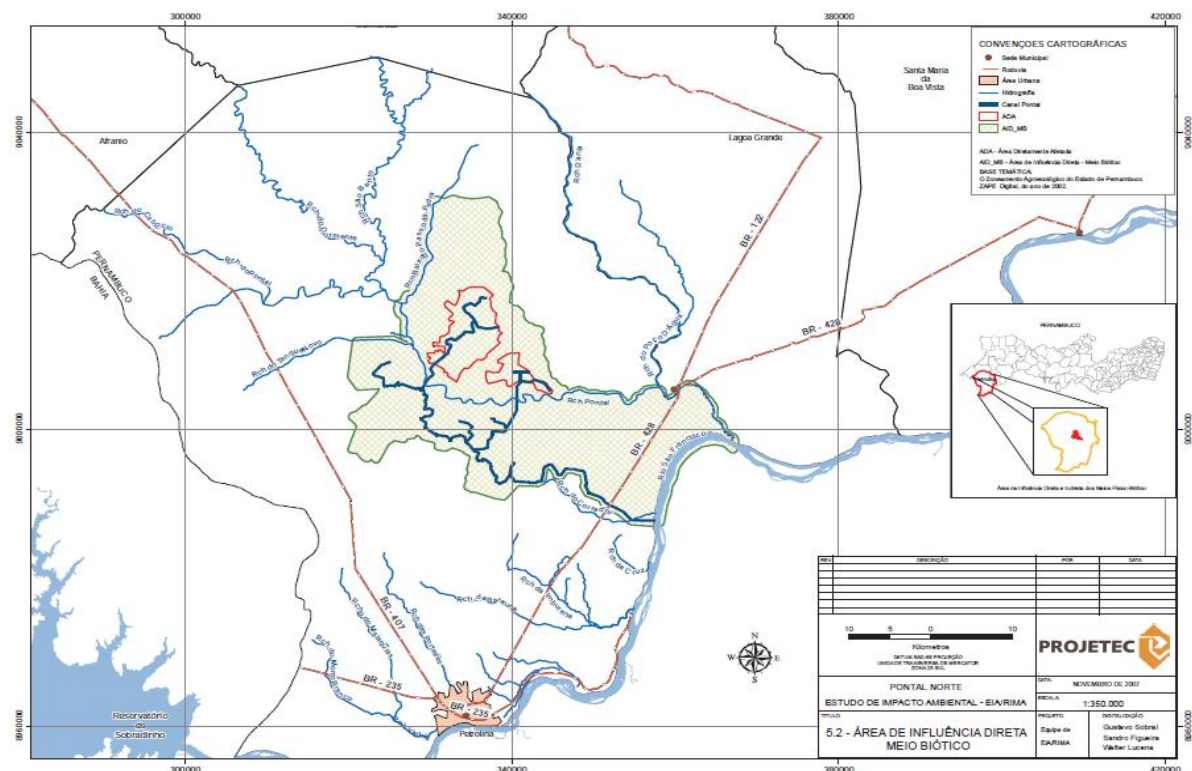
A Depressão Sertaneja, não apenas no trecho analisado na tese, possui fraco a muito fraco potencial de águas subterrâneas que em geral ocorrem em sistemas de fraturas. Esse fato associa-se às características litológicas, sobretudo à pouca permeabilidade apresentada pelos terrenos pré-cambrianos. Nessa unidade de paisagem verifica-se uma predominância de solos rasos a medianamente profundos e frequentemente afloramentos rochosos e chãos pedregosos⁴ (pavimento detrítico).

As altitudes da área do Projeto Pontal variam entre 378 e 478m, aproximadamente. O declive entre áreas a montante e áreas a jusante é pouco significativo. A desembocadura do Riacho Pontal dá-se aproximadamente no

⁴Bigarella e Andrade (1992), já no ano de 1965, propuseram uma explicação para paleopavimento detríticos que no Brasil e particularmente no Semiárido nordestino revestem áreas mais secas da depressão sertaneja. Ab Saber (1962) fez uma revisão dos conhecimentos sobre o horizonte subsuperficial de cascalhos inumados no Brasil oriental e considerou ter sido esse horizonte de seixos elaborado como um leito de cascalhos de variada espessura, posteriormente soterrado por siltes e argilas assim como pelos solos atuais.

cotovelo do São Francisco, situado entre Lagoa Grande e Vermelhos, no Estado de Pernambuco, na margem esquerda do “Rio da Unidade Nacional” (MELO, 1988). Ilhadas na paisagem pediplanadas, onde está contido o Projeto Pontal, são vistas superfícies residuais do tipo inselbergues e cristas como, por exemplo, as Serras do Capim e da Santa, aspecto comum dos pediplanos sertanejos. Contudo, o Projeto Pontal, não se desenvolve em tais feições do relevo, e sim em áreas de terraço fluvial e várzeas inundáveis (Figura 3).

Figura 3. Área de influência direta do meio biótico no Projeto Pontal. Detalhe dos afluentes e do local da desembocadura do Riacho Pontal.

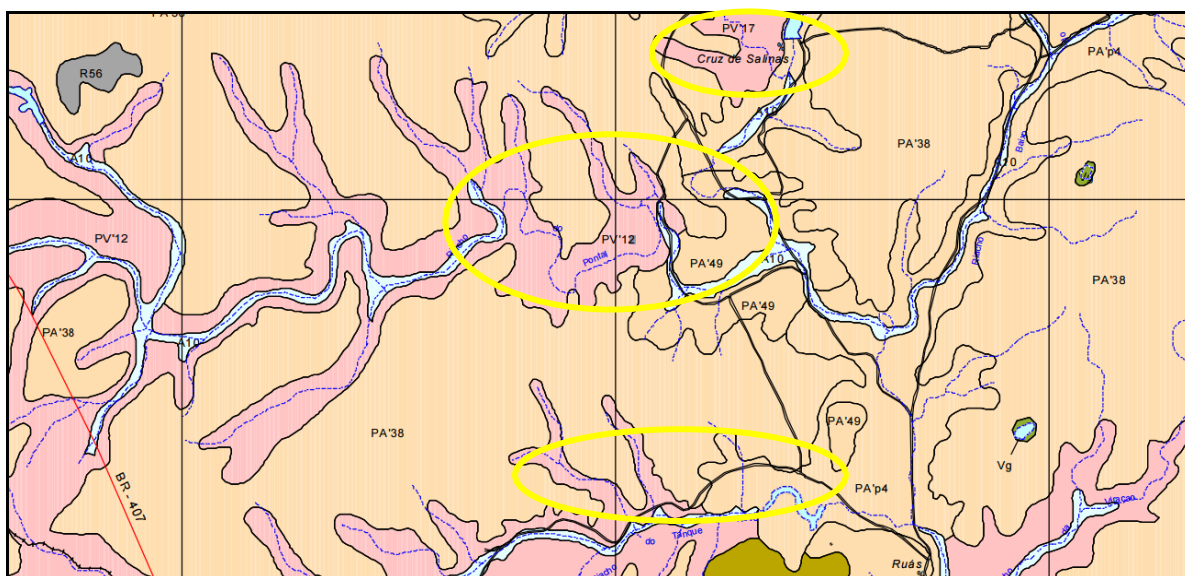


Fonte: Rima Pontal Norte (2013)

As áreas próximas ao Riacho Pontal e outras ribeirinhas que serpenteiam sobre as terras do oeste semiárido pernambucano, aqui mais detalhadamente a área de Petrolina (Figura 4), assumem caráter de áreas de exceção, de acordo com Melo (1988), por oferecerem condições naturais para o desenvolvimento de lavouras irrigadas, comumente chamadas de vazantes, consideradas pelo mesmo autor como responsáveis por parte da ocupação da margem pernambucana do São Francisco.

Posteriormente, essas e outras áreas foram aproveitadas sob a forma de irrigação artificial, com o avanço dos perímetros irrigados instalados por órgãos como DNOCS, CODEVASF, com recursos do Ministério da Integração Nacional, e dessa forma surgem em Pernambuco Projetos como Bebedouro, Nilo Coelho e o Projeto Pontal Sequeiro, área prioritária do presente estudo.

Figura 4. Riachos que serpenteiam sobre o interior de Petrolina. Riacho Cruz de Salinas e Tanque Novo e Riacho Pontal (destaque), onde está localizado o presente trabalho.



Fonte: <http://www.uep.cnps.embrapa.br/zape/cartas/RchDoCaboclo.pdf> (Embrapa, 2000).

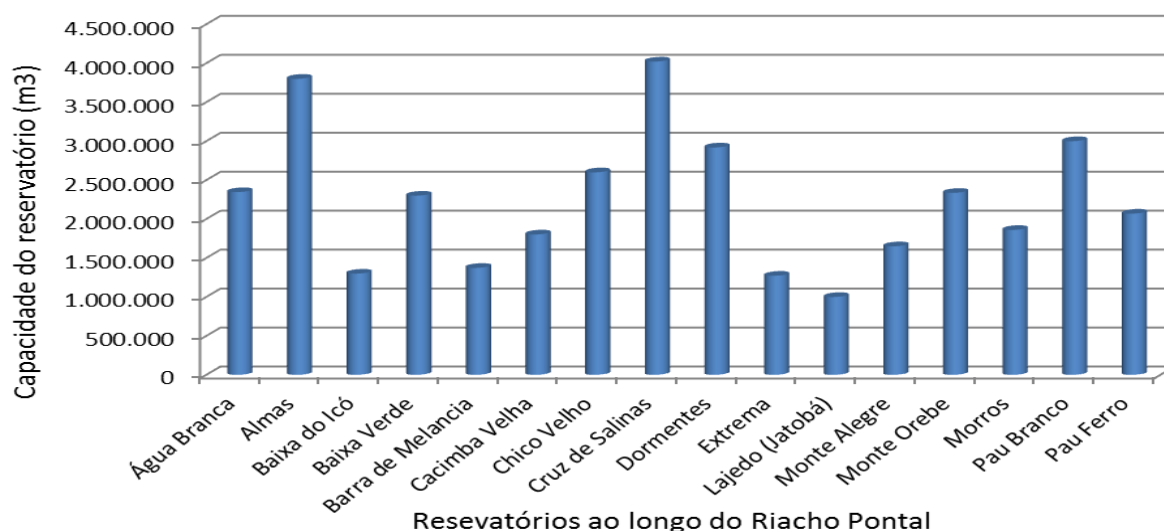
O Riacho Pontal dá nome à bacia que tem como limites os estados de PI e BA e possui a sua nascente no extremo oeste do Estado de Pernambuco, no município de Afrânio-PE. Descrita no Plano Estadual de Recursos Hídricos, a Unidade de Planejamento Hídrico que corresponde à bacia hidrográfica do rio do Pontal, localiza-se no extremo oeste do Estado de Pernambuco, $8^{\circ}19'00''$ e $9^{\circ}13'24''$ de latitude sul, e $40^{\circ}11'42''$ e $41^{\circ}20'39''$ de longitude a oeste de Greenwich, inserida na microrregião de Petrolina (COELHO, 2016). Ao longo de sua bacia, o riacho Pontal recebe diversos nomes, desembocando na margem esquerda do rio São Francisco, após percorrer distância de quase 200 km, com uma direção predominante noroeste-sudeste. O riacho Pontal tem como principais cursos d'água os riachos Caieira, Sítio Novo, Terra Nova e Simão, pela margem direita e os riachos

do Caboclo, Caldeirão, do Dormente, Baixo, do Areial e da Serra Branca, na margem esquerda.

A Bacia do riacho do Pontal possui uma área de 6.015,33 km², equivalente a 6,12% da área total do Estado de Pernambuco, abrangendo os municípios de Afrânio, Petrolina, Lagoa Grande e Dormentes, principalmente, mas sendo o município de Afrânio o único que está totalmente inserido na bacia. A bacia do Riacho Pontal tem um padrão de drenagem predominantemente dendrítico que reflete na área estudada a relação nítida entre litologia e arranjo geométrico dos rios. Um dos afluentes do riacho Pontal da sua margem direita é o Riacho Simão. Esse riacho desloca-se das suas cabeceiras até as proximidades do paralelo 9°Sul, na direção sudoeste-nordeste. Subitamente o mesmo muda essa direção para oeste-leste até desembocar no riacho Pontal, configurando assim a influência de um falhamento geológico que possui a direção oeste-leste.

A rede hidrográfica da área, como acontece em praticamente todo o sertão de Pernambuco (exceto o rio São Francisco), é do tipo sazonal intermitente, possuindo água apenas na estação chuvosa. Muitos dos afluentes do Pontal são correntes fluviais episódicas, por isso ao longo dos mesmos foram construídos diversos reservatórios para acumular água como alternativa para a convivência com a seca. Ao longo de seu percurso, na bacia do riacho Pontal, foram construídos 16 reservatórios, com as mais diferentes capacidades de acúmulo de água, conforme indicados na Figura 5.

Figura 5. Reservatórios localizados ao longo da bacia do Riacho Pontal.



Fonte: APAC (2016).

Como explicitado na Figura 5, cada um dos reservatórios existentes ao longo da Bacia do Riacho Pontal possui capacidade diferenciada e nível de armazenamento diferenciados ao longo do ano, tornando-os, na maioria dos casos, impossibilitados de abrigar agricultura ou qualquer outra atividade agrícola constante. O Açude Cruz de Salinas, por exemplo, um dos mais próximos das áreas de estudo, encontrava-se seco em quase todo o período de instalação e avaliação dos experimentos do presente trabalho, entre os anos de 2012 e 2015.

Nos terraços fluviais do Riacho Pontal pode ser visualizada uma superfície plana recoberta por uma camada de seixos subangulosos e subarredondados, o que permite supor a existência de paleoclimas mais secos ainda, no Quaternário. Foi elaborado pós a consumação do Pediplano Pd1, na área (Figura 6).

Esse horizonte superficial cascalhento, designado como pavimento detrítico ou pavimento detrítico desértico, quando verificados em espaços fortemente áridos, dependendo do grau de arredondamento do seixo, em geral quartzosos, pode ser entendido também como cascalheira fluvial e está apresentado numa visão ampla superior na Figura 6 e numa imagem mais aproximada do real na parte acima e a esquerda da mesma figura.

Esses seixos referidos são decorrentes de processos geomorfológicos subatuais, de natureza fluvial e/ou por escoamento superficial difuso (JATOBÁ, 1996), e não de processos pedogenéticos in situ.

As linhas de pedra, via de regra, correspondem a paleopavimentos detríticos, rudáceos, encontrados em subsuperfície, seguindo grosso modo a morfologia das vertentes. Encontram-se em várias posições estratigráficas, intercaladas nas sequências de colúvios ou no contato entre elúvio e colúvio. (...) O material rudáceo das linhas de pedras é constituído principalmente por quartzo e quartzito e esporadicamente por fenoclastos de rochas alteradas, xistos, granitos, migmatitos entre outros, os quais podem ser de grandes dimensões (Ab' Saber (1962), Bigarella e Mousinho (1965) e Santos (1991)) citados por BIGARELLA et al., 1994. p. 207).

Figura 6. Visão panorâmica de trecho do riacho Pontal, na Comunidade Amargosa, com destaque para o pavimento detrítico (detalhe acima à esquerda, apresentando seixos de quartzo, angulosos e subangulosos) e área experimental de plantio. O caráter subarredondado ou arredondado dos seixos denuncia um transporte fluvial pretérito. Localidade: Amargosa, Projeto Pontal, Petrolina-PE.



Fonte: Google Earth alterada pela autora. Alineaurea Florentino Silva, 2016.

Uma ampla área que serve como divisor de águas entre o Riacho do Pontal e o Riacho Taque Novo, ambos tributários do Rio São Francisco, contém um extenso espaço representado por uma cobertura sedimentar recente, na escala temporal geológica, de idade Terciário-Quaternário, representada por sedimentos detríticos quartzosos, finos a grosseiros e laterizados. Esses sedimentos, nos quais estão cascalheiras, denunciam processos de corridas de lama em clima quente e subúmido. Esse depósito é interrompido nas proximidades de Santa Clara, em face de processos erosivos pretéritos ali ocorridos. Esse espaço permite o afloramento, por exumação, dos terrenos cristalinos pré-cambrianos (Figura 7 e Figura 8). Contudo, tal cobertura volta a aparecer entre o norte de Santa Clara e Boa Esperança, comunidade local. Neste trecho as condições de ambiência geológica e geomorfológica são as mesmas do trecho anterior.

Figura 7. Visão real do terraço de cascalheiro (pavimento detrítico) próximo à área do experimento (A) e área do experimento com vestígios de seixos quartzosos remobilizados do terraço de cascalheiro (B). Localidade: Amargosa, Projeto Pontal, Petrolina (PE).



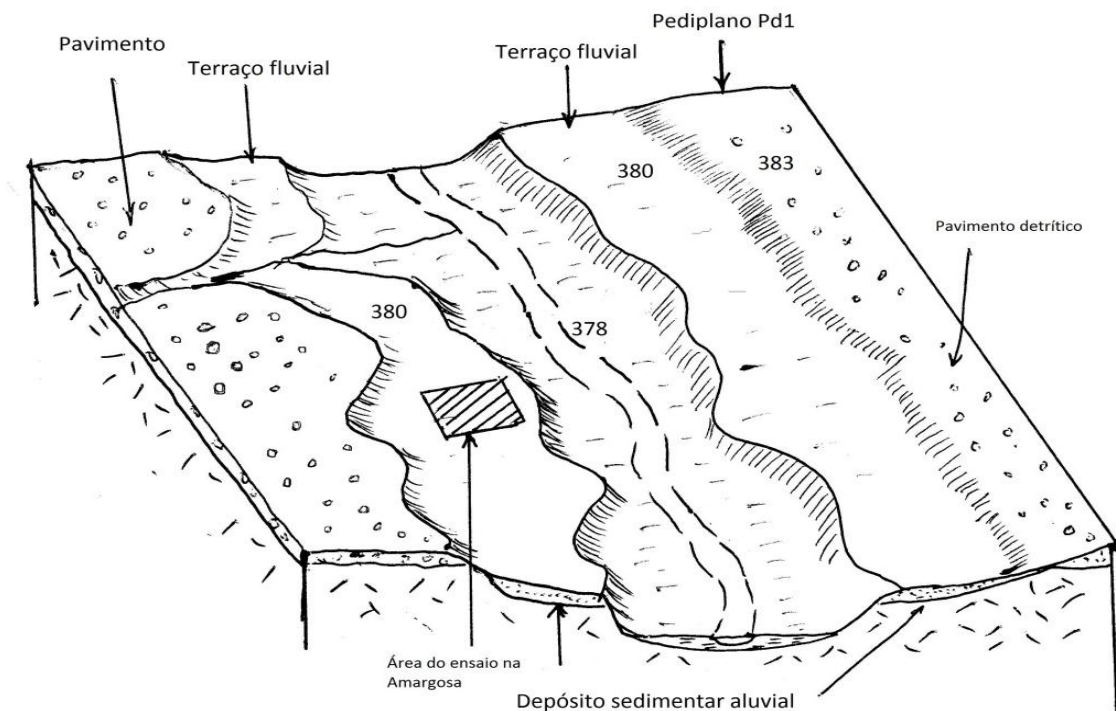
Foto: Alineaurea Florentino Silva, 2016.

Tricart (1960) abordou a questão dos cascalhos, em especial os que se encontram revestindo os solos ou inumados no Sertão do Nordeste brasileiro. Esse

autor relaciona os pavimentos detríticos (cascalhos) ao trabalho das enxurradas difusas que são o processo geomorfológico mais destacado dos ambientes semiáridos. Tricart (1960) lembra que as águas superficiais do escoamento difuso arrastam somente as partículas mais finas. Lavam a superfície do solo e arrastam apenas argilas, limo e um pouco de areia fina. As enxurradas difusas são responsáveis pelas superfícies repletas de cascalhos, que os espanhóis designam como “rañas”.

O padrão de drenagem dendrítico, dominante na área, revela certa homogeneidade geológica, no tocante à litologia. Os riachos da margem direita, que cortam o terraço fluvial na área, deslocam-se a partir de um nível altimétrico um pouco superior a 400 m. Tal terraço que se encontra associado, na área, à ação erosiva e/ou deposicional do Riacho Pontal, constitui um plano quase horizontal limitado de um lado por um declive pouco significativo, entre 1 a 2 m de altura e do outro por um nível horizontal. Um terraço fluvial, como consideraram Leopold et al. (1964), constitui-se numa planície de inundação que foi abandonada pelo rio (Figura 8).

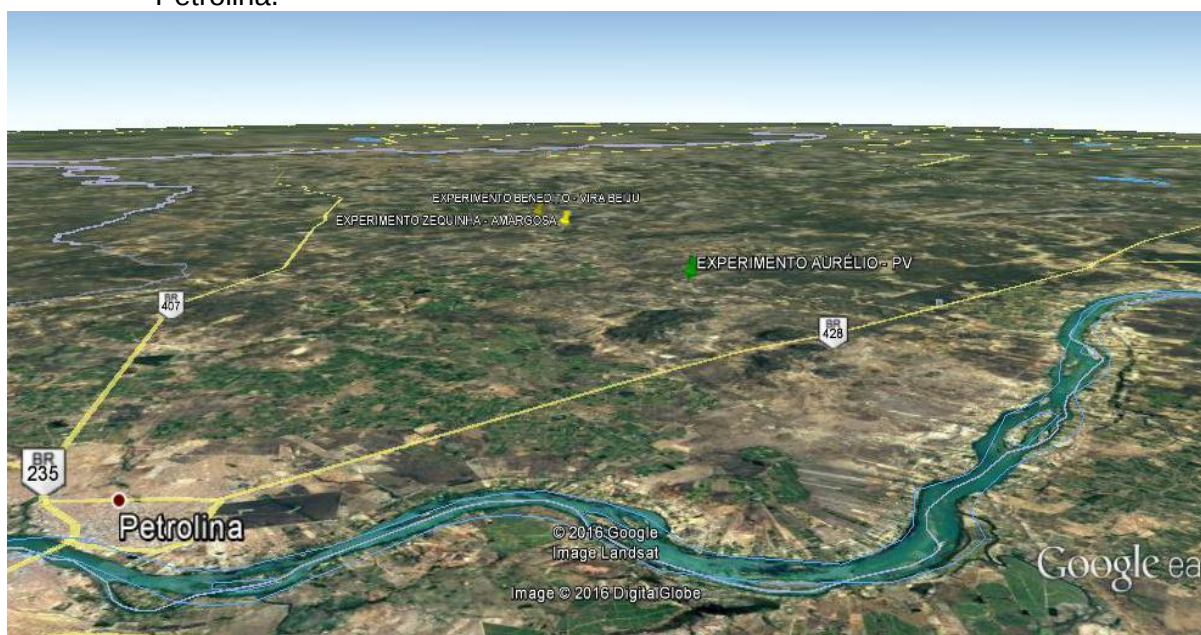
Figura 8. Bloco diagrama apresentando detalhe da compartimentação geomorfológica da área adjacente ao Riacho Pontal.



Desenho: Lucivânio Jatobá, 2017.

com incisões de 13 a 52 m. A classe de transição de fraca a média está submetida a escoamento superficial difuso e concentrado e uma precipitação anual variando de 250 a 800 mm. A de transição média também apresenta escoamento superficial difuso, mas em forma de enxurradas (Figura 10). A classe de precipitação anual está entre 250 a 800 mm (RADAMBRASIL, 1983).

Figura 10. Relevo da área de estudo, dentro do Projeto Pontal, inserido no município de Petrolina.

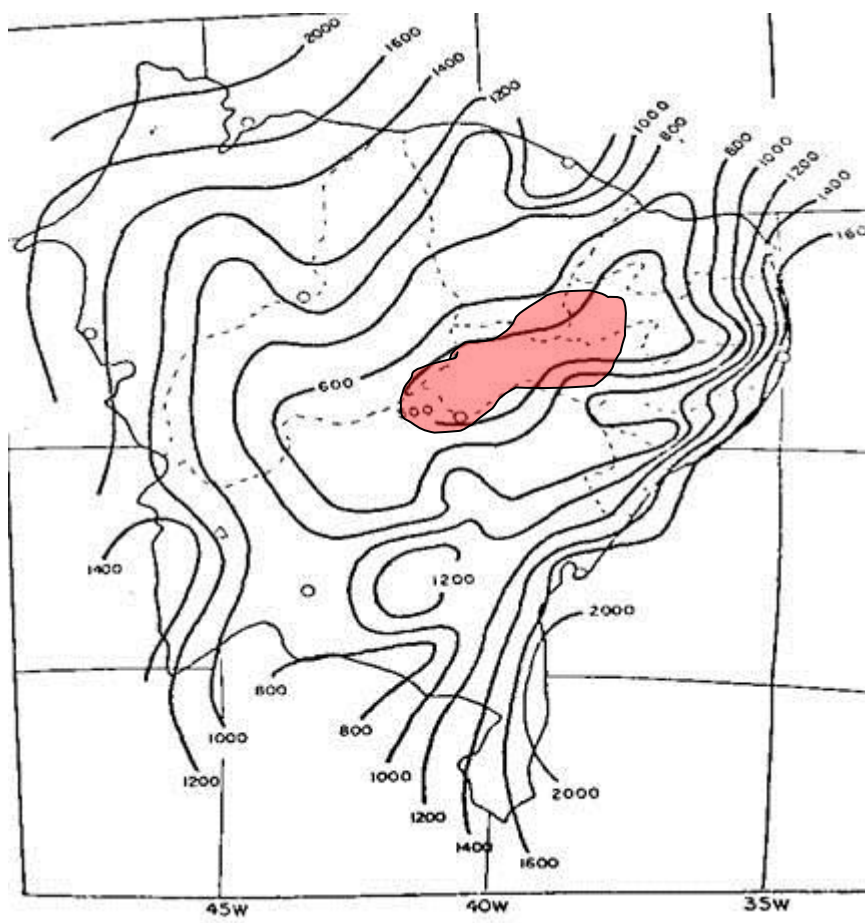


Fonte: Google Earth (2017)

1.2.3 CONDIÇÕES CLIMÁTICAS AMBIENTAIS

O município de Petrolina situa-se no vale médio do São Francisco (Latitude 09° 23' 55" Sul e Longitude: 40° 30' 03" Oeste), no compartimento regional de relevo deprimido (Depressão Sertaneja) e faz parte de um polo xérico expressivo do estado de Pernambuco (Figura 11). Apresenta-se como uma área de baixa pluviosidade média anual de 435 mm/ano, aliada a elevadas taxas de evapotranspiração potencial (1520 mm/ano, em média) que gera um expressivo déficit hídrico ao longo do ano, repercutindo fortemente nas atividades agrícolas. Segundo a classificação de Köppen (1948), o município possui um clima do tipo BShw – semiárido de baixas latitudes com chuvas concentradas de verão (TEIXEIRA, 2010), ou seja, entre os meses de dezembro e março.

Figura 11. Precipitação média anual no período de 1931 a 1961 para o Nordeste do Brasil. Em vermelho destaca-se a extensão das áreas de menor precipitação anual da região, o Polo Xérico.



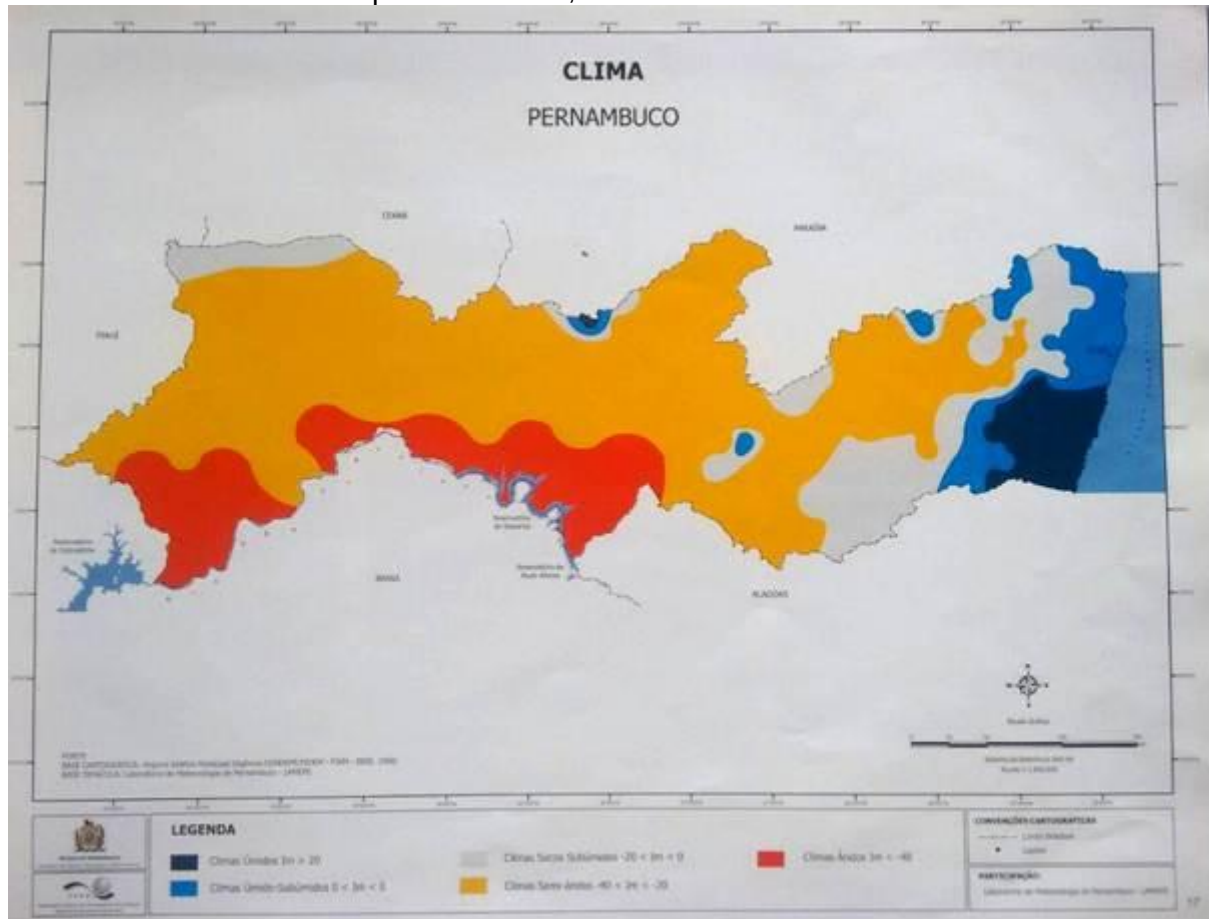
Fonte: Adaptado de Strang (1972).

De acordo com Lacerda et al. (2006), o município de Petrolina situa-se numa ampla área de climas áridos, ou seja, aqueles que, no Nordeste brasileiro, apresentam um Índice de Umidade (Im) menor ou igual a -40. Acentuam, ainda, que no Sertão pernambucano, com exceção do período que vai de janeiro a abril, os valores de evaporação real e potencial são superiores à precipitação média mensal, com pequeno ou nenhum excesso de água (Figura 12).

O Polo Xérico, no qual se situa a área investigada, tem a sua existência determinada pela conjugação de dois fatores de natureza geográfica. Em primeiro lugar está a topografia rebaixada (Depressão Sertaneja) que contribui para a subsidência do ar, provocando o aquecimento deste e uma inibição do crescimento vertical das nuvens, que provocariam chuvas mais frequentes. O outro fator, que é o

mais importante na determinação da semiaridez local, reside no complexo mecanismo da circulação atmosférica regional.

Figura 12. Climas de Pernambuco. Destaque para região em vermelho que corresponde ao clima semiárido pernambucano, $I_m < -40$.



Fonte: Lacerda et al. (2006)

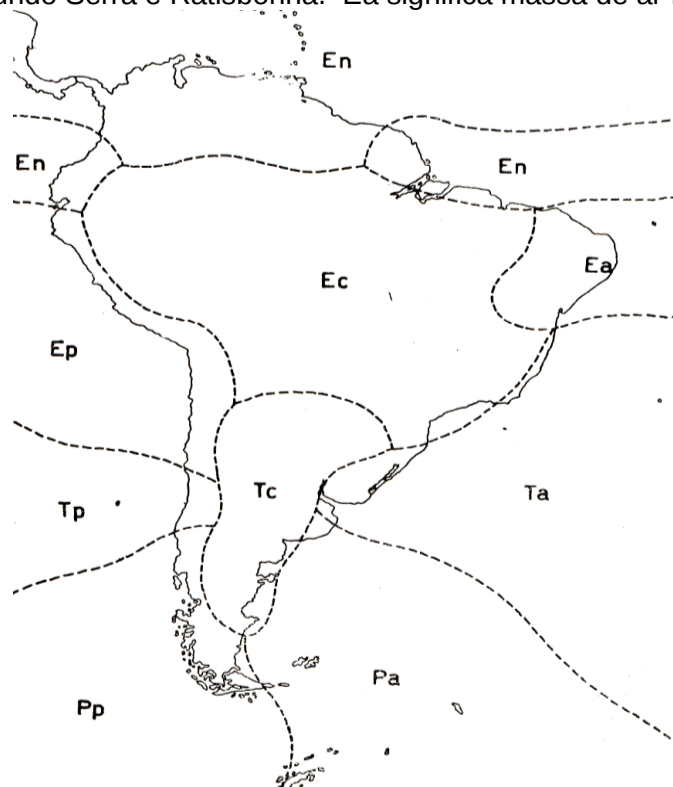
A causa tida como principal da existência do semiárido nordestino foi, inicialmente, atribuída a um fator de ordem geomorfológica, ou seja, ao “Planalto⁵” da Borborema. Esse compartimento regional de relevo, segundo Andrade (1965), corresponde ao conjunto de grandes e pequenos maciços residuais que foram realçados por interferências de sucessivos aplainamentos embutidos e eminentes sobre a superfície de erosão predominante.

⁵A superfície da Borborema, em face da toponímia regional, ficou conhecida como Planalto da Borborema, como se se tratasse de uma superfície horizontal e homogênea, mas não é o caso, pois tal compartimento de relevo é um saldo de diversas superfícies de erosão altimetricamente escalonadas, daí preferir-se a expressão “Planalto” da Borborema.

De acordo com esse equivocado esquema explicativo, a umidade advinda do oceano precipitava-se na fachada oriental da Borborema, como efeito da expansão e resfriamento adiabáticos do ar. Os fluxos de ar que mergulhavam em direção às áreas rebaixadas (Depressão Sertaneja) o faziam com baixo teor de umidade relativa. O Sertão semiárido seria, portanto, uma área a sotavento.

Serra e Ratisbonna (1959), estudando as propriedades das massas de ar que agem sobre a América do Sul, identificaram a “massa Equatorial Atlântica (EA)” (Figura 13) que, na opinião desses autores, seria constituída pelos alísios do SE do Atlântico Sul. Houve um equívoco de Serra e Ratisbonna quando denominaram esse sistema de Equatorial, haja vista que a região de origem deste situa-se na periferia oriental do Anticiclone Semifixo do Atlântico Sul. Contudo, esses autores compreenderam que os alísios de sudeste são compostos de duas correntes, uma inferior fresca e úmida e outra superior, quente e seca, caminhando na mesma direção, mas separadas por uma forte inversão de temperatura (SERRA e RATISBONNA, 1959). A célula de altas pressões do Atlântico Sul apresenta-se como o principal centro de ação para o Nordeste do Brasil (MARKHAM, 1972).

Figura 13. Esquema das massas de ar que atuam na atmosfera inferior sobre a América do Sul, segundo Serra e Ratisbonna. Ea significa massa de ar Equatorial Atlântica.

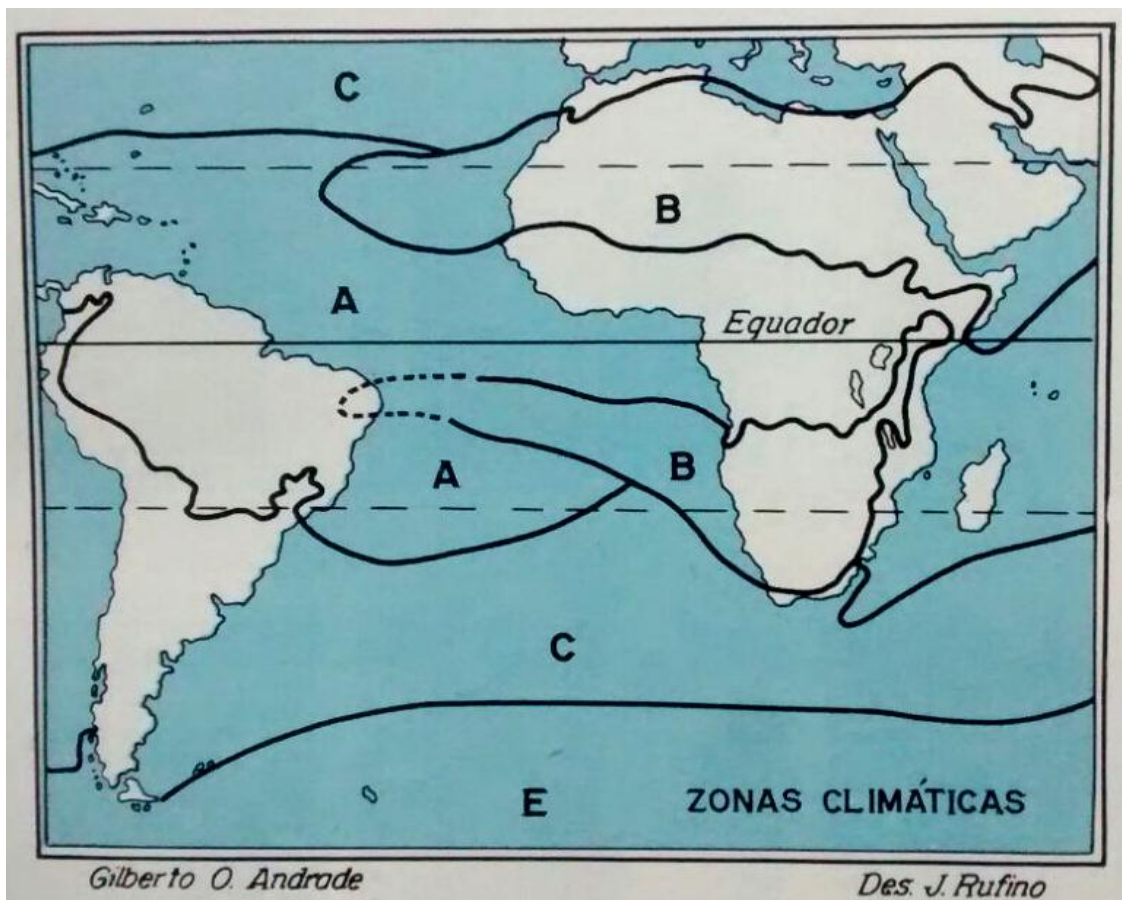


Fonte: Serra e Ratisbonna (1959)

Andrade e Lins (1965), no célebre trabalho intitulado “Introdução à Morfoclimatologia do Nordeste do Brasil”, apresentaram a hipótese segundo a qual o semiárido brasileiro é a projeção do ar seco do deserto do Kalahari sobre o saliente nordestino. Esse ar é trazido para Petrolina pelos fluxos dos alísios de SE-E, com uma camada de inversão relativamente baixa. Quanto mais baixa se situa a camada de inversão que caracteriza a estrutura vertical dos alísios, mais seco e estável é o ar. Nisso reside, portanto, a explicação plena da semiaridez do município de Petrolina.

A Figura 14, extraída de um dos mais significativos trabalhos da Climatologia brasileira (Andrade, 1972), mostra a projeção das condições climáticas secas (Grupo B) da parte sul-oriental dos desertos africanos (Namíbia e Kalahari) sobre o saliente nordestino.

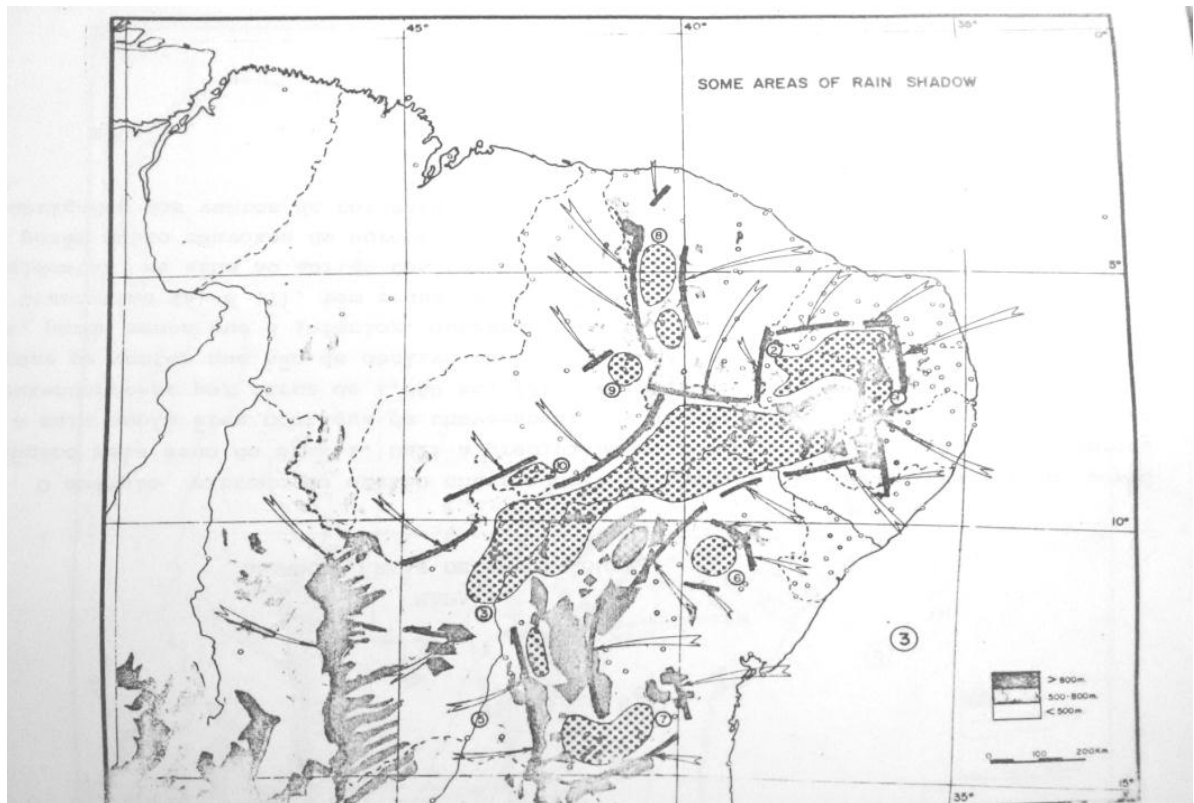
Figura 14. Zonas climáticas da América do Sul, África e Oriente Médio, segundo a classificação de Koppen. Na figura, observa-se a faixa de clima B que se prolonga do Sudoeste da África até o Nordeste brasileiro.



Fonte: Andrade (1972).

Markham (1972) identificou no Semiárido nordestino as áreas de menor pluviosidade. Tais áreas coincidem exatamente com compartimentos de relevo deprimidos e ladeados por elevações topográficas (Figura 15). Na figura é possível visualizar a depressão semiárida do São Francisco, na qual se insere a região de Petrolina.

Figura 15. Algumas áreas do Nordeste do Brasil consideradas de “sombra de chuva”. As áreas deprimidas são as pontilhadas. As setas indicam os fluxos de ar.

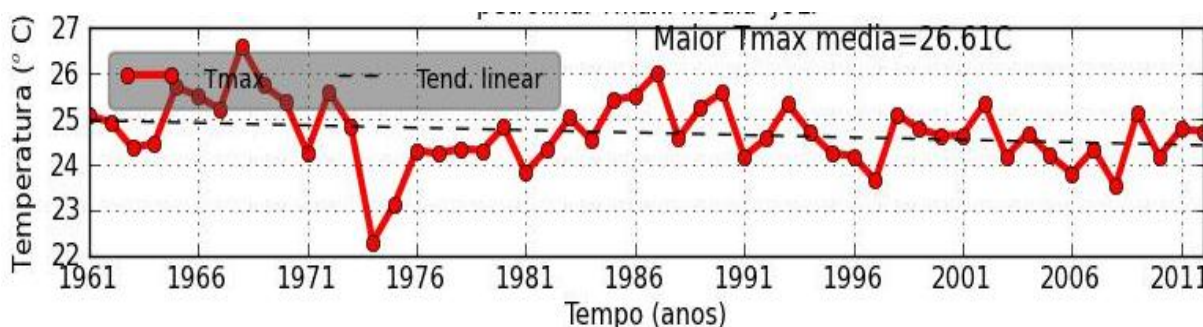


Fonte: Markham (1972).

A depressão sertaneja, em especial, a área na qual se localiza o município de Petrolina-PE, apresenta como uma das características principais, no que concerne à climatologia, as amplitudes térmicas diárias consideráveis. Esse fato, comum em ambientes áridos e semiáridos, decorre da forte radiação noturna e a intensa radiação de ondas longas durante o período diurno. Ao longo do ano as médias térmicas mais baixas verificam-se, sobretudo, nos meses de junho e julho (Figura 16). Esse fato é muito mais uma decorrência da invasão, mesmo que discreta, da Frente Polar do Atlântico (FPA) que remonta os Vales Médio e Baixo do São Francisco, do que mesmo uma variação da inclinação dos raios solares, algo comum

em regiões de médias latitudes. Petrolina localiza-se numa faixa de baixas latitudes, ou seja, astronomicamente próxima do Equador Geográfico.

Figura 16. Média de temperatura mínima para o mês de julho entre os anos de 1961 e 2014 em Petrolina-PE incluindo linha de tendência.



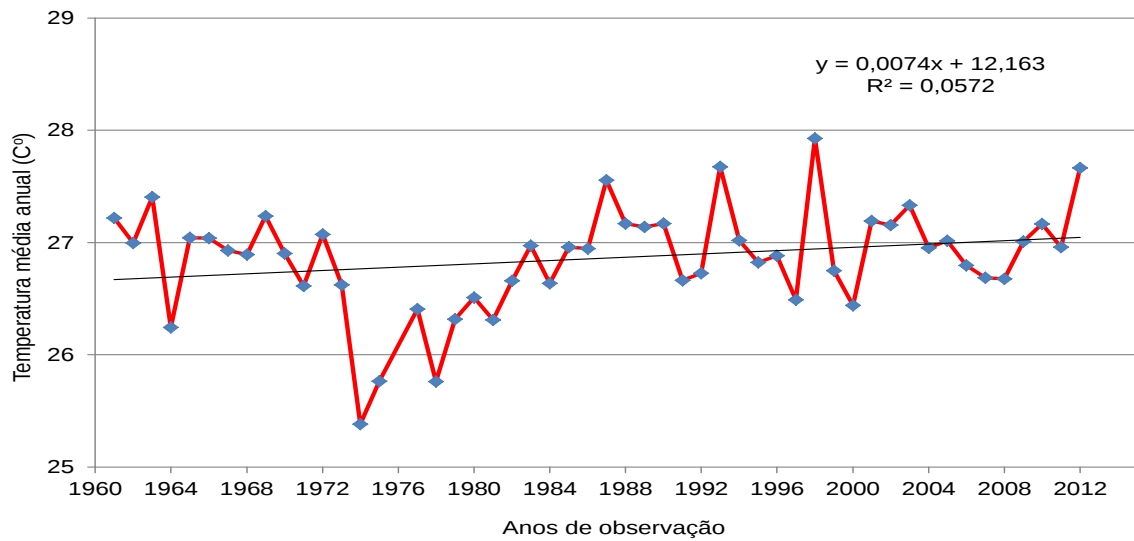
Fonte dos dados: <http://www.inmet.gov.br/>

A média da temperatura mínima do ano de 1975 guarda uma forte correspondência com a invasão da Frente Polar Atlântica (FPA) sobre o Nordeste brasileiro. Essa superfície de descontinuidade causou inclusive pesados aguaceiros na faixa oriental de Pernambuco, cujo saldo foi a ocorrência das maiores enchentes registradas no médio e baixo cursos do Rio Capibaribe.

Em Petrolina, os dados térmicos entre 1960 e 2014 (Figura 17) geraram uma equação de regressão que mostra uma tendência linear positiva ($y=0,00074x+12,163$) ao longo do tempo, que permite a constatação de um maior aquecimento sobre a região. Aquecimento global? Uma decorrência de ações antrópicas locais? Uma investigação mais aprofundada e interdisciplinar certamente poderá fornecer as respostas.

A precipitação média anual que se verifica no mundo tropical, sobretudo no Brasil e no Continente Africano, é consideravelmente influenciada pelas temperaturas da superfície oceânica, no caso, o Atlântico, principalmente e o Pacífico. Os dados pluviométricos de diversas estações meteorológicas no Nordeste e em diversos outros países no mundo, mostram ao longo de séries de dados prolongadas, tendência de chuvas, em muitos casos, negativas. Esse tipo de análise estatística serve como instrumental importante, sobretudo para a compreensão das atividades agrícolas. O comportamento das precipitações foi analisado por Conti (1995) em países como Chade, Nigéria e Austrália, apresentando comportamento decrescente ao longo dos anos (Figura 17).

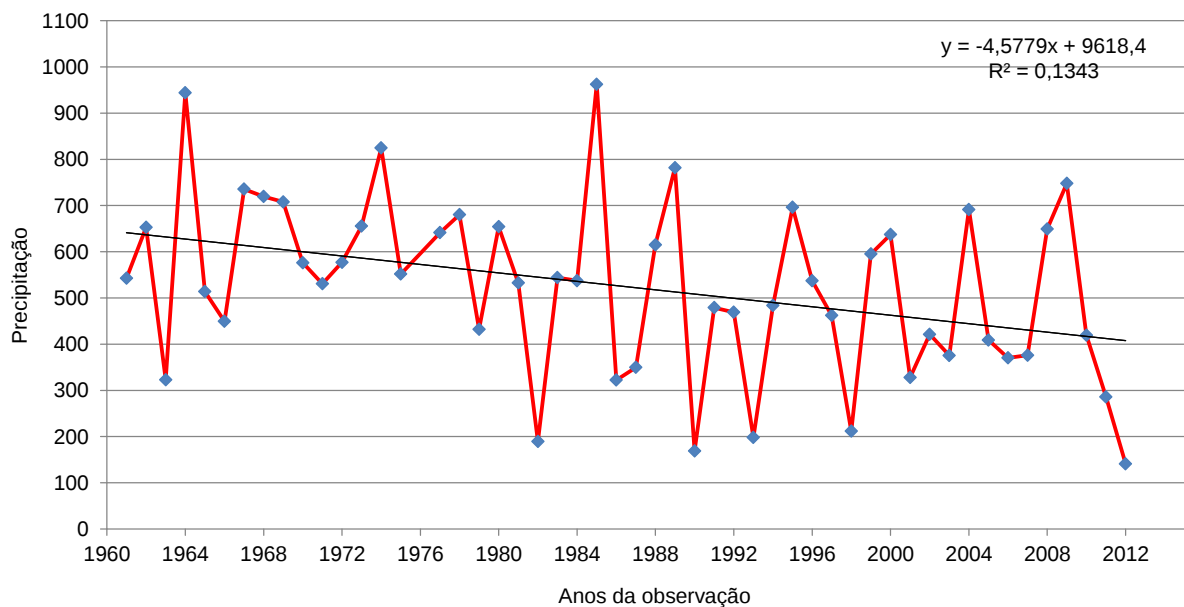
Figura 17. Temperatura média do ar do município de Petrolina no período entre 1961 e 2014.



Fonte: INPE.

Esta mesma modalidade de análise climática foi aplicada neste trabalho para o município de Petrolina, cujo traço marcante, assim como em outras áreas com clima BShw, é a irregularidade espacial e temporal das precipitações pluviométricas (Figura 18).

Figura 18. Precipitação em Petrolina entre 1955 e 2015.

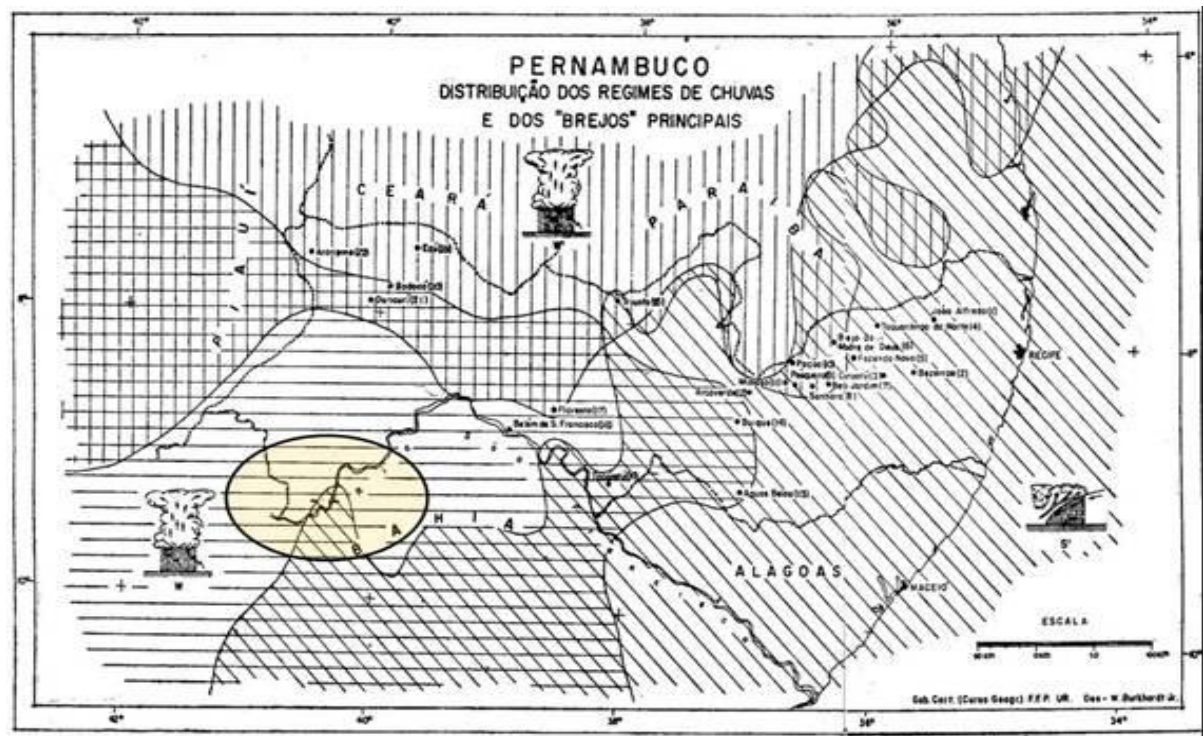


Dados: APAC (2016)

Em média, o trimestre chuvoso (janeiro, fevereiro, março) apresenta um índice pluviométrico em torno de 300mm (SUDENE, Plano de Aproveitamento Integrado dos Recursos Hídricos do Nordeste, SD). Petrolina não foge à regra. No quadro climático semiárido, instalam-se secas de efeitos negativos notáveis sobre a economia, a sociedade e o meio ambiente, com certa periodicidade.

O regime de chuvas do município de Petrolina é considerado, segundo a classificação climática de Koopen (1948), adaptada para o Brasil por Andrade (1972), como do tipo w, ou seja, chuvas concentradas no verão, conforme ilustrado para o estado de Pernambuco por Andrade e Lins (1966) na Figura 19.

Figura 19. Regime de chuvas para Pernambuco. Onde w=chuvas de verão (provocadas pela ZCIT), w'=chuvas de verão retardadas para outono (determinada pela massa de ar Equatorial Continental) e s'=chuvas de outono-inverno (ocasionada pela Frente Polar Atlântico).



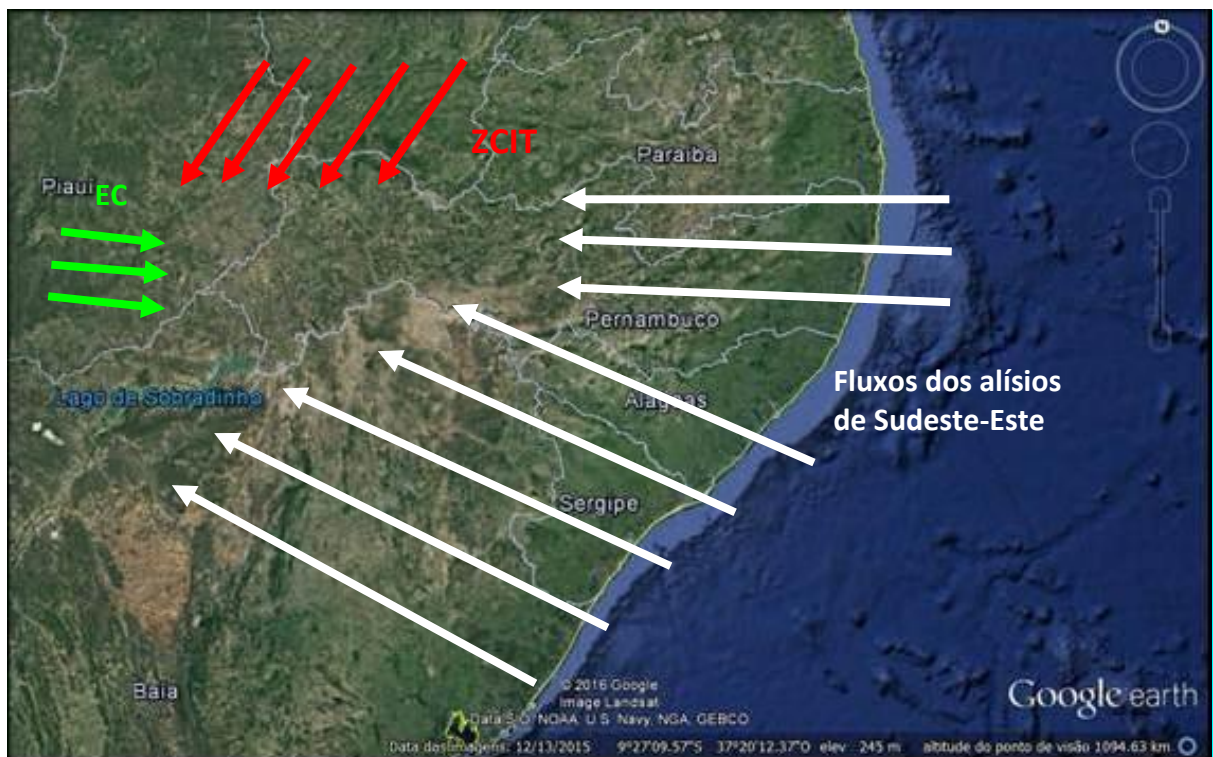
Fonte: Adaptado de Andrade e Lins (1966)

Conforme a Figura 19, adaptada de Andrade e Lins (1966) e ainda ilustrado na Figura 20, o regime de chuvas em Pernambuco é determinado por diversos sistemas atmosféricos, um deles vindo de oeste, mais especificamente originado na Amazônia, e que foi designado como massa de ar Equatorial Continental (EC) (Andrade e Lins, 1964) ou Linhas de Instabilidade de Oeste. A EC é gerada sobre a

área de maior umidade relativa da América do Sul, a Hileia Amazônica, ou seja, uma região reunindo condições de temperatura e de umidade (médias térmicas anuais de 24 a 25°C, umidade relativa de 85 a 95%), capazes de individualizar uma massa de ar que, de origem continental, tem propriedades “marinhas” de ar quente e nevoento (ANDRADE E LINS, 1966).

A figura 20 sintetiza esquematicamente os sistemas atmosféricos que atuam na área investigada na presente tese. Apenas um é de natureza extratropical, que é a Frente Polar Atlântica que no inverno, excepcionalmente, faz incursões no vale médio do São Francisco, provocando chuvas de curta duração e pouco expressivas, em julho. Os fluxos de alísios de sudeste-este são “refrescados” pelas incursões da frente fria que na área em pauta, se mostra bastante modificada.

Figura 20. Esquema dos diversos sistemas atmosféricos atuantes na área de trabalho. ZCIT=Zona de Convergência Intertropical, EC=massa de ar Equatorial Continental.

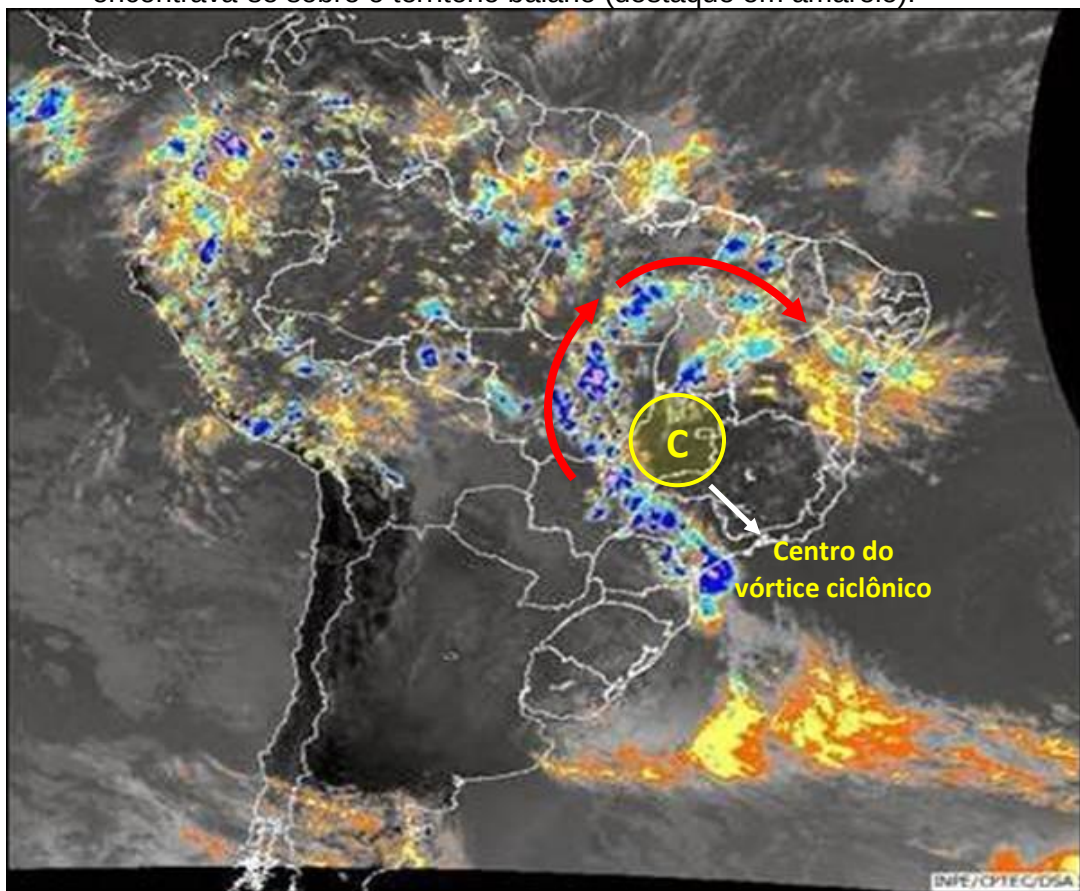


Fonte: adaptado do Google Earth.

A massa Equatorial Continental dilata-se no verão Austral atingindo a porção ocidental da região Nordeste, chegando no estado de Pernambuco até aproximadamente o meridiano que atravessa Arcoverde-PE.

Além dos eventos discriminados anteriormente, dois outros sistemas atmosféricos podem agir, durante o verão, sobre o município de Petrolina, provocando aguaceiros convectivos, acompanhados de relâmpagos e trovões. Esses sistemas são: A Zona de Convergência Intertropical e os Vórtices Ciclônicos de altos níveis (VCAN), conforme pode ser visto na Figura 21. As chuvas do Sertão do São Francisco, como ocorrem nas demais áreas do semiárido Pernambucano, são irregulares no tempo, no espaço e em volume. Os anos mais secos coincidem, em geral, com períodos de menor expansão da massa EC, da não ocorrência de vórtices ciclônicos de altos níveis e da menor migração meridional da ZCIT.

Figura 21. Vórtice ciclônico agindo sobre o nordeste brasileiro. Data: 27 de fevereiro de 2014. A imagem mostra forte nebulosidade responsável por aguaceiros na área de Petrolina e adjacências. O centro desse vórtice que é seco e estável encontrava-se sobre o território baiano (destaque em amarelo).



Fonte: INPE/CPTEC/DSA.

Nos anos em que a parte periférica de vórtices ciclônicos se instala sobre Petrolina o cultivo da mandioca é beneficiado pelos aguaceiros decorrentes. Reis (1970), tomando por base o balanço hídrico de Thornthwate e Mather (1955), elaborou uma carta das possibilidades climáticas para a cultura da mandioca em Pernambuco, trabalho este que pode ser considerado um dos primeiros zoneamentos climáticos para a cultura. Esse autor identificou no Sertão pernambucano uma área ampla, que apresenta um Índice Hídrico geral (Im) <35. Trata-se de um espaço com insuficiência hídrica, no qual a irrigação para a cultura da mandioca é imprescindível.

O Índice Hídrico Geral (Im) pode ser definido pela seguinte equação:

$$Im = \frac{100e - 60d}{n}$$

onde:

e = excesso hídrico

d = deficiência de água

n = necessidade de água (Evapotranspiração Potencial).

A possibilidade climática outrora publicada por Reis (1970) tem atualmente maiores chances de tornar-se diferente para diversas culturas, inclusive para a mandioca, com o advento da irrigação. Este aspecto pode ser claramente observado, por exemplo, na região dos Perímetros Irrigados de Petrolina-PE, como Nilo Coelho, Bebedouro. Além do advento da irrigação, é importante salientar que algumas variedades de mandioca mais adaptadas ao déficit hídrico estão tomando espaço, mesmo nas áreas irrigadas, na busca de maior eficiência hídrica (Silva et al. (2009), Silva et al. (2010)). Apesar disso, o déficit hídrico na região ainda tem sido motivo de redução ou supressão de áreas de diversas culturas, inclusive da mandioca, pois o alto custo do sistema de produção em áreas irrigadas normalmente direciona a escolha do plantio para espécies que tenham maior inserção no mercado, como as frutas frescas, manga e uva. As áreas plantadas com mandioca são bastante irregulares ou quase inexistentes, salvo exceção de espaços ocupados temporariamente com a mandioca de mesa que tem boa aceitação no mercado local

e regional. Esses espaços ainda mantiveram-se por conta da verticalização da produção permitindo que as raízes fossem descascadas e congeladas, aumentando o tempo de prateleira do produto e incentivando alguns produtores a plantarem a espécie.

Ao longo da história geológica, o planeta Terra atravessou períodos de expressivas mudanças climáticas, em geral associadas à complexa relação dele com o Sol. No Brasil, como consequências indiretas das fases glaciais e interglaciais verificadas ao longo do Pleistoceno, no Período Quaternário, profundas mudanças e flutuações climáticas aconteceram em todas as regiões do país. Essas mudanças se situaram entre fases de climas úmidos e fases de clima seco, sendo que estas últimas se instalaram ao longo dos períodos glaciais. Nos períodos interglaciais, ou seja, as épocas em que aconteceram fases de aquecimento global, os climas no país ficaram mais úmidos ou menos secos, como no Sertão Pernambucano, por exemplo.

Bigarella, Mousinho e Silva (1965), com base em análises dos depósitos correlativos e das feições antigas de relevo, examinaram, com profundidade, as mudanças e flutuações climáticas. As mudanças climáticas, do ponto de vista da Climatologia Geográfica, significam a transformação de um clima, por exemplo, seco em um clima úmido. As flutuações climáticas correspondem a alterações meteorológicas, mas que não implicarão numa transformação do tipo climático. Assim, quando um clima úmido evolui para um clima subúmido, diz-se que houve uma flutuação climática.

Atualmente, vêm sendo divulgadas informações que dão conta de que “uma mudança climática” está sendo operada no mundo, representada por um “aquecimento global”, atribuído “às ações antropogênicas”. As pesquisas realizadas na presente tese direcionadas ao panorama climático revelam dois aspectos. O primeiro é que numa série histórica de dados térmicos e pluviométricos não muito longa, há uma tendência de aumento da temperatura e um decréscimo de pluviosidade na região de Petrolina. Contudo, caso se configure um aquecimento global no planeta e se esse aquecimento repercutir nas temperaturas superficiais do Atlântico Sul, aumentando-as, especialmente ao largo das águas oceânicas nas proximidades do litoral da África do Sul e da Namíbia, é provável que ocorra na

região de Petrolina, não um déficit hídrico, mas ao contrário um aumento da pluviosidade no Sertão do São Francisco até o final do século atual. Jatobá e Silva examinaram essa questão no artigo intitulado A dinâmica climática do semiárido em Petrolina – PE, que se encontra submetido para publicação na Revista de Geografia Física.

Acreditamos grande a importância do conhecimento aprofundado e completo da região onde está sendo desenvolvido o trabalho de tese, seja ele numa escala maior, ou mesmo em pequenos espaços, pois só dessa maneira tem-se um pouco mais de informação sobre as consequências do resultado do trabalho e sobre os ambientes locais. Dessa forma, é necessária a continuidade de estudos neste âmbito, geomorfológico e agroclimático para que se possa prever e planejar a agricultura na região de uma forma mais realista.

1.2.4 O PROCESSO HISTÓRICO DE OCUPAÇÃO DO ESPAÇO REGIONAL

O processo histórico de ocupação de qualquer espaço, que transforma este em espaço geográfico é atualmente considerado como um item necessário para a análise geoambiental, haja vista que quando os seres humanos passam a ocupar e a utilizar o espaço natural, promovem modificações sensíveis na paisagem. Percebem-se essas alterações, sobretudo, na destruição da cobertura vegetal, na aceleração dos processos erosivos, assoreamento dos cursos de água entre outros aspectos da natureza.

A ocupação do interior do Nordeste brasileiro, inclusive o espaço semiárido, segundo Andrade (1979), foi determinada pela necessidade de prover a área açucareira de animais para o trabalho e alimento, e teve origem em duas partes, Salvador e Olinda. Andrade (1979), analisando a ocupação do interior pela expansão da pecuária nos séculos XVI e XVII, considerou dois fluxos de penetração da população. O primeiro, designado Penetração Pernambucana, partiu de Olinda, indo pelas áreas costeiras de PE e Al, adentrando pela margem esquerda do São Francisco e chegando a grande parte do sertão. O segundo fluxo partiu de Salvador-BA pela área costeira e avançou pela margem direita do São Francisco,

desembocando na área onde hoje situa-se Petrolina. Tal fluxo foi chamado de Penetração Baiana (Figura 22).

Figura 22. Fluxos de penetração da população para o interior do Nordeste, no século XVI e XVII, apresentando a Penetração Baiana (linha contínua) e a Pernambucana (linha pontilhada).



Fonte: Souza (1996)

Faz-se necessário reforçar que a pecuária foi o principal fator econômico que motivou a ocupação do interior do Nordeste, no período colonial, e desta ocupação vieram todas as outras formas de trabalho e obtenção de renda que dela foram desdobrados. Ao chegar ao Rio São Francisco, a penetração para o interior de Pernambuco remontou à margem direita até a porção a jusante da então Cachoeira de Paulo Afonso, onde encontrou outros grupos oriundos da Bahia e que da foz

havia alcançado a nascente dos rios Vasa Barris, Itapiaru, Real e Paraguaçu, transposta a chapada Diamantina e descido às margens do grande rio.

As condições geográficas e socioeconômicas do semiárido pernambucano foram examinadas ao longo do século XX por diversos autores, tais como Melo (1958), Melo (1978), Melo (1987), Duque (2004) e Andrade (2005). Os rios, na época do início da produção do espaço geográfico nordestino, e em especial o de Pernambuco, desempenharam um papel de grande importância. A propósito, Melo (1987) ao realizar um estudo sobre a tipologia de cidades pernambucanas, salienta que:

“Não é dizer novidade que observar que é em suas secções média e inferior que, graças a uma drenagem mais hierarquizada, os cursos d’água representam caminhos mais definidos capazes de ordenar os fatos representativos da presença e das atividades do homem, inclusive os referentes às localizações do habitat concentrado do tipo urbano (...). Para explicação desse fato, é preciso ter em vista que que às margens dos rios, as áreas cultiváveis limitam-se a uma fímbria estreita ao longo dos cursos, nela se fazendo a cultura dos “baixios” e a chamada das “vazantes”. Atraindo a agricultura, os trechos da rede hidrográfica funcionam como linhas de adensamento do povoamento rural.” (MELO: 1987, p. 194).

O território no qual se insere o atual município de Petrolina teria sido desbravado inicialmente por frades franciscanos, que exerciam a catequese dos índios daquela região.

O processo de ocupação da área do curso médio do São Francisco remonta ainda da caminhada com o gado, nas redondezas das pequenas cidades, em busca de água. A evolução do espaço rural do médio São Francisco passou a seguir uma lógica de mercado para venda de produtos alimentícios frescos quando as primeiras iniciativas começaram a tomar corpo, após a segunda metade da década de 70, quando o DNOCS deu início às áreas e perímetros irrigados do São Francisco. Os projetos da margem esquerda do São Francisco, como o Tourão e Mandacarú ocuparam as terras baianas antes mesmo dos que foram instalados em Petrolina, porém, mesmo assim, salta aos olhos a modernidade e pujança que a atmosfera Pernambucana exala nas áreas ocupadas com atividade agrícola com irrigação.

A atividade econômica agrícola ao longo de toda a margem do São Francisco, mesmo temporária, foi muito importante para os moradores daquela região, pois

permitiu que os mesmos recebessem de forma natural o advento da irrigação. Apesar das experiências com agricultura de vazantes, os irrigantes instalados no início dos perímetros irrigados nem sempre desenvolveram seus negócios de forma sustentável, pois apesar da atividade agrícola ser semelhante, a introjeção na cadeia produtiva irrigada exigiria deles uma maior capacidade empreendedora, o que pouco ocorreu nos primeiros projetos irrigados em Petrolina, como Nilo Coelho e Bebedouro.

1.2.5 DINÂMICA DIFERENCIADA DO PROJETO PONTAL

Os projetos governamentais mais recentemente instalados possuíam uma visão diferenciada dos anteriores, levando em consideração as aptidões de cada morador original da área e permitindo a associação das áreas irrigadas com as áreas dependentes de chuva. Nesse contexto, nasce o Projeto Pontal Norte e nele são reassentados os próprios produtores originais em suas próprias áreas, com direito a um ponto de água com vazão para a criação de animais e participação nas áreas de pulmões verdes, espaços coletivos de produção de forragem para a caprinovinocultura que é a atividade de maior sucesso e retorno financeiro para a área dependente de chuva atualmente. Nessa dinâmica agrícola surgem as dinâmicas sociais, como a compra e venda de esterco da caprinovinocultura e com ela a possibilidade de empobrecimento dos solos locais, motivo pelo qual surgiu a preocupação em resgatar e aprimorar o uso dos resíduos orgânicos nas unidades produtivas, no intuito de reverter esse processo.

O crescimento do município de Petrolina-PE deve-se principalmente ao advento da ampliação da fronteira agrícola irrigada em seu território, resultante das condições ambientais favoráveis e ações desenvolvidas ali tanto pelo Poder Público quanto pela iniciativa privada. Os projetos de irrigação, iniciados em 1975, colaboraram em muito para a geração de empregos e melhoria da capacidade produtiva agrícola da região, trazendo investimentos de diversas ordens e migração de pessoas de vários locais, estimulando a migração interna populacional.

O Projeto Pontal foi concebido em sua essência de forma diferente de outros projetos, por uma equipe de trabalho com larga experiência em projetos irrigados, em Pernambuco, Bahia e Piauí. Por isso a certeza dos ganhos sociais e econômicos com o Pontal como projeto irrigado foi realmente diverso dos outros projetos

irrigados, mesmo tendo como intuito o acesso à água para produção agrícola e criação de animais.

No Projeto Pontal, diferente das propostas praticadas em outros perímetros irrigados, a área foi desapropriada e distribuída entre 24 glebas irrigadas, 8 glebas de reserva legal e 147 lotes de sequeiro, além das áreas ocupadas por canais, estradas e obras correlatas (Figura 23). É importante salientar que esses lotes de sequeiro foram ocupados pelas famílias que já viviam na área do Pontal ou os seus descendentes, no intuito de causar menos danos sociais às famílias que ali viviam.

Essas famílias seriam integradas ao sistema produtivo da parceria público privada, inicialmente planejada para o projeto, onde iriam desenvolver atividades produtivas (fruticultura) e processamento industrial, mantendo, no entanto, a sua residência e atividades anteriormente desenvolvidas como criação de caprinos e ovinos.

A dinâmica diferenciada do Projeto Pontal trouxe esperança que fosse algo transformador da realidade de centenas de famílias ali viventes (Figura 24). Porém alguns percalços surgidos no processo de reocupação e instalação da empresa âncora no local impediram que o Projeto Pontal se tornasse o que havia sido planejado. Logo após a instalação dos primeiros viveiros de mudas que seriam usados nas áreas empresariais fruto da parceria público-privada (PPP) prevista no projeto houve invasões de terras adjacentes às áreas dos viveiros e depredação destes, com furtos de equipamentos e materiais, inviabilizando o andamento das atividades.

Figura 24. Estrada que atravessa o Projeto Pontal, detalhe para o canal de irrigação com água presente.



Foto: Alineaurea Florentino Silva

As disputas por terras irrigadas no interior de Petrolina foram uma das razões para a elaboração do Projeto diferenciado que iria ser o Projeto Pontal, obra de investimento financeiro e humano que já caminhava há mais de 10 anos. A condição socioeconômica das pessoas que vivem no Semiárido, especialmente na região de Petrolina, mostra-se altamente variável do ponto de vista econômico e social. Observam-se nichos de emprego bem remunerado, condições de trabalho

favoráveis e promissores, com índices de qualidade considerável são profundamente paradoxais com as centenas de comunidades dispersas pela caatinga, onde até a água, recurso essencial à sobrevivência humana, é escassa e de péssima qualidade (Figura 25). Vivenciar essas duas realidades, deixa claro o quanto as condições extremas podem levar as pessoas a terem condições de vida totalmente distintas e como isso pode significar o fim de algumas gerações em detrimento da prosperidade e padrão de vida de outros.

Figura 25. Residências de diferentes características presentes no Projeto Pontal.



Foto: Alineaurea Florentino Silva

A adoção de técnicas diferenciadas nos perímetros irrigados, como novos insumos ou mesmo variedades de espécies vegetais ou animais causa normalmente certa apreensão aos produtores, tomados de muita insegurança quanto ao que podem aferir com a atividade agropecuária, frequentemente pouco rentável. Por isso, é essencial que qualquer técnica nova seja partilhada com todos desde a sua primeira visualização até todas as consequências advindas de seu uso. Desse modo, pode-se reafirmar a importância dos trabalhos de pesquisa participativa nos perímetros irrigados, mesmo com o aporte da assistência técnica local, o que favorece ainda mais o entendimento e a adoção das práticas e técnicas demonstradas.

CAPÍTULO 2



PERCY LAU, 1963

**CARACTERIZAÇÃO DAS UNIDADES PRODUTIVAS E DOS RESÍDUOS
ORGÂNICOS GERADOS NO PROJETO PONTAL, PETROLINA-PE**

CAPÍTULO 2

CARACTERIZAÇÃO DAS UNIDADES PRODUTIVAS E DOS RESÍDUOS ORGÂNICOS GERADOS NO PROJETO PONTAL, PETROLINA-PE

INTRODUÇÃO

Uma caracterização mais detalhada do ambiente onde foi desenvolvido o trabalho complementa e aprofunda o conhecimento sobre o local. No capítulo 1 foi caracterizado o meio físico local, numa amplitude maior, envolvendo as formações rochosas bem como a hidrologia local, numa escala que atendeu ao conhecimento macro da região em pauta. No presente capítulo foram detalhadas as propriedades onde o trabalho experimental foi realizado, numa análise mais meticulosa do solo e dos resíduos que ali existiam ou eram gerados.

A caracterização de uma unidade produtiva pressupõe conhecimento acerca da dinâmica familiar da propriedade, observando não apenas os aspectos de estrutura física do espaço, mas principalmente a rotina de entrada, geração e saída dos principais produtos, sejam eles alimentos, resíduos, plantas, animais e elementos específicos da região. Essas informações são de grande utilidade nos estudos em agroecologia, principalmente pela importância clara do incentivo à menor dependência de insumos externos e maior aproveitamento do que é gerado na propriedade, seja com reuso ou reciclagem. Nas unidades produtivas que pretendem utilizar sistema de produção agropecuária em base ecológica é fundamental que seja feito um levantamento quantitativo e qualitativo dos resíduos gerados, mesmo que de maneira superficial e esporádica. Antes mesmo de detalhar tais resíduos, foi apresentado nesse capítulo algumas nuances da abordagem com o produtor, numa visão que buscava trazer mais fortemente o aspecto da transição agroecológica que conhecidamente depende essencialmente da compreensão e atenção do produtor.

O objetivo principal do presente capítulo foi, portanto, caracterizar as unidades produtivas, identificando a geração de resíduos orgânicos relacionada com as principais atividades desenvolvidas no Projeto Pontal, Petrolina-PE. Para esse detalhamento sobre a realidade local, envolvendo os aspectos sócio-econômicos e ambientais foram utilizadas diversas técnicas descritas na metodologia.

2.1 METODOLOGIA

2.1.1 A ESCOLHA DAS UNIDADES PRODUTIVAS

A escolha das áreas para instalação de ensaios em base agroecológica, principalmente onde não se faz presente rotineiramente a prática desse sistema, é algo que exige muita atenção e cuidado, sendo muito importante para a equipe de pesquisa e para os produtores envolvidos e evita o risco de desperdiçar os recursos humano e financeiro, caso não sejam observados alguns detalhes.

As unidades produtivas escolhidas para o diagnóstico e instalação dos ensaios com o intuito de testar os resíduos e cultivos simultâneos com a mandioca apresentaram características bastante peculiares no eixo árido do Projeto Pontal. Além de serem propriedades que estavam dentro do padrão de tamanho e atividades desenvolvidas das unidades produtivas no Projeto Pontal, esses locais precisavam ser administrados por pessoas que pudessem colaborar com os trabalhos previstos. Daí a importância das visitas prévias e do conhecimento de diversos agricultores locais, antes mesmo da aplicação de todos os questionários previstos.

Como parte dos produtores não possuía conhecimento teórico das práticas usadas em agricultura de base ecológica, foi prioritário o contato com algum dos produtores que já tinham alguma noção sobre esse tipo de agricultura, mesmo que de maneira empírica. Essa escolha foi muito importante, pois, mesmo que os demais agricultores não seguissem esse caminho, teriam um diálogo aberto com os que já usavam práticas agroecológicas e poderiam tomar algumas delas como modelo, nas etapas seguintes. Mesmo apresentando certa resistência e pouco domínio sobre os insumos e procedimentos agroecológicos, os agricultores envolvidos atenderam e acompanharam os trabalhos satisfatoriamente, como resultado da boa escolha feita *a priori*.

A escolha dos resíduos mais adequados para teste com a mandioca e cultivos simultâneos também foi uma atividade que exigiu visitas periódicas e levantamento de dados os mais diversos em literatura e localmente. Esse fato se deve não apenas às características quantitativas e qualitativas desses resíduos, mas principalmente na inserção deles no contexto socioeconômico da região e na disponibilidade

hídrica, determinante na tomada de decisão sobre o uso dos resíduos e benefícios que eles possam trazer.

2.1.2 CARACTERIZAÇÃO DAS UNIDADES PRODUTIVAS

Para a realização de todas as atividades que envolveram o trabalho em campo foram selecionadas 8 propriedades representativas do Projeto Pontal, Petrolina-PE, entre agosto e novembro de 2013. Os critérios usados na seleção das propriedades foram, principalmente, a tradição no cultivo da mandioca, o acesso ao local de moradia e de cultivo nas unidades produtivas e a aceitação do produtor em receber a equipe, participar de todas as etapas do trabalho e da divulgação dos resultados junto aos outros produtores. As propriedades estão localizadas nas comunidades Vira Beiju, Lajedo e Amargosa, todas inseridas na área dependente de chuva do Projeto Pontal, distante 35 km do centro de Petrolina-PE. As unidades produtivas selecionadas para o trabalho foram caracterizadas quanto às principais atividades realizadas relacionadas com a agricultura, pecuária ou processamento de alimentos e forragem, na forma de entrevistas semiestruturadas. Em cada uma das propriedades foram identificadas atividades agropecuárias geradoras de resíduos, o tipo do resíduo gerado, bem como o volume e frequência de geração e uso do mesmo.

Nas entrevistas semiestruturadas, a participação do agricultor e da equipe técnica foi fundamental para a identificação das atividades potencialmente geradoras de resíduos, bem como a importância desse resíduo dentro do sistema produtivo do mesmo. Para alcançar essa forma de trabalho, foram adotadas algumas ferramentas participativas para a atuação em comunidades rurais de forma a tornar o trabalho mais eficaz para ambos, agricultores e pesquisadores, conforme experiências anteriormente vividas em áreas dependentes de chuva (Silva, 2010) e que tomaram como base autores como Pinheiro e De Boef (2007). Após a identificação das principais atividades geradoras de resíduos, os mesmos foram quantificados e coletados para análise em laboratório. Foi realizada a amostragem do solo das áreas produtivas das propriedades em duas profundidades (0-20 e 20-40cm), com vistas a permitir testes futuros com o uso dos resíduos identificados. O solo foi analisado quimicamente para elementos como M.O., P, K, Mg, Ca, S e

microelementos no laboratório da Embrapa Semiárido, segundo metodologia de Embrapa (2009). Além da análise do solo da área ao final dos ensaios foram abertos perfis para caracterização pedológica, com vistas a aprofundar o conhecimento sobre as possíveis influências das práticas continuadas nos ensaios sobre o solo das comunidades. Para tanto foram abertos perfis com dimensões 2,0m x, 1,20m x 2,0 (CxLxP), adequado para a entrada e caracterização dos mesmos. Após a descrição dos horizontes foi feito a coleta de solo de cada um para análise química e física dos mesmos.

2.1.3 CARACTERIZAÇÃO DOS RESÍDUOS

Os materiais vegetais coletados em campo foram entregue com umidade natural no laboratório de Análise de Solos e Tecido Vegetal da Embrapa Semiárido, localizado em Petrolina, no máximo dois dias após a coleta. As amostras inicialmente foram lavadas com água de torneira e água deionizada, depois com detergente neutro, na concentração de $1,0 \text{ mL.L}^{-1}$ e lavada novamente com água deionizada. O tempo de contato do material vegetal com a água ou com as soluções descontaminantes foi menor que 2 minutos, para se evitar as perdas dos nutrientes, principalmente o potássio.

O material foi embalado em sacos de papel etiquetados e colocado para secar em estufa com circulação forçada de ar em temperaturas variando de 65 a 70 °C até atingir peso constante. A temperatura não ultrapassa 70 °C, para se evitar a perda de nutrientes. A moagem foi realizada em moinhos tipo Willey, com facas e câmara de aço inoxidável e com peneiras de 0,5 ou 1,0 mm de diâmetro (20-40 *mesh*), visando assegurar a homogeneização da amostra, o armazenamento das mesmas foi realizado em sacos plásticos, identificados com o número do laboratório. A solubilização (digestão) consiste na decomposição do tecido vegetal, visando à determinação dos nutrientes essenciais às plantas, e é realizada por via seca, sulfúrica ou com ácido nítrico e perclórico, segundo metodologia de Embrapa (1999).

A digestão por via seca (EXTRATO E1) consiste na incineração de 200mg da amostra acondicionada em cadinhos de porcelana em mufla a 550°C por 3h até obtenção de cinza branca. O extrato obtido descrito aqui é utilizado para determinação do elemento: B.

Para a digestão sulfúrica (EXTRATO E2) são transferidas 100mg da amostra para um tubo de digestão, junto com 7,0mL de mistura digestora (175ml de água destilada, 1,47g de $\text{Na}_2\text{SeO}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, 21,4g de Na_2SO_4 4g de $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ e 200mL de H_2SO_4 concentrado) e levados para o bloco digestor induzidos a aquecimento, partindo de 50°C e elevando 50° a cada 30min, até atingir 350°C, permanecendo assim até a obtenção de um líquido incolor ou levemente esverdeado. O extrato obtido descrito aqui é utilizado para a determinação do elemento N.

Na solubilização nítrico-perclórica (EXTRATO E3) as amostras são solubilizadas com ácido nítrico P.A. e Perclórico P.A., nas proporções de 5:1 respectivamente. O extrato obtido descrito aqui é utilizado para adeterminação dos elementos: P, K, Ca, Mg, S, Cu, Fe, Na, Mn e Zn. O procedimento adotado é usualmente feito transferindo-se 500mg de material vegetal seco e moído para tubo digestor, com adição de 6,0mL da mistura de ácido nítrico e ácido perclórico. O tubo é submetido a aquecimento gradativo sob as temperaturas de 50 °C (25 minutos), 75 °C (15 minutos), 130 °C (30 minutos), 150 °C (40 minutos) a 210°C (até ficar incolor). Após essa etapa, aguarda o resfriamento, quando o volume é aferido em 50 ml com água deionizada. Do extrato E3 é retirado 1,0mL e aferido em 50mL com solução de óxido de lantânio (Diluição de 1:50 da solução: 250mL de água destilada com 58,5g de La_2O_3 , 125ml de HCl concentrado, depois aferir em balão volumétrico de 1L com água destilada). Esse extrato é aqui identificado como Extrato E4. O extrato diluído com Óxido de Lantânio utilizado para efetuar leitura do elemento K e utilizado no Espectro de absorção atômica para determinação dos elementos Cálcio e Magnésio, Na técnica de espectrometria de absorção atômica (EAA) a adição de lantânio controla a interferência de íons como fosfato, sulfato e alumínio.

O fósforo (P-total) foi determinado por colorimetria com metavanadato. Em tubo de ensaio foi adicionado 1,0mL do extrato E3, adicionado a 4,0mL de água destilada, seguido do acréscimo de 2,0 mL do reagente colorido (preparado com 40,0mL de molibdato de amônio 5%, 40,0 mL de metavanadato de amônio 0,25%). Após 5 minutos foi transferido para um cubeta de vidro e lida no espectrofotômetro UV-VIS a 420nm. A partir de uma curva analítica construída, as concentrações de P foram estimadas.

A determinação do enxofre (S) foi feita por turbidimetria, em que a turbidez é quantificada espectrofotometricamente. Foi pipetado 10,0mL do extrato E3 para um tubo de ensaio de 30mL, adicionando 1,0mL de HCl 6mol.L⁻¹ e 0,5g de BaCl₂(s). Agitou-se a mistura vigorosamente por 30s, seguindo com a leitura em cubeta de vidro, após 5min cronometrados, no espectrofotômetro UV-VIS, em comprimento de onda de 420nm. A partir de uma curva analítica construída, as concentrações de S foram estimadas.

Potássio e Sódio são calculados a partir da Espectrometria de chama de emissão para o Na deverá ser realizada leitura diretamente no extrato E3 e para o K a leitura é feita diretamente no extrato E4. A calibração do fotômetro é feita com água destilada e o padrão de 100ppm de Na e K.

Os nutrientes: Ca, Mg, Cu, Fe, Mn e Zn são determinados por espectrometria de absorção atômica (EAA). A análise dos elementos é realizada diretamente nos extratos. O extrato E3 é usado para a quantificação de Fe, Cu, Mn e Zn, pois as interferências químicas ou de ionização são desprezíveis para estes elementos. Para Ca e Mg o extrato tomado é o E4.

A calibração do equipamento espectro de absorção atômica (EAA) é feita a partir de padrões mistos contendo concentrações crescentes dos elementos (Fe, Cu, Mn, Zn, Ca e Mg) a serem analisados. Tais concentrações são estipuladas levando-se em consideração a concentração estimada dos elementos na solução analítica, de maneira que a curva analítica abranja a faixa de concentração dos elementos nas amostras.

A análise de boro é feita do extrato E1 pelo método de colorimetria da azometina H. A cinza é dissolvida em 10,0mL de HCl 0,1mol.L⁻¹ e aguardar 30min, até que a cinza seja decantada completamente. Foram transferidos 2,0mL do sobrenadante para tubos de ensaio de polipropileno, no qual foram adicionados 2,0mL (dissolver 500g de acetato de amônio e 30g de EDTA-2 Na em 800mL de água deionizada. Juntar lentamente 250mL de ácido acético glacial e homogeneizar) e 2,0mL da solução de azometina H 0,45%-ácido ascórbico1%. Após agitação, aguardou-se 30 minutos até a leitura em cubeta de vidro no espectrofotômetro UV-VIS com comprimento de onda igual a 420nm, zerando o aparelho com HCl 0,1mol.L⁻¹. A determinação do nitrogênio é realizada através do método semi-micro Kjeldahl

através da técnica de solubilização úmida, seguida por destilação a vapor e titulação para a quantificação do NH_4 . O método inicia submetendo o extrato A2 a aquecimento no microdestilador. Ao estrato foram adicionados lentamente 25,0mL de NaOH 18molL^{-1} , seguidos da destilação. O produto de destilação foi recolhido no erlenmayer de 125,0mL contendo 10,0mL da solução de ácido bórico com indicadores (15,0mL de verde de bromocresol 0,1% e 6,0mL de vermelho de metila 0,1% em 1L de solução de ácido bórico 2%), até atingir o volume aproximado de 50,0mL que, posteriormente foi titulado com H_2SO_4 $0,05\text{molL}^{-1}$, registrando o volume gasto até a viragem de verde para azul-cinza.

2.2 RESULTADOS E DISCUSSÃO

2.2.1 CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA INICIAL DO SOLO DAS UNIDADES PRODUTIVAS DO PROJETO PONTAL

O solo das propriedades analisadas apresentaram características comuns a diversos outros solos do semiárido brasileiro, como apresentado na Tabela 1. Apenas o solo das propriedades da comunidade do Lajedo não apresentou necessidade de calagem, por possuir pH acima de 6,0, diferente da comunidade Vira Beiju, onde os valores de pH tiveram valores variando entre 4,2 (mínimos) e 5,4 (máximos). Nas propriedades da Amargosa, o pH também apresentou valores baixos, entre 5,0 e 7,4, diferindo apenas das propriedades onde já havia sido aplicado calcário, onde o pH ficou em torno de 6,5 (Tabela 1). O percentual de saturação por bases no solo (V%) revela apenas a comunidade Lajedo com fertilidade natural mais adequada ($V > 50\%$), apesar de elementos como o fósforo nessa mesma comunidade estar baixo, indicando que a reposição com P faz-se necessária antes dos cultivos.

Os valores de matéria orgânica apresentaram-se baixos no solo das três comunidades, sendo que a comunidade lajedo apresentou os menores valores, entre 0,5 e 0,8 g.kg⁻¹. Em todas as comunidades sugere-se o uso de resíduos orgânicos, independente da cultura que seja implantada, visto que a mandioca, cultura localmente importante, apresenta respostas favoráveis à adição de matéria

orgânica e por ser uma espécie altamente exploradora dos solos (HOWELER, 2002; SOUZA et al., 2009; SILVA et al., 2013). Além da calagem e reposição da matéria orgânica que pode ser realizada com práticas de base ecológica como uso de esterco e calcário, os baixos teores de fósforo também demonstram grande necessidade de adição de fontes desse elemento.

Tabela 1. Características do solo analisado nas comunidades Amargosa, Lajedo e Vira Beiju, Petrolina-PE, dezembro de 2013. Fonte: dados da pesquisa.

Comunidade	Médias	CE	pH	MO	P	K	Na	Ca	Mg	Al
		mS.cm ⁻¹	-----	g.kg ⁻¹	mg.dm-3	-----		cmc.dm-3	-----	
AMARGOSA	min	0,31	5	1	4,59	0,22	0,03	1	0,5	0
AMARGOSA	max	0,94	7,4	5,5	42,23	0,41	0,3	2,8	1,3	0,1
LAJEDO	min	0,16	6,1	0,5	3,65	0,2	0,03	2	0,8	0
LAJEDO	max	0,47	6,3	2,6	14,57	0,47	0,07	3	1,1	0
VIRA BEIJU	min	0,23	4,2	2,2	0,75	0,14	0,02	0,6	0,35	0
VIRA BEIJU	max	2,09	5,4	5,5	6,28	0,23	0,03	1	0,5	0

Apesar de todas as comunidades apresentarem baixos teores de fósforo no solo, a comunidade Vira Beiju possui em seu solo as menores médias desse elemento, tanto na camada de 0-20cm (3,81mg.gm-3) como na camada de 20-40cm (1,13 mg.gm-3). Baixo teor de fósforo é uma característica recorrente nos solos do semiárido, porém a adubação fosfatada apresenta excelentes resultados (SILVA et al., 2011), mesmo em áreas dependentes de chuva (SILVA et al., 2012), principalmente tendo em vista a cultura da mandioca, exigente nesse elemento (GOMES, SILVA e CARVALHO, 2005), essencial para a formação de raízes, que posteriormente podem tornar-se raízes de reserva, órgão de interesse comercial na maioria das áreas que cultivam essa espécie.

Apesar das evidências de que a associação com micorrizas no sistema radicular da mandioca (HOWELER, 2002) promovem aumento significativo na absorção de fósforo, é importante salientar que as altas temperaturas e a escassez hídrica na região semiárida certamente reduzirão a atuação da microbiota dos solos, diferente das outras regiões de clima mais ameno. Esse aspecto reforça a funcionalidade da matéria orgânica no solo atuante como fertilizante, mas também remete à necessidade de cobertura morta, com resíduos existentes na propriedade, proporcionando menores temperaturas no sistema radicular da cultura. Nas comunidades estudadas potássio não aparece como elemento que suscite adição de

fertilizantes, pois os teores desse elemento em todas as áreas manteve-se mediano ou acima da média, entre 0,15 e 0,25 $\text{cmol}_c.\text{dm}^{-3}$, com base na recomendação de adubação para o estado de Pernambuco (SILVA et al., 2008).

Os teores dos microelementos estiveram adequados na maioria das comunidades, destacando-se apenas o teor de zinco na comunidade do Vira Beiju, que apresentou valores entre 0,2 e 1,97 $\text{mg}.\text{dm}^{-3}$, requerendo atenção na adição desse elemento no sistema produtivo, principalmente para a mandioca que é uma cultura exigente em Zn (Tabela 2). De um modo geral o zinco pode ser aplicado de forma bastante prática com imersão das manivas cortadas numa solução de sulfato de zinco 2%, ou em calda biofertilizante (Silva et al., 2007), preparada com esse elemento nessa concentração.

Tabela 2. Continuação das características do solo analisado nas diferentes comunidades.
Fonte: dados da pesquisa.

Comunidade	Medias	CTC	V	Cu	Fe	Mn	Zn
			%	-----	$\text{mg}.\text{dm}^{-3}$	-----	
AMARGOSA	min	4	50,9	1,05	48,9	10,5	1,95
AMARGOSA	max	5,4	100	2,42	143,6	167,7	6,95
LAJEDO	min	4,5	65,5	2,02	115,8	34,8	1,82
LAJEDO	max	4,9	77,6	2,7	156,9	68,5	6,79
VIRA BEIJU	min	2,3	32,3	1,01	17,1	5,4	0,2
VIRA BEIJU	max	4	51,9	1,99	65,1	32,5	1,41

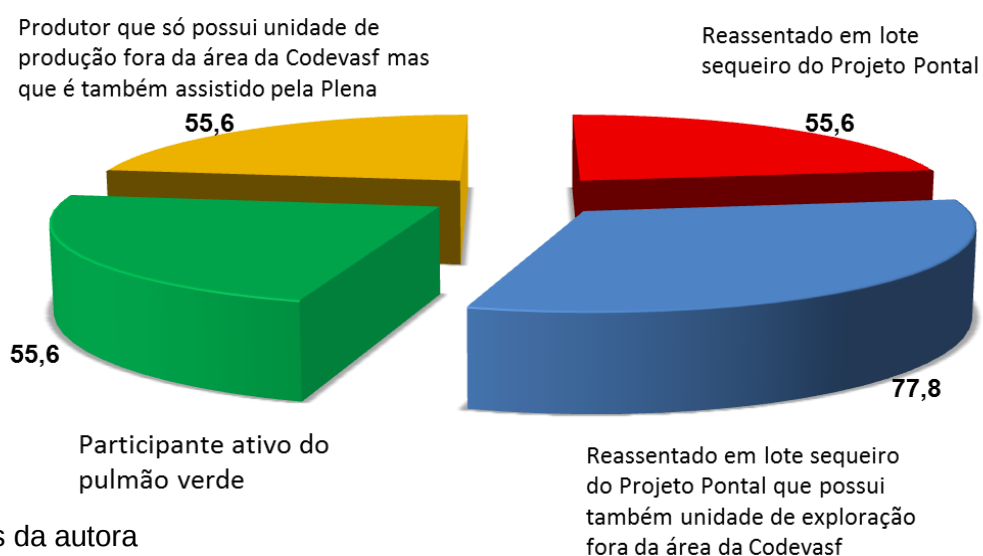
A caracterização química dos solos dessas comunidades localizadas no Projeto Pontal (Tabelas 1 e 2) aponta para a necessidade de utilização de insumos que possam elevar os teores de alguns elementos importantes para o crescimento das culturas, em especial da mandioca. É importante ter em mente que num sistema de produção de base ecológica, onde espera-se o máximo de independência na compra de insumos externos, deve-se buscar alternativas de resíduos encontrados localmente que atendam, pelo menos em parte, às demandas levantadas, e tornem os resultados dos cultivos o mais promissores possível. Neste sentido, faz-se necessário o aprofundamento da análise dos resíduos encontrados com vistas a melhor entender onde são encontrados, em que volume e qual papel eles terão no solo e se existe viabilidade do uso dos mesmos no sistema de produção familiar de base ecológica.

2.2.2 PERFIL INICIAL DOS OS AGRICULTORES DO PROJETO PONTAL

As unidades produtivas presentes nas áreas dependentes de chuva do Projeto Pontal (Sequeiro) possuem em comum algumas características herdadas dos antepassados moradores desse local. A simplicidade na forma de cultivo das espécies de interesse nas áreas recém-abertas, com resultados ainda satisfatórios vem sendo uma constante nas práticas agrícolas. Nessas propriedades, o uso de esterco como fertilizante ocorria apenas para o cultivo da palma, reserva forrageira e hídrica valorizada pela maior parte dos agricultores. Para a caracterização das unidades produtivas aqui apresentada foram realizadas atividades que envolveram a equipe técnica, pesquisadores e produtores locais.

As comunidades do Vira Beiju, Amargosa e Lajedo revelaram características importantes para a determinação das possibilidades de geração de resíduos que possam ser utilizados na agricultura do Projeto Pontal. Um fato importante é que mais de 77% dos produtores entrevistados apresentam propriedades dentro do projeto, porém ainda mantêm área fora do mesmo, o que implica em mais de uma área que pode gerar resíduos, favorecendo uma maior dinâmica de uso dos mesmos. Mais da metade desses produtores (55,6%) são reassentados do Projeto Pontal assistidos pela empresa de assistência técnica que vem atuando na área desde o início de sua utilização e nenhum dos produtores tem vínculo com a empresa âncora até a data da entrevista (Figura 26).

Figura 26. Perfil do produtor entrevistado no Projeto Pontal nas três comunidades Lagedo, Vira Beiju e Amargosa. Petrolina-PE, julho, 2014.



Fonte: dados da autora

A empresa âncora ainda não esteve em funcionamento efetivo durante todo o período do trabalho em análise, fato que explica em parte a não participação dos agricultores e seus filhos na mesma. Esse perfil do agricultor facilitará o entendimento das atitudes tomadas pelo mesmo em determinadas épocas do ano e deixa claro que as respostas da pesquisa poderão ter influência de diversos atores externos como a empresa âncora ou mesmo a assistência técnica, fato este que não diminui o mérito do trabalho, mas apenas revela claramente as características locais que precisam ser levadas em consideração no final do mesmo. Outro aspecto importante para o trabalho foi a característica dos resíduos das comunidades analisadas, que está detalhado a seguir e esclarecerá quais elementos precisam ser adicionados ou complementados para permitir melhores condições de crescimento dos cultivos na área.

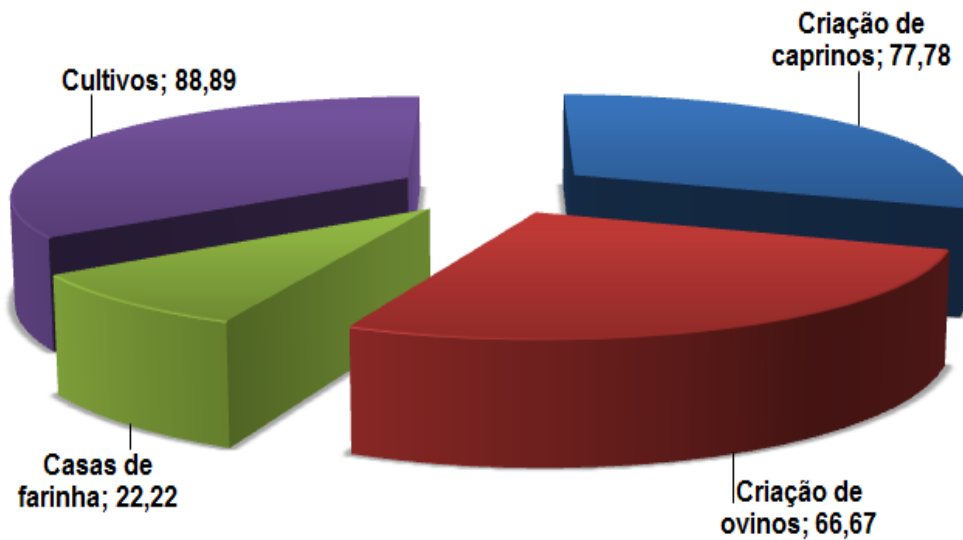
2.2.3 PRINCIPAIS LOCAIS E ATIVIDADES GERADORAS DE RESÍDUOS ORGÂNICOS NO PROJETO PONTAL

Nas comunidades visitadas diversos locais e atividades podem ser geradoras de resíduos úteis na agricultura. No período estudado 88,9% do resíduo gerado nas propriedades analisadas foi proveniente dos currais ou apriscos, representando quase que a totalidade dos agricultores entrevistados, ou seja, a atividade pecuária foi a principal responsável por essa geração. Apenas um agricultor revelou ter resíduos provenientes de área de processamento (casa de farinha) e do campo, fato este explicado pela escassez de alimentos para os animais, tornando qualquer material vegetal passível de utilização como forragem.

Esses dados apresentam os locais de geração efetiva no momento da entrevista, dos quais inclusive foram coletadas amostras desses resíduos para análise, diferentemente dos dados que apresentaremos a seguir, que revela os possíveis locais de geração de resíduos na propriedade (Figura 27). Nesse sentido foi identificado que mais de 80% dos agricultores entrevistados concordam que o campo é um local representativo de geração de resíduos e 77,8% afirmam que a criação de caprinos também é fonte importante de geração desses materiais. As entrevistas correram de maneira bastante harmoniosa, sendo realizadas com entrevistas semiestruturados que foram realizadas com a participação da assistência

técnica local, conforme mostra a Figura 28. Nela estão presentes o técnico, à esquerda, dois produtores do lado dele, o estagiário da Embrapa e outro produtor sentado e a doutoranda no lado direito da foto.

Figura 27. Resíduos gerados no período seco pelas diversas atividades nas comunidades avaliadas do Projeto Pontal. Petrolina-PE, julho, 2014.



Fonte: dados da autora.

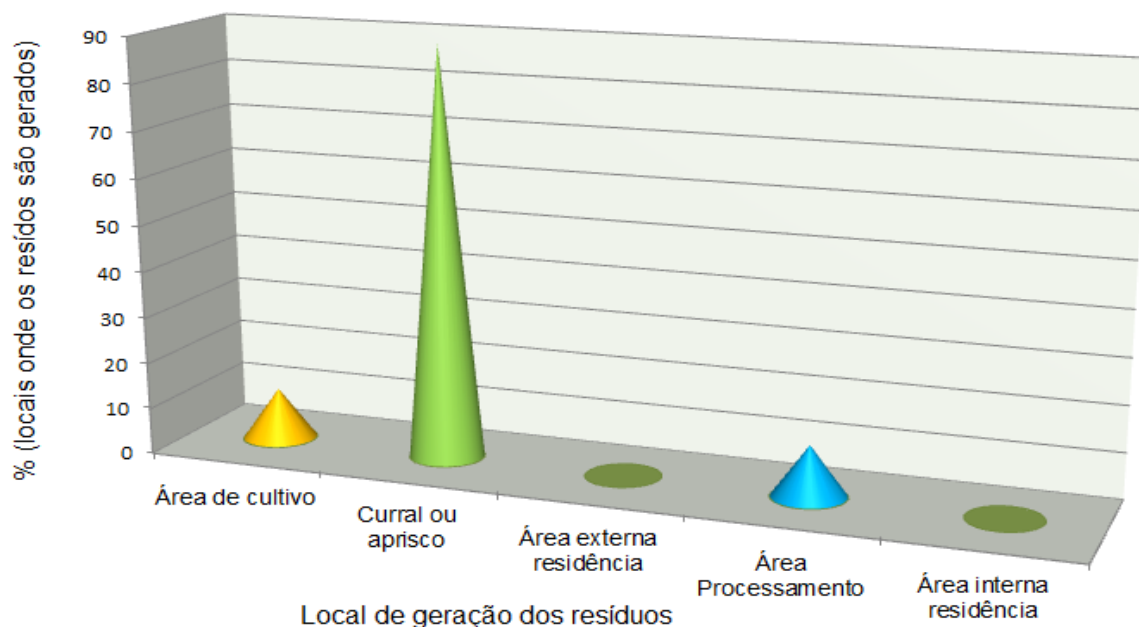
Figura 28. Entrevista na comunidade Vira Beiju, Petrolina-PE. Presença de técnico da ATER local, produtor e estagiário. Agosto de 2013.



Foto: Alineaurea Florentino Silva

Apenas 22% dos entrevistados concordam que as áreas de processamento, como a casa de farinha, seriam locais potenciais de geração de resíduos, demonstrando a quase ausência da importância de processamento nas comunidades entrevistadas (Figura 29), além da esparsa sazonalidade da realização desse processamento. Mesmo que alguns trabalhos de pesquisa na região enfatizem a necessidade de melhoria da qualidade de farinha com ajustes no processo ou mesmo variedades de raiz mais adequadas, como as realizadas por Amorim et al., (2009a, 2009b, 2009c), a atividade tem mostrado decadência na maior parte das áreas dependentes de chuva por conta das fortes estiagens que impõem restrições na produtividade da região e aos altos preços pagos à mão de obra para o preparo da farinha, inviabilizando a atividade na unidade de produção familiar. É importante observar que o campo constitui um local para geração de muito resíduo, porém sendo utilizado pelos animais acaba deixando de ser uma fonte representativa, passando o aprisco a ser um local mais importante para isso, por concentrar resíduos do campo na forma de esterco.

Figura 29. Locais de geração de resíduos no período seco do ano. Média das três comunidades. Petrolina-PE, julho, 2014.



Fonte: dados da autora.

Por fim, observou-se que o resíduo gerado em maior quantidade nas comunidades foi o esterco caprino, concordando com as informações acima sobre

locais potenciais de geração e atividades geradoras dos mesmos. Em média cada propriedade estava gerando no período estudado $5,1\text{m}^3$ de esterco por mês, volume que é 100% comercializado pelos agricultores para a geração de renda. Esse volume de esterco caprino ovino encontra-se reunido em sua quase totalidade nos currais, onde os animais passam a noite (Figura 30). O acúmulo do esterco no curral facilita muito a retirada do material, que no passado era considerada apenas uma “limpeza” do local, realizada em troca de coisas simples como alguns quilos de sal, ou óleo, elementos encontrados com dificuldade no passado dessas comunidades. Atualmente o esterco retirado dos currais é comercializado em números de carrinhos de mão, medida que facilita a negociação, porém deixa muito a desejar em precisão da medida, principalmente com a variação de períodos secos e chuvosos.

Figura 30. Observação do esterco acumulado no curral de Sr. Benedito (lado esquerdo em primeiro plano), na comunidade Vira Beiju, Petrolina/PE



Foto: Espedito Paulo dos Santos. 2013.

Outros resíduos foram apresentados em menores quantidades geradas (todos somam menos de 1m³), como urina de vaca e parte aérea da mandioca, de feijão e de algaroba, sendo esses materiais vegetais pontualmente produzidos por um agricultor apenas.

Diante dos resultados observados, conclui-se que nas unidades produtivas do Projeto Pontal a produção de resíduos de um modo geral é bastante escassa e uma forma mais viável de utilizá-los na agricultura seria armazenando-os nos momentos de maior geração dos mesmos, como no período de chuvas.

2.2.4 SOBRE OS RESÍDUOS SÓLIDOS E ORGÂNICOS

Entende-se por resíduo sólido qualquer objeto, material, substância ou elemento resultante do consumo ou uso de um bem decorrente de atividades agrícolas, domésticas, industriais, de serviços, etc., que o gerador abandona na superfície terrestre, mas que é susceptível ao aproveitamento ou transformação de um novo bem. Há resíduos que são aproveitáveis e os que são não aproveitáveis. Na área do presente trabalho os resíduos que foram investigados decorrem das atividades relacionadas com a produção agropecuária, mais especificamente da caprinovinocultura, representados pelo esterco caprinovino. O esterco caprinovino (Figura 31) tem sido largamente utilizado na agricultura irrigada, retirado principalmente das propriedades de criação desses animais localizadas em áreas dependentes de chuva. Apesar de ser uma fonte importante de nutrientes para o solo o uso de esterco de um modo geral em áreas dependentes de chuva ainda não é uma realidade, o que preocupa pela erosão paulatina que essa retirada de nutrientes pode ocasionar no solo.

Figura 31. Amostra de esterco caprinovino adicionado em círculo no momento do plantio com o pedaço de maniva de mandioca no centro da cova. Detalhe da fonte de fósforo aplicado em linha passando ao lado da cova.



Foto: Alineaurea Florentino Silva

Quase todo o material bibliográfico que trata de resíduos sólidos, na maioria das vezes, remete à geração, ao uso e ao descarte dos resíduos gerados em áreas urbanas, na construção civil, na atividade hospitalar ou doméstica. Nesse contexto, são abordados aspectos quantitativos e qualitativos do que é gerado nessas regiões, quase sempre numa preocupação de redução, reutilização ou reciclagem, diante da problemática que surge com a permanência dos mesmos onde são gerados. Se formos adentrar nas questões conceituais que envolvem os resíduos, diversas definições já estão legitimamente colocadas e podem ser acessadas sem nenhuma dificuldade nos meios digitais e impressos nas instituições que tratam do tema.

A Associação Brasileira de Normas Técnicas ABNT (2004), por exemplo, define "resíduos sólidos" como resíduos nos estados sólido e semi-sólido, que

resultam de atividades de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição. Nessa definição também ficam incluídos os lodos provenientes de sistemas de tratamento de água, aqueles gerados em equipamentos e instalações de controle de poluição, bem como determinados líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou corpos de água, ou exijam para isso soluções técnica e economicamente inviáveis, em face à melhor tecnologia disponível.

Além do conhecimento da composição desses resíduos, é importante observar a reação dos mesmos quando em uso ou armazenados em sistema aeróbio ou anaeróbio. A recente Política Nacional de Resíduos Sólidos — Lei no 12.305/2010 (BRASIL, 2010b) — hierarquiza a não geração, seguida da redução, reutilização, reciclagem, tratamento dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos. Segundo essa política, a logística reversa e a responsabilidade compartilhada, instituídas na lei, são estratégicas na implantação de um modelo de produção e consumo sustentáveis. As responsabilidades do gerador, do importador, do distribuidor, do comerciante, assim como do consumidor do produto, com um fluxo reverso dos resíduos, podem impactar positivamente este objetivo.

Atualmente, mesmo que os resultados sejam ainda pouco divulgados, os resíduos orgânicos têm sido considerados valiosos, em decorrência da composição química dos mesmos e das possibilidades de uso nos sistemas de produção, sejam agrícolas ou industriais. O verdadeiro valor que os resíduos apresentam foi ganhando maior notoriedade a partir de trabalhos envolvendo matéria orgânica de diversas fontes (KIHIL, 1985). Antes disso, eles nem sempre eram considerados importantes e muitas vezes eram queimados nas propriedades para “desocupação” das áreas a serem usadas para outros fins. O uso da lenha para preparo dos alimentos é apenas uma das formas mais antigas e conhecidas de geração de energia para as propriedades e casas. Até hoje, a lenha ainda é utilizada em padarias para o preparo de pães, porém existe uma infinidade de usos para os resíduos sólidos que são gerados nas propriedades e pouco aproveitados.

A agricultura de base ecológica pressupõe, além de diversas práticas a serem adotadas, a diversidade de espécies na área, bem como o aproveitamento de

resíduos gerados dentro e fora da unidade produtiva com vistas a criar uma maior independência dos insumos externos à área.

2.2.5 SOBRE O USO DOS RESÍDUOS NA AGRICULTURA

Nas propriedades rurais é visível a geração e uso dos resíduos sólidos. Os fertilizantes naturais e orgânicos, os resíduos de cochos, esterco de currais, de apriscos, restos de culturas vegetais, sejam elas milho, feijão, mandioca, abóbora, capim, cana, etc., todos eles são utilizados em maior ou menor grau e deixam, ao final, resíduos orgânicos que podem ser reaproveitados. Quando as culturas são colhidas a parte comercial representa apenas uma parte da planta. O restante que fica em campo pode ser aproveitado como resíduo sólido para a geração de energia. Em algumas propriedades, porém, os resíduos orgânicos gerados em campo são direcionados para a alimentação animal, promovendo empobrecimento do solo, pela baixa manutenção de fonte de matéria orgânica que esses resíduos representam. Se ao menos o esterco produzido pelos animais pudesse ser devolvido ao solo nessas propriedades, ter-se-ia uma devolução do material que serviria de fonte de nutrientes e matéria orgânica.

Voltando-se mais ainda para os resíduos agrícolas, sabe-se que todas as formas de uso da mandioca, por exemplo, na propriedade (seja industrial ou não), bem como de outras espécies vegetais, geram resíduos orgânicos sólidos ou líquidos, em maior ou menor volume e com diferentes composições que poderiam ser aproveitados no sistema de cultivo, possibilitando maiores produtividades e rentabilidade para o agricultor. A tradição secular e a adaptação ao ambiente semiárido são aspectos que explicam a popularização do cultivo da mandioca entre os agricultores familiares. Porém, a facilidade na condução dos plantios tem mantido essa cultura ao longo do tempo presente nos sistemas de produção de base familiar e agroecológica, sem uso mínimo de insumos ou resíduos e tecnologia que poderiam otimizar todo o investimento atrelado à atividade, mesmo sendo estes investimentos próprios ou de fontes financiadoras, subsidiados por políticas públicas que permitissem essa melhoria.

A utilização dos resíduos orgânicos gerados na propriedade, associados a cultivos simultâneos com outras espécies em sistemas de transição agroecológica

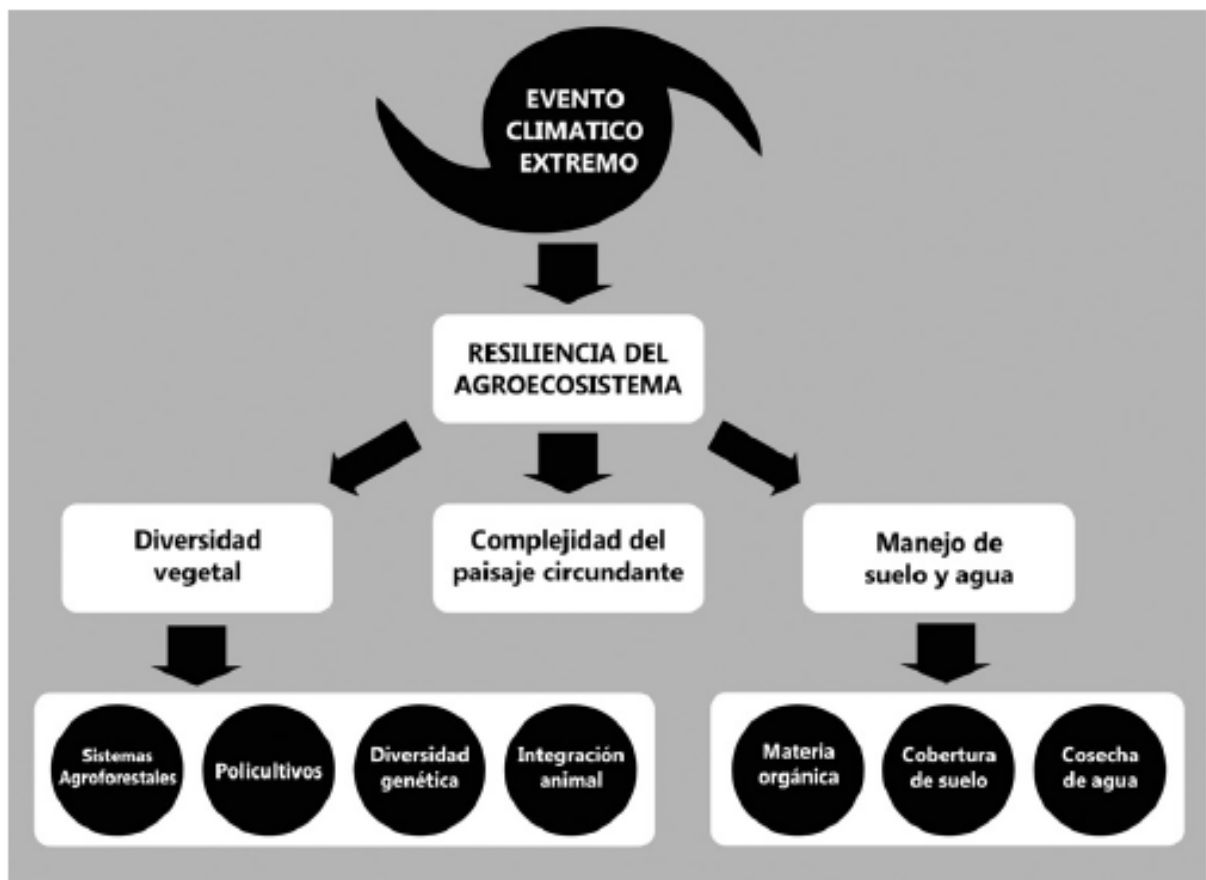
poderiam interferir positivamente, permitindo melhoria nos aspectos produtivos e sócio-econômico-ambientais da propriedade, trazendo benefícios diretos e indiretos para o produtor e para o ambiente, alinhando-se cada vez mais ao que vem prescrito na Agenda 21, que conclui que “o manejo ambientalmente saudável de resíduos deve ir além da simples deposição ou aproveitamento por métodos seguros dos resíduos gerados e buscar desenvolver a causa fundamental do problema, procurando mudar os padrões não-sustentáveis de produção e consumo. Isto implica a utilização do conceito de manejo integrado do ciclo vital, o qual apresenta oportunidade única de conciliar o desenvolvimento com a proteção do meio ambiente” Agenda 21 (1992), capítulo 21.

2.2.6 SOBRE OS RESÍDUOS NA AGRICULTURA DEPENDENTE DE CHUVA

A adubação orgânica com uso de resíduos encontrados nas propriedades para fertilização do solo e melhoria das condições de crescimento das espécies vegetais é uma das práticas internacionalmente preconizadas para uma agricultura de base ecológica sustentável (Martins et al., 2010; Santos et al., 2012; Vasconcelos et al., 2013). A adição de cobertura vegetal ou incorporação de adubos verdes tem conhecida eficácia, principalmente nos cultivos mais exigentes e em áreas irrigadas (Brandão et al., 2013; Santos et al., 2013), porém também tem apresentado resultados positivos em áreas dependentes de chuva cultivadas com batatinha e mandioca, principalmente por manter a umidade do solo e melhorar a fertilidade do mesmo em cultivos como batatinha (MENEZES, 2002) no Agreste Paraibano.

O *mulch* ou cobertura morta de vegetais sobre o solo é uma das formas de se manter a umidade e melhorar o rendimento de cultivos como a mandioca (SILVA et al., 2009), sendo prática fundamental para as regiões semiáridas. Os benefícios que a permanência de matéria orgânica pode deixar num sistema agrícola é uma das medidas que podem ser tomadas no sentido de aumentar a resiliência do sistema, com vistas a traspor eventos extremos, no caso a seca, que ocorre frequentemente. A Figura 32 apresenta resumidamente o que seria essa resiliência e quais as principais medidas que poderiam ser tomadas para melhorar o sistema como um todo, numa situação de evento climático extremo, como a seca.

Figura 32. Fatores ecológicos em nível de pastagem, diversidade vegetativa e qualidade do solo que condicionam a resiliência de um agroecossistema.



Fonte: Altieri e Nichols (2013)

A cobertura vegetal produzida por plantas intercaladas como o guandu, quando deixada sobre o solo, permite uma redução na evaporação da umidade do solo mantendo por mais tempo o teor de umidade, além de fornecer de maneira gradual os nutrientes contidos em suas folhas.

Os solos da maioria das propriedades de áreas dependentes de chuva da região semiárida no Brasil possuem baixos teores de elementos como nitrogênio e fósforo que tendo como agravante o déficit hídrico, dificulta sobremaneira o alcance de resultados satisfatórios de produção. Esse aspecto refere-se principalmente às áreas desmatadas, pois na vegetação da caatinga, em sua grande maioria, predominam as leguminosas, fixadoras de nitrogênio, porém com o desmatamento, as altas temperaturas e eventos de chuvas catastróficas ocorridas na região esse nutriente é rapidamente decomposto e reduz sua concentração no ambiente a níveis quase insignificantes para os sistemas produtivos em geral. Como consequência

dessa perda, ano após ano, as safras esperadas tornam-se cada vez mais raras e, com o agravante da escassez hídrica, muitos agricultores não mais acreditam na viabilidade do cultivo de algumas espécies, mesmo aquelas que historicamente têm ocupado espaços importantes nessas propriedades, como milho, feijão e mandioca.

“Em geral, o manejo alimentar dos sistemas tradicionais de produção animal, no Semiárido, pode assim ser descrito: na época chuvosa e enquanto existem alimentos na Caatinga, todos os animais se alimentam, exclusivamente, dessa vegetação. Quando os alimentos da Caatinga começam a escassear, é ofertada suplementação volumosa. Os bovinos são os primeiros a receberem suplementação, depois os ovinos e, somente, quando a falta de alimentos na caatinga se tornou crítica é que os caprinos passam a receber suplementação. As matrizes em lactação, animais não desmamados e aqueles em pior estado nutricional ou mais debilitados por problema de saúde têm preferência para receber a suplementação. As fêmeas não lactantes, animais jovens desmamados e aqueles sadios são soltos na Caatinga para encontrar os alimentos que restam. Portanto, a Caatinga constitui o recurso forrageiro mais acessível para a produção animal no Semiárido Brasileiro, apresentando ainda valor nutritivo satisfatório durante a estação chuvosa, porém, estratégias de suplementação do rebanho principalmente na estação seca do ano são imprescindíveis para a melhoria dos índices produtivos atuais.” (CANDIDO et al., 2005 p. 14),

No caso específico da mandioca cultivada em área dependente de chuva, o uso de fertilizantes e corretivos convencionais permite incremento na produção (SILVA et al., 2012), principalmente no caso de solos com baixa fertilidade, porém essa prática poderá causar dependência de insumos externos, indo contra as práticas agroecológicas sustentáveis conhecidas (VASCONCELOS, 2013; ALTIERI, 2004).

A adição de resíduos agrícolas gerados nessas propriedades como esterco, pode reverter o quadro, tornando mais sustentável a atividade agrícola local (MENEZES, 2002), apesar de inicialmente ter chances de elevar os custos de produção (POMPEU et al., 2013), porém é preciso conhecer como ocorre a geração desses resíduos nas propriedades, bem como as características dos mesmos e dos solos das propriedades para uma recomendação precisa e sustentável num sistema de produção de base ecológica, mais simplificado que o de áreas com cultivos comerciais em larga escala ou irrigadas.

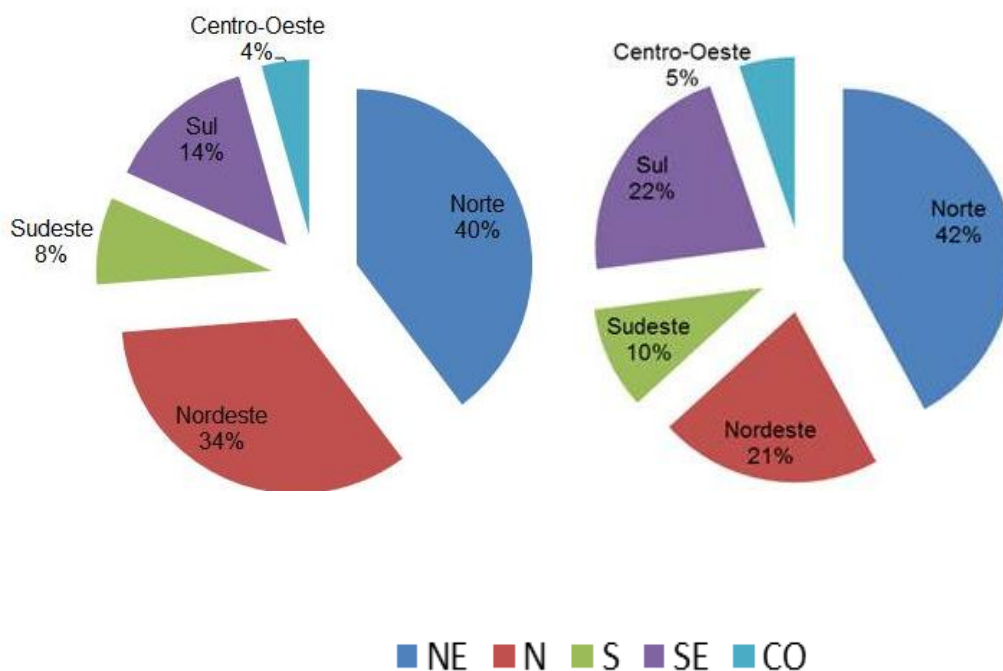
2.2.7 VOLUME E CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA DOS RESÍDUOS NO PROJETO PONTAL

A matéria orgânica melhora as propriedades físicas e químicas dos solos, agregando-o, conservando-o ou retendo a umidade e aumentando a troca catiônica (LOPES e GUIDOLIN, 1988). Com o entendimento de que os resíduos orgânicos são, dessa forma, importantes para a produção agrícola e tendo em vista a manutenção da qualidade do solo ao longo do processo de transição agroecológica, o acesso a algumas políticas públicas poderia contribuir como alerta para reduzir a prática da comercialização e descarte inadequados dos resíduos orgânicos das propriedades, principalmente das que apresentarem déficit de fertilidade do solo, incentivando o seu uso para melhoria do sistema de produção.

Antes de propor qualquer forma de gestão de resíduos gerados na propriedade e acessar as políticas públicas para isso, é importante conhecer a composição desses resíduos, tanto quanto em relação ao teor de nutrientes como ao de elementos que possam ser tóxicos ao homem e à natureza. Além do conhecimento da composição desses resíduos, pode-se observar a reação dos mesmos quando em uso ou armazenados em sistema aeróbio ou anaeróbio, para que a utilização daqueles seja mais equilibrada.

O Nordeste brasileiro é responsável por uma grande parte da produção nacional de mandioca. Cerca de 33%, no ano de 2010, foram produzidos na Região. A produção brasileira de mandioca em 2014 ficou em torno de 23 milhões de toneladas, conferindo uma variação positiva de mais de 10% quando comparada com o ano de 2013 (IBGE, 2014). Neste ano (2014), a região Nordeste apresentou maior área colhida (37% do total), apesar da região Norte ter ficado com a maior produção (35%), quando comparada com as demais regiões (Figura 33). Este resultado reflete as condições extremas vividas pela região Nordeste, nos últimos anos, reunindo o advento da estiagem por anos seguidos e altas temperaturas médias anuais.

Figura 33. Área colhida (esquerda) e produção de mandioca (direita) no ano 2016 nos estados brasileiros.



Fonte: IBGE (2016).

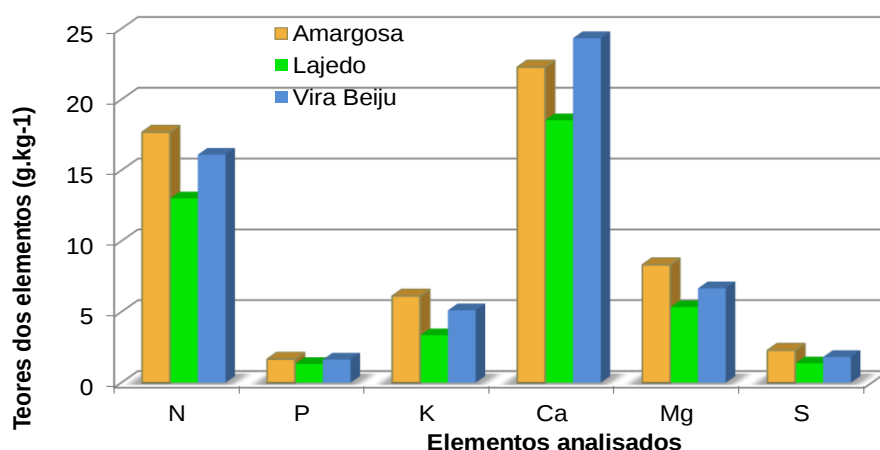
Após todos os resultados alcançados, e mesmo durante a coleta das informações, foram analisadas paralelamente as políticas públicas existentes, relacionadas com os aspectos de gestão de resíduos sólidos no Projeto Pontal, associadas às políticas do meio ambiente. A Política Nacional de Resíduos Sólidos será um norteador para as ações relacionadas com os resíduos gerados e utilizados. O retorno das informações às comunidades também será uma ação complementar contínua que terá subsídios nas atividades realizadas previamente e desencadeará processos positivos, principalmente porque serão acompanhadas pela assistência técnica local e assim envolverão os principais personagens da região.

Os diversos resultados de pesquisa apresentados na revisão de literatura e delimitação do problema serão corroborados com os resultados do presente trabalho e poderão reforçar a necessidade de se implementarem certas práticas necessárias para a manutenção da qualidade do solo e do ambiente, adequadas à sustentabilidade em longo prazo. Como citado no início deste documento, o Projeto Pontal, apesar de ter sinalizado em seus documentos prévios à implantação (EIA e RIMA) a necessidade de práticas de base ecológica, um esforço maior será

necessário para que essas práticas tornem-se uma realidade promissora para as atuais e futuras gerações.

No Projeto Pontal, espaço onde foi localizado o presente o trabalho, no período avaliado, o resíduo encontrado com predomínio em todas as propriedades foi o esterco caprino. Outros resíduos foram encontrados apenas em uma propriedade, como bagaço de algaroba, parte aérea de mandioca e restos de cultura do feijão. O esterco caprino tem uma produção aproximada de 5m^3 por mês, reunido nos currais das propriedades, foi o resíduo mais rico quimicamente dentre os encontrados, apresentando em média $16,04\text{g.kg}^{-1}$ de nitrogênio, $1,76\text{g.kg}^{-1}$ de fósforo, $5,11\text{g.kg}^{-1}$ de potássio, $21,02\text{g.kg}^{-1}$ de cálcio, $6,71\text{g.kg}^{-1}$ de magnésio e $1,91\text{g.kg}^{-1}$ de enxofre (Figura 34).

Figura 34. Teores de elementos químicos no esterco caprino ovino analisado nas comunidades Amargosa, Lajedo e Vira Beiju. Petrolina-PE, julho, 2014.



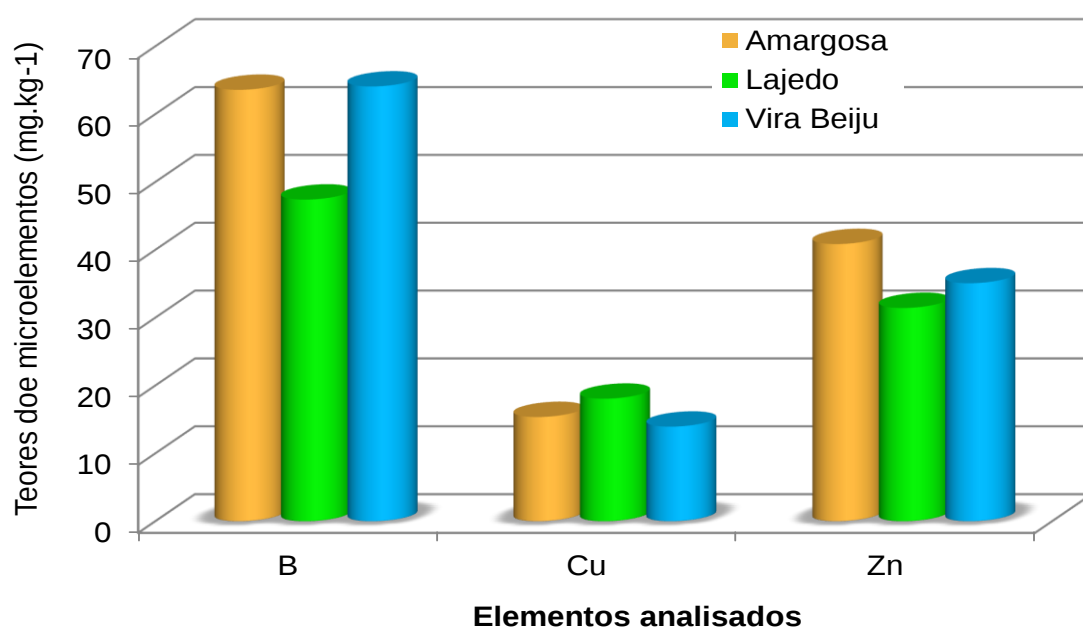
Fonte: dados da autora.

Também foram analisados os teores de microelementos no esterco caprino e ovino encontrado nas propriedades das três comunidades. Os resultados apontaram para teores de Boro de $63,58\text{mg.kg}^{-1}$ e $64,08\text{mg.kg}^{-1}$ na Amargosa e no Vira Beiju, respectivamente e $47,41\text{mg.kg}^{-1}$ na comunidade Lajedo (Figura 35). Esses teores de boro foram inferiores aos encontrados em trabalho de Silva et al. (2012), em que o esterco caprino entrou no preparo de composto orgânico e no momento

apresentou teores de boro de 132mg.kg^{-1} . Este aspecto alerta para possíveis deficiências de boro nos cultivos fertilizados frequentemente com este esterco, o que pode ocasionar problemas de crescimento e produção nas espécies mais exigentes nesse elemento.

Os teores de zinco também ficaram abaixo do analisado no esterco caprino por Silva et al. (2012) que encontraram $41,1\text{mg.kg}^{-1}$, mantendo-se no presente trabalho em $40,85\text{ mg.kg}^{-1}$, $31,43\text{ mg.kg}^{-1}$ e $35,08\text{ mg.kg}^{-1}$ nas comunidades Amargosa, Lajedo e Vira Beiju, respectivamente, o que também remete a certo cuidado na manutenção da avaliação do boro para evitar carências desse microelemento nas culturas exigentes nele.

Figura 35. Teores de microelementos Boro, Cobre e Zinco no esterco caprinovino nas comunidades Amargosa, Lajedo e Vira Beiju. Petrolina-PE, julho, 2014.



Fonte: dados da pesquisa.

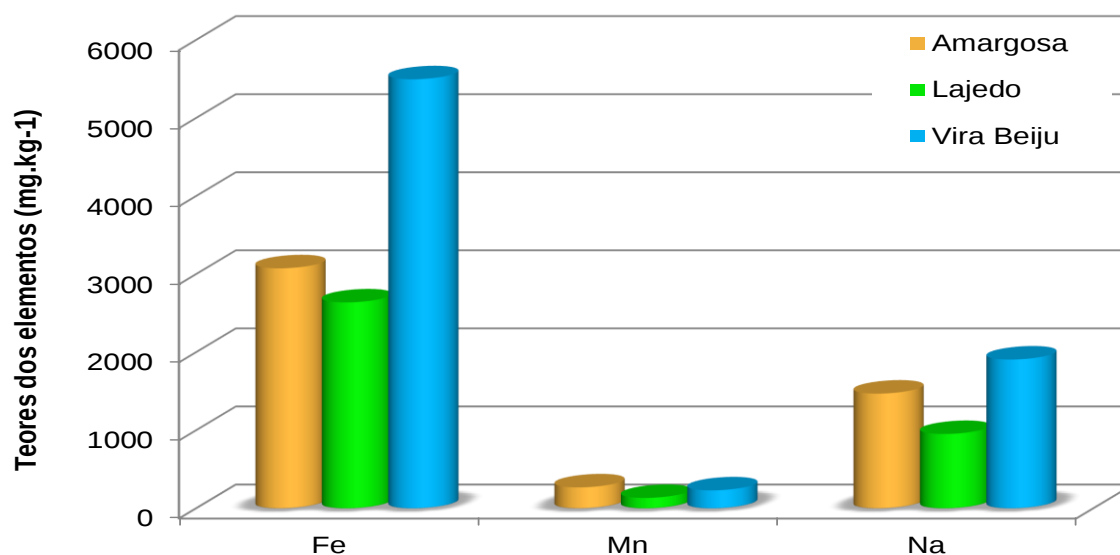
Os teores de Ferro, Manganês e Sódio também foram analisados no esterco caprino e ovino das três comunidades, apresentando valores altos de Ferro, principalmente na comunidade Vira Beiju ($5495,21\text{mg.kg}^{-1}$), enquanto que nas outras comunidades os teores de ferro não passaram de $3073,73\text{mg.kg}^{-1}$. Normalmente os teores de ferro em resíduos como esterco são altos, devido, principalmente à dieta

dos animais, rica em gramíneas e suplementadas com capim elefante ou cana que são ótimas fontes de ferro (Figura 36).

Os teores de manganês foram considerados baixos quando comparados com Silva et al. (2012) que encontraram $367,50 \text{ mg.kg}^{-1}$, enquanto nos esterco caprino ovino nas três comunidades ficou em torno de $267,41 \text{ mg.kg}^{-1}$ o mais alto, na comunidade Amargosa, em Petrolina-PE. Nas três comunidades os teores de sódio ficaram mais altos do que no trabalho de Silva et al. (2012), que manteve o esterco caprino em 754 mg.kg^{-1} de sódio, o que pode ser explicado pelo suplemento em sal mineral para os animais, amplamente conhecido pelos pecuaristas da região. Este aspecto pode tornar-se preocupante devido ao acúmulo desse elemento na zona de crescimento das raízes, impedindo o crescimento adequado das plantas cultivadas.

Considerando o volume gerado, o esterco é um dos resíduos gerado em maior volume que os demais analisados, porém a composição química mostra-se variada de acordo com a fonte do material.

Figura 36. Teores de microelementos Ferro, Manganês e Sódio no esterco caprinovino nas comunidades Amargosa, Lajedo e Vira Beiju. Petrolina-PE, julho, 2014.

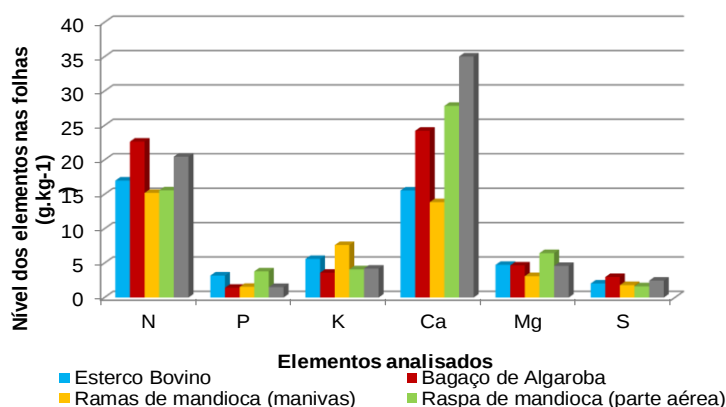


Fonte: dados da pesquisa

O bagaço de algaroba, por exemplo, apresentou média de $22,67 \text{ g.kg}^{-1}$ de nitrogênio e $24,24 \text{ g.kg}^{-1}$ de cálcio (Figura 37), enquanto que a parte aérea da mandioca mostrou teores de cálcio ($27,86 \text{ g.kg}^{-1}$), acima dos valores do mesmo elemento no esterco. Mesmo com uma composição química superior em alguns

elementos ao esterco, a parte aérea da mandioca não poderia ser recomendada como opção mais viável de resíduo orgânico aproveitável nas áreas dependentes de chuva nas comunidades do Projeto Pontal, por conta do uso da mesma na alimentação dos animais, seja na forma de feno ou silagem.

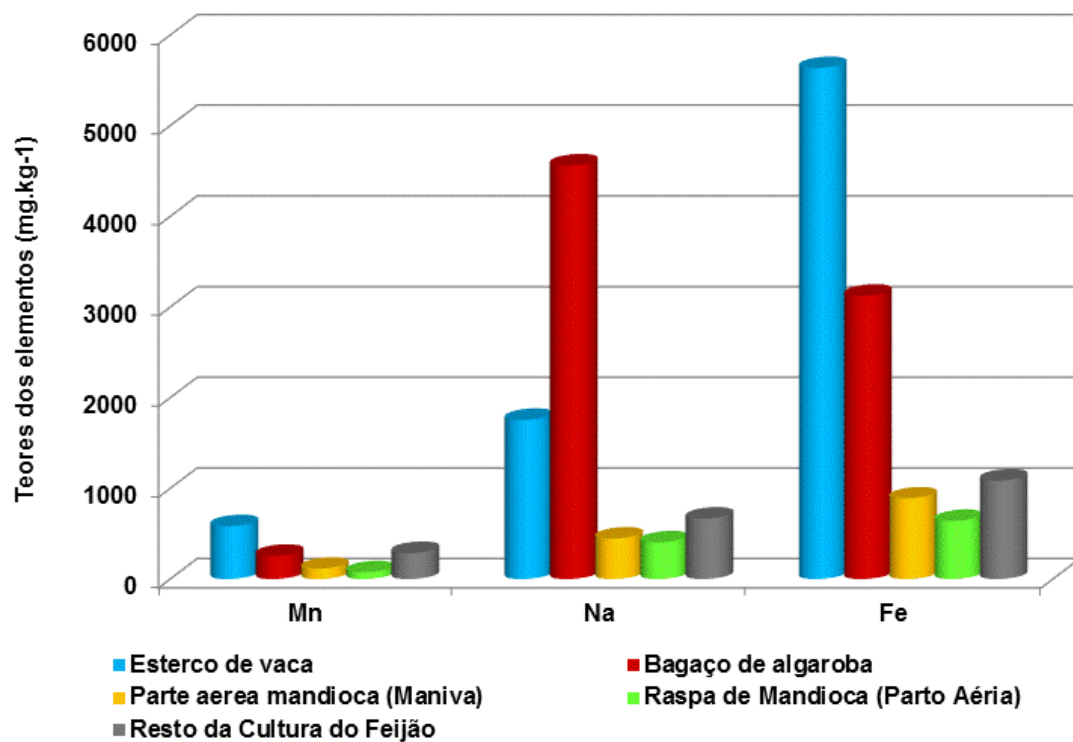
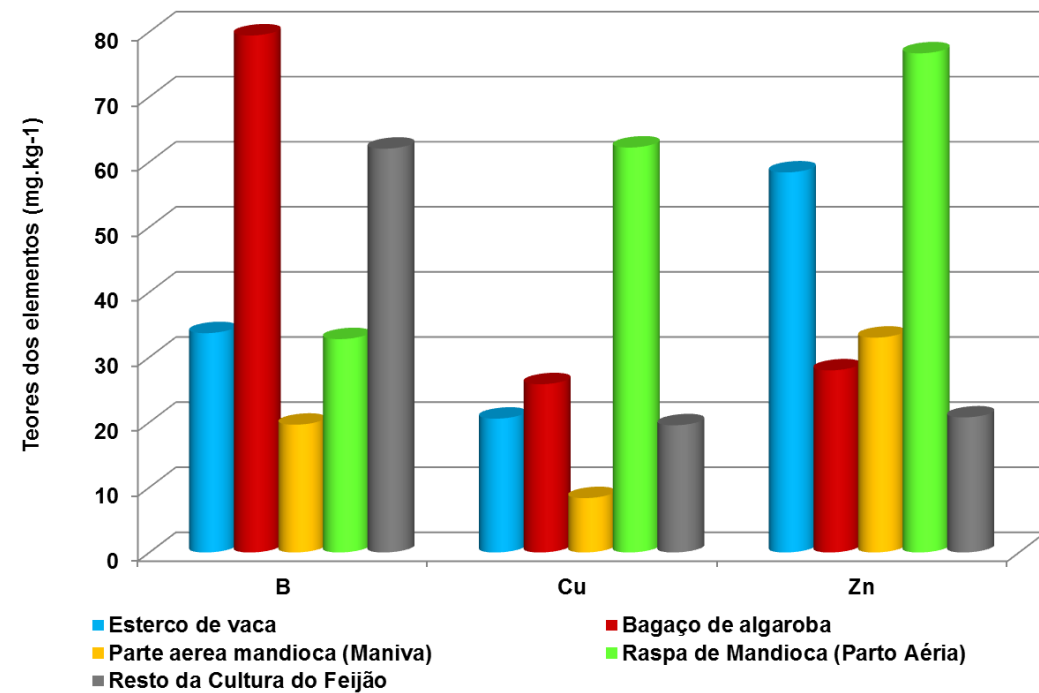
Figura 37. Teores de macroelementos químicos em outros resíduos encontrados na comunidade Amargosa. Petrolina-PE, julho, 2014.



Fonte: dados da pesquisa

Nesses resíduos encontrados na comunidade Amargosa foram analisados macro e microelementos (Figura 38) importantes para a geração de informação das opções de resíduos existentes e gerados nas propriedades que poderiam ser utilizados como fertilizantes orgânicos no cultivo da mandioca. Esses resíduos possuem teores importantes dos elementos analisados, porém a frequência de geração bem como o volume inviabilizam o seu uso neste primeiro ano de trabalho, além das chuvas não terem sido suficientes para a instalação das áreas de plantio nesse local.

Figuras 38. Teores de microelementos químicos em outros resíduos encontrados na comunidade Amargosa. Petrolina-PE, julho, 2014.



Fonte: dados da pesquisa

O esterco caprinovino apresentou composição química de alguns elementos equivalente aos demais resíduos orgânicos analisados, porém ao observar o volume gerado do mesmo e a finalidade de cada um deles nas comunidades estudadas, pode-se inferir que o mesmo torna-se a opção mais viável para uso na fertilização do solo. Enquanto que os resíduos de parte aérea da mandioca e os outros são utilizados para a alimentação dos animais, o esterco é utilizado nas comunidades para comercialização para áreas irrigadas. Assim, mesmo conhecendo a composição e volume gerado pelo esterco caprinovino nas propriedades do Pontal, faz-se necessária a avaliação dos resultados do uso do esterco no crescimento das plantas de mandioca para concluir de forma mais racional sobre a recomendação do

2.2.8 RETORNO DAS COMUNIDADES SOBRE O USO DOS RESÍDUOS NAS COMUNIDADES DO PROJETO PONTAL

Essa etapa está foi programada em dois momentos. Inicialmente, diante dos dados coletados para a caracterização das propriedades, foram extraídas informações para compor o cenário original, certamente com poucos detalhes que foram adquiridos com mais propriedade ao final do ensaio, principalmente devido a conhecimentos das disciplinas realizadas no programa de pós-graduação.

O retorno das comunidades sobre o uso dos resíduos e adoção dessa e de outras técnicas de base agroecológica é essencial para verificar a possibilidade de adoção das inovações sugeridas. Também pode-se analisar mais detalhadamente os dados apresentados e verificar a mudança de comportamento e retorno dos agricultores diante do acompanhamento dos trabalhos. Essa mudança releva uma autonomia na identificação das potencialidades locais bem como o empoderamento sobre as práticas observadas.

Na Figura 39 observa-se que as áreas plantadas com mandioca no Projeto Pontal, acompanhadas no presente estudo, possuem, em sua grande maioria, até 1,0 hectare, reforçando mais uma vez a informação de que a mandioca é uma atividade muito bem realizada pelos agricultores familiares. Os dados apresentados nesse item são fruto das últimas visitas as comunidades e aplicação de novos questionários para compreensão do retorno dos agricultores diante das práticas implantadas.

Figura 39. Tamanho médio das áreas de mandioca nas propriedades acompanhadas no Projeto Pontal.

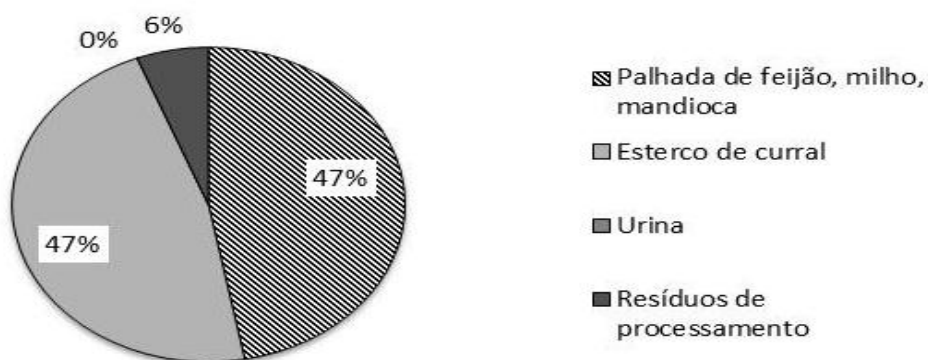


Fonte: dados da pesquisa

Nessas propriedades, 80% dos agricultores presentes afirmaram que os resíduos orgânicos encontrados em suas propriedades tem origem nas áreas de cultivo, são as palhadas de milho, feijão e mandioca, bem como esterco de curral. Esse aspecto é importante para comparação com o início do projeto, quando não se observava com tanta atenção o uso dos resíduos, tampouco a produção deles e sua localização nas propriedades.

Mesmo que de maneira tímida, os agricultores demonstraram, com o questionário, que passaram a enxergar a agropecuária como uma atividade potencialmente geradora de resíduos, afirmando com convicção que as áreas de cultivo eram geradoras desse material, quando perguntados sobre isso (Figura 40).

Figura 40. Informações dadas pelos agricultores quando perguntados sobre os resíduos gerados nas propriedades das comunidades participantes do projeto de pesquisa



Fonte: dados da pesquisa

No dia de campo realizado na comunidade, com todos os representantes das associações, a participação dos mesmos nos resultados foi essencial para o andamento do final das atividades. Além da análise conjunta dos resultados encontrados em campo, sobre a produção da mandioca, sobre resposta do solo aos tratamentos aplicados, foram estimulados diálogos entre os produtores e com os técnicos e, nesse ambiente, alguns questionários semi-estruturados foram preenchidos como forma de registrar as informações surgidas no dia (Figura 41).

Nas informações levantadas em cada questionário pode-se perceber maior familiaridade dos representantes das comunidades com o trabalho e com os resíduos agrícolas.

Dotando o ambiente e o evento participativo de maior informalidade, as conversas foram caminhando por diversas áreas, quando eram colocadas informações relevantes para a compreensão do sistema de produção como um todo e das consequências das possíveis intervenções no mesmo. Dentro dessas intervenções, pontuadas nos questionários, foi colocado com muita clareza as dificuldades impostas ao uso dos resíduos na atividade agrícola (Figura 42).

Figura 41. Equipe de trabalho e representantes das comunidades participantes dos eventos de retorno das informações para as comunidades. Local: Amargosa, Petrolina-PE.

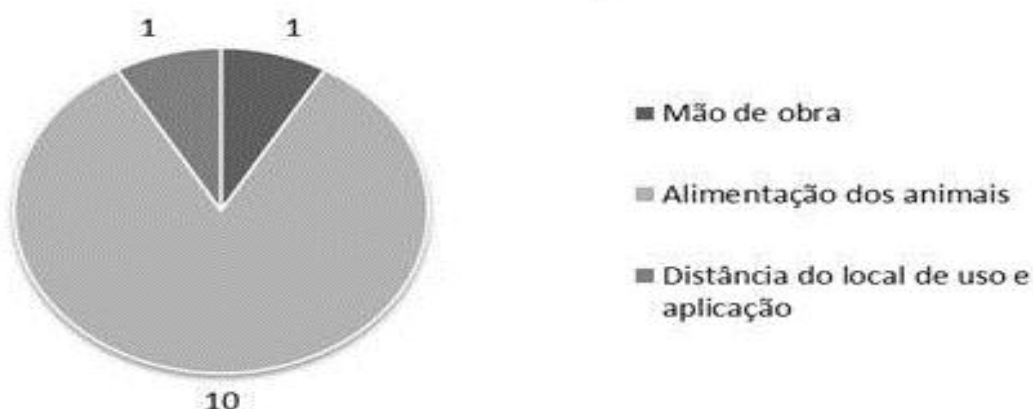


Foto: Espedito Paulo dos Santos.

As considerações feitas pelos agricultores a esse assunto trouxeram uma grata surpresa, ao perceber que a totalidade dos agricultores ali presentes estavam

cientes das dificuldades, ou seja, estavam alinhados com o tema em questão e mesmo sendo este tratado mais diretamente por apenas alguns dos produtores, todos estavam participando, mesmo que indiretamente dos trabalhos e das intervenções. Nesse ponto, além dos resultados em si discutidos aqui, é importante salientar a importância de um sistema de assistência técnica atuante, e adequado à realidade local.

Figura 42. Principais dificuldades apontadas pelas comunidades entrevistadas.



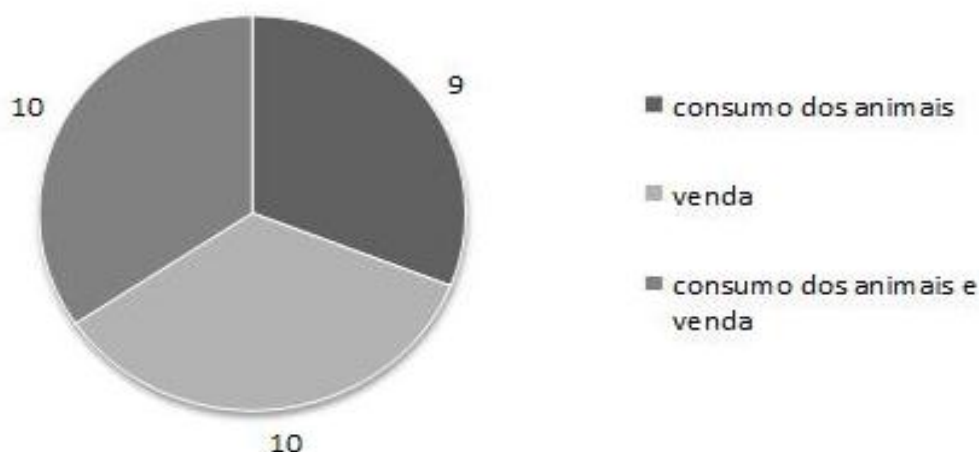
Fonte: dados da pesquisa

A adoção do sistema de Agentes de Desenvolvimento Local Sustentável (ADS) foi algo de grande relevância para a sustentabilidade local, permitindo que as ações realizadas em plano piloto em algumas propriedades fossem rapidamente conhecidas por todos, fato este apresentado com os resultados alcançados. Dessa forma, o acompanhamento periódico das áreas de cultivo permitiu uma maior facilidade na obtenção dos resultados, pois os agricultores tomavam conhecimento do processo como um todo, não apenas da técnica ao final como é comum em programas de extensão rural.

A adoção de uso dos resíduos é fundamental para a saúde do solo e aumenta a resiliência dos sistemas produtivos, como visto no capítulo anterior. Porém, quando perguntados sobre as principais dificuldades em uso dos resíduos nas propriedades foi quase unânime a resposta sobre os prejuízos na alimentação dos animais, conforme apresentado anteriormente na Figura 42. A competição que é percebida entre o uso dos resíduos no solo e o fornecimento destes para os animais é visível.

A quase totalidade dos entrevistados também apontaram a venda e consumo dos animais como os principais destinos dos resíduos gerados, nesse caso incluídos os esterco, fonte de renda presente (Figura 43).

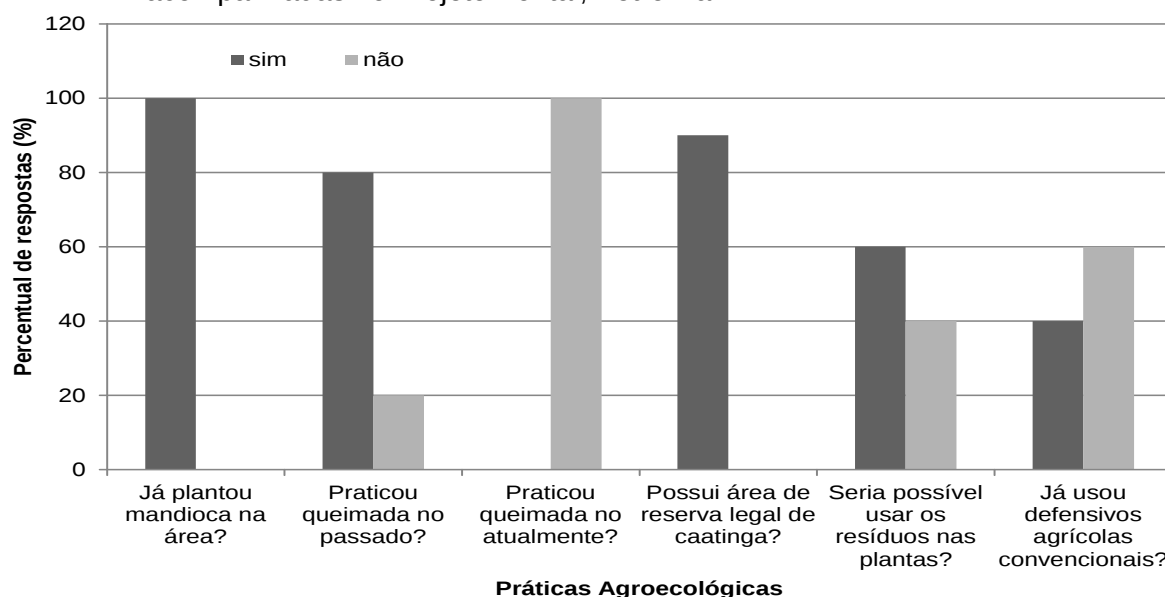
Figura 43. Principais destinos dos resíduos nas comunidades analisadas ao término do trabalho.



Fonte: dados da pesquisa

Saindo do foco dos resíduos nas comunidades e analisando as discussões acerca das práticas prejudiciais aos sistemas de produção, principalmente sem o devido acompanhamento, pode-se observar que a totalidade das comunidades presentes já praticaram a queimada no passado e plantaram mandioca (Figura 44). Mais de 80% das comunidades possuíam reserva legal em suas propriedades e 60% concordaram que poderiam usar os resíduos nas plantas, apesar de apontar as dificuldades comentadas anteriormente. Uma outra informação é que mais da metade das comunidades presentes já utilizou defensivos agrícolas. Essa combinação de fatores fragiliza as possibilidades de sucesso de sistemas de produção mais sustentáveis e coloca a adoção de práticas com horizonte temporal de médio e longos prazos, envolvendo trabalho de assistência técnica ainda por muitos anos.

Figura 44. Práticas Agroecológicas apontadas como realizadas pelas comunidades acompanhadas no Projeto Pontal, Petrolina-PE.

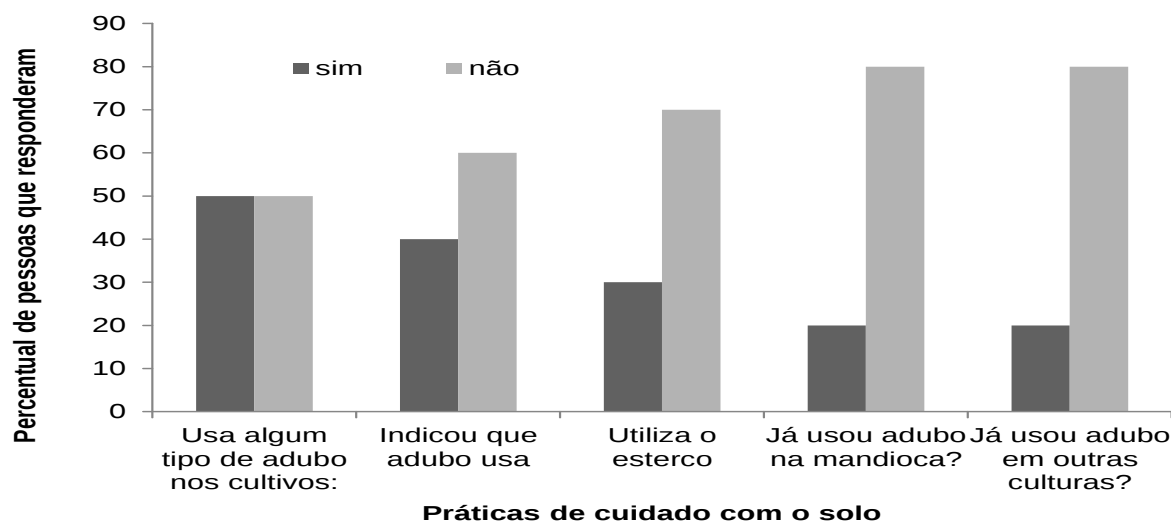


Fonte: dados da pesquisa

Dentre as práticas de cuidado com o solo, prioritárias no ambiente semiárido, pode-se observar que ainda apresentam-se pouco adotadas pelas comunidades acompanhadas durante o trabalho (Figura 45). Algumas das práticas consideradas prioritárias seria o uso de adubos ou corretivos, tendo em vista as características da maioria dos solos presentes no local serem de baixa fertilidade e em alguns casos com elevados índices de acidez. Apesar de 50% das comunidades afirmarem que usa algum tipo de adubo nos cultivos mais de 80% afirma que não usou esse adubo na mandioca. Esse aspecto é preocupante devido à repetitividade do cultivo, frequente na região e característica da planta da mandioca muito exauridoras dos nutrientes do solo.

A mandioca exporta uma quantidade enorme de fertilizantes para seus órgãos, sejam eles com apelo econômico ou não. Por isso existe uma forte tendência das áreas com o cultivo de mandioca terem solos pobres e que precisam de complemento em fertilizantes e correção da acidez (SILVA et al., 2009, SILVA et al., 2013). Não somente a mandioca tem sido cultivada sem o uso de adubos, segundo os representantes das comunidades como também não é usado adubo nas outras culturas também.

Figura 45. Práticas Agroecológicas apontadas como realizadas pelas comunidades acompanhadas no Projeto Pontal, Petrolina-PE.



Fonte: dados da pesquisa.

Apenas 28% das comunidades entrevistadas afirmaram que utilizam o esterco na fertilização do solo, número este que precisa aumentar muito, principalmente porque o aumento dele vai representar a redução da saída desse material da propriedade, o que certamente irá diminuir o empobrecimento do solo das propriedades. Atualmente o esterco caprinovino é comercializado para as áreas irrigadas e isso tem desencadeado o processo de empobrecimento do solo, apesar de pouco visível para a maioria dos agricultores presentes. Após todo o andamento do trabalho consideramos que ações em diversas esferas serão necessárias para se implementar sistemas de produção que otimizem o uso dos resíduos gerados nas propriedades rurais do semiárido. Essas ações precisam estar alinhadas, dentro das esferas ambiental, social, agrícola, pecuária, acadêmica, política e institucional. Sem a interação e entendimento entre essas esferas será muito mais difícil a adoção de medidas que protejam o maior bem de todos que é o solo, dentro do ambiente natural, que são técnicas conhecidas por muitos autores há bastante tempo, conforme ilustra TOLEDO e BASSOLS (2008):

El principio de resiliencia y restauración. De manera regular, los campesinos realizan prácticas para mejorar la calidad de la tierra pero también lo hacen de manera excepcional con el objeto de rehabilitar o restaurar los suelos más degradados. La manera en cómo los campesinos pichatareños se comprometen con la naturaleza, al permitir la erosión tierras arriba y al tomar ventaja de la depositación de los sedimentos, tierras abajo, se complementa

con un activo manejo de las tierras en las laderas, mediante medidas como el entrapamiento de los sedimentos, la construcción de bordos, cercos vivos, la desviación de las corrientes intermitentes, la nivelación de los terrenos y su estercolación permanente. Una práctica común consiste en mantener en pié las plantas de maíz después de las cosechas. Dicha medida tiene múltiples efectos como el disminuir la remoción del material superficial de los suelos, adherir residuos orgánicos al suelo y proveer de forraje para el ganado que, a su vez, estercola el terreno durante el período de descanso. (TOLEDO e BASSOLS, 2008)

Conclui-se no presente capítulo que as atividades tradicionais de processamento como preparo de farinha de mandioca são responsáveis por aproximadamente 20% da geração de resíduos nas unidades produtivas analisadas, representando muito pouco em comparação aos resíduos gerados pela criação de caprinos e pelos cultivos, respectivamente 77,8 e 88,89% dos resíduos gerados nas propriedades. Apesar de mais de 70% dos resíduos gerados nas propriedades do Projeto Pontal são provenientes da agricultura verificou-se com o presente estudo que a maior parte dos resíduos encontram-se nos currais ou apriscos, considerados portanto locais de maior geração desses insumos orgânicos. Apesar dos resíduos orgânicos terem sido identificados inicialmente apenas pela equipe técnica do trabalho nas unidades produtivas, ao final do trabalho mais de 60% dos agricultores presentes afirmaram que poderiam utilizar esses e outros resíduos presentes nas propriedades nos cultivos plantados, relevando uma atitude de mudança frente as respostas dos testes realizados com a mandioca e uso dos resíduos e consórcio.

CAPÍTULO 3



PERCY LAU, 1963

**CRESCIMENTO E PRODUTIVIDADE DA MANDIOCA EM TRANSIÇÃO
AGROECOLÓGICA NAS UNIDADES PRODUTIVAS**

CAPÍTULO 3

CRESCIMENTO E PRODUTIVIDADE DA MANDIOCA EM TRANSIÇÃO AGROECOLÓGICA NAS UNIDADES PRODUTIVAS

INTRODUÇÃO

A mandioca (*Manihot esculenta* Cranz), também conhecida como macaxeira ou aipim é uma planta da família das Euphorbiáceas que possui seu centro de origem e diversificação no Brasil, sendo comumente conhecida como uma planta tipicamente brasileira. O maior número de variedades diferentes da planta é encontrado em território brasileiro, daí o status de centro de origem e diversificação do Brasil. No país existem cinco locais para a conservação do material genético da mandioca, garantindo material disponível para as pesquisas nas diversas áreas agrícolas. Estes locais são conhecidos como BAGs (Banco Ativo de Germoplasma) e são registrados no CENARGEN e Ministério da Agricultura e juntamente com outras diversas coleções de trabalho espalhadas entre centros de pesquisas e universidades perfazem um número cada vez maior de materiais nativos, coletados ou mesmo desenvolvidos geneticamente, a partir de programas de melhoramento.

No Semiárido existe um BAG de mandioca em campo, sob a responsabilidade da Embrapa, que abriga os principais acessos encontrados nas regiões com déficit hídrico no Nordeste Norte de Minas Gerais. Esses acessos são conservados em campo e registrados na Plataforma de Recursos Genéticos da Embrapa sendo estratégicos em programas de melhoramento (SILVA et al., 2010 e ANTÔNIO et al., 2015) para as mais diferentes finalidades (VELAME, 2010, SILVA, 2011, RIBEIRO et al., 2013 e SOUZA et al., 2015,).

A mandioca é uma planta que possui um metabolismo altamente tolerante a alguns tipos de estresses bióticos e abióticos, dotada de mecanismos dos mais diversos para resistir ou mesmo tolerar determinadas circunstâncias estressantes. Apesar de ser encontrada e prioritariamente consumida e produzida em regiões tropicais a mandioca é considerada uma planta cosmopolita, pois adapta-se aos solos dos mais diversos, cultivada de Norte a Sul do país. Sendo a mandioca uma planta altamente produtiva, distribui os assimilados de seu potencial fisiológico tanto na produção de parte aérea (folhas, caules, flores, etc.) como de raízes. Seu potencial produtivo alcança patamares de mais de 60 toneladas por hectare de

massa fresca da planta inteira e é proporcional ao acúmulo de nutrientes que a planta promove, exaurindo dos solos nutrientes que precisam ser repostos, caso a fertilidade natural dos mesmos não seja condizente com essa retirada.

Independente da região onde está estabelecida, a mandioca não suporta alguns tipos de condições, frustrando totalmente o crescimento e produção de raízes e parte aérea se estiver submetida a altos níveis de acidez, salinidade, encharcamento ou sombreamento. Os solos mais pesados, argilosos, ou pedregosos não perfazem impedimento para o crescimento da mandioca, se possuírem boa fertilidade e boa drenagem, porém serão problemáticos se o plantio tiver sido feito com exigência de aparência das raízes, pois elas terão crescimento bastante adverso do normal quando nessas condições, mesmo que a produtividade medida ao final não seja diferente das obtidas em condições de solos mais leves e mais bem drenados.

Nas áreas dependentes de chuva, a mandioca, também mostra-se produtiva, respondendo positivamente ao aporte de fertilizantes, sejam eles químicos ou orgânicos. Porém, a resposta da planta no caso de áreas com déficit hídrico durante o ano, como nas regiões semiáridas, depende diretamente da disponibilidade de água no solo, sendo este um fator limitante para a expressão de todo seu potencial produtivo. Apesar disso, quando compara-se o cultivo de mandioca com o de outras espécies no semiárido é notória a capacidade de resistência e tolerância da planta as condições estressantes, muito maior do que outras espécies como milho, feijão, amendoim, etc. Isso ocorre por conta da presença de raízes de reserva da planta que constitui um alto percentual de massa da planta, em torno de mais de 40% do total acumulado, dependendo da variedade e das condições as quais ela está submetida.

A mandioca é conhecida pelos brasileiros desde o período do descobrimento, sendo inclusive citada poeticamente na carta de Pero Vaz de Caminha quando de sua vinda ao Brasil para levar ao rei de Portugal informações sobre aquela terra, onde os nativos, dessa raiz alimentavam-se. Segue um trecho que fala especificamente da mandioca com linguagem da época:

“Eles não lavram nem criam. Nem há aqui boi ou vaca, cabra, ovelha ou galinha, ou qualquer outro animal que esteja acostumado ao viver do homem. E não comem senão deste

inhame, de que aqui há muito, e dessas sementes e frutos que a terra e as árvores de si deitam. E com isto andam tais e tão rijos e tão nédios que o não somos nós tanto, com quanto trigo e legumes comemos.” (Pero Vaz de Caminha. 1 de maio de 1500).

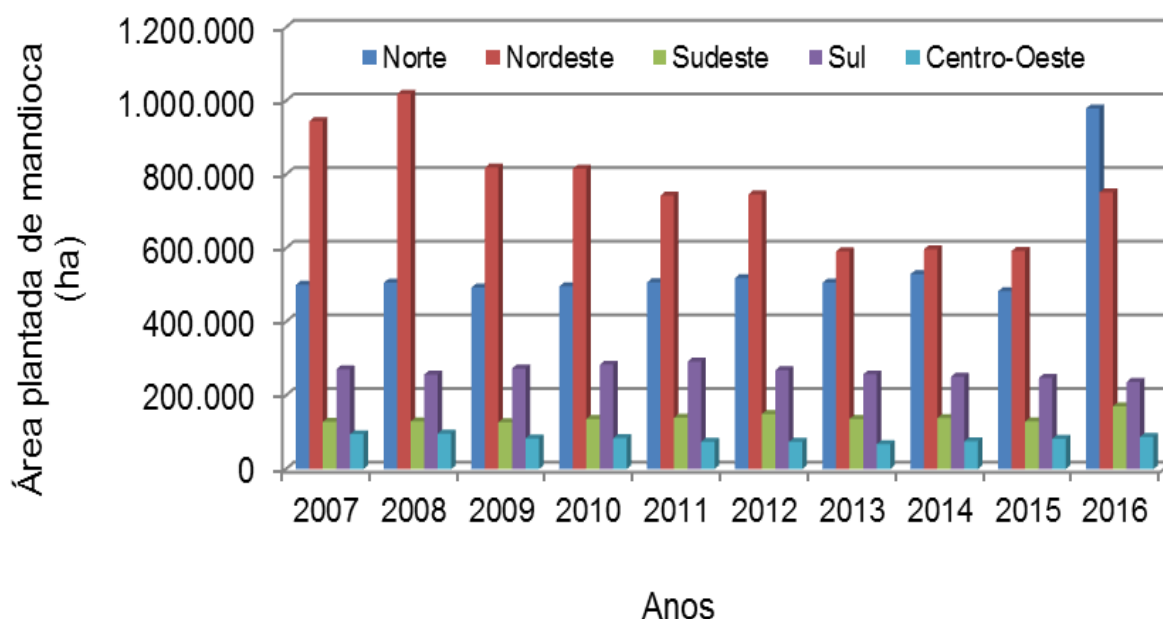
Os nativos do Brasil cultivavam a mandioca para uso na alimentação na forma de massas, bolos e outras iguarias preparadas com base em mandioca e pescados. Com a entrada das caravanas para o interior do país eram também levados pedaços da maniva, semente da mandioca que em seria facilmente plantada onde os emigrantes parassem para fazer abrigo. As diversas colônias indígenas espalhadas pelo nordeste e mesmo pelo semiárido ainda possuem o hábito de cultivar mandioca e preparar a farinha. E mesmo tendo diversos outros substitutos como fonte de carboidratos na alimentação, o brasileiro pode até reduzir o consumo, mas não deixa de consumir a mandioca, seja no formato de farinha seca torrada, pão de queijo, pães, bolos, mingaus, etc. É realmente uma raiz que faz parte da mesa do brasileiro.

Além da alimentação humana a mandioca tem participado de muitos programas de pesquisa e extensão para uso integral da planta na alimentação de ruminantes (SILVA et al., 2009 e FERREIRA et al., 2009), envolvendo testes de variedades e comportamento animal com uso de variedades de mandioca isolada ou com alimento balanceado associando também outras forrageiras (SILVA et al., 2012 e DAVID, 2012).

A mandioca ainda participa, ao lado do milho e da cana, de diversas pesquisas sobre o potencial da planta na matriz energética brasileira (SANTOS e BUENO, 2010, MENDES, 1992) tendo alcançado boas perspectivas nesse sentido, o que é animador para os produtores e criadores de animais que poderiam ter com seus mandiocais mais uma possibilidade de rendimentos.

A maior parte da mandioca no Brasil é produzida em cultivos de base familiar, cuja produção não passa por processo organizado de comercialização. Por ter várias opções de aproveitamento, tanto agricultores como criadores têm o hábito de plantar mandioca e utilizar ou armazenar a planta de acordo com a forma mais vantajosa que se apresentar na propriedade. O Brasil é um dos maiores produtores de mandioca no mundo e o Nordeste a região com a maior área plantada da cultura até o ano 2015. Esse status foi alterado em 2016 quando a região Norte passou à frente do Nordeste (Figura 46).

Figura 46. Comportamento da área plantada de mandioca (hectare) nas cinco regiões brasileiras nos últimos 10 anos.



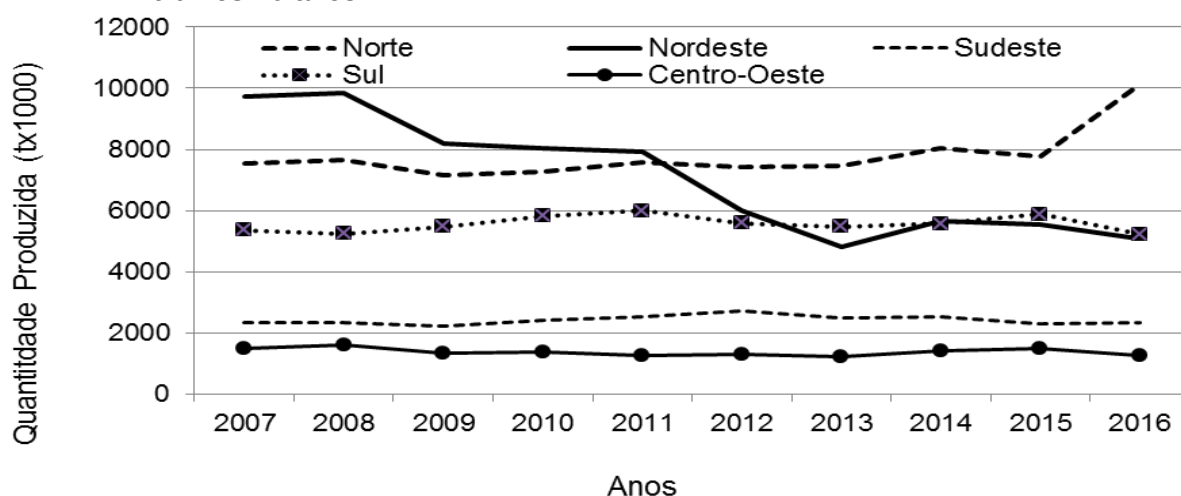
Fonte: IBGE/SIDRA (2016)

Esse aspecto foi causado por diversos fatores, dentre eles os períodos de estiagem que atingiram a região (NE), o que só poderia ser resolvido com uso da irrigação, que só ocuparia maiores áreas com a mandioca se a raiz apresentasse potencial mercadológico semelhante ou superior ao de outras espécies cultivadas em irrigação, como manga e uva, o que infelizmente ainda não foi possível.

A quantidade produzida na região Nordeste também manteve-se em forte declínio, quando comparada com a produção das outras regiões brasileiras (Figura 47), certamente em parte pela redução da área plantada, mas também em parte devido à baixa produtividade alcançada nos últimos anos.

Apesar de serem as regiões que apresentam maior área plantada e produção de raízes de mandioca, as regiões Norte e Nordeste ainda estão longe de alcançar os patamares de produtividade das regiões Sudeste, Sul e Centro-Oeste. Mesmo com investimento em tecnologia e insumos que já se observa nas regiões Norte e Nordeste, sair do patamar de produtividade média nacional de 9,0 ton/ha (Nordeste) para os quase 25,0 ton/ha, alcançados em 2016 pela região Sul do país, parece um desafio que ultrapassa os limites da tecnologia (Figura 48).

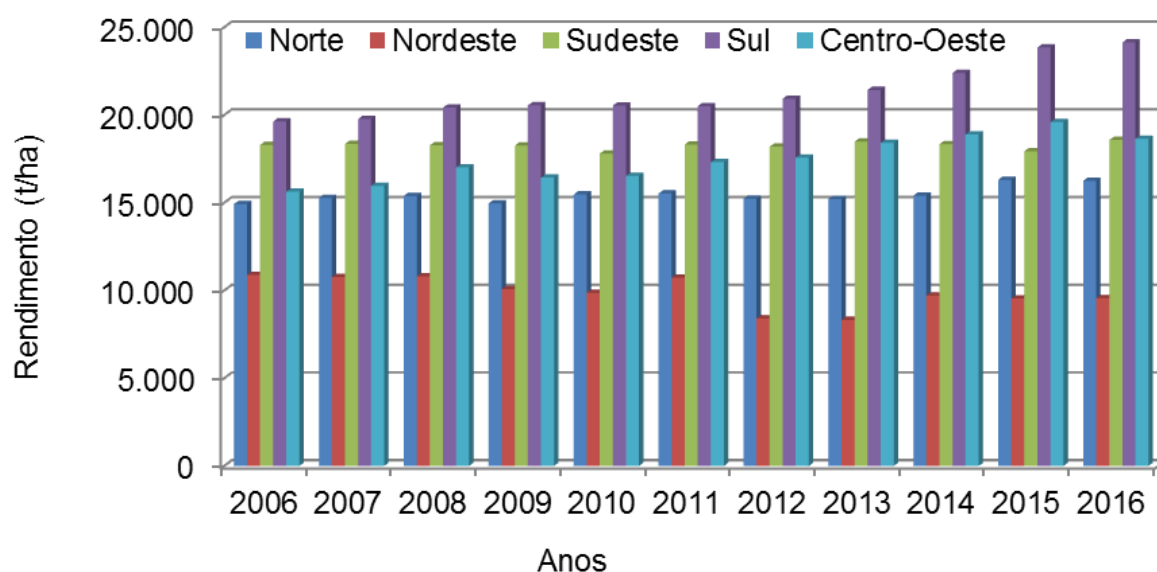
Figura 47. Produção de raízes de mandioca (tx1000) nas cinco regiões brasileiras nos últimos 10 anos.



Fonte: IBGE/SIDRA (2016)

As regiões produtoras do Sul e Sudeste do país, além de possuírem condições climáticas favoráveis ao cultivo da mandioca quase todo o ano, investem mais agressivamente em maquinário, insumos e tecnologia de armazenamento e processamento. Em alguns casos, ainda é possível observar maior alcance de subsídios governamentais, atraídos pela ênfase que é dada à cadeia produtiva dos diversos segmentos desta, desde a produção até o processamento e transformação.

Figura 48. Rendimento de raízes de mandioca (tx1000) nas cinco regiões brasileiras nos últimos 10 anos.



Fonte: IBGE/SIDRA (2016)

Exemplo disso são as diversas organizações e instituições voltadas para o trabalho com a mandioca, como a ABAM⁶, instituições governamentais e não governamentais, universidades públicas e privadas que voltam seus princípios e metas ao desenvolvimento e ampliação da Mandiocultura em todas as instâncias possíveis.

Mesmo sendo uma cultura importante do ponto de vista energético e alimentar, a mandioca é uma cultura bastante exploradora dos solos, sendo considerada uma das mais erosivas, quando comparada com outras de ciclo curto como sorgo, milho e amendoim, principalmente nos primeiros meses após o plantio, quando a cobertura do solo ainda é bastante insipiente (SILVA et al., 2009, PUTTHACHAROEN et al., 1998). No Nordeste do Brasil, uma das práticas mais frequentes e que tem grande potencial erosivo é a queima da mata para a implantação de novos plantios. A utilização do fogo na agricultura tem causado problemas cada vez maiores quando se procura sustentabilidade do sistema e hoje vem cada vez mais sendo substituído por outras formas de preparo das áreas agrícolas.

Existem diversos trabalhos na literatura científica que apresentam resultados da cultura da mandioca em transição agroecológica, porém nenhum trata dessa espécie nas condições semiáridas. A presença de resíduos no sistema produtivo bem como do cultivo simultâneo é uma realidade que pode ser adotada por diversas unidades produtivas, tanto de áreas chuvosas como nas áreas com déficit hídrico. Porém, para que haja completa adoção dessas técnicas é necessário que sejam observados os resultados desse tipo de trabalho, para que o agricultor possa estar mais confiante quanto a adoção dessas técnicas.

O uso de resíduos e de cultivos simultâneos pode favorecer a produtividade de uma cultura, mas a resposta das mesmas a essas técnicas poderá depender da forma como são aplicadas, bem como da espécie do cultivo simultâneo ou mesmo do tipo de resíduo utilizado. A dose a ser utilizada do resíduo bem com a forma de aplicação, se dentro das covas de plantio ou na superfície podem interferir sobremaneira no resultado final.

⁶ ABAM, Associação Brasileira dos Produtores de Amido de Mandioca

Apesar de ser uma espécie resistente ao déficit hídrico e a altas temperaturas, a planta pode dobrar ou mesmo quadruplicar sua produtividade quando submetida a insumos ou tratos culturais adequados. O quadro socioeconômico nas unidades produtivas de base familiar em áreas dependentes de chuva, voltado para a geração de alimento e renda, com o favorecimento da criação de animais, intensifica o cultivo da mandioca, por ser uma espécie de múltiplas aptidões e fácil manejo. Essa realidade só não é mais presente no Projeto Pontal e em outras áreas da região semiárida por conta dos frequentes períodos de estiagem que impediram as safras e reduziram a oferta de manivas sementes.

A cultura da mandioca foi escolhida para o presente trabalho para ser a espécie indicadora para o uso dos resíduos orgânicos e cultivos simultâneos por apresentar grande inserção na região semiárida, especialmente no Projeto Pontal, por ser de utilidade na alimentação humana, animal e processamento e ser bastante conhecida e aceita pelos agricultores e fazer parte da tradição agrícola regional. O potencial forrageiro da planta, tanto das raízes (fonte de energia) como da parte aérea (como fonte de proteína), justificou prioritariamente a escolha da espécie que já possui uma ampla inserção nos sistemas produtivos da área do Projeto Pontal.

O redesenho ecológico de produção, afirmado em diversos trabalhos técnicos e científicos que abordam o contexto da transição agroecológica, pressupõe adequação do cultivo das espécies consideradas estratégicas para a área com o uso de insumos e práticas que melhorem as condições do solo, da planta e do ambiente como um todo, resultando em favorecimento para a unidade produtiva, dentro do contexto que ela se encontra. O uso de resíduos orgânicos e de cultivos simultâneos, ambos gerados e disponíveis na propriedade, poderá conferir ao sistema produtivo de mandioca uma maior resiliência ao longo dos anos e melhores resultados qualitativos e quantitativos para a agricultura familiar no semiárido.

Assim, o presente capítulo propõe como objetivo principal quantificar o crescimento e a produtividade da mandioca cultivada com uso de resíduo orgânico em sistema de transição agroecológica em área dependente de chuva do Projeto Pontal.

3.1 METODOLOGIA

Após o início do trabalho que consistiu na caracterização do meio físico, das unidades produtivas e dos resíduos gerados, procedeu-se à localização e instalação dos ensaios para análise da influência dos resíduos e cultivos simultâneos sobre a produção da mandioca em áreas dependentes de chuva do Projeto Pontal em Petrolina-PE. As comunidades escolhidas, descritas no capítulo 2, foram Vira Beiju, Amargosa e Lajedo, todas pertencentes à área do Projeto Pontal. O trabalho experimental de campo foi realizado no período entre setembro de 2013 e setembro de 2014, desde a coleta de amostras de solo para análise, até à colheita dos ensaios propriamente dita. Todo o trabalho teve a colaboração de estagiários da Embrapa Semiárido e apoio dos técnicos e ADSs contratados pela CODEVASF para acompanhamento do projeto. Além do acompanhamento técnico dos estagiários em campo, os mesmos estiveram presentes e atuantes também nas análises do material vegetal e do solo coletado antes, durante e após a finalização dos ensaios.

Para melhor compreensão da característica química e física do solo das áreas onde foram instalados os ensaios, antes da implantação dos mesmos, foram coletadas amostras do mesmo das três áreas, em duas profundidades, 0 a 20 e 20 a 40 cm. As características dessas amostras foram analisadas segundo Embrapa (1997), conforme descrito no Capítulo 2. Com base na análise de solo foi possível estimar qualitativamente e quantitativamente a adubação necessária nas áreas onde foi aplicado esse tratamento.

Além da estimativa da adubação a partir da análise do solo, com as informações resultantes da quantificação e análise química dos resíduos, descrita no Capítulo 2, chegou-se à conclusão que para o primeiro ano de trabalho só seria possível utilizar o esterco como resíduo-fertilizante para a mandioca. A escolha do esterco como possibilidade de uso como fertilizante no cultivo da mandioca foi resultante da avaliação de volume desse resíduo bem como de suas características químicas e conhecimento pelos agricultores. No período chuvoso e anos seguintes não foi possível reunir resíduos suficientes nas três áreas acompanhadas no trabalho, tendo em vista a instalação de uma forte seca na área que impediu a produção de material vegetal nesses locais.

O delineamento experimental adotado na comunidade Vira Beiju foi inteiramente casualizado, com tratamentos organizados segundo esquema fatorial, com dois acessos de mandioca, dois tipos de adubação (com e sem) e dois cultivos simultâneos (com e sem), perfazendo um total de 08 tratamentos, com quatro repetições. Em campo, cada parcela experimental continha 25 plantas, sendo que destas apenas 16 eram consideradas como plantas da área útil para fins de avaliação. Os acessos de mandioca testados foram TSA 522 (Brasília) e TSA V19, denominados no texto apenas como Brasília e V19. Nos tratamentos com adubação foram aplicados, a lanço, o equivalente a $2,0 \text{ t ha}^{-1}$ de calcário dolomítico e, nos sulcos, 60 kg ha^{-1} de P_2O_5 , na forma de termofosfato, além da imersão das manivas cortadas numa solução de sulfato de zinco 2%, conforme Fidalski (1999) e Souza et al. (2006). A calagem não foi realizada nas comunidades amargosa e no Pulmão Verde devido aos valores médios de pH das áreas (7,4 e 6,9), teores de cálcio (3,8 e $3,75 \text{ cmolc.dm}^{-3}$), magnésio (1,0 e $1,15 \text{ cmolc.dm}^{-3}$) e alumínio trocável (0,0 e $0,0 \text{ cmolc.dm}^{-3}$) não justificarem a adição do calcário. Após aração e aplicação dos insumos nos tratamentos com adubo, o plantio das manivas seguiu o procedimento adotado pelos agricultores, sendo utilizado espaçamento de $1 \times 1 \text{ m}$, em covas abertas a 15 cm da superfície.

tratamentos no vira beiju:

1. Brasília solteira
2. v19 solteira
3. Brasília + esterco
4. v 19 com esterco
5. Brasília com feijão
6. v 19 com feijão
7. Brasília com esterco e feijão
8. V19 com esterco e feijão caupi

As manivas utilizadas como material propagativo, no plantio, foram provenientes de plantas sadias com aproximadamente 13 meses de idade, cultivadas no campo experimental do Bebedouro, pertencente à Embrapa Semiárido.

Durante o período dos experimentos o controle de ácaros foi realizado com a aplicação de calda de pimenta (BARBOSA et al., 2006), seguindo recomendação para cultivos de base agroecológica (SILVA et al., 2009) e passíveis de serem adaptados pelos produtores que conduziram as áreas de plantio.

Foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado num fatorial 3 x 2 x 2, com quatro repetições. Foram usadas 2 variedades de mandioca, sendo uma a Brasília e outra a V19, todas com baixo teor de HCN (macaxeira), submetidas ou não a fertilização com superfosfato simples (40g.m⁻¹) aplicado no sulco de plantio. Conforme previsto no cronograma, em dezembro de 2013 foi instalado o primeiro ensaio com duas variedades de mandioca, cultivo simultâneo com feijão caupi e uso de esterco, aproveitando as chuvas que ocorreram no período, na comunidade Vira Beiju.

Após aração e aplicação dos insumos nos tratamentos com adubo, o plantio das manivas seguiu procedimento dos agricultores, sendo utilizado espaçamento de 1 x 1m, em covas abertas a 15 cm da superfície. Na colheita, realizada entre junho e agosto de 2015 nos três locais, foram avaliadas as seguintes características: a) número de raízes totais, b) produção da parte aérea, expressa em kg.ha⁻¹, obtida pela pesagem das folhas + maniva em cada repetição da área útil experimental, após corte realizado a 05 cm da superfície do solo e c) produção de raízes expressa em t.ha⁻¹, obtida pela pesagem das raízes de cada parcela. Com esses dados foram calculados o índice de colheita (IC RA e IC PA): relação expressa em %, entre peso de raízes tuberosas e peso total da planta (IC RA) ou peso da parte aérea da planta e peso total da planta (IC PA) (Conceição, 1979), de acordo com a fórmula:

$$\text{Índice de colheita de raízes} = \frac{\text{massa fresca das raízes (kg)}}{\text{massa fresca total da planta (kg)} \times 100}$$

Foram avaliados os pesos de raízes apenas nas variedades com baixa concentração de HCN (Brasília e V19), consideradas mansas e próprias para alimentação humana. Nessas também foi calculado o peso médio de raízes, dividindo-se o peso total das raízes pelo número de raízes das plantas. Além das avaliações realizadas nas plantas foram coletadas amostras de solo nas áreas

adubadas e não adubadas para comparação com a realidade inicial. Os dados foram submetidos a uma análise de variância e as médias foram testada por Tukey a 5% de probabilidade.

3.2 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A aplicação de corretivos em solos de áreas dependentes de chuva não é uma prática muito utilizada, porém diversos trabalhos têm comprovado a eficácia desta adição na cultura da mandioca, o que disponibiliza inclusive outros nutrientes além do cálcio (SCHWENBER et al., 2005), melhorando significativamente a produtividade da cultura. A utilização dos materiais orgânicos (esterços, palhadas, etc.) existentes nas propriedades em cultivos de mandioca pode melhorar o potencial produtivo da cultura por manter mais estáveis os teores de umidade do solo e podem incrementar ao longo do tempo teores de nutrientes fundamentais (LANGMEIER et al., 2002).

3.2.1 TRANSIÇÃO AGROECOLÓGICA

A Agroecologia tem sido definida amplamente por diversos autores como uma nova ciência em construção, em que os princípios e bases conceituais suportam a convicção de que é possível reorganizar as formas alteradas de uso dos recursos naturais, seja na produção agropecuária ou em qualquer outro segmento de geração de bens e serviços para a humanidade, num contexto mais sustentável, visando a ampliação da inclusão social e segurança alimentar e reduzindo os danos ambientais. Nesse sentido, as diversas formas de praticar as novas agriculturas propostas sob a égide desse conceito não radicalizam suas escolhas, mas sugerem sistemas que abrigam uma transição agroecológica mais consistente e alinhada com o conceito que a agroecologia propõe (COSTABEBER, 1998; MARCO, 2006,).

A transição agroecológica passa a ser, então, um termo muito mais plausível dentro dos diversos sistemas de produção agrícola, facilitando a adoção de novas formas de produzir alimentos, com o intuito de alcançar os sistemas mais equilibrados de produção, considerados agroecológicos. Dentre as práticas e formas de tratar com a transição agroecológica pode-se citar os redesenhos dos sistemas produtivos, que nada mais é do que uma adequação do antigo sistema de produção

às novas alternativas de cultivo, cultivos simultâneos, espécies diferenciadas, práticas alternativas, novos sistemas de ocupação dos espaços na propriedade e variedades promissoras (SILVA, 2011).

“Lamentavelmente, como aconteceu com a expressão desenvolvimento sustentável, é cada vez mais evidente a profunda confusão no uso do termo Agroecologia. Tal vulgarização começa a se tornar preocupante, gerando interpretações conceituais que estão longe de entender que se trata de um novo paradigma em construção, na acepção kuhniana de paradigma. Não raro, tem-se confundido a Agroecologia com um modelo de agricultura, (alguns propositadamente e de má fé, outros por não haverem aprofundado no entendimento epistemológico). Também é comum confundir Agroecologia com a simples adoção de determinadas práticas ou tecnologias agrícolas ambientalmente mais adequadas ou com uma agricultura que não usa agrotóxicos ou, simplesmente, com a substituição de insumos. Por isso mesmo, é cada vez mais comum ouvirmos frases equivocadas do tipo: “existe mercado para a Agroecologia”; “a Agroecologia produz tanto quanto a agricultura convencional”; “a Agroecologia é menos rentável que a agricultura convencional”; “a Agroecologia é um novo modelo tecnológico”. Em algumas situações, chega-se a ouvir que, “agora, a Agroecologia é uma política pública”, “a Agroecologia é um movimento social” ou “vamos fazer uma feira de Agroecologia”. Como já escrevemos em outro lugar, “apesar da provável boa intenção do seu emprego, todas essas frases estão equivocadas, se entendermos a Agroecologia como um enfoque científico, como uma matriz disciplinar”. Na verdade, essas interpretações expressam um enorme reducionismo do significado mais amplo do termo Agroecologia, mascarando sua potencialidade para apoiar processos de desenvolvimento rural mais sustentáveis.” (CAPORAL, 2009, p. 3)

A produção rural sustentável, seja de mandioca ou qualquer outra espécie vegetal, é um desejo de todos, desde produtores, técnicos, trabalhadores, consumidores e até mesmo da indústria de insumos agrícolas. Sabe-se, porém, que para alcançá-la, certas condições são necessárias e um esforço maior é exigido, pela necessidade de adaptação das técnicas à realidade de cada ambiente. Muitas espécies de vegetais, sejam leguminosas ou mesmo oleaginosas e gramíneas, têm potencial para incrementar os teores de matéria orgânica do solo e permitir a fertilização natural de culturas associadas (MORETTO et al., 2001), porém a escolha das mesmas depende de diversos fatores, principalmente o regime de chuvas,

interesse do agricultor, adaptação da espécie e demandas locais por produtos agrícolas. O guandu (*Cajanuscajan L. Mill* sp), por exemplo, chega a produzir até 8,10 t.ha⁻¹ de matéria seca com um acúmulo de até 220,56 kg.ha⁻¹ de nitrogênio (MOREIRA, et al., 2003), minimizando a necessidade de aquisição de insumos externos, principalmente os nitrogenados.

Além do uso de biofertilizantes e compostos orgânicos, para uma agricultura mais ecológica Silva et al. (2008) sugerem diversas espécies, como girassol (*Helianthus annuus*), crotalária (*Crotalária juncea*), guandu (*Cajanuscajan L. Mill* sp) e mucuna preta (*Mucuna aterrima*), principalmente para uso em áreas irrigadas, porém essas espécies não são necessariamente as mais adequadas para áreas dependentes de chuva. Por isso, existe a necessidade de se levantar espécies mais promissoras para cultivos simultâneos nos ambientes com déficit hídrico na maior parte do ano.

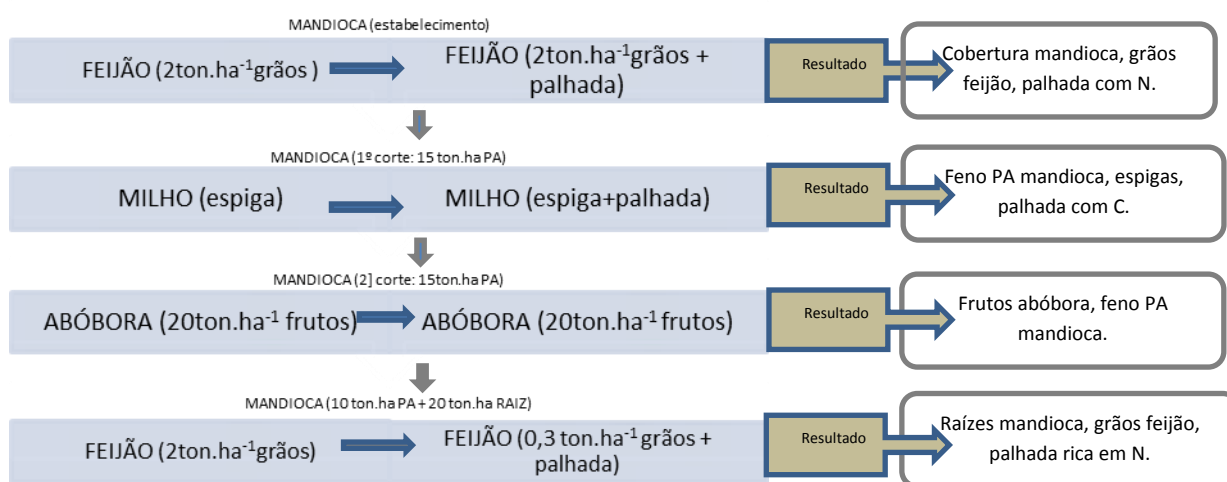
O cultivo simultâneo compreende a associação de duas espécies vegetais distribuídas num mesmo espaço de maneira que seja possível delas seja aproveitado o máximo não somente o potencial produtivo agrônomo das duas ou três espécies envolvidas, mas também o potencial biológico, que pode ir desde uma simples repelência aos insetos, até o fornecimento de algum nutriente específico (Nitrogênio, no caso das leguminosas) ou mesmo a sobra ou umidade acima dos níveis de cultivos solteiros ou isolados.

Diante de diversos trabalhos realizados na zona rural, com cultivos em base agroecológica, pode-se verificar que mandioca consta como uma das principais culturas escolhidas pelos produtores da região, seja por sua adaptação ao clima semiárido, seja pela versatilidade na utilização, atendendo a necessidades alimentares humanas e do rebanho (SILVA et al., 2009, SILVA et al., 2013). A cobertura vegetal produzida por plantas intercaladas com a mandioca, como o guandu, quando deixada sobre o solo, permite uma redução na evaporação da umidade do solo mantendo por mais tempo o teor de umidade (SILVA et al., 2009), além de fornecer de maneira gradual os nutrientes contidos em suas folhas.

As espécies mais frequentemente utilizadas simultaneamente com a mandioca na região semiárida são feijão caupi, amendoim, abóbora e sorgo (SILVA et al., 2009), podendo ser utilizadas em conjunto simultaneamente (Figura 51). A

mandioca, plantada para o preparo de farinha ou ração, permanece entre 12 e 18 meses no solo, desenvolve boa massa foliar, grande quantidade de maniva e raízes, porém as raízes ficam com tamanho maior do desejado para comercialização in natura, sendo úteis apenas na transformação em farinha ou ração (FERREIRA et al., 2009, SILVA et al., 2013). O feijão de corda ou caupi (*Vigna unguiculata*) é ótima opção para ser cultivado simultaneamente à mandioca ou após a sua colheita, pois desenvolve-se bem, mesmo em condições dependentes de chuva.

Figura 51. Desenho esquemático da dinâmica de espécies vegetais para cultivo simultâneo, tendo-se em vista o resultado agrônômico de cada um deles, em área dependente de chuva



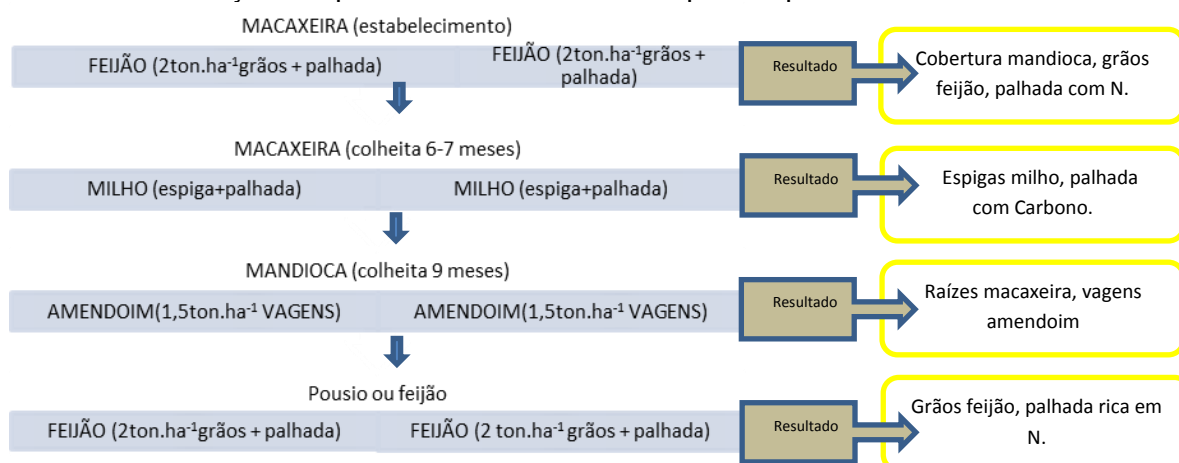
Fonte: Adaptado de SILVA et al., 2014.

Trabalhos como os de SILVA et al. (2009), conduzidos em áreas dependentes de chuva no Piauí, constataram a produção de 141kg.ha⁻¹ de grãos de feijão de corda e podem chegar a produzir massa seca de parte aérea acima de 91,5 kg.ha⁻¹. Apesar de parecer baixa produtividade, como foi cultivo simultâneo, representa ganhos reais para o solo, sendo recomendado para intermediar cultivos mais exigentes, como mandioca. O milho é uma opção de cultivo, em que poderá ser aproveitada a espiga para comercialização e a palhada para alimentação animal.

Além da alimentação animal, a palhada do milho, se deixada no solo, favorece a formação de cobertura morta, propiciando redução de parte das ervas espontâneas, reduzindo o custo com capinas. A palhada de milho ou sorgo é muito rica e adequada para essa finalidade, porém deve-se ter o cuidado de dar o suporte adequado em nitrogênio para que o carbono dessas palhadas não cause

desequilíbrio nutricional na cultura considerada principal. O amendoim pode ser cultivado, principalmente nos solos mais arenosos da propriedade (VASCONCELOS et al., 2012). A parte aérea do amendoim é uma excelente fonte de nitrogênio, tornando a cultura uma opção importante para a revitalização do solo após culturas mais exigentes (Figura 52). A produtividade entre 2,0 e 3,0 ton.ha⁻¹ de algumas variedades torna o amendoim uma cultura de grande interesse econômico em quase todas as épocas do ano (VASCONCELOS et al., 2012). A abóbora e melancia são opções de cultivo com ciclo rápido (90 dias), porém precisam de cuidado sobre plantas vizinhas infectadas com viroses, míldio e oídio, devido à susceptibilidade alta dessas espécies a esses patógenos.

Figura 52. Opções de cultivos simultâneos com macaxeira, feijão, milho e amendoim com indicação do que cada uma das culturas poderá produzir ou deixar na área



Fonte: Adaptado de SILVA et al., 2014.

3.2.2 RESPOSTA DA MANDIOCA NA TRANSIÇÃO AGROECOLÓGICA

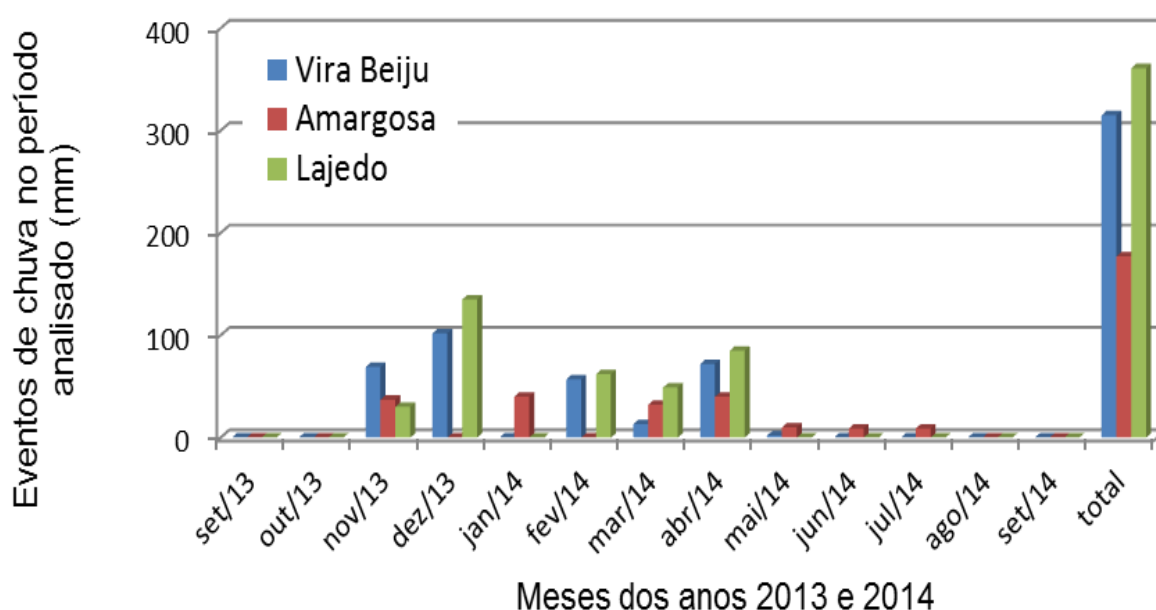
Depois de caracterizar as propriedades escolhidas, levantar dados suficientes para gerar o diagnóstico das comunidades com base nas atividades desenvolvidas em cada uma delas e nos locais de geração de resíduos, específicos de cada local, alvo da primeira etapa do trabalho, esforços foram dispendidos no sentido de quantificar cada resíduo encontrado e analisar quimicamente os mesmos, foco da segunda etapa.

Com as informações resultantes da quantificação e análise química dos resíduos chegou-se à conclusão que para esse primeiro ano de trabalho só seria possível utilizar o esterco como resíduo-fertilizante para avançar nessa terceira etapa. A escolha do esterco como possibilidade de uso como fertilizante no cultivo

da mandioca foi resultante do volume desse resíduo bem como de suas características químicas e conhecimento pelos agricultores. Espera-se que no período chuvoso seja possível levantar e armazenar outros resíduos para uso na agricultura, tendo em vista a experiência adquirida com o experimento instalado nesta etapa do trabalho.

Na Figura 53, abaixo, são apresentados os eventos de chuva nas três comunidades que estão sendo acompanhadas, permitindo inferir sobre o período mais adequado para o plantio e possibilidade de produção. Infelizmente este não foi um ano de chuvas regulares o que está pondo em risco os ensaios instalados em campo, porém alguns dados já estão sendo levantados e esses têm chances de apontar a influência dos tratamentos aplicados no comportamento da mandioca.

Figura 53. Eventos de chuva durante o trabalho desenvolvido nas três comunidades, Vira Beiju, Lajedo e Amargosa.



Fonte: dados coletados pela autora

Para instalar os ensaios foi necessária a análise do solo de cada uma das áreas. Para tanto foram feitas coletas de solo e analisadas em laboratório da Embrapa Semiárido, o que resultou nos dados apresentados nas Tabelas 1 e 2 citadas na Etapa 1 do presente trabalho.

Como pode ser observado na tabela 1, o solo da comunidade Vira Beiju apresentou acidez acima do adequado e foi necessário uso de $1,5\text{t.ha}^{-1}$ de

calcário dolomítico para corrigir esse problema. Na Tabela 2 estão apresentados os resultados de análise dos microelementos bem como CTC e valor V% que mostrou-se também limítrofe na comunidade Vira Beiju, onde foi possível o lançamento de um ensaio totalmente dependente de chuva.

A adubação e correção do solo resultaram em produções maiores mesmo sendo área dependente de chuva e este ano ter sido um ano com baixo índice pluviométrico, conforme apresentado nos dados da Tabela 3. Independente dos demais tratamentos, a adubação prévia na área com calagem e fósforo resultou em maiores produtividades de raízes e consequentemente maiores índices de colheita (IC). Na condição sem adubação, a variedade V19 mostrou-se mais produtiva para raízes, mesmo não resultando numa produtividade final maior que a da variedade Brasília, provavelmente por conta do crescimento das outras partes da planta dessa variedade (cepa, manivas).

Tabela 3. Produção das diversas partes da mandioca sem adubação na comunidade Vira Beiju. Petrolina-PE. Fonte: dados da pesquisa

	Raiz	Manivas	Cepa	Cepa + Maniva	Planta Inteira	IC Raiz	IC PA
	ton.ha						
Brasília solteira	3917	9583	2167	11750	15667	0,24	0,76
Brasília + esterco	3167	9417	2667	12083	15250	0,21	0,79
Brasília com feijão	1778	5778	1889	7667	9444	0,17	0,83
Brasília com esterco e feijão	2778	8438	2556	10993	13771	0,20	0,80
Média Brasília	2910	8304	2319	10623	13533	0,21	0,79
V19 solteira	2250	6250	1917	8167	10417	0,21	0,79
V 19 com esterco	5750	8250	2333	10000	15750	0,37	0,63
V 19 com feijão	2833	7083	1833	8917	11750	0,21	0,79
V19 com esterco e feijão	2000	6083	1833	7917	9917	0,19	0,81
Media V19	3208	6917	1979	8750	11958	0,24	0,76
Media sem Adubação	3042	7687	2168	9791	12833	0,22	0,78

Na presença de adubação a variedade V19 mostrou-se mais responsiva em todos os aspectos do que a variedade Brasília, conforme apresentado na Tabela abaixo, alcançando produtividade inferior à média nacional, porém compreensível diante das condições de chuva adversa que houve. Este resultado mais uma vez confirma a necessidade de correção e adubação do solo, mesmo em áreas dependentes de chuva no semiárido brasileiro, pois pode-se observar nas Tabelas 3 e 4 que de modo geral as produtividades de raízes (parte de interesse na mandioca)

praticamente dobraram diante apenas da correção do solo inicial da área com calagem e fósforo.

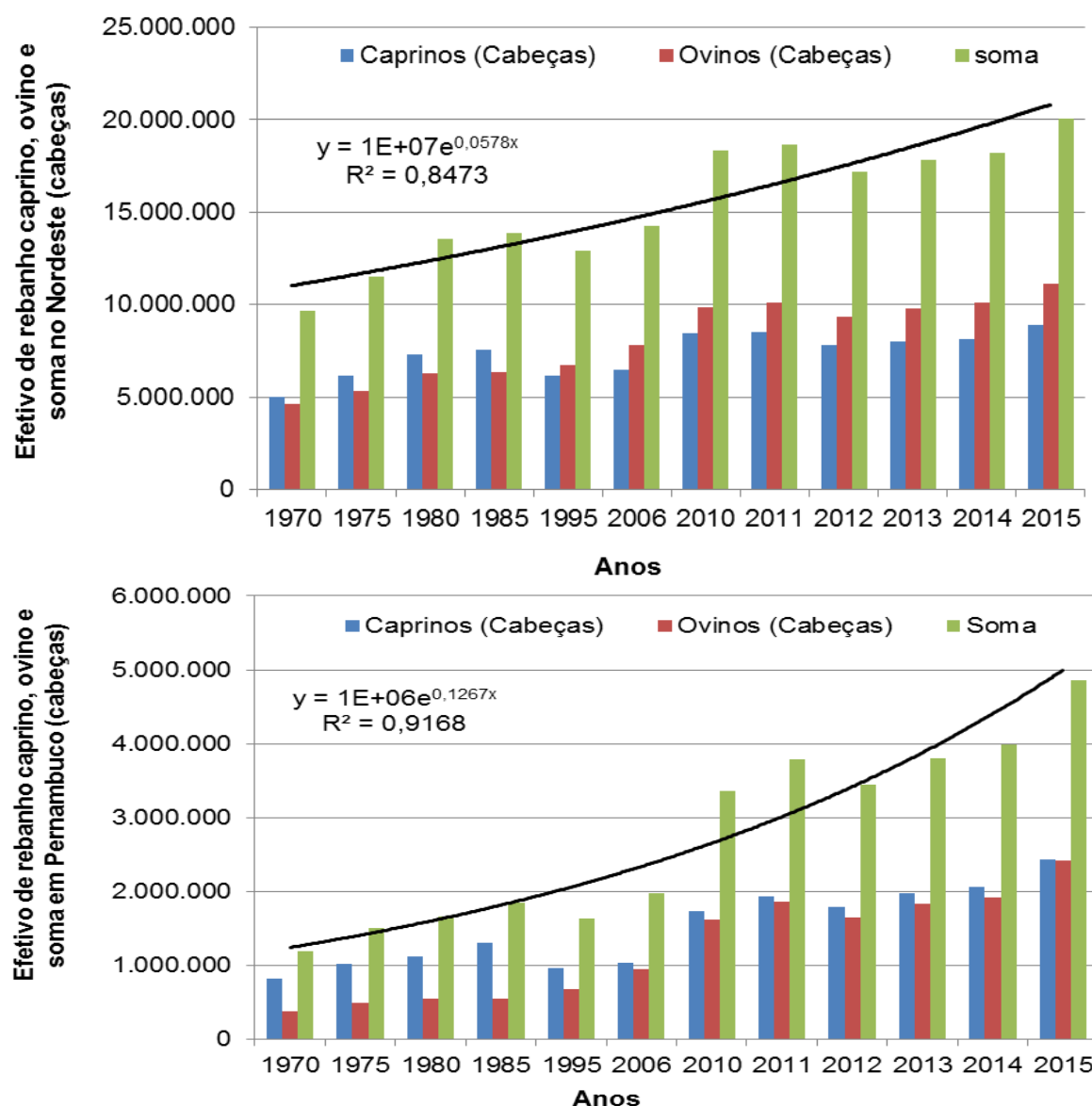
Tabela 4. Produção das diversas partes da mandioca na área adubada previamente na comunidade Vira Beiju. Petrolina-PE. Fonte: dados da pesquisa

	Raiz	Manivas	Cepa	Cepa + Maniva	Planta Inteira	IC Raiz	IC PA
	----- ton.ha -----						
Brasília solteira	8167	2333	3500	5833	14000	0,59	0,41
Brasília + esterco	7833	2167	2917	5083	12917	0,61	0,39
Brasília com feijão	7083	1833	2333	4167	11250	0,63	0,37
Brasília com esterco e feijão	6333	1778	3222	5000	11333	0,54	0,46
Média Brasília	7354	2028	2993	5021	12375	0,59	0,41
V19 solteira	11500	2500	4417	6833	16083	0,59	0,41
v 19 com esterco	5833	2000	667	2667	8500	0,69	0,31
V 19 com feijão	9667	2000	4000	6111	16667	0,64	0,36
V19 com esterco e feijão	7917	2000	3083	5083	13000	0,59	0,41
Média V19	8729	2125	3042	5174	13563	0,63	0,37
Média com Adubação	8042	2076	3017	5097	12969	0,61	0,39

O aproveitamento mais comum da mandioca no semiárido, até bem pouco tempo, era na fabricação de farinha de mesa, porém com a descoberta e divulgação de formas de armazenamento e uso na alimentação animal percebe-se nova destinação das raízes e da parte aérea para engorda do rebanho que se encontra cada vez maior na região. Todas as formas de utilização da mandioca na propriedade, bem como de outras culturas agrícolas, geram resíduos orgânicos, em maior ou menor volume e com diferentes composições que poderiam ser aproveitados no sistema de cultivo possibilitando maiores produtividades e rentabilidade ao agricultor.

A criação de animais tem crescido nos últimos anos de maneira intensa no Nordeste do Brasil e mais ainda em Pernambuco, confirmando a vocação das regiões semiáridas para a criação desses rebanhos. Na Figura 54 onde está apresentado o efetivo de rebanho desde 1970, é possível observar um crescimento bem mais intenso do rebanho no estado de Pernambuco.

Figura 54. Efetivo do rebanho caprino, ovino e somatório dos dois, no Nordeste (acima) e em Pernambuco (abaixo).



Fonte: IGBE (2016).

A tradição secular e a adaptação ao ambiente semiárido são aspectos que explicam a popularização do cultivo da mandioca entre os agricultores familiares. Porém, a facilidade na condução dos plantios tem mantido a cultura ao longo do tempo presente nos sistemas de produção de base familiar e agroecológica, sem uso mínimo de insumos ou resíduos e tecnologia que poderiam aperfeiçoar todo o investimento atrelado a esta atividade.

Diversos resíduos são gerados nas áreas de cultivo de mandioca e na propriedade e poderiam ser reutilizados nos cultivos como forma de fertilização ou

fitoproteção num sistema de produção de bases mais sustentáveis. Um exemplo de resíduo que normalmente é gerado e pode ser utilizado é a manipueira. O processamento das raízes, envolvendo a trituração e prensagem para a fabricação de farinha e fécula, principalmente, leva à produção de um líquido de aspecto leitoso e odor característico, chamado manipueira. A manipueira possui em sua composição vários elementos químicos (macro e micronutrientes) cuja concentração pode variar bastante: nitrogênio, de 11,60 a 1421,0 mg.dm⁻³; fósforo, de 7,18 a 293 mg.dm⁻³; potássio, de 90,12 a 2650 mg.dm⁻³ e cálcio de 18,08 a 220 mg.dm⁻³ (SARAIVA et al., 2007). Além da manipueira, outros resíduos são provenientes do processamento da mandioca na forma de farinha e fécula, como as cascas, a crueira e a parte aérea das plantas, que em muitas regiões é utilizada na alimentação dos animais.

Os resultados deste trabalho também podem servir para incentivar possíveis políticas públicas para que no mínimo sejam realizadas análise dos solos e possível correção nas áreas dependentes de chuva. Essa prática, bem difundida nas áreas de cultivos irrigados pode ser um aliado na sobrevivência da agricultura dependente de chuva, tendo em vista o maior conhecimento do solo e da produtividade que pode ser alcançada com medidas simples como a adição de calcário e fósforo no solo. Esse aspecto será objeto de maior discussão no Capítulo 5 do presente trabalho.

Independentemente da variedade utilizada pode-se inferir sobre os resultados da resposta das plantas ao uso do esterco nas duas áreas, adubada e não adubada. É importante lembrar que a área adubada, na verdade, teve adição apenas, no início dos trabalhos, de calcário dolomítico e termofosfato, dois insumos de baixo custo, mas que podem promover ótimos resultados em ambientes de clima extremos, como em algumas áreas dependentes de chuva, no semiárido brasileiro (SILVA et al., 2009, SILVA et al., 2013).

Na presente análise estatística (Tabela 5) observa-se que produção de raízes de mandioca na comunidade Vira Beiju foi mais que o dobro na área adubada (corrigida) do que na área não adubada ($p < 0,05$), ocorrendo o inverso com a produção de manivas e manivas+cepa. Nesse caso nota-se claramente que a planta priorizou a produção de raízes em detrimento a produção de manivas, direcionando os assimilados para aumento de peso das raízes de reserva, órgão economicamente viável na planta de mandioca.

Tabela 5. Efeito da correção do pH e adição de fósforo (adubação) sobre a produção de raiz, maniva e maniva + cepa. Fonte: dados da pesquisa

Adubação	Raiz			Maniva			Maniva + cepa		
	Média	DesvPad	Grupo	Média	DesvPad*	Grupo	Média	DesvPad	Grupo
1	0,2453	0,1218	b	0,6550	0,2070	a	0,8627	0,2478	a
2	0,6846	0,1597	a	0,2023	0,0331	b	0,4148	0,0958	b
Geral	0,4608	0,2624		0,4287	0,2716		0,6388	0,2928	

Obs: Médias seguidas pela mesma letra, não diferem entre si, tendo em vista o teste de Tukey a 5% de probabilidade. *desvio padrão

Um aspecto interessante e que pode ser observado na Tabela 6, é a resposta da planta à interação dos fatores adubação e esterco, representada pelo Índice de Colheita de raiz (IC raiz). As plantas não mostraram diferenças significativas com o uso de esterco nas diferentes áreas adubadas e não adubada.

Tabela 6. Índice de colheita de raiz das plantas de mandioca na comunidade Vira Beiju, Petrolina-PE, sob a interação entre adubação e de esterco. Fonte: dados da pesquisa

Adubação	Níveis de Esterco					
	Média	DesvPad	Grupo1	Média	DesvPad	Grupo2
1	0,1912	0,0600	bA*	0,2344	0,0830	bA
2	0,6357	0,0348	aA	0,6093	0,0890	aA
Geral	0,3964	0,2313		0,4352	0,2084	

*Médias de níveis de adubação dentro de cada nível de esterco seguidas pela mesma letra minúscula (na vertical) e médias de níveis de esterco dentro de cada nível de adubação seguidas de letras maiúsculas (na horizontal), não diferem entre si, tendo em vista o teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Na Tabela 7 estão apresentados os dados referentes à produção compartimentalizada de mandioca, na comunidade Amargosa. Observamos que as duas variedades comportaram-se de maneira diversa diante dos tratamentos. É possível inferir que a produção média de raízes, independente do tratamento foi superior na variedade Brasília.

As respostas da variedade Brasília foram positivas ao uso do esterco e cultivo simultâneo do feijão principalmente na produção de raízes e do terço superior, produzindo quase o dobro de terço superior com adição de esterco e feijão simultâneo e 50% a mais no caso da produção de raízes.

Tabela 7. Produção compartimentalizada da mandioca na comunidade Amargosa. Petrolina-PE. Fonte: dados da pesquisa

	Raízes totais (A)	Maniv a (B)	Cepa (C)	Terço superior (D)	Planta inteira (A+B+C+D)	Parte Aérea (B+C+D)	IC Raiz	IC Terco superior
Descrição	kg/hectare							
Brasília, Solteira	10444	5000	2111	2444	20000	9556	0,51	0,13
Brasília + Feijão	9333	2889	1556	3556	17333	8000	0,47	0,22
Brasília + esterco	14556	5000	1889	3444	24889	10333	0,58	0,13
Brasília+Esterco+Feijão	14177	3671	1658	4296	23802	9626	0,59	0,18
Média	12128	4140	1803	3435	21506	9379	0,54	0,16
V19, solteira	6500	4667	1333	2000	14500	8000	0,45	0,14
V19 + Feijão	5778	3778	1444	3333	14333	8556	0,39	0,23
V19 + esterco	9111	4444	1556	2556	17667	8556	0,48	0,17
V19 + Esterco + Feijão	8500	3667	2000	4333	18500	10000	0,46	0,23
Média	7472	4139	1583	3056	16250	8778	0,45	0,19

O terço superior produzido na comunidade Amargosa reflete melhores condições hídrica e de solo que a comunidade apresentou para o cultivo em questão e representa maior segurança para alimentação dos animais, tendo em vista o uso potencial forrageiro recomendado para essa parte da planta. Os índices de colheita de raiz nas duas variedades apresentaram resposta ao uso do esterco, tendo a Brasília obtido melhores resultados nesse quesito também.

A produção de mandioca na comunidade Lajedo está apresentada na Tabela 8. Pode-se observar que também nessa comunidade a variedade Brasília mostrou maior produção de raízes ($30,8\text{ton.ha}^{-1}$) do que a variedade V19 ($28,5\text{ton.ha}^{-1}$). Importante salientar que apesar da variedade Brasília ter obtido maiores produções de raízes do que a variedade V19, a mesma não teve resposta positiva à adição de esterco + fósforo como teve a variedade V19, em todos os aspectos analisados (raízes, parte aérea e planta inteira). Nesse caso a variedade V19 mostrou-se mais responsiva ao uso dos insumos presentes na propriedade, o que revela um aspecto de maior eficiência de uso de água e fertilizante, presentes no sistema, na forma de chuva e fertilização com esterco e fósforo.

Tabela 8. Produção compartimentalizada da mandioca na comunidade Lajedo, Petrolina-PE.
Fonte: dados da pesquisa

	Raiz	Cepa	Parte Aérea Ração	Maniva	Planta inteira	Parte aérea total
Descrição	kg/hectare					
Brasília Solteira	29000	3250	5000	10000	48000	19000
Brasília+Esterco	34667	3083	7667	14000	59417	24750
Brasília+Fósforo	31500	3500	6500	11250	52750	21250
Brasília+Esterco+Fósforo	28083	3417	4333	11250	47083	19000
Média	30813	3313	5875	11625	51813	21000
V19 Solteira	25083	3500	5667	12917	47167	22083
V19+Esterco	27583	3250	5667	13833	50333	22750
V19+Fósforo	28333	3083	4667	9167	45250	16917
V19+Esterco+Fósforo	32917	3667	7000	14417	58000	25083
Média	28479	3375	5750	12583	50188	21708

A variedade Brasília alcançou maior índice de colheita de raízes do que a variedade V19, demonstrando que essa planta deslocou seus assimilados em direção à produção de raízes, obtendo também um maior número de raízes por planta (Tabela 9), com consequente menor peso médio de raízes, que demonstra ser um mecanismo mais eficiente de tolerância ao déficit hídrico, quando compara-se as diferenças varietais.

Nos sistemas de produção em base agroecológica propostos por Nichols et al., (2015) as metas principais não resumem-se apenas a uma transformação na forma de produzir, com resultados mais animadores do ponto de vista técnico, mas principalmente com vistas a uma maior resiliência dos sistemas de produção diante das condições extremas do clima, vistos atualmente com as mudanças climáticas. Nesse sentido, a análise da performance diferenciada das variedades pode esclarecer mais ainda quais critérios são relevantes na observação e escolha dos materiais de plantio (SILVA, 2011a e SILVA, 2011b) como forma de contribuir com a busca da resiliência dos sistemas produtivos.

Tabela 9. Índice de colheita de raiz, de ração e de parte aérea, número de raízes por planta e peso médio de raízes mandioca na comunidade Lajedo, Petrolina-PE. Fonte: dados da pesquisa

Tratamento	IC Raiz	IC ração	IC parte aérea	Núm. Raízes/planta	Peso médio de raízes
Brasília Solteira	0,62	0,11	0,38	7	504
Brasília+Esterco	0,58	0,13	0,42	10	360
Brasília+Fósforo	0,60	0,12	0,40	7	499
Brasília+Esterco+Fósforo	0,59	0,09	0,41	6	486
Média	0,60	0,11	0,40	7,21	462,29
V19 Solteira	0,53	0,12	0,47	5	575
V19+Esterco	0,56	0,11	0,44	5	540
V19+Fósforo	0,63	0,10	0,37	5	531
V19+Esterco+Fósforo	0,57	0,12	0,43	7	455
Média	0,57	0,11	0,43	5,65	524,94

Outro aspecto que chama a atenção é o direcionamento de quase 50% do material produzido pela planta para a parte aérea. Independente do resíduo adicionado ao cultivo, as variedades testadas mostraram essa característica importante, principalmente no contexto sócio-econômico da região do Projeto Pontal, onde a criação animal constitui um aspecto de fundamental relevância, até mesmo para a produção do esterco caprinovino. Ainda nesse contexto foi analisado o percentual de Proteína Bruta, Fibra em Detergente Neutro e Cinzas nas duas variedades estudadas, submetidas aos diferentes tipos de tratamentos (Tabela 10). Observa-se que independente dos tratamentos aplicados, os percentuais dessa análise bromatológica referenciam índices adequados para uso da planta na alimentação animal, reforçando mais ainda a planta como uma alternativa excelente para uso como forragem, principalmente em se tratando do terço superior da parte aérea, como realizado no trabalho.

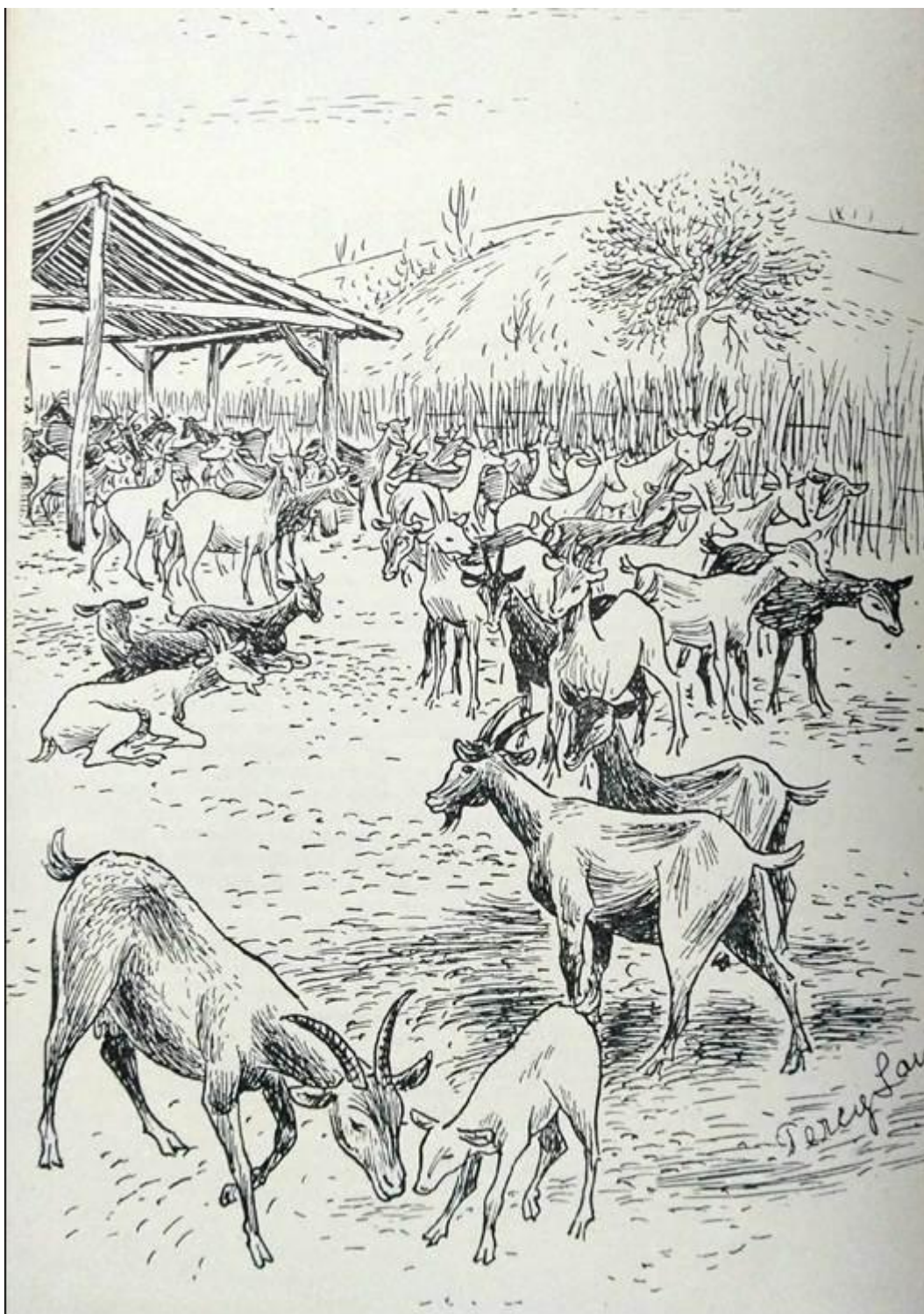
Tabela 10. Proteína Bruta (%), Cinzas (%) e FDN (%) na parte aérea das plantas de mandioca que seria destinada a alimentação dos animais na comunidade Lajedo. Petrolina-PE. Fonte: dados da pesquisa

Tratamentos	Brasília	V19	Brasília	V19	Brasília	V19
	PB na MS (%)		Cinzas (%)		FDN na MS (%)	
Solteira	22,84	20,82	7,72	8,35	38,46	36,50
Com fósforo	18,92	19,78	7,90	7,81	45,15	43,65
Com esterco	18,76	20,71	7,24	7,73	37,84	30,67
Com esterco + fósforo	14,23	18,23	8,36	8,79	47,65	42,07

Legenda: PB (Proteína Bruta), FDN (Fibra Detergente Neutro)

Além de já bastante conhecido, o uso de variedades adequadas de mandioca na alimentação de caprinos e ovinos (SILVA et al., 2009, FERREIRA et al., 2009, SILVA et al., 2013) pode contribuir mais ainda com a resiliência do sistema, tanto do ponto de vista de reserva alimentar para o rebanho como do fornecimento dos resíduos necessários para a produção pelos próprios animais (esterco). Assim, percebe-se que apesar das condições climáticas no período do trabalho não serem as mais adequadas para a agricultura, a mandioca mostrou-se como uma alternativa relevante para os sistemas de produção do Projeto Pontal, tanto em vista da geração de resíduos para uso na alimentação animal ou como retorno ao sistema de produção. A resposta da planta ao uso do resíduo testado (esterco) e cultivo simultâneo ou aplicação de fósforo esteve relacionado ao tipo de solo e condições hídricas no período do ciclo da planta, sendo estas condições altamente variáveis no presente estudo.

CAPÍTULO 4



**AVALIAÇÃO DO IMPACTO DA UTILIZAÇÃO DOS DIVERSOS
RESÍDUOS E CULTIVOS SIMULTÂNEOS COM A MANDIOCA SOBRE
A FERTILIDADE E MICROBIOLOGIA DO SOLO**

CAPÍTULO 4

AVALIAÇÃO DO IMPACTO DA UTILIZAÇÃO DOS DIVERSOS RESÍDUOS E CULTIVOS SIMULTÂNEOS COM A MANDIOCA SOBRE A FERTILIDADE E MICROBIOLOGIA DO SOLO

INTRODUÇÃO

A ação humana sobre as formações superficiais que revestem as rochas inalteradas na superfície terrestre provoca impactos mais ou menos intensos, negativos ou positivos, que influenciam consideravelmente nas atividades agrícolas. Em alguns casos essa ação acarreta na degradação dos solos. A degradação do solo surge de duas fontes básicas: de origem agrícola, pela ausência de tecnologia ou emprego inadequado da tecnologia disponível associado à pressão populacional, promovendo o uso de áreas marginais, com baixo poder produtivo e degradação e de origem não-agrícola, fazendo uso do solo para outras atividade e fins que não a própria agricultura (PEDROTTI e MELO JUNIOR, 2009).

No caso específico do Projeto Pontal, a utilização dos diversos resíduos orgânicos e cultivos simultâneos em solos utilizados com a mandiocultura, trouxeram impactos considerados positivos, mesmo tendo sido a experiência realizada em apenas um ciclo da cultura. O uso de cultivos simultâneos e resíduos orgânicos, encontrados nas propriedades, exemplifica uma modalidade de práticas do domínio da agroecologia. Na área do Projeto Pontal as atividades agrícolas seguem, em geral, modelos convencionais de uso do solo. A experiência que serviu como objeto desta tese exemplifica importantes práticas agrícolas para a transição de sistemas convencionais de cultivo para sistemas mais sustentáveis.

A agroecologia é considerada uma disciplina científica que enfoca o estudo da agricultura numa perspectiva ecológica e define-se como um marco teórico cujo objetivo é analisar os processos agrícolas de forma mais ampla e complexa (ALTIERI, 2004), levando em consideração os aspectos ambientais, sociais e econômicos no atendimento das principais demandas identificadas localmente como os atores envolvidos no sistema produtivo.

O estudo aprofundado das características pedológicas de uma área pode revelar informações que remetem ao histórico da mesma ou ainda sugerir possíveis alterações que os sistemas de produção tenham sobre o solo. Nas três

comunidades escolhidas para o desenvolvimento do trabalho foram abertos perfis para a realização de estudo físico e químico e do ambiente no seu entorno. Esses perfis foram abertos para permitir maior conhecimento das características dos solos trabalhados, identificando as diferenças entre as áreas estudadas.

No Projeto Pontal, assim como todas as áreas agrícolas do semiárido pernambucano, surgem pontuados os mais diversos tipos de solo, que vão desde os solos jovens, com limitada profundidade, como os Neossolos (Litólicos ou quartzarênicos) até solos razoavelmente profundos, como alguns Argissolos e Latossolos, preferidos para a delimitação das áreas irrigadas. No Projeto Pontal foram escolhidas para o trabalho três áreas pertencentes a três comunidades diferentes: Comunidade Amargosa, Comunidade Vira Beijú e Comunidade Lagedo. Em cada área foi descrito um perfil de solo sob mata/capoeira e um sob uso agrícola, com vistas a identificar possíveis alterações que ocorreram ao longo dos anos de ação antrópica, haja vista as áreas escolhidas terem histórico agrícola anterior.

Com base nas observações de campo, exames e descrições morfológicas dos solos efetuados durante os trabalhos de campo e resultados analíticos de perfis de solos procedeu-se à classificação dos perfis conforme normas e critérios do Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (SANTOS et al., 2013), detalhados nos anexos do presente trabalho.

Os solos classificados nos perfis abertos pertencem à classe dos Argissolos Amarelos Eutróficos plínticos, sendo que apenas um perfil foi classificado como Luvisolo Crômico Órtico típico. Os Argissolos são originários da alteração do recobrimento sedimentar detrítico-laterítico do Terciário, sobre rochas do Pré-Cambriano. Já os Luvisolos são originários do retrabalhamento de rochas cristalinas do pré-cambriano. Todos os perfis apresentavam fase não rochosa e não pedregosa, sendo o revelo regional plano a suave ondulado e o local, plano. A erosão passava de laminar ligeira nos Argissolos a laminar moderada no Luvisolos. Todos os perfis eram moderadamente drenados e estavam sob vegetação de caatinga hiperxerófila.

De uma forma geral, uma das características mais marcante e relacionada com a condição climática regional é a limitada profundidade efetiva dos solos,

principalmente daqueles desenvolvidos a partir de rochas cristalinas. Com exceção dos solos desenvolvidos em materiais sedimentares e/ou de cobertura pedimentar, a grande maioria situa-se na faixa de pouco profundo (50-100 cm) a raso (<50 cm). Outra característica ambiental marcante que deve ser realçada é que apesar de estarem sob um mesmo clima local pode-se verificar claramente a grande variabilidade espacial dos solos em curtas distâncias, sobretudo nos ambientes com rochas cristalinas.

Dentre os aspectos físicos, a presença de frações grossas (cascalhos, calhaus e matacões) é bastante comum na superfície ou mesmo no volume dos solos, sobretudo naqueles menos desenvolvidos e nos ambientes mais secos. Calhaus e matacões em geral tipificam a pedregosidade distribuída com maior frequência nos horizontes superficiais dos solos na zona da Depressão Sertaneja. Nos perfis de alguns dos solos analisados, foi possível registrar ainda que materiais ferruginosos concrecionários, embora não sejam comuns em ambientes semiáridos, têm sido constatados principalmente em áreas com cobertura pedimentar e em bordas de chapadas.

Notou-se que do ponto de vista químico, em geral, os solos analisados apresentaram reação de pH variando comumente na faixa de moderadamente ácida a moderadamente alcalina (5,3 a 8,3). Entretanto, dependendo do material de origem e da drenagem local os solos dessas áreas podem apresentar reação fortemente ácida ($\text{pH} < 5,3$) ou, fortemente alcalina ($\text{pH} > 8,3$) (BRASIL, 1971; BRASIL, 1973a,b; EMBRAPA, 1975a,b; EMBRAPA, 1976; EMBRAPA, 1977/1979; EMBRAPA, 1979). Este aspecto é importante de ser observado, tendo em vista um estigma usado nos solos do semiárido como sendo altamente salinos e alcalinos. Dessa forma, intervenções como a própria calagem não se faria necessária, porém foi verificado que essa premissa não é exatamente correta em diversos casos em solos da região semiárida.

Mesmo assim, uma particularidade marcante, em conformidade com as condições climáticas regionais, sobretudo onde a drenagem é restrita, é realmente a tendência que os ambientes apresentam para acumular sais (carbonatos e cloretos) e bases. Por isto solos salinos ou em processo de salinização são comuns nos baixios e em terraços aluvionares. Também são dominantes, no semiárido, solos

eutróficos (com elevada saturação por bases), exceto nos ambientes com sedimentos muito intemperizados que são comuns nas chapadas, coberturas pedimentares e em bacias sedimentares. Porém como tratado anteriormente, muitas áreas agrícolas não possuem essa característica e precisam de cuidado no manejo, de acordo com a cultura a ser instalada na área.

As classes de solos distinguem-se por atributos diagnósticos, horizontes diagnósticos, características de natureza interme-diária de unidades taxonômicas e grupamentos texturais, conforme normas em uso pela Embrapa (2013). Características do meio físico que influenciam o uso e o manejo dos solos, foram utilizadas para a identificação de níveis categóricos mais baixos. Abaixo estão detalhados alguns aspectos dos solos analisados para melhor compreensão das características de cada um presentes na área investigada.

1.2.3.1 Argissolos

Os Argissolos compreendem solos constituídos por material mineral, que têm como características diferenciais argila de atividade baixa (Tb) e horizonte B textural (Bt), imediatamente abaixo de qualquer tipo de horizonte superficial, exceto hístico, sem apresentar, contudo, os requisitos estabelecidos para serem enquadrados nas classes dos Alissolos, Planossolos, Plintossolos ou Gleissolos (SANTOS et al., 2013).

A maioria dos solos desta classe apresenta um evidente incremento no teor de argila, com ou sem decréscimo, do horizonte B para baixo no perfil. A transição entre os horizontes A e Bt é, usualmente clara, abrupta ou gradual. Apresentam profundidade variável e são forte a imperfeitamente drenados, de cores avermelhadas ou amareladas e raramente brunados a acinzentados. A textura varia de arenosa a argilosa no horizonte A e de média a muito argilosa no horizonte Bt, sempre com aumento da argila do A para o Bt (SANTOS et al., 2013).

Normalmente os Argissolos são moderadamente ácidos, alta saturação por bases, predominantemente cauliníticos e com relação molecular Ki variando de 1,0 a 2,3 em correlação com baixa atividade das argilas. Devido a grande diversidade de aspectos que interferem no uso agrícola, como saturação por bases e por alumínio, textura, profundidade, atividade da argila, presença de cascalhos e pedras, além da

ocorrência nos mais variados relevos, não se deve generalizar para a classe, como um todo, suas vantagens ou limitações ao uso agrícola (Oliveira et al., 1992). Sendo eutrófico, haverá condições favoráveis para o enraizamento ao longo do perfil porém muitas vezes poderá ser necessário algum tipo de correção, principalmente se a acidez for um aspecto marcante.

De uma maneira geral pode-se dizer que os Argissolos são solos bastante susceptíveis à erosão, sobretudo quando há maior diferença de textura do horizonte A para o horizonte B, presença de cascalhos e relevo mais movimentado com fortes declividades. Neste caso, não são recomendáveis para agricultura, prestando-se para pastagem e reflorestamento ou preservação da flora e fauna.

Se estiverem em áreas de relevo plano e suave ondulado, o Argissolo pode ser usados para cultivo de diversas culturas, desde que sejam feitas correções da acidez e adubação, principalmente quando se tratar de solos distróficos ou álicos. Por conta de grande susceptibilidade à erosão, mesmo em relevo suave ondulado, práticas de conservação de solos são essenciais. A presença de horizonte B textural nesses solos é fator determinante no seu grau de erodibilidade, influenciando a ocorrência de erosão superficial, que, aliada a outras características, como classe textural, transição abrupta entre os horizontes A e B, tipo de estrutura, permeabilidade etc., podem acelerar o desenvolvimento de processos erosivos.

Nos Argissolos, a baixa fertilidade natural e a acidez elevada constituem fatores que limitam a sua utilização para a agricultura, além das limitações decorrentes do relevo, quando é mais acidentado, e da pedregosidade superficial e interna que ocorre em algumas áreas. Os solos álicos e com argila de atividade alta requerem quantidades relativamente grandes de corretivos para eliminar a toxicidade pelo alumínio e suprir as plantas em cálcio e magnésio. Os eutróficos, desde que não abruptos, usualmente apresentam como principal restrição as condições de relevo.

Os aspectos gerais dos Argissolos contribuem para que o processo erosivo se constitua no fator mais limitante nesta classe de solo, pois o mesmo apresenta gradiente textural geralmente alto, principalmente se de caráter abrupto, ou seja, se o teor de argila do horizonte B for muito maior do que no horizonte A. Se for álico ou distrófico, haverá baixo potencial nutricional no horizonte B e se a textura do

horizonte A for arenosa haverá baixo teor de água disponível para as plantas, estando ainda sujeito à compactação se o horizonte A for especialmente de textura média ou mais argilosa. Os Argissolos intermediários para Latossolos apresentam aptidão para uso mais intensivo, mesmo apresentando baixa fertilidade natural, por serem profundos.

Os Argissolos estudados são solos com matiz mais amarelo que 5YR na maior parte dos primeiros 100 cm do horizonte B, inclusive BA (Santos et al., 2013). Solos desta classe mostram características gerais dos Argissolos, mas foram individualizados, em nível hierárquico imediatamente abaixo, por critério de cor. Desse modo, o horizonte de acumulação de argila, B textural (Bt), apresenta tipicamente coloração amarelada, onde os teores de ferro, em geral são baixos, normalmente inferiores a 70g/kg de solo, com predominância do óxido de ferro goetita. As cores mais freqüentes ocorrem no matiz 10YR com valor e croma maiores que 4. Menos freqüentemente ocorrem no matiz 7,5YR com valor e croma iguais ou maiores que 5.

Apresentam seqüência de horizontes é A, BA, Bt, textura arenosa no horizonte A e média no horizonte Bt. A estrutura é fraca a moderada pequena e pequena granular no horizonte A e moderada média blocos subangulares e angulares no Bt. A consistência do horizonte A, solo úmido é friável e no estado seco duro; enquanto quando molhado é ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso e a transição do A para o Bt é geralmente plana e abrupta ou clara. São solos quimicamente pobres, podendo ser distróficos ou eutróficos.

Em relação ao pH é fortemente ácido, com soma de bases trocáveis muito baixa entre 1,4 a 2,0 cmolc/kg de solo. Portanto são solos de muito baixa e baixa fertilidade natural, que necessitam de adubação e calagem, de preferência usar calcário dolomítico, para produzir boas colheitas.

1.2.3.2 Luvisolos

São solos constituídos por material mineral, com argila de atividade alta, alta saturação por bases e horizonte B textural ou B nítico imediatamente abaixo de horizonte A fraco, ou moderado ou proeminente, ou E, satisfazendo os seguintes requisitos: horizonte plíntico, se presente não é coincidente com a parte superficial

do horizonte B textural; horizonte glei, se ocorrer, inicia-se após 50 cm de profundidade, não coincidindo com a parte superficial do horizonte B textural (SANTOS et al., 2013).

Estes solos variam de bem a imperfeitamente drenados, sendo normalmente pouco profundos (60 a 100 cm), com seqüência de horizonte A, Bt, e nítida diferenciação entre horizontes A e Bt, devido ao contraste de textura, cor e/ou estrutura entre os mesmos. A transição do horizonte A para o horizonte Bt é clara ou abrupta, e grande parte dos solos desta classe possui mudança textural abrupta. Podem apresentar pedregosidade na parte superficial e o caráter solódico ou sódico na parte subsuperficial.

O horizonte Bt é de coloração avermelhada, amarelada e menos freqüentemente, brunada ou acinzentada. A estrutura é normalmente em blocos, moderada ou fortemente desenvolvida, ou prismática, composta de blocos angulares e subangulares. São moderadamente ácidos a ligeiramente alcalinos, com teores de alumínio extraível baixos ou nulos, e com valores elevados de Ki no horizonte Bt, entre 2,4 e 4,0, o que denota em geral presença, em quantidade variável, mais expressiva, de argilominerais do tipo 2:1 (SANTOS et al., 2013).

Os Luvisolos são de elevado potencial nutricional, decorrente das altas quantidades de nutrientes disponíveis às plantas e de minerais primários facilmente intemperizáveis ricos em bases trocáveis, especialmente o potássio. Ocorrem em relevo suave ondulado, o que facilita o emprego de máquinas agrícolas, podendo também ocorrer em relevo mais movimentado, podendo chegar a forte ondulado.

As áreas em que estes solos ocorrem são bastante deficientes em água, sendo este o principal fator limitante para o uso agrícola destes solos. Outras limitações decorrem da presença freqüente de calhaus e até mesmo matacões que se espalham na superfície do solo e na camada superficial; consistência muito a extremamente dura, o que dificulta o desenvolvimento do sistema radicular das culturas; alta erodibilidade, mesmo quando situados em relevo suave ondulado como consequência da coesão e consistência do horizonte superficial e da expressiva mudança textural para o horizonte Bt (OLIVEIRA et al., 1992).

Como ocorrem em áreas de elevada deficiência hídrica anual, é necessário o emprego da irrigação em cultivos menos resistentes à seca. Esta prática requer

cautela haja vista a elevada evaporação ocorrente na região semiárida. Devido a estes solos serem ricos em bases e alguns apresentarem grandes quantidades de sódio nas camadas subsuperficiais podem salinizar.

Na área estudada a ocupação destes solos tem sido com pecuária extensiva, palma-forrageira, milho, feijão e cultivo de mandioca. A irrigação, quando necessária, deve ser utilizada nas áreas dos solos menos rasos e de relevo plano a suave ondulado. Apresentam o caráter crômico na maior parte do horizonte B, inclusive BA (SANTOS et al., 2013).

Na área de estudo um dos solos foi classificado como LUVISSOLO CRÔMICO ÓRTICO típico. São solos que apresentam mudança textural abrupta e coloração variegada e, ou, mosqueados, devidos aos processos de redução e, ou, oxidação no horizonte B, cujas cores não satisfazem os requisitos para B plânico, ou com o horizonte B plânico em posição não diagnóstico para planossolos, dentro de 100 cm de profundidade do solo (EMBRAPA, 2006).

Em geral esse tipo de solo possui horizonte A fraco textura areno/argilosa. O horizonte Bt apresenta coloração vermelho-amarelada a brunada nos matizes 2,5YR a 5YR valor 4 a 5 e croma 4 a 6, bem como coloração variegada composta de bruno-forte nos matizes 7,5YR a 2,5Y. Em geral o topo do horizonte Bt é mais avermelhado em relação as demais partes deste horizonte. A transição do horizonte A para o horizonte Bt é normalmente abrupta. Em geral a estrutura no horizonte Bt é moderada a fortemente desenvolvida, prismática, composta de blocos médios a grandes.

A textura do horizonte A é geralmente areia ou areia-franca; a estrutura é fraca a moderada pequena e média blocos subangulares; a consistência do solo seco é dura e do solo úmido é firme; já no solo molhado é ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; A textura do horizonte Bt é franco-argila-arenosa; e a estrutura é moderada média e pequena blocos subangulares e angulares; a consistência é extremamente firme no solo úmido e muito plástico e muito pegajoso no solo molhado. A espessura do horizonte A varia de 0 a 15 cm. Quimicamente apresenta atividade de argila alta e alta saturação por bases com variação de 91 a 97%. A soma de bases trocáveis é média a alta com variação de 5,1 a 9,7 cmolc/kg de argila. A reação do solo, medida como pH, varia de 6,9 a 7,4.

Neste capítulo são analisados perfis de solos abertos e caracterizados em áreas individualizadas e significativas nas quais os ensaios foram instalados. Foram também abertos perfis nas áreas adjacentes aos locais dos experimentos, nos quais a caatinga hiperxerófila estava ainda muito pouco alterada pelas ações antrópicas.

4.1 METODOLOGIA

4.1.1 ABERTURA E ANÁLISE DOS OS PERFIS E DA FERTILIDADE DO SOLO

Inicialmente foi realizada uma ampla revisão bibliográfica para se obter informações a respeito dos diversos estudos já realizados na área. As principais informações consultadas referem-se a mapas e relatórios de levantamentos pedológicos, mapas e relatórios de geologia, geomorfologia, vegetação, clima, relevo, rede de drenagem superficial, mapas rodoviários, de divisão municipal e fisiográficos, documentos de práticas agrícolas predominantes e as características agrossocioeconômicas da região.

Os perfis abertos dos solos de cada uma das áreas dos ensaios foram examinados e caracterizados quanto à sua morfologia (horizontes, espessura, cor, textura, estrutura, cerosidade, slickensides, consistência, transição entre horizontes, erosividade; classificação taxonômica; proporção de ocorrência na paisagem; situação topográfica; geologia e material de origem; pedregosidade e rochosidade; altitude; drenagem; vegetação predominante e o uso atual). Além disso, foram observadas outras características ambientais de grande relevância para a identificação e interpretação de uso das terras, como: aspectos geomorfológicos, erodibilidade dos solos, fatores de impedimento a mecanização e aspectos relacionados com a gênese dos solos. Nesta oportunidade foram identificados alguns locais para a descrição de perfis e coleta de amostras dos principais solos identificados nas áreas de estudo.

As descrições, amostragens e documentação fotográfica dos perfis dos principais solos estudados foram feitas em trincheiras. Nestes procedimentos foram adotadas metodologias propostas por SANTOS et al., (2005). Durante os trabalhos de campo foram identificados e descritos 3 perfis de solos completos, um em cada comunidade (conforme anexo). As amostras coletadas foram analisadas nos laboratórios da Embrapa Semiárido.

Esta etapa foi realizada com o objetivo de verificar possíveis alterações na fertilidade e microbiologia do solo. Na análise inicial, antes de instalar os ensaios, foi coletada apenas uma amostra composta para representar toda a área, porém durante o ensaio, após tratamentos aplicados, foi necessário efetuar uma amostra em cada parcela para que fosse possível verificar alterações no solo de cada um dos tratamentos.

Para a análise da microbiologia do solo da comunidade Vira beiju, as amostras de TFSA foram coletadas em campo na profundidade de 0-20cm, peneiradas e armazenadas em sacos plásticos e levadas para câmara fria sob a temperatura média de 5° C e analisadas conforme detalhamento a seguir. A única comunidade escolhida para a análise microbiológica foi o Via Beiju por conta de ser um espaço isento de qualquer adição de água além da água de chuva, sendo, portanto, a que melhor estava caracterizando uma área dependente de chuva verdadeiramente.

4.1.2 EVOLUÇÃO DE CO₂

Foram pesados 100 g de TFSA e acondicionados em potes plásticos e foram aspergidas com água destilada até aproximadamente 70% de umidade. Os potes foram tampados por dois dias.

Posteriormente foram reabertos para que fossem adicionados dois copos plásticos dentro do pote, sobre o solo, sendo que um continha 30 ml de água e o outro 15 ml de solução de NaOH a 0,5 mol, novamente foram tampados por mais 2 dias.

Completado este período de 48h, reabriram-se os potes por 15 minutos e retirou-se o copo contendo NaOH e foi colocado outro com mesmo volume e tampado novamente. O NaOH retirado do pote foi transferido para um Erlenmeyer contendo 5 ml de Cloreto de Bário a 0,1 mol com 3 gotas de indicador fenolftaleína a 1% e titulado em seguida com HCl a 0,25 mol (a variação nessa molaridade foi considerada no cálculo). O volume gasto de HCl foi anotado para cálculo posterior. Este mesmo processo foi repetido duas vezes para 7 dias e para 15 dias completando desde a aspersão 26 dias no total.

4.1.3 CARBONO DA BIOMASSA MICROBIANA

Utilizou-se o TFSA do ciclo de 26 dias da Respirometria, foram pesados 10g da amostra de TFSA e colocadas em um erlenmeyer e no pote de extrato (10g em cada um) para fumigação, cada um. O pote de extrato, contendo 10 g, do solo foi levado para um dessecador contendo formol, onde ficou por 24 horas no processo de fumigação. Passadas 24 horas, nas amostras dos erlenmeyers foram adicionados 30 ml de solução de K_2SO_4 a 0,5 mol e as amostras dos potes fumigadas foram transferidas para erlenmeyers e receberam o mesmo tratamento.

As amostras fumigadas e não fumigadas foram submetidas a agitação de 100 RPM (ver equivalência na mesa agitadora) por 1 hora, logo após ficaram em repouso por 30 min, para que fossem filtradas posteriormente.

Após este processo foi retirado, com o auxílio de uma pipeta automática, 2 ml do extrato e transferido para um tubo de ensaio contendo 4 ml de solução digestora de $K_2Cr_2O_7$ (Dicromato de potássio) a 0,016 mol, agitado e levado para o banho-maria a 100° C por 1 hora. (foto: esquerda só o dicromato, direita com o extrato).

Após o resfriamento das amostras foram pipetados 250 μ L de cada amostra para placa de Elisa junto com a curva de calibração preparada com Biftalato de Potássio (fórmula) com os pontos nas seguintes concentrações 0,0 mg, 0,2 mg (200 μ L de biftalato), 0,4 mg (400 μ L), 0,6 mg (600 μ L), 0,8 mg (800 μ L) e 1,0 mg (1000 μ L), sendo essas consideradas frações do próprio carbono orgânico. A leitura das amostras foi realizada no comprimento de onda de 665 nm no aparelho Multiskan GO da marca THERMO. Ex.: Em cada 200 μ L de biftalato contém 0,2mg de carbono, solução feita para essa padronização. Cálculo: diretamente com a leitura e curva, com os pontos da curva são localizados a leitura de cada amostra.

4.2 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.2.1 A FERTILIDADE DO SOLO NO SEMIÁRIDO E MANEJO SUSTENTÁVEL

A fertilidade do solo é o conjunto de características químicas, físicas e biológicas que quando estão em equilíbrio permitem o satisfatório crescimento e desenvolvimento das plantas, para que completem seu ciclo, sob as condições climáticas de um determinado local.

Além dos micronutrientes (Fe, Zn, Mn, Cu, B e Mo), três elementos químicos existentes em maior ou menor quantidade no solo são relevantes para as plantas: Nitrogênio, Fósforo e Potássio. Os solos do semiárido são muito diversificados química e fisicamente. No entanto os solos deste ambiente possuem em sua grande maioria baixos teores de fósforo e nitrogênio no seu perfil o que constitui uma certa dificuldade para o desenvolvimento de práticas agrícolas. Além desses elementos, a presença de baixos níveis de matéria orgânica nos solos do semiárido é fator altamente limitante para o estabelecimento e crescimento das espécies vegetais, pela consequente baixa disponibilidade de nutrientes importantes para as culturas em geral, inclusive para a mandioca (SANTOS et al., 2014).

Segundo Brady (1983), os resíduos orgânicos, também conhecidos como excrementos, já eram comuns nas atividades agrícolas há bastante tempo, no entanto, os fertilizantes minerais tiveram início para a melhoria do crescimento vegetal há pouco mais de um século. As consequências da adição indiscriminada de fertilizantes químicos têm suscitado dúvidas quanto às interferências que estes possam ter nos sistemas naturais. Com isso, nas últimas décadas, a adição de fontes orgânicas de nutrientes para as culturas tem sido levado em consideração e um número maior de pesquisas na área tem corroborado com essa prática.

Sistemas de base ecológica preveem sustentabilidade em médio e longo prazo, conseguida com uma série de práticas ajustadas para cada situação, levando em consideração a redução de uso de insumos e energia; diminuição das perdas de nutrientes com contenção da lixiviação, escoamento e erosão; melhoraria na reciclagem de nutrientes com uso de leguminosas; adubos orgânicos; compostos, etc. Também são pressupostos deste sistema o estímulo à produção local de cultivos adaptados ao sistema ambiental e socioeconômico, manutenção da produção líquida sustentável, mediante a preservação de recursos naturais e minimização das perdas de solo, redução de custos, aumentando a eficiência e viabilidade econômica das propriedades de pequeno e médio porte, promovendo um sistema agrícola diversificado e flexível (ALTIERI, 2004).

Os perfis analisados nas áreas do trabalho revelaram diversas informações que podem colaborar nas explicações dos resultados dos ensaios. Na comunidade do Vira Beiju, por exemplo, pode-se observar um perfil com características

específicas na área de Caatinga preservada. O solo nesse local foi classificado ARGISSOLO AMARELO Eutrófico plântico A fraco, textura arenosa/média, fase caatinga hiperxerófila⁷, relevo plano e possuía uma vegetação do tipo Caatinga hiperxerófila arbóreo-arbustiva pouco densa, com a presença de catingueira, faveleira, umburana, pereiro, umbuzeiro, malva, jurema preta, pinhão, xique-xique, macambira, dentre outras espécies (Figura 55).

Figura 55. Perfil de solo (A) analisado na área de caatinga preservada ao lado do ensaio, com detalhe da caatinga ainda presente (B) na comunidade Vira Beiju, Petrolina-PE, 2016.

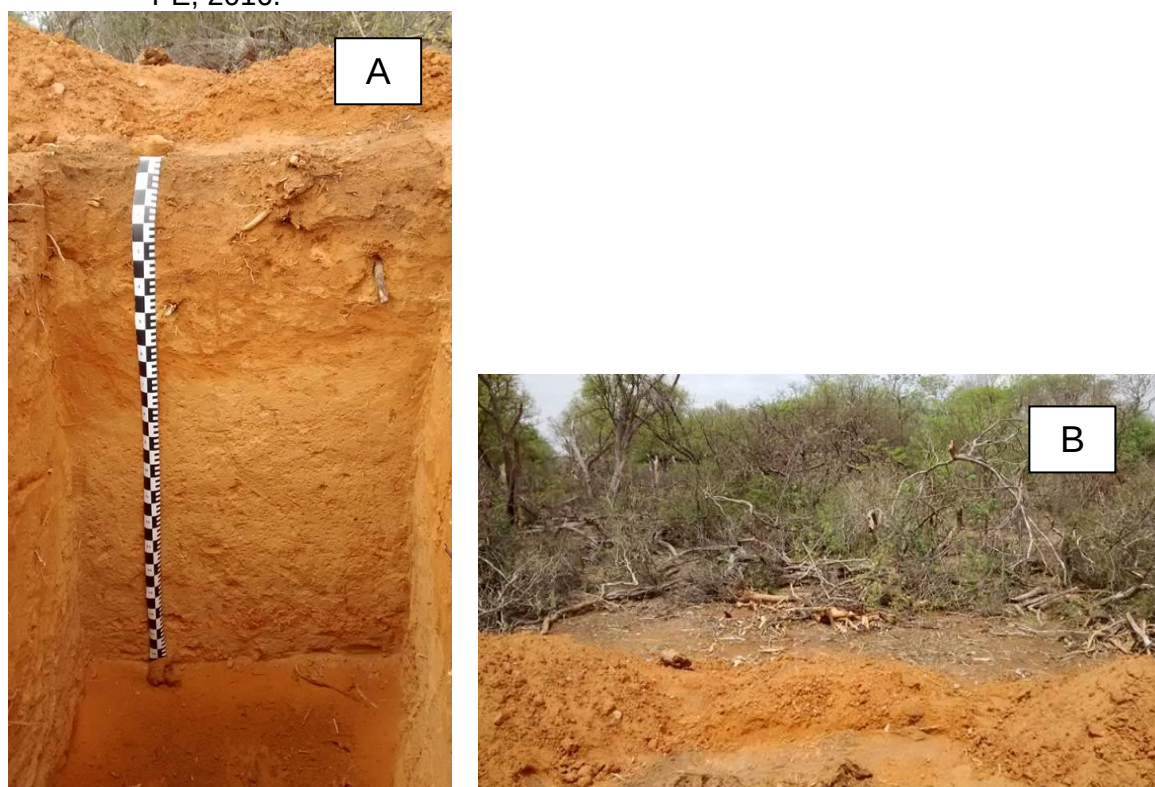


Foto: Alineaurea F. Silva (2016)

Na área experimental da mesma comunidade (Vira Beiju) também foi aberto um perfil classificado como ARGISSOLO AMARELO Eutrófico plântico A fraco, textura arenosa/média fase caatinga hiperxerófila, relevo plano (Figura 56). Nesse local havia anteriormente também a mesma massa vegetal do perfil da caatinga preservada (Caatinga hiperxerófila arbóreo-arbustiva pouco densa, com catingueira, faveleira, umburana, pereiro, umbuzeiro, malva, jurema preta, pinhão, xique-xique,

⁷ Os perfis de solo apresentados no presente trabalho foram caracterizados pelo Dr. Tony Jarbas (Embrapa Semiárido).

macambira), porém atualmente estava presente nesse local o cultivo de mandioca, na forma de ensaio conduzido para obtenção dos dados da tese.

Figura 56. Perfil de solo (A) analisado na área experimental, com detalhe do ensaio presente (B) na comunidade Vira Beiju, Petrolina-PE, 2016.

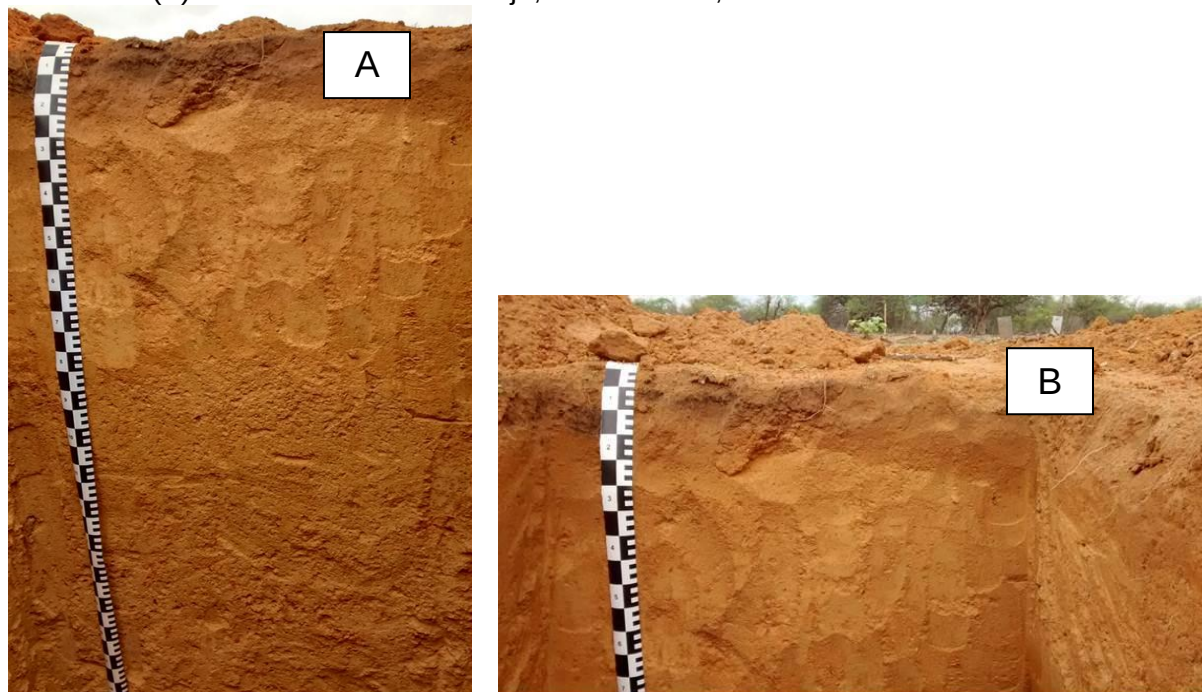


Foto: Alineaurea F. Silva

Tomando como base os dois perfis de solo examinados acima pode-se inferir algumas considerações. Ao comparar-se as condições físicas presentes em cada um é possível observar que enquanto no perfil da caatinga as raízes eram muitas, grossas, médias e finas ao longo de todo o perfil, no perfil da área cultivada eram poucas, finas e muito finas no horizonte A, raras no restante do perfil. Esse aspecto denota claramente as condições que podem manifestar-se num solo em uso e que poderão ter consequências negativas para os cultivos que serão ali instalados. Nesse caso, as raízes interferem diretamente na porosidade que foi observada em ambos os casos, e apesar de mostrarem uma denominação semelhante nos dois casos, como sendo poros comuns médios e pequenos no horizonte A, BA e Bt1 e comuns pequenos e muitos pequenos no restante dos horizontes, sabe-se que a presença de raízes nas áreas cultivadas é muito mais efêmera, podendo desencadear processos de compactação e posteriormente erosão do solo com muito mais facilidade.

O impacto do uso nas condições químicas do solo também são visíveis ao longo do perfil, conforme detalhada na Tabela 11. O perfil analisado na Caatinga preservada apresenta menores teores de alguns elementos que são adicionados na área cultivada, como cálcio, magnésio e potássio, porém também mostra pH em água abaixo dos valores encontrados no perfil da área cultivada. Este aspecto, associado com a maior saturação de bases verificada na área cultivada, remete a uma preocupação comum no semiárido brasileiro que é o processo de salinização, no caso em questão podendo ser mais acelerado com práticas de manejo comuns ao longo dos anos de cultivo. Daí mais uma vez o reforço em observar a importância de praticar alguns princípios usados nos sistemas de base ecológica, como uso de matéria orgânica, com vistas a retardar um pouco esse processo natural em regiões com baixa pluviosidade.

Tabela 11. Análise química do perfil do solo nas áreas da caatinga e área de cultivo na comunidade Vira beiju, Petrolina –PE. Fonte: dados da pesquisa

PERFIL CAATINGA											
Horizonte	pH (1:2,5)	Complexo sortivo cmol/kg								Sat de bases (%V)	P assimilável mg/dm ⁻³
	Água	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	Valor S (soma)	Al ³⁺	H ⁺ + Al ³⁺	Valor T (soma)		
Ap	5,1	2,2	0,90	0,21	0,07	3,4	0,10	1,7	5,1	66,4	4,05
BA	5,3	1,6	0,50	0,20	0,07	2,4	0,05	1,7	4,1	58,0	2,43
Bt1	5,6	1,8	0,06	0,15	0,07	2,6	0,00	2,2	4,8	54,3	1,89
Btf2	5,3	1,6	0,80	0,11	0,10	2,6	0,10	1,0	3,6	72,7	2,50
Btf3	5,6	1,2	0,70	0,13	0,14	2,2	0,00	1,5	3,6	59,6	2,03

PERFIL ÁREA CULTIVADA											
Horizonte	pH (1:2,5)	Complexo sortivo cmol/kg								Sat de bases (%V)	P assimilável mg/dm ⁻³
	Água	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	Valor S (soma)	Al ³⁺	H ⁺ + Al ³⁺	Valor T (soma)		
Ac	7,3	3,5	1,50	0,25	0,05	5,3	0,00	0,5	5,8	91,5	20,91
BA	5,0	1,6	0,50	0,33	0,07	2,5	0,30	1,2	3,7	67,1	2,10
Bt1	4,4	1,9	1,00	0,32	0,07	3,3	0,55	1,7	5,0	65,8	2,57
Btf2	4,5	1,1	0,60	0,31	0,07	2,1	0,95	2,2	4,3	48,6	2,7
Btf3	4,1	1,3	0,70	0,25	0,09	2,3	0,50	2,0	4,3	54,4	1,83

Como pode ser observado na Figura 53, a pluviosidade no período dos ensaios foi muito baixa, e a área que teve maior índice pluviométrico pouco ultrapassou 350mm em um ano. Essa condição de chuva associada ao regime climático de baixa umidade relativa do ar e altas temperaturas na região desanima a

possível obtenção dos resultados, sejam eles econômicos ou agrônômicos, nas áreas trabalhadas. Mesmo assim foram realizadas colheitas tendo em vista a comparação entre as variedades e as diferentes formas de manejo do solo.

Independente do índice pluviométrico que ocorreu durante o experimento, pode-se observar que houve alterações em alguns elementos químicos do solo quando comparadas com as áreas que foram previamente corrigidas com calcário e fósforo, aqui denominadas de área adubada e não adubada (Tabela 12). Observou-se que, na área adubada, o pH esteve mais elevado do que na área não adubada, comprovando a eficácia da calagem, mesmo em solo que recebeu pouco mais de 300mm de chuva durante o primeiro ano (Figura 53). Os teores de Matéria Orgânica, Fósforo e Cálcio também se mostraram mais elevados ($p < 0,05$) na área que recebeu essa correção inicial. Os teores de alumínio no solo reduziram a níveis considerados adequados, tendo em vista ser um elemento que se presente pode ser tóxico às plantas e inibir a absorção de outros elementos nutricionais. Alguns microelementos apresentaram valores menores com a correção do solo, porém ainda acima dos valores considerados adequados para a mandioca (KIRST E LOBO, 2007).

Tabela 12. Elementos químicos analisados no solo (0-20cm profundidade) na comunidade Vira Beiju após o término do experimento. Fonte: dados da pesquisa

	C.E	pH	M.O.	P	K	Na	Ca	Mg	Al
	mS cm ⁻¹	-	g kg ⁻¹	mg dm ⁻³	----- cmolc dm ⁻³ -----				
Área adubada	0,69*	6,18 ^a	14,5a	26,4a	0,39	0,09	1,80a	0,64	0,01b
Não adubada	0,60	5,23b	8,74b	2,56b	0,38	0,08	1,48b	0,71	0,42a
	H+Al	SB	CTC	V	Cu	Fe	Mn	Zn	
	-- cmolc dm ⁻³ --			%	----- mg dm ⁻³ -----				
Área adubada	2,45b	2,93	5,37b	56,37a	0,72b	11,91	18,23b	1,78b	
Não adubada	4,53a	2,65	7,17a	36,73b	1,19a	11,91	25,75a	2,05a	

*Letras diferentes, na coluna, representam resultados que diferem estatisticamente entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste Tukey.

Considerando-se a adição de esterco nas áreas poder-se-á perceber que ele também promoveu alterações nas áreas que não receberam a correção inicial, como no caso dos teores de potássio no solo.

Os dados mostram tendência clara da importância da correção prévia do solo, mais ainda do que o uso do esterco (Tabela 13), seja dependente da variedade ou não (Tabelas 14 e 15).

Tabela 13. Elementos químicos analisados no solo na comunidade Vira Beiju após o término do experimento, considerando a adição de esterco. Fonte: dados da pesquisa.

	C.E	pH	M.O.	P	K	Na	Ca	Mg	Al
	mS cm ⁻¹	-	g kg ⁻¹	mg dm ⁻³			cmolc dm ⁻³		
Sem Esterco AD	0,70	6,26	13,79	31,10	0,39	0,09	2,06	0,74	0,02
Com Esterco AD	0,68	6,11	15,18	21,68	0,40	0,08	1,54	0,54	0,01
Sem esterco NA	0,57	5,14	8,73	2,52	0,34	0,06	1,33	0,65	0,43
Com esterco NA	0,63	5,33	8,74	2,60	0,42	0,09	1,63	0,77	0,41
	H+Al	SB	CTC	V	Cu	Fe	Mn	Zn	
		cmolc dm ⁻³		%			mg dm ⁻³		
Sem Esterco AD	2,33	3,28	5,61	58,81	0,65	11,48	17,63	1,62	
Com Esterco AD	2,58	2,57	5,13	53,93	0,79	12,35	18,83	1,93	
Sem esterco NA	4,61	2,39	6,99	34,43	1,20	12,65	24,08	1,69	
Com esterco NA	4,44	2,91	7,34	39,03	1,18	11,11	27,53	2,43	

Tabela 14. Elementos químicos analisados no solo na comunidade Vira Beiju após o término do experimento, considerando as duas variedades utilizadas. Fonte: dados da pesquisa.

	C.E	pH	M.O.	P	K	Na	Ca	Mg	Al
	mS cm ⁻¹	-	g kg ⁻¹	mg dm ⁻³			cmolc dm ⁻³		
	ce	ph	mo	p	k	na	ca	mg	al
Brasília Sem esterco AD	0,53	5,89	11,33	27,12	0,29	0,06	1,61	0,65	0,03
V19 Sem Esterco AD	0,88	6,63	16,25	35,08	0,48	0,12	2,50	0,84	0,00
Brasília com esterco AD	0,68	6,11	14,93	30,82	0,39	0,09	1,69	0,60	0,00
V19 com Esterco AD	0,69	6,10	15,44	12,54	0,41	0,07	1,40	0,49	0,03
Brasília Sem esterco NA	0,58	5,20	8,84	2,39	0,34	0,06	1,33	0,64	0,49
V19 Sem esterco NA	0,57	5,09	8,63	2,64	0,34	0,06	1,33	0,66	0,36
Brasília com esterco NA	0,62	5,55	9,53	2,58	0,46	0,09	1,90	0,88	0,29
V19 Com esterco NA	0,64	5,10	7,96	2,63	0,38	0,09	1,36	0,67	0,52

Tabela 15. Elementos químicos analisados no solo na comunidade Vira Beiju após o término do experimento, considerando as duas variedades utilizadas. Fonte: dados da pesquisa.

	H+Al	SB	CTC	V	Cu	Fe	Mn	Zn
	cmolc dm-3	cmolc dm-3	cmolc dm-3	%	mg dm ⁻³			
	hal	sb	ctc	v	cu	fe	mn	Zn
Brasília Sem esterco AD	2,81	2,63	5,43	48,89	0,69	9,15	15,55	1,46
V19 Sem Esterco AD	1,84	3,94	5,79	68,74	0,60	13,80	19,70	1,78
Brasília com esterco AD	2,53	2,78	5,28	52,45	0,77	9,55	20,36	2,30
V19 com Esterco AD	2,63	2,36	4,99	55,40	0,80	15,15	17,30	1,56
Brasília Sem esterco NA	4,38	2,39	6,75	35,11	1,37	13,41	26,40	2,36
V19 Sem esterco NA	4,84	2,40	7,23	33,75	1,02	11,89	21,76	1,02
Brasília com esterco NA	4,36	3,33	7,68	42,75	1,14	11,45	30,41	2,22
V19 Com esterco NA	4,53	2,50	7,01	35,31	1,22	10,73	24,24	2,68

A transformação da matéria orgânica em húmus beneficia o solo de forma mais definitiva, pois o húmus apresenta-se em forma coloidal e pode influir em diversas propriedades físicas e químicas do solo, melhorando a estrutura do solo, reduzindo a plasticidade e coesão, aumentando a capacidade de retenção de água, amenizando a variação da temperatura do solo, aumentando na capacidade de troca catiônica, aumentando o poder tampão (KIEHL, 1985). Esses aspectos permitem que o solo transforme-se num ambiente cada dia mais favorável ao crescimento das plantas e à sustentabilidade dos sistemas produtivos.

O uso do esterco pode proporcionar efeitos semelhantes ao longo do tempo, tendo em vista condições favoráveis nos anos chuvosos, quando a decomposição do mesmo simulará a adição de húmus ao sistema, contribuindo em diversos aspectos, como no aumento da CTC do solo, tendo em vista que a matéria orgânica possui uma superfície muito maior do que a argila, conseqüentemente, uma capacidade de troca muito superior à das argilas. Diante disso, o uso da matéria orgânica melhora a agregação do solo, pois atua como agente cimentante de partículas do solo, formando agregados bastante estáveis. Além disso, aumenta a retenção de água, diminui a erosão, diminui o efeito negativo da consistência plástica e pegajosidade dos solos argilosos molhados, diminui as oscilações de

temperatura durante o dia (KIEHL, 1985), podendo beneficiar sobremaneira os solos em ambientes de climas semiáridos.

Todos os aspectos acima citados possuem grande relevância na análise das características mais profundas do solo quando submetidos a sistemas de produção diversificados em áreas dependentes de chuva, por isso foram avaliados aspectos ligados à microbiologia do solo numa das comunidades, o que pode ser observado a seguir.

4.2.2 Microbiologia do solo

Num manejo de base ecológica, as características biológicas dos solos são as que mais respondem positivamente aos impactos ambientais do sistema agrícola, sendo os mais utilizados como indicadores de qualidade e sustentabilidade, como práticas simples e pouco onerosas (VASCONCELOS et al., 2013). Tanto a biomassa microbiana, representada pela parte viva da matéria orgânica dos solos como a riqueza e diversidade de bactérias podem representar indicadores de sustentabilidade em sistemas de conversão agroecológica (JESUS et al., 2005) e precisam ser avaliados para o entendimento das respostas nos sistemas agroecológicos. A utilização de resíduos orgânicos gerados na propriedade, associados a cultivos simultâneos com outras espécies em sistemas de produção de mandioca, em transição agroecológica, podem interferir positivamente, permitindo melhoria nos aspectos produtivos e sócio-econômico-ambientais da propriedade, trazendo benefícios diretos e indiretos para o produtor e para o ambiente.

Mesmo sem estudos aprofundados dos aspectos microbiológicos do solo, pode-se inferir positivamente numa unidade produtiva de base agroecológica, tomando-se como base a biomassa gerada, que muitas vezes é desperdiçada ou subutilizada. Serão considerados no presente trabalho resíduos gerados em uma propriedade de base familiar como sendo restos de culturas em campo das diferentes espécies até sobras de processamento de alimentos (crueira, manipueira, etc.) ou mesmo urina das vacas e esterco caprino. O conhecimento acerca de onde estão sendo produzidos esses resíduos e como eles poderão ser utilizados para a melhoria do sistema produtivo servirão como bons indicadores de sustentabilidade num sistema de base familiar e agroecológica.

Com o entendimento de que os resíduos orgânicos são importantes para a produção agrícola e tendo em vista a manutenção da qualidade do solo ao longo do processo de transição agroecológica, o acesso a algumas políticas públicas pode contribuir como alerta para reduzir a prática da comercialização e descarte inadequados dos resíduos orgânicos das propriedades, principalmente das que apresentarem déficit de fertilidade do solo, incentivando o seu uso para a melhoria do sistema de produção.

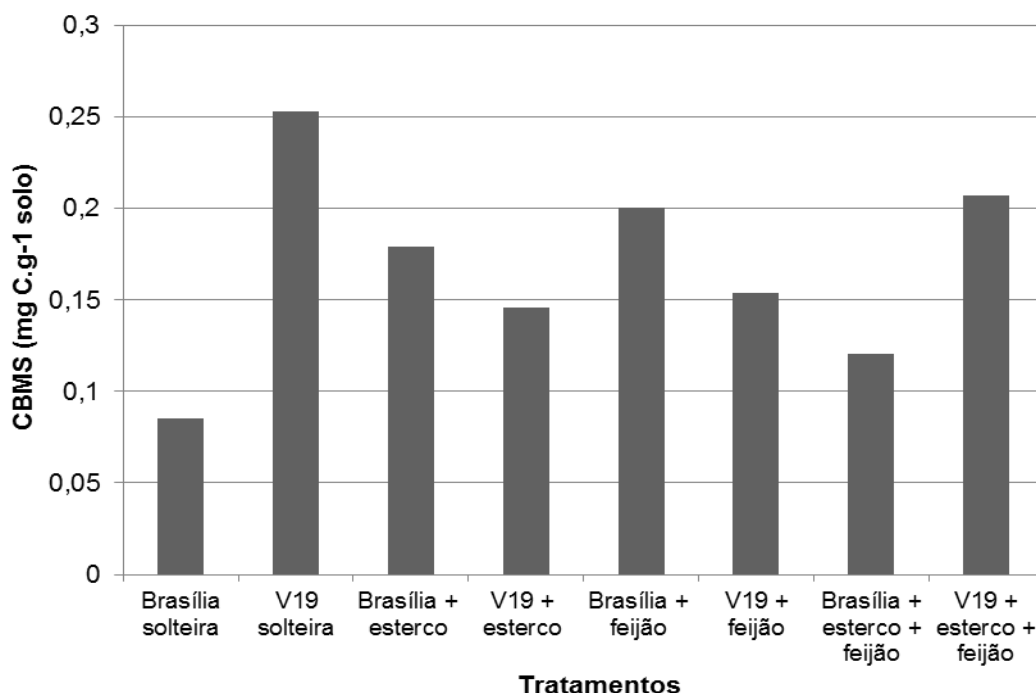
Antes de propor qualquer forma de gestão de resíduos gerados na propriedade e acessar as políticas públicas para isso, é importante conhecer a composição desses resíduos, tanto quanto ao teor de nutrientes como ao de elementos que possam ser tóxicos ao homem e à natureza. Além do conhecimento da composição desses resíduos pode-se observar a reação dos mesmos quando em uso ou armazenados em sistema aeróbio ou anaeróbio, para que a utilização dos mesmos seja mais equilibrada.

Os solos do semiárido, de uma maneira geral, apresentam normalmente baixos índices de aspectos microbiológicos, obtendo respostas satisfatórias quando submetidos a incremento de matéria orgânica e água. Mesmo assim, considera-se fundamental certificar-se de metodologias que permitam avaliar a capacidade dos agroecossistemas em resistir e recuperar-se quando submetidos a condições climáticas severas (ALTIERI, 2013), daí a importância em observar características relacionadas com a saúde do solo, como aspectos microbiológicos.

Em busca de atributos sensíveis às mudanças provocadas pelo manejo do solo pela agricultura, de modo a compreender o grau de sustentabilidade de um sistema, os índices biológicos surgiram como um mecanismo que avalia qualitativa e quantitativamente tais questões, buscando um indicador que espelhe a robustez da vida do solo e reflita o seu grau de perturbação.

Entre os tratamentos avaliados (Figura 57) observa-se um aumento do carbono da biomassa microbiana nos tratamentos 2 (V19 solteira), 5 (Brasília + feijão) e 8 (V19 + esterco + feijão), em que o tratamento 2 destaca-se com $0,25 \text{ mg C kg}^{-1}$ solo, mostrando que a correção do solo, através da aplicação de calcário e fósforo, favorece o incremento de carbono microbiano no mesmo.

Figura 57. Carbono da biomassa microbiana do solo nos diferentes tratamentos na comunidade Vira Beiju, Petrolina-PE.

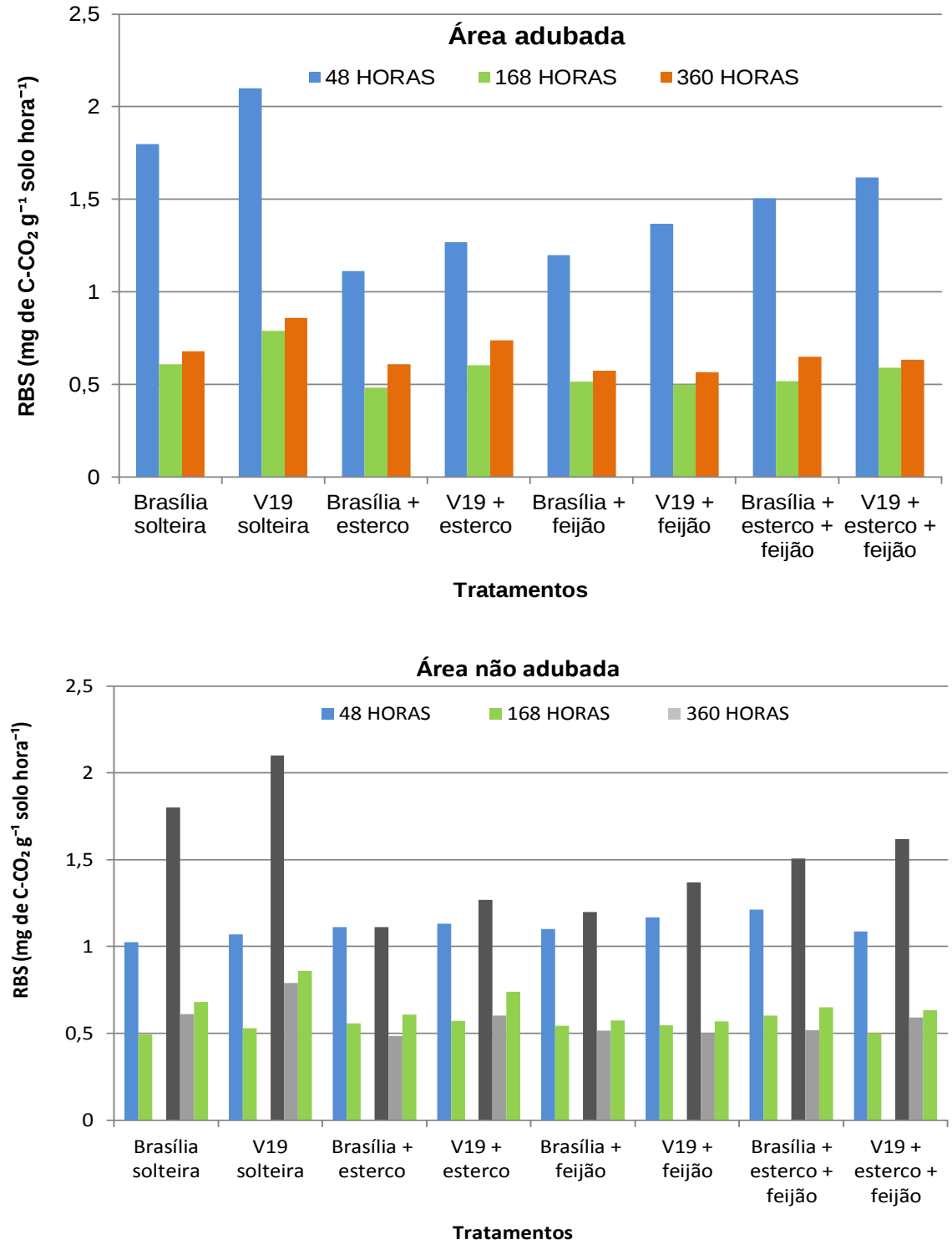


Fonte: dados da pesquisa

Já na comparação com a respiração basal do solo são observadas maiores taxas de emissão de CO_2 entre os tratamentos 1 e 2; pode-se perceber que a adubação afetou significativamente a taxa de respiração da biomassa microbiana (Figura 58). No ambiente de Caatinga não antropizada também foi avaliado a respiração basal e verificaram-se valores bem acima dos encontrados na área experimental (Figura 59), aspecto esse que reforça o equilíbrio existente nesses espaços ainda não alterados mecanicamente nas atividades agrícolas.

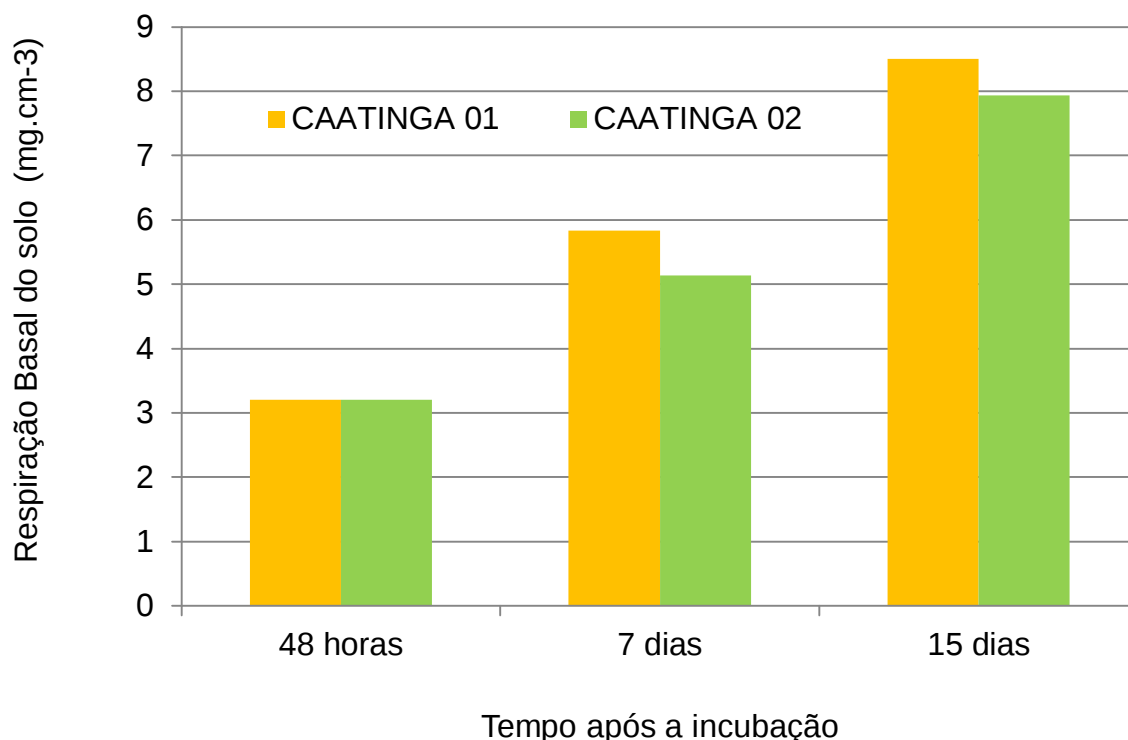
Nas condições experimentais, o tratamento 2, em todos os índices avaliados, destaca-se em seus valores. Observou-se um aumento no teor de BMS (0,25mgC/g solo), liberação eficiente de CO_2 para o sistema, dados estes comprovados pela redução nos valores encontrados de qCO_2 da microbiota do solo.

Figura 58. Respiração Basal do solo nos diferentes tratamentos na área adubada e não adubada da comunidade Vira beiju, Petrolina-PE



Fonte: dados da pesquisa

Figura 59. Respiração Basal do solo no ambiente da Caatinga não antropizada adjacente aos ensaios de mandioca na área da comunidade Vira beiju, Petrolina-PE.

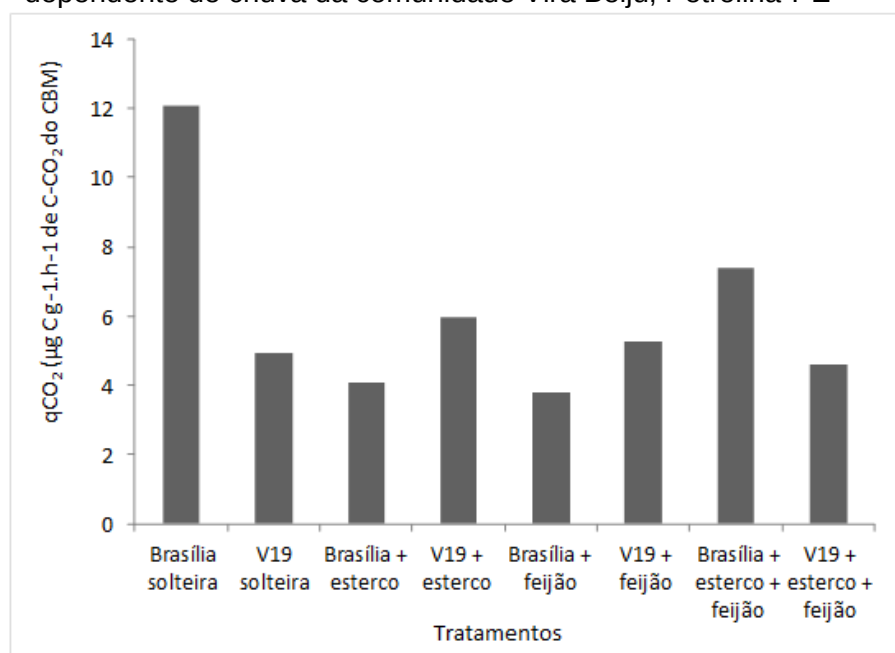


Fonte: dados da pesquisa

A adubação favorece maior acúmulo de nutrientes no solo estimulando a proliferação de microrganismos e aumentando a atividade biológica nesse ambiente. As raízes das plantas também influenciam no enriquecimento microbiano, pois liberam exsudados que são fontes de nutrientes para microbiota, além de CO_2 dinâmica de fonte de carbono para o ecossistema.

Em relação à redução dos níveis de $q\text{CO}_2$ (quociente metabólico), os tratamentos 2 e 5 possuíram os menores valores, indicando a eficiência do aproveitamento dos substratos pelos microrganismos nesses sistemas (Figura 60).

Figura 60. Quociente metabólico (qCO₂) nos diferentes tratamentos aplicados na área dependente de chuva da comunidade Vira Beiju, Petrolina-PE



Fonte: dados da pesquisa

Diversos outros autores trabalhando com ambientes semiáridos também encontraram incremento nas características microbiológicas com práticas com o uso de matéria orgânica (CONCEIÇÃO et al., 2012, SILVA et al., 2013, FERREIRA et al., 2015), o que reforça mais ainda a certeza de que em sistemas frágeis e inóspitos para a microbiologia, como os do semiárido, não se pode deixar de lançar mão dessas práticas sustentáveis e recomendadas na agroecologia.

Não foi possível relatar os resultados de produção de resíduos num segundo período (chuvoso) da área por conta da chuva ter sido realmente insuficiente para a geração de resíduos mensuráveis.

Quando se aborda o tema matéria orgânica do solo é importante observar que nem todas as fontes de resíduos são igualmente benéficas para a microbiota do solo e crescimento das plantas. Moreira e Siqueira (2006) estudando a adição de matéria orgânica ao solo e as mais diversas reações possíveis, alertam exatamente para o uso indiscriminado de resíduos orgânicos em todas as situações, o que pode incorrer em contaminação, caso sejam usados resíduos contaminados, ou mesmo a indisponibilização de alguns elementos químicos. Este aspecto foi o que mais estimulou o desenvolvimento do presente capítulo, para que fosse desmistificado de

todas as maneiras o uso do esterco caprinovino nas propriedades com criação de animais e geração desse resíduo. Apesar das condições climáticas adversas no trabalho conduzido para o presente capítulo, ficou claro que a atividade microbiana obteve benefícios com o uso do resíduo orgânico testado (esterco caprino ovino), e, portanto, não restaram dúvidas que é um resíduo importante e útil para o solo naquela região.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Através de tudo que foi estudado e desenvolvido ao longo deste trabalho de tese, algumas ideias centrais serão aqui reafirmadas e sumariadas.

- a) Existe atualmente uma preocupação considerável com a questão ambiental e, sobretudo com o desenvolvimento sustentável, que visa em outros aspectos o equilíbrio ecológico, mas numa perspectiva eminentemente real. Soluções que são capazes de desenvolver uma agricultura eficiente, de pequeno porte, num processo adaptativo dos agricultores, são plenamente possíveis e podem manter a qualidade ambiental em níveis aceitáveis. A transição da agricultura convencional para a agroecológica permite esse processo adaptativo ajustado a cada realidade encontrada no semiárido de Petrolina;
- b) As atividades tradicionais de processamento como preparo de farinha de mandioca são responsáveis por aproximadamente 20% da geração de resíduos nas unidades produtivas analisadas, representando muito pouco em comparação aos resíduos gerados pela criação de caprinos e pelos cultivos, respectivamente 77,8 e 88,89% dos resíduos gerados nas propriedades;
- c) Apesar de mais de 70% dos resíduos gerados nas propriedades do Projeto Pontal serem provenientes da agricultura, verificou-se, com o presente estudo, que a maior parte dos resíduos encontra-se nos currais ou apriscos, considerados, portanto, locais de maior geração desses insumos orgânicos;
- d) Apesar dos resíduos orgânicos terem sido identificados inicialmente apenas tecnicamente nas unidades produtivas, ao final do presente trabalho, mais de 60% dos agricultores familiares entrevistados afirmaram que poderiam utilizar esses e outros resíduos existentes nas propriedades em cultivos, revelando uma atitude de mudança frente às respostas dos testes realizados com a mandioca e uso dos resíduos e consórcio;
- e) Dentre as técnicas de cultivo em base agroecológica adotadas no presente pesquisa, o uso de resíduo orgânico na propriedade, favoreceu a manutenção da fertilidade do solo e aliou-se positivamente a correção do pH com uso do calcário, permitindo condições melhores para o crescimento da mandioca;

- f) Diante das práticas aplicadas, as variedades de mandioca responderam de maneira diferenciada, pois na presença de adubação a variedade V19 mostrou-se mais responsiva em todos os aspectos do que a variedade Brasília, em algumas das comunidades;
- g) Mais de 80% dos agricultores consideraram as áreas de cultivos como fortes locais geradores de resíduos, porém o uso dos restos de cultura para alimentação dos animais transforma-os em esterco caprinovino na propriedade. Apenas o esterco mostrou-se uma opção viável para uso na adubação do solo, apesar de atualmente praticamente todo o esterco da propriedade ainda ser comercializado para a geração de renda para a família;
- h) Cálcio e Nitrogênio são os elementos químicos encontrados em maiores quantidades no esterco das três comunidades, apesar de terem sido encontrados teores representativos de Ferro e Boro, bem como nos outros resíduos encontrados;
- i) Torna-se pouco viável o uso contínuo da parte aérea da mandioca ou de outros vegetais coletados no período seco, pois os mesmos estão em menores volumes e são utilizados pelos agricultores locais para alimentação dos animais;
- j) Apesar das condições climáticas no período do trabalho não serem as mais adequadas para a agricultura, a mandioca mostrou-se como uma alternativa relevante para os sistemas de produção do Projeto Pontal, tanto com a geração de resíduos para uso na alimentação animal, como com a possibilidade no retorno de seus resíduos ao próprio sistema de produção;
- k) A resposta da planta ao uso do resíduo testado (esterco) e cultivo simultâneo (feijão caupi) ou aplicação de fósforo esteve influenciado pelo tipo de solo e condições hídricas no período do ciclo da planta, sendo estas condições altamente variáveis no presente estudo nas três comunidades trabalhadas;
- l) O perfil do solo analisado na Caatinga preservada apresentou menores teores de alguns elementos que são adicionados na forma de adubação na área cultivada, como cálcio, magnésio e potássio, porém o pH em água também esteve abaixo dos valores encontrados na área com cultivo da mandioca. Este aspecto, associado com a maior saturação de bases verificada na área

de plantio em comparação com a Caatinga preservada, remete a uma preocupação comum no semiárido brasileiro que é o processo de salinização, no caso em questão podendo ser mais acelerado com práticas de manejo convencionais ao longo dos anos de cultivo. Com essa observação pode-se perceber a importância de uso dos princípios da agroecologia, como aplicação da matéria orgânica na fertilização dessas áreas, com vistas a retardar o processo natural de salinização em regiões com baixa pluviosidade.

- m) Um estudo como esse que foi desenvolvido, voltado para o uso do solo e o emprego de resíduos orgânicos no cultivo da mandioca, como tentativa de aplicação de princípios básicos da agroecologia, demonstrou a importância que tem a interdisciplinaridade, sobretudo para a análise geoambiental. Isso só foi possível a partir da interface que se estabeleceu entre os seguintes ramos do conhecimento científico aplicados à área de estudo: Pedologia, Geologia, Climatologia, Geografia, Geomorfologia, Biologia e Hidrografia, entre outros.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS CITADAS E CONSULTADAS

- AB SABER, A. Os domínios de natureza no Brasil. Potencialidades paisagísticas. Ateliê Editorial. São Paulo, 2003. 4ed. 152.
- AGENDA 21. “Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento”, Manejo ambientalmente saudável dos resíduos sólidos e questões relacionadas com os esgotos, capítulo 21, Rio de Janeiro. Secretaria do Meio Ambiente de São Paulo, Centro de Informações das Nações Unidas, 1992.
- ALTIERI, M. A, NICHOLLS, C. I. Agroecologia y resiliencia al cambio climático: Principios y consideraciones metodológicas. Agroecología, v. 8, n.1, P. 7-20, 2013
- ALTIERI, M. Agroecologia: a dinâmica produtiva da agricultura sustentável. 4.ed., Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2004.
- ANDRADE, G. O. de LINS, R. C. Introdução à morfoclimatologia do Nordeste do Brasil. Recife. Revista Arquivos do ICT, nº ¾, 1965.
- ANDRADE, G.O. de; LINS, R.C. Introdução ao estudo dos Brejos Pernambucanos. 1964. Arquivos do Instituto de Ciências da Terra, Recife, n.2, p.21-34, 1964.
- ANDRADE, Manuel Correia de. A terra e o homem no Nordeste. 4. ed. São Paulo: Livraria Ciências Humanas, 1980.
- APAC. Agência Pernambucana de Águas e Clima. Riacho Pontal. Bacia do Riacho Pontal. Disponível em: http://www.apac.pe.gov.br/pagina.php?page_id=5&subpage_id=25. Acesso: 17 de outubro de 2016.
- ARAÚJO FILHO, J. C.; BURGOS, N.; LOPES, O. F.; SILVA, F. H. B. B.; MEDEIROS, L. A. R.; MÉLO FILHO, H. F. R.; PARAHYBA, R. B. V.; CAVALCANTI, A. C.; OLIVEIRA NETO, M. B.; SILVA, F. B. R.; LEITE, A. P.; SANTOS, J. C. P.; SOUSA NETO, N. C.; SILVA, A. B.; LUZ, L. R. Q. P.; LIMA, P. C.; REIS, R. M. G.; BARROS, A. H. C. **Levantamento de reconhecimento de baixa e média intensidade dos solos do estado de Pernambuco**. Recife: Embrapa Solos/UEP Recife; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2000. 252 p. (Embrapa Solos. Boletim de Pesquisa, 11). 1 CD-ROM.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, NBR 10004. Resíduos sólidos: classificação. Rio de Janeiro, ABNT, 2004.
- BIGARELA, J. J. E ANDRADE, G. O. de (1992). Contribuição ao estudo do quaternário brasileiro. Tradução Jatobá, L. e Lins, R. C. Teoria Geográfica. Recife, vol. 1, nº1, out. 1992.
- BRANDÃO, S. da S., GIONGO, V., SANTANA, M. da S., MENDES, A. M. S., PETRERE, C. Efeito da adubação verde nos teores de matéria orgânica e fósforo em Vertissolo cultivado com meloeiro irrigado no Semiárido. REUNIÃO NORDESTINA DE CIÊNCIA DO SOLO, 1., 2013. Areia. Anais... Areia, PB.
- BRADY, N.C. Natureza e propriedade dos solos. 6.ed. Tradução de A. B. de Figueiredo Filho. Rio de Janeiro, Freitas Bastos, 1983. 647p.
- BUCEK, A. Problemática da la investigacion geografica del medio ambiente. Brno, Cekoslovenska Akademie vid Geograficky Ustav, 1983. **Studia Geographica**, 86
- BUOL, S. W.; HOLE, F. D.; McCracken, R. J.; SOUTHARD, R. J. Soil genesis and classification. 4. ed.. Ames: Iowa State University, 1997. 527 p.
- CAMPOS, H. K. T., Renda e evolução da geração per capita de resíduos sólidos no Brasil. Engenharia Sanitária e Ambiental, v. 17, n. 2. Abr/jun 2012, p. 171-180

CÂNDIDO, M. J. D.; ARAÚJO, G. G. L. de; CAVALCANTE, M. A. B. Pastagens no ecossistema semi-árido brasileiro: atualização e perspectiva futuras. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 42., 2005, Goiânia, GO. Anais... Goiânia: SBZ; Universidade Federal de Goiânia, 2005. p. 85-94.

CAVALCANTI, A. C.; RIBEIRO, M. R.; ARAUJO FILHO, J. C. de; SILVA, F. B. R. e. Avaliação do potencial das terras para irrigação no Nordeste: para compatibilização com os recursos hídricos). Brasília, DF: EMBRAPA- SPI; Petrolina: EMBRAPA-CPATSA; Recife: Embrapa Solos/UEP Recife, 1994. 38 p. il

CAVALCANTI, F. J. A. C. (Coord.). Recomendação de adubação para o Estado de Pernambuco 2º aproximação. Recife: IPA, 1998. 198 p.

COELHO, P. S. V. Plano Estadual de Recursos Hídricos. Disponível em: http://www.apac.pe.gov.br/download/PERHPE_volume1.pdf Acesso em 17 de outubro de 2016.

COSTA, S. A. P.; MORAES, S. A. de; SILVA, A. F.; PEREIRA, L. G. R.; OLIVEIRA, R. G. de; OLIVEIRA, A. P. D. de Qualidade da raspa integral de três variedades de mandioca adaptadas a região Semiárida. In: CONGRESSO NORDESTINO DE PRODUÇÃO ANIMAL, 6.; SIMPÓSIO NORDESTINO DE ALIMENTAÇÃO DE RUMINANTES, 7.; FÓRUM DE COORDENADORES DE PÓS GRADUAÇÃO EM PRODUÇÃO ANIMAL DO NORDESTE, 1.; FÓRUM DE AGROECOLOGIA RO RIO GRANDE DO NORTE, 1., 2010, Mossoró. Anais... Mossoró: Sociedade Nordestina de Producao Animal; UFERSA, 2010. 1 CD-ROM.

CONCEIÇÃO, G. C. da, PEREIRA, C. A.; SILVA, J. R.; BORGES, E. M.; BASTOS, D. C., GIONGO, V., MENDES, A. S. e GAVA, C. A. T. Atividade microbiana do solo em diferentes sistemas de cultivo de Manga no do vale do Submédio São Francisco. XXXIII CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO. Resumo Expandido. 2012

DANTAS, J. R. A. Mapa Geológico do Estado de Pernambuco. Texto Explicativo. Recife: República Federativa do Brasil, 1980. 112p. Broch. Mapa desdobrável. Acondicionados em pasta de plástico.

EMBRAPA, Zoneamento Agroecológico do Nordeste. MARA, Brasília: MARA, Embrapa-CPATSA/SNLCS, 1991.

EMBRAPA. Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes. Brasília: Embrapa informação Tecnológica, 2009, 627p.

EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. **Levantamento exploratório-reconhecimento de solos da margem esquerda do rio São Francisco, Estado da Bahia.** Rio de Janeiro; Recife: SUDENE, 1976. 404p. (EMBRAPA-SNLCS. Boletim Técnico, 38; SUDENE. Recursos de Solos, 7).

FARIA, C. M. B. DE, COSTA, N. D. e FARIA, A. F., ATRIBUTOS QUÍMICOS DE UM ARGISSOLO E RENDIMENTO DE MELÃO MEDIANTE O USO DE ADUBOS VERDES, CALAGEM E ADUBAÇÃO.

GIL, A. C. Como elaborar projetos de pesquisa. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

GOMES, J. C.; SILVA, J.; CARVALHO, P. C. L. Comportamento de cultivares de mandioca em diferentes níveis de fósforo. Revista Brasileira de Mandioca, Cruz das Almas, v. 18, n. 2, p. 45-50, 2005.

GUIDOLIN, J. A. Uso eficiente de fertilizantes. In: CAIXETA, D. A., RODRIGUES, J. H., MARQUES JUNIOR, J., CARVALHO, M. L. M. de e BRIGAGÃO, M. P. L. Curso de atualização em fertilidade do solo. Machado: FUNDAÇÃO EDUCACIONAL DE MACHADO. 1988.

HOWELER, R. H. Cassava mineral nutrition and fertilization. In Cassava: Biology, Production and Utilization. HILLOCKS, R.J., THRESH, J.M., BELLOTTI, A.C. (eds) CAB International, Wallingford, Oxon, UK. 2002.

IBGE. Produção Agrícola Municipal 2016. Disponível em: <<http://www2.sidra.ibge.gov.br/bda/agric/default.asp?z=t&o=11&i=P>>. Acesso em: 20 nov. 2016.

JACOMINE, P. K. T. Solos sob caatingas: características e uso agrícola. In: ALVAREZ V., V. H.; FONTES, L. E. F.; FONTES, M. P. F. **O solo nos grandes domínios morfoclimáticos do Brasil e o desenvolvimento sustentável**. Viçosa, MG: UFV: SBCS, 1996. p. 95-133.

JATOBÁ, L. **A Geomorfologia do Semiárido**. NEC (Núcleo de Educação Continuada). Universidade Federal de Pernambuco. Recife, 1994.

JATOBÁ, L. J. E LINS, R. C. **Introdução á Geomorfologia**. 2008. BAGAÇO. 150 P. IL.

KIEHL, J. E. **Fertilizantes orgânicos: análise de fertilizantes orgânicos**. Campinas: Agronômica Ceres, 1985. 492 p.

LACERDA, F.; FERREIRA, M.A.F; SOUZA, W.M. de. Climas do Estado de Pernambuco. In: Atlas de Bacias Hidrográficas de Pernambuco. Recife: Secretaria de Ciência, Tecnologia e Meio Ambiente, 2006. 106p.

LEOPOLD, L. B., WOLMAN, M. G. e MILLER, J. P. 1964. Fluvial process in Geomorphology, W. H. Freeman and Company, San Francisco. 522p.

LINS, R. C. (1972), Quadro Natural do Baixo São Francisco. Área Programa das áreas inundáveis. In: LINS, R. C.; CAMPOS, R. C.; GUERRA, S. Levantamento Socioeconômico em áreas do baixo e médio São Francisco. I. Baixo São Francisco. Convênio SUVALE, Recife, PE, 1972. 445 p.

MALAVOLTA, Eurípedes. Avaliação do Estado Nutricional das plantas: princípios e aplicações/ Eurípedes Malavolta, Godofredo Cesar Vitti, Sebastião Alberto de Oliveira.--2 ed. e atual. – Piracicaba: POTAFOS, 1997.

Mandioca: fonte de alimento e energia: Anais... Maceió: ABAM: SBM, 2011

MARTINS, E. L.; FRAGA, V. da S.; DIAS, B. de O. e SALCEDO, I. H. Estudo da decomposição de esterco bovino em solos cultivados com mandioca (*Manihotesculenta*). In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, XXIX., FERTBIO. 2010. Anais...Guarapari, ES. 2010.

MELO, M. L. de. Áreas de exceção da Paraíba e do s Sertões Pernambucanos. Recife, SUDENE, 1988. Série Estudos Regionais.

MELO, M. L. Regionalização Agrária do Nordeste. Recife, SUDENE, CPR/DIV. POL. ESP. 1978. 220p.

MELO, Mário Lacerda de. Paisagens do Nordeste em Pernambuco e Paraíba. Rio de Janeiro, XVII Congresso Internaiconal de Geografia, CNG, 1958 (Guia de excursão 7)

MENEZES, R. S. C. et al., Produção de batatinha com incorporação de esterco e/ou crotalária no Agreste paraibano. In: Silveira, L M.; PETERSEN, P.; SABOURIN, E. (Orgs.). Agricultura Familiar e agroecologia no semiárido: Avanços a partir do Agreste da Paraíba. Rio de Janeiro: AS-PTA, 2002. P. 261-270.

MENEZES, R. S. C. et al., Produção de batatinha com incorporação de esterco e/ou crotalária no Agreste paraibano. In: Silveira, L M.; PETERSEN, P.; SABOURIN, E. (Orgs.). Agricultura Familiar e agroecologia no semiárido: Avanços a partir do Agreste da Paraíba. Rio de Janeiro: AS-PTA, 2002. P. 261-270.

MILLER-JR, G.T. **Ciência Ambiental**. São Paulo: Cengage Learning, 2008

MOREIRA, F. M. S. e SIQUEIRA, J. O. **Microbiologia e bioquímica do solo**. 2. Ed. Atual. E ampl. Lavras: Editora UFLA, 2006. 729 p.

NASCIMENTO, J. M. L. do; GOTO, B. T.; SILVA, A. F.; MELO, S. M. Y. Aspecto da simbiose micorrízica em plantas forrageiras do gênero *Manihot* cultivadas sob condições Semiáridas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MANDIOCA, 14.; FEIRA BRASILEIRA DA MANDIOCA, 1., 2011, Maceió. Mandioca: fonte de alimento e energia: anais. Maceió: ABAM: SBM, 2011. 1 CD-ROM.

OLIVEIRA, C. A. V.; CORREIA, R. C.; BONNAL, P.; CAVALCANTI, N. B.; SILVA, C. N. Tipologia dos Sistemas de produção praticados pelos pequenos produtores do Estado do Rio Grande do Norte. In: ENCONTRO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE SISTEMAS DE PRODUÇÃO, 3., 1998, Florianópolis. Anais... Florianópolis: SBSP: EPAGRI, 1998. 1 CD-ROM.

OLIVEIRA, D. S.; SILVA, A. F.; FRANÇA, C. R. R. S.; SANTOS, A. P. G.; SANTOS, F. C.; LIMA, R. G.; MIRANDA, A. S. de Experiências de base agroecológica no Semiárido nordestino. II. Agrofloresta de D. Rita de Cássia Melo Araújo. In: CONGRESSO LATINOAMERICANO DE ETNOBIOLOGIA, 2.; SIMPÓSIO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA E ETNOECOLOGIA, 8.; ENCONTRO PERNAMBUCANO DE ETNOBIOLOGIA E ETNOECOLOGIA, 3., 2010, Recife. Anais... Recife: SBEE: SOLAE, 2010. 1 CD-ROM.

OLIVEIRA, J. B.; JACOMINE, P. K. T.; CAMARGO, M. N. **Classes gerais de solos do Brasil**: guia auxiliar para o seu reconhecimento. Jaboticabal: Funep, 1992. 201 p.

PERCY LAU, **Tipos e aspectos do Brasil**. 2ª Edição. Ampliada. Rio de Janeiro. 1963. Conselho Nacional de Geografia. IBGE.

PINHEIRO, S. DE BOEF, W. Pesquisas participativas “para” e “com” comunidades rurais: Caminhos diferentes para a construção socio-ambiental de conhecimentos agroecológicos. Rev. Bras. de Agroecologia/out. 2007 Vol.2 No.2

PIRES, A. A., MONNERAT P. H., MARCIANO, C. R., PINHO, L. G. DA R., ZAMPIROLI, P. D., ROSA, R. C. C. e MUNIZ, R. A. Efeito da adubação alternativa do maracujazeiro amarelo nas características químicas e físicas do solo. R. Bras. Ci. Solo, 32:1997-2005, 2008.

POMPEU, R. C. F. F.; FEITOSA, T. S.; FARIAS, J. L. de S.; SOUZA, H. A. de; FERNANDES, F. E. P.; GUEDES, F. L. Produção vegetal e custos de produção de diferentes processos de transição agroecológica em comunidade rural do Semiárido brasileiro. In: CONGRESSO NORDESTINO DE PRODUÇÃO ANIMAL, 8., 2013, Fortaleza. [Anais...]. Sobral: Universidade Estadual Vale do Acaraú; Embrapa Caprinos e Ovinos, 2013. 5 f.

PRIMO, D. C., MENEZES, R. S. C., SILVA, T. O. DA, ALVES, R. N., CABRAL, P. K. T. Biomassa e extração de nutrientes pelo milho submetido a diferentes manejos de adubos orgânicos na região semiárida. SCIENTIA PLENA VOL. 7, NUM. 8 2011.

PUTTHACHAROEN, S.; HOWLER, R. H.; JANTARWAT, S.; VICHUKIT, V. Nutrient uptake and soil erosion losses in cassava and six other crops in a psament in eastern thailand. Field cropsresearch, v.57, P.113-126, 1998.

RESENDE, M.; CURI, N.; RESENDE, S. B.; CORRÊA, G. F. Pedologia: base para distinção de ambientes. 5. ed. Lavras: UFLA, 2007. 322 p.

RIMA PONTAL NORTE. RELATÓRIO DE IMPACTO AMBIENTAL – RIMA. RECIFE: PROJETEC PROJETOS TÉCNICOS LTDA, CODEVASF. Disponível em:

<http://www.cprh.pe.gov.br/downloads/rima-pontal-norte.pdf> . Acesso em 26 de novembro de 2013.

RIVAS, M. P. (Org.) Macrozoneamento geoambiental da bacia hidrográfica do rio Parnaíba, Série Estudos e Pesquisas em Geociências, nº 4. Rio de Janeiro: IBGE, 1996.

ROSS, J. L. S. Geomorfologia, ambiente e planejamento. 8. ed. São Paulo (SP): Contexto, 2008.

SÁ, I. B.; SILVA, P. C. G (Ed.). **Semiárido brasileiro: pesquisa, desenvolvimento e inovação**. Petrolina, Embrapa Semiárido, 2010. 402 p.

SANTOS, A. P. G.; SILVA, A. F.; OLIVEIRA, A. P. D. de; MORAES, S. A. de; FRANÇA, C. R. R. S.; LIMA, R. G.; SANTOS, F. C.; OLIVEIRA, D. S.; MIRANDA, A. S. de; SANTOS, E. P. dos Experiência inovadora de criação de caprinos e ovinos na comunidade Caiçara com banco de proteína em sistema agroecológico. In: CONGRESSO LATINOAMERICANO DE ETNOBIOLOGIA, 2.; SIMPÓSIO BRASILEIRO DE ETNOBIOLOGIA E ETNOECOLOGIA, 8.; ENCONTRO PERNAMBUCANO DE ETNOBIOLOGIA E ETNOECOLOGIA, 3., 2010, Recife. Anais... Recife: SBEE: SOLAE, 2010. 1 CD-ROM.

SANTOS, C. V. B. dos; GIONGO, V.; SILVA, W. J. G. da; MENDES, A. M. S.; PETRERE, C. Adubação verde no cultivo de meloeiro no Semiárido: teores de potássio, cálcio e magnésio no solo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIAS DO SOLO, 34., 2013. Florianópolis. Anais... Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2013.

SANTOS, H. G. dos; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C. dos; OLIVEIRA, V. A. de; OLIVEIRA, J. B. de; COELHO, M. R.; LUMBRERAS, J. F.; CUNHA, T. J. F. (Ed.). **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2013. 306 p.

SANTOS, R. D.; LEMOS, R. C.; SANTOS, H. G.; KER, J. C.; ANJOS, L. H. C. **Manual de descrição e coleta de solos no campo**. 5. ed. Viçosa, MG: UFV: SBCE, 2005. 92 p.

SANTOS, N. S. dos, ALVES, J. M. A., UCHÔA, S. C. P., OLIVEIRA, N. T. de. e ALBUQUERQUE, J. de A. A. de. Absorption of macronutrients by cassava in different harvest dates and dosages of nitrogen. Revista Ciência Agronômica, v. 45, n. 4, p. 633-640, out-dez, 2014.

SILVA, A. F. S.; Santos, C. A. F.; Araújo, F. P. de, Lima Neto, F. P., Moreira, J. N., Ferreira, M. A. J. da F., Leão, P. C. de S., Dias, R. de C. S., Albuquerque, S. G. de. Recursos genéticos vegetais conservados na Embrapa Semiárido. In: Iêdo Bezerra Sá; Pedro Carlos Gama da Silva. (Org.). Semiárido brasileiro: pesquisa, desenvolvimento e inovação. 1 ed. Brasília: Embrapa, 2010, v. 1. e

SILVA, A. F. Santana, L. M. de, França, C. R. R. S., Magalhães, C. A. de S., Araújo, C. R. de e Azevedo, S. G. de. Produção de diferentes variedades de mandioca em sistema agroecológico. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.13, n.1, p.33–38, 2009. Campina Grande, PB, UAEA/UFCG.

SILVA, A. F. Sistematização de experiências agroecológicas no âmbito do Bioma Caatinga. In: MEDEIROS, C. A. B.; CARVALHO, F. L. C.; STRASSBURGER, A. S. (Ed.). Transição agroecológica: construção participativa do conhecimento para a sustentabilidade: projeto macroprograma 1: resultados de atividades 2009-2010. Brasília.

SILVA, A. F., OLIVEIRA, D. S., SANTOS, A. P. G., SANTANA, L. M. de, OLIVEIRA, A. P. D. de. Comportamento de variedades de mandioca submetidas a fertilização em comunidades dependentes de chuva no semiárido brasileiro. Revista Brasileira de Agroecologia, 2013, V. 8, n. 3, p. 221-235

SILVA, A. F.; BARBOSA, A. D.; COELHO, A. I. de A.; SANTANA, L. M. de.; SANTOS, A. P. G. Comportamento de diferentes variedades de alface sob cultivo agroecológico em comunidade do Semiárido Nordeste. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROECOLOGIA, 5., 2007, Guarapari. Agroecologia e territórios sustentáveis. Guarapari: ABA, 2007. 1 CD-ROM. Edição dos Resumos do V Congresso Brasileiro de Agroecologia na Revista Brasileira de Agroecologia, v. 2, n. 2, 2007

SILVA, A. F.; OLIVEIRA, D. S.; SANTOS, A. P. G.; SANTANA, L. M. de; OLIVEIRA, A. P. D. de Comportamento mandioca de mesa sob adubação, em área dependente de chuva, em Petrolina-PE. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE RECURSOS GENÉTICOS, 2., 2012, Belém, PA. Anais... Brasília, DF: Sociedade Brasileira de Recursos Genéticos, 2012. 1 CD-ROM.

SILVA, A. F.; PINTO, J. M.; FRANÇA, C. R. R. S.; FERNANDES, S. C.; GOMES, T. C. de A.; SILVA, M. S. L. da; MATOS, A. N. B. Preparo e uso de biofertilizantes líquidos. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2007. 4 p. (Embrapa Semiárido. Comunicado técnico, 130).

SILVA, A. F.; SANTANA, L. M. de; FRANÇA, C. R. R. S.; MAGALHÃES, C. A. de S.; ARAÚJO, C. R. de; AZEVEDO, S. G. de Produção de diferentes variedades de mandioca em sistema agroecológico. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campinha Grande, v.13, n.1, p.33–38, 2009.

SILVA, A. F.; SANTANA, L. M. de; SILVA, M. M. da; SANTOS, A. P. G.; FRANÇA, C. R. R. S. Cultivo agroecológico e utilização de mandioca (*Manihot esculenta* Cranz) e pornunça (*Manihot esculenta* Cranz x *Manihot glaziovii*) como plantas forrageiras. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2009. 39 p. il. (Embrapa Semiárido. Documentos, 226).

SILVA, A. F.; OLIVEIRA, D. S.; SANTOS, A. P. G.; SANTANA, L. M. de; OLIVEIRA, A. P. D. de. Comportamento de variedades de mandioca submetidas a fertilização em comunidades dependentes de chuva no semiárido brasileiro. Revista Brasileira de Agroecologia Rev. Bras. de Agroecologia. 8(3): 221-235 (2013)

SILVA, D. J.; LEITE, J. P.; SILVA, M. C. L. da. Avaliação da fertilidade do solo. In: CAVALCANTI, F. J. de A. (Coord.). Recomendações de adubação para o Estado de Pernambuco, 2a. aproximação. 3. ed. rev. Recife: IPA, 2008. p. 49-68.

SILVA, F. B. R.; RICHÉ, G. R.; TONNEAU, J. P.; SOUSA NETO, N. C.; BRITO, L. T. L.; COREIA, R. C.; CAVALCANTI, A. C.; SILVA, F. H. B. B.; SILVA, A. B.; ARAÚJO FILHO, J. C. Zoneamento agroecológico do Nordeste: diagnóstico do quadro natural e agrossocioeconômico. Petrolina: EMBRAPA-CPATSA; Recife: EMBRAPA-CNPS; UEP Recife, 1993. 2 v. (EMBRAPA-CPATSA. Documentos, 80).

SILVA, J. da; GARCIA, K. G. V.; ARRAIS, Í. G.; SILVA, J. R. da; DINIZ, M. de S. Manejo fitotécnico na cultura da mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) em Amargosa, Bahia. 1. adubação mineral e orgânica. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MANDIOCA, 15., 2013, Salvador. Inovação e sustentabilidade: da raiz ao amido: trabalhos apresentados. Salvador: CBM: Embrapa, 2013. 1 CD-ROM.

SILVA, J. et al. Fósforo e humoativo BM® no desenvolvimento, produtividade e qualidade de raízes de mandioca, em Belmonte, Bahia. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MANDIOCA, 14., 2011, Maceió.

SILVA, J. R., SILVA, D. J., GAVA, C. A. T., OLIVEIRA, T. C. T. de, FERREIRA, L. L.. Alterações na biomassa e atividade microbiana do solo devido ao uso de compostos orgânicos em um Argissolo Amarelo Eutrófico no semiárido brasileiro. Resumos do VIII Congresso Brasileiro de Agroecologia – Porto Alegre/RS – 25 a 28/11/2013

SOUZA, L. da S.; SOUZA, L. D.; SANTOS, V. da S. Recomendação de calagem e adubação para o cultivo da mandioca no Maranhão. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, 2009 5 p. (Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical. Comunicado técnico, 135).

SOUZA, M. J. N de, OLIVEIRA, J. G. B. de, LKINS, R. C. e JATOBA, L. Condições Geoambientais do Semiárido Brasileiro. Notas e Comunicações de Geografia. Série B: Textos Didáticos n. 15. Departamento de Ciências Geográficas. UFPE. ISSN 0104-5512. 1996

THIOLLENT, M. Metodologia da pesquisa - ação. 2. ed. São Paulo: Cortez, 1986.

THOMAS, M. F. **Geomorphology in the tropics: a study of weathering and denudation in low latitudes**. New York: John Wiley, 1994. 460 p.

TOLEDO, V. M. e BARRERA-BASSOLS, N. **La memoria biocultural. la importancia ecológica de las sabidurías tradicionales**. 2008. Barcelona: Icaria editorial, S.A. 230p.

VASCONCELOS, J. M. G., MOURÃO, A. E. B., CAVALCANTE, A. C. R., FRANCO, F. S. Práticas agroecológicas de convivência com o semiárido adotadas por agricultores familiares no Sertão Cearense. I Simpósio Brasileiro de Recursos Naturais do Semiárido – SBRNS. Iguatu-CE, maio de 2013. Disponível em: <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/89113/1/AAC-Praticas-agroecologicas.pdf> Acesso em 06 de março de 2014.

PUBLICAÇÕES PROVENIENTES DA TESE

PUBLICAÇÕES DO CAPÍTULO 1:

JATOBÁ, L., SILVA, A. F. A dinâmica climática do semiárido em Petrolina – PE. **Revista Brasileira de Geografia Física**. V. 10. N. 1. 2017.

PUBLICAÇÕES DO CAPÍTULO 2:

SILVA, A. F., SILVA, M. C. C da. Agricultura no nordeste semiárido e os resíduos orgânicos aproveitáveis. *Revista Equador (UFPI)*. Vol.5, nº2, p. 102- 119 (Janeiro/Junho, 2016).

ARAUJO, J. M., SILVA, SILVA, A. S., NUNES, L., FERREIRA, M. A., CRISPIM, M. C., hemical characterization of agricultural waste found in communities Lajedo, Amargosa and Virabeju in Petrolina-PE during the drought period. In: International SWAT Conference, 2014, Porto de Galinhas. SWAT 2014 Conference, Pernambuco Brazil - Book of Abstracts, 2014. p. 81-82.

SILVA, A. F.; WILKER, L. N.; SILVA, P. T.de S. e; SANTANA, L. M.de; ARAÚJO, J. M.; SILVA, M. C. B. C. da. Availability of crop residues and soil fertility in communities Pontal Project, Petrolina-PE, in the dry season. In: International SWAT Conference, 2014, Porto de Galinhas. SWAT 2014 Conference, Pernambuco Brazil - Book of Abstracts, 2014. p. 80-80.

PUBLICAÇÕES DO CAPÍTULO 3

SILVA, A. F. e REGITANO NETO, A. As principais culturas anuais na agricultura familiar. In: FREIRE, R., VOLTOLINI, T. V. e TEIXEIRA, L. **Agricultura familiar dependente de chuva no Semiárido**. Embrapa. 2016. (Capítulo de Livro submetido ao comitê editorial da Embrapa Semiárido).

SILVA, A. F.; CORREIA, R. C.; WILKER, L. N. Dinâmica de cultivos simultâneos para áreas dependentes de chuva no Semiárido. In: III Encontro de Desenvolvimento e Meio Ambiente, 2014, Recife. III Encontro de Desenvolvimento e Meio Ambiente. Recife: UFPE, Prodema, 2014.

SILVA, A. F.; OLIVEIRA, D. S.; SANTOS, A. P. G.; SANTANA, L. M. de; OLIVEIRA, A. P. D. de. Comportamento de variedades de mandioca submetidas a fertilização em comunidades dependentes de chuva no semiárido brasileiro. **Rev. Bras. de Agroecologia**. V. 8, n.3, p. 221-235, 2013

PUBLICAÇÕES DO CAPÍTULO 4

SILVA, A. F.. Como são os solos do semiárido Nordeste? In: JATOBÁ, L. e SILVA, A. F. Nordeste Brasileiro e a convivência com a seca. 1ed. Recife - PE: Bagaço Design, 2015, v. 1, p. 23-28.

SILVA, A. F.. Condições Naturais e Uso do Solo. In: JATOBÁ, L., LINS, R. C. e SILVA, A. F. Tópicos Especiais de Geografia Física. 2ed. Petrolina-PE, Gráfica Progresso, 2014, v. 1, p. 109-142.

ANEXOS

Imagens diversas do trabalho desenvolvido



**ARTIGO PUBLICADO EM PERIÓDICO (REVISTA BRASILEIRA DE
AGROECOLOGIA):**

Revista Brasileira de Agroecologia
Rev. Bras. de Agroecologia. 8(3): 221-235 (2013)
ISSN: 1980-9735

Comportamento de variedades de mandioca submetidas a fertilização em comunidades dependentes de chuva no semiárido brasileiro

Cassava varieties behavior during fertilization in rain-dependent communities in Brazilian semiarid region

SILVA, Alineaurea Florentino¹; OLIVEIRA, Djane Silva²; SANTOS, Ana Paula Guimarães³; SANTANA, Luiz Manoel de⁴; OLIVEIRA, Ana Patrícia David de⁵.

1 Engenheira Agrônoma, Pesquisadora Embrapa Semiárido, Petrolina/PE - Brasil, Doutoranda em Meio Ambiente e Desenvolvimento, Prodena/UFPB, João Pessoa/PB - Brasil, alineaurea.silva@embrapa.br; 2 Engenheira Agrônoma, ADAB, Agência Estadual de Defesa Agropecuária da Bahia, Salvador/BA - Brasil, djaneoliveirasilva@hotmail.com; 3 Engenheira Agrônoma, Doutoranda em Engenharia Agrícola - Área de concentração: Água e solo pela FEAGRI-UNICAMP, Campinas/SP - Brasil, apgs5@hotmail.com; 4 Engenheiro Agrônomo, Técnico em Desenvolvimento Regional da Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e Parnaíba, CODEVASF 3ª SR, Petrolina/PE - Brasil, luiz.manoel@codevasf.gov.br; 5 Bióloga, Doutoranda Em Zootecnia pela Universidade Federal da Bahia (UFBA), Salvador/BA - Brasil, ana.david28@gmail.com

RESUMO: O presente trabalho teve objetivo de observar o comportamento de variedades de mandioca submetidas a fertilização, nas comunidades dependentes de chuva Pereiros, Mudubim e Caiçara no semiárido brasileiro. Apesar do conhecimento sobre a tolerância da mandioca ao déficit hídrico e solos marginais, pouco se sabe sobre o potencial produtivo de diferentes variedades sob uso de adubação em áreas dependentes de chuva no semiárido. Foram conduzidos experimentos participativos com adubação e variedades de mandioca em três comunidades de áreas dependentes de chuva de Petrolina-PE. Os resultados mostram que apesar do baixo índice pluviométrico no período (entre 209 e 747mm), a calagem e fertilização com fósforo proporcionou melhoria da fertilidade do solo e maiores produtividades das variedades testadas (entre 15 e 37t.ha⁻¹ de raízes), sendo alcançadas melhores respostas na comunidade Pereiros, onde a variedade Brasília apresentou produtividade de raízes 24,9t.ha⁻¹, quase o dobro da média nordestina.

PALAVRAS-CHAVE: *Manihot esculenta* Cranz, Fertilidade do solo, Calagem, Fósforo, Produção.

ABSTRACT: The aim of this study was to observe the behavior of cassava varieties undergo fertilization in communities on rain dependent Pereiros, Mudubim and Caiçara in Brazilian semiarid. Despite the knowledge of cassava tolerance to water deficit and marginal soils, little is known about the productive potential of different varieties in use of fertilizer in areas dependent on rainfall in semiarid. Experiments were conducted with fertilization and cassava varieties in three communities in areas dependent on rain. The results show that despite the drought (rain 209 e 747mm), liming and phosphorus fertilization resulted in higher yields of the tested varieties, and achieved better responses in the community Pereiros where the variety presented Brasília root yield 24.9 t ha⁻¹, almost twice the average Northeast.

KEY WORDS: *Manihot esculenta* Cranz, Soil fertility, Lime, Phosphorus Addition, Production

Correspondências para: alineaurea.silva@embrapa.br
Aceito para publicação em 31/07/2013

ARTIGO PUBLICADO EM PERIÓDICO (REVISTA EQUADOR):



AGRICULTURA NO NORDESTE SEMIÁRIDO E OS RESÍDUOS ORGÂNICOS APROVEITÁVEIS¹

Alineaurea Florentino SILVA

Pesquisadora da Embrapa Semiárido

Doutoranda em Desenvolvimento e Meio Ambiente.

PRODEMA/UFPB.

<http://lattes.cnpq.br/7810302436995638>

E-mail: alineurea.silva@embrapa.br ou alineurea2012@hotmail.com

Maria Cristina Basilio Crispim da SILVA

Professora Associada da Universidade Federal da Paraíba

<http://lattes.cnpq.br/1103302506132951>

“A trajetória da agropecuária no Brasil é indissociável dos condicionantes políticos, sociais e naturais que traçaram o processo de construção do espaço rural brasileiro. Nesse sentido, nunca é demais lembrar que o País possui a quase totalidade de seu extenso território situado nas zonas tropical e subtropical, recebendo, assim, uma grande quantidade de radiação solar, fundamental à produção agropecuária, aí incluída na atualidade, a produção da bioenergia.”

Luiz Sérgio Pires Guimarães

RESUMO: Este texto corresponde à parte da conferência proferida no III Seminário (Re) descobrindo o Nordeste: Natural e Cultural, ocorrido na Universidade Federal de Pernambuco, no dia 03 de dezembro de 2015 e aborda, de maneira vertical, as principais nuances da agricultura nordestina, desde o período colonial até os dias atuais. Sabe-se que a agricultura foi uma atividade que dividiu o homem da Pedra Lascada do Neolítico, permitindo a formação de aglomerados humanos em busca da sobrevivência. Desde o descobrimento do Brasil a agricultura foi uma atividade regionalizada ou localizada para atender necessidades alimentares, energéticas ou econômicas da população local. No Semiárido, palco de ocupação de diversos rebanhos bovinos, a agricultura resumia-se ao cultivo sazonal da tríade milho, feijão e mandioca, colhidos apenas nos anos em que a chuva persistisse e, em seguida, toda área era transformada

NÚMEROS DAS EXCICATAS DAS VARIEDADES UTILIZADAS

Zimbra

alineaurea.silva@embrapa.br

Re: Número Herbario**De :** Lucia Helena Piedade Kiill <lucia.kiill@embrapa.br>

Ter, 22 de Jul de 2014 10:06

Assunto : Re: Número Herbario Importante**Para :** Alineaurea Florentino Silva
<alineaurea.silva@embrapa.br>

Olá Aline,

Peço desculpas pela demora, mas estava em viagem

Segue no. dos materiais coletados:

Dona Diva - HTSA 5615

Brasília - HTSA 5616

V19 - HTSA 5617

Se precisar de mais alguma informação, me avise.

Até mais,

Lúcia Helena Piedade Kiill
Pesquisadora em Caracterização de Ecossistemas
Curadora do Herbario do Trópico Semiárido (HTSA)
Embrapa Semiárido
Fone: (87) 3866-3669
PABX: (87) 3866-3600
Fax: (87) 3866-3815**De:** "Alineaurea Florentino Silva" <alineaurea.silva@embrapa.br>**Para:** "Lucia Helena Piedade Kiill" <lucia.kiill@embrapa.br>**Enviadas:** Quinta-feira, 17 de julho de 2014 12:46:59**Assunto:** Número Herbario

Olá Lucia,

Boa tarde!

Primeiro gostaria de agradecer a disponibilização de Sr. Pedro para nos ajudar com a coleta do material para inserir no herbário. Muito obrigada mesmo!

Estou em processo de homologação do projeto na universidade e preciso informar o código da amostra que está no herbário da Embrapa Semiárido.

Você tem como me passar esse número/código?

Desde já agradeço mais essa atenção.

Aline

--
Alineaurea Florentino Silva, MSc em Fitotecnia

Comprovante de envio do Projeto para comitê de ética – Plataforma Brasil:

UFPB - CENTRO DE CIÊNCIAS
DA SAÚDE DA UNIVERSIDADE
FEDERAL DA PARAÍBA



COMPROVANTE DE ENVIO DO PROJETO

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Resposta de diferentes variedades de mandioca (*Manihot esculenta* Cranz.) ao uso de resíduos agrícolas e cultivos simultâneos em área dependente de chuva no Projeto Pontal.

Pesquisador: ALINEAUREA FLORENTINO SILVA

Versão: 1

CAAE: 35147513.9.0000.5188

Instituição Proponente: Programa de Desenvolvimento e Meio Ambiente

DADOS DO COMPROVANTE

Número do Comprovante: 072873/2014

Patrocinador Principal: EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUARIA

Informamos que o projeto Resposta de diferentes variedades de mandioca (*Manihot esculenta* Cranz.) ao uso de resíduos agrícolas e cultivos simultâneos em área dependente de chuva no Projeto Pontal, que tem como pesquisador responsável ALINEAUREA FLORENTINO SILVA, foi recebido para análise ética no CEP UFPB - Centro de Ciências da Saúde da Universidade Federal da Paraíba em 25/08/2014 às 09:44.

Endereço: UNIVERSITARIO S/N

Bairro: CASTELO BRANCO

CEP: 58.051-900

UF: PB

Município: JOAO PESSOA

Telefone: (83)3216-7791

Fax: (83)3216-7791

E-mail: eticaccs@ccs.ufpb.br

Parecer consubstanciado do CEP - Plataforma Brasil:

UNIVERSIDADE FEDERAL DA
PARAÍBA - CENTRO DE
CIÊNCIAS DA SAÚDE



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Resposta de diferentes variedades de mandioca (*Manihot esculenta* Cranz.) ao uso de resíduos agrícolas e cultivos simultâneos em área dependente de chuva no Projeto Pontal.

Pesquisador: ALINEAUREA FLORENTINO SILVA

Área Temática:

Versão:

CAAE: 35147513.9.0000.5188

Instituição Proponente: Programa de Desenvolvimento e Meio Ambiente

Patrocinador Principal: EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUARIA

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 856.807

Data da Relatoria: 18/09/2014

Apresentação do Projeto:

Trata-se de um projeto de doutorado do Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente da discente Alineaurea Florentino Silva e tem como orientadora a Professora Maria Cristina Basílio Crispim da Silva.

O presente projeto será desenvolvido nas Comunidades Lagedo, Vira Beiju e Amargosa, integrantes do Projeto Pontal Sequeiro, situado no município de Petrolina-PE, em cinco etapas interligadas entre si.

Etapas:
Etapa 1: Serão aplicados questionários semi-estruturados com os produtores participantes do projeto com o objetivo de caracterizar melhor a área de estudo;

Etapa 2: quantificar e caracterizar os resíduos gerados em cada uma das atividades visualizadas na atividade anterior;

Etapa 3: serão realizadas análises do solo das áreas a serem cultivadas;

Etapa 4: serão realizadas avaliações de impacto em características do solo prioritariamente fertilidade e microbiologia do solo;

Etapa 5: Identificação e análise de políticas públicas adequadas ou adaptáveis a atividade agrícola e gestão de resíduos orgânicos que possam ser sugeridas para o Projeto Pontal.

Endereço: UNIVERSITARIO S/N

Bairro: CASTELO BRANCO

CEP: 58.051-900

UF: PB

Município: JOAO PESSOA

Telefone: (83)3216-7791

Fax: (83)3216-7791

E-mail: eticaccs@ccs.ufpb.br

**UNIVERSIDADE FEDERAL DA
PARAÍBA - CENTRO DE
CIÊNCIAS DA SAÚDE**



Continuação do Parecer: 856.807

Objetivo da Pesquisa:

Avaliar as respostas de diferentes variedades de mandioca (*Manihot esculenta* Cranz.) cultivadas com uso de resíduos agrícolas e consórcios em área dependente de chuva propondo novos desenhos de plantio em base agroecológica para esta espécie e conhecer os resíduos gerados e suas reações na propriedade, para favorecer o sistema de gestão de resíduos no Projeto Pontal Sequeiro.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Riscos: os riscos são mínimos e passíveis de serem absorvidos na vida prática existente.

Benefícios:

- Com a realização do trabalho proposto, espera-se agregar maior referencial teórico-prático aos trabalhos relacionados com a Agroecologia na Embrapa Semiárido bem como na Universidade Federal da Paraíba. - A quantificação e caracterização química dos diferentes resíduos existentes nas unidades produtivas de base familiar e agroecológica, proposta para o início do trabalho, permitirá identificação de características benéficas

importantes nesses insumos que poderão ser aplicadas na melhoria do sistema produtivo de mandioca; - A caracterização dos resíduos quando submetidos a meios aeróbios ou anaeróbios promoverá acesso ao conhecimento das possíveis reações dos mesmos, evitando que o uso dos mesmos provoque desequilíbrios ambientais ou toxidez em qualquer parte da cadeia produtiva; - Todo o entendimento sobre a fertilidade do solo e

conhecimento sobre o comportamento da mandioca e das espécies consorciadas gerados no trabalho, servirá para a validação de metodologias analíticas envolvendo uso de insumos alternativos e práticas a serem aplicadas nos trabalhos voltados para os cultivos de mandioca em base familiar e agroecológica sustentável. - Apontar Políticas Públicas

ambientais que facilitem a gestão de resíduos orgânicos no Projeto Pontal, mesmo que dependam do seu processamento; - Identificar formas de acesso a políticas públicas ambientais que favoreçam o gerenciamento de resíduos orgânicos no projeto Pontal;

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

O presente projeto apresenta coerência científica, mostrando relevância para a academia.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Endereço: UNIVERSITARIO S/N		
Bairro: CASTELO BRANCO		CEP: 58.051-900
UF: PB	Município: JOAO PESSOA	
Telefone: (83)3216-7791	Fax: (83)3216-7791	E-mail: eticaccs@ccs.ufpb.br

**UNIVERSIDADE FEDERAL DA
PARAÍBA - CENTRO DE
CIÊNCIAS DA SAÚDE**



Continuação do Parecer: 856.807

Falta incluir a Certidão de Aprovação no Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente.

Falta incluir o questionário da coleta de dados.

Falta Carta de Anuência

Recomendações:

-Incluir Carta de Anuência - autorização da Instituição onde será aplicada a pesquisa: a autorização deve ser redigida em papel timbrado e assinada pelo responsável do órgão. O pesquisador deve digitalizar o documento e postar na Plataforma Brasil.

-Incluir PROJETO DETALHADO .

- Inserir como etapa final do Cronograma de Execução: "Envio do Relatório Final e pesquisa na íntegra em pdf, via NOTIFICAÇÃO, para o Comitê de Ética em Pesquisa do Centro de Ciências da Saúde da Universidade Federal da Paraíba, através do Plataforma Brasil, para obtenção da Certidão Definitiva".

-Anexar o Instrumento para coleta de dados no "Projeto Detalhado".

- No TCLE escrever os riscos, pois segundo a Resolução 466/12 do CNS todas as pesquisas apresentam riscos, mesmo que sejam "mínimos".

-Refazer o cronograma de execução: Coleta de dados, a Resolução não permite analisar projeto com a coleta de dados iniciada ou terminada.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

De acordo com o cronograma, a pesquisa já foi realizada. O Comitê de Ética não avalia pesquisas já desenvolvidas, de acordo com a resolução 466/12 CNS.

Situação do Parecer:

Retirado

Necessita Avaliação da CONEP:

Não

Considerações Finais a critério do CEP:

Endereço: UNIVERSITARIO S/N

Bairro: CASTELO BRANCO

CEP: 58.051-900

UF: PB

Município: JOAO PESSOA

Telefone: (83)3216-7791

Fax: (83)3216-7791

E-mail: eticaccs@ccs.ufpb.br

UNIVERSIDADE FEDERAL DA
PARAÍBA - CENTRO DE
CIÊNCIAS DA SAÚDE



Continuação do Parecer: 856.807

JOAO PESSOA, 04 de Novembro de 2014

Assinado por:
Eliane Marques Duarte de Sousa
(Coordenador)

Endereço: UNIVERSITARIO S/N
Bairro: CASTELO BRANCO CEP: 58.051-900
UF: PB Município: JOAO PESSOA
Telefone: (83)3216-7791 Fax: (83)3216-7791 E-mail: eticaccs@ccs.ufpb.br

TERMOS DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (Sr. Benedito):



Associação Plena
em Rede

Doutorado em Desenvolvimento
e Meio Ambiente



Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE)

Eu Alineaurea Florentino Silva, responsável pela pesquisa "Cultivo sustentável da mandioca usando resíduos orgânicos e cultivos simultâneos, na área dependente de chuva do Projeto Pontal, Petrolina-PE", estou fazendo um convite para você participar como voluntário deste nosso estudo.

Esta pesquisa pretende Avaliar a viabilidade agroecológica (sócio-econômico-ambiental) da Mandiocultura com uso de resíduos orgânicos e cultivos simultâneos, na área dependente de chuva do Projeto Pontal Sequeiro, Petrolina-PE. Acreditamos que ela seja importante porque poderá esclarecer quais resíduos são os mais viáveis no uso no cultivo da mandioca. Para sua realização será feito o seguinte: coleta e mensuração dos principais resíduos gerados, análise química desses resíduos, aplicação em campo dos principais resíduos para cultivo da mandioca e avaliação periódica da mandioca e do solo para verificar diferenças entre os tratamentos aplicados. Sua participação constará de acompanhamento dos campos de cultivo e fornecimento de informações sobre os resíduos gerados e amostras de 1 a 2 kg dos mesmos para análises em laboratório.

É possível que aconteçam os seguintes riscos: ausência de chuvas suficientes para chegarmos a produção, ataque de doenças ou pragas comuns na região ou dificuldade de comercialização das raízes na forma in natura. Os benefícios que esperamos com o estudo são maior conhecimento sobre as características dos resíduos gerados nas propriedades bem como resposta da mandioca com uso dos mesmos.

Durante todo o período da pesquisa você tem o direito de tirar qualquer dúvida ou pedir qualquer outro esclarecimento, bastando para isso entrar em contato, com algum dos pesquisadores ou com o Conselho de Ética em Pesquisa.

Em caso de algum problema relacionado com a pesquisa você terá direito à assistência gratuita que será prestada pelos pesquisadores envolvidos ou técnicos da assistência técnica local.

Você tem garantido o seu direito de não aceitar participar ou de retirar sua permissão, a qualquer momento, sem nenhum tipo de prejuízo ou retaliação, pela sua decisão.

As informações desta pesquisa serão confidenciais, e serão divulgadas apenas em eventos ou publicações científicas, não havendo identificação dos voluntários, a não

TERMOS DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (Sr. José Laureano):



Associação Plena
em Rede

Doutorado em Desenvolvimento
e Meio Ambiente



Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE)

Eu Alineaurea Florentino Silva, responsável pela pesquisa "Cultivo sustentável da mandioca usando resíduos orgânicos e cultivos simultâneos, na área dependente de chuva do Projeto Pontal, Petrolina-PE", estou fazendo um convite para você participar como voluntário deste nosso estudo.

Esta pesquisa pretende Avaliar a viabilidade agroecológica (sócio-econômico-ambiental) da Mandiocultura com uso de resíduos orgânicos e cultivos simultâneos, na área dependente de chuva do Projeto Pontal Sequeiro, Petrolina-PE. Acreditamos que ela seja importante porque poderá esclarecer quais resíduos são os mais viáveis no uso no cultivo da mandioca. Para sua realização será feito o seguinte: coleta e mensuração dos principais resíduos gerados, análise química desses resíduos, aplicação em campo dos principais resíduos para cultivo da mandioca e avaliação periódica da mandioca e do solo para verificar diferenças entre os tratamentos aplicados. Sua participação constará de acompanhamento dos campos de cultivo e fornecimento de informações sobre os resíduos gerados e amostras de 1 a 2 kg dos mesmos para análises em laboratório.

É possível que aconteçam os seguintes riscos: ausência de chuvas suficientes para chegarmos a produção, ataque de doenças ou pragas comuns na região ou dificuldade de comercialização das raízes na forma in natura. Os benefícios que esperamos com o estudo são maior conhecimento sobre as características dos resíduos gerados nas propriedades bem como resposta da mandioca com uso dos mesmos.

Durante todo o período da pesquisa você tem o direito de tirar qualquer dúvida ou pedir qualquer outro esclarecimento, bastando para isso entrar em contato, com algum dos pesquisadores ou com o Conselho de Ética em Pesquisa.

Em caso de algum problema relacionado com a pesquisa você terá direito à assistência gratuita que será prestada pelos pesquisadores envolvidos ou técnicos da assistência técnica local.

Você tem garantido o seu direito de não aceitar participar ou de retirar sua permissão, a qualquer momento, sem nenhum tipo de prejuízo ou retaliação, pela sua decisão.

As informações desta pesquisa serão confidenciais, e serão divulgadas apenas em eventos ou publicações científicas, não havendo identificação dos voluntários, a não



Doutorado em Desenvolvimento
e Meio Ambiente

Associação Plena
em Rede



ser entre os responsáveis pelo estudo, sendo assegurado o sigilo sobre sua participação. Serão também utilizadas imagens do local, o material biológico coletado será utilizado apenas para análises e aplicação como fertilizantes para as plantas. Os gastos necessários para a sua participação na pesquisa serão assumidos pelos pesquisadores. Fica também garantida indenização em casos de danos, comprovadamente decorrentes da participação na pesquisa, conforme decisão judicial ou extra-judicial.

Autorização:

Eu, **José Laureano de Souza**, após a leitura deste documento e ter tido a oportunidade de conversar com o pesquisador responsável, para esclarecer todas as minhas dúvidas, acredito estar suficientemente informado, ficando claro para mim que minha participação é voluntária e que posso retirar este consentimento a qualquer momento sem penalidades ou perda de qualquer benefício. Estou ciente também dos objetivos da pesquisa, dos procedimentos aos quais serei submetido, dos possíveis danos ou riscos deles provenientes e da garantia de confidencialidade e esclarecimentos sempre que desejar. Diante do exposto expresso minha concordância de espontânea vontade em participar deste estudo.

José Laureano de Souza

Assinatura do voluntário ou de seu representante legal

Artur Silva Cantora

Assinatura de uma testemunha

Declaro que obtive de forma apropriada e voluntária o Consentimento Livre e Esclarecido deste voluntário para a participação neste estudo.

Petrolina, PE, 19 de novembro de 2013

Alineaurea Florentino Silva

Alineaurea Florentino Silva

Dados dos pesquisadores

Nome: ALINEAUREA FLORENTINO SILVA

Endereço: RUA SERRITA, 521, VILA DOS INGÁS, PETROLINA/PE, 56302-600

Telefone: 87-3862-6854, 87-8844-0561

Endereço eletrônico: alinepurea.silva@embrapa.br

TERMOS DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (Sr. Aurélio):



Associação Plena
em Rede

Doutorado em Desenvolvimento
e Meio Ambiente



Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE)

Eu Alineaurea Florentino Silva, responsável pela pesquisa "Cultivo sustentável da mandioca usando resíduos orgânicos e cultivos simultâneos, na área dependente de chuva do Projeto Pontal, Petrolina-PE", estou fazendo um convite para você participar como voluntário deste nosso estudo.

Esta pesquisa pretende Avaliar a viabilidade agroecológica (sócio-econômico-ambiental) da Mandiocultura com uso de resíduos orgânicos e cultivos simultâneos, na área dependente de chuva do Projeto Pontal Sequeiro, Petrolina-PE. Acreditamos que ela seja importante porque poderá esclarecer quais resíduos são os mais viáveis no uso no cultivo da mandioca. Para sua realização será feito o seguinte: coleta e mensuração dos principais resíduos gerados, análise química desses resíduos, aplicação em campo dos principais resíduos para cultivo da mandioca e avaliação periódica da mandioca e do solo para verificar diferenças entre os tratamentos aplicados. Sua participação constará de acompanhamento dos campos de cultivo e fornecimento de informações sobre os resíduos gerados e amostras de 1 a 2 kg dos mesmos para análises em laboratório.

É possível que aconteçam os seguintes riscos: ausência de chuvas suficientes para chegarmos a produção, ataque de doenças ou pragas comuns na região ou dificuldade de comercialização das raízes na forma in natura. Os benefícios que esperamos com o estudo são maior conhecimento sobre as características dos resíduos gerados nas propriedades bem como resposta da mandioca com uso dos mesmos.

Durante todo o período da pesquisa você tem o direito de tirar qualquer dúvida ou pedir qualquer outro esclarecimento, bastando para isso entrar em contato, com algum dos pesquisadores ou com o Conselho de Ética em Pesquisa.

Em caso de algum problema relacionado com a pesquisa você terá direito à assistência gratuita que será prestada pelos pesquisadores envolvidos ou técnicos da assistência técnica local.

Você tem garantido o seu direito de não aceitar participar ou de retirar sua permissão, a qualquer momento, sem nenhum tipo de prejuízo ou retaliação, pela sua decisão.

As informações desta pesquisa serão confidenciais, e serão divulgadas apenas em eventos ou publicações científicas, não havendo identificação dos voluntários, a não



Associação Plena
em Rede

Doutorado em Desenvolvimento
e Meio Ambiente



ser entre os responsáveis pelo estudo, sendo assegurado o sigilo sobre sua participação. Serão também utilizadas imagens do local, o material biológico coletado será utilizado apenas para análises e aplicação como fertilizantes para as plantas. Os gastos necessários para a sua participação na pesquisa serão assumidos pelos pesquisadores. Fica também garantida indenização em casos de danos, comprovadamente decorrentes da participação na pesquisa, conforme decisão judicial ou extra-judicial.

Autorização:

Eu, Aurélio Maurílio dos Santos Lima, após a leitura deste documento e ter tido a oportunidade de conversar com o pesquisador responsável, para esclarecer todas as minhas dúvidas, acredito estar suficientemente informado, ficando claro para mim que minha participação é voluntária e que posso retirar este consentimento a qualquer momento sem penalidades ou perda de qualquer benefício. Estou ciente também dos objetivos da pesquisa, dos procedimentos aos quais serei submetido, dos possíveis danos ou riscos deles provenientes e da garantia de confidencialidade e esclarecimentos sempre que desejar. Diante do exposto expresso minha concordância de espontânea vontade em participar deste estudo.

Aurélio Maurílio dos S. Lima
Assinatura do voluntário ou de seu representante legal

Artur Silva Santana
Assinatura de uma testemunha

Declaro que obtive de forma apropriada e voluntária o Consentimento Livre e Esclarecido deste voluntário para a participação neste estudo.

Petrolina, PE, 19 de novembro de 2013

Alinéaurea Florentino Silva
Alinéaurea Florentino Silva

Dados dos pesquisadores

Nome: ALINEAUREA FLORENTINO SILVA

Endereço: RUA SERRITA, 521, VILA DOS INGÁS, PETROLINA/PE, 56302-600

Telefone: 87-3862-6854, 87-8844-0561

Endereço eletrônico: alineaura.silva@embrapa.br

QUESTIONÁRIO USADO NA PRIMEIRA FASE DAS ENTREVISTAS SEMIESTRUTURADAS:

PREENCHER O FORMULÁRIO O MAIS COMPLETO POSSÍVEL. SE NECESSÁRIO UTILIZAR O VERSO.

RESÍDUOS GERADOS NAS PROPRIEDADES DO PROJETO PONTAL

Data da visita: ____/____/____ Formulário Nº _____ Entrevistador: _____

Nome do produtor: _____

Nome da Comunidade: _____ Telefones: () _____

Altitude: _____ Latitude: _____ Longitude: _____ GPS: _____

1. PERFIL DO PRODUTOR - MARQUE A(S) ALTERNATIVA(S) RELACIONADA(S) AO PRODUTOR

☐	Reassentado em lote de sequeiro do Projeto Pontal Sequeiro – Codevasf.	Observações
☐	Reassentado em lote de sequeiro do Projeto Pontal Sequeiro que possui também unidade de exploração fora da área da Codevasf.	
☐	Produtor que só possui unidade de exploração fora da área da Codevasf mas que é também assistido pela Plena.	
☐	Participante ativo do pulmão verde.	
☐	Colono ligado (integrado) a empresa âncora (Polo).	

2. ATIVIDADES REALIZADAS NA PROPRIEDADE QUE PODEM GERAR RESÍDUOS:

Atividade	Código	Descrição
Criação	1	Esterco (A), urina (B), outros (C);
Casa de farinha	2	Manipueira (D), Água de lavagem (E), Crueira (F), Raspa (G), Parte aérea (H)
Cultivo	3	Feijão (I), milho (J), mandioca (K), abóbora (L)

3. LOCAL DA GERAÇÃO DOS RESÍDUOS DESSA ATIVIDADE:

☐ Campo ou área de cultivo	☐ Curral ou aprisco	☐ Área interna da residência
☐ Área externa da residência	☐ Área de processamento	☐ PV ☐

Observações:

Parceiras envolvidas: CODEVASF, Embrapa, FACEPE, Banco do Nordeste, Plena, UNIVASF e Associações de Produtores.

PREENCHER O FORMULÁRIO O MAIS COMPLETO POSSÍVEL. SE NECESSÁRIO UTILIZAR O VERSO.

4. DETALHES SOBRE RESÍDUO		ATIVIDADE:	
Resíduo gerado:		Origem:	
Tempo para geração do resíduo (horas, dias, meses)			
Uso atual		Quantidade gerada (kg, m ³ , ton, ha, etc.) Incluir a dimensão temporal em cada uma dessas unidades (quantidade gerada por ano? por dia? por safra?, etc.)	
amostra coletada (rápida descrição)		Nº amostra	A1
Embalagem de transporte da amostra			
Observações:			

4. DETALHES SOBRE RESÍDUO		ATIVIDADE:	
Resíduo gerado:		Origem:	
Tempo para geração do resíduo (horas, dias, meses)			
Uso atual		Quantidade gerada (kg, m ³ , ton, ha, etc.) Incluir a dimensão temporal em cada uma dessas unidades (quantidade gerada por ano? por dia? por safra?, etc.)	
Amostra coletada (rápida descrição)		Nº amostra	
Embalagem de transporte da amostra			
Observações:			

4. DETALHES SOBRE RESÍDUO		ATIVIDADE:	
Resíduo gerado:		Origem:	
Tempo para geração do resíduo (horas, dias, meses)			
Uso atual		Quantidade gerada (kg, m ³ , ton, ha, etc.) Incluir a dimensão temporal em cada uma dessas unidades (quantidade gerada por ano? por dia? por safra?, etc.)	
Amostra coletada (rápida descrição)		Nº amostra	
Embalagem de transporte da amostra			
Observações:			

4. DETALHES SOBRE RESÍDUO		ATIVIDADE:	
Resíduo gerado:		Origem:	
Tempo para geração do resíduo (horas, dias, meses)			
Uso atual		Quantidade gerada (kg, m ³ , ton, ha, etc.) Incluir a dimensão temporal em cada uma dessas unidades (quantidade gerada por ano? por dia? por safra?, etc.)	
Amostra coletada (rápida descrição)		Nº amostra	
Embalagem de transporte da amostra			
Observações:			

Parceiras envolvidas: CODEVASF, Embrapa, FACEPE, Banco do Nordeste, Plena, UNIVASF e Associações de Produtores.

QUESTIONÁRIO USADO NA SEGUNDA FASE DAS ENTREVISTAS SEMIESTRUTURADAS:

FORMULÁRIO PRODUÇÃO DE RESÍDUOS – PROJETO PONTAL

QUESTIONARIO COMUNIDADE AMARGOSA

NÚMERO DE FAMÍLIAS: _____ Possui organização social, Associação, Cooperativa, etc. ? SIM () NÃO ()
Quantas? Quais? _____

QUESTIONÁRIO INDIVIDUAL

NOME DO PRODUTOR: _____
Nº MORADORES DA PROPRIEDADE: _____ Nº FUNCIONÁRIOS FIXOS: _____

PRÁTICAS AGROECOLÓGICAS, NATURAIS UTILIZADAS NA PROPRIEDADE.

1.1 USA ALGUM TIPO DE ADUBO NOS CULTIVOS? SIM () NÃO () SE SIM, QUAIS? _____

1.2 USA ESTERCO? SIM () NÃO () 1.3 SE SIM, EM QUAIS CULTURAS E QUAL DOSE? _____

1.4 JÁ PRATICOU QUEIMADA EM ALGUMA ÁREA DA PROPRIEDADE? SIM () NÃO ()

1.5 QUANDO (ÚLTIMOS ANOS)? 1() 2() 3() 4() 5() ANTES ()

1.6 ATUALMENTE PRATICA QUEIMADA EM ALGUMA ÁREA DA PROPRIEDADE? SIM () NÃO ()

1.7 JÁ PLANTOU MANDIOCA NA PROPRIEDADE? SIM () NÃO ()

1.8 ÁREA PLANTADA MANDIOCA: Até 1,0ha () 1,0 a 2,0ha () Acima 2,0 ha ()

1.9 USOU ADUBOS NA MANDIOCA? SIM () NÃO () QUAIS: _____

2.0 POSSUI ÁREA DE RESERVA OU CAATINGA NA PROPRIEDADE? SIM () NÃO () TAMANHO APROXIM (ha) _____

2.1 OUTRAS CULTURAS PRATICADAS E ÁREA PLANTADA NOS ÚLTIMOS 3 ANOS: Milho _____ Feijão _____ Melancia _____

Capim Buffel _____ Outras/ÁREA _____

2.2 USOU ADUBOS EM NAS OUTRAS CULTURAS? SIM () NÃO () 2.3 ORGÂNICOS OU QUÍMICOS? _____

2.4 QUAIS FORAM ESSES ADUBOS OU INSUMOS OU RESÍDUOS? _____

2.5 JÁ USOU DEFENSIVOS AGRÍCOLAS CONVENCIONAIS NA PROPRIEDADE? SIM () NÃO ()

2.6 QUAL CULTURA, DOSE E FREQUENCIA? _____

2.7 QUAIS RESÍDUOS SÃO GERADOS NA PROPRIEDADE? _____

EXEMPLO: PALHADAS DE FEIJÃO, MILHO... (), ESTERCO CURRAL () URINA () RESÍDUOS DE PROCESSAMENTO ()

2.8 ESSES RESÍDUOS TEM ALGUM DESTINO ATUALMENTE? _____

2.9 SERIA POSSÍVEL UTILIZAR ESSES RESÍDUOS NAS PLANTAS? SIM () NÃO () _____

3.0 QUAIS AS DIFICULDADES DE UTILIZAR ESSES RESÍDUOS NAS PLANTAS? _____

Parceiras envolvidas: CODEVASF, Embrapa, Plena e Associações de Produtores.

DETALHAMENTO DA ANÁLISE DOS PERFIS DE SOLO EM USO NAS TRÊS COMUNIDADES.

PERFIL: P2- Uso (Amargosa) . Resultados analíticos

Perfil	Horizonte		Frações da amostra total g/kg			Composição granulométrica da terra fina (dispersão com NaOH / calgon) g/kg			Argila Dispersa em água g/kg	Grau de floculação g/100g	Relaç. silte/argila	Densidade g/cm³		Porosidade total cm³/100cm³	
	Símbolo	Profundidade cm	Calhaus > 20 mm	Cascalho 20-2 mm	Terra fina < 2 mm	Areia Total	Silte 0,05-0,002 mm	Argila < 0,002 mm				AP	Real		
2	A	0-15				745,3	182,5	72,2	33,7		2,53	1,32	2,54	48,20	
	Bt1	15-68				600,5	144,5	255,0	89,5		0,56	1,26	2,61	51,86	
	Bt2	68-115				594,7	147,2	258,1	134,5		0,57	1,29	2,55	49,21	
	Bt3	115-150				649,8	248,4	101,8	64,1		2,44	1,25	2,50	50,06	
	Horizonte	pH (1:2,5)		Complexo sortivo cmol _e /kg								Sat de bases (%V)	$\frac{100Al^{3+}}{S+Al^{3+}}$ %	P assimilável mg/dm ³	
		Água	KCl 1N	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	Valor S (soma)	Al ³⁺	H ⁺ + Al ³⁺	Valor T (soma)				
2	A	7,4		3,3	1,2	0,40	0,18	5,1	0,00	0,5	5,6	91,2		74,20	
	Bt1	7,2		4,6	1,40	0,22	0,15	6,4	0,00	0,2	6,6	96,3		3,51	
	Bt2	6,9		6,6	2,9	0,07	0,10	9,7	0,00	0,5	10,2	95,2		4,25	
	Bt3	6,9		5,8	2,7	0,07	0,01	8,6	0,00	0,2	8,8	97,2		4,59	
	Horizonte	C g/kg	N g/kg	C/N	Ataque por H ₂ SO ₄ (1:1) - NaOH (0,8%) g/kg						$\frac{SiO_2}{Al_2O_3}$ (Ki)	$\frac{SiO_2}{R_2O_3}$ (Kr)	$\frac{Al_2O_3}{Fe_2O_3}$	Fe ₂ O ₃ livre g/kg	Equivalente de CaCO ₃ g/kg
					SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	P ₂ O ₅	MnO					
2	A														
	Bt1														
	Bt2														
	Bt3														
Perfil	Horizonte	$\frac{100 Na^+}{T}$ %	Pasta saturada C.E. do extrato mS/cm		Sais solúveis (extrato 1:5) ← cmol _e /kg de TF →								Constantes hídricas g/100g		
			25°C	Água %	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	HCO ₃ ⁻	CO ₃ ²⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	Umidade 0,033 MPa	Umidade 1,5 MPa	Água disponível máxima
2	A		0,40												
	Bt1		0,27												
	Bt2		0,24												
	Bt3		0,30												

DESCRIÇÃO GERAL

PERFIL: P2 USO (AMARGOSA – ZEQUINHA)

DATA: 15.01.2016

PROJETO: Tese da Doutora Alineaurea

CLASSIFICAÇÃO ATUAL: LUVISSOLO CRÔMICO Ôrtico típico, A fraco, textura arenosa/média; fase pedregosa, caatinga hiperxerófila, relevo plano.

LOCALIZAÇÃO/REFERÊNCIA: Sítio São Gonçalo Novo, município de Petrolina – PE.

COORDENADAS (UTM): 08° 58` 14,2 `` S e 040° 33` 19,4`` W.

ALTITUDE (GPS): 396 m.

SITUAÇÃO E DECLIVIDADE: Trincheira aberta em área plana com 0 a 2% de declive em área cultivada com mandioca.

LITOLOGIA E CRONOLOGIA: Cobertura pedimentar sobre rochas cristalinas do pré-cambriano.

MATERIAL ORIGINÁRIO: Material retrabalhado e alterado sob influência da rocha subjacente.

PEDREGOSIDADE: Não pedregosa.

ROCHOSIDADE: Não rochosa.

RELEVO LOCAL: Plano.

RELEVO REGIONAL: Plano a suave ondulado.

EROSÃO: Laminar moderada.

DRENAGEM: Moderadamente drenado.

VEGETAÇÃO PRIMÁRIA: Caatinga hiperxerófila arbóreo-arbustiva pouco densa, com catingueira, faveleira, umburana, pereiro, umbuzeiro, malva, jurema preta, pinhão, xique-xique, macambira.

USO ATUAL: Cultivo de mandioca.

CLIMA: BSwh' de Köppen.

DESCRITO E COLETADO POR: Tony Jarbas Ferreira Cunha e Alineaurea Florentino.

DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA

Nº. DE CAMPO: P2-Uso

Ap 0 – 15 cm, bruno-avermelhado (5YR 4/4, úmida); areia-franca; fraca, pequena granular e grãos simples; friável, não plástica e não pegajosa; transição plana e abrupta.

Bt1 15 – 68 cm, bruno-avermelhado (2,5 YR 4/4, úmida); franco-argila-arenosa; fraca, pequena e média prismática que se desfaz em moderada a fraca média e pequena blocos angulares; cerosidade comum e moderada; friável, plástica e pegajosa; transição plana e clara.

Bt2 68 – 115 cm, coloração variegada composta de bruno-forte (7,5 YR 4/6, úmida) e cinzento-brunado-escuro (2,5 Y 5/4); franco-argila-arenosa; moderada pequena e média blocos angulares, cerosidade pouca e fraca; firme, plástica e pegajosa; transição plana e clara.

Bt3 115 – 150 cm, coloração variegada composta de bruno-amarelado (10 YR 5/6, úmida) e cinzento-brunado-escuro (2,5 Y 5/4); franco-arenosa; maciça; muito firme, plástica e pegajosa.

RAÍZES

- Comuns no Ap e no Bt1. Raras no restante dos horizontes.

POROSIDADE: Poros comuns, pequenos e muito pequenos no horizonte A, poucos poros pequenos nos horizontes Bt1, Bt2 Bt3.

OBSERVAÇÕES

- Presença de concreções de Mn em toda a massa do Bt
- Perfil descrito úmido e em dia nublado

Detalhe do Perfil da área cultivada na comunidade Amargosa. Petrolina-PE



PERFIL: P1 Uso (Vira Beiju). Resultados analíticos

Perfil	Horizonte		Frações da amostra total g/kg			Composição granulométrica da terra fina (dispersão com NaOH / calgon) g/kg			Argila Dispersa em água g/kg	Grau de floculação g/100g	Relaç. silte/argila	Densidade g/cm³		Porosidade total cm³/100cm³	
	Símbolo	Profundidade cm	Calhaus > 20 mm	Cascalho 20-2 mm	Terra fina < 2 mm	Areia Total	Silte 0,05-0,002 mm	Argila < 0,002 mm				AP	Real		
01	Ap	0-10				847,3	61,1	91,6	13,5			1,26	2,54	50,24	
	BA	10-30				744,2	75,5	180,3	19,7			1,27	2,59	51,06	
	Bt1	30-75				650,7	119,2	230,1	29,4			1,31	2,57	49,25	
	Btf2	75-130				583,9	136,6	279,5	20,5			1,39	2,52	44,81	
	Btf3	130 - 200				609,2	151,8	239,0	19,9			1,39	2,60	46,58	
	Horizonte	pH (1:2,5)		Complexo sortivo cmolc/kg								Sat de bases (%V)	100Al ³⁺ / S+Al ³⁺ %	P assimilável mg/dm ⁻³	
		Água	KCl 1N	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	Valor S (soma)	Al ³⁺	H ⁺ + Al ³⁺	Valor T (soma)				
01	Ac	7,3		3,5	1,50	0,25	0,05	5,3	0,00	0,5	5,8	91,5		20,91	
	BA	5,0		1,6	0,50	0,33	0,07	2,5	0,30	1,2	3,7	67,1		2,10	
	Bt1	4,4		1,9	1,00	0,32	0,07	3,3	0,55	1,7	5,0	65,8		2,57	
	Btf2	4,5		1,1	0,60	0,31	0,07	2,1	0,95	2,2	4,3	48,6		2,7	
	Btf3	4,1		1,3	0,70	0,25	0,09	2,3	0,50	2,0	4,3	54,4		1,83	
	Horizonte	C g/kg	N g/kg	C/N	Ataque por H ₂ SO ₄ (1:1) - NaOH (0,8%) g/kg						Si O ₂ Al ₂ O ₃ (Ki)	Si O ₂ R ₂ O ₃ (Kr)	Al ₂ O ₃ Fe ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃ livre g/kg	Equivalente de CaCO ₃ g/kg
					SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	P ₂ O ₅	MnO					
01	Ac														
	BA														
	Bt1														
	Btf2														
	Btf3														
Perfil	Horizonte	100 Na ⁺ / T %	Pasta saturada C.E. do extrato mS/cm		Sais solúveis (extrato 1:5) ← cmolc/kg de TF →								Constantes hídricas g/100g		
			25°C	Água %	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	HCO ₃ ⁻	CO ₃ ²⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	Umidade 0,033 MPa	Umidade 1,5 MPa	Água disponível máxima
01	Ac		0,45												
	BA		0,31												
	Bt1		0,92												
	Btf2		0,38												
	Btf3		0,70												

DESCRIÇÃO GERAL**PERFIL:** P1-USO (VIRA BEIJU – BENEDITO)**DATA:** 15.05.2016**PROJETO:** Tese Alineaurea**CLASSIFICAÇÃO ATUAL:** ARGISSOLO AMARELO Eutrófico plúntico A fraco, textura arenosa/média fase caatinga hiperxerófila, relevo plano.**LOCALIZAÇÃO/REFERÊNCIA:** Sítio Benedito – Projeto Pontal – Uruás – Petrolina-PE**COORDENADAS:** 08° 56` 11,8`` S e 40° 35` 08,6`` W.**ALTITUDE (GPS):** 393m.**SITUAÇÃO E DECLIVIDADE:** Trincheira aberta em área plana com 0 – 2% de declive em área cultivada com mandioca.**LITOLOGIA E CRONOLOGIA:** Recobrimento sedimentar detrítico-laterítico do Terciário, sobre rochas do Pré-Cambriano.

MATERIAL ORIGINÁRIO: Alteração do material supracitado.

PEDREGOSIDADE: Não Pedregosa.

ROCHOSIDADE: Não rochosa.

RELEVO LOCAL: Plano.

RELEVO REGIONAL: Plano e Suave ondulado.

EROSÃO: Laminar ligeira.

DRENAGEM: Moderadamente drenado.

VEGETAÇÃO PRIMÁRIA: Caatinga hiperxerófila arbóreo-arbustiva pouco densa, com catingueira, faveleira, umburana, pereiro, umbuzeiro, malva, jurema preta, pinhão, xique-xique, macambira.

USO ATUAL: Cultivo de mandioca.

CLIMA: BSwh' de Köppen.

DESCRITO E COLETADO POR: Tony Jarbas Ferreira Cunha, Alineaurea Florentino.

DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA

Nº. DE CAMPO: P- 1 Uso

Ap 0 – 10 cm, bruno-amarelado-escuro (10YR 4/4, úmida); areia-franca; fraca, pequena granular e grãos simples; muito friável, não plástica e não pegajosa; transição plana e clara.

BA 10 – 30 cm, bruno-forte (7,5YR 5/6, úmida); franco-arenosa; fraca a moderada pequena e média blocos angulares; muito friável, não plástica e não pegajosa; transição plana e gradual.

Bt1 30 - 75 cm, bruno-forte (7,5 YR 5/8, úmida); franco-argila-arenosa; moderada pequena e média blocos angulares; macia, friável, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; transição plana e clara.

Btf2 75 – 130 cm, bruno-forte (10YR 6/6, úmida); mosqueado pouco, médio e distinto, Vermelho (10 R 5/8); franco-argila-arenosa; moderada pequena e média blocos angulares; ligeiramente dura, friável a firme, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; transição plana e difusa.

Btf3 130 – 200 cm, bruno amarelado (10YR 5/6, úmida); mosqueado comum, pequeno e médio e distinto, Vermelho (10 R 5/8); franco-argila-arenosa; fraca a moderada pequena e média blocos angulares e subangulares; dura, friável a firme, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; transição plana e difusa.

RAÍZES

- Poucas finas e muito finas no horizonte A. Raras no restante do perfil

POROSIDADE: Poros comuns médios e pequenos no A, BA e Bt1. Comuns pequenos e muitos pequenos no restante dos horizontes

OBSERVAÇÕES

- Perfil descrito em dia nublado e ligeiramente úmido no horizonte superficial
- Presença de carvão na massa do A e do BA.
- Plintita ocorrendo a partir do Btf2
- Presença de chumbinhos de caça (concreções de Mn) na massa do solo
- A partir de 200 cm foi verificada ocorrência de material de coloração acinzentada indicando uma possível restrição de drenagem subsuperficial.

Detalhe do Perfil da área cultivada na comunidade Vira Beiju. Petrolina-PE



PERFIL: P3 mata pulmão verde. Resultados analíticos

Perfil	Horizonte		Frações da amostra total g/kg			Composição granulométrica da terra fina (dispersão com NaOH / calgon) g/kg			Argila Dispersa em água g/kg	Grau de floculação g/100g	Relaç. silte/argila	Densidade g/cm³		Porosidade total cm³/100cm³	
	Símbolo	Profundidade cm	Calhaus > 20 mm	Cascalho 20-2 mm	Terra fina < 2 mm	Areia Total	Silte 0,05-0,002 mm	Argila < 0,002 mm				AP	Real		
03	Ap	0-15				841,8	102,5	55,7	19,6			1,38	2,53	45,29	
	BA	15-30				691,6	120,4	188,0	32,7			1,25	2,25	50,26	
	Bt1	30-80				629,7	103,4	266,9	18,2			1,29	2,25	48,84	
	Btf2	80-120				572,1	192,8	235,1	28,3			1,34	2,55	47,58	
	Btfg3	120 – 180+				579,9	299,1	121,1	44,6			1,43	2,49	42,42	
	Horizonte	pH (1:2,5)		Complexo sorvito cmol/kg								Sat de bases (%V)	$\frac{100Al^{3+}}{S+Al^{3+}}$ %	P assimilável mg/dm3	
		Água	KCl 1N	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	Valor S (soma)	Al ³⁺	H ⁺ + Al ³⁺	Valor T (soma)				
03	Ap	4,7		1,7	0,80	0,18	0,10	2,8	0,05	0,6	3,4	81,3		6,14	
	BA	4,4		1,1	0,40	0,28	0,12	1,9	0,09	1,9	3,8	49,1		1,62	
	Bt1	4,5		0,6	0,40	0,19	0,10	1,3	1,4	2,4	3,7	35,0		2,43	
	Btf2	5,6		0,7	0,5	0,14	0,10	1,4	0,0	1,4	2,9	50,0		2,10	
	Btfg3	5,7		1,2	3,80	0,22	1,05	6,3	0,0	0,2	6,4	97,5		0,68	
	Horizonte	C g/kg	N g/kg	C/N	Ataque por H ₂ SO ₄ (1:1) - NaOH (0,8%) g/kg						$\frac{SiO_2}{Al_2O_3}$ (Kl)	$\frac{SiO_2}{R_2O_3}$ (Kr)	$\frac{Al_2O_3}{Fe_2O_3}$	Fe ₂ O ₃ livre g/kg	Equivalente de CaCO ₃ g/kg
					SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	P ₂ O ₅	MnO					
01	Ap	3,53													
	BA	2,95													
	Bt1	1,39													
	Btf2	1,56													
	Btfg3	1,10													
Perfil	Horizonte	$\frac{100Na^+}{T}$ %	Pasta saturada C.E. do extrato mS/cm		Sais solúveis (extrato 1:5) ← cmol/kg de TF →								Constantes hídricas g/100g		
			25°C	Água %	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	HCO ₃ ⁻	CO ₃ ²⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	Umidade 0,033 MPa	Umidade 1,5 MPa	Água disponível máxima
03	Ap		0,61												
	BA		0,36												
	Bt1		0,30												
	Btf2		0,29												
	Btfg3		0,38												

DESCRIÇÃO GERAL**PERFIL:** P3-USO**DATA:** 17.05.2016**PROJETO:** Tese Alineaurea**CLASSIFICAÇÃO ATUAL:** ARGISSOLO AMARELO Eutrófico plíntico A fraco, textura arenosa/média, fase caatinga hiperxerófila, relevo plano.**LOCALIZAÇÃO/REFERÊNCIA:** Pulmão Verde – Projeto Pontal – Petrolina-PE**COORDENADAS:** 09° 06` 16,4`` S e 40° 26` 47,9`` W.**ALTITUDE (GPS):** 406m.**SITUAÇÃO E DECLIVIDADE:** Trincheira aberta em área plana com 0 – 2% de declive em área cultivada com mandioca.

LITOLOGIA E CRONOLOGIA: Recobrimento sedimentar detrítico-laterítico do Terciário, sobre rochas do Pré-Cambriano.

MATERIAL ORIGINÁRIO: Alteração do material supracitado.

PEDREGOSIDADE: Não Pedregosa.

ROCHOSIDADE: Não rochosa.

RELEVO LOCAL: Plano.

RELEVO REGIONAL: Plano e Suave ondulado.

EROSÃO: Laminar ligeira.

DRENAGEM: Moderadamente drenado.

VEGETAÇÃO PRIMÁRIA: Caatinga hiperxerófila arbóreo-arbustiva pouco densa, com catingueira, faveleira, umburana, pereiro, umbuzeiro, malva, jurema preta, pinhão, xique-xique, macambira.

USO ATUAL: Cultivo de mandioca.

CLIMA: BSw^h de Köppen.

DESCRITO E COLETADO POR: Tony Jarbas Ferreira Cunha, Alineaurea Florentino.

DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA

Nº. DE CAMPO: P- 1 SB

Ap 0 – 15 cm, bruno-amarelado-escuro (10YR 4/6, úmida); areia-franca cascalhenta; fraca, pequena granular e grãos simples; muito friável, não plástica e não pegajosa; transição plana e clara.

BA 15 – 30 cm, bruno-amarelado (10YR 5/6, úmida); franco-arenosa; fraca a moderada pequena e média blocos angulares; muito friável, não plástica e não pegajosa; transição plana e clara.

Bt1 30 - 80 cm, amarelo (10 YR 7/6, úmida); franco-argila-arenosa; moderada pequena e média blocos angulares; macia, friável, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; transição plana e gradual

Btf2 80 – 120 cm, bruno-forte (10YR 6/6, úmida); mosqueado pouco, médio e distinto, Vermelho (10 R 5/8); franco-argila-arenosa; moderada pequena e média blocos angulares; ligeiramente dura, friável a firme, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; transição plana e clara.

Btf3 120 – 180⁺ cm, cinzento brunado claro (10YR 6/2, úmida); mosqueado comum, pequeno e distinto, Vermelho (10 R 5/8); franco-arenosa; fraca a moderada pequena e média blocos angulares e subangulares; dura, friável a firme, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa.

RAÍZES

- Poucas comuns médias e finas no Ap e BA e raras finas no restante do perfil

POROSIDADE: Poros comuns médios e pequenos no A, BA e Bt1. Comuns pequenos e muitos pequenos no restante dos horizontes

OBSERVAÇÕES

- Perfil descrito em dia nublado e ligeiramente úmido no horizonte superficial
- Plintita ocorrendo a partir do Btf2

Detalhe do perfil da área cultivada no Pulmão Verde. Petrolina-PE





PERCY LAU, 1963