



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO CEARÁ  
CENTRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA  
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA  
DOUTORADO EM GEOGRAFIA**

**IAPONAN CARDINS DE SOUSA ALMEIDA**

**DEGRADAÇÃO, DESERTIFICAÇÃO E RECOMPOSIÇÃO AMBIENTAL  
NO SERIDÓ OCIDENTAL, ESTADO DA PARAÍBA**

**FORTALEZA – CEARÁ**

**2015**

IAPONAN CARDINS DE SOUSA ALMEIDA

DEGRADAÇÃO, DESERTIFICAÇÃO E RECOMPOSIÇÃO AMBIENTAL NO SERIDÓ  
OCIDENTAL, ESTADO DA PARAÍBA

Tese apresentada ao Curso de Doutorado do Programa de Pós-Graduação em Geografia do Centro de Ciência e Tecnologia da Universidade Estadual do Ceará como requisito à obtenção do título de Doutor em Geografia. Área de concentração: Geografia física.

Orientador: Prof. Dr. Marcos José Nogueira de Souza.

Co-orientador: Prof. Dr. João Ambrósio de Araújo Filho.

FORTALEZA – CEARÁ  
2015

IAPONAN CARDINS DE SOUSA ALMEIDA

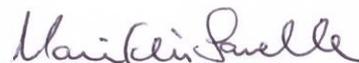
**DEGRADAÇÃO, DESERTIFICAÇÃO E RECOMPOSIÇÃO  
AMBIENTAL NO SERIDÓ OCIDENTAL, ESTADO DA PARAÍBA**

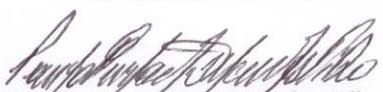
Tese apresentada ao Curso de Doutorado do Programa de Pós-Graduação em Geografia do Centro de Ciência e Tecnologia da Universidade Estadual do Ceará como requisito à obtenção do título de Doutor em Geografia. Área de concentração: Geografia física.

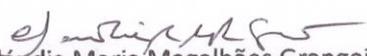
Aprovada em 11 de novembro de 2015

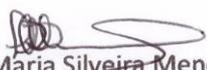
Banca Examinadora

  
Prof. Dr. Marcos José Nogueira de Souza – UECE  
1º Membro (Orientador)

  
Profª. Drª. Maria Elisa Zanella – UFC  
2º Membro Externo

  
Prof. Dr. Paulo Furtado Mendes Filho – UFC  
3º Membro Externo

  
Profª. Drª. Cláudia Maria Magalhães Grangeiro – UECE  
4º Membro Interno

  
Profª. Drª. Lúcia Maria Silveira Mendes – UECE  
5º Membro Interno

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação

Universidade Estadual do Ceará

Sistema de Bibliotecas

Cardins, Iaponan de Sousa Almeida.

Degradação, Desertificação e Recomposição ambiental no Seridó ocidental, Estado da Paraíba [recurso eletrônico] / Iaponan de Sousa Almeida Cardins. - 2015.

1 CD-ROM: il.; 4 ¾ pol.

CD-ROM contendo o arquivo no formato PDF do trabalho acadêmico com 176 folhas, acondicionado em caixa de DVD Slim (19 x 14 cm x 7 mm).

Tese (doutorado) - Universidade Estadual do Ceará, Centro de Ciências e Tecnologia, Programa de Pós-Graduação em Geografia, Fortaleza, 2015.

Área de concentração: Análise geoambiental e ordenação do território nas regiões semiáridas e litorâneas .

Orientação: Prof. Dr. Marcos José Nogueira de Souza.

Coorientação: Prof. Dr. João Ambrósio de Araújo Filho.

1. Degradação ambiental. 2. Desertificação. 3. Recomposição ambiental. 4. Sucessão ecológica. 5. Biogeografia. I. Título.

## RESUMO

A conservação dos recursos naturais tem recebido especial atenção nas investigações acadêmicas e esferas de governo. Nesse contexto, a degradação ambiental no Domínio Semiárido brasileiro está definida como processo de desertificação, o que tem ocasionado apreensão por parte de diversos grupos sociais. Em busca do preenchimento de algumas lacunas, o presente trabalho buscou alternativas teórico-metodológicas para um melhor esclarecimento sobre as noções de degradação, desertificação e recomposição ambiental. Com finalidade propositiva, optou-se por explicá-los a partir de sua distinção conceitual: Degradação ambiental, necessariamente, enquanto fenômeno decorrente da produção do espaço geográfico; Desertificação, necessariamente, enquanto processo climático espontâneo; e Recomposição ambiental, necessariamente, enquanto retomada da produtividade biofísica e socioeconômica. A microrregião do Seridó ocidental do Estado da Paraíba foi utilizada como estudo de caso entre os anos de 2012 e 2015. Adotou-se como hipótese a assertiva de que, mesmo em condições de extrema degradação, é possível induzir a recomposição bioproductiva do ambiente. O acompanhamento coincidiu com uma estiagem prolongada, a mais seca já registrada, em uma das zonas mais secas do país e em condições de extrema ablação dos solos. A metodologia reuniu a temática e o aporte teórico-metodológico, tendo como fundamento o conhecimento geográfico e o uso da análise ambiental integrada, munida com a aquisição de dados em unidades experimentais. De modo acessório, foram utilizadas técnicas de coleta de dados das geociências e tratamentos quantitativos dos dados primários. Foi realizada a articulação entre: caracterização do meio físico; histórico da produção espacial geográfica, com ênfase no uso da Terra; aquisição e interpretação de dados secundários; elaboração do mapeamento temático; e a Implantação, monitoramento e aquisição de dados primários de vegetação e precipitação. Foram utilizados três tratamentos: X - testemunha, sem intervenção; Y - contensão de sedimentos em curvas de nível, com adubação orgânica; e Z - contensão de sedimentos em curvas de nível, com adubação orgânica e adubação fosfatada. Comparou-se a dinâmica de áreas degradadas em recomposição, por meio de tratamento. Concluiu-se que a temática: degradação/desertificação requer uma abordagem conceitual rigorosa e crítica, assim como a reversão do problema mostrou-se superável. Os mecanismos de adaptação da caatinga e seus limites de tolerância permitem recolonização de espécies vegetais, predominantemente herbáceas, mas também de arbustivas e até de algumas arbóreas no estágio inicial da sucessão ecológica. É possível estimular a recomposição com a adoção de procedimentos tecnicamente simples, especialmente a contensão de sedimentos e incorporação de matéria orgânica. A noção de degradação ambiental é utilizada com diferentes etimologias, o que exige rigor na explicação de sua existência na realidade objetiva.

**Palavras-chave:** Degradação. Desertificação. Recomposição ambiental. Biogeografia. Caatinga.

## ABSTRACT

The conservation of natural resources has received special attention in academic investigations and spheres of government. In this context, environmental degradation in the Brazilian Semi-Arid Domain is defined as a desertification process, which has caused seizure by several social groups. In order to fill some gaps, the present work sought theoretical and methodological alternatives to better understand the notions of degradation, desertification and environmental recomposition. With a purposeful purpose, it was chosen to explain them from its conceptual distinction: Environmental degradation, necessarily, as a phenomenon arising from the production of the geographic space; Desertification, necessarily, as a spontaneous climatic process; and Environmental restoration, necessarily, as a resumption of biophysical and socioeconomic productivity. The micro-region of the western Seridó of the State of Paraíba was used as a case study between the years 2012 and 2015. The hypothesis was adopted as asserting that, even in conditions of extreme degradation, it is possible to induce bioproductive recomposition of the environment. The monitoring coincided with a prolonged drought, the driest ever recorded, in one of the driest areas of the country and in conditions of extreme ablation of soils. The methodology brought together the thematic and the theoretical-methodological contribution, based on geographic knowledge and the use of integrated environmental analysis, provided with the acquisition of data in experimental units. In an ancillary way, geoscience data collection techniques and quantitative data processing were used. The articulation between: characterization of the physical environment; history of geographic spatial production, with an emphasis on land use; acquisition of secondary data interpretation; elaboration of thematic mapping; and the implementation, monitoring and acquisition of primary vegetation and precipitation data. Three treatments were used: X - control, without intervention; Y - content of sediments in contour lines, with organic fertilization; and Z - content of sediments in contour lines, with organic fertilization and phosphate fertilization. It was concluded that the theme: degradation / desertification requires a rigorous and critical conceptual approach, just as the reversal of the problem proved to be surmountable. The mechanisms of adaptation of the caatinga and their limits of tolerance allow the recolonization of vegetal species, predominantly herbaceous, but also of shrubs and even of some trees in the initial stage of the ecological succession. It is possible to stimulate recomposition with the adoption of technically simple procedures, especially the containment of sediments and the incorporation of organic matter. The notion of environmental degradation is used with different etymologies, which requires rigor in explaining its existence in objective reality.

**Keywords:** Degradation. Desertification. Environmental restoration. Biogeography. Caatinga.

## LISTA DE FIGURAS

|  |     |
|--|-----|
| Figura 1- Localização da microrregião do Seridó ocidental, no Estado da Paraíba.....   | 21  |
| Figura 2 - Fluxograma metodológico da construção do trabalho.....  | 23  |
| Figura 3 - Fluxograma esquemático da Proposta Metodológica. ....   | 27  |
| Figura 4 - Aspecto panorâmico das áreas identificadas com sinais de erosão para estabelecimento das UE's, no Planalto da Borborema e Depressão Sertaneja. ....                                 | 35  |
| Figura5-Visão panorâmica da área isolada e dimensionamento das parcelas nas UE's.....  | 36  |
| Figura 6 - Sorteio dos blocos e identificação das parcelas sorteadas para a unidade experimental do Planalto da Borborema.....   | 40  |
| Figura 7- Sorteio dos blocos e identificação das parcelas sorteadas para a unidade experimental da Depressão Sertaneja.....  | 40  |
| Figura 8 - Sistema de degradação do Ambiente. ....   | 54  |
| Figura 9- Comparação entre tratamentos X e Y, no Planalto da Borborema; Menor número de indivíduos e maior produção de fitomassa. A: parcela do tratamento X e B: parcela do tratamento Y..... | 134 |
| Figura 10- Comparação entre tratamento X e Y, na Depressão Sertaneja; maior número de indivíduos e menor produção de fitomassa. A: parcela do tratamento X e B: parcela do tratamento Y.....   | 134 |
| Figura 11- Comparação entre sistemas ambientais no início do período seco, agosto de 2013. ....  | 134 |

## LISTA DE TABELAS

|  |     |
|--|-----|
| Tabela 1 - Valores de irradiância solar no topo da atmosfera. ....   | 33  |
| Tabela 2 - Valores de irradiância solar no topo da atmosfera. ....   | 33  |
| Tabela 3 - Variabilidade intra-anual da precipitação para os municípios do Seridó ocidental paraibano.....   | 72  |
| Tabela 4 - Teores dos principais elementos, pH e M.O. dos solos estudados do Planalto da Borborema e Depressão Sertaneja.....                            | 80  |
| Tabela 5 - Teores dos principais elementos contidos no substrato incorporado aos solos em estudo do Planalto da Borborema e Depressão Sertaneja.....     | 82  |
| Tabela 6 - Número de espécies encontradas em cem amostras nos tratamentos X e Y, no Planalto da Borborema e Depressão Sertaneja .....                    | 96  |
| Tabela 7 -Número de espécies encontradas em cem amostras nos tratamentos X e Y, no Planalto da Borborema .....   | 101 |
| Tabela 8 - Parâmetros fitossociológicos das espécies encontradas no tratamento X do Planalto da Borborema. Ni= número de indivíduos; O= ocorrência;..... | 104 |
| Tabela 9 - Parâmetros fitossociológicos das espécies encontradas no tratamento Y do Planalto da Borborema.. .....  | 105 |
| Tabela 10 - Parâmetros fitossociológicos das espécies encontradas no tratamento Z do Planalto da Borborema.....  | 108 |
| Tabela 11 - Parâmetros fitossociológicos das espécies encontradas no tratamento X do Planalto da Borborema.. .....                                       | 112 |
| Tabela 12 - Parâmetros fitossociológicos das espécies encontradas no tratamento Y do Planalto da Borborema.. .....                                       | 114 |
| Tabela 13 - Parâmetros fitossociológicos das espécies encontradas no tratamento Z do Planalto da Borborema.....  | 116 |
| Tabela 14 - análises químicas.....   | 146 |
| Tabela 15 - análise física .....   | 147 |
| Tabela 16 - Lista de espécies botânicas e abundâncias encontradas em três inventários nos anos 2013, 2014 e 2015.....                                    | 151 |

|  |     |
|--|-----|
| Tabela 17 - Lista de espécies botânicas e abundâncias encontradas em<br>três inventários nos anos 2013, 2014 e 2015..... | 152 |
| Tabela 18 - Correlações entre as variáveis canônicas.....  | 153 |
| Tabela 19-Correlações entre as variáveis canônicas.....  | 153 |
| Tabela 20 - Correlações entre as variáveis canônicas.....  | 154 |
| Tabela 21 - Correlações entre as variáveis canônicas.....  | 154 |



## LISTA DE QUADROS

|   |    |
|---|----|
| Quadro 1 - Proporções e distribuição do substrato por parcela, unidade experimental e o total para as duas áreas..... | 37 |
|---|----|

## LISTA DE GRÁFICOS

|  |     |
|--|-----|
| Gráfico 1- Séries históricas de precipitação dos municípios da microrregião do Seridó ocidental entre os anos de 1994 e 2014. ....   | 70  |
| Gráfico 2 -Variação do volume de chuvas registradas nas sedes municipais e nas unidades experimentais do Planalto da Borborema e Depressão Sertaneja, de 2013 a 2015. .... | 72  |
| Gráfico 3-Diagrama de balanço hídrico calculado para a Unidade Experimental do Planalto da Borborema. ....   | 73  |
| Gráfico 4-Diagrama de balanço hídrico calculado para a Unidade Experimental da Depressão Sertaneja. ....   | 74  |
| Gráfico 5- Diagrama ombrotérmico da Unidade Experimental do Planalto da Borborema. ....  | 75  |
| Gráfico 6 -Diagrama ombrotérmico da Unidade Experimental da Depressão Sertaneja. ....  | 75  |
| Gráfico 7- Diagrama ombrotérmico da Unidade Experimental. ....   | 76  |
| Gráfico8 - Diagrama de balanço hídrico calculado para a Unidade. ....  | 76  |
| Gráfico 9 - Totais anuais das riquezas e abundâncias registradas nos anos de 2013, 2014 e 2015. ....   | 99  |
| Gráfico 10- Precipitação mensal entre os meses de janeiro e maio de 2013, 2014 e 2015, nas unidades experimentais do Planalto da Borborema e Depressão sertaneja. ....     | 148 |
| Gráfico11-Precipitação-P e Evapotranspiração específica-ETP acumuladas entre os meses de janeiro a maio de 2013, 2014 e 2015. ....   | 148 |

## SUMÁRIO

|          |   |     |
|----------|---|-----|
| <b>1</b> | <b>INTRODUÇÃO</b> .....   | 15  |
| <b>2</b> | <b>MÉTODO EM QUESTÃO</b> .....  | 25  |
| 2.1      | SISTEMAS EM GEOGRAFIA .....   | 25  |
| 2.2      | MÉTODO HIPOTÉTICO DEDUTIVO .....  | 27  |
| 2.4      | PROCEDIMENTOS OPERACIONAIS .....  | 29  |
| <b>3</b> | <b>GEOGRAFIA: CIÊNCIA DA RELAÇÃO SOCIEDADE X NATUREZA</b> .                         | 43  |
| 3.1      | FUNDAMENTOS DA DEGRADAÇÃO AMBIENTAL.....  | 44  |
| 3.2      | DEGRADAÇÃO AMBIENTAL E MODO DE PRODUÇÃO .....                                       | 47  |
| 3.3      | OCUPAÇÃO DO TERRITÓRIO E USO DA TERRA NO SEMIÁRIDO<br>BRASILEIRO.....               | 52  |
| 3.4      | DEGRADAÇÃO PELO USO DA TERRA.....   | 52  |
| <b>4</b> | <b>POR QUE DESERTIFICAÇÃO?</b> .....  | 55  |
| 4.1      | DIFICULDADES CONCEITUAIS.....   | 55  |
| 4.2      | QUESTÃO COMPLEXA OU INFACÍVEL? .....  | 56  |
| 4.3      | DESERTIFICAÇÃO E AMBIENTALISMO.....   | 56  |
| 4.4      | POLÍTICAS AMBIENTAIS SOBRE DESERTIFICAÇÃO NO BRASIL...                              | 56  |
| <b>5</b> | <b>DEGRADAÇÃO COMO ALCUNHA</b> .....  | 56  |
| <b>6</b> | <b>SISTEMAS AMBIENTAIS E SINAIS DE DEGRADAÇÃO NO<br/>SERIDÓ OCIDENTAL</b> .....     | 59  |
| 6.2      | HIDROCLIMATOLOGIA E MORFODINÂMICA ATUAL.....  | 63  |
| 6.4      | INTERAÇÕES BIOLÓGICAS E GEOECOLÓGICAS.....  | 77  |
| <b>7</b> | <b>EXPERIMENTAÇÃO: UM ESFORÇO NECESSÁRIO</b> .....                                  | 80  |
| 7.4      | LISTAGEM FLORÍSTICA.....  | 83  |
| 7.5      | RELAÇÃO DO SOLO X RIQUEZA VEGETAL.....  | 142 |
| <b>8</b> | <b>CONCLUSÕES</b> .....   | 156 |
|          | <b>REFERÊNCIAS</b> .....  | 158 |
|          | <b>APÊNDICES</b> .....  | 166 |
|          | APENDICE A – ANÁLISE DE TENDÊNCIA DA FERTILIDADE DOS<br>SOLOS .....                 | 167 |
|          | APENDICE B– CORELAÇÕES ENTRE FERTILIDADE DO SOLO E<br>ABUNDÂNCIA DAS HERBÁCEAS..... | 176 |

|   |     |
|---|-----|
| APÊNDICE C - LISTA DE ESPÉCIES POR ORDEM DE APARECIMENTO NAS AMOSTRAGENS..... | 177 |
|---|-----|

## 1 INTRODUÇÃO

O presente estudo originou-se durante a trajetória acadêmica até aqui desenvolvida sobre Natureza, Sociedade e suas interrelações, durante a pós-graduação em Geografia. Corresponde a um esforço coletivo de pesquisadores, estudantes de pós-graduação e de graduação, com o objetivo de agregar diferentes contribuições sobre o problema da degradação ambiental.

Diversas publicações apresentam o panorama tipológico e a espacialização das zonas mais degradadas ao longo do processo histórico de ocupação. Em especial, na Geografia física as pesquisas têm se dedicado à explicação do problema, elaboração de diagnósticos e sugestões de medidas de mitigação. Pesquisas sobre a dinâmica de áreas degradadas e recomposição ambiental parecem estar ainda em início no semiárido brasileiro, majoritariamente no campo das engenharias ambiental, agrônoma e florestal. Neste contexto, o trabalho visa o aprofundamento do tema no âmbito geográfico, com ênfase no comportamento ecodinâmico dos sistemas ambientais.

Do ponto de vista formal, a temática está inserida no debate sobre a desertificação, já consolidado nas academias e políticas públicas. Em geral, parte-se do pressuposto de que o processo de desertificação está em curso no Nordeste brasileiro, enquanto uma tipologia de dano ambiental. Contudo, a presente pesquisa resgata outro ponto de partida: o que significam degradação, desertificação e recomposição ambiental? está em curso o processo de desertificação no Nordeste brasileiro?

Em uma aproximação inicial, o termo desertificação transmite certa aversão. O simbolismo em que está pautada a construção do seu significado remete à hostilidade de um lugar impróprio para a permanência humana. Frequentemente, os desertos são lembrados como sinônimos do sofrimento desencadeado pela má sorte de encontrar-se no inferno materializado: calor - sede - cansaço - fome - perigo-vazio, medo. O deserto ainda carrega o estigma de ameaçador. Como "ameaça", não somente os espaços desérticos, mas seu significado motivou articulações políticas de combate/enfrentamento.

A presunção de eficácia contra a expansão dos desertos em todo o planeta tornou-se política de Estado em paralelo às políticas ambientais, de modo mais abrangente. Em princípio, há uma eminente necessidade de ajuste das intervenções na paisagem em consonância com sua dinâmica específica, sobretudo com a possibilidade de alta eficiência tecnológica. Por outro lado, as políticas públicas devem pautar-se em pressupostos precisos para que seu propósito não divirja da essência do problema.

No contexto das políticas ambientais contemporâneas o enfrentamento, e sobretudo o conceito de desertificação, tornou-se possivelmente, no mais confuso e controvertido debate. As construções conceituais a esse respeito ainda não são capazes de explicar, claramente, o real motivo do combate aos processos capazes de gerar desertos, que na realidade constitui-se em estratégias de adaptação a estados adversos de produção nas zonas secas.

Alguns acontecimentos importantes motivaram discussões técnico-científicas a respeito de um imaginado processo de desertificação em escala global. Para Nascimento (2009), o pós II Guerra mundial trouxe à pauta as questões ambientais, e com elas, a desertificação; a instituição de fóruns da então recém fundada Organização das Nações Unidas - ONU, assim como o lançamento do programa sobre zonas áridas da UNESCO formalizaram esforços multilaterais para o tratamento da questão. O episódio da seca prolongada 1967-1973 na área de influência climática do deserto do Sahel ocasionou temor em virtude de uma crise na produção de alimentos, perdas econômicas e 200.000 pessoas mortas.

Em 1972 a ONU promoveu o primeiro fórum mundial sobre ambiente - Conferência de Estocolmo, Suécia, onde à desertificação foi destinada atenção tal, que o tema foi adotado no Conselho Social e Econômico da instituição. Em 1977 o assunto havia ganhado importância suficiente para motivar uma conferência própria, em Nairobi, Quênia. O Programa das Nações Unidas para o Meio ambiente - PNUMA entendeu que desertificação é um problema que ameaça a biosfera e desencadeia severos custos para a sociedade (NASCIMENTO, 2009. p.53)

De acordo com o mesmo autor, na conferência de Nairobi foi estimulada a confecção de documentos com informações sobre o problema, consequências e possibilidades de combate. Foi considerado deserto qualquer área de

vegetação esparsa ou ausente; e desertificação como expansão ou intensificação das condições de deserto. Definido o oponente (grifo nosso), foi criado o plano de combate à desertificação, e convite à adesão voluntária às nações participantes. O plano previu intervenções no entorno dos desertos, zonas semiáridas e sub-úmidas secas da zona inter tropical ou sub-tropical.

A Convenção das Nações Unidas de combate à desertificação - CCD foi consolidada em 1997, com o compromisso das partes em elaborarem planos governamentais com o mesmo propósito. Somente em 2004 o governo brasileiro produziu seu documento oficial e nos últimos cinco anos os planos estaduais entraram em fase de elaboração. Fica evidente a relação inter-escalar envolvida na política de combate à desertificação. Ela parte de um âmbito internacional, perpassa as esferas governamentais e pretende alcançar a escala local.

Em 1992, Após duas décadas de discussões nos fóruns mundiais, o PNUMA chegou ao consenso de que tal definição do processo de desertificação daria conta de explicar o problema e nortear seu combate. A definição oficial de desertificação foi consolidada com dois sentidos principais: processo de ressecamento climático rumo a um clímax desértico e/ou degradação das terras nas zonas secas. Sem evidências conclusivas de mudanças climáticas para ressecamento, restou a ressignificação para dano ocasionado pelo uso da terra. Mesmo antes da consolidação o conceito de desertificação transitava nos fóruns internacionais oscilando nesse sentido.

Os países signatários daquela convenção se propuseram, então, a combater os desertos e suas eventuais expansões, sob o temor de uma crise da produção de alimentos e conflitos sociais decorrentes do empobrecimento progressivo das populações humanas. Como política de combate, cada país deve formular um plano de ação que contemple, essencialmente, o diagnóstico, a prevenção e a mitigação dos efeitos da desertificação.

O Estado brasileiro assimilou a definição de desertificação estabelecida pela ONU, e com base nela, elaborou seus documentos institucionais (MMA, 2004; 2007; BAHIA, 2005; PERNAMBUCO, 2009; CEARÁ, 2010; MINAS GERAIS, 2010; PIAUÍ, 2010; RIOGRANDE DO NORTE, 2010; ALAGOAS, 2011; PARAÍBA, 2011; SERGIPE, 2011; MARANHÃO 2012). Oficialmente, por desertificação entende-se "a degradação da terra nas zonas áridas, semiáridas

e sub-úmidas secas, resultante de vários fatores, incluindo as variações climáticas e as atividades humanas" (MMA, 2004).

O presente estudo aborda a temática oficial da desertificação, porém distinguindo essencialmente o significado de desertificação e degradação, não tratando-as como sinônimos. Em consequência, os pressupostos diferem da versão oficial em busca de um entendimento aprofundado sobre a existência delas e suas repercussões na política brasileira de combate.

O consenso oficial e a posterior adoção do conceito foram os marcos ontológicos que transformaram as então "terras cansadas" em processo de desertificação na área de estudo, enquanto fração do território nacional, subordinado às políticas ambientais. De igual modo, sucedeu às demais áreas do Domínio Semiárido brasileiro.

Como ajustar as mais diversas manifestações mundiais do problema em apenas uma definição? ela representa, de fato o problema em questão? seria capaz de abranger a heterogeneidade de ambientes secos e suas respectivas relações sociais específicas? a tentativa de generalização não induziria à imprecisões na explicação do que, afinal de contas, venha a ser desertificação? Tal dificuldade reside na concepção conceitual ou na complexidade do problema?

A busca por respostas constitui-seum trabalho demasiadamente amplo, o qual requer esforço interpretativo, mas também verificações empíricas. Enquanto espaço geográfico inserido no contexto das políticas de combate à desertificação, o semiárido brasileiro mostra-se rico, seja pela grande variabilidade ambiental ou pelo contexto espacial.

A amplitude da temática aliada à riqueza disponível na realidade brasileira e os limites de pesquisa cumprem satisfatoriamente os propósitos a que esta almeja. O recorte temático, portanto, se restringe ao contexto nordestino semiárido, mas pretende contribuir para a discussão em escala mundial. Os aspectos prioritários estão relacionados ao que tem maior afinidade com a situação do semiárido brasileiro e com a produção técnico-científica a ele direcionada.

A construção do roteiro temático persegue o que está em maior evidencia atualmente: A lógica da produção de degradação ambiental; o entendimento de

se ela é coerentemente denominada de desertificação; e se é possível revertê-la. Se é, que possibilidades existem?

Não é incomum encontrar na literatura determinadas afirmações incoerentes no que se refere à "desertificação" brasileira. Elas respondem de modo superficial aos vários questionamentos levantados. No entanto, parecem omitir detalhes indispensáveis. É portanto, fundamental um esforço analítico abrangente e a reunião de conhecimentos de diferentes áreas para que seja possível um avanço além do diagnóstico das áreas degradadas.

O conhecimento geográfico tem a preocupação de interpretar o conteúdo dos fenômenos espaciais, e para tanto, seu aporte teórico, bem como a análise integrada do meio físico são ferramentas eficientes. De posse da leitura geográfica do mundo pretende-se compreender a dinâmica de interação entre variáveis biofísicas e socioeconômicas da degradação ambiental.

O ponto de partida é a degradação como produto da relação entre a Sociedade e a Natureza, tal como as modalidades de apropriação material deixam "marcas" no meio físico. Nesse sentido, é indispensável conhecer a sua dinâmica evolutiva ao longo do tempo e o estágio atual dos ambientes (SOUZA, 2000).

Busca-se também compreender se há possibilidades de recomposição dos componentes ambientais após severos danos relacionados ao uso da terra. Seria economicamente viável destinar recursos e trabalho neste sentido? Há meios de se chegar a isso? essa talvez, seja a maior lacuna em relação ao conhecimento das áreas degradadas do semiárido, ou seja, a coleta de dados durante tempo suficiente para conclusões factíveis.

O recorte temático, no entanto, busca reunir uma base de informações, com as quais seja possível debater questões inquietantes e frequentes na literatura sobre desertificação. Algumas delas são ocasionadas pela problemática conceitual a que está atualmente submetido o entendimento sobre a degradação do semiárido. Outras, tangenciam a especulação ou afirmação não comprovada. É possível mencionar a relação bicasual entre "desertificação" e empobrecimento econômico ou agravamento da miséria; expansão dos processos degradantes; migrações forçadas; ressecamento climático, dentre outros?.

A partir do pressuposto de que degradação ambiental é um fenômeno que se manifesta como resultante do uso pela sociedade, os processos espontâneos não devem ser entendidos como produtores dela. Se entendido como desertificação, a condição natural assume papel decisivo, presumindo-se que a o grau de aridez interfere de modo diferenciado sobre os danos aos recursos naturais. Quando o problema é pensado como degradação, a condição natural assume papel secundário, visto que os componentes ambientais podem ser lesionados de acordo com a intensidade e tipologia de uso.

A área de estudo detém as características naturais consideradas das mais propensas à degradação ambiental, no modelo conceitual oficial. Está localizada entre as áreas de menor precipitação pluvial do país; ambientes formados a partir da morfogênese mecânica; solos relativamente rasos e pedregosos; cobertura vegetal com baixa capacidade de dissipação da energia cinética das chuvas; elevada evapotranspiração; baixo potencial de água subterrânea e histórico de uso desordenado da terra (Figura 1). utilizando como recorte espacial a microrregião do Seridó Ocidental do estado da Paraíba. Em termos geográficos, parte do platô ocidental do Planalto da Borborema e a área de sotavento - parte da Depressão Sertaneja do Nordeste brasileiro (Figura 1).



produção agrícola. A mineração atua de forma pontual, mas atualmente responde por importantes modificações ambientais.

É necessário entender se, e quais medidas para recuperação produtiva são eficientes, mediante a degradação impressa nos sertões semiáridos. Esse é um desafio instigante dada às possibilidades existentes e as orientações contidas nas bases teóricas.

De acordo com a Lei do mínimo ou fator limitante, o crescimento vegetal é regulado pelo elemento cuja quantidade disponível é inferior ao necessário para atender plenamente às suas necessidades. Contudo, para que seja possível a manutenção de alguma forma de vida, é necessário que persistam condições mínimas para a sua manutenção: elementos químicos fundamentais, água, luz, etc. (LEPSH, 2002).

A ocorrência de vegetação raquítica, espaçada ou mesmo homogeneizada nas áreas submetidas ao processo de "desertificação" representa bem a afirmação anterior. Isso leva a crer que mesmo em condições críticas, onde os processos erosivos ainda não exumaram a rocha mãe existam condições mínimas, que possibilitam o estabelecimento de alguma forma de cobertura vegetal.

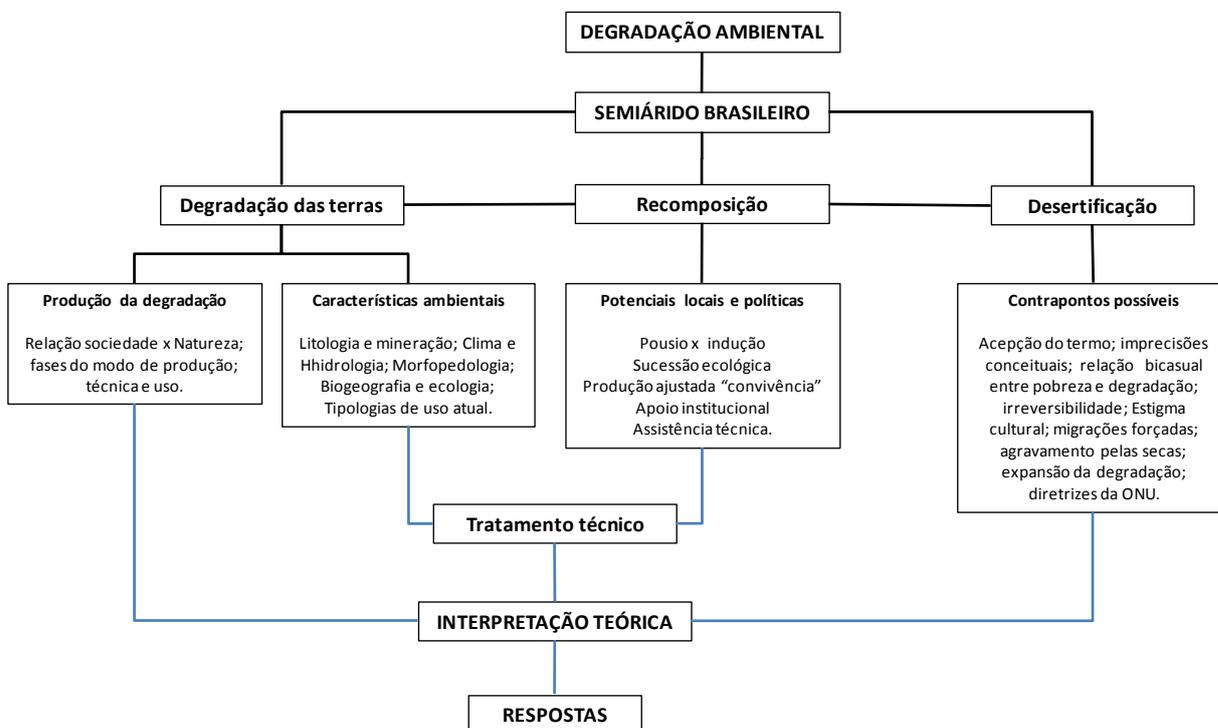
As conclusões de Conti (1995) a respeito do comportamento pluvial para o trópico semiárido brasileiro indicam uma tendência positiva de precipitação. O não ressecamento climático é o elemento central para que se possa acreditar em consideráveis chances de recomposição produtiva nessas condições por meio de intervenções, buscando induzir ao que Tricart (1977) classificou como meio *intergrade*, e quem sabe, ao meio estável.

Em tese, tais pressupostos sugerem uma possível recomposição ambiental e a respectiva sucessão ecológica. A partir da introdução de medidas ajustadas ao "momento" dinâmico do ambiente, o processo de recuperação deve ser relativamente intensificado. Para que os mecanismos de auto regulação atuem progressivamente, é preferível que as práticas iniciem-se das áreas menos, para as mais degradadas.

São considerados também os mecanismos espontâneos de organização dos componentes ambientais. A maior ênfase é dada à morfodinâmica, a qual é agente ativo na compartimentação de sistemas ambientais, bem como dos processos erosivos relacionados à degradação.

Por meio da análise técnica e interpretação teórica, busca-se respostas a tantos questionamentos instigantes. De modo preliminar, o recorte temático do problema foi organizado em fluxograma para maior clareza de idéias (Figura 2).

**Figura 2– Fluxograma metodológico da construção do trabalho.**



Fonte: Cardins (2013).

A discussão da problemática levou à construção da hipótese básica: a "desertificação" no semiárido nordestino brasileiro é degradação ambiental reversível; é possível induzir dinâmica progressiva por meio de práticas de conservação dos recursos naturais. As hipóteses secundárias são: I - Os danos ambientais podem ser corrigidos por procedimentos técnicos e com baixo custo financeiro; II - O problema a que se refere o conceito de desertificação oficial pode ser reduzido e concebido por meio do conceito de degradação ambiental, cuja manifestação no semiárido brasileiro possui maior semelhança; III - O conceito oficial de desertificação é incoerente e infactível. Ele foi construído para uma significação diferente da sua etimologia. Disso decorre a contraversão a respeito do que significa e de como o problema pode ser mensurado.

Nessa perspectiva, a aplicação dos princípios e bases teórico-metodológicas dessa ciência em um âmbito mais pragmático, pode proporcionar novas asserções às respostas que ela mesma busca dar aos problemas da sociedade. Com isso, provavelmente se pode responder a um dos principais questionamentos relativos à problemática: é possível reverter a pretensa desertificação?

Ainda não é possível afirmar, categoricamente, que a indução da recomposição ambiental seja economicamente viável nos trechos submetidos ao processo de desertificação. Isso demanda maior tempo de observações empíricas e aprimoramento do manejo

A estruturação do presente trabalho está pautada nos seguintes objetivos definidos: geral - avaliar o contexto geográfico do espaço e dos ambientes da microrregião do Seridó Ocidental do Estado da Paraíba, a fim de reconhecer a lógica da produção de degradação e possibilidades de recomposição ambiental. Específicos: I - Analisar os fundamentos conceituais que norteiam a concepção de degradação e desertificação das políticas públicas direcionadas ao Semiárido brasileiro; II - Interpretar a lógica de produção da degradação ambiental no espaço geográfico do Seridó Ocidental do estado da Paraíba; III - Compreender o comportamento de ambientes degradados, quando estimulados para um cenário de dinâmica progressiva; IV - Contribuir com a discussão sobre efeitos da degradação e recomposição ambiental; V - Elaborar um roteiro de procedimentos técnicos voltado à recuperação de ambientes degradados no semiárido brasileiro.

O levantamento de dados primários propiciou informações interpretadas na perspectiva geossistêmica em busca de um conhecimento mais claro a respeito do funcionamento dinâmico dos sistemas ambientais. Ao conhecer os processos de degradação e de recomposição é possível contribuir para o debate sobre as políticas de combate.

Os cinco primeiros capítulos debatem possibilidades metodológicas e a distinção conceitual necessária à explicação do problema de pesquisa. O sexto discorre sobre a composição geossistêmica como suporte à análise ambiental integrada. O sétimo capítulo apresenta uma versão parcial da discussão de dados e conclusões iniciais. O oitavo se restringe a demonstrar possibilidades de produção sustentável no semiárido brasileiro e suas áreas degradadas.

## 2 MÉTODO EM QUESTÃO

A pesquisa científica em geografia requer o domínio teórico-metodológico construído para a análise de seus temas, conceitos e categorias, reunidos por seu objeto formal de estudo. As particularidades e divisões internas deste campo de conhecimento possibilitam interpretações abrangentes sobre fenômenos espaciais produzidos pela sociedade em interações complexas com a materialidade do mundo. Para alguns estudiosos, a interpretação da dimensão espacial, especializada na explicação de relações sociais conjuntamente à que explica os processos naturais e a sua relação com a sociedade revelam o caráter eclético e a riqueza intelectual da Geografia (MENDONÇA, 2002).

No que cabe aos pesquisadores que se dedicam aos estudos sobre o caráter natural do espaço geográfico, o aporte teórico-metodológico difere conforme sejam delineados os limites temáticos. Alguns priorizam o detalhamento dos processos de formação e funcionamento de determinadas dimensões da Natureza, enquanto outros relacionam com maior proximidade a apropriação dela pela sociedade, a depender das demandas a que atendam. Esta abordagem, talvez seja a que mais busca uma construção integrativa do conhecimento geográfico e a que consiga articular maior número de relações entre variáveis biofísicas e sociais.

Todavia, no contexto diversificado da Geografia, estabelecer bases metodológicas que dêem conta de reunir satisfatoriamente as duas grandes áreas não é um exercício filosófico e epistemologicamente simples. Constitui-se muito mais um desafio do que propriamente um mero exercício. Há contudo, discussões e recortes temáticos que convidam ao enfrentamento de tal desafio.

### 2.1 SISTEMAS EM GEOGRAFIA

Metodologicamente a pesquisa segue a matriz sistêmica, no âmbito geográfico, a qual desde o início do século XX busca superação de paradigmas da ciência clássica. A proposição da Teoria Geral dos Sistemas - TGS em

1937, no seminário filosófico de Chicago representa o marco de mudanças fundamentais em detrimento de uma ótica puramente analítica, reducionista e separativa entre sujeito e objeto (MARQUES NETO, 2008).

Como alternativa, a proposta sistêmica interpreta fenômenos com abordagem integrada, mediante uma visão abrangente, totalizante e posta além da soma das partes. A perspectiva considerada na TGS busca superar limitações metodológicas do modelo positivista hegemônico na modernidade.

Os estudos ambientais em geografia, então, passaram a transitar entre o método hipotético dedutivo e uma aproximação com a dialética da natureza, a partir de metodologias sistêmicas. A incorporação dos sistemas na geografia física proporcionou progressivos avanços teórico-metodológicos, sob a construção das metodologias Geossistêmicas, cujas principais referências no Brasil são Bertrand (1972), Monteiro (1976), Sotchava (1978), Tricart (1977). Ainda não é possível afirmar a pesquisa sistêmica como tratamento metodológico dialético, mas é possível afirmar que tal aproximação visa a superação do modelo cartesiano.

Com base nas referências supracitadas o presente estudo contempla outras demandas, por meio de uma contextualização da degradação ambiental no espaço geográfico da área de estudo. Os resultados inferidos dos procedimentos hipotético-dedutivos subsidiaram a compreensão sistêmica do ambiente. A compreensão do fenômeno de degradação busca um significado geográfico em uma perspectiva mais ampla, e com base na interpretação geográfica, contribui teoricamente na explicação do objeto.

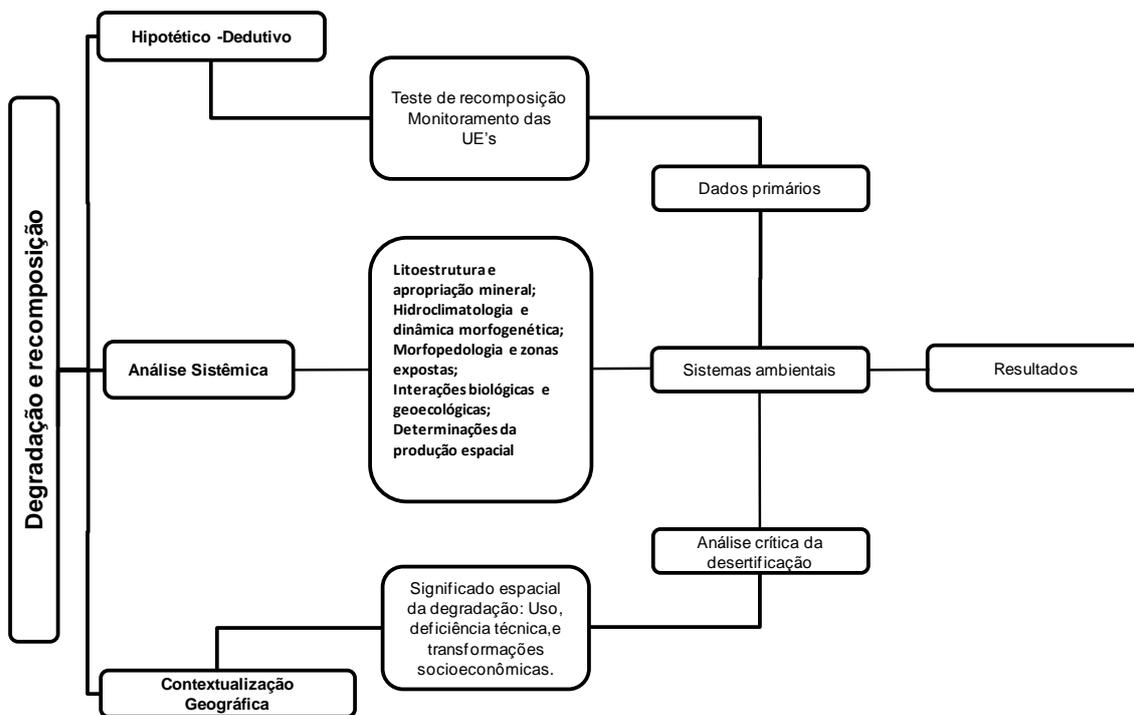
O problema da degradação, portanto, é analisado na perspectiva metodológica de Souza (2000) com a qual é possível compreender a estruturação ambiental de modo integrado. De modo complementar o teste de hipótese produziu dados primários para o debate sobre a dinâmica dos sistemas ambientais. O enfoque nos solos e na cobertura vegetal é justificado pelas respostas que podem apresentar conforme a intervenção realizada.

De acordo com Souza (2000) os ambientes são compreendidos e agrupados por características comuns: “potencial ecológico”, que corresponde aos componentes abióticos – rochas, relevos, climas e hidrodinamismo. As associações de solos funcionam como uma interface entre o grupo anterior e a “exploração biológica”, correspondente aos componentes bióticos, ou seja, a

vegetação e a fauna. Por último, a “ação antrópica”, hoje preferencialmente entendida como a atuação das atividades socioeconômicas ou produção social.

A proposta metodológica de estudo está sistematizada na (Figura 3).

**Figura 3—Fluxograma esquemático da Proposta Metodológica.**



Fonte: Cardins (2013)

## 2.2 MÉTODO HIPOTÉTICO DEDUTIVO

Para a análise científica de aspectos estritamente naturais o método hipotético dedutivo pode dar contribuições, apesar de determinadas limitações quando da integração de elementos sociais na pesquisa. Contudo, parece possibilitar o alcance de alguns dos objetivos construídos para o presente estudo. No que se refere à sua utilização, está restrito ao teste de hipótese e levantamento de dados primários do comportamento dos solos e cobertura vegetal.

Objetivamente, a utilização do método hipotético-dedutivo prevê a identificação de lacunas no conhecimento, e pelo processo de inferência

dedutiva são formuladas hipóteses, com as quais se busca testar a predição de ocorrência de fenômenos abrangidos por elas (LAKATOS, 1992).

De acordo com Japiassu & Marcondes (1990) é o "método segundo o qual se constrói uma teoria que formula hipóteses a partir delas. Os resultados obtidos podem ser deduzidos e se pode fazer previsões, que podem ser confirmadas ou refutadas". Nessa tradição, para ser legítimo, um sistema científico terá que ser validado através do recurso a provas empíricas; de modo negativo: deve ser possível refutar, pela experiência, um sistema científico empírico (SPOSITO, 2004).

A pesquisa, contudo, não pretende reafirmar a valorização neopositivista do *status* científico e a validade exclusiva dos mecanismos lógicos e empíricos do teste de hipótese. Mas pretende utilizar o referido instrumental para a inferência de determinados aspectos setoriais que reclamam a tal abordagem.

Para verificá-la, será utilizado teste estatístico de probabilidade, analisando a sucessão ecológica de comunidades vegetais. Essa ferramenta é fundamental, se for considerado o aspecto refutador do trabalho, sobretudo se a hipótese for confirmada, então haverá mais elementos para que, no contexto social, haja argumentação para determinadas práticas espaciais.

Genericamente, o raciocínio lógico formal pode ser articulado da seguinte forma: desde que adequadamente manejada, a degradação ambiental é reversível, pois a natureza é dinâmica. A degradação no domínio amazônico é reversível; A degradação no domínio do cerrado é reversível, A degradação no domínio dos mares e morros é reversível. Se o ambiente tende à reversão da degradação, a degradação ambiental no semiárido é reversível; enfim, o processo de "desertificação" é reversível - hipótese que será testada. Por reversão entende-se modificações ambientais que conduzem à recomposição de seus componentes, facilmente sinalizadas pelo aumento gradual do número de plantas e de espécies vegetais.

A forma como a tese e o argumento são formulados podem reduzir a investigação e a conclusão. Se o raciocínio segue a assertiva de modo restrito, de fato, podem incorrer diversas limitações e reduções nas conclusões elaboradas a partir deste método. Seria, conforme Lefebvre (1983), uma forma sem conteúdo.

## 2.4 PROCEDIMENTOS OPERACIONAIS

### **Tratamento geocartográfico**

O mapeamento temático é a reunião premente de material, com o intuito de sistematizar a interrelação dos componentes ambientais. Ao reunir o material de apoio e os produtos a serem utilizados é possível propor a compartimentação dos sistemas ambientais, com legenda auto-explicativa e a compreensão da dinâmica biofísica do objeto de estudo. O foco portanto, está naquelas características diretamente relacionadas com os processos erosivos, na compreensão da degradação ambiental.

A produção do material geocartográfico foi utilizada como meio essencial para a operacionalização da pesquisa, assim como para publicação dos resultados alcançados. Consistiu no uso dos sistemas de informação geográfica e produtos do sensoriamento remoto para obtenção de dados e produção do mapeamento temático. Por meio de tais ferramentas é possível a tabulação de grande volume de informações e a representação do objeto de estudo.

Foram utilizados dois SIG: SPRING 5.2.3 para o tratamento das imagens de satélite e o QUANTUM GIS 2.0.1 para a manipulação de vetores e finalização dos mapas.

A base planialtimétrica da SUDENE (1970) foi utilizada como referência para topônimos, elevações, estradas e drenagem, as quais foram transformadas do formato *dwg*. para *shp*. A composição do banco de dados deu-se também com novas informações elaboradas a partir da manipulação de imagens *.ZN* da missão SRTM, com resolução espacial de 30 metros, coletadas no domínio do INPE TOPODATA. Estes produtos possibilitaram trabalhos mais rápidos e precisos, relacionados ao mapeamento das superfícies modelado do relevo. Utilizou-se ainda imagem Geocover (NASA) para georreferenciamento de imagens *Landsat TM*.

Utilizou-se o mapeamento do Projeto RADAMBRASIL (1981), na escala de 1:1.000.000 da folha Jaguaribe/Natal como apoio e o Levantamento

exploratório - reconhecimento de solos do Estado da Paraíba Brasil (1972), em escala de 1.500.000.

Convencionou-se a escala de trabalho em 1:50.000 e a escala de mapeamento em 1:160.000, conferindo-lhe maior detalhamento. Após a montagem do banco de dados os mapas foram produzidos com as informações básicas, presentes no de localização. Ele foi elaborado a partir da sobreposição dos vetores da delimitação político territorial do IBGE (2010), representação presente em todo o mapeamento temático.

Mapa Planialtimétrico - foi elaborado a partir da geração automática das curvas de nível, com equidistância de 40 metros da Imagem .ZN do TOPODATA. Por meio das curvas de nível gerou-se, automaticamente, a rede de drenagem e posteriormente procedeu-se ao ajuste vetorial e manutenção dos canais de 1ª, 2ª e 3ª ordens conforme Horton (1945) e Christofletti (1980).

Mapa Hipsométrico - foi confeccionado a partir de novas curvas de nível geradas automaticamente da imagem .ZN, com equidistância de 5 metros foi elaborado o MDE - Modelo Digital de Elevação. As classes foram estabelecidas em intervalos de 100m, excetuando-se os limites inferior e superior, os quais não obedecem a tal definição.

Mapa Geológico - foi elaborado com a base geocartográfica da CPRM (WANDERLEY, 2002) para o Estado da Paraíba, em escala de 1:500.000. Com a poligonal da microrregião do Seridó ocidental efetuou-se o recorte do arquivo shp para a representação na escala de mapeamento definida. As informações escolhidas foram as classes litológicas e estruturais presentes no material disponível.

Em virtude da predominância de litologia cristalina e relativa ocorrência de aproveitamento mineral optou-se por representar os dois temas conjuntamente. A distribuição das zonas de extração e beneficiamento foram realizadas por meio de interpretação visual das imagens.

Mapa Hidro-climatológico - foi construído por meio de vetorização das microbacias hidrográficas pelos divisores de água, identificados com o apoio das curvas de nível em equidistância de 5 metros e do MDE. À distribuição das águas na superfície soma-se a isolinhas de precipitação média para a compreensão da dinâmica erosiva.

Mapa Morfopedológico - foi construído por meio da vetorização das unidades de relevo identificáveis na escala de trabalho, com o uso das curvas de nível supramencionadas, MDE e imagem do *Google Earth*. A importação da imagem é possível por meio da ferramenta *Open layers plugin* do Quantum Gis. Foi relacionado com as associações de solo de Brasil (1972).

Mapa de cobertura vegetal foi realizada uma busca no site do INPE por imagens do sensor TM, de 30 metros de resolução espacial para a detecção da cobertura vegetal. Para identificar o pico da ausência de fitomassa obteve-se a imagem do satélite *Landsat 5*, na órbita 215, ponto 65, com data de passagem 14 de outubro de 1998. O imageamento na referida data permite compreender o estado da cobertura vegetal no período seco, após um ano de chuvas abaixo da média e um ano propriamente seco: 481 (1997) e 161,6 (1998) - média dos totais dos seis municípios da microrregião. A segunda imagem também do *Landsat 5*, no caminho 215, linha 65, órbita 39508, com data de passagem em 24 de maio de 2010. Para esta data é possível identificar o pico da presença de fitomassa no fim de uma sequência de anos de chuvas acima da média ou excepcionais, a exemplo de 904,1 (2008) 938,16 (2009) e 455,96 (2010) acumulados até 28 de maio - data do imageamento, na média dos totais da microrregião.

A comparação entre imagens visa a distinção entre a exposição direta dos solos aos processos erosivos ou proteção por parte da cobertura vegetal. Tal procedimento é uma medida cautelar imprescindível frente à sazonalidade intra e inter-anual da fitomassa, típica da Caatinga. Considera-se, portanto que a utilização de imagem tomada apenas no período seco superestima a proporção de solo exposto, a qual é interpretada como a própria manifestação da degradação ou desertificação.

Em conformidade com Rocha e Cruz (2013) foram utilizadas as bandas 1, 2, 3, correspondentes à faixa do visível; banda 4, correspondente à faixa do infravermelho próximo; e as bandas 5 e 7, referentes à faixa do infravermelho médio. As imagens foram transformadas em extensão SPR no módulo IMPIMA do SPRING, em seguida georreferenciadas. Em seguida procedeu-se à conversão no número digital (ND) de cada pixel em radiância espectral, cuja equação foi aplicada de acordo com Markham e Barker (1986):

$$Lo(\lambda) = \left( \frac{Lmax(\lambda) - Lmin(\lambda)}{Qcalmax} \right) Qcal + Lmin(\lambda)$$

Em que:

$Lo(\lambda)$ = Radiância espectral em  $W/(m^2.sr.\mu m)$ ;

$Lmax$ =Valor de radiância máxima em  $W/(m^2.sr.\mu m)$  em cada banda;

$Lmin$ = Valor de radiância mínima em  $W/(m^2.sr.\mu m)$  em cada banda;

$Qcalmax$ = Número digital a ser convertido.

A partir dos valores de radiância espectral calculou-se a radiância aparente das imagens, por meio da fórmula:

$$\rho a = \frac{\pi \cdot Lo(\lambda) \cdot d^2}{E_{sun}(\lambda) \cdot \cos\theta}$$

Em que:

$\rho a$ = Reflectância aparente;

$d$ = Distância Sol-Terra em unidades astronômicas;

$E_{sun}$ = Irradiância solar no topo da atmosfera;

$\theta$ =ângulo solar zenital

Os coeficientes de calibração  $Lmax(\lambda)$ ,  $Lmin(\lambda)$  e  $E_{sun}(\lambda)$  utilizados no cálculo de radiância monocromática e reflectância aparente foram obtidos a partir da tabela dos valores de radiância no topo da atmosfera de Chander e Markam (2003) (Tabelas 1 e 2):

**Tabela 1–Valores de irradiância solar no topo da atmosfera.**

| Spectral Radiances Lmin and Lmax in<br>W/(m <sup>2</sup> .sr.μm) |                   |      |
|--|-------------------|------|
| Processing<br>Date   | After May 5, 2003 |      |
| Band   | Lmin              | Lmax |
| 1  | -1.52             | 193  |
| 2  | -2.84             | 365  |
| 3  | -1.17             | 264  |
| 4  | -1.51             | 221  |
| 5  | -.037             | 30.2 |
| 7  | -0.15             | 16.5 |

Fonte: Adaptado de Markan e Chander (2003).

**Tabela 2– Valores de irradiância solar no topo da atmosfera.**

| Units ESUN = W/(m <sup>2</sup> .μm) |              |
|-------------------------------------|--------------|
| Band                                | Landsat 5 TM |
| 1                                   | 1957         |
| 2                                   | 1826         |
| 3                                   | 1554         |
| 4                                   | 1036         |
| 5                                   | 215.0        |
| 7                                   | 80.67        |

Fonte: Adaptado de Markan e Chander (2003).

Após a conversão dos Números Digitais em Reflectância Aparente foi calculado o índice de vegetação SAVI, a partir das bandas 3 na faixa do vermelho e 4 na faixa do infravermelho próximo, de acordo com a fórmula proposta por Huete (1988):

$$SAVI = \frac{(1 + L)(B4 + B3)}{B4 + B3 + L}$$

Em conformidade com Rocha e Cruz (2013, p.6),  $L$  = constante de redução do efeito do solo, à qual foi atribuído o valor de 0.5; B4 e B3 referem-se respectivamente as bandas 4 e 3, infravermelho próximo e vermelho em  $\mu\text{m}$ , do *Landsat TM*.

### **Teste de recuperação e obtenção de dados primários**

A análise de recuperação ambiental prevê basicamente a coleta de dados primários sobre precipitações, solos e cobertura vegetal, em subsídio ao teste da hipótese construída. Tem como meta a compreensão e correção de danos ocasionados, após várias décadas de uso pela agropecuária. Também visa agregar valorização econômica, como incentivo ao manejo de tais áreas, que estão, via de regra, improdutivas. As comunidades botânicas, portanto, foram analisadas enquanto pastagem e sob o prisma da teoria científica para as condições do domínio Semiárido.

De acordo com Araújo Filho (2013, p. 166) a primeira etapa de avaliação das pastagens nativas requer a identificação e caracterização do sítio ecológico, no qual se encontrem as populações botânicas a serem avaliadas. No presente caso, foram escolhidos dois sítios da vegetação de Caatinga: uma vertente de morro residual localizado no Planalto da Borborema e uma vertente de colina da Depressão Sertaneja, submetidas ao uso e respectiva degradação.

O teste prevê o acompanhamento de áreas piloto (Unidades Experimentais – UE's), nas quais foram instalados os experimentos para avaliação da recuperação ambiental. A escolha das áreas para implantação foi orientada pelo objetivo de analisar zonas representativas daquelas consideradas como mais degradadas na microrregião.

A identificação utilizou como critério a presença de solo exposto, considerando zonas críticas, aquelas com ausência da cobertura vegetal no cálculo do índice SAVI. Em exposição, os solos apresentam um comportamento espectral oposto ao da vegetação e demais alvos, o que permite um reconhecimento preciso. Também indicam a atuação intensa de

processos erosivos e a respectiva degradação ambiental. Em seguida foi realizado trabalho de campo para firma de parceria com os proprietários das terras e dimensionamento das UE's.

As localidades escolhidas estão nas propriedades dos senhores Everaldo dos Santos e Francisco de Assis Araújo, respectivamente no Planalto da Borborema e Depressão Sertaneja. A primeira, nas coordenadas 6°59'26.51"S e 36°48'42.24"O, com altitude de 691m e a segunda nas coordenadas 6°49'55.57"S e 36°52'54.47"O, com altitude de 301m. Ambas foram utilizadas durante todo o ciclo econômico baseado na produção de algodão até o início da década de 1980. Os proprietários relataram cultivos do algodão herbáceo em associação com pecuária bovina, caprina e/ou ovina até mesmo na década de 1990 ou 2000, como no caso do senhor Everaldo.

Atualmente, as atividades persistem com a pecuária extensiva baseada no aproveitamento do pasto nativo. No entanto, as áreas cercadas para análise encontravam-se com pouca ou nenhuma ocorrência de plantas. Apresentavam apenas resquícios dos horizontes A, B e/ou C, juntamente à pedregosidade exumada pelo escoamento superficial (Figura 4).

**Figura 4—Aspecto panorâmico das áreas identificadas com sinais de erosão para estabelecimento das UE's, no Planalto da Borborema e Depressão Sertaneja, respectivamente A e B.**



Fonte: Cardins, I. S. A. (2012).

As duas assemelham-se quanto à localização sobre rochas do tipo mica-xistos da formação Serra dos Quintos; domínio das mesmas características gerais do clima Semiárido; vegetação original de Caatinga arbustivo-arbórea;

presença de Luvisolos Crômicos; declividades de 7% e 4%, respectivamente; tipologias de uso ao longo do tempo; e sinais de erosão. A diferença mais expressiva entre as duas áreas (400m) reside, evidentemente, na altimetria das superfícies, também resultante da atuação desigual dos fatores de formação. As características ambientais são descritas com mais detalhes no capítulo 6.

A implantação das UE's foi realizada durante os meses de novembro e dezembro de 2012, em conformidade com as dimensões definidas em 2.100m<sup>2</sup> (42 x 50m), para isolamento e delineamento experimental. A função do isolamento com cercas é o de impedir o acesso dos rebanhos ao local de pesquisa. Em cada uma das UE's a cerca foi construída com estacas com equidistância de 1,5m e reforço de mourões nas esquinas. O fechamento foi realizado com tela pial de malha 12, com 1,2 m de altura (fio de arame n. 16). As extremidades e metade da tela foram com fios de arame farpado; e acima de 1,2m a cerca possui dois fios de arame farpado, com equidistância de 15cm (Figura 5).

**Figura 5 –Visão panorâmica da área isolada e dimensionamento das parcelas nas UE's.**



Fonte: CARDINS, I. S. A. (2012).

As parcelas foram delimitadas por piquetes de madeira (1m), os quais foram fixados nos cantos. Com eles foi possível traçar a distribuição e limites,

bem como identificar o sorteio de cada parcela para o emprego de manejo: remoção parcial de seixos para a construção das contenções em curva de nível, incorporação de um substrato e implantação de um Sistema agroflorestal - SAF.

A confecção do substrato visa restituir perdas ocasionadas pelo escoamento superficial com a adoção de: incorporação de matéria orgânica, recomposição do banco de sementes e acúmulo de uma fina camada de sedimentos. Para tanto, optou-se pela utilização de três materiais, nas seguintes proporções: 50% de esterco bovino e caprino/ovino; 30% de resíduos do beneficiamento do Caulim; 20% de sedimentos de um riacho assoreado. Para facilitar o manejo, foi utilizado um recipiente de metal, denominado (lata), popularmente utilizado como medida em diversas atividade do cotidiano nas propriedades rurais (Quadro 1).

**Quadro 1—Proporções e distribuição do substrato por parcela, unidade experimental e o total para as duas áreas.**

| <b>Parcela 6x6m ou 36m<sup>2</sup></b>                              |           |              |                         |                           |
|---|-----------|--------------|-------------------------|---------------------------|
| <b>Material/quantidade</b>  | <b>Kg</b> | <b>Latas</b> | <b>Kg m<sup>2</sup></b> | <b>Lata m<sup>2</sup></b> |
| <b>Esterco</b>  | 144       | 16           | 4                       | 0,4                       |
| <b>Resíduo</b>  | 86,4      | 3,2          | 2,4                     | 0,08                      |
| <b>Sedimento</b>  | 57,6      | 2,3          | 1,6                     | 0,06                      |
| <b>Total - Substrato</b>  | 288       | 39,5         | 8                       | 1,1                       |
| <b>Unidade experimental 20 parcelas de 6x6m ou 720m<sup>2</sup></b> |           |              |                         |                           |
| <b>Esterco</b>  | 2.880     | 280          | 4                       | 0,4                       |
| <b>Resíduo</b>  | 1.728     | 65           | 2,4                     | 0,08                      |
| <b>Sedimento</b>  | 1.152     | 47           | 1,6                     | 0,06                      |
| <b>Total - Substrato</b>  | 5.760     | 392          | 8                       | 1,1                       |
| <b>Total - 40 parcelas de 6x6m ou 1.440m<sup>2</sup></b>            |           |              |                         |                           |
| <b>Esterco</b>  | 5.760     | 560          | 0,4                     | 0,4                       |
| <b>Resíduo</b>  | 3.456     | 130          | 0,08                    | 0,08                      |
| <b>Sedimento</b>  | 2.304     | 92           | 0,06                    | 0,06                      |
| <b>Total - Substrato</b>  | 11.520    | 782          | 1,1                     | 1,1                       |

Fonte: Santos, A. F.; Cardins, I. S. A.

A quantidade de materiais é proporcional ao total de adubo orgânico adotado. De acordo com Embrapa (1997), em condições de cultivo, a adubação orgânica recomendada para os solos do Semiárido é 10.000 Kg/ha. Dada a escassez de recomendações para aquelas condições de erosão adotou-se, a nível de experimentação, quatro vezes mais, ou seja, 40.000 Kg/ha. Espera-se que esse valor de referência subsidie o conhecimento sobre reposição de macro, micro nutrientes e matéria orgânica em solos degradados. A adubação fosfatada seguirá as recomendações de Araújo Filho (1998; 2009b)

De acordo com Feitosa *et al.* (2007) e Pereira *et al.* (2008) é possível utilização de resíduo do caulim na confecção de substratos para germinação de plântulas e produção de mudas. A adição do resíduo é recomendada em até 50% para substituição parcial de areia e/ou argila. Optou-se pela utilização daquele sub-produto, na tentativa de contemplar outra demanda ambiental da microrregião do Seridó ocidental - a destinação do resíduos da mineração de Caulim e do seu beneficiamento.

Após a incorporação do substrato, as parcelas tratadas tiveram curvas de nível identificadas e delimitadas com equidistância de 3m, para a construção das contenções. Elas foram fixadas por meio de escavação na superfície do solo, a 5cm de profundidade e montadas em formato trapezoidal com seixos de rochas disponíveis *in loco*.

Após um ano de implantação das UE's foi introduzido um consórcio de ceanafístula (*Cassia excelsa* Schad) e Palma forrageira (*Opuntia sp*), de modo triangulado, em sentido perpendicular ao sentido da declividade. O espaçamento entre plantas de Canafístula foi de 1,5m e 3 entre ruas; para a palma o espaçamento foi de 1m entre plantas e 1m entre ruas. Desse modo foram plantadas duas fileiras de palma em cada intervalo entre as ruas de Canafístula. O eventual crescimento das plantas é monitorado semestralmente, através da medição do crescimento (altura de plantas e diâmetro basal do caule), conforme Menezes, Simões e Sampaio (2005) e Santos (2013).

Cada parcela foi fotografada semestralmente para auxiliar na comparação das mudanças ao longo do tempo.

A aquisição de materiais para esta pesquisa foi possível por meio de recursos disponibilizados pelo Fundo de Desenvolvimento Tecnológico - FUNDECI do Banco do Nordeste do Brasil - BNB. O acompanhamento contou com o apoio institucional da Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural da Paraíba - EMATER-PB, por intermédio do escritório do município de Junco do Seridó. A participação concentrou-se nas atividades de gabinete e campo relacionadas à análise química e física dos solos; formulação da adubação orgânica e mineral; aquisição de palma forrageira e implantação do SAF.

O acompanhamento das UE's se mostra fundamental para a coleta de dados primários. Os resultados podem contribuir significativamente para o esclarecimento de determinadas questões que ainda não são consensuais sobre a degradação/desertificação. Se corroborada a hipótese, é possível a problematização de várias assertivas aparentemente míticas a respeito do objeto em estudo.

### **Delineamento estatístico**

Em cada sítio foram distribuídas trinta parcelas dimensionadas em 6m X 6m (36m<sup>2</sup>). Para cinco repetições em cada sítio foram sorteados cinco blocos com seis tratamentos para análise do efeito dos tratamentos na recuperação do solo. Para isso, a análise compreende o acompanhamento das ev - espécies vegetais e saf - sistema agroflorestal. Os tratamentos são: X - controle; Y - contenção em nível e incorporação de substrato orgânico; e Z - contenção em nível e incorporação de substrato orgânico, com adição de fosfato de rocha.

As parcelas foram enumeradas de um a dez por ocasião do sorteio para composição dos blocos e respectiva identificação. Do total de parcelas, quinze foram sorteadas para o acompanhamento do surgimento de novas espécies, com enfoque no estrato herbáceo e quinze para o acompanhamento de um sistema agroflorestal (Figuras 6 e 7).

**Figura 6–Sorteio dos blocos e identificação das parcelas sorteadas para a unidade experimental do Planalto da Borborema.**

| Tratamentos       |      | Bloco 1 | Bloco 2 | Bloco 3 | Bloco 4 | Bloco 5 |
|-------------------|------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Espécies Vegetais | Xev  | 1       | 6       | 8       | 5       | 4       |
|                   | Yev  | 4       | 8       | 7       | 10      | 6       |
|                   | Zev  | 8       | 3       | 1       | 10      | 2       |
| SAF               | Xsaf | 3       | 10      | 9       | 2       | 7       |
|                   | Ysaf | 9       | 5       | 2       | 1       | 3       |
|                   | Zsaf | 6       | 7       | 5       | 9       | 4       |

Fonte: (CARDINS, 2013).

**Figura 7– Sorteio dos blocos e identificação das parcelas sorteadas para a unidade experimental da Depressão Sertaneja.**

| Tratamentos       |      | Bloco 1 | Bloco 2 | Bloco 3 | Bloco 4 | Bloco 5 |
|-------------------|------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Espécies Vegetais | Xev  | 4       | 2       | 3       | 10      | 6       |
|                   | Yev  | 10      | 4       | 9       | 2       | 3       |
|                   | Zev  | 8       | 1       | 2       | 5       | 10      |
| SAF               | Xsaf | 7       | 1       | 5       | 8       | 9       |
|                   | Ysaf | 8       | 6       | 1       | 7       | 5       |
|                   | Zsaf | 3       | 9       | 7       | 6       | 4       |

Fonte: (CARDINS, 2013).

Os principais parâmetros de estatística descritiva e os testes de significância estatística foram calculados com o *software* de assistência estatística ASSISTAT, versão 7.7 beta (pt).

### Listagem de espécies

A listagem de espécies presentes buscou a análise sistemática da cobertura vegetal, com base em Araújo *et al.* filho (1986); Araújo Neto, Araújo filho e Mesquita (1990). A primeira coleta de dados para pré-amostragem se deu no fim da quadra chuvosa de 2013, durante o mês de maio. Foi realizada contagem de espécies, indivíduos e coleta de material botânico para produção de exsicatas no herbário Prisco Bezerra, da universidade Federal do Ceará.

De acordo com Araújo Filho (2013) as dimensões mais apropriadas para as unidades amostrais do estrato herbáceo são as dimensionadas em 1m X 0,25 m, e a suficiência amostral pode ser estimada por meio de uma pré-amostragem de vinte unidades, com a aplicação da seguinte fórmula:

$$N = \frac{t^2 s^2}{L^2}$$

em que:

N = número de unidades amostrais;

$t^2$  = valor do t elevado ao quadrado com teste bicaudal a 5% de significância e o número de grau de liberdade;

$s^2$  = variância determinada por uma amostragem prévia;

L = intervalo de confiança desejado, expresso como percentagem da média da amostragem prévia.

A primeira amostragem buscou uma coleta maior para efeito de melhor reconhecimento das espécies presentes. Nesse sentido, foram tomadas cem amostras nas parcelas do tratamento X e cem nas parcelas do tratamento Y, para análise da curva de acumulação de espécies (curva do coletor). Antes da implantação do consórcio Canafístula + Palma, foram contabilizadas dez unidades amostrais de cada parcela destinada aos tratamentos X e Y. Elas foram tomadas em cinco amostras sucessivas em transecto N-S, E-W (canto-a-canto), distanciando-se 1,50 m das bordas.

Para a primeira análise de dados, no entanto, foram utilizados aqueles coletados apenas nas parcelas sorteadas para os tratamentos Xev e Yev, nos respectivos blocos, descritos no delineamento experimental. Para efeito de análise, foram também considerados conforme o cálculo de suficiência amostral.

Os parâmetros utilizados na análise das espécies foram:

### **Frequência absoluta**

$$FAi = \left( \frac{NPi}{NPT} \right) \times 100$$

Em que:

FAi = Frequência absoluta

NPi = Número de parcelas onde a espécie "i" ocorre;

NPT = Número total de parcelas amostradas.

### Frequência relativa

$$FRi = \left( \frac{NPi}{\sum_{i=1}^n NPi} \right) \times 100$$

Em que:

FRi=Frequência relativa;

NPi=Número de parcelas onde a espécie "i" ocorre;

$\sum_{i=1}^n NPi$  =Somatório do número de ocorrências de todas as espécies.

A frequência é utilizada na avaliação quantitativa de dispersão de espécies botânicas. Com ela, é possível medir o grau de uniformidade com que os indivíduos de determinada comunidade vegetal estão distribuídos na área. Este parâmetro pode expressar com segurança a adaptação dos componentes florísticos às condições ambientais e de manejo (ARAÚJO FILHO 2013, p. 168).

### Densidade relativa

$$Dri = \frac{(Ni)}{N} \times 100$$

Em que:

Dri=Densidade relativa;

Ni=Número de indivíduos de cada espécie;

N=Número total de indivíduos amostrados.

As medidas de densidade expressam a quantidade de indivíduos distribuídos por unidade de área e são úteis no acompanhamento da recuperação de pastagens, especialmente as compostas por plantas perenes colonizadoras ou espontâneas (ARAÚJO FILHO, 2013, p. 167). No entanto, este parâmetro também pode ser utilizado para avaliação do estrato herbáceo, quanto utilizado método de parcelas (MUNHOZ E ARAÚJO, 2011, p. 2015).

### Trabalhos de campo

Foram realizados desde agosto de 2012 para identificação das possíveis áreas de implantação. A partir do período de implantação das UE's foram realizadas incursões semanais ou mesmo diárias, conforme demandas, assim como durante a coleta de dados. Após a estação chuvosa foram realizadas visitas bimestrais.

O reconhecimento empírico da microrregião para finalização do mapeamento temático foi realizado parcialmente, cabendo ainda novo trabalho de campo.

### **Coleta de solo e análise dos materiais**

As coletas de solo visam o acompanhamento de eventuais mudanças ocorridas nas propriedades físico-químicas antes e durante a pesquisa. As primeiras coletas foram realizadas com três amostras simples compondo uma composta tomadas em zigue-zague, de 0-20Cm, dentro das áreas experimentais, em novembro de 2012. Sub-amostras foram acondicionadas em sacos plásticos, com as respectivas identificações e encaminhadas para o laboratório de fertilidade de solos da Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Tecnologia e Recursos Naturais CTRN, na cidade de Campina Grande.

As amostras de esterco, rejeito do Caulim e areia do riacho foram encaminhados para o laboratório de análises físicas e químicas da Universidade Federal da Paraíba, Centro de Ciências Agrárias - CCA, Areia.

Após a implantação as amostras de solo serão tomadas por sorteio, para sub-amostragem de uma composta, formada por três simples, conforme cada tratamento.

### **3 GEOGRAFIA: CIÊNCIA DA RELAÇÃO SOCIEDADE X NATUREZA**

Espaço reservado à discussão teórica da ciência geográfica sobre o problema de degradação ambiental como produto relação entre a Sociedade e a Natureza.

Breve discussão sobre os ciclos econômicos implementados e permanência de um modelo agrícola incompatível com as características ambientais do Semiárido brasileiro.

### 3.1 FUNDAMENTOS DA DEGRADAÇÃO AMBIENTAL

No âmbito teórico e conceitual, como é concebida a degradação. Que relações sociais são responsáveis por sua produção e por que é encarada como ameaça à sociedade.

O entendimento conceitual é meio indispensável para o conhecimento dos mais variados elementos envolvidos na degradação ambiental atualmente. É possível identificar que o termo, por vezes, é empregado para designar determinados contextos em que o problema é inserido. Em outros casos, é utilizado de modo prolixo ou impreciso. Nem sempre são claros os limites, porém é possível extrair o cerne do que é degradação ambiental.

De acordo com Lima e Roncaglio (2001, p.1), alguns termos sobre problemas ambientais, dentre eles, o de degradação, são comumente utilizados por cientistas e técnicos de diversas áreas do conhecimento. Contudo, não chegam a constituir conceitos ou categorias bem definidas. Antes assinalam princípios e lógicas que orientam pesquisas relacionadas ao tema.

Cabe ao presente trabalho identificar o que se entende e de que modo o conceito de degradação ambiental é empregado. Nesse sentido, buscou-se a interpretação do termo, desde a origem até as ressignificações atribuídas, conforme é aplicado nos textos científicos.

De acordo com Ferreira (2003) a palavra degradação está associada à noção de "aviltamento, destituição ignominiosa de qualidade". A partir de sinônimos dessa natureza, as conotações remetem a um sentido negativo ou danoso - tornar-se vil, que detém "pouco valor, reles, ordinário, desprezível".

Para Lima e Roncaglio (2001, p.1) o termo degradação tem origem na formulação do segundo princípio da termodinâmica, esboçado no século XIX pelo francês Nicolas Léonard Sadi Carnot. Nessa perspectiva, entende-se que a energia mecânica, irreversivelmente, se transforma em calor, e este pode ser transformado em trabalho, apenas parcialmente. A energia transformada em

calor, portanto, não pode reverter-se inteiramente, o que provoca não a perda, mas a degradação da energia.

O uso do termo, desde então remete ao sentido de perda ou diminuição. No contexto das questões ambientais foi utilizado de modo genérico para indicar alterações, transformações, destruição contínua e perda física. As principais delas estão relacionadas ao desgaste do solo pela agropecuária; contaminação por pesticidas e fertilizantes; lançamento de efluentes nos canais fluviais; emissão de gases tóxicos na atmosfera; grande produção e destinação deficiente dos resíduos sólidos, entre outros (LIMA e RONCAGLIO, 2001. p.8).

Em boa parte das situações, o significado é restrito ao que Araújo, Almeida e Guerra (2009) consideram: "redução dos potenciais recursos renováveis por uma combinação de processos agindo sobre a terra". Admite-se, nesta linha, que a manifestação do problema ocorra pelo uso excessivo dos recursos naturais pela sociedade, associada à atuação de agentes naturais. Tal noção foi incorporada por trabalhos científicos e pela legislação ambiental brasileira para qualificar redução ou prejuízos à "qualidade ambiental", ou ao potencial produtivo para atividades socioeconômicas (LIMA E RONCAGLIO, 2001.p.8).

O que está previsto em lei remete a dano, prejuízo, alteração no sentido negativo da qualidade do ambiente. Parece também confundir a idéia de degradação com a de impacto ambiental negativo: "degradação da qualidade ambiental, seria portanto, a alteração adversa das características do meio ambiente" (BRASIL. Lei 6.938, de 31 de agosto de 1981).

A um tempo, o texto qualifica como "alteração adversa" e induz determinadas imprecisões:

- Qualidade em relação a que?
- Existe um padrão de qualidade utilizado como referência?
- Acaso seria a idéia de natureza intacta o padrão do qual são subtraídos adversamente os elementos materiais de interesse social?
- É possível estabelecer um limite de intensidade para alterações decorrentes da atuação da sociedade, em função dos processos naturais?

A realidade é dinâmica e está em constante mutação, cuja complexidade dificulta enquadrar todas as manifestações do problema a partir de definições vagas. Apesar de ser possível preencher parcialmente estas lacunas em prol

de uma melhor compreensão sobre o que é degradação ambiental, "não está claro" o que move a preocupação com este tema. É essencial, portanto, extrair o conteúdo subjacente à idéia apresentada.

O contexto da política ambiental brasileira leva a crer que o esforço de normatização considera a redução da degradação de origem antropogênica, ou seja, como consequência da apropriação dos recursos ambientais. Como sinônimo de impacto, degradação assume o sentido de efeitos que rebatem negativamente na saúde, bem-estar qualidade de vida, danos à biota, segurança alimentar, impedimento às atividades socioeconômicas, ou ainda descaracterizando sanitária ou esteticamente o ambiente.

Na política nacional de meio ambiente o termo degradação ambiental qualifica processos oriundos de qualquer lesão - dano provocado ao ambiente por pessoa física, jurídica, de direito público ou privado, relacionados a perdas ou reduções de suas propriedades inerentes, com ênfase na qualidade ou capacidade produtiva (LIMA E RONCAGLIO, 2001). E é também a noção mais comum nos trabalhos científicos sobre o tema.

Há porém, determinados casos em que a noção é detalhada para melhor representar o problema em estudos de caso. Situações, nas quais, é priorizada a interferência sobre determinado recurso em específico: solo, vegetação, água, ar, a exemplo da idéia de perda da capacidade bioprodutiva do ambiente, conforme Nascimento (2009. p. 71).

Frequentemente, a palavra degradação é confundida ou utilizada como sinônimo de erosão dos solos (e vice-versa) - grifo nosso. A erosão dos solos ocasiona problemas (redução da produtividade) não somente em escala local, mas pode repercutir em outras escalas, abrangendo grandes áreas. É possível que isso seja justificado pelos danos ocasionados diretamente ao solo, que repercutem em outros recursos naturais dependentes diretamente dele (GUERRA, 2007).

A noção de degradação ambiental pressupõe um processo de redução da capacidade produtiva de seus componentes, que conduza à descaracterização generalizada. Conceitualmente, não se deve confundir a idéia de degradação ambiental com a de degradação de determinado recurso (solo, água, vegetação, dentre outros) em específico. Tal distinção pode ser um artifício didático para enfatizar a atuação de "produtores de degradação", porém

esbarra na compreensão de um todo interligado. Seria possível, portanto, degradar apenas um recurso, tornado alvo do uso em uma totalidade composta pela relação indissociável entre as partes constituintes?

Outra questão emerge a partir disso: apenas o relevo (modificação estética); o solo (perdas na produtividade agrícola/vegetal), água (contaminação e custos econômicos para tratamento); vegetação (extinção de espécies/biodiversidade); e o ar (contaminação por gases) são passivos ao problema? certamente que não. Cada um desses "recursos", entre muitos outros, reúne incontáveis componentes que não são considerados na maioria das análises. Eles, contudo, devem ser inferidos a partir daqueles que são utilizados diretamente pela sociedade na produção do espaço geográfico.

Se restrito à noção de dano aos recursos supracitados, é possível deparar-se com algumas dificuldades em definir-se a degradação em uma dimensão mais ampla: fruto da produção do espaço geográfico. No espaço urbano, por exemplo, haveria grande dificuldade em identificar problemas de degradação para além daqueles cinco elementos.

A aplicação literal do conceito conduziria à interpretação de que as cidades constituem verdadeiras áreas degradadas, pois resguardam condições "extremas" de danos aos recursos naturais. De certo modo, mais que no espaço rural, nas cidades a cobertura vegetal foi suprimida, o solo foi impermeabilizado, os mananciais e o ar foram contaminados e concentra-se a maior parte da produção de resíduos sólidos. Seria, portanto, a sociedade um agente de degradação por meio da produção do espaço geográfico?

Pelo contrário, espaços dos mais artificializados, quando assistidos por infra-estrutura e serviços satisfatórios tornam-se padrão de qualidade ambiental, como também os mais valorizados. É fundamental que a questão agregue novos elementos e critérios para que o conceito seja operacional e possibilite maior alcance interpretativo.

### 3.2 DEGRADAÇÃO AMBIENTAL E MODO DE PRODUÇÃO

Será dada ênfase às manifestações de degradação ambiental produzidas pelo modo de produção; a busca pelo aumento da produção e seus efeitos sobre os recursos naturais. Neste sentido, enfatiza-se a opção

conceitual do presente trabalho por entender a degradação ambiental como dano, necessariamente, ocasionado pelo uso socioeconômico no conjunto ambiental e/ou na particularidade de seus componentes.

Na sociedade contemporânea, a concepção de natureza se refere a um conjunto de recursos em potencial, a serem utilizados. Disso decorrem novas maneiras de perceber o ambiente, o que tem tornado destrutiva a extração e transformação de recursos naturais, com degradação nos processos de produção e consumo (LEFF, 2001).

O que hoje se entende como ambiente está atrelado aos interesses da Geografia desde suas origens no século XIX. A noção de ambiente busca enfatizar a relação da sociedade com a natureza, em interligação dinâmica de seus elementos constituintes. Sob as constantes transformações do mundo atual, o modo de pensar as consequências da apropriação dos recursos naturais permeia, necessariamente, estudos de cunho ambiental (MENDONÇA, 2002).

Para Leff (2001), ambiente significa relações culturais e de identidade do ser humano com a base física-material, atreladas às possibilidades de ocupação social do território. Constitui-se a partir de “relações complexas e cingéticas da articulação dos processos de ordem física, biológica, termodinâmica, ecodinâmica, política e cultural”. A esta compreensão de ambiente, portanto, o presente trabalho associa a de degradação, com enfoque nos efeitos da produção do espaço geográfico sobre a base biofísica.

Em sentido amplo, a degradação ambiental independe do modo de produção, mas ocorre de acordo com a intensidade do modo de apropriação material (MANEGUZZO, 2006. p. 9). Acredita-se que o problema seja produzido há milhares de anos, desde a Mesopotâmia, Mediterrâneo e Loess Chineses. As principais reduções produtivas dos recursos foram "esgotamento" e salinizações provocados pela prática intensiva de agricultura irrigada; desmatamento excessivo para uso como combustível e abertura de campos de cultivo (DREGNE, 1987. p.10).

A escala temporal para o entendimento da degradação ambiental restringe-se aos últimos cinco mil anos, aproximadamente. Os últimos duzentos mostram-se mais expressivos, quando as modificações se processaram de maneira mais expressiva. A expansão do modelo econômico urbano-industrial

ampliou a apropriação material em nome da acumulação de riquezas, fato que trouxe sensíveis consequências tanto para os países centrais quanto para os periféricos. As transformações mundiais produzidas pelo modo de produção capitalista, no pós II Guerra mundial foram, então, as que mais suscitaram discussões sobre a questão ambiental e justiça social (CONTI, 1995; MENDONÇA, 2002).

De acordo com Guerra e Cunha (2003) a degradação ambiental é produzida a partir de relações estabelecidas entre a sociedade com a base biofísica, ou natureza e não deve ser compreendida separadamente daquela relação. Muito do que hoje é considerado como tal, é também atribuído ao modelo urbano-industrial, no que se refere à expansão de mercados e a respectiva demanda por matérias-primas renováveis ou não. As manifestações do problema são sempre relacionadas a algum tipo de efeito negativo à sociedade: crise na produção de alimentos, contaminações, poluições, problemas sanitários, mortalidade, dentre outros.

A título de ilustração, o uso do solo pela agricultura intensiva pode levar à diminuição de sua qualidade ou produtividade. Na medida em que torne-se necessária a reposição de determinada propriedade para que a produção seja mantida, fontes alóctones são acionadas. Tal fato indicaria a redução produtiva - degradação - como oposição à ciclagem de matéria e energia espontânea - natural. Também tornaria necessária a degradação em outra área para correção da primeira (GUERRA E CUNHA, 2003. p.342).

É importante destacar que há processos que ocorrem independentes da intervenção da sociedade, mas que podem ser potencializados e atuar conjuntamente com ela, a depender da modalidade de apropriação. A isso também se pode denominar degradação, cujas manifestações devem ser entendidas enquanto um elemento da produção social, bem como os respectivos malefícios perceptíveis (GUERRA E CUNHA, 2003. p 344).

O conceito também é referido como efeito maléfico da extração de benefícios da natureza pela sociedade. As intervenções de apropriação geram graus variáveis de alteração. Tal fenômeno, também denominado de deterioração da qualidade ambiental é fruto da contradição existente entre proteção e uso dos recursos naturais (ROSS, 2012).

Na literatura é comum deparar-se com idéias associadas, tal como a hipótese do ciclo vicioso entre degradação ambiental e pobreza socioeconômica, a exemplo de Ceará (2010). De acordo com esse raciocínio a degradação pode se manifestar de diversas formas, com implicações entre a condição de pobreza e a superexploração dos recursos naturais. De inspiração Malthusiana, tal idéia considera que o crescimento populacional e a produção exercem uma pressão, por meio da apropriação, sobre os bens e serviços dos recursos naturais. No entanto, nem sempre a relação entre pobreza e degradação é direta. Reduzir a pobreza não significa reduzir a degradação ambiental e o contrário é verdadeiro (WAQUIL, FINCO e MATTOS, 2004).

Para Guerra e Cunha (2003, p. 345), a pretensa pressão sobre os recursos naturais ocasionada pelo aumento populacional não é a única, nem a principal causa. O manejo inadequado do solo, seja em áreas rurais ou urbanas é a principal causa da degradação.

A degradação ambiental é hoje, produto da relação da sociedade com a natureza; é fruto do aumento da apropriação material, com a finalidade de produção e consumo. Tal finalidade seria a lógica que guia o modo de produção capitalista, desde a revolução industrial até os dias atuais (MANEGUZZO, 2006).

Hoje, o conceito de degradação resguarda muito mais que a idéia de transformação parcial de energia térmica em trabalho, mas ainda carrega o sentido de redução. Quando associado ao conceito de ambiente, assume outro significado - perda da capacidade de servir à utilização humana em determinada demanda, ou modificação a ponto de trazer danos ou prejuízos a essa utilidade.

### **Produção de riquezas e produção de danos**

O aparato da consciência e da linguagem na tradição ocidental abre um ponto de vista de observador, que instaura o mundo como objeto externo ao ser humano. Como tal, a natureza recebe valor e torna-se uma fonte de recursos a serem apropriados na produção socioeconômica capitalista. O que move, portanto, a preocupação contemporânea com a degradação é utilizá-la

como meio de justificar a destruição da base material em nome de uma produção de excedentes (GUERRA e CUNHA, 2003; BRAIDA, 2013).

No que se refere ao papel do sistema econômico capitalista no plano internacional, a degradação dos recursos naturais estaria associada a ciclos de acumulação, comandados pelo mercado. De modo geral, a disponibilidade de determinado recurso concentrado em um dado lugar, seria capaz de reduzir custos e ampliar os lucros da produção. Neste sentido, a divisão internacional do trabalho entre países hegemônicos e países periféricos, ilustraria como os países produtores de matérias primas estariam sujeitos à redução do potencial produtivo de seus recursos (DALLEMOLE, 2003).

No capitalismo, a degradação é encarada como dilapidação do estoque de recursos naturais, ou capital natural, enquanto fatores de produção do sistema econômico. Degradar, danificar ou aviltar a fonte de recursos, implica em reduzir os ativos financeiros que alimentam o desenvolvimento da economia, e como tal, busca ser evitado ou mitigado. Os principais problemas considerados são as mudanças climáticas; diminuição da biodiversidade; distúrbios nos ciclos biogeoquímicos; redução da camada de ozônio; super-utilização de água doce; aumento da acidez dos oceanos; poluição química; uso indevido do solo e carregamento de aerossol atmosférico (ANDRADE e ROMEIRO, 2011).

Neste sentido, Maneguzzo (2006, p. 20) afirma que a degradação ambiental provoca prejuízos sob diferentes dimensões, com ênfase na socioeconômica. Em conformidade com a proposição do autor, acredita-se que este é o critério norteador do discurso ambientalista e motivo pelo qual deve ser evitada ou corrigida a degradação. As noções transmitem sempre uma conotação produtiva e, de alguma forma, atrelam a manutenção e/ou qualidade de vida à apropriação material ("melhorias") da condição humana.

De acordo com Mendonça (2002, p.10) há uma relação direta entre degradação ambiental e comprometimento da qualidade de vida na sociedade, que pode ser identificada em várias manifestações. Os efeitos mais perceptíveis dizem respeito a alterações danosas à qualidade da água nos diversos sistemas hídricos - poluição fluvial, lacustre, marinha; do ar; desmatamentos; queimadas; morte e desaparecimento de inúmeras espécies, que hoje encontram-se em extinção. Para o autor, onde mais a sociedade se aglomera, acentua-se a degradação ambiental - os centros urbano-industriais -

onde "rios, fundos de vales e bairros residenciais periféricos dividem espaço com lixo e a miséria".

A preocupação com a qualidade e renovação dos recursos naturais se mostra muito mais ligada ao funcionamento das atividades econômicas, do que propriamente a garantia da qualidade de vida. Desde a legislação que normatiza o uso até os diversos trabalhos científicos que o fundamentam, fica claro que o conteúdo econômico move o entendimento sobre degradação.

Aliás, em um mundo em que até a vida é economizada, não é de causar espanto que as fontes de recursos também o sejam.

### 3.3 OCUPAÇÃO DO TERRITÓRIO E USO DA TERRA NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO

#### 3.4 DEGRADAÇÃO PELO USO DA TERRA

Se a degradação ambiental é um importante problema a ser evitado para que a vida não seja comprometida, nem os meios de vida humana, há componentes ou recursos aos quais é dispensada uma maior atenção. Conforme anteriormente discutido, a biota, a água, o ar, mas especialmente os solos são os recursos mais frequentemente lembrados quando a questão é degradação ambiental.

Admite-se que a apropriação intensiva potencialize danos por meio dos processos morfodinâmicos. Esta noção é comum nas geociências e detalha o funcionamento dos processos naturais, possibilitando medidas de mitigação ou readequação das intervenções.

Em determinados contextos, o termo erosão dos solos é utilizado para referir-se à degradação específica daquele recurso. É também utilizado como sinônimo de degradação ambiental, conforme o caso de (Dregne, 1987). Tanto pode a erosão ser entendida como meio de redução do potencial produtivo, como pode ser considerada mais um efeito da degradação, juntamente a problemas de compactação, encrostamento, redução da fertilidade e salinização pela agricultura.

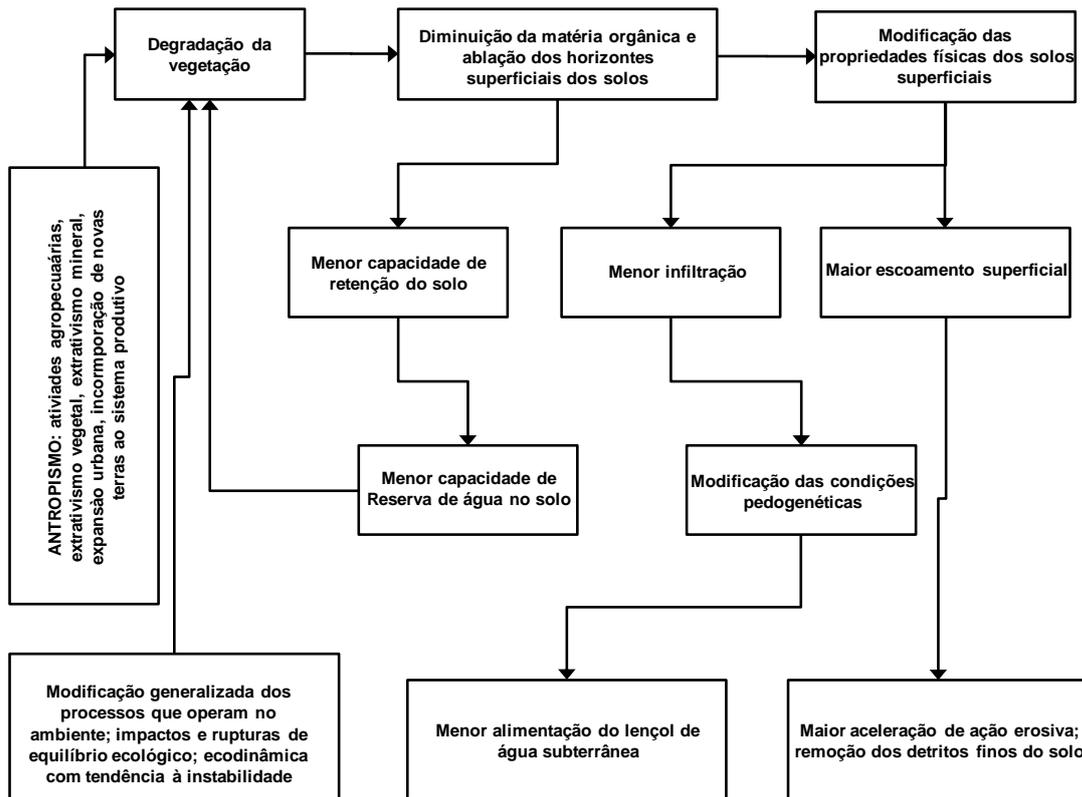
Para Guerra (1975, p. 120) a noção de degradação está associada à destruição. Na perspectiva dos estudos geomorfológicos, tal noção diz respeito à atuação dos processos erosivos, ou seja, desgaste de superfícies em grande intensidade. Semelhantemente, o termo é utilizado na pedologia como sinônimo de erosão dos solos, na medida em que os horizontes ou camadas superficiais sofrem ablação pelo escoamento superficial difuso ou em lençol.

Conforme Guerra e Guerra (2001) a noção é modificada, trazendo a conotação de dano a determinados recursos, por meio de impactos da atuação humana. Nesse caso, a idéia é ampliada, de modo que a degradação passa a ser atribuída ao uso inadvertido de determinado recurso. Não somente o relevo ou os solos podem ser degradados, mas também são considerados: a extinção de espécies da fauna ou flora; poluição da água nas diferentes fontes; assoreamento dos mananciais; e admite outras formas de danos à base biofísica ou aos seres humanos, como integrantes.

De acordo com Guerra (2007) degradação tem a ver com perdas de produtividade ou alterações das propriedades específicas, sempre relacionadas com a intervenção humana. O enfoque principal, no entanto, é dado às perdas sofridas pelo solo quando utilizado para a produção agrícola, alterações urbanas ou sujeito a contaminações industriais. Além de fonte para alimentação e produção de riqueza, o solo influencia diretamente outros componentes, tais como a cobertura vegetal, a qualidade da água e dos mananciais. As principais alterações, as quais podem comprometer negativamente os solos são: a aceleração dos processos erosivos por remoção da cobertura vegetal; redução da fertilidade; acidificação; e a contaminação por metais pesados.

Nos casos mais graves as mudanças danosas ao ambiente chegam a ser alarmantes, com sérios prejuízos aos recursos naturais renováveis. Tornam-se derivações de aviltamento, em diferentes níveis, da apropriação inadequada (SOUZA, 2000. p.70). Quando as atividades são promovidas em discordância com a dinâmica natural a morfodinâmica é intensificada, cujas perdas encadeiam-se sistemicamente, conforme a adaptação de Tricart (1977) por Souza (2000) (Figura 8).

**Figura 8 Sistema de degradação do Ambiente.**



Fonte: Souza (2000).

Sobre a idéia de degradação natural Bigarella (2003) afirma tratar-se do desgaste das superfícies, pela atuação dos processos erosivos. Neste sentido, a degradação ambiental aconteceria de forma independente à atuação da sociedade, como no caso dos ciclos de erosão. Ou poderia ocorrer como um processo combinado, a exemplo do desgaste das superfícies (erosão), ou o aceleração desta, em função da atuação da sociedade - desmatamento e consequente exposição dos solos aos agentes erosivos.

Para Tricart (1977), degradação refere-se a aspectos desfavoráveis da exploração dos recursos ecológicos. "Deve ser examinada simultaneamente sob os diversos aspectos que se condicionam uns aos outros: cobertura vegetal, solos, processos morfogenéticos, e condições hídricas" (p. 68). Se a intervenção social favorece a morfogênese, em detrimento da pedogênese, considera-se o processo de degradação, em um contexto extremamente dinâmico e em constante mutação.

De acordo com Souza (2006a; 2006b) a degradação é originada a partir do uso da terra em moldes incompatíveis com as características ambientais. Neste

caso, o uso inadequado da terra repercute de forma prejudicial em outros componentes do ambiente. Quando realizadas de modo inadequado, atividades socioeconômicas ampliam a possibilidade de danos por exacerbação dos processos erosivos. O processo histórico assume fundamental importância, pois o problema pode ser agravado de forma cumulativa. O ponto crítico, portanto, está no alcance de um cenário em que torne-se impraticável a sustentação de determinadas populações com a produção local.

Não raro, o termo degradação é associado a mais de um sentido, tal como: 1-degradação do solo; 2-degradação ambiental e 3-degradação ambiental como resultado da degradação do solo. É o caso em: degradação da terra é a redução ou perda da produtividade biológica ou econômica e da complexidade das terras agrícolas, pastagens, florestas e matas nativas, provocadas pelos sistemas de uso da terra ou por uma combinação de processos provenientes das formas de ocupação do território. Ou seja, os efeitos apontados dizem respeito aos problemas ocasionados pelo uso da terra, tais como: erosão, deterioração física, química, biológica ou econômica dos solos e destruição da vegetação por períodos prolongados (MMA, 2004a).

Contudo, não se trata de priorizar os processos e agentes morfodinâmicos, diminuindo a importância da produção social da degradação. Pelo contrário, trata-se de agregar elementos da relação da sociedade com a natureza para uma interpretação mais abrangente e integradora.

#### **4POR QUE DESERTIFICAÇÃO?**

Abordagem provocativa sobre as dificuldades de se trabalhar com o conceito de desertificação no contexto de degradação ambiental do semiárido brasileiro. Pretende-se discutir as razões da adoção do termo em políticas públicas e pesquisas, assim como as razões pelas quais ele é inadequado.

##### **4.1 DIFICULDADES CONCEITUAIS**

Confronto das principais noções sobre desertificação (oficial e alternativas), para a demonstração de que o principal problema reside mais no conceito do que na degradação ambiental.

#### 4.2 QUESTÃO COMPLEXA OU INFACÍVEL?

Parte em que serão confrontadas duas dimensões do conceito oficial sobre desertificação, de modo a refletir se a ocorrência da pretensa desertificação é, de fato, complexa ou se é infactível o bastante ao ponto de inviabilizar sua utilização.

#### 4.3 DESERTIFICAÇÃO E AMBIENTALISMO

Discussão concisa sobre como a "desertificação", dentre outros problemas ambientais, tornou-se preocupação mundial e entrou na pauta de ações dos governos.

#### 4.4 POLÍTICAS AMBIENTAIS SOBRE DESERTIFICAÇÃO NO BRASIL

Discussão sobre a política brasileira de "combate à desertificação e mitigação dos efeitos das secas.

### **5 DEGRADAÇÃO COMO ALCUNHA**

Por fim, o termo degradação ambiental também tem sido utilizado, pelo menos nos últimos vinte anos, como tipologia de dano. No caso do conceito oficial de desertificação, a degradação é revestida de qualitativos específicos para as condições de climas secos. A bem da verdade, a construção do entendimento sobre desertificação, no final, é o processo ou estado de degradação dos ambientes submetidos àquelas condições climáticas, sem necessariamente, passar pelo processo de transformação em deserto.

Muitos conceitos a respeito foram construídos até a publicação da definição oficial da Convenção das Nações Unidas de Combate à Desertificação. Apesar disso, até hoje não há consenso sobre eles, muito menos sobre o conceito oficial, conforme apontam Nascimento (2006, p. 74) e Rêgo (2012, p.27).

Desertificação passou a significar a "degradação da terra nas zonas áridas, semiáridas e subúmidas secas, resultantes de vários fatores, incluindo as variações climáticas e as atividades humanas (MMA, 2004a; 2004b; 2007).

Melo (1998, p. 49) esclarece que *Desertus* é adjetivo particípio passado de *Deserere* no Latim, de que deriva a palavra deserto. O significado remete a abandono, deserção, desabitado ou migração. Como substantivo, a palavra latina conota solidão, desolação, área vazia. Desertificação substitui o sentido original de partida, pelo de degradação ambiental. Passa a referir-se à "criação de áreas desabitadas em consequência da degradação do meio, provocada pelas atividades humanas não permitindo mais a vida humana". Em suma, o sentido foi alterado de partida para dano.

Se entendida no sentido literal a etimologia da palavra deserto, de que deriva desertificação, nem de longe, o conceito representa as zonas secas. As áreas submetidas a tal processo são conhecidas por concentrarem grandes contingentes populacionais em todo o mundo (MMAb, 2004. p.15). A pretensa desertificação "incide sobre 33% da superfície da terra, onde vivem 2,5 bilhões de pessoas (42% da população total). Esses problemas são particularmente agudos na região subsaariana, onde residem mais de 200 milhões de pessoas" (p. 23).

O conceito de desertificação, por este turno, tornou-se um qualitativo da degradação ambiental - alcunha atribuída a ela, com ênfase na degradação das terras. Os documentos oficiais brasileiros afirmam que o termo é considerado sinônimo de degradação dos solos, dos recursos hídricos, da vegetação e da biodiversidade (MMA, 2004b, p.23). Conceitualmente, ele se refere à degradação, a pretensa distinção residiria nas condições ambientais em que ocorrem. Tal raciocínio se mostra incoerente. Qual o sentido, por tanto, em qualificar o conceito de degradação com um conteúdo diferente do que ele transmite?

Há outro problema na definição, na verdade, uma contradição: "a degradação ambiental nos espaços sujeitos à aridez e à semiaridez alcança seu limite com a desertificação" (MMA, 2004b. p. 22). O trecho induz à compreensão de que a degradação ambiental, não somente das terras, constitui-se um processo que pode, fatalmente, atingir o estágio de

desertificação. Nesse sentido, desertificação não seria um sinônimo, mas outro problema - o colapso final a ser evitado.

Comumente, percebe-se tal ambiguidade no conceito, percorrendo meandros entre um processo de degradação ou o seu fatídico fim - condição. Para MMA (2004b. p. 15) desertificação também é a:

destruição da base de recursos naturais como resultado da ação do homem sobre o seu ambiente e fenômenos naturais como a variabilidade climática. É um processo, quase sempre lento, que mina, que corrói, pouco a pouco, a capacidade de sobrevivência de uma comunidade.

Acaso a degradação ambiental nas zonas secas é decorrência exclusiva do uso da terra? O que é considerado como degradação das terras não seria, na prática, degradação ambiental? O mesmo problema, quando produzido em ambientes de climas úmidos ou super-úmidos é denominado como tal. Coube à Convenção das Nações Unidas de Combate à Desertificação e as partes que a integram, construir e institucionalizar o apelido.

A partir das obras consultadas é possível concluir que a compreensão de degradação ambiental se refere a perda. Como perda, deve ser evitada e/ou mitigada, imagina-se. O que fundamenta o esforço contra a perda é a especulação e a insegurança em relação ao futuro, cuja principal preocupação é a reprodução da vida, especialmente a material, com ênfase no consumo e na acumulação de riqueza.

As perdas podem ser o processo em si ou efeito sentido a partir dele. Esta idéia está contida em todas as concepções analisadas, porém é comum deparar-se com interpretações ou aplicações imprecisas; às vezes ambíguas.

A depender do contexto, o conceito recebe adaptações para especificar as perdas identificadas em determinado componente ou recurso ambiental. É possível que o conceito seja melhor trabalhado se for esclarecido, com precisão, a que componente se referem as eventuais perdas.

Do ponto de vista geográfico, o conceito de degradação ambiental está inserido como produto da relação contraditória entre sociedade e natureza. A partir dele, é possível mediar certo recorte teórico metodológico entre duas dimensões separadas pelo raciocínio hegemônico do mundo ocidental, hoje

globalizado. Nesse sentido, atende em parte, à demanda por estudos que buscam uma abordagem integradora entre entidades comumente pensadas como antagônicas.

Em conclusão parcial sobre um tema que é amplo, por sua natureza integradora, recai sobre a sociedade uma concepção e postura diferentes a respeito de sua atuação no planeta. Não se trata de sustentar o ideal de manutenção de uma natureza original, quanto mais intacta melhor. É fundamental uma construção de mundo e práticas sociais diferentes do que está posto, para que os problemas produzidos encontrem meios de resolução, dentre os quais, a degradação ambiental. Enquanto exercício de formação, a pesquisa científica pode contribuir com novas reflexões e oferecer idéias para mudanças necessárias.

## **6 SISTEMAS AMBIENTAIS E SINAIS DE DEGRADAÇÃO NO SERIDÓ OCIDENTAL**

A microrregião do Seridó ocidental é composta pelos municípios de Junco do Seridó, Santa Luzia, Salgadinho, São José do Sabuji, São Mamede e Várzea. Eles estão localizados na porção centro norte da Paraíba e representam dois dos mais importantes geoambientes no contexto estadual – o Planalto da Borborema e a Depressão Sertaneja. Somados, totalizam uma área aproximada de 1738,452Km<sup>2</sup> e população estimada de 40.395 habitantes (IBGE, 2013).

A área de estudo limita-se ao Norte com municípios do Rio Grande do Norte: Equador, Santana do Seridó, Ouro branco, Caicó e São João do Sabuji. A Sul com Taperoá, Areia de Baraúnas, Passagem e Quixaba. A Leste, com Tenório e Assunção; e a Oeste com Quixaba, Patos e São José de Espinharas., todos da Paraíba. É cortada pela BR 230 de Sudeste a Noroeste, a qual estão interligadas as rodovias estaduais PB 221 e PB 233, que dão acesso ao RN; bem como inúmeras estradas carroçais, que possibilitam acesso à zona rural (Mapa 1).

O posicionamento no contato entre Planalto da Borborema e Depressão Sertaneja desempenha um fator determinante para a análise comparativa dos processos morfodinâmicos. As cotas altimétricas apresentam considerável

desnível do ponto mais baixo, no leito do Riacho Chafariz no extremo Oeste, até o ponto mais alto na serra de Santana na porção Sul. Com equidistância de 40m, as curvas de nível do mapa planialtimétrico representam as diferenças topográficas existentes no terreno, sobretudo, no desnível da ruptura entre o Planalto e a Depressão, com diferenças na dissecação do relevo e no encaixe da drenagem.

A maior parte das cotas representam níveis entre 200 e 400 m, com porções festonadas e dissecadas entre 400m e 500m, a partir de onde se projetam os níveis que se elevam até máximos acima de 900 m. A relação entre localização, posicionamento, condições de acesso fornece uma primeira aproximação ao empírico, sobretudo no que se refere aos percursos realizados nos trabalhos de campo (Mapa 2)

A teoria com a qual o presente projeto está correlacionado é a TGS - Teoria Geral dos Sistemas Ludwig Von Bertalanffy para quem, sistema é um “[...] conjunto de elementos em interação.” De acordo com o autor, em primeira aproximação ela pode parecer vaga, contudo atinge alta complexidade conforme sejam introduzidas condições mais especificadas no sistema, a ponto de admitir combinações de elementos – “[...] complexo de elementos em interação” (BERTALANFFY, 2009).

A noção de sistema é norteadora para uma visão de conjunto e interdependência. Na concepção de Christofletti (1979) sistema é “[...] o conjunto dos elementos e das relações entre si e entre seus atributos.” Não há linearidade no encadeamento dos elementos e relações do sistema, ou ligação sequencial entre o sistema maior – o universo e os subsistemas. Através do mecanismo de retroalimentação, um subsistema desempenha influências sobre os demais e sobre o maior, em interação com o todo.

Nos estudos ambientais é uma perspectiva bastante utilizada para a compreensão de diferentes relações e suas repercussões, conforme afirma Tricart (1977): “[...] conjunto de fenômenos que se processam mediante fluxos de matéria e energia.” Dos fluxos são geradas relações de dependência mútua entre os fenômenos e, por essa razão, o sistema apresenta propriedades e dinâmica, que lhe são inerentes.

Da TGS foram desenvolvidas várias outras teorias, hipóteses e conceitos nos mais variados ramos do conhecimento, inclusive na Geografia. A principal contribuição da teoria na Geografia foi o desenvolvimento de bases para análise integrada da paisagem.

Nesse sentido, Souza (2000) demonstra que estudos em Geografia física alcançam grande eficiência na avaliação dos recursos naturais por meio da definição de unidades de paisagem em bases sistêmicas, ressaltando a natureza de seu funcionamento, fundamentado em Bertrand (1972). Na concepção geossistêmica destaca-se a integração associativa do complexo geográfico e a dinâmica do conjunto geoambiental.

Os elementos são compreendidos e agrupados por características comuns: “potencial ecológico”, que corresponde aos componentes abióticos – rochas, relevos, climas e hidrodinamismo. As associações de solos funcionam como uma interface entre o grupo anterior e a “exploração biológica”,

correspondente aos componentes bióticos, ou seja, a vegetação e a fauna. Por último, a “ação antrópica”, hoje preferencialmente entendida como a atuação das atividades socioeconômicas ou produção social.

A avaliação sistêmica de áreas degradadas tem sido realizada a partir da análise ecodinâmica proposta por Tricart (1977) e Geossistêmica de Bertrand (1972), conforme as adaptações de Souza (2000). A avaliação se baseia no estado de conservação do ambiente inferido a partir do aspecto visual da cobertura vegetal e dos sinais morfogenéticos e pedogenéticos.

De igual modo, a teoria da Sucessão Ecológica ajuda a explicar a dinâmica recorrente na formação ou após distúrbios no ambiente. De acordo com Odum (1988) a sucessão abrange mudanças na estrutura de espécies e processos de determinada comunidade ao longo do tempo. Ela resulta da modificação do ambiente físico pela comunidade e de interações de coexistência em nível de população biológica.

Em geral, a sucessão pode ser concebida em duas circunstâncias: Sucessão primária - quando ocorre em local ou substrato previamente desocupado; e Sucessão secundária - quando ocorre em local ocupado por uma comunidade pré-existente. O conceito de sucessão ecológica está ligado à tendência natural em estabelecer um novo desenvolvimento das comunidades biológicas, de acordo com as condições locais (REIS, ZAMBOMIN e NAKAZONO, 1999).

O modelo de sucessão secundária pode explicar o comportamento das comunidades vegetais naquelas áreas mais degradadas do semiárido, concebidas como em processo de desertificação. Por degradação, entende-se a redução dos potenciais recursos renováveis por uma combinação de processos agindo sobre a terra (ARAÚJO, ALMEIDA & GUERRA, 2009). E a recomposição ambiental seria o processo dinâmico de aparecimento de comunidades biológicas, cada vez mais complexas, de forma espontânea ou induzida.

No contexto da "desertificação", a degradação mais expressiva é essencialmente a erosão, concebida enquanto processo de desgaste das superfícies com a retirada e transporte de partículas. Relaciona-se com a fragmentação mecânica e química das rochas, mas também com a remoção superficial ou subsuperficial dos produtos do intemperismo. A atuação erosiva

mais frequente nas zonas degradadas do semiárido diz respeito à laminar, em filetes e em torrentes, por meio do escoamento superficial (BIGARELLA, 2003; CEARÁ, 2010).

As manifestações de degradação das terras pelo uso ou por razões climáticas são atualmente qualificadas por desertificação. No Brasil, Áreas susceptíveis ao processo – ASD's – foram delimitadas por um critério climático, conforme as orientações da Convenção das Nações Unidas de Combate à Desertificação - UNCCD. Áreas que possuam clima semi-árido (300-800mm/ano); sub-úmido seco (800-1000mm/ano), com índice de aridez entre 0,20 e 0,65; ou áreas contíguas que não se enquadrem nesses critérios, mas sejam afetadas por secas e apresentem características de degradação semelhantes às das ASD's também são consideradas como tal (MMA, 2004; BRASIL, 2007).

Entende-se por desertificação "a degradação da terra nas zonas áridas, semiáridas e sub-úmidas secas, resultante de vários fatores, incluindo as variações climáticas e as atividades humanas" (MMA, 2004). Essa definição tem norteado a maior parte dos estudos sobre o tema, e portanto, será a base conceitual para a análise e crítica da presente proposta.

## 6.2 HIDROCLIMATOLOGIA E MORFODINÂMICA ATUAL

Uma das formas mais recorrentes de identificar o Nordeste ainda é associá-lo ao seu patrimônio paisagístico, especialmente a paisagem semiárida. Apesar de toda a complexidade socioambiental, o clima protagonizou várias definições sobre o que é a região Nordeste. Esse hábito não é fruto do acaso, mas produto da processualidade histórica, em que os rearranjos sócioeconômicos e culturais produziram a noção regionalista gestada na transição império/república brasileira. O discurso de adversidade climática foi legitimado tanto na política quando em uma vasta produção intelectual, que é responsável pelo modo como o Nordeste permanece sendo identificado (ALBUQUERQUE JÚNIOR, 2011. p.75).

Aquém de sua singular complexidade o clima semiárido foi, e ainda é, responsabilizado por diversos males produzidos pela (des)organização social. Proveniente de uma interpretação parcial sobre o movimento da realidade, tal

visão reservou, quase que exclusivamente, ao clima a responsabilidade pelos fracassos de um modo de produção excludente por natureza, materializado por meio de sistemas produtivos incompatíveis com as características ambientais.

É fundamental reconhecer que o conhecimento científico é movido por interpretações conceituais parciais e historicamente produzidas. A descrição técnica do arranjo ambiental não é uma narrativa neutra, mas resultante das opções metodológicas de investigação. Neste sentido, busca-se uma abordagem sobre os aspectos hidroclimatológicos e a morfodinâmica da área de estudo sem, contudo, transmitir um tom de fatalismo climático. No que toca a degradação ambiental, é necessário distingui-la enquanto produto das relações sociais e o modo como o clima é incorporado nesta análise.

Frequentemente, a seletividade ideológica e o modo de exposição científica da dinâmica climática supervaloriza a condição de semiaridez para além de um fato objetivo, que requer adaptação. Por esta razão, o presente texto destina-se a discorrer tecnicamente sobre a dinâmica ambiental, mas também sobre a prioridade atribuída a alguns de seus fatores. Para isso, utilizou-se importantes contribuições da geografia física sobre a dinâmica hidroclimatológica, em paralelo a reflexões sobre o fatalismo climático cultural.

Cabe ainda comentar sobre a recorrente idealização de condições ambientais "ótimas" para ocupar e produzir, que segregam o domínio semiárido a uma posição de inviabilidade. Isso decorre de um modo de pensá-lo sob um prisma alheio às suas características intrínsecas. Portanto, a idealização de algo que não sejam as características próprias e reais do domínio semiárido impede priorizar suas potencialidades e possibilidades.

Para que sejam superados tais estigmas historicamente construídos, é imprescindível a exposição da dinâmica climática e ambiental desde um ponto de vista diferente. Ou seja, concebê-la tal como é, sem o ranço de como se desejou que viesse a ser o clima: úmido, regular e invariável do ponto de vista espaço-temporal. É fundamental convergir o entendimento do clima semiárido para o que ele é em si - o produto de um complexo - e não a desventura da sorte.

Longe de ser um infortúnio antropocêntrico indelével, a ocorrência do clima semiárido brasileiro advém da dinâmica complexa de fatores exógenos ao

planeta Terra e das interações atmosféricas globais em circulação. Faz-se necessário, no entanto, relacionar alguns fatores em macro escala e a circulação atmosférica regional, que dentre outros espaços semiáridos na faixa tropical, consolidou o clima semiárido do Nordeste seco, sobre o que contribuíram diversos autores (AB'SÁBER, 1974; NIMER, 1979; CONTI, 1995; MOLION & BERNARDO, 2002; SOUZA, 2005; CÂMARA & LIMA (2011); LINS & JATOBÁ, 2013; ANDRADE & LINS, 2013).

Na década de 1970 Ab'Sáber expressou, em um de seus textos mais conhecidos, a excepcionalidade da zona seca do Brasil. Há muito mais tempo inquietações eram manifestadas a respeito de sua dinâmica ambiental, com ênfase em suas singularidades climáticas. Entretanto, com uma visão ampliada, Ab'Sáber (1974) afirmou que embora não seja o único no conjunto continental sulamericano, uma complexa interação atmosférica justifica sua ocorrência atípica em um quadrante predominantemente úmido circundante.

. Apesar de sua singularidade, o semiárido brasileiro soma-se a outros espaços secos na América do Sul continental: o Chaco seco argentino; o Golfo de Guayaquil equatoriano e chileno; a zona semiárida colombiana de Guajira e a faixa caribenha venezuelana. Ele está situado em posição marginal em relação a outros ambientes de climas semiáridos ou áridos, tropicais ou subtropicais; por suas dimensões, é considerado um clima azonal de expressão regional (AB'SÁBER, 1974; 2003).

Há também casos oceânicos, em que as influências se fazem notar pelo considerável volume de águas frias, tanto no Atlântico, quanto no Pacífico tropicais. Sob a influência do Anticiclone do Atlântico sul estão a Ilha de Santa Helena, Loanda (Angola), os arquipélagos de Ascensão e Fernando de Noronha, além de Port Nolloth (República Sulafricana) a 29° e Luderitz (Namíbia) a 26°. As correntes oceânicas frias no Pacífico tropical somam-se ao fluxo anticiclônico da célula de Humboldt, influenciando o clima na Ilhas Malden e Candon (República de Kiribati), arquipélago de Galápagos (Equador), ilha de San Cristóbal, Antofagasta e Arica (chile) e Callao (Peru) (CONTI, 1995. p.78).

Nas baixas latitudes, as massas de ar atuantes são influenciadas pelo movimento de outras massas na circulação global e tendem a acompanhar a circulação oceânica (movimento dos alíseos). Elas apresentam camadas superiores quentes e secas, e inferiores frias e úmidas, ocasionando forte

inversão térmica. Ocorre, portanto, menor transferência de energia para atmosfera e redução da altura do nível da inversão térmica e da camada úmida, em função das temperaturas mais baixas ao nível do mar. Durante o deslocamento para as baixas latitudes o estrato úmido da massa de ar é aquecido gradativamente pela radiação solar, reduzindo a umidade relativa e produzindo tempo mais estável à superfície (NIMER, 1979; CONTI, 1995).

A massa de ar Equatorial atlântica é alimentada pelo fluxo dos ventos alísios boreais e austrais, os quais conduzem o calor proveniente dos centros de alta pressão atmosférica sub-tropicais do Atlântico Norte e Sul. O fluxo dos ventos alísios adquirem movimento convectivo ascensional nas zonas de baixas pressões equatoriais por efeito térmico (ANDRADE & LINS, 2012. p.113).

Acirculação geral atmosférica proporciona ao Nordeste brasileiro uma heterogeneidade climática sem paralelo com outras regiões brasileiras.

Assim como outras da faixa tropical, a ocorrência do clima semiárido está condicionada fortemente por sua posição continental, onde se em relação à influência oceânica de altas pressões atmosféricas desta faixa. O giro anticiclônico da massa oceânica do Atlântico sul transfere águas frias, por meio da corrente de Benguela, da zona extratropical sul-africana para as baixas latitudes. No percurso, a corrente influencia as costas Africana e brasileira, incluindo os arquipélagos e ilhas supracitados até alcançar os Estados do Rio Grande do Norte e Ceará (IBGE, 1985; CONTI, 1995).

O balanço termodinâmico entre os oceanos Atlântico e Pacífico tropicais desempenha papel regulador e influencia o movimento das massas de ar que atuam no Nordeste. Esta região corresponde a uma zona de dissipação de diversas correntes atmosféricas instáveis, ao se aproximarem das referidas divergências anticiclônicas. Atuam quatro sistemas atmosféricos em interação, provenientes de quatro direções: correntes perturbadas advindas de Norte, Leste, Sul e Oeste. (NIMER, 1979; IBGE, 1985; MOLION & BERNARDO, 2002; SOUZA, 2005).

Componentes fisiográficos e anomalias atmosféricas, tais como *El Niño* e *La Niña* também podem influenciar a frequência, a distribuição espacial e a intensidade dos ventos no Nordeste brasileiro. Os Vórtices anti-ciclônicos

podem alterar as condições do tempo durante dias, podendo atuar de novembro a fevereiro ao alterarem sua posição (CÂMARA & LIMA, 2011).

Para Andrade e Lins (2012, p.117) a massa de ar tépido Calaariano tem uma influência essencial na ocorrência do clima semiárido do Nordeste brasileiro. De acordo com os referidos autores, aquela massa é contígua ao centro de alta pressão do Atlântico sul e é aquecida no percurso até as baixas latitudes. O ar tépido Calaariano é proveniente do flanco oriental do anticiclone, que no inverno austral dilata-se sobre o deserto do Kalahari, com influência direta sobre o Nordeste brasileiro. Durante o deslocamento, a massa de ar é aquecida moderadamente pelo contato com a corrente oceânica de Benguela. Mantém em todo o seu percurso, a camada de inversão que caracteriza a estrutura vertical dos alísios de sudeste, que se levanta desde a costa do Kalahari até o Nordeste brasileiro, proporcionando ar estável. Quando esse ar adentra o continente mais aquecido que o oceano, a umidade relativa é reduzida desde a costa oriental até a zona nuclear das depressões sertanejas (ANDRADE & LINS, 2012. p.117).

A estabilidade do ar Calaariano é mantida graças a uma camada de inversão ao longo do ano, que inibe a formação vertical de nuvens. O plano de inversão dessa massa de ar é elevada no início do percurso, desde o nível solo no Kalahari, até mais de 2.000m na zona sub equatorial. Com o deslocamento, a temperatura aumenta e a umidade diminui, na medida em que o ar sobe, mantendo-se límpido e conduzindo características de aridez. Na medida em que a camada de inversão se amplia, o gradiente é enfraquecido (ANDRADE & LINS, 2012. p.120).

Os mesmos autores ainda apontam a participação do ar tépido atlântico, que difere do ar Calaariano, basicamente quanto à sua origem oceânica e à camada de inversão térmica na zona de origem a mais de 500m de altitude, ao contrário do segundo em que se encontra ao nível do solo. Por seu turno, a direção com que o ar tépido atlântico alcança a costa brasileira varia de NE a NO, conforme mova-se a dilatação sazonal do anticiclone do atlântico Norte. No inverno, quando o anticiclone se dilata, o seu setor ocidental se faz secante ao continente, os ventos incidem no sentido N-NO, seguindo em sentido oposto aos alísios propriamente ditos. Por isso, também são denominados alísios de retorno (ANDRADE & LINS, 2012. p.119).

O sistema atmosférico responsável pela maior parte das precipitações no semiárido brasileiro é a Zona de convergência inter-tropical. Seu posicionamento mais frequente se encontra a 5° N, em condições de simetria com centros de altas pressões dos dois hemisférios. Durante o verão e outono austrais, a confluência dos ventos alísios NE e SE formam um movimento ascendente do ar com grande quantidade de vapor d'água. Em altitude, os ventos esfriam, originando nuvens cumulonimbos, assim proporcionam intensas precipitações no Nordeste meridional, durante o deslocamento da ZCIT. O ápice do deslocamento ocorre entre março e abril quando, em geral, são registrados os maiores volumes de precipitação. Podem ocorrer antecipações ou atrasos ocasionados por deslocamento reduzido, com implicações diretas na duração da estação chuvosa (NIMER, 1979; SOUZA, 2000; SOUZA, 2005).

A Oeste do Semiárido também ocorre influência da massa Equatorial continental. Ela tem propriedades semelhantes às da Equatorial atlântica, mas sua origem, comportamento anual e área de expansão são diferentes. Trata-se de uma massa de ar gerada especialmente sobre a massa florestal amazônica, onde há temperaturas e umidade relativa consideradas elevadas. Ao longo do ano, a Equatorial continental se expande ou se retrai por quase a totalidade do Brasil, mas é entre dezembro e fevereiro quando pode atuar com instabilidades no flanco ocidental do Nordeste (ANDRADE & LINS, 2012. p.115).

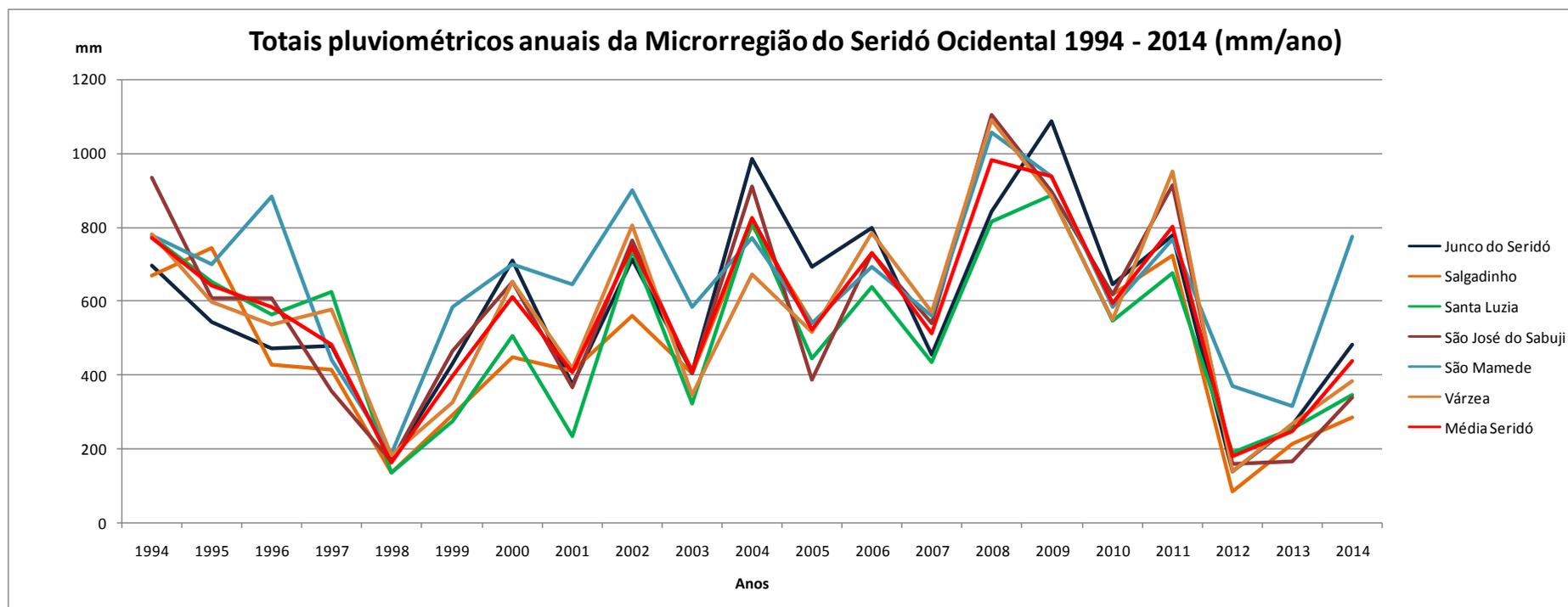
### **Regime hídrico**

O regime de precipitações da área de estudo está condicionado, especialmente, ao deslocamento sul da ZCIT, em meados do verão ao outono. A expansão máxima se dá no mês de março, em conformidade com a tendência do porção setentrional nordestina. O Seridó ocidental paraibano está localizado entre 6°S e 7°S, dentro da isoietas 500mm/ano, até onde são reduzidos os volumes de chuva, desde as zonas limítrofes do Domínio semiárido.

Os registros pluviométricos disponíveis igualmente para os seis postos existentes no Seridó ocidental, atualmente compreendem séries de 20 anos (1994-2014). Dentre outras informações, os totais anuais foram utilizados para

representação do regime de precipitações e o cálculo da média para as últimas duas décadas. A variação dos valores demonstra igualmente a já bem conhecida variação espaço-temporal das precipitações do clima semiárido (Gráfico 1).

**Gráfico 1– Séries históricas de precipitação dos municípios da microrregião do Seridó ocidental entre os anos de 1994 e 2014.**



Fonte AESA.

A faixa da Depressão Sertaneja paraibana e norte riograndense, em contato imediato com o Planalto da Borborema, juntamente com as imediações centro-ocidentais deste, registram as menores médias areolares anuais de precipitação no país. Contudo, dentro da isoieta de 500mm, mas fora do Seridó ocidental é possível identificar zonas nucleares com médias pouco superiores a 300mm/ano. Correspondem a particularidades da circulação no platô do Planalto, associada à influência do relevo nos municípios de Cabaceiras, Algodão de Jandaíra e Barra de Santana.

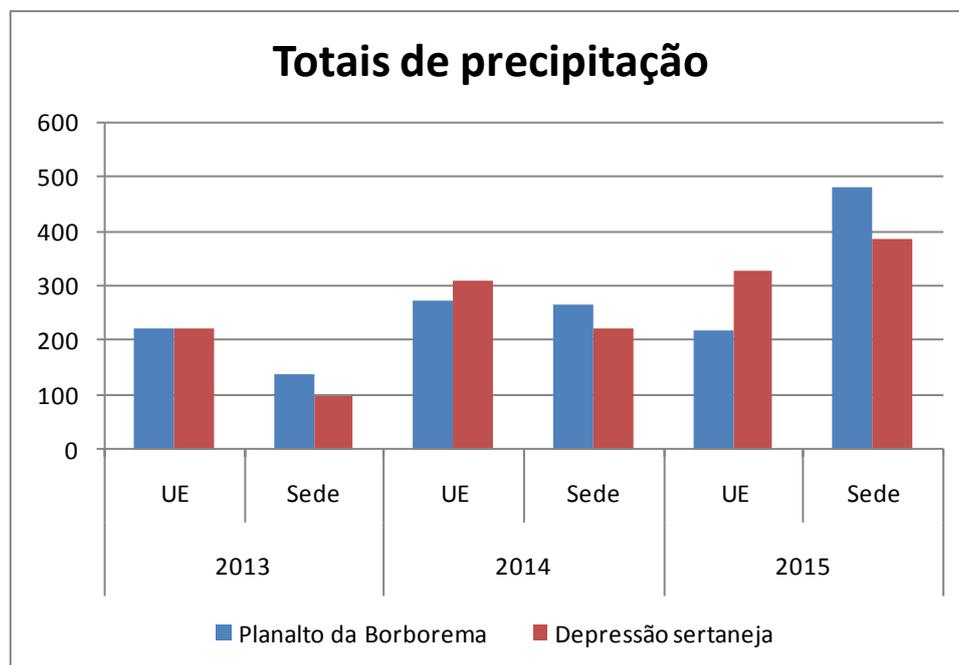
É possível identificar efeito semelhante na área de estudo, ocasionado pelas cristas residuais na borda do Planalto. A média registrada à barlavento do conjunto de cristas, no posto pluviométrico de Junco do Seridó (Planalto da Borborema) é um pouco superior àquelas compreendidas nas áreas adjacentes. Assim como a média tende a aumentar, na medida em que os postos estejam afastados desta zona, a exemplo do limite Leste da área de estudo, onde as médias chegam a 650mm/ano (Mapa 4).

### **Precipitações atípicas e estiagens prolongadas: o ciclo 2002-2015.**

A presente pesquisa foi realizada em meio a uma sequência de anos secos, nos quais é possível constatar, não somente variações intra-anuais, como também, variações espaciais consideráveis a curtas distâncias. Do ponto de vista fenológico, o que mais importa aos resultados da investigação, a variabilidade não se apresenta como grande obstáculo. Já do ponto de vista do abastecimento à população, a precipitação abaixo da média na sequência de quatro anos secos deixou em evidência a frágil infraestrutura hídrica.

Quando se estabelece ATSM+ no Atlântico Norte tropical, a pressão atmosférica naquela zona diminui e os alísios NE se enfraquecem. Simultaneamente, se no Atlântico Sul tropical estabelecerem-se ATSM-, a tendência é que a pressão atmosférica aumente e fortaleça os efeitos do anticiclone do Atlântico Sul. Desse modo, os alísios de SE ganham força e a ZCIT não se posiciona mais a Sul, impossibilitando o regime mais intenso das precipitações em vários quadrantes do Nordeste seco (JATOBÁ, 2015. p. 130).

**Gráfico 2- Variação do volume de chuvas registradas nas sedes municipais e nas unidades experimentais do Planalto da Borborema e Depressão Sertaneja, de 2013 a 2015.**



Fonte: (Pesquisa).

### Variabilidade interanual

O cálculo de variabilidade interanual da precipitação revelou oscilações em torno da média consideradas altas por Hare (1992) e Sales Zanela e Oliveira(2015).

**Tabela 3** Variabilidade intra-anual da precipitação para os municípios do Seridó ocidental paraibano. P - precipitação; DEP - desvio padrão; CV - Coeficiente de variação.

| Posto              | P média | DEP   | CV % |
|--------------------|---------|-------|------|
| Junco do Seridó    | 578,3   | 243,4 | 42,1 |
| Salgadinho         | 458,5   | 206,8 | 45,1 |
| Santa Luzia        | 517,3   | 228,0 | 44,1 |
| São José do Sabuji | 575,7   | 271,4 | 47,1 |
| São Mamede         | 655,2   | 209,2 | 31,9 |
| Várzea             | 572,8   | 247,1 | 43,1 |

Fonte: AESA.

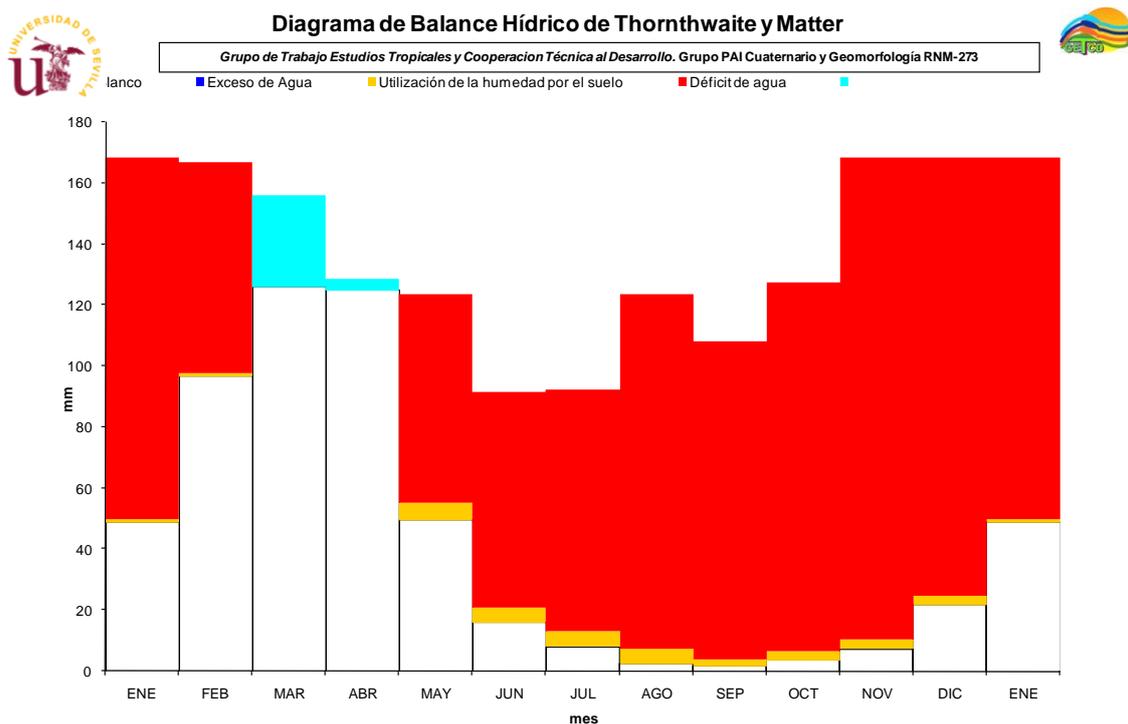
### Balanço Hídrico

Foi realizado o cálculo do balanço hídrico das unidades experimentais, com maior interesse nos valores de (ETP) evaporação potencial e (ETR) Evaporação real. A UE da depressão sertaneja apresentou médias de temperatura mais elevadas, por consequência, ETP mais elevada. O que se

refletiu claramente no ciclo de vida das comunidades herbáceas: 3 meses para a depressão sertaneja e até 5 meses para o Planalto da Borborema.

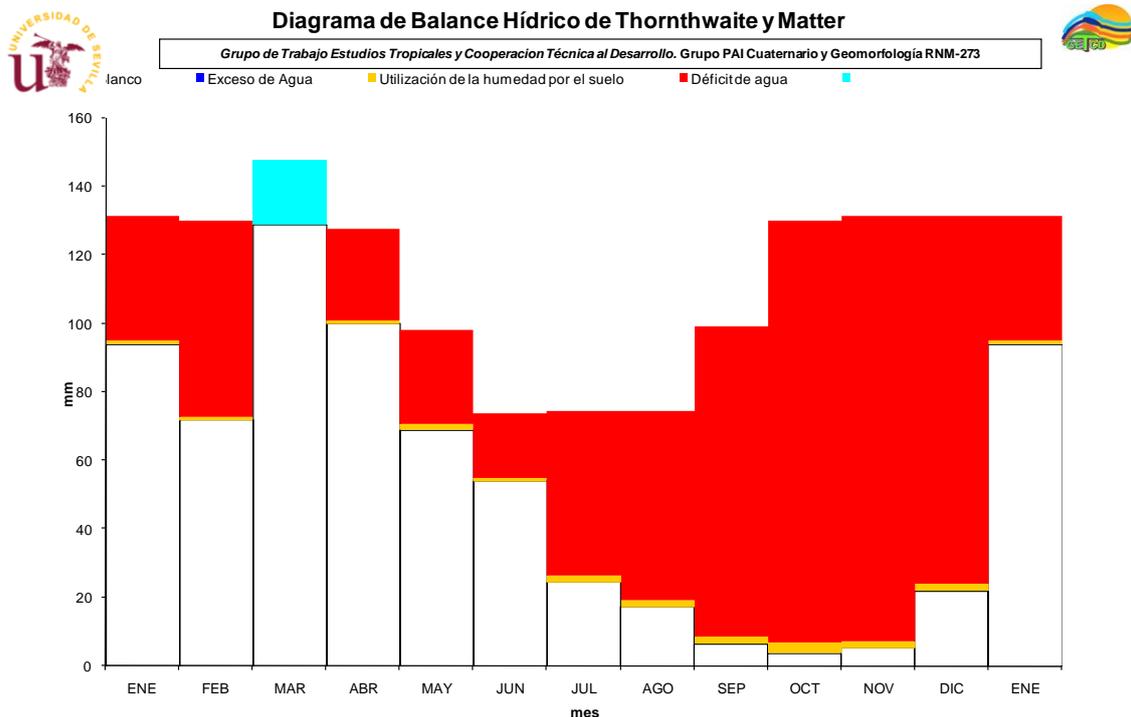
A diferença altimétrica não proporciona incrementos consideráveis na precipitação, mas seus efeitos são perceptíveis na comparação da fenologia das herbáceas dos dois sistemas ambientais.

**Gráfico 3– Diagrama de balanço hídrico calculado para a Unidade Experimental do Planalto da Borborema.**



Fonte: AESA; Cámara & Días.

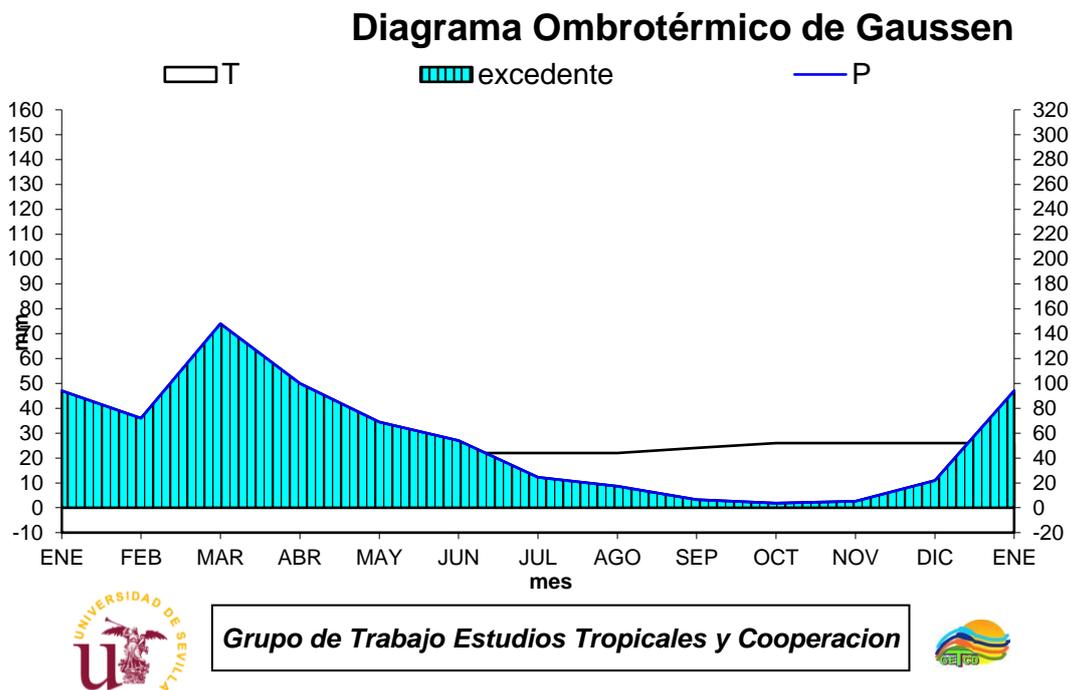
**Gráfico 4 - Diagrama de balanço hídrico calculado para a Unidade Experimental da Depressão Sertaneja.**



Fonte: AESA; Cámara & Días.

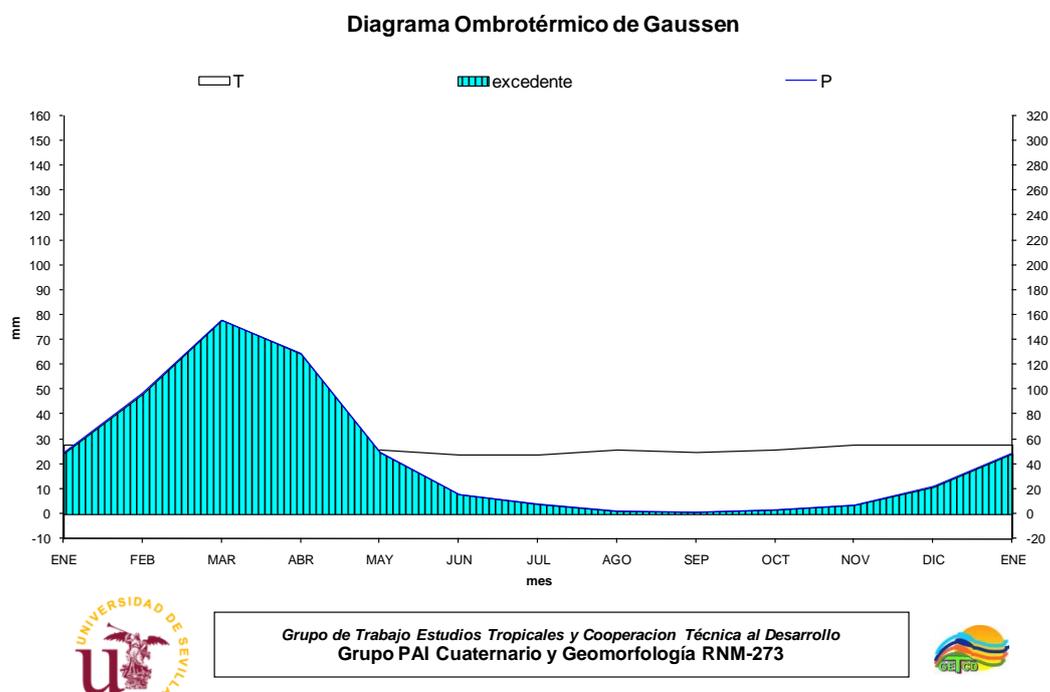
O diagrama ombrotérmico de Gausse identifica os períodos de aridez quando a precipitação é duas vezes inferior à temperatura média. Neste sentido, percebe-se que a UE do Planalto da Borborema possui 6 meses secos, enquanto a da Depressão Sertaneja possui 8, o que justifica o ciclo mais curto das comunidades herbáceas deste sistema ambiental.

**Gráfico 5- Diagrama ombrotérmico da Unidade Experimental do Planalto da Borborema**



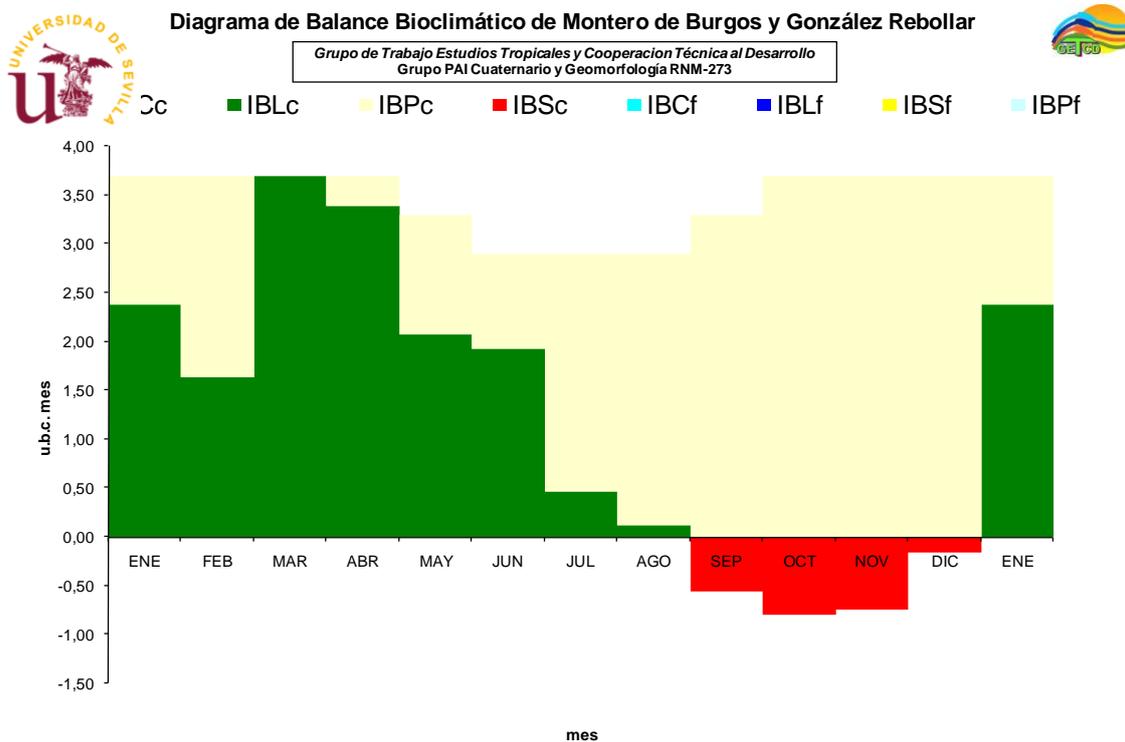
.Fonte: AESA; Cámara & Días.

**Gráfico 6 - Diagrama ombrotérmico da Unidade Experimental da Depressão Sertaneja**



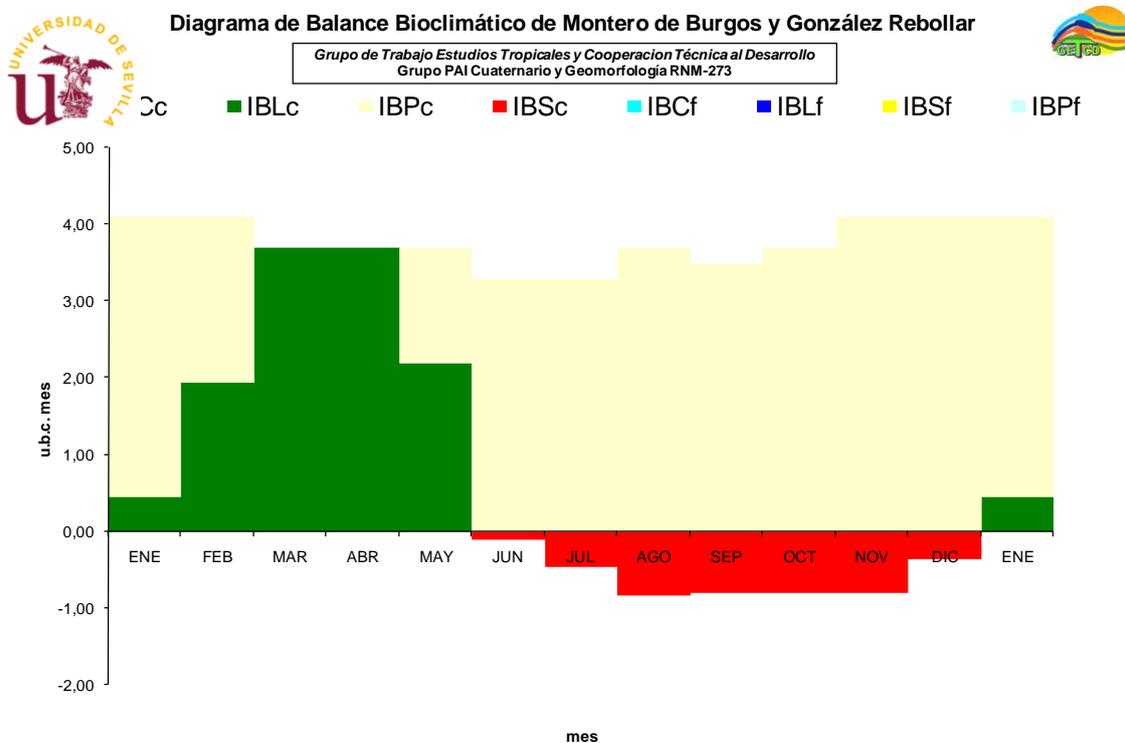
Fonte: AESA; Cámara & Días.

Gráfico 7–Diagrama ombrotérmico da Unidade Experimental da Depressão Sertaneja



Fonte: AESA; Cámara & Días.

Gráfico8–Diagrama ombrotérmico da Unidade Experimental da Depressão Sertaneja



Fonte: AESA; Cámara & Días.

## 6.4 INTERAÇÕES BIOLÓGICAS E GEOECOLÓGICAS

De acordo com Ab' Sáber (2003) o espaço Semiárido brasileiro detém um domínio morfoclimático azonal de expressão regional, de acentuada originalidade climática, hidrológica e ecológica em seu contexto tropical. A peculiaridade climática rebate diretamente na disponibilidade hídrica, no bioma Caatinga e nas atividades socioeconômicas ligadas ao uso da terra. Tal peculiaridade exige uma abordagem específica no que se refere ao estudo da cobertura vegetal ou seu papel na compreensão do ambiente.

O recobrimento vegetal é o que melhor reflete as relações entre os componentes abióticos em diferentes combinações de padrões fisionômicos e florísticos específicos, conforme interaja o complexo ambiental (SOUZA, 2006. p. 130). Como tal, é necessário considerar que a vegetação assumiu características específicas, as quais foram determinadas pela dinâmica natural. Ela elaborou desde padrões adensados, arbustivo-arbóreos, ou até mesmo arbóreos; por seu turno, ocorrem aqueles relativamente espaçados, associados a plantas herbáceas, conforme atuem as relações ambientais.

A vegetação é considerada "espelho do clima", de modo que é entendida como a síntese fitogeográfica de fisionomia e de sua composição florística, resultantes de causas controladas - climáticas, geomorfológicas e hidrológicas. Naturalmente, o domínio das depressões interplanálticas e intermontanas formou-se em superfícies de nítida erosão, marcadas por: exposição do embasamento cristalino, intemperismo mecânico; solos relativamente rasos e pedregosos à mercê da severa erosão pluvial e da intensiva radiação solar; a drenagem é intermitente, comandada por precipitações concentradas, fundamentalmente, entre 3 e 4 meses que variam de 200mm a 800mm anuais; por conseqüência, predomina vegetação de caatinga - caducifólia, xerófila e tropófitica (FERNANDES, 1998. p.179).

A denominação Caatinga é de origem indígena e como tal, significa mata branca ou esbranquiçada, em referência tanto ao seu aspecto característico no período seco, como ao espaçamento aberto à luminosidade, e em oposição a matas fechadas e escuras. Processos degradacionais referidos à transição do período Terciário para o Quaternário modelaram as depressões sertanejas nordestinas, nas quais instalou-se posteriormente, uma flora xérica, que

compõem a vegetação nordestina. A Caatinga particulariza-se por ser xerófita, garranchenta, por vezes com presença de plantas espinhosas, suculentas ou afilas, com acentuado aspecto tropofítico, dada sua caducifolia nos períodos secos, e variam entre os padrões arbóreo e arbustivo (FERNANDES, 1998).

A caatinga é o tipo de vegetação nativa que cobre a maior parte do domínio do clima semiárido do nordeste brasileiro. Suas plantas apresentam características de adaptação à [...] “deficiência hídrica (caducifolia, herbáceas anuais, suculências, acúleos e espinhos, predominância de arbustos e árvores de pequeno porte, cobertura descontínua das copas)” (SAMPAIO & RODAL, 2002).

A flora da caatinga possui mecanismos de adaptação seletiva de suas plantas aos respectivos sistemas ambientais, caracterizada por uma resposta fisiológica ao estímulo do regime hídrico, em que é suspensa a atividade fotossintética e ativada uma acentuada caducifolia. No processo evolutivo da flora, houve também a seleção de mecanismos fisiológicos responsáveis pelo seu ajustamento ecológico, relacionado com a acumulação subterrânea de água e nutrientes. Desse modo, evidencia-se uma defesa adaptativa, de caráter comportamental, que garante a vitalidade ou sobrevivência das plantas no período seco, graças às reservas de água nos xilopódios e raízes tuberosas (FERNANDES, 1998).

Fisiologicamente, as plantas reagem à sazonalidade alternada de estações chuvosas e secas, cujos mecanismos conferem a cada período uma fisionomia de extrema distinção. Enquanto perdura a estação chuvosa o aspecto da paisagem se diferencia da outra estação pela marcante presença de biomassa foliar, a qual recobre o dossel das lenhosas e as herbáceas, mesmo naquelas áreas notadamente degradadas em que resistem uma ou outra planta. Ao fim da quadra das águas, a caducifolia é ativada e as folhas desprendem-se e precipitam-se ao solo como um sofisticado mecanismo que reduz a perda de água por transpiração e possibilita a travessia pelo estio.

Esse movimento merece uma atenção especial, como reação ao caráter sazonal das chuvas e de sua interrupção. Na medida em que a biomassa foliar seca e cai torna-se visível a biomassa lenhosa, enquanto as herbáceas sobrejazzem às superfícies, o que favorece a visibilidade dos solos. Em ambientes fortemente degradados a biomassa é reduzida ou ausente. Se o

critério utilizado nos mapeamentos sobre degradação e desertificação considera a proporção de solo exposto identificável por sensores remotos, a sazonalidade pode influir diretamente sobre a interpretação do significado dos padrões de recobrimento vegetal e de solo exposto.

Na análise da cobertura vegetal da área de estudo, optou-se pelo índice SAVI, por meio do qual é possível alcançar maior precisão em estudos sobre a Caatinga (MOREIRA, 2013). Mesmo com um índice preciso para este fim, foram processadas imagens Landsat TM 5 de dois períodos distintos: outubro de 1998 durante estiagem prolongada (pico da ausência de fitomassa) e maio de 2010, durante período regular (pico da presença de fitomassa).

A interpretação dos resultados indica que a sazonalidade da fitomassa e o índice utilizados são fatores essenciais para a compreensão das zonas de degradação da área de estudo. Mesmo em áreas conservadas a Caatinga manifesta caducifolia, fato que naturalmente pode conduzir à superestimação da degradação ambiental se adotado o critério solo exposto. Em campo, é perceptível que nem toda zona de solo exposto está, *a priori*, degradada e nem toda zona recoberta está conservada. Neste sentido, o conceito de degradação ambiental deve definir com clareza o fenômeno, para que se chegue a constatações práticas.

Depois do período seco de que 1998 participou, a microrregião vivenciou uma sequência de anos com chuvas acima da média e até excepcionais, de 2004-2011. É notório o aumento da participação da fitomassa em relação aos dois períodos (Mapas 6 e 7).

Neste procedimento técnico não é possível a distinção dos padrões fisionômicos, cabendo agora, apenas a compreensão de que a cobertura vegetal responde consideravelmente no período chuvoso. Na classe solo exposto estão incluídos os centros urbanos, afloramentos de rocha e demais alvos que não se comportem radiometricamente como a vegetação. Há que considerar também que até mesmo o estrato herbáceo é captado com o índice SAVI, o que amplia a quantidade de cobertura vegetal representada.

Boa parte da área da depressão sertaneja apresenta associações de Caatinga arbustiva e herbácea; ora a primeira predomina, ora a segunda. É possível afirmar também que mesmo nas zonas de solo exposto há presença de vegetação rala, cuja captação não é possível em virtude da resolução espacial da imagem, precisão do sensor e do índice. Estas zonas, de fato, representam a maior expressão da degradação ambiental produzida pelo uso da terra e estão sujeitas à atuação dos processos erosivos.

É possível questionar-se se, efetivamente, o Seridó ocidental detenha degradação substancial (desertificação), dada a identificação realizada. A bem da verdade, os critérios comumente utilizados para interpretar o problema de um lado necessitam de maior rigor, de outro, beiram o catastrofismo. De modo preliminar, entende-se que a área de estudo possui sinais de intensa degradação ambiental, porém sob uma compreensão divergente da oficial.

## 7 EXPERIMENTAÇÃO: UM ESFORÇO NECESSÁRIO

As análises de solo indicam que apesar de degradados pelo uso, resguardam as características de alta fertilidade natural. Tal fato é comum em Luvisolos crômicos do Semiárido brasileiro, o que não elimina a necessidade de tratos cuidadosos em relação ao manejo e conservação. O solo do Planalto da Borborema apresentou as piores condições de Fósforo, Sódio, pH e M.O; o da Depressão Sertaneja apresentou teores considerados bons, exceto para Nitrogênio e M.O (Tabela 4).

**Tabela 4– Teores dos principais elementos, pH e M.O. dos solos estudados do Planalto da Borborema e Depressão Sertaneja.**

| Elemento    | Planalto da Borborema |         | Depressão Sertaneja |          |
|-------------|-----------------------|---------|---------------------|----------|
|             | mg dm <sup>3</sup>    | Kg ha   | mg dm <sup>3</sup>  | Kg ha    |
| <b>P</b>    | 8                     | 16      | 51,6                | 103,2    |
| <b>K</b>    | 183,77                | 367,54  | 183,77              | 367,54   |
| <b>Ca</b>   | 460,92                | 921,84  | 1601,196            | 3202,392 |
| <b>Mg</b>   | 850,34                | 1700,68 | 547,78              | 1095,56  |
| <b>Na</b>   | 568,1                 | 1136,2  | 55,2                | 110,4    |
| <b>pH</b>   | 4,8                   |         | 6,3                 |          |
| <b>N</b>    | 0,09                  |         | 0,09                |          |
| <b>M.O.</b> | 1,68%                 |         | 1,70%               |          |

Fonte: (CARDINS, 2015).

Ambos apresentam-se mineralizados dada as características naturais, e possivelmente também pelo escoamento superficial. Requerem, deste modo, a recuperação da matéria orgânica. No caso do solo do planalto, o teor de sódio merece maiores cuidados.

Outro cuidado essencial é a melhoria das condições físicas em decorrência do encrostamento e capacidade de infiltração reduzida. Nas condições de

degradação em que se encontram e sem os devidos cuidados, mesmo com boa fertilidade natural os solos tendem à instabilidade.

Os resultados preliminares apontam para uma gradativa recuperação.

### **Interpretação das análises químicas do substrato**

A finalidade de utilização do esterco, além de recompor nutrientes foi a de incorporar sementes nas parcelas, portanto decidiu-se combinar o de caprinos, ovinos e bovinos, de acordo com a disponibilidade local. A proporção foi de 50% de bovinos, 50% e caprinos para o Planalto da Borborema; e 50% de bovinos e 50% de ovinos para a Depressão Sertaneja. Nesse sentido, buscou-se o reaparecimento de espécies, especialmente herbáceas, que compõem a dieta dos ruminantes e que representam a flora do sítio ecológico.

Foram analisadas duas amostras de esterco bovino, uma de caprino e uma de ovino. Os resultados de laboratório revelaram as seguintes características (Anexo 1):

Os materiais apresentaram teores de pH elevado, sempre acima de 7 e a maioria acima de 8, o que pode representar tendência de alcalinizar os solos. O pH mais elevado foi do esterco ovino e o mais baixo foi do caprino. De maneira geral, os solos do Semiárido possuem pH alcalino em decorrência da concentração de sais e do regime hidro-climatológico, portanto os teores apresentados merecem cuidado.

Os teores de Fósforo e Potássio podem ser considerados elevados. Para fins de fertilidade dos solos teores acima de  $15 \text{ mg/dm}^3$  de P e  $60 \text{ mg/dm}^3$  de K são considerados altos. Em relação aos demais, o esterco caprino apresenta maiores teores dos dois elementos, ele contém quase o dobro de Fósforo. Para o presente estudo o esterco caprino tornou-se de grande importância, pois em regra, os teores de Fósforo são baixos nos solos do Semiárido, constituindo-se em fator limitante para a produção agrícola. É imprescindível, portanto, a reconstituição de P para a recuperação ambiental.

Os teores de sódio são considerados baixos, assim como os teores de hidrogênio e alumínio que são praticamente zero em todas as adubos. Isso ajuda a explicar o teor alcalino dos materiais.

Teores acima de  $4\text{cmol/dm}^3$  são considerados altos nos solos. Neste sentido, os teores de Ca e Mg dos esterco são consideráveis e acrescentaram macronutrientes essenciais ao desenvolvimento das plantas em boas quantidades.

A soma de bases, a capacidade de troca catiônica e o valor V, são teores elevados o que representa uma boa capacidade de troca de cátions das partículas dos adubos. A aplicação do esterco nos solos permitirá maior adsorção de nutrientes nas partículas do solo, e conseqüentemente, uma maior fertilidade.

Os teores de M.O das amostras de esterco são elevados, em torno dos 20%. O valor considerado ideal para os solos é de 5 %, por outro lado, os valores elevados são benéficos na recuperação de solos minerais degradados, cujo restabelecimento necessariamente perpassa a reconstituição da M.O.

As análises químicas revelaram que estes materiais não representam importância para correção do solo, porém contribuem para melhorias da textura, sobretudo, sobre o horizonte textural do Luvisolo (Tabela 5).

**Tabela 5–Teores dos principais elementos contidos no substrato incorporado aos solos em estudo do Planalto da Borborema e Depressão Sertaneja**

| Planalto da Borborema |                    |         |                    |         |                    |         |                    |        |                    |        |                |
|-----------------------|--------------------|---------|--------------------|---------|--------------------|---------|--------------------|--------|--------------------|--------|----------------|
| Elemento              | Esterco bovino     |         | Esterco caprino    |         | Rejeito do Caulim  |         | Areia              |        | Total              |        | Total aplicado |
|                       | mg dm <sup>3</sup> | Kg ha   | mg dm <sup>3</sup> | Kg ha   | mg dm <sup>3</sup> | Kg ha   | mg dm <sup>3</sup> | Kg ha  | mg dm <sup>3</sup> | Kg ha  | Kg             |
| P                     | 399                | 798     | 719                | 1438    | 52,8               | 105,6   | 10,7               | 21,4   | 780,85             | 2363   | 472,6          |
| K                     | 2629               | 5258    | 2986               | 5972    | 179,86             | 359,72  | 35,19              | 70,38  | 5037,05            | 11660  | 2332,02        |
| Ca                    | 1202,4             | 2404,8  | 1222,44            | 2444,88 | 464,928            | 929,856 | 40,08              | 80,16  | 3490,97            | 5859,7 | 1171,9392      |
| Mg                    | 854                | 1708    | 1061,4             | 2122,8  | 195,2              | 390,4   | 50,02              | 100,04 | 1489,62            | 4321,2 | 864,248        |
| Na                    | 464,6              | 929,2   | 600,3              | 1200,6  | 588,8              | 1177,6  | 6,9                | 13,8   | 4054,9             | 3321,2 | 664,24         |
| pH                    | 8,37               |         | 7,78               |         | 6,8                |         | 5,3                |        | 7,0625             |        | -              |
| M.O                   | 20%                |         | 18%                |         |                    |         |                    |        |                    |        |                |
| Depressão sertaneja   |                    |         |                    |         |                    |         |                    |        |                    |        |                |
| Elemento              | Esterco bovino     |         | Esterco ovino      |         | Rejeito do Caulim  |         | Areia              |        | Total              |        | Total aplicado |
|                       | mg dm <sup>3</sup> | Kg ha   | mg dm <sup>3</sup> | Kg ha   | mg dm <sup>3</sup> | Kg ha   | mg dm <sup>3</sup> | Kg ha  | mg dm <sup>3</sup> | Kg ha  | Kg             |
| P                     | 326,16             | 652,32  | 391,19             | 782,38  | 52,8               | 105,6   | 10,7               | 21,4   | 780,85             | 1561,7 | 312,34         |
| K                     | 2775               | 5550    | 2047               | 4094    | 179,86             | 359,72  | 35,19              | 70,38  | 5037,05            | 10074  | 2014,82        |
| Ca                    | 1533,06            | 3066,12 | 1452,9             | 2905,8  | 464,928            | 929,856 | 40,08              | 80,16  | 3490,97            | 6981,9 | 1396,3872      |
| Mg                    | 628,3              | 1256,6  | 616,1              | 1232,2  | 195,2              | 390,4   | 50,02              | 100,04 | 1489,62            | 2979,2 | 595,848        |
| Na                    | 1444,4             | 2888,8  | 2014,8             | 4029,6  | 588,8              | 1177,6  | 6,9                | 13,8   | 4054,9             | 8109,8 | 1621,96        |
| pH                    | 8,6                |         | 8,68               |         | 6,8                |         | 5,3                |        | 7,345              |        | -              |
| M.O                   | 20%                |         | 20%                |         |                    |         |                    |        |                    |        |                |

Fonte: (CARDINS, 2015).

O substrato aplicou elevadas cifras de macronutrientes nos solos, merecendo cuidado especial em relação ao sódio e pH. Somente novas análises de acompanhamento poderão esclarecer os valores incorporados aos solos através do substrato.

## 7.4 LISTAGEM FLORÍSTICA

Os reflexos sobre a cobertura vegetal são perceptíveis, com manifestações de espaçamento e redução no porte entre comunidades lenhosas, mas também é possível identificar recobrimentos decorrentes de sucessão ecológica secundária. A distribuição espacial dos padrões de cobertura vegetal ocorrem com relativa heterogeneidade e diferentes combinações dos três estratos. Foram atribuídas quatro classes temáticas ao mapeamento, que distinguem os padrões e estado de conservação.

O classificador MAXVER identificou predominância do padrão Caatinga arbustivo-arbórea densa na imagem de satélite, seguido pelo padrão de Caatinga arbustiva-aberta Caatinga herbácea e solo exposto. A classe água foi também contabilizada para distinguir os açudes dos demais alvos, não compondo, portanto, um padrão de vegetação (Tabela 1).

**Tabela 6 - Cálculo de áreas/comprimento por geo-classe (KmxKm/Km).**

| <b>Classes</b>                       | <b>Área Km<sup>2</sup></b> | <b>%</b> |
|--------------------------------------|----------------------------|----------|
| Caatinga arbustivo-arbórea-densa     | 261.386659                 | 41,7     |
| Caatinga arbustiva-aberta            | 244.0206                   | 39,1     |
| Caatinga herbácea                    | 85.9329                    | 13,4     |
| Solo exposto e afloramentos de rocha | 33.698328                  | 5,3      |
| Água                                 | 1.869552                   | 0,3      |
| Área total                           | 626.2335                   | 100      |

Fonte: (INPE)

As áreas de Caatinga arbustivo-arbórea-densa predominam nas superfícies do Planalto da borborema e topos de cristas residuais e inselbergs da Depressão sertaneja. Cabe ressaltar que o componente arbóreo se faz presente pontualmente, associado ao arbustivo, sem que chegue a formar grupamentos significativos. É justamente nas zonas de vegetação mais bem conservada e densa em que os processos de degradação tem ocorrido atualmente, por meio da extração, beneficiamento e acondicionamento dos resíduos minerários. Há, todavia, nítidas marcas de erosão e ausência de

vegetação em solos nos quais foi cultivado algodão ao longo do século XX e nos trechos recentemente abertos para exploração mineral.

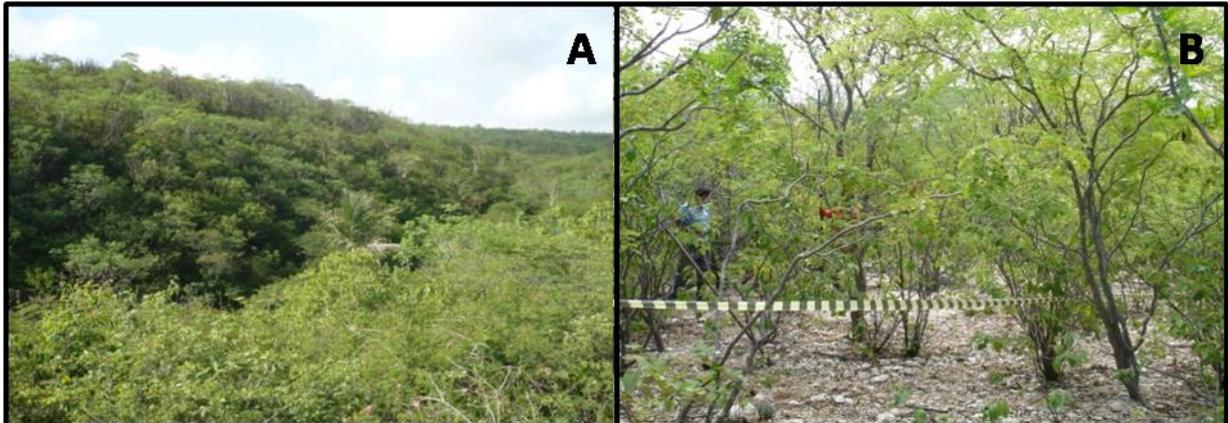
A amostragem florística realizada para representar este padrão de cobertura vegetal revelou que a comunidade PBCM demonstrou melhor estágio de desenvolvimento após supressão e pousio, em área de mineração. Foram identificadas 14 famílias e 29 espécies, em que *Cróton sonderianus* possui 28% da abundância, a qual, somada a *Croton blanchetianus*, *Piptadenia stipulacea* e *Lippia gracilis* concentram 57% da abundância.

A Caatinga arbustiva-aberta foi amplamente identificada nas superfícies da Depressão sertaneja e em menor predominância sobre trechos com solos muito rasos ou degradados do Planalto. Este padrão mostra-se homogêneo e com diferentes intensidades de espaçamento, ora está associado a um estrato herbáceo incipiente, ora está presente em recobrimentos de solos degradados. Este padrão expressa sinais de degradação provenientes do "Sertão agrícola", remetendo à instalação das primeiras sesmarias no final do século XVIII, grandes contingentes pecuários e produção de algodão. Com o expressivo esvaziamento populacional do campo e redução das atividades agrícolas, é possível identificar recomposição espontânea da vegetação.

A comunidade PBCA reuniu 10 famílias e 17 espécies, das quais *Pityrocarpa moniliformis* concentrou 27,8% da abundância. Quando somada a *Cróton sonderianus* e *Piptadenia stipulacea* e *Lippia gracilis* as 4 espécies reúnem 80,7% da abundância.

Na comunidade DSCA foram contabilizados baixos valores de Riqueza e Abundância comparados às demais comunidades lenhosas. Foram registradas duas famílias e cinco espécies, em que *Cróton sonderianus* possui 62,8 da abundância, a qual somada com *Poincianella pyramidalis* concentra 90% da abundância.

**Figura 9**–Padrões de cobertura vegetal atribuídas ao mapeamento: **A** - Caatinga arbustiva aberta; **B** - Caatinga arbustivo-arbórea densa.



Fonte: CARDINS, I. de S. A.

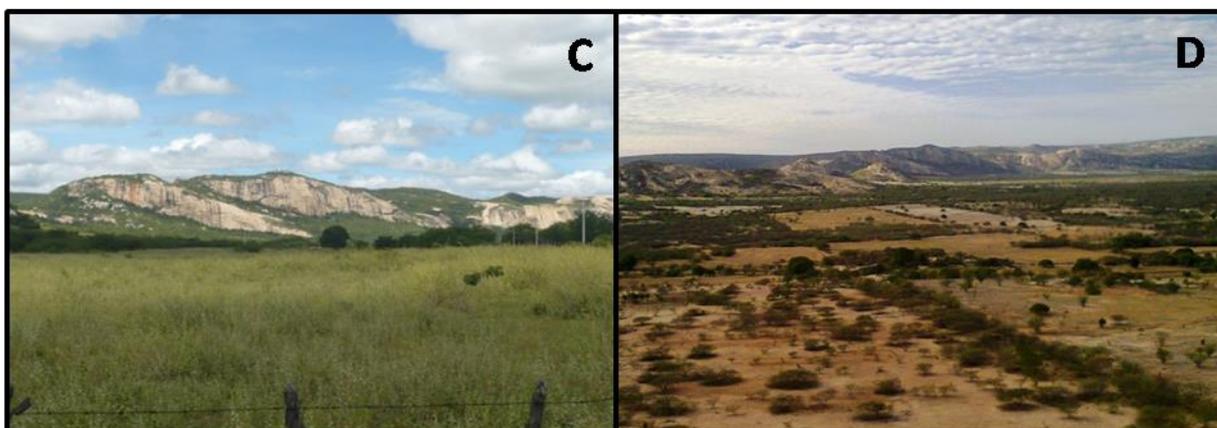
A participação da Caatinga herbácea se manifesta em trechos onde os estratos lenhosos foram suprimidos e destinados à pastagem nativa. Em campos de herbáceas com sobrecarga animal os processos erosivos são favorecidos e intensificados pela declividade. Está presente, essencialmente, na Depressão sertaneja, em campos abertos e em capoeiras de arbustos muito espaçados. Em geral, o recobrimento do estrato herbáceo tem sinalizado sucessão ecológica secundária, permitindo o surgimento de indivíduos lenhosos, não detectados pelo classificador.

O levantamento realizado na comunidade DSCHA registrou a ocorrência de 11 famílias e 25 espécies em que *Sida Ciliaris* concentrou 62,5% da abundância, e quando somados *Stylosanthes humilis*, *Sida sp.*, *Waltheria rotundifolia*, *Evolvulus filipes* e *Jacquemontia evolvuloides* concentraram 96,7% da abundância.

O que se pôde identificar enquanto solo exposto, de fato, é uma pequena fração e a ela se soma a área dos afloramentos rochosos. Por meio da classificação supervisionada com o algoritmo MAXVER não foi possível distinguir o comportamento espectral do segundo em relação ao primeiro, o que ocasionou a quantificação de uma expressão natural das rochas com as marcas de degradação. Em casos de exposição plena da superfície, a erosão chegou a tal ponto que a cobertura vegetal se recompõe em um ritmo extremamente lento ou não demonstra recomposição nítida.

Aos lagedos, matações e *Inselbergs* estão associados padrões de vegetação rupestre, a qual não tem sofrido alterações significativas, embora tenha sido largamente utilizada em períodos de estiagens prolongadas para manutenção dos rebanhos. As principais espécies presente foram: *Bromélia laciniosa*, *Neoglaziovia variegata*, *Pilosocereus Gounellei*, *Pilosocereus pachycladus*, *Melocactus zehntneri*, *Tacinga inamoena*, *Cnidoscolus urens*.

**Figura 10 - Padrões de cobertura vegetal atribuídas ao mapeamento: C - Solo exposto e afloramentos de rocha; D - Caatinga herbácea.**



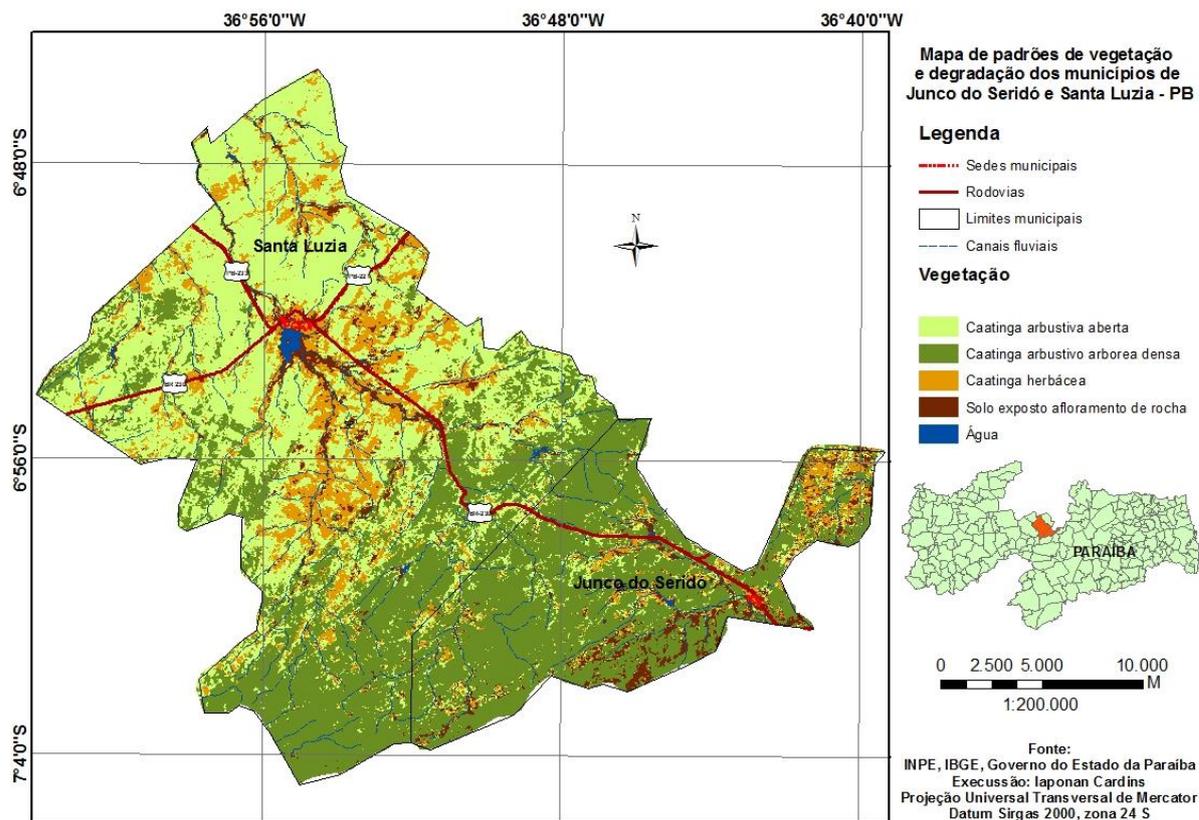
. Fonte: Foto C - COSTA, M. S. F. Foto D - CARDINS, I. de S. A.

Os padrões identificados pelo classificador MAXVER, com o auxílio de trabalhos de campo permitem afirmar que a vegetação reflete a degradação produzida por diferentes tipologias de apropriação e o movimento de sucessão ecológica secundária. Estes resultados divergem consideravelmente daqueles apresentados por Paraíba (2011), que aponta extrema degradação ambiental e presença de "desertificação" em mais de 80% da área do Seridó ocidental paraibano, identificados com aplicação do *Normalized Difference Vegetation Index* - NDVI.

Ainda que consideradas como áreas degradadas todas as classes, exceto Caatinga arbustivo-arbórea-densa, o total não ultrapassaria 58,1%, na presente análise (tabela 1). Vale salientar que foram escolhidas as duas condições ambientais existentes (Depressão e Planalto) e em um recorte considerado como mais "frágil" - o sotavento do Planalto. Somados os valores de Caatinga arbustiva-arbórea-densa e Caatinga arbustiva-aberta atinge-se a cifra de 80,8% da áreas conservadas e/ou em processo de recomposição. É provável que a

diferença de valores se encontra muito mais no conceito de degradação do que na cobertura vegetal, na medida em que se compreenda Caatinga arbustiva-aberta como um fenômeno estático no tempo e não passiva à sucessão ecológica.

**Figura 11 - Padrões de cobertura vegetal dos trechos da Depressão sertaneja e do Planalto da Borborema, nos municípios de Junco do Seridó e Santa Luzia - PB. Fonte: INPE (2012).**



Fonte: Cardins (2012)

É possível indicar alterações nas comunidades, a partir da distribuição da flora, de sua estrutura e abundância. Tanto as características primárias, quanto a reorganização ocorrem de acordo com as influências que recebem. A dinâmica e a comparação entre comunidades podem ser mensuradas através de padrões emergentes da riqueza, abundância, diversidade, dominância e equitabilidade (BEGON *et. al.* 2007).

O conjunto das amostragens realizadas para representar cada padrão mapeado registrou 24 famílias, 57 espécies, 3.071 indivíduos lenhosos e 8.473 herbáceas. As famílias mais ricas foram: *Fabaceae* (14), *Euphorbiaceae* (8),

*Malvaceae* (5) e *Poaceae* (4). As espécies mais abundantes foram *Cróton sonderianus* (PBCM, PBCA e DSCA); *Piptadenia stipulaceae* *Lippia gracilis* (PBCM e PBCA); *Croton blanchetianus* (PBCM) e *Poincianella pyramidalis* (DSCA); *Sida ciliaris*, *Stylosanthes humilis*, *Sida sp.*, *Waltheria rotundifolia*, *Evolvulus filipes* e *Jacquemontia evolvuloides* (DSCHA).

A dominância destas espécies se justifica pela amplitude de seus limites de tolerância, o que lhes permite maior sucesso no aproveitamento dos recursos essenciais para seu desenvolvimento. Na medida em que plantas pioneiras dominam em uma recomposição progressiva, emergem condições que permitem o estabelecimento de indivíduos mais exigentes e outras espécies arbustivas e arbóreas (ODUM, 2004).

Assim como o presente trabalho, outros com diferentes combinações metodológicas e diferentes localizações no domínio das Caatingas registraram considerável participação de algumas pioneiras em áreas de sucessão ecológica secundária, tais como *Croton sonderianus*, *Piptadenia stipulacea* e *Croton blanchetianus* (PEREIRA *et. al.* 2001; QUEIROZ *et. al.* 2006; BARBOSA *et. al.* 2007; ANDRADE *et. al.* 2009; FERREIRA *et. al.* 2012 e LEITE *et. al.* (2015). Neste sentido, pode-se considerar que todas as comunidades apresentaram características de Sucessão secundária progressiva, com DSCA em aparente fase de disclímax, ressalvado o acompanhamento em escala temporal para uma definição precisa, conforme Araújo filho (2013).

O *Croton sonderianus* é considerado o principal "arbusto colonizador" das Caatingas sucessionais, podendo atingir densidade de até 45.000 plantas por hectare. Sua dominância é considerada comum e interpretada como mecanismo de ajuste dinâmico progressivo. O aumento da dominância de *Croton blanchetianus* pode indicar estágio de elevada degradação, embora sua ocorrência associada a outras espécies demonstrem um movimento de regeneração (ARAÚJO FILHO, 1997; CARVALHO *et. al.* 2001; ARAÚJO FILHO, 2013).

É possível interpretar que o modo de produção provocou danos à cobertura vegetal, com diferentes intensidades de apropriação, de acordo com o valor de troca dos recursos naturais ao longo do tempo. A transformação da natureza em mercadoria na agropecuária tem como objeto a fertilidade dos solos e a fitomassa, com modificações zonais sobre a superfície. Já a mineração que

vem sendo realizada tem como objeto os minerais e rochas da província pegmatítica nordestina, atuando diretamente com escavações, mas com apropriação indireta da cobertura vegetal, igualmente realizada para a extração de valor de forma degradante.

As comunidades botânicas lenhosas que sucederam a agropecuária apresentaram menor riqueza e abundância em relação à sucessora da mineração. Em PBCM, todos os valores demonstram estágio de maior desenvolvimento, com maior riqueza e abundância; dominância mais baixa; equitabilidade e, portanto, diversidade alfa mais alta em relação às demais. Embora PBCA e DSCA tenham sido submetidas à mesma tipologia de uso, demonstraram valores diferentes para os mesmos parâmetros. De acordo com as informações de uso da terra por parte dos proprietários, PBCA foi utilizada com menor intensidade, a diferença altimétrica entre ambas influencia o balanço hídrico e favorece o desenvolvimento da comunidade em relação a DSCA.

A comunidade DSCHA está localizada em um Luvissole Crômico, utilizado com o cultivo de algodão até a década de 1980; com sinais de degradação, tais como encrostamento, exposição de pavimento detrítico por erosão laminar e em sulcos; sobrepastoreio bovino e ovino; e foi atingida por um incêndio, três anos antes da coleta de dados. Apesar dos referidos distúrbios o estrato herbáceo demonstrou valores que indicam regeneração e desenvolvimento da comunidade, em sucessão ecológica progressiva.

O estrato herbáceo se constitui como uma importante reserva da biodiversidade da Caatinga, na medida em que concentra uma elevada riqueza relativa por unidade de área, em comparação aos estratos lenhosos. No presente trabalho, uma amostragem básica correspondente a 25m<sup>2</sup> foi capaz de registrar 12 famílias e 25 espécies, o que é equivalente ao registrado na comunidade lenhosa mais desenvolvida - PBCM, na qual foram registradas 13 famílias e 29 espécies em 1.000m<sup>2</sup>. Embora isto não signifique que ambas são equivalentes em estágio de desenvolvimento e estado de conservação, a comparação demonstra a relevância do estrato herbáceo, conforme endossam Araújo (2003) Sampaio & Gamarra-Rojas (2003) e Araújo *et. al* (2005).

Os índices de Dominância, Equitabilidade e Diversidade possuem estreitas relações entre eles, na medida em que medem a proporcionalidade das características apresentadas pelas comunidades. Quanto maior for a

dominância, menor será a equitabilidade e a diversidade, bem como, maior equitabilidade revela menor dominância e maior diversidade. Neste sentido, estes índices permitem avaliar a dinâmica das comunidades vegetais, em diferentes modalidades de sucessão ecológica (Tabela 2).

**Tabela 7- Dados de estrutura dos grupos nas proximidades de atividade agropecuária – A e mineração - B no planalto da Borborema; e atividade agropecuária na depressão sertaneja - C.**

| <b>ATRIBUTOS</b> | <b>PBCM</b> | <b>PBCA</b> | <b>DSCA</b> | <b>DSCHA</b> |
|------------------|-------------|-------------|-------------|--------------|
| Taxa_S           | 29          | 17          | 5           | 25           |
| Individuals      | 1074        | 1048        | 949         | 8473         |
| Simpson_1-D      | 0,8793      | 0,81        | 0,5279      | 0,5712       |
| Equitability_J   | 0,7756      | 0,6653      | 0,5972      | 0,4058       |
| Shannon_H        | 2,612       | 1,885       | 0,9611      | 1,306        |

Fonte: Cardins (2011).

O índice de Simpson, estima a probabilidade de dois indivíduos amostrados aleatoriamente pertencerem à mesma espécie. Quanto maior a dominância, menos equitativa e diversa será a comunidade. O resultado varia de 0 a 1. Valores mais próximos de 0 representam maior dominância e vice-versa. Percebe-se que, embora ainda haja dominância, as comunidades PBCM e PBCA alcançaram considerável ajuste na abundância em relação a DSCA - na qual, foi registrada sensível dominância. Este mesmo padrão e com valores aproximados foi observado em comunidades sucessionais por Lima (2012), Cámara-Artigas e Lima (2015) e Silva (2017).

O índice de Equitabilidade também varia de 0 a 1 e estima a proporção entre a diversidade observada e a máxima diversidade esperada. A melhor distribuição da abundância entre as espécies amostradas se dá quanto mais próximos de 1 forem os valores e vice-versa. Na medida em que a equitabilidade diminui, significa que a diversidade também diminui, ao passo em que a dominância aumenta. Os valores encontrados demonstram melhor equilíbrio em PBCM, seguida por PBCA e DSCA, o que também se reflete nos valores de diversidade.

Merece destaque a diferença da equitabilidade dos valores da tabela 2 e aqueles encontrados por Silva (2017) e Lima (2012). Na comparação, PBCM

se mostrou mais diversa, porém menos equitativa do que o caso da primeira autora e em três comunidades observadas pela segunda. Embora estas comunidades tenham apresentado uma distribuição mais equilibrada da abundância PBCM possui maior riqueza e, portanto, maior complexidade ecológica no aproveitamento dos recursos disponíveis.

O índice de Shannon-Wiener mede o grau de incerteza em prever à qual espécie pertencerá um indivíduo escolhido ao acaso, nas amostras. Quanto menor for o seu valor, menor o grau de incerteza e, por isso, menor a diversidade e vice-versa. Ele representa uma relação entre riqueza e equitabilidade em que, quanto maior o seu valor mais equitativa será a comunidade e, portanto, mais diversa (URAMOTO, WALDER & ZUCCHI, 2005).

Todas as comunidades lenhosas apresentadas na tabela 2 se mostraram menos diversas do que três comunidades analisadas por Lima (2012) e outras três em Cámara-Artigas e Lima (2015). A comunidade PBCM possui maior diversidade do que quatro outras comunidades analisadas por Lima (2012), aproximando seus valores de outras duas comunidades estudadas pela autora no mesmo trabalho. Os valores encontrados por Silva (2017) são equivalentes, porém ainda superiores ao valor encontrado em DSCA, a qual demonstrou a mais baixa diversidade entre todas as comunidades comparadas.

Benevides *et. al.* (2009) analisaram duas comunidades em sucessão ecológica, com uma área de amostragem herbácea cinco vezes maior do que a realizada neste estudo - de 120m<sup>2</sup>, comparando uma degradada com uma em recuperação. O esforço amostral, no entanto, não implicou em um acréscimo expressivo na riqueza, sendo superior em duas espécies para a comunidade considerada degradada e em cinco para a considerada conservada. A comunidade conservada tinha 67% das espécies da degradada e os valores de Shannon-Wiener são equivalentes entre elas, mas superiores em comparação à DSCA. As espécies identificadas pelos autores também se mostraram diferentes das analisadas no presente trabalho. Somente o gênero *Stylosanthes* coincidiu no que se refere aos taxa dominantes. E ainda que ocorram espécies distintas, são similares as ocorrências dos gêneros *Sida*, *Jacquemontia*, *Evolvulus*, *Waltheria*, *Euphorbia*, *Aristida* e *Hyptis*.

Em comparação com os trabalhos consultados os índices revelam que DSCCHA é mais dominante, menos equitativa e menos diversa do que todas as comunidades estudadas por Araújo *et. al.* (2005), Benevides *et. al.* (2007), Andrade *et. al.* (2009) e Silva (2017), mas com valor de diversidade aproximado ao encontrado por esta autora. Os índices analisados revelam a complexidade e dinamicidade de comunidades herbáceas, seja em áreas degradadas, sucessionais ou conservadas. Considerados os diferentes padrões apresentados, é possível reconhecer o relevante incremento de diversidade que o estrato herbáceo proporciona aos estudos geobotânicos, bem como as evidências de degradação e ajuste dinâmico que apresenta.

Os padrões paisagísticos representados e amostrados demonstraram considerável expressão, seja na cobertura das superfícies, seja na composição fitossociológica. Embora simplificada, a análise proposta permite compreender efeitos da apropriação da natureza e processos de recomposição espontânea, por meio de sucessão ecológica.

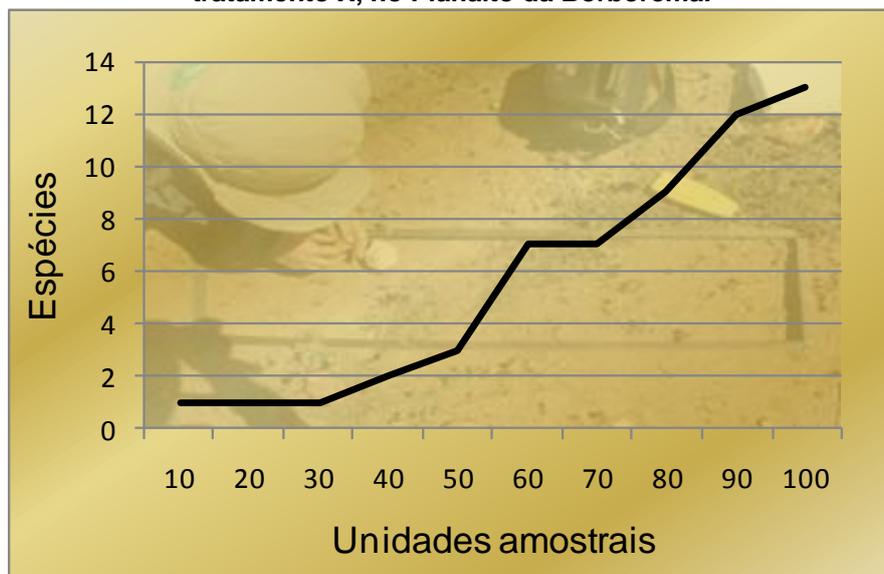
Foi realizada uma pré-amostragem para estimativa da suficiência amostral e listagem das espécies vegetais recorrentes nas áreas de estudo, conforme Araújo Filho (1986;2013). Neste sentido, foram contabilizados os totais de indivíduos e espécies vegetais de cem amostras dimensionadas em 0,25m x 1m nos tratamentos X e Y. Para este fim não foram coletados dados no tratamento Z em virtude da escassez de chuvas após a aplicação do fosfato de rocha. Para a incorporação do produto ao solo foi necessária capina e revolvimento superficial, não sendo registrado desenvolvimento vegetal após a aplicação.

Apartir da pré-amostragem a estimativa do número de unidades amostrais foi calculada em conformidade com Araújo Filho (2013) para o parâmetro ocorrência (número de vezes que a espécie aparece no total de unidades amostrais), por meio do qual é calculada a frequência. A suficiência amostral foi alcançada com 44 unidades amostrais para o tratamento X e 18 para o tratamento Y. Com o objetivo de padronizar a amostragem adotou-se um número de unidades amostrais superior ao maior valor encontrado. Ou seja, adotou-se 50 unidades amostrais dado o maior esforço amostral encontrado haver sido 44 unidades amostrais.

Para a representação destes dados adotou-se a curva de acumulação de espécies ou curva do coletor. De acordo com Kersten e Galvão (2013, p.161) embora a curva do coletor não permita grande precisão pode demonstrar informações interessantes e auxiliar na identificação da tendência de suficiência amostral. Ela é atingida quando a curva tende à assíntota horizontal e a adição de novas espécies pela amostragem não altera significativamente o número de espécies observadas.

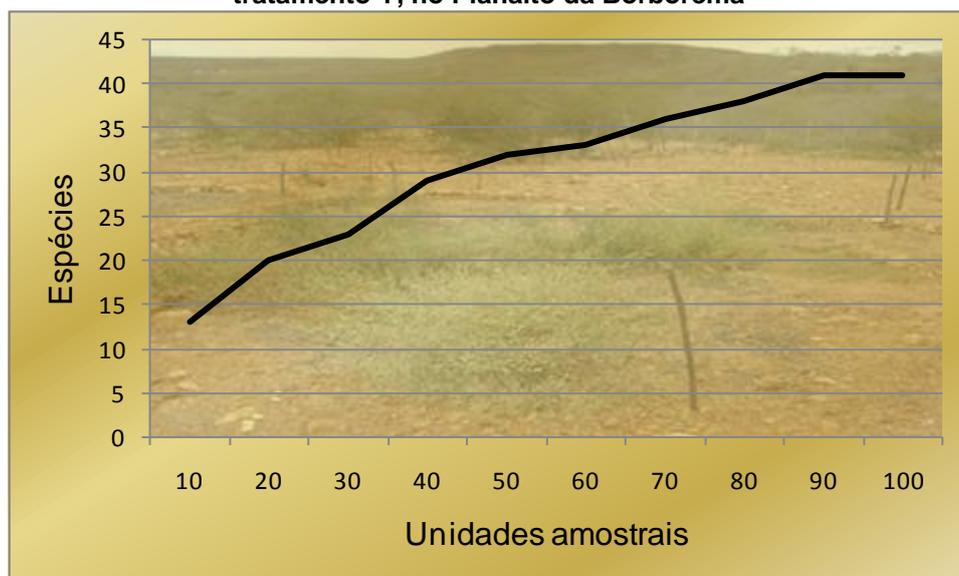
Se comparadas a estimativa e a amostragem é possível identificar a tendência de estabilização da curva próximo aos valores estimados por meio do cálculo, exceto para o tratamento X do Planalto da Borborema. A escassez ou mesmo ausência de indivíduos nas parcelas alteraram os valores a tal ponto de exigir uma amostragem maior que a estimada (Figuras 9, 10, 11 e 12).

**Figura 9 - Curva de acumulação de espécies (curva do coletor) para cem amostras do tratamento X, no Planalto da Borborema.**



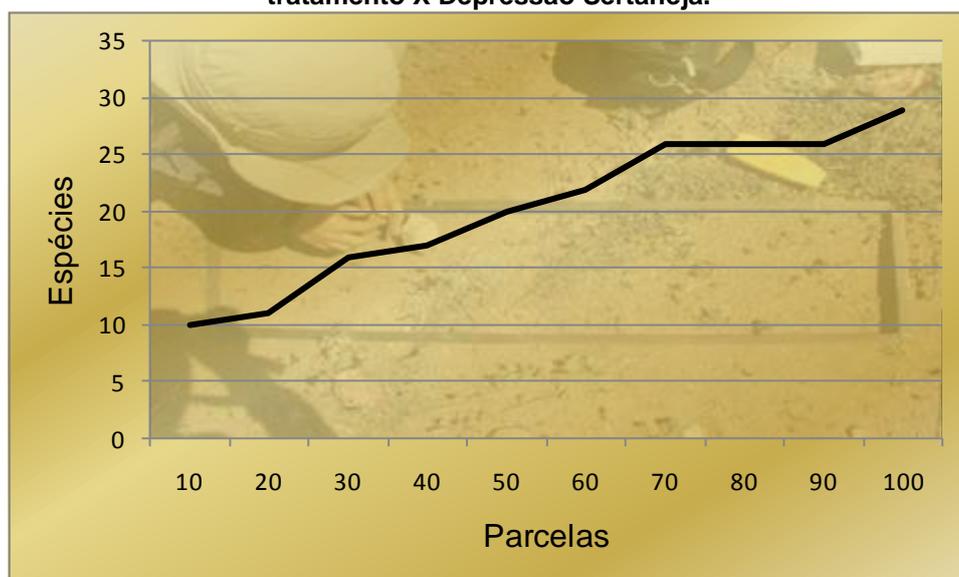
Fonte: (CARDINS, 2013).

**Figura 10 - Curva de acumulação de espécies (curva do coletor) para cem amostras do tratamento Y, no Planalto da Borborema**



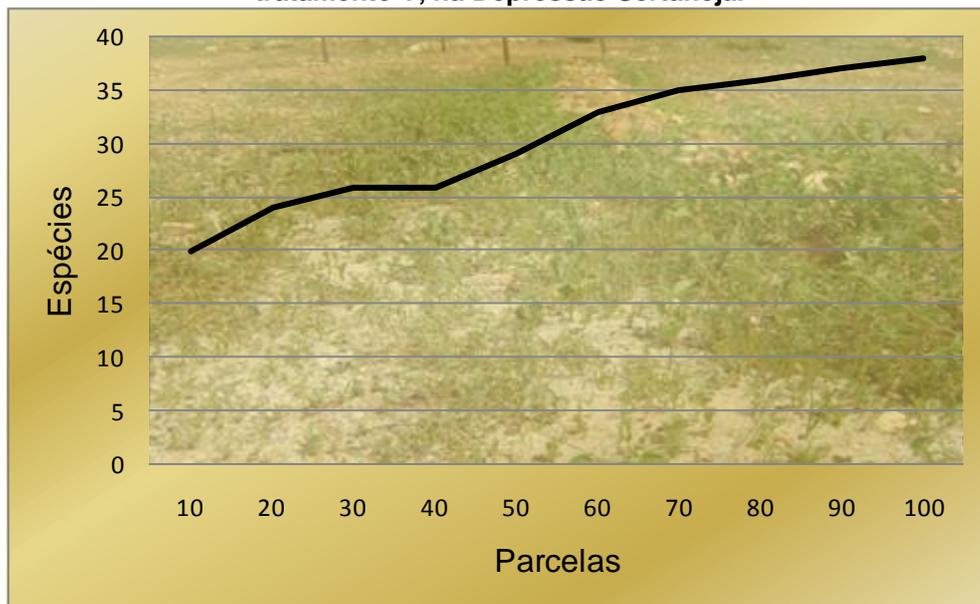
Fonte: (CARDINS, 2013).

**Figura 11 - Curva de acumulação de espécies (curva do coletor) para cem amostras do tratamento X Depressão Sertaneja.**



Fonte: (CARDINS, 2013).

**Figura 12 - Curva de acumulação de espécies (curva do coletor) para cem amostras do tratamento Y, na Depressão Sertaneja.**



Fonte: (CARDINS, 2013).

Essa primeira aproximação, além da tendência de estabilização da curva em cem unidades amostrais demonstrou, no primeiro inventário, diferenças expressivas entre a dinâmica de cada sistema ambiental e entre os tratamentos X e Y.

O tratamento X do Planalto da Borborema requer um esforço amostral maior para alcançar-se um reduzido número de espécies e indivíduos, enquanto o tratamento Y exigiu menor esforço amostral em função do aparecimento de novas espécies. O número de espécies neste tratamento foi superior quando considerados os demais e os dois sistemas ambientais. O tratamento X da depressão sertaneja também exigiu maior esforço amostral que o tratamento Y, porém um menor esforço amostral em relação ao tratamento X do Planalto da Borborema.

Na pré-amostragem foram contabilizadas 76% e 31% de espécies a mais no tratamento Y em relação ao tratamento X no Planalto da Borborema e Depressão Sertaneja, respectivamente (Tabela 6).

**Tabela 8 - Número de espécies encontradas em cem amostras nos tratamentos X e Y, no Planalto da Borborema e Depressão Sertaneja**

| Sistema ambiental     | Tratamento X | Tratamento Y |
|-----------------------|--------------|--------------|
| Planalto da Borborema | 13           | 41           |
| Depressão Sertaneja   | 29           | 38           |

Fonte: Cardins (2013).

A pré-amostragem, portanto, possibilitou o reconhecimento inicial das espécies presentes, assim como, a definição do alinhamento das técnicas de coleta e referência de comparação para dados na sequência das coletas ano-a-ano.

### **Riqueza e Abundância**

Os dados demonstram uma dinâmica de recolonização de espécies vegetais, com maior participação do estrato herbáceo, mas também com espécies do estrato arbustivo e arbóreo registradas (Apêndice I). De um modo geral, as áreas sinalizam uma recomposição, ainda que de modo variável entre os tratamentos e de um ano para outro. Os registros foram realizados no intervalo dos anos mais secos de que se tem conhecimento, fato que a um só tempo dá uma mostra da dinâmica específica do ambiente local e de que a escassez hídrica não necessariamente é um impeditivo à recomposição.

Foram encontradas, no entanto, diferenças que expressam particularidades e que não se pode esperar padrões lineares no comportamento inicial da sucessão ecológica. Pode-se resumir a participação da riqueza e abundância da seguinte forma ao longo dos três anos: no Planalto da Borborema o tratamento X demonstrou pequeno aumento para ambas; o tratamento Y aumentou e diminuiu a riqueza, mas aumentou a abundância. O tratamento Z diminuiu a riqueza, mas aumentou a abundância. Na Depressão Sertaneja os tratamentos X e Y diminuíram para ambas; e o Z decresceu na riqueza e aumentou a abundância.

A dinâmica medida por parâmetros fitossociológicos indica que, em cada ciclo, as espécies dominantes alternam-se entre os maiores valores, de modo que a realidade verificada em um ano é diferente àquela do ano anterior. É

possível apontar tendências, porém a variação dos valores de cada parâmetro seguiu certa estabilidade somente no que se refere às espécies com menor participação. A alternância de determinadas espécies nas maiores dominâncias, assim como o surgimento de novas espécies com pequena participação caracterizou a recolonização durante o período analisado.

O tratamento PBX, do qual espera-se sempre os piores desempenhos apresentou variações e pequenos acréscimos. Em 2013 teve como espécie mais abundante *Cróton Sonderianus*; em 2014 as mais abundantes foram *Mimosa arenosa*, *Portilalaca cf. pilosa*, *Mimosa tenuiflora*, *Alternanthera tenella Colla* e *Stylosanthes scabra*; em 2015, *Mimosa tenuiflora*, *Portilalaca cf. pilosa* e *Sida aff. Ciliaris*, considerada a ordem de mais à menos abundante entre os três anos.

A participação das espécies no tratamento controle ocorreu com baixíssimos valores, evidentemente, dadas às condições extremas em que estão inseridas. Contudo, ao contrário do que possa parecer, até mesmo em tais condições é possível verificar não somente o estabelecimento de determinadas espécies, como aparecimento de novas espécies. Entende-se, portanto, que elas são as de maiores limites de tolerância e as que figuram como potenciais iniciadoras no processo de recomposição.

Frente ao impacto visual da degradação, especialmente àquele estigmatizado culturalmente pelos registros fotográficos em diversos trabalhos técnico-científicos, presumiu-se inicialmente ausência de plantas. Com certa frequência, a interpretação atribuída a tais circunstâncias destaca a gravidade do problema, mas não a possibilidade de recolonização espontânea. Foram encontradas: 9, 9 e 12 espécies e 12, 18 e 62 indivíduos, respectivamente na a sequência dos anos estudados. Se de um lado tais valores não são satisfatórios, por outro, chamam atenção para um fato geralmente despercebido.

O tratamento PBY apresentou tanto variações interanuais, quanto diferença marcante em relação ao tratamento anterior. Em 2013, as espécies com maior participação na abundância foram *Prosopis Juliflora*, *Cróton Sonderianus*, *Waltheria rotundifoliae* e *Sida aff. Ciliaris*; em 2014 as mais abundantes foram *Alternanthera tenella Colla*, *Dactyloctenium aegyptium*, *Sida aff. Ciliaris*, *Mollungo verticillata*, *Amaranthus viridis*, *Waltheria rotundifolia* e *Prosopis*

*Juliflora*; em 2015, *Alternanthera tenella* Colla, *Dactyloctenium aegyptium*, *Capim NID 5*, *Sida* aff. *Ciliaris*, *Waltheria rotundifolia* e *Cenchrus echinatus*, considerada a ordem de mais à menos abundante entre os três anos.

Quando submetidos aos tratamentos, as áreas demonstraram melhoria sensível na recolonização vegetal. A riqueza atingiu os maiores valores observados entre todos os tratamentos, incluindo aqueles realizados na Depressão sertaneja. Comparado ao tratamento controle o contraste é ainda maior, havendo sido registradas 29, 50 e 34 espécies, com 168, 1038 e 1817 indivíduos, respectivamente na sequência dos anos estudados. A redução do número de espécies e o aumento dos indivíduos entre 2014 e 2015 contribuem para uma equitabilidade da comunidade e melhoria no índice de diversidade. Destaca-se, contudo, a variabilidade na participação das espécies a cada ciclo, e a dominância alternada entre as mais abundantes.

A sensível redução de 16 espécies não foi claramente elucidada, embora seja possível apontar a particularidade das precipitações e a dominância como as mais prováveis causas. As coletas foram realizadas durante estiagens atípicas e períodos chuvosos irregulares, o que pode ter favorecido as espécies mais adaptadas e condicionado o transporte de sementes pelo escoamento superficial. Atribui-se a mesma hipótese para outros casos encontrados.

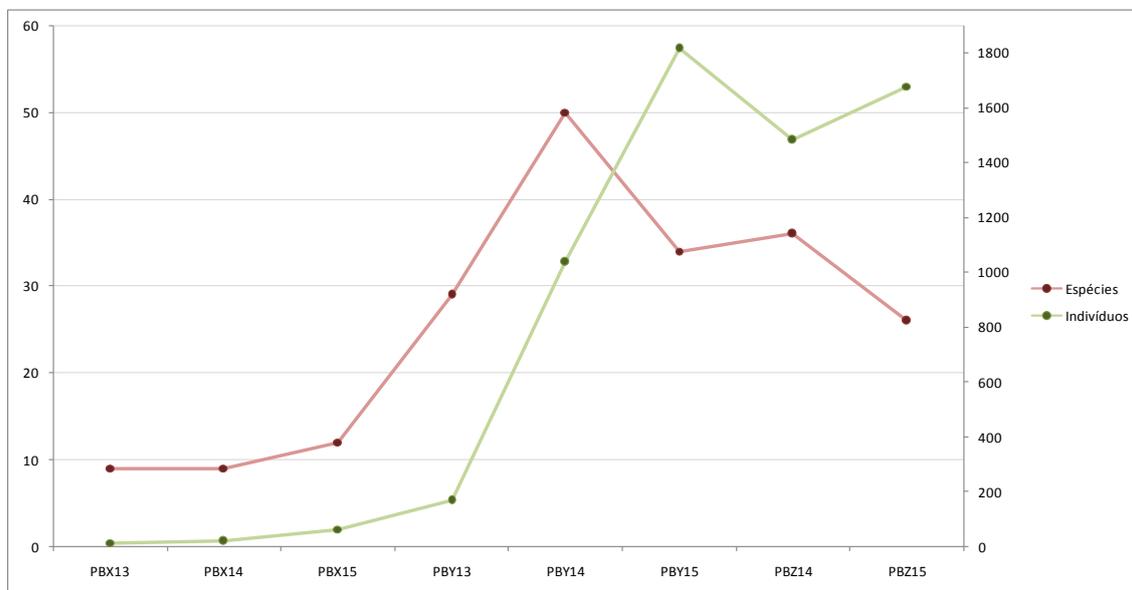
O tratamento PBZ demonstrou comportamento semelhante ao PBY nos dois últimos anos, no que se refere às duas espécies mais abundantes. Em 2014 as mais abundantes foram *Dactyloctenium aegyptium*, *Alternanthera tenella* Colla, *Capim NID 5*, *Amaranthus viridis*, *Sida* aff. *Ciliaris* e *Capim NID 6*; Em 2015, *Dactyloctenium aegyptium*, *Alternanthera tenella* Colla, *NID 35*, *Sida* aff. *Ciliaris*, *Capim seda*, *Portulaca cf. pilosa* e *Capim NID 5*, considerada a ordem de mais à menos abundante entre os dois anos.

A tendência de redução na riqueza se repetiu de 36 para 26 e o acréscimo de 1482 para 1678 na abundância nos dois últimos anos. Em comparação com os demais tratamentos, o PBZ mostrou-se menos variável que o PBY e com melhor desempenho que o PBX. A abundância foi melhor distribuída entre as espécies mais abundantes e esteve entre os maiores valores registrados.

Os totais registrados para riqueza e abundância, quando comparados, revelam um importante contraste entre áreas sem manejo ou em pousio, em relação àquelas minimamente manejadas. Enquanto o surgimento de novas

espécies e incrementos na abundância alteram-se lentamente com ausência de cuidados, nas áreas tratadas os valores puderam ser ampliados (Figura 9).

**Gráfico 9 - Totais anuais das riquezas e abundâncias registradas nos anos de 2013, 2014 e 2015, para os tratamentos utilizados: PBX, PBY, PBZ para o Planalto da Borborema e DSX DSY e DSZ para Depressão sertaneja.**



Fonte: Cardins (2015).

Em condições de acentuada erosão laminar e em sulco, com remoção dos horizontes superficiais foi possível encontrar tendência de recolonização vegetal irrisória, porém possível. A partir da adoção de manejo básico com contenções em nível e adubação orgânica a tendência pôde ser otimizada. Como resultado, houve acréscimos significativos na riqueza e abundância da unidade experimental do Planalto da Borborema, fatos que corroboram a hipótese de que a degradação ambiental pode ser revertida.

Entretanto, a sucessão ecológica mostrou-se variável, com a possibilidade também, de redução da riqueza. A análise comparativa possibilitou uma interpretação parcial satisfatória, porém não conclusiva para todos os comportamentos. Com isso, entende-se que são necessárias sucessivas coletas para o esclarecimento de determinados comportamentos e eventuais generalizações. Isso fica mais evidente com a análise dos resultados encontrados na Unidade Experimental da Depressão Sertaneja.

De semelhante modo, os dados obtidos na Depressão Sertaneja também demonstram uma dinâmica de recolonização, com maior participação do estrato herbáceo, mas também com espécies do estrato arbustivo e arbóreo (Apêndice I). As parcelas analisadas sinalizam recomposição, porém com maiores variações ano após ano, em relação ao Planalto da Borborema.

No início da investigação a gravidade da degradação era inferior à área anterior, fato que foi confirmado através da análise dos resultados. No entanto, a maior variabilidade dos valores dá uma amostra de que a recomposição pode ocorrer de modo particular, sem necessariamente seguir padrões homogêneos. Observou-se que nesta Unidade Experimental houve alternância entre as espécies dominantes, com valores de abundância e dominância mais acentuadas, que no Planalto da Borborema.

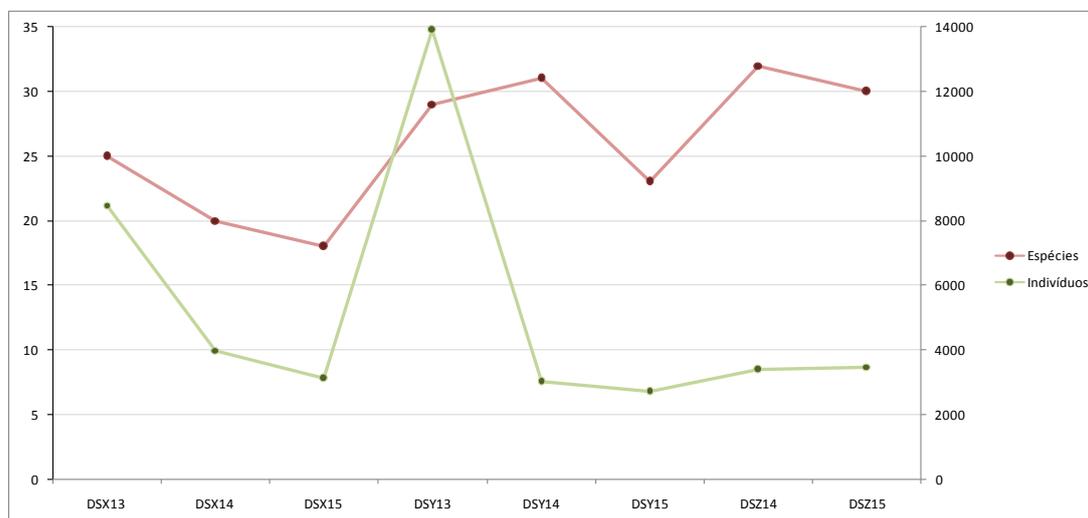
A participação da riqueza e abundância na Depressão Sertaneja, ao longo dos três anos pode ser resumida da seguinte forma: o tratamento X sofreu redução progressiva para ambas; o tratamento Y aumentou e diminuiu a riqueza e diminuiu bruscamente a abundância. O tratamento Z diminuiu a riqueza e aumentou discretamente a abundância. Ou seja, a dinâmica em cada tratamento foi o inverso do que ocorreu no Planalto da Borborema e valores completamente diferentes.

O tratamento DSX, do qual esperava-se valores mais baixos, apresentou esse comportamento ano após ano, apenas para riqueza. Para a abundância, os valores foram mais baixos apenas em 2013, aproximando-se dos valores encontrados nos outros tratamentos; e chegando até a serem superiores em 2014. Em 2013 o tratamento teve como espécies mais abundantes *Sida aff. Ciliaris*, *Stylosanthes humilis*, *Sida sp.*, *Waltheria rotundifolia*, *Evolvulus filipes*, *Jacquemontia aff. Evolvuloides* e *Jacquemontia gracillima*; em 2014 as mais abundantes foram *Sida aff. Ciliaris*, *Stylosanthes humilis*, *Jacquemontia aff. Evolvuloides*, *Evolvulus filipes*, *Sida sp.*, *Portilalaca cf. pilosa* e *Waltheria rotundifolia*; em 2015, *Portilalaca cf. pilosa*, *Sida aff. Ciliaris*, *Stylosanthes humilis*, *Aristida adscensionis*, *Jacquemontia aff. Evolvuloides* e *Tragus berteronianus*, considerada a ordem de mais à menos abundante entre os três anos.

O tratamento DSY 2013: *Sida aff. Ciliaris*, *Waltheria rotundifolia*, *volvulus filipes*, *Jacquemontia aff. Evolvuloides*, *Stylosanthes humilis*, *Jacquemontia*

*gracillima*; 2014: *Sida aff. Ciliaris*, *Jacquemontia aff. Evolvuloides*, *Stylosanthes humilis*, *Evolvulus filipes*, *Waltheria rotundifolia*, *Sida galheirensis*; 2015 (Gráfico 10.)

**Gráfico 10 -Variações de riqueza e abundância dos tratamentos da Unidade Experimental da Depressão sertaneja**



Fonte: Cardins (2015).

**Tabela 9 - Valores de Riqueza e abundância dos tratamentos do Planalto da Borborema e Depressão Sertaneja em 2013, 2014 e 2015.**

| Tratamentos | Espécies | Indivíduos |
|-------------|----------|------------|
| PBX13       | 9        | 12         |
| PBY13       | 29       | 168        |
| PBX14       | 9        | 18         |
| PBY14       | 50       | 1038       |
| PBZ14       | 36       | 1482       |
| PBX15       | 12       | 62         |
| PBY15       | 34       | 1817       |
| PBZ15       | 26       | 1678       |
| DSX13       | 25       | 8473       |
| DSY13       | 29       | 13911      |
| DSX14       | 20       | 3979       |
| DSY14       | 31       | 3008       |
| DSZ14       | 32       | 3395       |
| DSX15       | 18       | 3108       |
| DSY15       | 23       | 2704       |
| DSZ15       | 30       | 3474       |

Fonte: Cardins (2015)

surpreendentemente há redução dos valores a depender do ano

ocorreu alta dominancia, o que nesse caso é bom e a variação entre 14 e 15 foi pequena.

O experimento do planalto está mais degradado, porém alcançou valores elevados . Para o tratamento X a Depressão obteve mais riqueza e mais abundância; para o Y O planalto obteve mais riqueza e a depressão mais abundância.

Para o Z O planalto obteve mais riqueza em 2014 com a metade da abundância encontrada na depressão. em 2015 a Depressão obteve mais riqueza e abundância, com 30 espécies e 3474 indivíduos. Em de 2014 para 2015 houve uma redução de 10 espécies no planalto e acréscimo de 196 indivíduos, e uma redução de 2 espécies e acréscimo de 79 indivíduos para o mesmo período para a depressão.

### **Planalto da Borborema**

Nas parcelas sorteadas do Planalto da Borborema foram contabilizadas 9 espécies de 7 famílias para o tratamento X, com 0,72 indivíduos m<sup>2</sup>. Para o tratamento Y foram contabilizadas 30 espécies de 14 famílias, com 13,44 indivíduos m<sup>2</sup>. No tratamento X a família *Fabaceae* apresentou maior participação com 3 espécies, restando às demais (6) uma espécie apenas. Já o tratamento Y apresentou *Fabaceae*, *Malvaceae*, *Amaranthaceae* e *Euphorbiaceae* com 8, 6, 3 e 3 espécies, respectivamente. As demais famílias (10) participaram com uma espécie, apenas.

No tratamento X 66,6% das famílias apresentaram apenas uma espécie e 75% dos indivíduos. 33,3% das famílias apresentaram 3 espécies e 25% dos indivíduos. No tratamento Y 71,4% das famílias apresentaram apenas uma espécie e 11,9% dos indivíduos. 14,2%, 7,1% e 7,1% das famílias apresentaram 3, 6, e 8 espécies, totalizando 28,6% das famílias e 88,1% dos indivíduos, respectivamente.

Não ocorreram alterações importantes com a flora do tratamento X, ao passo em que os resultados mantiveram-se semelhantes para todos os táxons, exceto *Croton aff. jacobinensis* BAILL., o qual apresentou no mínimo o dobro dos valores em relação aos demais, em todos os parâmetros. Tal diferença não

deve ser levada a cabo, dada a escassez ou mesmo ausência de plantas em algumas parcelas.

Os valores mais elevados dos parâmetros no tratamento Y foram dos seguintes táxons: *Prosopis sp.*; *Croton aff. jacobinensis BAILL.*; *Waltheria rotundifolia SCURANK*; *Sida aff. Ciliaris L.*; *Herissantia crista (L.) BRIZICKY NID.* Neste tratamento o *Croton aff. jacobinensis BAILL* se destacou novamente entre as espécies com maiores valores, cabendo ainda destacar a maior frequência da exótica *Prosopis s.p* em relação às nativas da Caatinga. Atribui-se tal fato à considerável participação de suas vagens na dieta dos ruminantes locais, conseqüentemente, a presença de semente no esterco utilizado para adubação das unidades experimentais. Apesar de comportar-se como generalista na comunidade, demonstrando adaptação e bom aproveitamento dos recursos disponíveis, a presença da espécie inviabilizaria os objetivos da pesquisa. Portanto, após o levantamento florístico todos os indivíduos foram removidos.

No tratamento Y é possível identificar que *Croton aff. jacobinensis BAILL* *Waltheria rotundifolia SCURANK.* e *Sida aff. Ciliaris L.* apresentaram frequências de 10%, 20% e 24%, com densidade de 1,84, 1,68 e 1,52 indivíduos m<sup>2</sup> respectivamente.

A análise dos dados permite a compreensão de que área analisada foi submetida à degradação mais severa em relação àquela analisada na Depressão Sertaneja. Os valores dos parâmetros, especialmente o reduzido número de indivíduos nos tratamentos demonstram a redução do potencial produtivo da vegetação.

Por outro lado, a comparação com os valores encontrados nas parcelas tratadas apontam sensíveis mudanças e sinalizam a recuperação não somente da cobertura vegetal, mas também da reorganização de processos essenciais a tal restabelecimento (Tabelas 8 e 9).

**Tabela 10- Parâmetros fitossociológicos das espécies encontradas no tratamento X do Planalto da Borborema. Ni= número de indivíduos; O= ocorrência; Fa= frequência absoluta; Fr= Frequência relativa; Dam2= Densidade em metro quadrado. Da ha= Densidade.**

| Nome popular        | Família        | APBX             | Nome científico  | Ni   |      |      | O    |      |      | F%   |      |      | D%    |       |       |
|---------------------|----------------|------------------|--|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|-------|-------|
|                     |                |                  |  | 2013 | 2014 | 2015 | 2013 | 2014 | 2015 | 2013 | 2014 | 2015 | 2013  | 2014  | 2015  |
| Sty                 | FABACEAE       | FABOIDEAE        | <i>Stylosanthes scabra</i> VOGEL                                 | 1    | 2    | 1    | 1    | 2    | 1    | 2    | 4    | 2    | 8,33  | 11,11 | 1,61  |
| Sen                 | FABACEAE       | CAESALPINIOIDEAE | <i>Senna</i> sp.   | 1    |      |      | 1    |      |      | 2    |      |      | 8,33  |       |       |
| Jurema preta        | FABACEAE       | MIMOSOIDEAE      | <i>Mimosa tenuiflora</i> (WILLD.) POIR.                          | 1    | 3    | 19   | 1    | 2    | 4    | 2    | 4    | 8    | 8,33  | 16,67 | 30,65 |
| Jurema vermelha     | FABACEAE       | MIMOSOIDEAE      | <i>Mimosa arenosa</i> (WILLD) POIR. VAR.                         |      | 3    | 1    |      | 1    | 1    |      | 2    | 2    |       | 16,67 | 1,61  |
| NID Capim 5         | POACEAE        |                  |  |      | 1    |      |      | 1    |      |      | 2    |      |       | 5,56  |       |
| Erva de colina      | MALVACEAE      |                  | <i>Sida</i> aff. <i>Ciliaris</i> L                               |      |      | 11   |      |      | 3    |      |      | 6    |       | 17,74 |       |
| Malva               | MALVACEAE      |                  | <i>Waltheria rotundifolia</i> SCURANK                            | 1    |      |      | 1    |      |      | 2    |      |      | 8,33  |       |       |
| Maemelerio          | EUPHORBIACEAE  |                  | <i>Cróton Sonderianus</i> MUELL.ARG.                             | 4    |      | 1    | 2    |      | 1    | 4    |      | 2    | 33,33 | 1,61  |       |
| DIT                 | EUPHORBIACEAE  |                  | <i>Ditaxis</i> cf. <i>desertotum</i> (Mull. Arg.) Pax & K. Hoffm |      |      |      |      |      | 1    |      |      | 2    |       | 1,61  |       |
| Alt                 | AMARANTHACEAE  |                  | <i>Alternanthera tenella</i> Colla                               |      | 3    | 1    |      | 2    | 1    |      | 4    | 2    |       | 16,67 | 1,61  |
| Cabeça branca       | AMARANTHACEAE  |                  | <i>Gomphsena</i> aff. <i>Vaga</i> Mart.                          | 1    |      | 1    | 1    |      | 1    | 2    |      | 2    | 8,33  | 1,61  |       |
| Sabonete de soldado | MOLLUNGINACEAE |                  | <i>Mollungo verticillata</i> L.                                  |      | 1    | 1    |      | 1    | 1    |      | 2    | 2    |       | 5,56  | 1,61  |
| Beldroega           | PORTULACACEAE  |                  | <i>Portulaca</i> cf. <i>pilosa</i> L                             |      | 3    | 18   |      | 3    | 5    |      | 6    | 10   |       | 16,67 | 29,03 |
| Moleque Duro        | BORAGINACEAE   |                  | <i>Varronia leucocephala</i> . (Moric.) J.S. Mill.               | 1    |      | 1    | 1    |      | 1    | 2    |      | 2    | 8,33  | 1,61  |       |
| Vassourinha         | PLANTAGINACEAE |                  | <i>Scoparia dulcis</i> L.  | 1    |      |      | 1    |      |      | 2    |      |      | 8,33  |       |       |
| Lip                 | VERBENDACEAE   |                  | <i>Lippia</i> sp.  | 1    | 1    |      | 1    | 1    |      | 2    | 2    |      | 8,33  | 5,56  |       |
| Mela bode           | ACANTHACEAE    |                  | <i>Ruellia</i> sp.   |      |      | 6    |      |      | 2    |      |      | 4    |       | 9,68  |       |
| NID 22              |                |                  |  |      | 1    |      |      | 1    |      |      | 2    |      |       | 5,56  |       |
| Totais              |                |                  |  | 12   | 18   | 62   |      |      |      |      |      |      | 100   | 100   | 100   |

Fonte: Cardins (2015).

**Tabela 11- Parâmetros fitossociológicos das espécies encontradas no tratamento Y do Planalto da Borborema. Ni= número de indivíduos; O= ocorrência; Fa= frequência absoluta; Fr= Frequência relativa; D%= Densidade.**

| APBY             | Nome popular              | Família   | Nome científico | Ni   |      |      | O    |      |      | F%   |      |      | D%     |       |       |
|------------------|---------------------------|---|-----------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|-------|-------|
|                  |                           |   |                 | 2013 | 2014 | 2015 | 2013 | 2014 | 2015 | 2013 | 2014 | 2015 | 2013   | 2014  | 2015  |
| Erva de cavalo   | FABACEAE MIMOSOIDEAE      | <i>Stylosanthes humilis</i> KUNTH                           |                 | 10   |      |      | 1    |      |      | 2    |      |      | 0,96   |       |       |
| Sty              | FABACEAE FABOIDEAE        | <i>Stylosanthes scabra</i> VOGEL                            |                 | 11   |      |      | 2    |      |      | 4    |      |      | 6,55   |       |       |
| Styl             | FABACEAE FABOIDEAE        | <i>Stylosanthes</i> sp.                                     |                 | 1    |      |      | 3    |      |      | 6    |      |      | 0,60   |       |       |
| Loro             | FABACEAE FABOIDEAE        | <i>Centrosema brasilianum</i> (L.) BENTH. VAR.              |                 | 1    |      | 1    | 1    |      | 1    | 2    |      | 2    | 0,60   |       | 0,055 |
| Jucá             | FABACEAE CAESALPINIOIDEAE | <i>Libidibia ferrea</i> (Mart. Extul.) I. p. Queiroz        |                 | 4    | 3    |      | 4    | 3    |      | 8    | 6    |      | 2,38   | 0,29  |       |
| Mata pasto       | FABACEAE CAESALPINIOIDEAE | <i>Senna uniflora</i>                                       |                 |      |      | 13   |      |      | 3    |      |      | 6    |        |       | 0,715 |
| Mata pasto verd. | FABACEAE CAESALPINIOIDEAE | <i>Senna obtusifolia</i> (L.) H. S. & Barneby               |                 | 1    | 6    | 80   | 1    | 3    | 10   | 2    | 6    | 20   | 0,60   | 0,58  | 4,403 |
| Jurema preta     | FABACEAE MIMOSOIDEAE      | <i>Mimosa tenuiflora</i> (WILLD.) POIR.                     |                 | 2    | 4    | 2    | 1    | 4    | 2    | 2    | 8    | 4    | 1,19   | 0,39  | 0,11  |
| Jurema Branca    | FABACEAE MIMOSOIDEAE      | <i>Mimosa</i> sp.   |                 | 1    |      |      | 1    |      |      | 2    |      |      | 0,60   |       |       |
| Algaroba         | FABACEAE MIMOSOIDEAE      | <i>Prosopis</i> sp.   |                 | 36   | 18   |      | 17   | 13   |      | 34   | 26   |      | 21,43  | 1,73  |       |
| Unha de gato     | FABACEAE MIMOSOIDEAE      |   |                 | 2    |      |      | 1    |      |      | 2    |      |      | 0,19   |       |       |
| Alecrim          | CONVOLVULACEAE            | <i>Evolvulus filipes</i> Mart                               |                 | 3    |      |      | 2    |      |      | 4    |      |      | 0,29   |       |       |
| Amarra cachorro  | CONVOLVULACEAE            | <i>Jacquemontia</i> aff. <i>Evolvuloides</i> (Moric.) MEISN |                 | 2    | 1    |      | 2    | 1    |      | 4    | 2    |      | 0,19   | 0,055 |       |
| Jacq             | CONVOLVULACEAE            | <i>Jacquemontia</i> sp.                                     |                 | 2    |      |      | 2    |      |      | 4    |      |      | 0,19   |       |       |
| Jitirana branca  | CONVOLVULACEAE            |   |                 | 1    | 6    |      | 1    | 4    |      | 2    | 8    |      | 0,10   | 0,33  |       |
| Jitirana Roxa    | CONVOLVULACEAE            | <i>Ipomoea nil</i> (L.) Roth                                |                 | 1    |      |      | 1    |      |      | 2    |      |      | 0,60   |       |       |
| Malva preta      | MALVACEAE                 | <i>Waltheria rotundifolia</i> SCURANK                       |                 | 21   | 32   | 38   | 10   | 19   | 16   | 20   | 38   | 32   | 12,5   | 3,08  | 2,091 |
| Erva de Colina   | MALVACEAE                 | <i>Sida</i> aff. <i>Ciliaris</i> L.                         |                 | 19   | 77   | 143  | 12   | 25   | 28   | 24   | 50   | 56   | 11,3   | 7,42  | 7,87  |
| Malva Balaia     | MALVACEAE                 | <i>Herissantia crispera</i> (L.) BRIZICKY                   |                 | 9    | 4    | 7    | 6    | 4    | 4    | 12   | 8    | 8    | 5,36   | 0,39  | 0,385 |
| Canapu           | MALVACEAE                 | <i>Pavonia cancellata</i>                                   |                 |      |      | 1    |      |      | 1    |      |      | 2    |        |       | 0,055 |
| Malva branca     | MALVACEAE                 | <i>Sida galheirensis</i> ULBR.                              |                 | 2    |      |      | 2    |      |      | 4    |      |      | 1,1905 |       |       |
| Melo             | MALVACEAE                 | <i>Melochia</i> sp.   |                 | 2    |      |      | 2    |      |      | 4    |      |      | 1,1905 |       |       |
| Mel              | MALVACEAE                 | <i>Melochia pyramidata</i> L                                |                 |      | 41   |      |      | 9    |      |      | 18   |      |        |       | 3,95  |
| Peluda           | MALVACEAE                 | <i>Sida</i> sp  |                 |      | 2    |      |      | 2    |      |      | 4    |      |        |       | 0,19  |
| Malva amarela    | MALVACEAE                 |   |                 |      | 4    |      |      | 3    |      |      | 6    |      |        |       | 0,39  |
| Gay              | MALVACEAE                 | <i>Gaya</i> AFF. <i>Domingensis</i> URB.                    |                 | 1    |      |      | 1    |      |      | 2    |      |      | 0,5952 |       |       |

Fonte:Cardins (2015).

**Tabela 9continuação- Parâmetros fitossociológicos das espécies encontradas no tratamento Y do Planalto da Borborema. Ni= número de indivíduos; O= ocorrência; Fa= frequência absoluta; Fr= Frequência relativa; D%= Densidade.**

|                      |                |  |    |     |     |   |    |    |    |    |    |        |       |       |
|----------------------|----------------|--|----|-----|-----|---|----|----|----|----|----|--------|-------|-------|
| Pé de Galinha        | POACEAE        | <i>Dactyloctenium aegyptium</i> (L.) WILLD.                    | 4  | 169 | 361 | 4 | 15 | 27 | 8  | 30 | 54 | 2,38   | 16,28 | 19,87 |
| Carrapicho de ovelha | POACEAE        | <i>Tragus berteronianus</i> SCHULT                             |    | 3   |     |   | 1  |    |    | 2  |    |        | 0,29  |       |
| Carrapicho cigano    | POACEAE        | <i>Cenchrus echinatus</i> L                                    |    | 1   | 24  |   | 1  | 4  |    | 2  | 8  |        | 0,10  | 1,32  |
| Capim panasco        | POACEAE        | <i>Aristida adscensionis</i> L                                 |    |     | 1   |   |    | 1  |    |    | 2  |        |       | 0,06  |
| NID Capim 5          | POACEAE        |  |    |     | 278 |   |    | 9  |    |    | 18 |        |       | 15,30 |
| NID Capim 6          | POACEAE        |  |    | 2   | 16  |   | 2  | 4  |    | 4  | 8  |        | 0,19  | 0,88  |
| NID Capim 7          | POACEAE        |  |    | 1   |     |   | 1  |    |    | 2  |    |        | 0,10  |       |
| NID Capim 8          | POACEAE        |  |    | 3   |     |   | 1  |    |    | 2  |    |        | 0,29  |       |
| Marmeleiro           | EUPHORBIACEAE  | <i>Cróton Sonderianus</i> MUELL.ARG.                           | 23 | 17  | 3   | 5 | 6  | 2  | 10 | 12 | 4  | 13,7   | 1,6   | 0,165 |
| Maniçoba             | EUPHORBIACEAE  | <i>Manihot glaziovii</i> Müll.Arg.                             | 1  | 1   |     | 1 | 1  |    | 2  | 2  |    | 0,6    | 0,1   |       |
| Dit                  | EUPHORBIACEAE  | <i>Ditaxis cf. desertotum</i> (Mull. Arg.) Pax & K. Hoffm      | 2  | 3   | 3   | 2 | 3  | 3  | 4  | 6  | 6  | 1,2    | 0,3   | 0,165 |
| Cró                  | EUPHORBIACEAE  | <i>Cróton hirtus</i> L'Hér                                     |    | 4   |     |   | 1  |    |    | 2  |    |        | 0,4   |       |
| Moleque duro         | BORAGINACEAE   | <i>Varronia leucocephala</i> . (Moric.) J.S. Mill              |    | 2   | 9   |   | 2  | 6  |    | 4  | 12 |        | 0,2   | 0,495 |
| Fedegoso             | BORAGINACEAE   | <i>Heliotropium indicum</i> L.                                 | 1  | 1   | 2   | 1 | 1  | 2  | 2  | 2  | 4  | 0,6    | 0,1   | 0,11  |
| Alt                  | AMARANTHACEAE  | <i>Alternanthera tenella</i> Colla                             | 1  | 443 | 755 | 1 | 28 | 31 | 2  | 56 | 62 | 0,6    | 42,7  | 41,55 |
| Cabeça branca        | AMARANTHACEAE  | <i>Gomphsena aff. Vaga</i> Mart.                               | 8  | 7   | 3   | 5 | 2  | 1  | 10 | 4  | 2  | 4,8    | 0,7   | 0,165 |
| Bredo                | AMARANTHACEAE  | <i>Amaranthus viridis</i> L.                                   | 3  | 64  | 2   | 3 | 8  | 2  | 6  | 16 | 4  | 1,8    | 6,2   | 0,11  |
| Lip                  | VERBENDACEAE   | <i>Lippia</i> sp.  | 3  |     |     | 2 |    |    | 4  |    |    | 1,7857 |       |       |
| Dio                  | RUBIACEAE      | <i>Diodella apiculata</i> (Willd. ExRoeam. & Schult.) DELPRETE | 1  | 2   |     | 1 | 2  |    | 2  | 4  |    | 0,60   | 0,19  |       |
| Gogoia               | SOLOMACEAE     | <i>Solanum cf. agrarium</i> SENDTN                             |    | 3   | 1   |   | 2  | 1  |    | 4  | 2  |        | 0,29  | 0,055 |
| Sabonete de soldado  | PASSIFLORACEAE | <i>Mollungo verticillata</i> L.                                |    | 65  | 5   |   | 8  | 2  |    | 16 | 4  |        | 6,26  | 0,275 |
| Beldroega            | PORTULACACEAE  | <i>Portulaca cf. pilosa</i> L                                  |    |     | 3   |   |    | 2  |    |    | 4  |        |       | 0,165 |
| Cum                  | CUMMELINACEAE  | <i>Cummelina</i> sp  |    | 1   | 5   |   | 1  | 2  |    | 2  | 4  |        | 0,10  | 0,275 |
| Mussambê             | CLEOMACEAE     | <i>Cleome Spinosa</i> L  |    | 1   |     |   | 1  |    |    | 2  |    |        | 0,10  |       |

Fonte:Cardins (2015).

Tabela 9continuação- Parâmetros fitossociológicos das espécies encontradas no tratamento Y do Planalto da Borborema. Ni= número de indivíduos; O= ocorrência; Fa= frequência absoluta; Fr= Frequência relativa; D%= Densidade.

|           |                |   |     |      |      |   |    |     |               |
|-----------|----------------|---|-----|------|------|---|----|-----|---------------|
| Mela bode | ACANTHACEAE    | <i>Ruelia</i> sp.                             | 4   |      | 3    |   | 6  |     | 0,39          |
| Suculenta |                |   | 1   | 2    | 1    | 2 | 2  | 4   | 0,60<br>0,19  |
| Tur       | TURNERACEAE    | <i>Turmera Pumilea</i> L. Var. <i>pumiler</i> | 3   | 2    | 3    | 1 | 6  | 2   | 1,79<br>0,11  |
| Balaia    | SOLOACEAE      | <i>Physalis angulata</i> L.                   | 2   |      | 2    |   | 4  |     | 1,2           |
| Pas       | PASSIFLORACEAE | <i>Passiflora foetida</i> L.                  | 3   |      | 3    |   | 6  |     | 1,79          |
| NID 24    |                |   | 9   |      | 6    |   | 12 |     | 0,87          |
| NID 31    |                |   | 1   |      | 1    |   | 2  |     | 0,10          |
| NID 32    |                |   | 2   |      | 1    |   | 2  |     | 0,19          |
| NID 33    |                |   | 6   | 2    | 1    | 2 | 2  | 4   | 0,58<br>0,11  |
| NID 34    |                |   | 1   |      | 1    |   | 2  |     | 0,10          |
| NID 35    |                |   | 1   | 15   | 1    | 5 | 2  | 10  | 0,10<br>0,826 |
| NID 36    |                |   | 1   |      | 1    |   | 2  |     | 0,10          |
| NID 37    |                |   | 2   |      | 2    |   | 4  |     | 0,19          |
| NID 38    |                |   | 1   |      | 1    |   | 2  |     | 0,10          |
| NID 39    |                |   | 1   |      | 1    |   | 2  |     | 0,10          |
| NID 40    |                |   | 2   | 3    | 2    | 2 | 4  | 4   | 0,19<br>0,165 |
| NID 43    |                |   | 1   | 4    | 1    | 2 | 2  | 4   | 0,10<br>0,22  |
| NID 48    |                |   |     | 14   |      | 4 |    | 8   | 0,771         |
| NID 49    |                |   |     | 5    |      | 2 |    | 4   | 0,275         |
| NID 50    |                |   |     | 9    |      | 4 |    | 8   | 0,495         |
| Totais    |                |   | 168 | 1038 | 1817 |   |    | 100 | 100<br>100    |

Fonte: Cardins (2015).

**Tabela 12- Parâmetros fitossociológicos das espécies encontradas no tratamento Z do Planalto da Borborema. Ni= número de indivíduos; O= ocorrência; Fa= frequência absoluta; Fr= Frequência relativa; D%= densidade.**

| APBZ2014              |                           |  | Ni   |      | O    |      | F%   |      | D%    |      |
|-----------------------|---------------------------|--|------|------|------|------|------|------|-------|------|
| Nome popular          | Família                   | Nome científico                                      | 2014 | 2015 | 2014 | 2015 | 2014 | 2015 | 2014  | 2015 |
| Sty                   | FABACEAE FABOIDEAE        | <i>Stylosanthes scabra</i> VOGEL                     | 6    |      | 4    |      | 8    |      | 0,40  |      |
| Jurema d'água         | FABACEAE FABOIDEAE        | <i>Aschynomene aff rudis</i>                         | 4    |      | 2    |      | 4    |      | 0,27  |      |
| Jucá                  | FABACEAE CAESALPINIOIDEAE | <i>Libidibia ferrea</i> (Mart. Extul.) I. p. Queiroz | 3    | 3    | 2    | 3    | 4    | 6    | 0,20  | 0,18 |
| Mata-pasto verdadeiro | FABACEAE CAESALPINIOIDEAE | <i>Senna obtusifolia</i> (L.) H. S. & Barneby        |      | 15   |      | 4    |      | 8    |       | 0,89 |
| Tamboril              | FABACEAE CAESALPINIOIDEAE | <i>Enterolobium contortisiliquum</i> (Vell) Morong   | 1    |      | 1    |      | 2    |      | 0,07  |      |
| Jurema preta          | FABACEAE MIMOSOIDEAE      | <i>Mimosa tenuiflora</i> (WILLD.) POIR.              | 3    | 3    | 1    | 2    | 2    | 4    | 0,20  | 0,18 |
| Jurema vermelha       | FABACEAE MIMOSOIDEAE      | <i>Mimosa arenosa</i> (WILLD) POIR. VAR.             | 1    | 2    | 1    | 1    | 2    | 2    | 0,07  | 0,12 |
| Maliça                | FABACEAE MIMOSOIDEAE      |  |      | 1    |      | 1    |      | 2    |       | 0,06 |
| Algaroba              | FABACEAE MIMOSOIDEAE      | <i>Prosopis Juliflora</i>                            | 9    |      | 7    |      | 14   |      | 0,61  |      |
| Jitirana branca       | CONVOLVULACEAE            |  | 2    |      | 2    |      | 4    |      | 0,13  |      |
| Jacq                  | CONVOLVULACEAE            | <i>Jacquemontia</i> sp.                              | 4    |      | 1    |      | 2    |      | 0,27  |      |
| Malva preta           | MALVACEAE                 | <i>Waltheria rotundifolia</i> SCURANK                | 15   | 21   | 11   | 12   | 22   | 24   | 1,01  | 1,25 |
| Erva de Colina        | MALVACEAE                 | <i>Sida aff. Ciliaris</i> L.                         | 49   | 133  | 18   | 30   | 36   | 60   | 3,31  | 7,93 |
| Malva Balaia          | MALVACEAE                 | <i>Herissantia crisa</i> (L.) BRIZICKY               | 2    |      | 2    |      | 4    |      | 0,13  |      |
| Malva branca          | MALVACEAE                 | <i>Sida galheirensis</i> ULBR. NID                   | 2    |      | 2    |      | 4    |      | 0,13  |      |
| Mel                   | MALVACEAE                 | <i>Melochia pyramidata</i> L                         | 74   |      | 2    |      | 4    |      | 4,99  |      |
| Pé de galinha         | POACEAE                   | <i>Dactyloctenium aegyptium</i> (L.) WILLD           | 554  | 557  | 8    | 22   | 16   | 44   | 37,38 | 33,2 |
| Carrapicho cigano     | POACEAE                   | <i>Cenchrus echinatus</i> L                          | 16   |      | 3    |      | 6    |      | 1,08  |      |
| Capim seda            | POACEAE                   |  |      | 121  |      | 3    |      | 6    |       | 7,21 |
| NID Capim 5           | POACEAE                   |  | 213  | 105  | 10   | 13   | 20   | 26   | 14,37 | 6,26 |
| NID Capim 6           | POACEAE                   |  | 45   | 16   | 7    | 2    | 14   | 4    | 3,04  | 0,95 |
| NID Capim 7           | POACEAE                   |  | 13   |      | 2    |      | 4    |      | 0,88  |      |
| NID Capim 8           | POACEAE                   |  | 8    | 12   | 1    | 2    | 2    | 4    | 0,54  | 0,72 |
| NID Capim 9           | POACEAE                   |  | 4    |      | 2    |      | 4    |      | 0,27  |      |

Fonte:Cardins (2015).

**Tabela 10 - continuação- Parâmetros fitossociológicos das espécies encontradas no tratamento Z do Planalto da Borborema. Ni= número de indivíduos; O= ocorrência; Fa= frequência absoluta; Fr= Frequência relativa; D%= Densidade.**

|                     |                |   |      |      |    |    |    |    |       |      |
|---------------------|----------------|---|------|------|----|----|----|----|-------|------|
| Marmeleiro          | EUPHORBIACEAE  | <i>Cróton Sonderianus</i> MUELL.ARG.                      | 3    | 1    | 2  | 1  | 4  | 2  | 0,20  | 0,06 |
| Dit                 | EUPHORBIACEAE  | <i>Ditaxis cf. desertotum</i> (Mull. Arg.) Pax & K. Hoffm | 1    |      | 1  |    | 2  |    | 0,07  |      |
| Alt                 | EUPHORBIACEAE  | <i>Alternanthera tenella</i> Colla                        | 358  |      | 21 |    | 42 |    | 24,16 |      |
| Moleque duro        | BORAGINACEAE   | <i>Varronia leucocephala</i> . (Morici.) J.S. Mill        |      | 3    |    | 1  |    | 2  |       | 0,18 |
| Vassourinha         | PLANTAGINACEAE | <i>Scoparia dulcis</i> L.                                 |      | 1    |    | 1  |    | 2  |       | 0,06 |
| Alt                 | AMARANTHACEAE  | <i>Alternanthera tenella</i> Colla                        |      | 225  |    | 32 |    | 64 |       | 13,4 |
| Cabeça branca       | AMARANTHACEAE  | <i>Gomphsena aff. Vaga</i> Mart.                          | 7    | 108  | 7  | 7  | 14 | 14 | 0,47  | 6,44 |
| Bredo               | AMARANTHACEAE  | <i>Amaranthus viridis</i> L.                              | 60   | 5    | 12 | 3  | 24 | 6  | 4,05  | 0,3  |
| Chen                | AMARANTHACEAE  | <i>Chenopodium murale</i> L                               | 1    | 9    | 1  | 3  | 2  | 6  | 0,07  | 0,54 |
| Sabonete de soldado | MOLLUNGINACEAE | <i>Mollungo verticillata</i> L.                           | 6    | 52   | 4  | 6  | 8  | 12 | 0,40  | 3,1  |
| Beldroega           | PORTULACACEAE  | <i>Portulaca cf. pilosa</i> L                             | 5    | 110  | 5  | 9  | 10 | 18 | 0,34  | 6,56 |
| Cum                 | CUMMELINACEAE  | <i>Cumelina</i> sp  |      | 1    |    | 1  |    | 2  |       | 0,06 |
| Vassourinha         | PLANTAGINACEAE | <i>Scoparia dulcis</i> L.                                 | 1    |      | 1  |    | 2  |    | 0,07  |      |
| Mela bode           | ACANTHACEAE    | <i>Ruellia</i>  | 2    | 3    | 1  | 2  | 2  | 4  | 0,13  | 0,18 |
| Cen                 | ASTERACEAE     | <i>Centratherum punctatum</i>                             | 1    |      | 1  |    | 2  |    | 0,07  |      |
| NID 23              |                |   | 1    |      | 1  |    | 2  |    | 0,07  |      |
| NID 24              |                |   | 1    |      | 1  |    | 2  |    | 0,07  |      |
| NID 25              |                |   | 3    |      | 3  |    | 6  |    | 0,20  |      |
| NID 35              |                |   |      | 165  |    | 17 |    | 34 |       | 9,83 |
| NID 46              |                |   | 4    | 5    | 3  | 1  | 6  | 2  | 0,27  | 0,3  |
| NID 51              |                |   |      | 1    |    | 1  |    | 2  |       | 0,06 |
| Totais              |                |   | 1482 | 1678 |    |    |    |    | 100   | 100  |

Fonte:Cardins (2015).

## Depressão Sertaneja

Nas parcelas sorteadas da Depressão Sertaneja foram contabilizadas 24 espécies de 12 famílias para o tratamento X, com 677 indivíduos m<sup>2</sup>. Para o tratamento Y foram contabilizadas 29 espécies de 12 famílias, com 1.113 indivíduos m<sup>2</sup>. Em ambos os tratamentos, as famílias *Fabaceae*, *Convolvulaceae*, *Malvaceae* e *Poaceae* apresentaram maior participação de espécies: 5, 3, 4, 4 e 9, 4, 4, 4 respectivamente para X e Y. As demais famílias (8) participaram com uma espécie, apenas, para ambos os tratamentos.

No tratamento X 66,6% das famílias apresentaram apenas uma espécie e 0,8% dos indivíduos. 8,3%, 8,3% e 16,6% apresentaram 3, 5 e 4 espécies, respectivamente, totalizando 33,3% das famílias e 99,1% dos indivíduos. No tratamento Y 66,6% também apresentaram apenas uma espécie e 0,9% dos indivíduos. 8,3% e 25% apresentaram 9 e 4 espécies, respectivamente, totalizando 33,3% das famílias e 99,1% dos indivíduos.

De modo geral todos os parâmetros apresentaram maiores valores respectivamente para os táxons: *Sida aff. Ciliaris* L.; *Sida sp.*; *Waltheria rotundifolia* SCURANK; *Stylosanthes humilis* KUNTH; *Evolvulus filipes* Mart. no tratamento X e *Sida aff. Ciliaris* L.; *Sida sp.*; *Waltheria rotundifolia* SCURANK; *Stylosanthes humilis* KUNTH; *Evolvulus filipes* Mart.; *Jacquemontia aff.*; *Evolvuloides* (Moric.) MEISN. e *Tragus berteronianus* SCHULT. no tratamento Y. Apesar de as mesmas espécies apresentarem tendência de maior participação em ambos os tratamentos, houve aumento dos valores de Y em relação a X.

No tratamento X *Waltheria rotundifolia* SCURANK e *Evolvulus filipes* Mart. apresentaram frequências de 64% e 74%, porém com densidade de 38 e 18 indivíduos m<sup>2</sup>. *Jacquemontia gracillima* (Choisy) HALLIER f. e *Tragus berteronianus* SHULT. apresentaram frequências de 20% e 40%, porém 6,24 e 3,76 indivíduos m<sup>2</sup>.

No tratamento Y os táxons *Stylosanthes humilis* KUNTH e *Waltheria rotundifolia* SCURANK apresentaram frequências iguais: 90%, porém densidades diferentes: 36,96% e 67,36%, respectivamente. *Centrosema pascuorum* MART. EX. BENTH., *Portulaca cf. polosa* L. e *Jacquemontia gracillima* (Choisy) HALLIER f. apresentaram 36%, 30% e 50% de frequência; e

densidade de 20,6, 4,88 e 4,6 indivíduos m<sup>2</sup>, respectivamente. Ou seja, a maior frequência aponta melhor distribuição na área com menor densidade e vice-versa.

A análise dos dados permite a compreensão de que área analisada foi submetida à degradação menos severa em relação àquela analisada no Planalto da Borborema. Os valores dos parâmetros demonstram diferenças consideráveis na quantidades de indivíduos por espécie e por unidade de área. Os valores acentuados das frequências e densidades de *Sida aff. Ciliaris* indicam dominância da espécie dentro da comunidade.

A comparação com os valores encontrados nas parcelas tratadas apontam mudanças na comunidade botânica e sinalizam recuperação da cobertura vegetal, como também da reorganização de processos essenciais a tal restabelecimento (Tabelas 12e 13 e 14).

**Tabela 13- Parâmetros fitossociológicos das espécies encontradas no tratamento X do Planalto da Borborema. Ni= número de indivíduos; O= ocorrência; Fa= frequência absoluta; Fr= Frequência relativa; Dam2= Densidade em metro quadrado. Da ha= Densidade.**

| Nome popular         | Família            | Nome científico   | ADSX |      |      | Ni   |      |      | O    |      |      | F%    |       |       | D% |  |  |
|----------------------|--------------------|---|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|-------|-------|----|--|--|
|                      |                    |   | 2013 | 2014 | 2015 | 2013 | 2014 | 2015 | 2013 | 2014 | 2015 | 2013  | 2014  | 2015  |    |  |  |
| Erva de cavalo       | FABACEAE FABOIDEAE | <i>Stylosanthes humilis</i> KUNTH                             | 1444 | 590  | 297  | 43   | 40   | 22   | 86   | 80   | 44   | 17,04 | 14,83 | 9,56  |    |  |  |
| Feijão de cabrito    | FABACEAE FABOIDEAE | <i>Centrosema pascurum</i> MART. EX. BENTH.                   | 8    | 2    |      | 6    | 1    |      | 12   | 2    |      | 0,09  | 0,05  |       |    |  |  |
| Mac                  | FABACEAE FABOIDEAE | <i>Macroptilium lathyroides</i>                               | 4    |      |      | 3    |      |      | 6    |      |      | 0,05  |       |       |    |  |  |
| Cha                  | FABACEAE FABOIDEAE | <i>Chamaecrista flexuosa</i> (L.) GREENE VAR. <i>flexuosa</i> | 3    |      |      | 3    |      |      | 6    |      |      | 0,04  |       |       |    |  |  |
| Jurema preta         | FABACEAE FABOIDEAE | <i>Mimosa tenuiflora</i> (WILLD.) POIR.                       | 2    |      |      | 2    |      |      | 4    |      |      | 0,02  |       |       |    |  |  |
| Alecrim              | CONVOLVULACEAE     | <i>Evolvulus filipes</i> Mart.                                | 234  | 168  | 2    | 37   | 22   | 1    | 74   | 44   | 2    | 2,76  | 4,22  | 0,06  |    |  |  |
| Amarra cachorro      | CONVOLVULACEAE     | <i>Jacquemontia aff. Evolvuloides</i> (Moric.) MEISN          | 215  | 223  | 291  | 22   | 33   | 21   | 44   | 66   | 42   | 2,54  | 5,60  | 9,36  |    |  |  |
| Delicada             | CONVOLVULACEAE     | <i>Jacquemontia gracillima</i> (Choisy) HALLIER f.            | 78   | 18   | 14   | 9    | 7    | 4    | 18   | 14   | 8    | 0,92  | 0,45  | 0,45  |    |  |  |
| Jitirana amarela     | CONVOLVULACEAE     | <i>Ipomoea Longerosa</i> Choisy                               |      |      | 4    |      |      | 2    |      |      | 4    |       |       | 0,13  |    |  |  |
| Erva de colina       | MALVACEAE          | <i>Sida aff. Ciliaris</i> L.                                  | 5299 | 2591 | 630  | 49   | 40   | 41   | 98   | 80   | 82   | 62,54 | 65,12 | 20,27 |    |  |  |
| Malva preta          | MALVACEAE          | <i>Waltheria rotundifolia</i> SCURANK                         | 475  | 71   | 48   | 32   | 16   | 16   | 64   | 32   | 32   | 5,61  | 1,78  | 1,54  |    |  |  |
| Peluda               | MALVACEAE          | <i>Sida sp.</i>   | 531  | 133  | 62   | 42   | 27   | 23   | 84   | 54   | 46   | 6,27  | 3,34  | 1,99  |    |  |  |
| Malva Branca         | MALVACEAE          | <i>Sida galheirensis</i> ULBR.                                | 11   | 30   | 62   | 6    | 13   | 10   | 12   | 26   | 20   | 0,13  | 0,75  | 1,99  |    |  |  |
| Canapu               | MALVACEAE          | <i>Pavonia cancellata</i>                                     | 1    |      |      | 1    |      |      | 2    |      |      | 0,01  |       |       |    |  |  |
| Carrapicho de ovelha | POACEAE            | <i>Tragus berteronianus</i> SCHULT.                           | 47   | 35   | 217  | 20   | 14   | 30   | 40   | 28   | 60   | 0,55  | 0,88  | 6,98  |    |  |  |
| Capim Panasco        | POACEAE            | <i>Aristida adscensionis</i> L.                               | 43   | 22   | 296  | 11   | 11   | 15   | 22   | 22   | 30   | 0,51  | 0,55  | 9,52  |    |  |  |
| Pé de Galinha        | POACEAE            | <i>Dactyloctenium aegyptium</i> (L.) WILLD.                   | 4    |      | 6    | 1    |      | 1    | 2    |      | 2    | 0,05  |       | 0,19  |    |  |  |
| Campim 1             | POACEAE            | <i>Urochloa Mollis</i> (Sw.) MORRONE & ZULOAGA                | 5    |      |      | 3    |      |      | 6    |      |      | 0,06  |       |       |    |  |  |
| NID Capim 2          | POACEAE            |   |      | 3    | 3    |      | 2    | 1    | 4    | 2    |      | 0,08  | 0,10  |       |    |  |  |
| NID Capim 5          | POACEAE            |   |      | 1    |      |      | 1    |      | 2    |      |      | 0,03  |       |       |    |  |  |

Fonte: Cardins (2015).

**Tabela 12- continuação - Parâmetros fitossociológicos das espécies encontradas no tratamento X do Planalto da Borborema. Ni= número de indivíduos; O= ocorrência; Fa= frequência absoluta; Fr= Frequência relativa; Dam2= Densidade em metro quadrado. Da ha= Densidade.**

|                     |                |   |      |      |      |    |    |    |      |      |      |      |      |       |
|---------------------|----------------|---|------|------|------|----|----|----|------|------|------|------|------|-------|
| Dio                 | RUBIACEAE      | <i>Diodella apiculata</i> (Willd. ExRoem. & Schult.) DELPRETE | 7    | 3    | 5    | 2  | 10 | 4  | 0,08 | 0,08 |      |      |      |       |
| Maxixe              | CURCUBITACEAE  | <i>Cucumis anguria</i> L.                                     | 1    |      | 1    |    | 2  |    | 0,01 |      |      |      |      |       |
| Cru                 | RAMNACEAE      | <i>Crumenaria decumbens</i>                                   | 1    |      | 1    |    | 2  |    | 0,01 |      |      |      |      |       |
| Cró                 | EUPHORBIACEAE  | <i>Cróton hirtus</i> L'Hér                                    | 1    | 4    | 2    | 1  | 4  | 2  | 8    | 4    | 0,01 | 0,10 | 0,06 |       |
| Eup                 | EUPHORBIACEAE  | <i>Euphorbia hyssopifolia</i> L.                              |      |      | 3    |    | 1  |    | 2    |      |      | 0,10 |      |       |
| Sabonete de Soldado | MOLLUNGINACEAE | <i>Mollungo verticillata</i> L.                               | 12   | 1    | 45   | 6  | 1  | 12 | 12   | 2    | 24   | 0,14 | 0,03 | 1,45  |
| Alfazema braba      | LAMIACEAE      | <i>Hyptis suaveolens</i> POIT.                                | 10   | 2    |      | 5  | 2  |    | 10   | 4    |      | 0,12 | 0,05 |       |
| Beldroega           | PORTULACACEAE  | <i>Portulaca cf. polosa</i> L.                                | 30   | 79   | 1125 | 11 | 32 | 46 | 22   | 64   | 92   | 0,35 | 1,99 | 36,20 |
| Tur                 | TURNERACEAE    | <i>Turmera Pumilea</i> L. Var. <i>pumiler</i>                 | 7    | 2    |      | 4  | 1  |    | 8    | 2    |      | 0,08 | 0,05 |       |
| Pega pinto          | NYCTAGINACEAE  | <i>Boerhavia diffusa</i> L.                                   |      | 1    |      |    | 1  |    | 2    |      |      |      | 0,03 |       |
| Xanana              | TURNERACEAE    | <i>Turnera subulata</i> Sm.                                   |      |      | 1    |    | 1  |    |      | 2    |      |      | 0,03 |       |
| Totais              |                |   | 8473 | 3979 | 3108 |    |    |    |      |      |      | 100  | 100  | 100   |

Fonte:Cardins (2015).

**Tabela 14- Parâmetros fitossociológicos das espécies encontradas no tratamento Y do Planalto da Borborema. Ni= número de indivíduos; O= ocorrência; Fa= frequência absoluta; Fr= Frequência relativa; D%= Densidade.**

| Nome popular      | Família                  | ADSY | Nome científico   | Ni   |      |      | O    |      |      | F%   |      |
|-------------------|--------------------------|------|---|------|------|------|------|------|------|------|------|
|                   |                          |      |   | 2013 | 2014 | 2015 | 2013 | 2014 | 2015 | 2013 | 2014 |
| Erva de cavalo    | FABACEAE FABOIDEAE       |      | <i>Stylosanthes humilis</i> KUNTH                           | 462  | 236  | 110  | 45   | 39   | 10   | 90   | 78   |
| Feijão de cabrito | FABACEAE FABOIDEAE       |      | <i>Centrosema pascuorum</i> MART. EX. BENTH.                | 54   | 2    | 23   | 25   | 2    | 7    | 50   | 4    |
| Aes               | FABACEAE FABOIDEAE       |      | <i>Aeschynomene</i> Aff. <i>Rudis</i> . BENTH.              | 5    |      |      | 3    |      |      | 6    |      |
| Feijão de lambu   | FABACEAE FABOIDEAE       |      | <i>Tephosia purpurea</i>                                    | 2    | 1    |      | 1    | 1    |      | 2    | 2    |
| Cha               | FABACEAE CAESALPINOIDEAE |      | <i>Chamaecrista flexuosa</i> L. GREENE VAR.                 | 5    | 2    | 1    | 4    | 1    | 1    | 8    | 2    |
| Feijãozinho       | FABACEAE CAESALPINOIDEAE |      | <i>Chamaecrista sotundifolia</i> (PERS.) GREEN VAR.         | 4    |      | 3    | 3    |      | 2    | 6    |      |
| Jurema preta      | FABACEAE MIMOSOIDEAE     |      | <i>Mimosa tenuiflora</i> (WILLD.) POIR                      | 9    |      |      | 7    |      |      | 14   |      |
| Algaroba          | FABACEAE MIMOSOIDEAE     |      | <i>Prosopis Juliflora</i>                                   | 4    | 12   | 2    | 2    | 4    | 2    | 4    | 8    |
| Maliça            | FABACEAE MIMOSOIDEAE     |      |   | 1    | 9    |      | 1    | 5    |      | 2    | 10   |
| Mim               | FABACEAE MIMOSOIDEAE     |      | <i>Mimosa</i> cf. <i>ursina</i> MART.                       | 1    |      |      | 1    |      |      | 2    |      |
| Alecrim           | CONVOLVULACEAE           |      | <i>Evolvulus filipes</i> Mart.                              | 620  | 227  |      | 43   | 29   |      | 86   | 58   |
| Amarra cachorro   | CONVOLVULACEAE           |      | <i>Jacquemontia</i> aff. <i>Evolvuloides</i> (Moric.) MEISN | 563  | 637  | 1228 | 39   | 45   | 48   | 78   | 90   |
| Delicada          | CONVOLVULACEAE           |      | <i>Jacquemontia gracillima</i> (Choisy) HALLIER f.          | 262  | 14   | 30   | 18   | 8    | 15   | 36   | 16   |
| Jitirana amarela  | CONVOLVULACEAE           |      | <i>Ipomoea Longerosa</i> Choisy                             | 1    |      |      | 1    |      |      | 2    |      |
| Salsa             | CONVOLVULACEAE           |      | <i>Ipomoea asarifolia</i> R. et Schult.                     |      | 2    |      |      | 2    |      |      | 4    |
| Erva de colina    | MALVACEAE                |      | <i>Sida</i> aff. <i>Ciliaris</i> L.                         | 9880 | 1286 | 627  | 50   | 50   | 47   | 100  | 100  |
| Malva preta       | MALVACEAE                |      | <i>Waltheria rotundifolia</i> SCURANK                       | 842  | 92   | 16   | 45   | 22   | 10   | 90   | 44   |
| Peluda            | MALVACEAE                |      | <i>Sida</i> sp.   | 906  | 214  | 63   | 46   | 41   | 24   | 92   | 82   |
| Malva Branca      | MALVACEAE                |      | <i>Sida galheirensis</i> ULBR.                              | 68   | 84   | 20   | 29   | 19   | 12   | 58   | 38   |
| Canapu            | MALVACEAE                |      | <i>Pavonia cancellata</i>                                   |      | 3    |      |      | 2    |      |      | 4    |

Fonte:Cardins (2015).

**Tabela 12**continuação- Parâmetros fitossociológicos das espécies encontradas no tratamento Y do Planalto da Borborema. Ni= número de indivíduos; O= ocorrência; Fa= frequência absoluta; Fr= Frequência relativa; D%= Densidade.

|                      |                |  |       |      |      |    |    |    |    |    |
|----------------------|----------------|--|-------|------|------|----|----|----|----|----|
| Carrapicho de ovelha | POACEAE        | <i>Tragus berteronianus</i> SCHULT.                            | 58    | 39   | 39   | 30 | 11 | 12 | 60 | 22 |
| Capim Panasco        | POACEAE        | <i>Aristida adscensionis</i> L.                                | 25    | 46   | 272  | 6  | 5  | 9  | 12 | 10 |
| Pé de galinha        | POACEAE        | <i>Dactyloctenium aegyptium</i> (L.) WILLD                     | 2     |      |      | 2  |    |    | 4  |    |
| Pata de dinossauro   | POACEAE        |  |       |      | 1    |    |    | 1  |    |    |
| Capim 1              | POACEAE        | <i>Urochloa mollis</i> (Sw) Morrone & ZULOAGA                  | 4     |      |      | 4  |    |    | 8  |    |
| NID capim 3          | POACEAE        |  |       | 2    |      |    |    | 1  |    | 2  |
| NID capim 5          | POACEAE        |  |       | 2    |      |    |    | 2  |    | 4  |
| Dio                  | RUBIACEAE      | <i>Diodella apiculata</i> (Willd. ExRoeam. & Schult.) DELPRETE | 6     | 22   |      | 5  | 9  |    | 10 | 18 |
| Cró                  | EUPHORBIACEAE  | <i>Cróton hirtus</i> L'Hér                                     |       | 9    | 10   |    | 4  | 6  |    | 8  |
| Eup                  | EUPHORBIACEAE  | <i>Euphorbia hyssopifolia</i> L                                | 1     |      | 2    | 1  |    | 2  | 2  |    |
| Maxixe               | CURCUMBITACEAE | <i>Cucumis anguria</i> L                                       | 3     |      |      | 3  |    |    | 6  |    |
| Sabonete de Soldado  | MOLLUNGINACEAE | <i>Mollungo verticillata</i> L.                                | 27    | 8    | 43   | 15 | 4  | 12 | 30 | 8  |
| Alfazema braba       | LAMIACEAE      | <i>Hyptis suaveolens</i> POIT.                                 | 28    | 14   | 18   | 13 | 7  | 5  | 26 | 14 |
| Beldroega            | PORTULACACEAE  | <i>Portulaca cf. polosa</i> L.                                 | 61    | 10   | 186  | 15 | 7  | 26 | 30 | 14 |
| Tur                  | TURNERACEAE    | <i>Turmera Pumilea</i> L. Var. <i>pumiler</i>                  | 7     | 15   |      | 6  | 7  |    | 12 | 14 |
| Xanana               | TURNERACEAE    | <i>Turnera subulata</i> Sm.                                    |       | 2    | 3    |    | 2  | 2  |    | 4  |
| Bredo                | AMARANTHACEAE  | <i>Amaranthus viridis</i> L                                    |       | 1    |      |    | 1  |    |    | 2  |
| Phy                  | PHYLANTACEAE   | <i>Phyllanthus</i> sp.   |       | 1    |      |    | 1  |    |    | 2  |
| Pega pinto           | NYCTAGINACEAE  | <i>Boerhavia diffusa</i> L                                     |       |      |      | 3  |    | 1  |    |    |
| Capim Navalha        |                |  |       |      | 2    |    |    | 2  |    |    |
| NID 9                |                |  |       | 4    | 2    |    | 1  | 2  |    | 2  |
| NID 11               |                |  |       | 11   |      |    | 2  |    |    | 4  |
| NID 14               |                |  |       | 1    |      |    | 1  |    |    | 2  |
| Totais               |                |  | 13911 | 3008 | 2704 |    |    |    |    |    |

Fonte:Cardins (2015).

**Tabela 15- Parâmetros fitossociológicos das espécies encontradas no tratamento Z do Planalto da Borborema. Ni= número de indivíduos; O= ocorrência; Fa= frequência absoluta; Fr= Frequência relativa; D%= Densidade.**

| Nome popular         | Família                  | ADSZ | Nome científico                                      | Ni   |      | O    |      | F%   |      | D%    |       |
|----------------------|--------------------------|------|--|------|------|------|------|------|------|-------|-------|
|                      |                          |      |  | 2014 | 2015 | 2014 | 2015 | 2014 | 2015 | 2014  | 2015  |
| Erva de cavalo       | FABACEAE FABOIDEAE       |      | <i>Stylosanthes humilis</i> KUNTH                    | 249  | 244  | 41   | 23   | 82   | 46   | 7,33  | 7,02  |
| Feijão de cabrito    | FABACEAE FABOIDEAE       |      | <i>Centrosema pascuorum</i> MART. EX. BENTH.         | 5    | 7    | 3    | 5    | 6    | 10   | 0,15  | 0,20  |
| Feijão de lambu      | FABACEAE FABOIDEAE       |      | <i>Tephosia purpurea</i>                             | 4    |      | 3    |      | 6    |      | 0,12  |       |
| Jurema d'água        | FABACEAE FABOIDEAE       |      | <i>Aschynomene aff rudis</i>                         | 1    |      | 1    |      | 2    |      | 0,03  |       |
| Cha                  | FABACEAE CAESALPINOIDEAE |      | <i>Chamaecrista serpens</i> (L.) GREENE VAR.         | 1    | 1    | 1    | 1    | 2    | 2    | 0,03  | 0,03  |
| Jurema preta         | FABACEAE MIMOSOIDEAE     |      | <i>Mimosa tenuiflora</i> (WILLD.) POIR               |      | 1    |      | 1    |      | 2    |       | 0,03  |
| Algaroba             | FABACEAE MIMOSOIDEAE     |      | <i>Prosopis Juliflora</i>                            |      | 1    |      | 1    |      | 2    |       | 0,03  |
| Maliça               | FABACEAE MIMOSOIDEAE     |      |  | 10   | 1    | 7    | 1    | 14   | 2    | 0,29  | 0,03  |
| Alecrim              | CONVOLVULACEAE           |      | <i>Evolvulus filipes</i> Mart                        | 108  | 1    | 29   | 1    | 58   | 2    | 3,18  | 0,03  |
| Amarra cachorro      | CONVOLVULACEAE           |      | <i>Jacquemontia aff. Evolvuloides</i> (Moric.) MEISN | 398  | 1151 | 43   | 46   | 86   | 92   | 11,72 | 33,13 |
| Delicada             | CONVOLVULACEAE           |      | <i>Jacquemontia gracillima</i> (Choisy) HALLIER f.   | 26   | 26   | 16   | 6    | 32   | 12   | 0,77  | 0,75  |
| Erva de colina       | MALVACEAE                |      | <i>Sida aff. Ciliaris</i> L.                         | 1964 | 836  | 50   | 42   | 100  | 84   | 57,85 | 24,06 |
| Malva preta          | MALVACEAE                |      | <i>Waltheria rotundifolia</i> SCURANK                | 84   | 7    | 29   | 3    | 58   | 6    | 2,47  | 0,20  |
| Peluda               | MALVACEAE                |      | <i>Sida sp.</i>                                      | 295  | 116  | 46   | 23   | 92   | 46   | 8,69  | 3,34  |
| Malva Branca         | MALVACEAE                |      | <i>Sida galheirensis</i> ULBR.                       | 45   | 59   | 21   | 20   | 42   | 40   | 1,33  | 1,70  |
| Carrapicho de ovelha | POACEAE                  |      | <i>Tragus berteronianus</i> SCHULT.                  | 48   | 67   | 10   | 7    | 20   | 14   | 1,41  | 1,93  |
| Capim Panasco        | POACEAE                  |      | <i>Aristida adscensionis</i> L.                      | 10   | 181  | 6    | 18   | 12   | 36   | 0,29  | 5,21  |
| Pé de galinha        | POACEAE                  |      | <i>Dactyloctenium aegyptium</i> (L.) WILLD           | 10   | 7    | 4    | 1    | 8    | 2    | 0,29  | 0,20  |
| Pata de dinossauro   | POACEAE                  |      |  |      | 1    |      | 1    |      | 2    |       | 0,03  |
| Capim NID 2          | POACEAE                  |      |  | 5    |      | 2    |      | 4    |      | 0,15  |       |
| Capim NID 3          | POACEAE                  |      |  | 2    |      | 1    |      | 2    |      | 0,06  |       |
| Capim NID 5          | POACEAE                  |      |  | 3    |      | 3    |      | 6    |      | 0,09  |       |
| Capim NID 8          | POACEAE                  |      |  |      | 61   |      | 2    |      | 4    |       | 1,76  |

Fonte:Cardins (2015).

**Tabela 13**continuação - Parâmetros fitossociológicos das espécies encontradas no tratamento Z do Planalto da Borborema. Ni= número de indivíduos; O= ocorrência; Fa= frequência absoluta; Fr= Frequência relativa; D%= Densidade.

|                     |                |   |      |      |    |    |    |    |      |       |
|---------------------|----------------|---|------|------|----|----|----|----|------|-------|
| Dio                 | RUBIACEAE      | <i>Diodella apiculata</i> (Willd. Ex Roem. & Schult.) | 8    | 5    | 6  | 3  | 12 | 6  | 0,24 | 0,14  |
| Marmeleiro          | EUPHORBIACEAE  | <i>Cróton Sonderianus</i> MUELL.ARG.                  | 7    | 4    | 3  | 2  | 6  | 4  | 0,21 | 0,12  |
| Cró                 | EUPHORBIACEAE  | <i>Cróton hirtus</i> L'Hér                            |      | 4    |    | 1  |    | 2  |      | 0,12  |
| Eup                 | EUPHORBIACEAE  | <i>Euphorbia hyssopifolia</i> L.                      |      | 12   |    |    |    | 5  |      | 0,35  |
| Sabonete de Soldado | MOLLUNGINACEAE | <i>Mollungo verticillata</i> L.                       | 23   | 46   | 3  | 21 | 6  | 42 | 0,68 | 1,32  |
| Alfazema braba      | LAMIACEAE      | <i>Hyptis suaveolens</i> POIT.                        | 13   | 18   | 8  | 7  | 16 | 14 | 0,38 | 0,52  |
| Beldroega           | PORTULACACEAE  | <i>Portulaca cf. polosa</i> L.                        | 41   | 608  | 17 | 21 | 34 | 42 | 1,21 | 17,50 |
| Xanana              | TURNERACEAE    | <i>Turnera subulata</i> Sm.                           | 1    |      |    | 1  |    | 2  |      | 0,03  |
| Tur                 | TURNERACEAE    | <i>Turnera pumilea</i>                                | 17   | 4    | 11 | 3  | 22 | 6  | 0,50 | 0,12  |
| Palmatória          | CACTACEAE      | <i>Tacinga inamoena</i>                               | 10   |      |    | 2  |    | 4  |      | 0,29  |
| Cru                 | RHAMNACEAE     | <i>Crumenaria decumbens</i>                           | 2    |      |    | 2  |    | 4  |      | 0,06  |
| Pol                 | POLYGALACEAE   | <i>Polygala</i>                                       | 1    |      |    | 1  |    | 2  |      | 0,03  |
| Bredo               | AMARANTHACEAE  | <i>Amaranthus viridis</i> L.                          |      |      | 1  |    |    | 1  |      | 0,03  |
| Pega pinto          | NYCTAGINACEAE  | <i>Boerhavia diffusa</i> L.                           |      |      | 2  |    |    | 1  |      | 0,06  |
| Rapadura de cavalo  |                |   |      | 1    |    |    |    | 1  |      | 0,03  |
| NID 11              |                |   | 1    |      |    | 1  |    | 2  |      | 0,03  |
| NID 12              |                |   | 2    |      |    | 2  |    | 4  |      | 0,06  |
| NID 14              |                |   | 1    |      |    | 1  |    | 2  |      | 0,03  |
| NID 52              |                |   |      | 1    |    |    | 1  |    | 2    | 0,03  |
|                     |                | Totais  | 3395 | 3474 |    |    |    |    | 100  | 100   |

Fonte:Cardins (2015).

### **Entre tratamentos**

**ADSX** - As curvas de dominância K apresentam a mais alta dominância observada.

**ADSY**- Apresentaram alta dominância, de semelhante modo ao tratamento X, mas com valores levemente mais baixos.

**ADSZ**- Apresentam a menor dominância entre os tratamentos empregados na depressão sertaneja

**APBX** - Apresentam tendência de mais baixa dominância entre os tratamentos

**APBY** - Apresentam tendência da mais alta dominância entre os tratamentos observados.

**APBZ** - Apresentam comportamento semelhante ao encontrado no tratamento Y, mas com tendência à redução na dominância.

### **Entre ambientes**

**ADSX**- A Dominância se apresenta Maior na Depressão Sertaneja e menor no Planalto da Borborema

**ADSY** - A Dominância se apresenta Maior na Depressão Sertaneja e menor no Planalto da Borborema

**ADSZ**- A Dominância se apresenta de modo similar, mas como leve superioridade na Depressão Sertaneja e menor no Planalto da Borborema.

**APBX**- A Dominância se manifesta de modo mais expressiva, com as curvas demonstrando maior diferença entre Planalto da Borborema e Depressão sertaneja.

**APBY**- A dominância se mostrou inferior para o Planalto da Borborema em relação à Depressão sertaneja.

**APBZ**- Apresentou comportamento semelhante à depressão sertaneja, com tendência a menor dominância.

### **Entre anos**

As maiores diferenças encontradas ocorrem quando comparada a dominância ano a ano.

**ADSX**- A dominância se comporta de maneira praticamente igual em 2013 e 2014, mas com uma considerável redução em 2015.

### **Entre tratamentos**

**ADSX** - As curvas de dominância K apresentam a mais alta dominância observada.

**ADSY**- Apresentaram alta dominância, de semelhante modo ao tratamento X, mas com valores levemente mais baixos.

**ADSZ**- Apresentam a menor dominância entre os tratamentos empregados na depressão sertaneja

**APBX** - Apresentam tendência de mais baixa dominância entre os tratamentos

**APBY** - Apresentam tendência da mais alta dominância entre os tratamentos observados.

**APBZ** - Apresentam comportamento semelhante ao encontrado no tratamento Y, mas com tendência à redução na dominância.

### **Entre ambientes**

**ADSX**- A Dominância se apresenta Maior na Depressão Sertaneja e menor no Planalto da Borborema

**ADSY** - A Dominância se apresenta Maior na Depressão Sertaneja e menor no Planalto da Borborema

**ADSZ**- A Dominância se apresenta de modo similar, mas como leve superioridade na Depressão Sertaneja e menor no Planalto da Borborema.

**APBX**- A Dominância se manifesta de modo mais expressiva, com as curvas demonstrando maior diferença entre Planalto da Borborema e Depressão sertaneja.

**APBY**- A dominância se mostrou inferior para o Planalto da Borborema em relação à Depressão sertaneja.

**APBZ**- Apresentou comportamento semelhante à depressão sertaneja, com tendência a menor dominância.

### **Entre anos**

As maiores diferenças encontradas ocorrem quando comparada a dominância ano a ano.

**ADSX**- A dominância se comporta de maneira praticamente igual em 2013 e 2014, mas com uma considerável redução em 2015.

**ADSY**- A mais alta dominância foi observada em 2013, com notável redução em 2014 e aumento em 2015.

**ADSZ-** A mais alta dominância foi encontrada em 2014, com tendência a redução em 2015.

**APBX-** Apresentou tendência ao aumento da dominância, com o ano de 2013 demonstrando a mais baixa entre todos os anos observados, com aumento em 2014 e outro aumento em 2015. Demonstrando tendência inversa ao observado em todos os tratamentos. Aumento da dominância pode estar relacionado ao aparecimento de novas espécies nas parcelas onde se mostra a recolonização mais lenta. A curva de 2015 se aproxima do comportamento do tratamento Y.

**ADSY-** Também apresenta aumento crescente na dominância de 2013 a 2015, acompanhando o comportamento geral da dominância.

**ADSZ-** Apresenta comportamento inverso, demonstrando redução na dominância de 2014 a 2015.

As áreas monitoradas demonstram tendência a elevada dominância devido ao fato de passarem por um processo de recolonização das espécies vegetais e à sua respectiva possibilidade de aproveitamento dos recursos disponíveis. Uma menor dominância do tratamento X no Planalto da borborema refletem também a escassez de indivíduos verificada, mesmo com pequeno acréscimo ano após ano.

Do ponto de vista da dominância, compreende-se que as espécies que possuem maiores limites de tolerância às condições de degradação apresentaram largo aproveitamento de maneira geral. Observou-se também que há variações entre tratamentos, que denotam uma ocupação das espécies vegetais mais pronunciada relacionada aos tratamentos Y e Z, em relação ao tratamento X, ainda que a dominância se expresse em elevados valores.

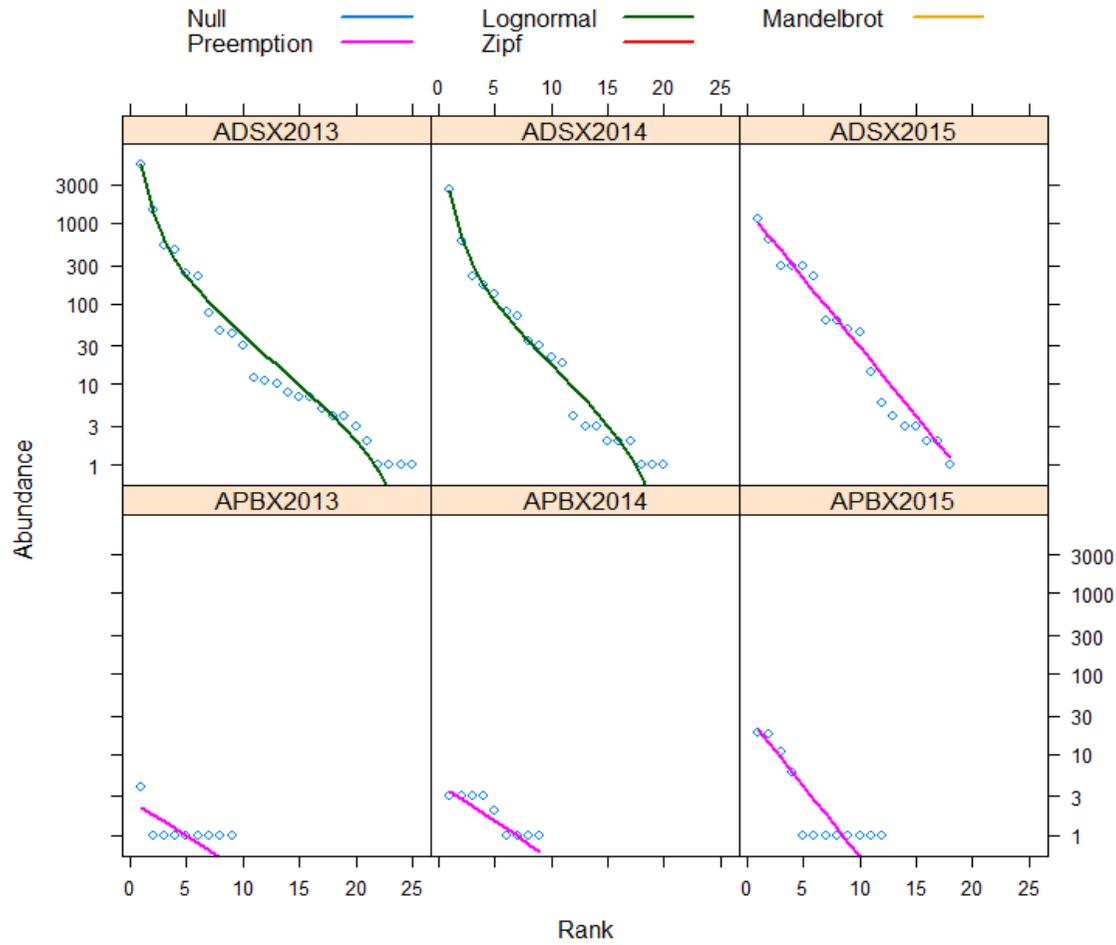
As variações anuais também demonstram mudanças importantes no que se refere a uma tendência à redução da dominância. Apesar de este parâmetro refletir alterações consideradas positivas, a maior dominância nos tratamentos Y e Z podem indicar melhorias em relação à menor dominância verificada no tratamento X do Planalto da Borborema. Isso pode ser explicado por uma abundância muito maior ocasionada pelas melhorias ambientais, fato não evidente no tratamento controle.

A variação entre anos se apresenta como fato importante, cabendo indicar recomposição, apesar de eventuais oscilações negativas.

**Abundancia**

Apresentou-se, em geral, com valores de médias a baixas.

Gráfico 11 – Índices de diversidade



Fonte: Cardins (2015)

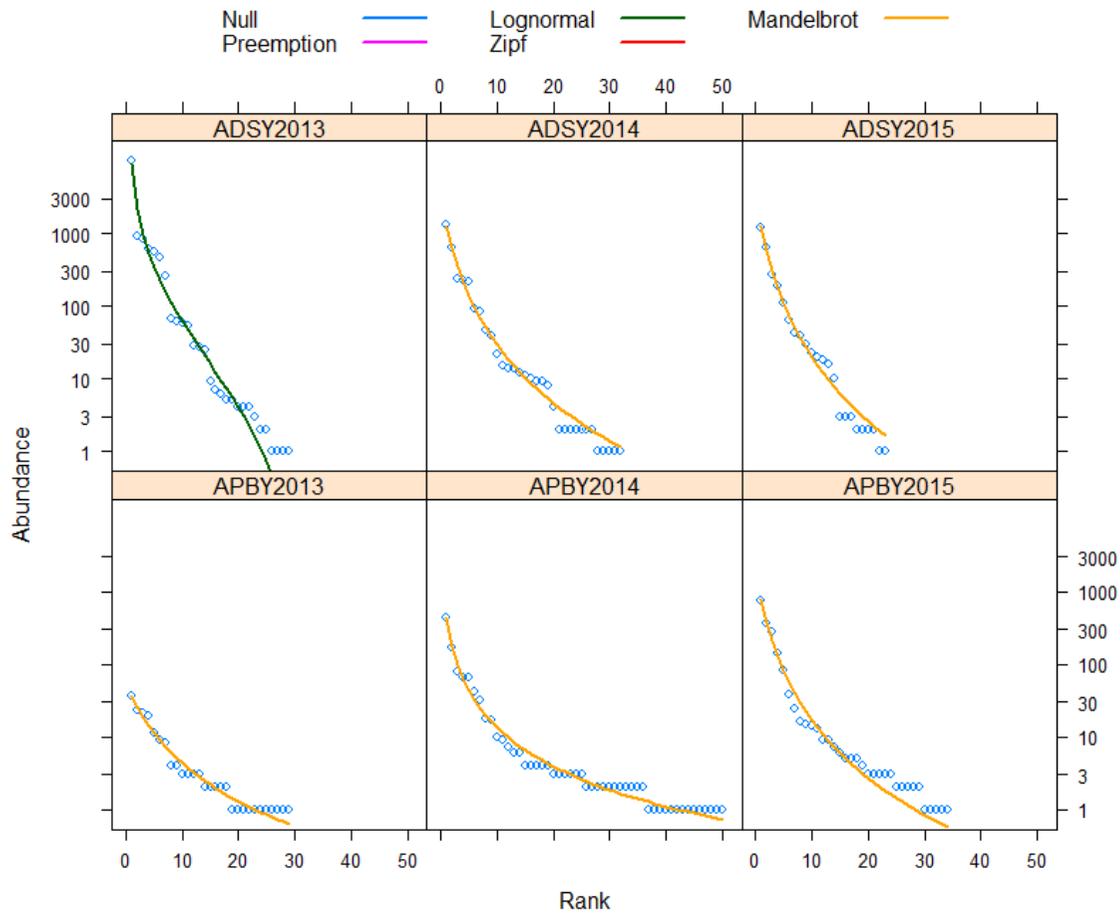


APBX



ADSX

Gráfico 12 - Índices de diversidade.



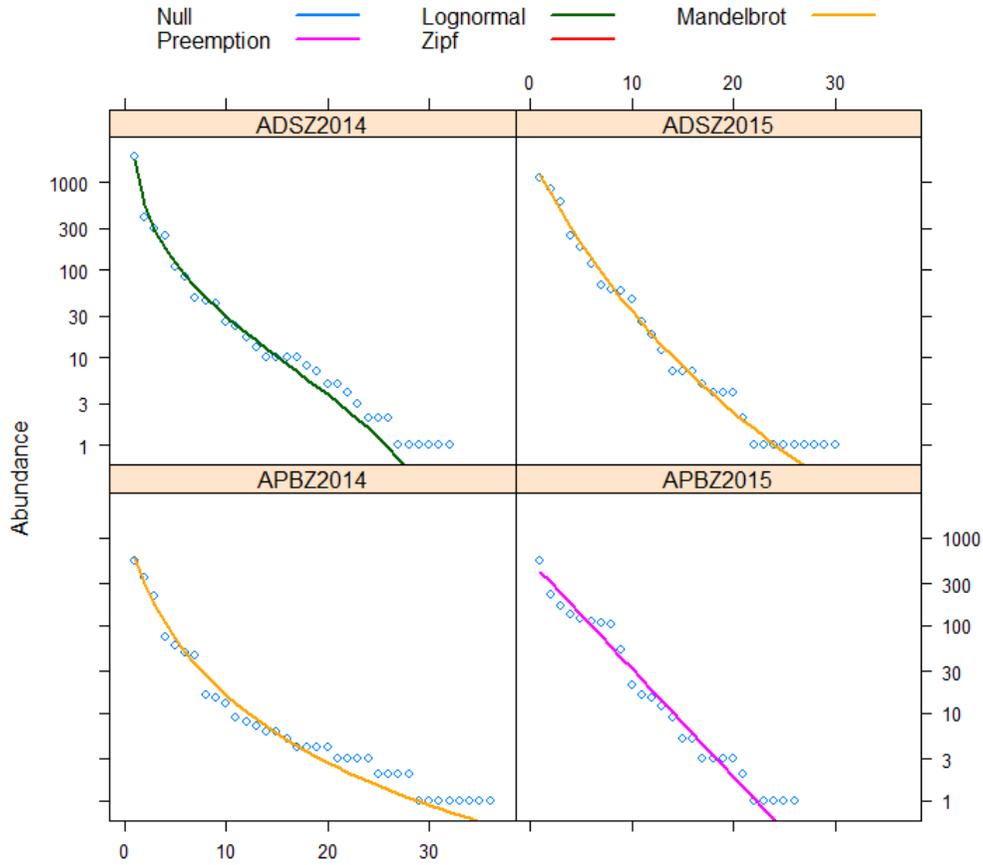
Fonte: Cardins (2015)



APBY



Gráfico 13 - Índices de diversidade.



Fonte: Cardins (2015)



APBZ



## **Abundância**

Entre tratamentos

APBX-Apresenta os piores valores

APBY- Apresenta valores intermediários entre X e Z, movimento pendente, indicando alta dominância.

APBZ- Apresenta os melhores resultados observados

ADSX-Apresenta valores melhores que Y e similares a Z.

ADSY- Apresenta os valores piores valores, com elevada dominância.

ADSZ-Apresenta os melhores resultados para esse parâmetro.

Entre anos

APBX-Apesar dos piores resultados, ano após ano, verificou-se oscilação positiva.

APBY-Apresenta oscilação positiva depois de 2013, com melhor desempenho em 2014 e pequeno decréscimo em 2015.

APBZ-Apresenta melhor desempenho em 2014, com pequena oscilação negativa em 2015.

ADSX-Apresenta melhores valores observados em 2013, com oscilação negativa em 2014 e valores similares a este ano verificados para 2015, com pequena oscilação positiva.

ADSY- Apresenta oscilação negativa ano-a-ano, entre 2013 e 2015

ADSZ- Apresenta valores semelhantes entre 2014 e 2015, com discreta oscilação negativa em 2015.

Entre ambientes

X-Apresenta maior diferença, com melhores valores encontrados na depressão sertaneja e valores críticos no Planalto.

Y- Assume valores intermediários entre os 3 tratamentos, com tendências similares, mas melhores valores verificados na Depressão sertaneja.

Z-Apresenta os melhores valores e, apesar de curvas com comportamentos similares, z a Depressão sertaneja apresenta melhor desempenho.

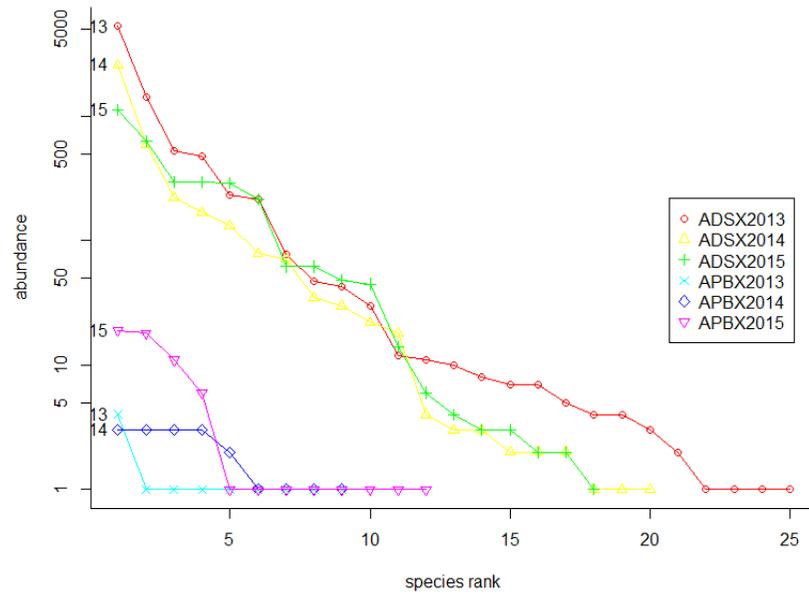
## **Conclusões**

É possível identificar tendências semelhantes nas curvas, o que não significa estabelecer um padrão regular na recomposição. O movimento das

curvas indica recomposição, porém, quando comparadas, percebe-se variações, que obedecem particularidades de cada área.

Fica evidente que as comunidades essencialmente herbáceas apresentam oscilações em cada ciclo anual, comandadas pelo regime de chuvas e respostas positivas em relação ao tratamento X.

**Gráfico 14 - Racking de abundância.**



Fonte: Cardins (2015)

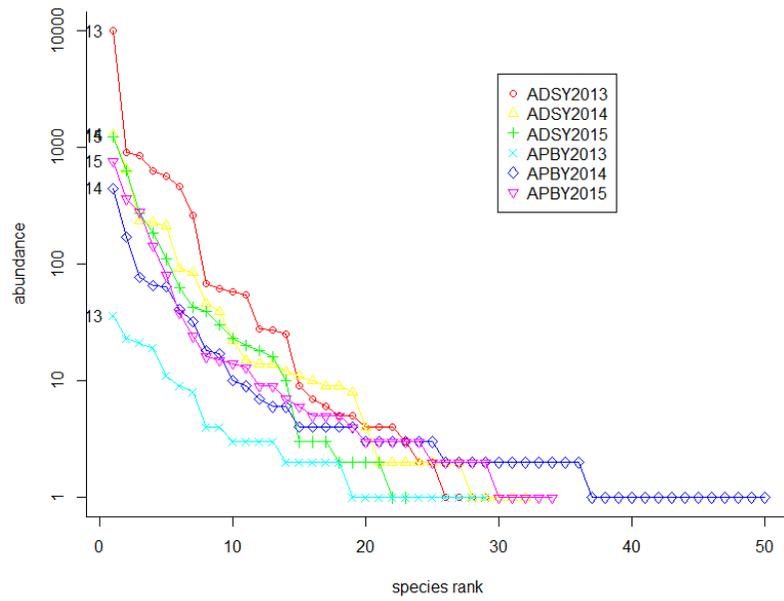


**APBX**



**ADSX**

Gráfico 15 - Rancking de abundância



Fonte: Cardins (2015)

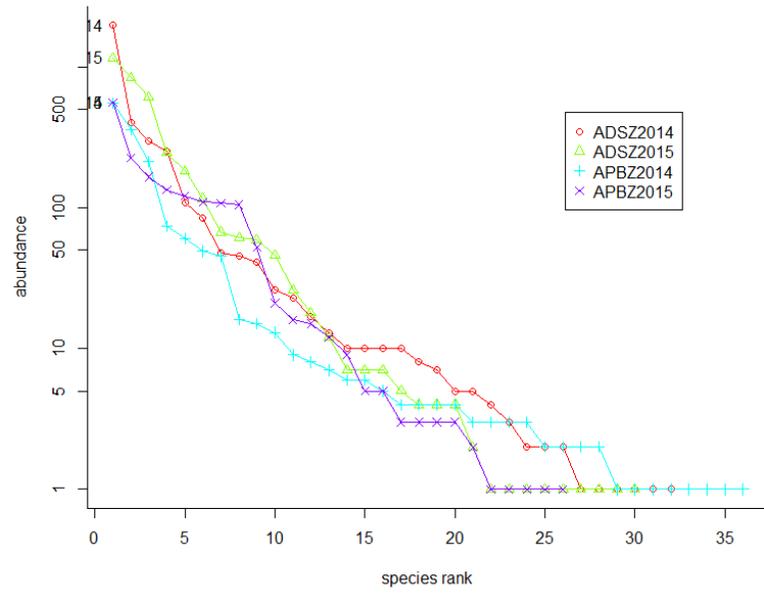


APBY



ADSY

Gráfico 16 - Rancking de abundância.



Fonte: Cardins (2015)



ADSZ

## **Dominância**

A curva de dominância é uma importante ferramenta para a medição das tendências de abundância das comunidades. O fundamento de sua representação é o pressuposto de que somente as espécies que podem tolerar determinada perturbação prosperam no aproveitamento dos recursos disponíveis. As demais ocorrerão em número reduzido ou mesmo desaparecerão. Neste contexto, a curva mais pronunciada e elevada representa uma diversidade mais baixa e o estado do sistema mais perturbado.

### **Diversidad Renyi**

Análise dos gráficos das diversidades máxima, média e mínima em função da entropia e aleatoriedade. As curvas que apresentam valores acima da mediana em todas ordens significa que são mais diversas.

### **Entre tratamentos**

A variação interanual da diversidade não permite traçar uma diversidade uniforme para cada tratamento individualmente.

**APBX-** Apresentaram valores de diversidade mediana

**APBY-** Apresentaram valores de diversidade mediana

**APBZ-** Apresentaram valores de diversidade mediana

**ADSX-** Apresentaram valores de diversidade baixa

**ADSY-** Apresentaram valores de diversidade mediana

**ADSZ-** Apresentaram valores de diversidade mediana

### **Entre anos**

**APBX-** Apresentou oscilação, com diversidade mediana em 2013, elevando-se em 2014 e decrescendo à mediana em 2015.

**APBY-** Em 2013 a diversidade mostrou maiores valores, ao passo que 2014 e 2015 demonstraram oscilação com tendência aos valores medianos.

**APBZ-** Em 2014 apresentou diversidade mediana, com tendência a aumento em 2015.

**ADSX-** Apresentou valores mais baixos de diversidade em 2013 e 2014, mas com oscilação com tendência a valores medianos em 2015.

**ADSY-** Apresentou valores baixos em 2013 e oscilação para valores medianos em 2014 e 2015.

**ADSZ-** Apresentou valores de baixa diversidade em 2014, com oscilação tendente a valores medianos em 2015.

### **Entre ambientes**

**X-** Apesar das oscilações interanuais os valores do planalto apresentaram melhor desempenho que os da depressão sertaneja.

**Y-** O tratamento apresentou tendência a estabilidade de diversidade mediana.

**Z-** A resposta do tratamento mostrou-se melhor no Planalto da Borborema.

### **Conclusões**

A utilização da diversidade para medir a recomposição da cobertura vegetal

é uma importante ferramenta, na medida em que demonstra as variações na complexidade e aproveitamento dos recursos dos nichos. Entretanto, é necessário considerar outras variáveis, de modo que não ocorram equívocos na interpretação dos dados.

O índice aponta boa diversidade para o tratamento APBX2014 devido à distribuição mais equitativa da abundância. Contudo, nele ocorre o mais alto grau de degradação, possuindo apenas 9 espécies e 18 indivíduos, em 50 unidades amostrais. No mesmo ano, foi indicada baixa diversidade quando foram contabilizadas 31 espécies e 3008 indivíduos em 50 unidades amostrais no tratamento APBX2014. Nesse contexto, é possível admitir que uma alta dominância não signifique, necessariamente, um resultado negativo; e que diversidade alta indique recomposição.

Apesar disso, a diversidade tem se mostrado oscilante, porém demonstrado diversidades medianas, o que pode ser considerado bom.

## **Comparação das Unidades experimentais do Planalto da Borborema e Depressão sertaneja**

Na comparação foi possível identificar comportamentos inversos e sincrônicos das comunidades botânicas, entre as unidades experimentais do Planalto da Borborema e da Depressão Sertaneja.

Como inversão, observou-se que no primeiro foram registradas mais espécies, menos indivíduos, porém mais produção de fitomassa que na segunda. Nela ocorreu o contrário: menos espécies, mais indivíduos, porém menos fitomassa; as precipitações permitiram germinação e desenvolvimento vegetal, porém não o suficiente para atingirem alturas superiores a 5 cm. Uma possível resposta reside na diferença entre as temperaturas médias anuais, por efeito da diferença altimétrica de 374 m. Em outras palavras, maiores temperaturas aumentaram a evapotranspiração, o que reduziu a umidade e o tempo de desenvolvimento das plantas.

Como inversão, observou-se que no primeiro foram registradas mais espécies, menos indivíduos, porém mais produção de fitomassa que na segunda (Figura 13). Nela ocorreu o contrário: menos espécies, mais indivíduos (Figura 14), porém menos fitomassa; as precipitações permitiram germinação e desenvolvimento vegetal, porém não o suficiente para atingirem alturas superiores a 5 cm. Uma possível resposta reside na diferença entre as temperaturas médias anuais, por efeito da diferença altimétrica de 374 m. Em outras palavras, maiores temperaturas aumentaram a evapotranspiração, o que reduziu a umidade e o tempo de desenvolvimento das plantas (Figura 9).

**Figura 12- Comparação entre tratamentos X e Y, no Planalto da Borborema; Menor número de indivíduos e maior produção de fitomassa. A: parcela do tratamento X e B: parcela do tratamento Y.**



Fonte: Cardins (2013).

**Figura 13 - Comparação entre tratamento X e Y, na Depressão Sertaneja; maior número de indivíduos e menor produção de fitomassa. A: parcela do tratamento X e B: parcela do tratamento Y**



Fonte: Cardins (2013).

**Figura 14- Comparação entre sistemas ambientais no início do período seco, agosto de 2013. A: visão panorâmica da unidade experimental do Planalto da Borborema, com a presença de plantas ainda verdes e B visão panorâmica da unidade experimental da Depressão Sertaneja, após a morte das plantas.**



Fonte: Cardins (2013).

Com efeito, as comunidades apresentaram desequilíbrios acentuados na abundância, especialmente na Depressão Sertaneja. Quando induzido, o aparecimento de novas espécies é expressivo em ambos, com destaque para o Planalto da Borborema. Há portanto, uma sensível tendência à recuperação ambiental, percebida a partir da observação da cobertura vegetal, mesmo sob as irregulares e reduzidas precipitações de 2013: 222mm e 222,5mm para este e aquela, respectivamente.

Conforme as tabelas 8, 9, 10, 11, 12, 13 e 16 alguns indivíduos amostrados não foram identificados, sequer a nível de família. Em alguns casos, o fim da estação chuvosa ou a conservação da planta no campo quando da coleta impediu a produção de material reprodutivo. Apesar disso, foi possível distingui-los dos demais, e portanto, decidiu-se incluí-las na presente análise. Novas coletas propiciarão melhores indivíduos para a coleção depositada no herbário Prisco Bezerra.

Com relação à ocorrência de espécies botânicas, há diversos trabalhos, com objetivos e procedimentos metodológicos distintos. As diferentes modalidades de amostragem podem influenciar nos resultados encontrados, dificultando comparações diretas. Neste sentido foram selecionados aspectos mais gerais, como espécies e famílias mais frequentes de outros estudos em busca de referências iniciais.

Somente se consideradas as 100 amostras coletadas em 2013 para o tratamento Y os valores encontrados na pesquisa de campo aproximam-se de outros trabalhos. O número de espécies mostrou-se mais próximo dos valores encontrados na literatura do que o de famílias (41 e 16 respectivamente para o Planalto da Borborema), chegando a superar o que foi encontrado em Costa e Araújo (2003), Benevides *et al.*(2007) e Andrade *et al.*(2009); as famílias mais representativas foram *Fabaceae*, *Malvaceae*, *Amaranthaceae*. Para a Depressão Sertaneja os números foram 38 espécies e 17 famílias, chegando a superar o que foi encontrado por Benevides *et. al.* (2007); as famílias mais representativas foram *Fabaceae*, *Malvaceae* *Poaceae* e *Convolvulaceae*.

Conforme apresentação dos dados, a amostragem nas parcelas sorteadas para o mesmo tratamento do Planalto da Borborema identificou 30 espécies de 14 famílias. Já a da Depressão sertaneja identificou 29 espécies de 12 famílias (Tabelas 8 e 11). Comparadas às listagens relatadas abaixo o tratamento

possibilitou o aparecimento de novas espécies, mas ainda não alcançou às quantidades encontradas em áreas conservadas, superando em número de famílias apenas no caso de Costa e Araújo (2003) .

Costa e Araújo (2003) analisando densidade de germinação da flora herbácea sob Caatinga arbustiva densa (protegida em RPPN), no município de Quixadá, Ceará encontraram maior participação de *Poaceae*, *Euphorbiaceae* e *Convolvulaceae*. Foram contabilizadas 40 morfoespécies e 11 famílias.

Benevides *et. al.* (2007) analisando a composição florística do estrato herbáceo sob pastejo, no município de Caraúbas, Rio grande do Norte encontraram 37 espécies de 21 famílias. A maior participação foi de *Rubiaceae*, *Graminaceae* e *Fabaceae*.

Silva (2009) analisando densidade de germinação da flora herbácea sob Caatinga arbustiva aberta (com e sem pastejo caprino), no Município de São João do Cariri, Paraíba encontrou maior participação de *Poaceae* e *Fabaceae*. Foram contabilizadas 45 espécies de 20 famílias.

Andrade *et al.* (2009) analisando a composição florística de herbáceas (Caatinga pouco conservada, moderadamente conservada e conservada), no Município de São João do Cariri, Paraíba encontraram 40 espécies de 21 famílias. A maior participação foi de *Convolvulaceae*, *Euphorbiaceae* e *Fabaceae*.

Com uma amostragem semelhante à realizada na primeira listagem com 100 repetições, Silva, Araújo e Ferraz (2009) compararam a flora em solo de embasamento sedimentar e cristalino, no município de Petrolândia, Pernambuco. No primeiro, os autores identificaram 78 espécies de 32 famílias com maior participação de *Poaceae* (10), *Euphorbiaceae* (8), *Asteraceae* (5), *Capparaceae* (4), *Convolvulaceae* (4), *Cyperaceae* (4), *Fabaceae* (4), e *Malvaceae* (4). No segundo, foram identificadas 69 espécies de 31 famílias, com maior participação de *Poaceae* (9), *Euphorbiaceae* (7) *Convolvulaceae* (5), *Portulacaceae* (4), *Bromeliaceae* (3), *Malvaceae* (3), *Rubiaceae* (3).

Há intervalos apresentados em estudos que registram 21 a 73 espécies e 14 a 34 famílias (RODAL *et al* 2005; REIS *et al.* 2006). Neste sentido, o tratamento Y apresentou valores diferentes dos encontrados por Silva, Araújo e Ferraz (2009), mas enquadrou-se no intervalo supramencionado.

O aparecimento está condicionado aos processos de dispersão de sementes, os quais certamente foram influenciados pela incorporação do substrato. De acordo

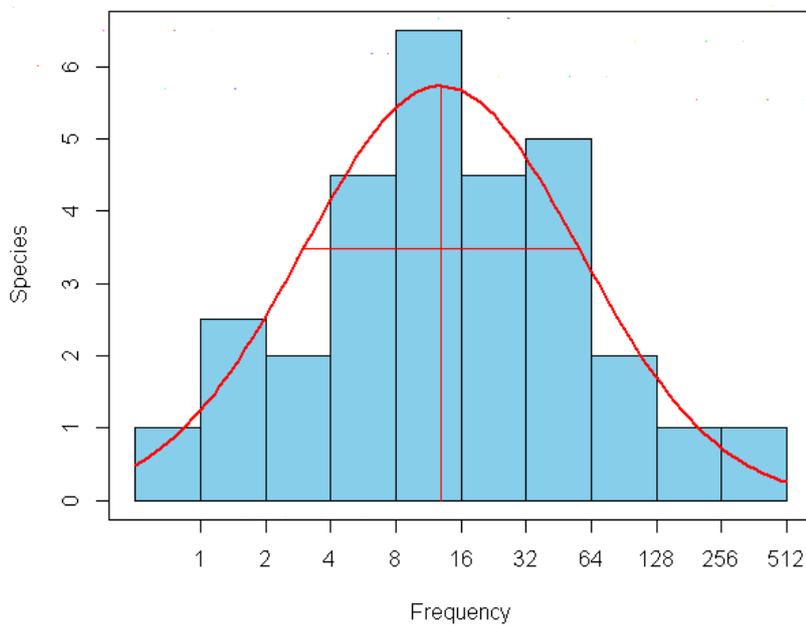
com Pessoa (2003), existe uma importante relação entre o escoamento superficial e a mobilização de sementes na Caatinga. A pesquisadora identificou maior participação de espécies herbáceas no banco de sementes contido em amostras de solo, em intervalo entre 800 e 1500 semente m<sup>2</sup> em condições de erosão hídrica. Apontou ainda que a presença de garranchos, seixos, galhos e outras barreiras podem influenciar na contenção de sementes transportadas durante o escoamento superficial.

Neste sentido, as contenções em curva de nível construídas nas Unidades experimentais desempenharam função imprescindível no sentido de reduzir a velocidade do escoamento, contenção de sedimentos, fixação de sementes nas parcelas e posterior germinação.

É possível que o acompanhamento ano a ano das unidades experimentais revelem informações mais robustas sobre a sucessão ecológica e recuperação ambiental por meio de indução. Entretanto, o primeiro levantamento realizado responde parcialmente aos questionamentos da presente pesquisa. Neste sentido, é possível acreditar na possibilidade de recuperação de ambientes extremamente degradados no Semiárido brasileiro.

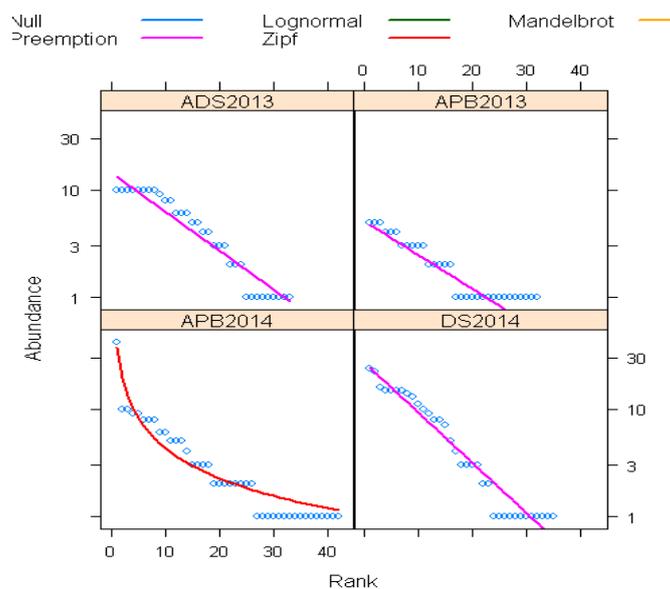
Lenhosas

Gráfico 17 - gráfico de frequência.



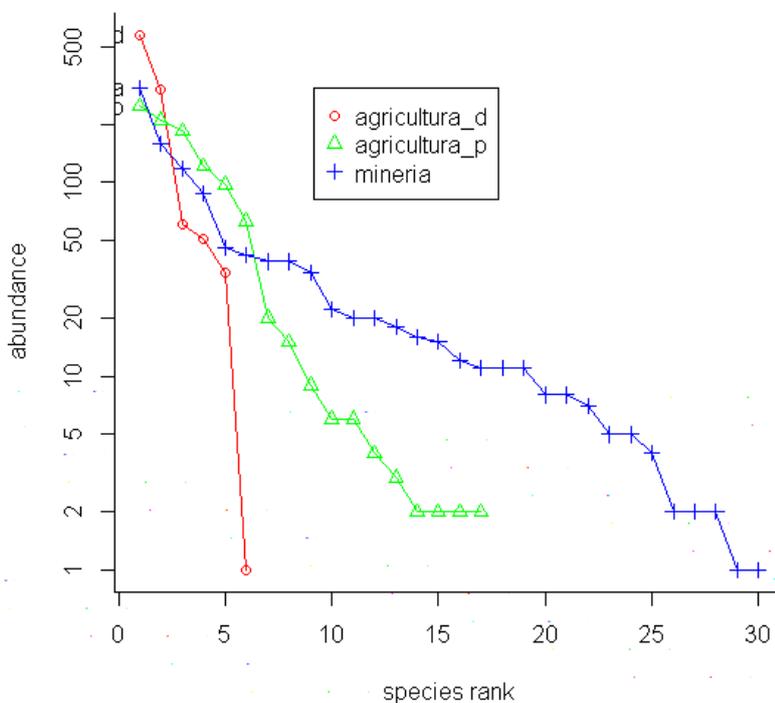
Fonte: Cardins (2013).

Gráfico 18 -Índice de diversidade



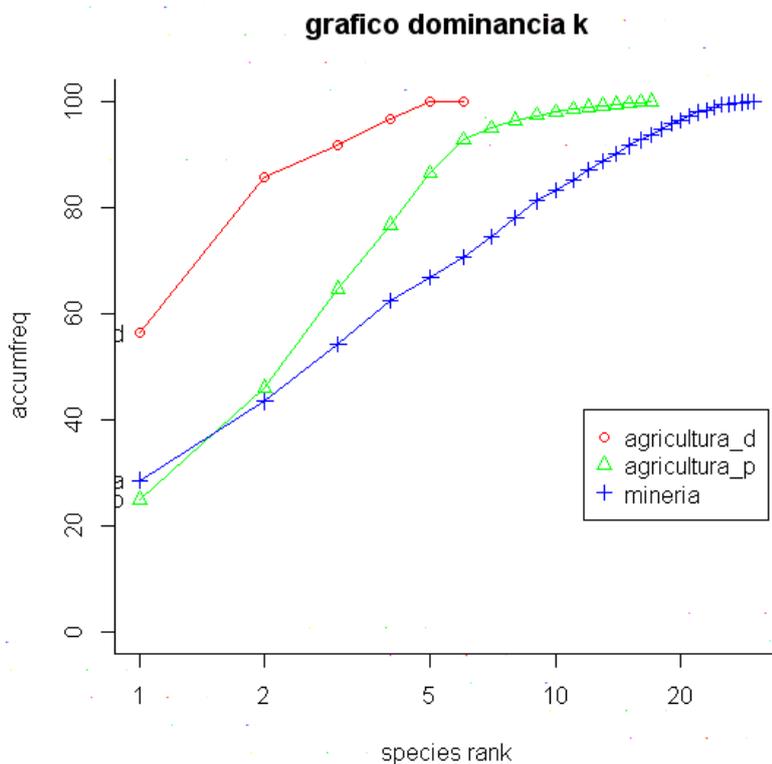
Fonte: Cardins (2013).

**Gráfico 19 - Rancking de abundância.**



Fonte: Cardins (2013).

**Gráfico 20 - Índice de abundância**

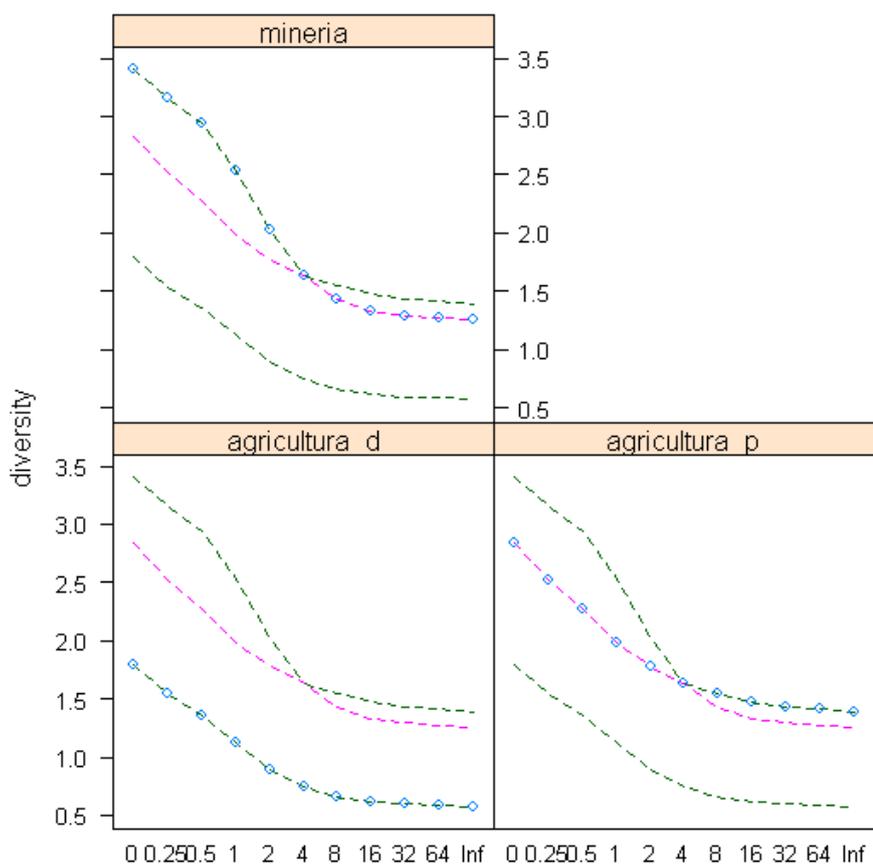


## Diversidade

De acordo com Magurran (2004), a medição da diversidade considera a relação entre riqueza e a equitabilidade das comunidades vegetais. Em outras palavras, medir a diversidade significa atribuir uma medida de como as espécies são igualmente abundantes. Nesse sentido, uma alta equitabilidade coincide com alta diversidade por que implica em uma abundância mais igualitária distribuída entre as espécies vegetais.

O cálculo da diversidade de Rényi estima a diversidade máxima, média e mínima, em função da entropia e aleatoriedade. As comunidades cujas curvas apresentam valores acima da mediana, em todas as ordens, possuem maior diversidade. Nesse sentido, a maior diversidade encontrada foi na comunidade mineração, ao passo que a comunidade da agricultura do planalto apresentou valores intermediários e a comunidade agricultura da depressão a diversidade mais baixa.

**Gráfico 21 - Índice de diversidade**



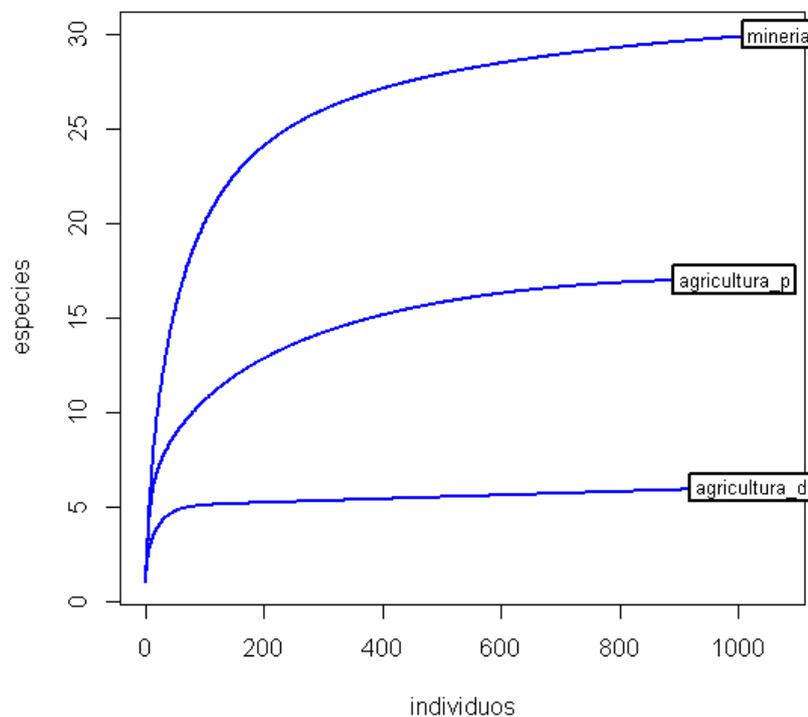
A partir da interpretação dos dados, entende-se as comunidades de plantas lenhosas sofrem maiores danos em áreas de agropecuária, ao passo que em nas áreas de mineração, o impacto sobre a diversidade não é tão grave.

Na comunidade observada na Depressão sertaneja, os valores de dominância também se mostraram elevados em comparação com as duas outras, o que demonstrou seu padrão mais homogêneo, com espécies notadamente abundantes e, portanto, menos equitativas. A comunidade agricultura do planalto, apesar de submetida à mesma atividade que a anterior, apresentou valores de riqueza e abundância superiores, assim como menor dominância de espécies, mostrando-se mais equitativo. A comunidade mineração apresentou maior riqueza e abundância, a dominância foi mais baixa, assim como a equitabilidade mais alta em relação às demais.

Possivelmente os valores das comunidades desenvolvidas em zonas de agropecuária decorram da diferença no uso. Nessa atividade, há maior demanda na utilização vegetal, seja para alimentação dos rebanhos, demanda energética ou abertura de áreas para cultivo. Na mineração, o objetivo é a extração no sub-solo de modo mais localizado, ou seja, não vê na vegetação o principal alvo de aproveitamento.

Percebe-se que as áreas degradadas observadas demonstram sinais de recomposição, mesmo que apresentem valores considerados baixos para o parâmetro.

Gráfico 22 - Índice de rarefação



Fonte: Cardins (2013).

## 7.5 RELAÇÃO DO SOLO X RIQUEZA VEGETAL

A análise de correlação canônica é uma generalização de regressões, calculada entre grupos de variáveis, ou seja, uma regressão múltipla com mais de uma variável independente e uma dependente. O cálculo permite encontrar várias correlações, cada uma delas com um par de variáveis e eventuais correlações máximas

Utilizados como variáveis independentes os totais de indivíduos das espécies mais abundantes nas duas unidades experimentais, nos anos de 2013, 2014 e 2015. Ou seja, as totais de: *Evolvulus filipes*, *Jacquemontia aff. Evolvuloides*, *Portilalaca cf. pilosa*, *Aristida adscensionis*, *Tragus berteronianus*, *Jacquemontia gracillima*, *Stylosanthes humilis*, *Sida aff. Ciliaris*, *Sida galheirensis*, *Waltheria rotundifolia*, *Sida sp.*, *Mollungo verticillata*, *Cróton Sonderianus*, *Amaranthus viridis*, *Alternanthera tenella Colla*, *Gonphsena aff. Vaga*, *Cenchrus echinatus*, *Senna obtusifolia*, *Melochia pyramidata*, *NID 35*, *NID Capim 5*, *NID Capim 6*, *Dactyloctenium aegyptium*, *Capim seda* e *Capim NID 8*.

Variáveis dependentes corresponderam à fertilidade dos solos, por meio dos teores de N, P, K, MO, Al, Ca, Mg, Na; valores de Condutividade, PH, T, V%, SB, Precipitação, ETP; textura com relação a Areia grossa, Areia fina, Silte, Argila, Argila natural; umidade a 0,03MPa, 1,5Mpa e água útil.

As coletas de solo para análises físicas e de fertilidade foram tomadas por meio de amostras compostas por três amostras simples, de 0-20cm. As amostras de solo foram tomadas por sorteio entre as cinco parcelas de repetição em cada tratamento.

Os dados de precipitação utilizados foram obtidos por meio de instalação de pluviômetros nas unidades experimentais. Foram utilizados apenas os totais precipitados até as datas dos inventários florísticos, dada a influência sobre o estrato herbáceo restringir-se ao ciclo de chuvas de verão e outono.

Os valores de evapotranspiração específica foram obtidos por meio do cálculo do balanço hídrico realizado na planilha de cálculo Hidrobio (CÁMARA ARTIGAS e MERTÍNEZ BATLLE)

Para os cálculos de correlação das variáveis canônicas utilizou-se o programa *Statistica 6*, calculando-se a significância com pelo menos ( $p \leq 0,05$ ). A análise de correlação canônica se refere a uma generalização de regressões, combinando um grupo de variáveis independentes com um grupo de variáveis dependentes, buscando a correlação máxima entre elas. Este tipo de análise é eficiente quando se torna necessária a compreensão entre eventual influência de um grupo de variáveis sobre o outro.

Admite-se degradação ambiental como a redução do potencial produtivo dos recursos naturais, quando ocasionada pelo uso socioeconômico ao longo do tempo. Neste sentido, as perdas sofridas através do uso da terra nas áreas de estudo são consideradas como resultantes de um processo extensivo de degradação ambiental. A pouca ou inexistente presença de plantas, a remoção dos horizontes superficiais dos solos, encrostamento, erosão em sulcos e teores químicos relativamente baixos enquadram-se entre os principais danos produzidos.

A mitigação ou reversão deste problema implica em retomar sua produtividade biofísica, e quiçá socioeconômica. Em uma primeira aproximação buscou-se evitar a continuidade das perdas, bem como estimular a dinâmica progressiva. Isso foi feito por meio das contenções em curva de nível com seixos locais e por meio da adubação.

É importante frisar que Argissolos Vermelho-Amarelos eutróficos e Luvisolos Crômicos detêm fertilidade natural de média a alta em relação a solos distróficos e/ou mais intemperizados. Neste sentido, mesmo danificados, tendem a resguardar tais características, apesar das perdas sofridas ao longo do tempo, por processos de ablação.

Foram tomadas como referência as análises de solo iniciais realizadas em 2013, com o intuito de registrar a dinâmica, seja de ganhos ou perdas. As análises de referência - **PBX2013 e DSX2013** - equivalem ao tratamento X e à situação dos solos antes da intervenção. Comparou-se, portanto, três análises de solo referentes ao tratamento X, durante os anos de 2013, 2014 e 2015; e duas análises referentes ao tratamento Y e Z, em 2014 e 2015, para cada unidade experimental. Para estimar a situação dos solos e as respectivas mudanças foi utilizado como referência o Manual de adubação e calagem do Estado do Ceará (ano).

O solo em questão no Planalto da Borborema, além dos problemas físicos decorrentes dos processos erosivos tinha como principais problemas: baixo teor de P e alta acidez. Ou seja, apesar do avançado estado de degradação, quimicamente resguarda teores consideráveis dos demais elementos químicos.

Os tratamentos PBY e PBZ demonstraram maiores incrementos e em mais variáveis, porém de maneira descontínua. Ou seja, o PBY obteve maior incremento em 2015, enquanto o PBZ obteve melhores incrementos em 2014. O DSX obteve incrementos em 2015, enquanto DSY e DSZ obtiveram maiores incrementos em 2014 (Tabela 1).

Entre anos, alguns valores do tratamento PBX oscilam e no conjunto sofrem perdas. Por outro lado, verificou-se também teores satisfatórios para alguns elementos. Durante os três anos o Ca manteve-se com valores médios; Mg com valores altos; K decresceu de muito alto para alto; Al cresceu de baixo em 2013 para alto em 2014 e decresceu para médio em 2015; MO decresceu de médio para baixo; P oscilou de baixo em 2013 e 2014 para alto em 2015; e o PH oscilou entre valores de acidez alta.

Entre as oscilações no Tratamento PBX houve reduções em todas as variáveis, exceto Al em 2014. Em 2015, Ca, H, Al, P e V foram incrementados em relação aos valores da primeira análise. Com as medidas de adubação e contenção em curvas de nível foi possível identificar importantes incrementos de MO, CO, N, P, V e correção do PH.

No Tratamento PBY verificou-se correção do teor de P, reduzindo a acidez para valores baixos. Em 2014 foram registrados aumentos no valor de V, além dos dois supracitados. Em 2015 elevaram-se os teores de K, H, MO, N, P e nova melhoria no PH.

O Ca manteve-se oscilando entre valores médios; Mg manteve valores elevados, passando de médio em 2014 pra alto em 2015; K aumentou de alto para muito alto; o teor de Al diminuiu em oscilação entre valores baixos; MO cresceu de valores baixos para médios; P oscilou de médio em 2014 para alto em 2015; o PH oscilou entre valores de acidez baixa.

O Tratamento Z obteve melhores incrementos de Ca, Mg, CO, MO, N, P, V e PH em 2014. Em 2015 foram incrementados K, H, Al, CO, MO, N, PH e V. O Ca manteve-se entre valores médios; Mg manteve-se entre valores altos; o teor de K aumentou de alto para muito alto; o teor de Al oscilou negativamente entre valores baixos; MO oscilou positivamente entre valores médios; o teor de P decresceu de alto para baixo; o PH decresceu de acidez baixa para média.

Verificou-se que os tratamentos Z e Y corrigiram os teores deficientes a princípio, com maiores alterações no tratamento Z. Contudo, o incremento de P no tratamento PBX2015 e a brusca redução deste elemento em PBZ2015 não foram satisfatoriamente explicados.

Na Depressão Sertaneja, além dos problemas físicos decorrentes dos processos erosivos, o solo tinha como principal problema acidez, embora tenha aumentado nível baixo e um teor de MO próximo do mínimo recomendado.

Em comparação com a primeira análise realizada, o Tratamento DSX obteve aumentos somente nos teores de H e Al em 2014. Enquanto que em 2015 estiveram mais elevados Ca, Mg, K, H, CO, MO, N, T e SB. Durante os três anos o teor de Ca e Mg oscilaram entre valores altos; em 2014 o teor de K decresceu de muito alto para alto e retornou muito alto em 2015; Al oscilou entre valores baixos; em 2014 o teor de MO decresceu de médio para baixo e retornou para médio em 2015; em 2015 o teor de P decresceu de muito alto para alto; em 2015 o PH oscilou de acidez baixa para média.

Entre as oscilações do tratamento DSX houve perda em todas as variáveis, exceto H e Al. Entretanto, em 2015 o tratamento obteve aumentos nos teores de Ca, Mg, K, H, CO, MO, N, V e PH. Com as medidas de adubação e contenção em

curvas de nível, foi possível identificar importantes incrementos de MO, e regulação do P.

No Tratamento DSY elevaram-se os teores de Na, K, H, Al, CO, MO, N, Condutividade, V e melhorou o PH em 2014. Em 2015 houve aumento nos teores de Na, Mg, K, T, V, SB e melhoria no PH. Os teores de Ca e Mg mantiveram-se entre valores altos; o teores de K mantiveram-se entre valores muito altos; os teores de Al mantiveram-se entre valores baixos; Os valores de MO diminuíram de alto para baixo; os valores de P diminuíram de muito alto para alto; e os valores de PH oscilaram entre acidez baixa.

O Tratamento DSZ, obteve aumentos nos teores de Na, K, H, Al, CO, MO, N, P e V em 2014. Em 2015 houve aumentos de Mg, K, H, Al, CO, MO, N, T e SB. Os teores de Ca e Mg mantiveram-se entre valores altos e K entre valores muito altos; os teores de Al mantiveram-se entre valores baixos; a MO oscilou entre valores altos; os teores de P diminuíram de muito alto para baixo em 2015; o PH foi alterado de acidez média para baixa.

Verificou-se que os tratamentos Z e Y incrementaram MO e PH, com relação aos teores encontrados no início da investigação. Contudo, os elevados teores de P no tratamento DSX e a alteração no tratamento DSZ de muito alto para baixo não foram satisfatoriamente explicados (Tabela 14).

Foi utilizada uma análise física para cada unidade experimental (Tabela 15).

**Tabela 16 - análises químicas**

|                | Ca     | Mg     | Na     | K     | H     | Al    | CO    | MO    | N    | P     | COND. | PH  | T      | V     | SB     |
|----------------|--------|--------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|------|-------|-------|-----|--------|-------|--------|
| <b>PBX2013</b> | 921,8  | 1694,1 | 1136,2 | 367,5 | 40,3  | 43,2  | 19600 | 33800 | 1800 | 16    | 2,6   | 4,8 | 4203,1 | 99    | 4119,6 |
| <b>PBX2014</b> | 641,3  | 388,9  | 64,4   | 226,8 | 32,5  | 224,8 | 8160  | 14060 | 760  | 4     | 0,8   | 4,4 | 1578,6 | 97,6  | 1321,3 |
| <b>PBX2015</b> | 1106,2 | 777,8  | 253    | 219   | 87,1  | 107,9 | 4400  | 7600  | 400  | 45,2  | 1,7   | 4,3 | 2550,9 | 102,5 | 2355,9 |
| <b>PBY2014</b> | 841,7  | 486,1  | 50,6   | 242,4 | 30,2  | 27    | 11400 | 19660 | 1180 | 26    | 0,5   | 6,1 | 1678   | 99,6  | 1620,8 |
| <b>PBY2015</b> | 877,8  | 1096,2 | 87,4   | 555,2 | 57,3  | 0     | 29400 | 50600 | 2800 | 66,4  | 0,2   | 6,4 | 2673,8 | 97,9  | 2616,5 |
| <b>PBZ2014</b> | 1042,1 | 559    | 64,4   | 344,1 | 35,9  | 36    | 19800 | 34140 | 2200 | 50    | 0,5   | 6,2 | 2081,4 | 99,6  | 2009,6 |
| <b>PBZ2015</b> | 757,5  | 755,9  | 202,4  | 437,9 | 67,1  | 71,9  | 21200 | 36600 | 2000 | 6,2   | 0,5   | 5,4 | 2292,8 | 103   | 2153,7 |
| <b>DSX2013</b> | 3202,4 | 1091,3 | 110,4  | 367,5 | 25    | 0     | 19800 | 34200 | 1800 | 103,2 | 0,2   | 6,3 | 4796,6 | 99,5  | 4771,6 |
| <b>DSX2014</b> | 2204,4 | 559    | 41,4   | 258,1 | 43,5  | 27    | 15000 | 25860 | 1580 | 58    | 0,8   | 5,5 | 3133,4 | 98,6  | 3062,9 |
| <b>DSX2015</b> | 3619,2 | 2454,8 | 82,8   | 391   | 121,4 | 0     | 34000 | 58600 | 3400 | 66,6  | 0,1   | 6   | 6669,2 | 98,2  | 6547,8 |
| <b>DSY2014</b> | 2885,8 | 631,9  | 322    | 516,1 | 34,7  | 18    | 36240 | 62480 | 3900 | 96    | 1,9   | 6,4 | 4408,5 | 106,6 | 4355,8 |
| <b>DSY2015</b> | 2873,7 | 2053,8 | 119,6  | 414,5 | 0     | 0     | 14000 | 24200 | 1400 | 66,6  | 0,1   | 6,9 | 5461,6 | 100   | 5461,6 |
| <b>DSZ2014</b> | 2725,4 | 777,8  | 280,6  | 531,8 | 78,2  | 45    | 35520 | 61240 | 3360 | 154   | 0,9   | 5,6 | 4438,7 | 103,8 | 4315,6 |
| <b>DSZ2015</b> | 2645,3 | 1645,4 | 96,6   | 649,1 | 152   | 0     | 45400 | 78200 | 4600 | 7     | 0,2   | 6   | 5188,4 | 98,9  | 5036,4 |

Fonte: Cardins(2015)

**Tabela 17 - análise física**

|                       | Areia gross | Areia fina | Silte | Argila | Argila natural | 0,033MPa | 1,5 Mpa | Água útil |
|-----------------------|-------------|------------|-------|--------|----------------|----------|---------|-----------|
| Planalto da Borborema | 386         | 212        | 108   | 294    | 186            | 17,62    | 9,7     | 7,92      |
| Depressão Sertaneja   | 333         | 359        | 158   | 150    | 59             | 17,41    | 6,41    | 11        |

Fonte: Cardins (2013).

As alterações químicas aliadas à retenção de sedimentos e umidade pelas contenções, possibilitaram o aproveitamento dos recursos por parte das comunidades vegetais. Nesse sentido, observou-se uma dinâmica de recolonização com ênfase na dominância de algumas espécies. Ao longo dos três anos de acompanhamento, foram identificadas 112 espécies diferentes, das quais foram utilizadas as 25 mais abundantes para a análise.

Visto que na medida em que a abundância diminui, os valores de correlação e significância perdem importância. Foram escolhidos os totais das espécies mais abundantes em cada sítio ecológico. É importante destacar que algumas espécies são comuns, mas ocorrem com abundâncias diferentes nas duas unidades experimentais.

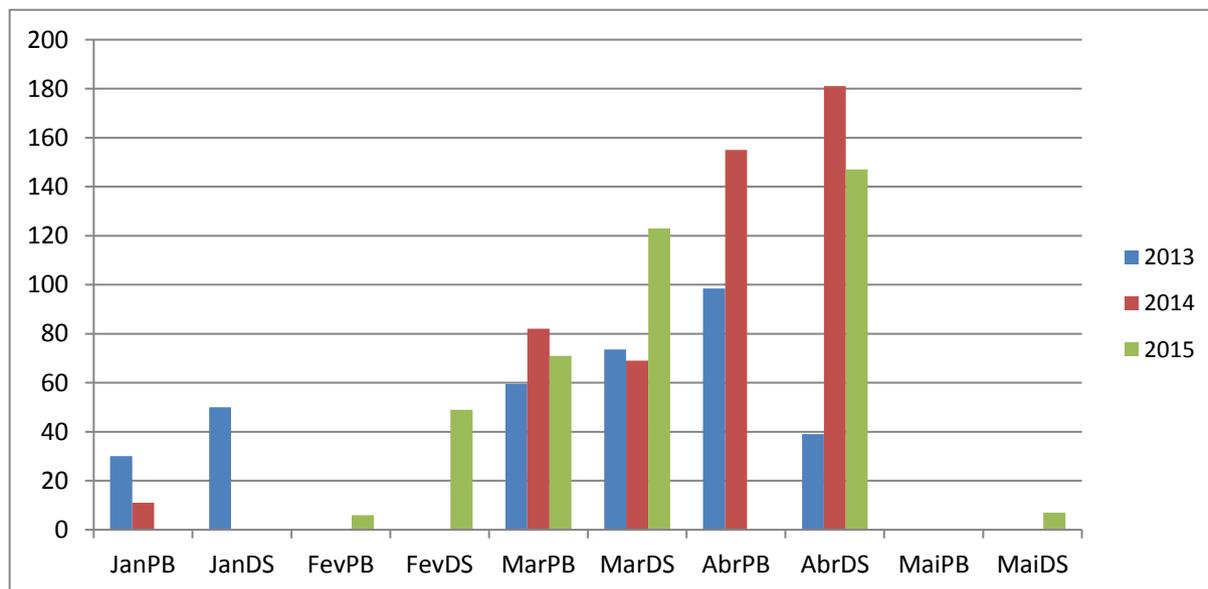
Os dados demonstram uma dinâmica de recolonização de espécies vegetais, com maior participação de indivíduos do estrato herbáceo, mas também com presença do *Cróton Sonderianus* registrado. Com relação ao estágio inicial da investigação as áreas sinalizam recomposição, ainda que de modo variável entre os tratamentos e de um ano para outro.

Os registros foram realizados no intervalo dos anos mais secos de que se tem conhecimento, em torno de 50% abaixo da média no período chuvoso (Figura 11). Os valores atípicos de Precipitação e Evapotranspiração específica, demonstraram não ser impeditivos à recolonização das espécies vegetais (Figura 12).

Foram encontradas diferenças que expressam particularidades e comportamento não linear na sucessão ecológica. Para o parâmetro abundância em todos os tratamentos obteve-se incrementos no Planalto da Borborema. Na Depressão sertaneja houve uma oscilação negativa nos tratamentos X e Y e oscilação positiva no tratamento Z.

Em uma observação conjunta entre anos e tratamentos, a maior participação foi de espécies das famílias *POACEAE*, seguida da *MALVACEAE* e *AMARANTHACEAE*, com maior abundância de

**Gráfico 23 - Precipitação mensal entre os meses de janeiro e maio de 2013, 2014 e 2015, nas unidades experimentais do Planalto da Borborema e Depressão sertaneja.**



Fonte: (AESAs)

**Gráfico 24 - Precipitação-P e Evapotranspiração específica-ETP acumuladas entre os meses de janeiro a maio de 2013, 2014 e 2015. Fonte: UACA (2015).**



Fonte: AESA;Cámara Artigas e Mertínez Batlle.

*Dactyloctenium aegyptium*, *Alternanthera tenella* Colla, *Capim NID 5*, *Sida Ciliaris NID 35* e *Gomphsena vaga*, respectivamente para o Planalto da Borborema.

Em 2013 as espécies mais abundantes foram respectivamente *Portilalaca pilosa*, *Sida Ciliaris*, *Cróton Sonderianus* e *Alternanthera tenella Colla*. Em 2014 a dominância foi invertida, com surgimento de nova espécie, passando respectivamente às mais abundantes: *Alternanthera tenella Colla*, *Dactyloctenium aegyptium*, NID 5 e *Sida Ciliaris*. Em 2015 ocorreu nova alteração, com surgimento de duas nova espécies entre as maiores abundâncias, respectivamente: *Dactyloctenium aegyptium*, *Alternanthera tenella Colla*, *Capim nid 5*, *NID 35* e *capim seda*.

Na sequência dos anos o melhor desempenho no favorecimento de recolonização foi o tratamento Y, com maior valor em 2015, seguido do tratamento Z e X com baixo desempenho (Quadro 1).

No conjunto dos três anos a sucessão ecológica seguiu a tendência de alta dominância de poucas espécies na Depressão sertaneja, com maior participação das famílias *MALVACEAE*, *CONVOLVULACEAE* e *FABACEAE FABOIDEAE*, respectivamente. As maiores abundâncias foram de *Sida Ciliaris*, *Jacquemontia Evolvuloides*, *Stylosanthes humilis*, *Sida sp.*, *Portilalaca pilosa* e *Waltheria rotundifolia*.

Embora as quatro espécies mais abundantes sejam comuns às duas unidades experimentais, a participação delas é completamente diferente de um sítio a outro. Ou seja, as mais abundantes em uma são pouco ou inexpressivas na outra.

Em 2013 as espécies mais abundantes foram respectivamente *Sida Ciliaris*, *Stylosanthes humilis*, *Portilalaca pilosa*, *Jacquemontia Evolvuloides*, *Sida sp.*, *Waltheria rotundifolia*. Em 2014 manteve-se a maior abundância de *Sida Ciliaris*, mas também mudanças por aumento de *Jacquemontia Evolvuloides* e *Sida sp.* seguidas de *Waltheria rotundifolia* e uma nova espécie: *Evolvulus filipes*, com redução de *Stylosanthes humilis*. Em 2015 permaneceu a dominância de *Sida Ciliaris*, seguida de *Jacquemontia Evolvuloides*, novo aumento de *Portilalaca pilosa* e *Stylosanthes humilis*, diminuição de *Sida sp.* e aumento de uma nova espécie: *Aristida adscensionis*.

Na comparação da sequência dos anos o melhor desempenho na recolonização foi do tratamento Y, com maior valor em 2013. Mas se considerados 2014 e 2015, quando se pode comparar igualmente os três tratamentos, o tratamento X obteve melhor desempenho no parâmetro abundância. Isso pode ser explicado pela melhor distribuição dos indivíduos entre as espécies nos tratamentos Y e Z. Porém, quando

considerada a melhor distribuição das abundâncias o tratamento Z demonstrou melhores valores (Quadro 2).

A análise canônica encontrou correlações com significância estatística somente entre as 12 espécies mais abundantes. As abundâncias das espécies correlacionadas com maior quantidade de variáveis dependentes manifestou-se entre a sétima e a décima espécies mais abundantes. Ou seja, *Evolvulus filipes*, *Aristida adscensionis*, *Tragus berteronianus*, *Jacquemontia gracillima* e *Sida galheirensis*.

A maior quantidade e correlações mostrou-se entre a segunda espécie mais abundante, *Jacquemontia evolvuloides* e K, Ca, PH, T, SB, Precipitação, ETP e as todas as variáveis de textura e umidade dos solos. Isso ajuda explicar o aumento ano a ano de sua abundância na Depressão Sertaneja. As demais espécies mais abundantes obtiveram correlações com todas as variáveis de textura e umidade do solo, exceto *Portilaca pilosa* (Tabelas 16, 17, 18 e 19).

As espécies com valores de abundância intermediários estão correlacionadas com mais variáveis dependentes do que a maior parte das mais abundantes. *Aristida adscensionis* e *Tragus berteronianus* obtiveram correlações com Ca, Mg, T, SB, Precipitações e ETP, assim como todas as variáveis de textura e umidade do solo. *Jacquemontia gracillima* obteve correlações com P, MO, Ca, V, SB e todas as variáveis de textura e umidade do solo. *Sida galheirensis* obteve correlações com T, SB, precipitação, ETP e todas as variáveis de textura e umidade do solo. *Evolvulus filipes* obteve correlações com P, K, Ca e todas as variáveis de textura e umidade do solo.

Também foram encontradas várias correlações, porém sem significância estatística. *Stylosanthes humilis* com MO e Ca; *Sida ciliaris* e *Sida sp.* com P, Mo e Ca; *Sida galheirensis* com N, P, K e Ca; *Waltheria rotundifolia* com MO; *Alternanthera tenella colla* com Ca, Areia grossa e Areia fina; *gonphsena vaga* com P; *Sena obtusifolia* e NID 35 com a precipitação; *Dactiloctenium aegyptium* com Ca e todas as variáveis de textura e umidade do solo; e o Capim NID 8 com N e K.

**Tabela 18 - Lista de espécies botânicas e abundâncias encontradas em três inventários nos anos 2013, 2014 e 2015. PBX-Planalto da borborema com tratamento X; PBY-Planalto da Borborema com tratamento Y; PBZ-Planalto da Borborema com tratamento Z.**

| Planalto da Borborema |                           |  | PBX      |          |           | PBY       |            |             | PBZ  |            |             |
|-----------------------|---------------------------|--|----------|----------|-----------|-----------|------------|-------------|------|------------|-------------|
| Nome popular          | Família                   | Nome científico                                      | 2013     | 2014     | 2015      | 2013      | 2014       | 2015        | 2013 | 2014       | 2015        |
| Erva de cavalo        | FABACEAE MIMOSOIDEAE      | <i>Stylosanthes humilis</i> KUNTH                    |          |          |           |           | 10         |             |      |            |             |
| Mata pasto verd.      | FABACEAE CAESALPINIOIDEAE | <i>Senna obtusifolia</i> (L.) H. S. & Barneby        |          |          |           | 1         | 6          | 80          |      |            | 15          |
| Amarra cachorro       | CONVOLVULACEAE            | <i>Jacquemontia aff. Evolvuloides</i> (Moric.) MEISN |          |          |           |           | 2          | 1           |      |            |             |
| Malva preta           | MALVACEAE                 | <i>Waltheria rotundifolia</i> SCURANK                | 1        |          |           | 21        | 32         | 38          |      |            |             |
| Erva de Colina        | MALVACEAE                 | <i>Sida aff. Ciliaris</i> L.                         |          |          | 11        | 19        | 77         | 143         |      |            |             |
| Malva branca          | MALVACEAE                 | <i>Sida galheirensis</i> ULBR.                       |          |          |           | 2         |            |             |      |            |             |
| Mel                   | MALVACEAE                 | <i>Melochia pyramidata</i> L                         |          |          |           |           | 41         |             |      | 74         |             |
| Peluda                | MALVACEAE                 | <i>Sida sp</i>                                       |          |          |           |           | 2          |             |      |            |             |
| Pé de Galinha         | POACEAE                   | <i>Dactyloctenium aegyptium</i> (L.) WILLD.          |          |          |           | 4         | 169        | 361         |      | 554        | 557         |
| Carrapicho de ovelha  | POACEAE                   | <i>Tragus berteronianus</i> SCHULT                   |          |          |           |           | 3          |             |      |            |             |
| Carrapicho cigano     | POACEAE                   | <i>Cenchrus echinatus</i> L                          |          |          |           |           | 1          | 24          |      | 16         |             |
| Capim panasco         | POACEAE                   | <i>Aristida adscensionis</i> L                       |          |          |           |           |            | 1           |      |            |             |
| Capim seda            | POACEAE                   |  |          |          |           |           |            |             |      |            | 121         |
| NID Capim 5           | POACEAE                   |  |          | 1        |           |           |            | 278         |      | 213        | 105         |
| NID Capim 6           | POACEAE                   |  |          |          |           |           | 2          | 16          |      | 45         | 16          |
| NID Capim 8           | POACEAE                   |  |          |          |           |           | 3          |             |      | 8          | 12          |
| Marmeleiro            | EUPHORBIACEAE             | <i>Cróton Sonderianus</i> MUELL.ARG.                 | 4        |          | 1         | 23        | 17         | 3           |      | 3          | 1           |
| Alt                   | AMARANTHACEAE             | <i>Alternanthera tenella</i> Colla                   |          | 3        | 1         | 1         | 443        | 755         |      |            | 225         |
| Cabeça branca         | AMARANTHACEAE             | <i>Gomphsena aff. Vaga</i> Mart.                     | 1        |          | 1         | 8         | 7          | 3           |      | 7          | 108         |
| Bredo                 | AMARANTHACEAE             | <i>Amaranthus viridis</i> L.                         |          |          |           | 3         | 64         | 2           |      | 60         | 5           |
| Sabonete de soldado   | PASSIFLORACEAE            | <i>Mollungo verticillata</i> L.                      |          | 1        | 1         |           | 65         | 5           |      |            |             |
| Beldroega             | PORTULACACEAE             | <i>Portulaca cf. pilosa</i> L                        |          | 3        | 18        |           |            | 3           |      |            |             |
| NID 35                |                           |  |          |          |           |           | 1          | 15          |      |            | 165         |
| <b>Totais</b>         |                           |  | <b>6</b> | <b>8</b> | <b>33</b> | <b>82</b> | <b>945</b> | <b>1728</b> |      | <b>980</b> | <b>1330</b> |

Fonte: Cardins (2015)

**Tabela 19- Lista de espécies botânicas e abundâncias encontradas em três inventários nos anos 2013, 2014 e 2015. DSX-Depressão sertaneja com tratamento X; DSY-Depressão sertaneja com tratamento Y; DSZ-Depressão sertaneja com tratamento Z.**

| Depressão Sertaneja  |                    |  | DSX         |             |             | DSY          |             |             | DSZ  |             |             |
|----------------------|--------------------|--|-------------|-------------|-------------|--------------|-------------|-------------|------|-------------|-------------|
| Nome popular         | Família            | Nome científico                                      | 2013        | 2014        | 2015        | 2013         | 2014        | 2015        | 2013 | 2014        | 2015        |
| Erva de cavalo       | FABACEAE FABOIDEAE | <i>Stylosanthes humilis</i> KUNTH                    | 1444        | 590         | 297         | 462          | 236         | 110         |      | 249         | 244         |
| Alecrim              | CONVOLVULACEAE     | <i>Evolvulus filipes</i> Mart.                       | 234         | 168         | 2           | 620          | 227         |             |      | 108         | 1           |
| Amarra cachorro      | CONVOLVULACEAE     | <i>Jacquemontia aff. Evolvuloides</i> (Moric.) MEISN | 215         | 223         | 291         | 563          | 637         | 1228        |      | 398         | 1151        |
| Delicada             | CONVOLVULACEAE     | <i>Jacquemontia gracillima</i> (Choisy) HALLIER f.   | 78          | 18          | 14          | 262          | 14          | 30          |      | 26          | 26          |
| Erva de colina       | MALVACEAE          | <i>Sida aff. Ciliaris</i> L.                         | 5299        | 2591        | 630         | 9880         | 1286        | 627         |      | 1964        | 836         |
| Malva preta          | MALVACEAE          | <i>Waltheria rotundifolia</i> SCURANK                | 475         | 71          | 48          | 842          | 92          | 16          |      | 84          | 7           |
| Peluda               | MALVACEAE          | <i>Sida sp.</i>                                      | 531         | 133         | 62          | 906          | 214         | 63          |      | 295         | 116         |
| Malva Branca         | MALVACEAE          | <i>Sida galheirensis</i> ULBR.                       | 11          | 30          | 62          | 68           | 84          | 20          |      | 45          | 59          |
| Carrapicho de ovelha | POACEAE            | <i>Tragus berteronianus</i> SCHULT.                  | 47          | 35          | 217         | 58           | 39          | 39          |      | 48          | 67          |
| Capim Panasco        | POACEAE            | <i>Aristida adscensionis</i> L.                      | 43          | 22          | 296         | 25           | 46          | 272         |      | 10          | 181         |
| Pé de galinha        | POACEAE            | <i>Dactyloctenium aegyptium</i> (L.) WILLD           | 4           |             | 6           | 2            |             |             |      | 10          | 7           |
| NID capim 5          | POACEAE            |  |             | 1           |             |              | 2           |             |      | 3           |             |
| Sabonete de Soldado  | MOLLUNGINACEAE     | <i>Mollungo verticillata</i> L.                      | 12          | 1           | 45          | 27           | 8           | 43          |      | 23          | 46          |
| Beldroega            | PORTULACACEAE      | <i>Portulaca cf. polosa</i> L.                       | 30          | 79          | 1125        | 61           | 10          | 186         |      | 41          | 608         |
| Bredo                | AMARANTHACEAE      | <i>Amaranthus viridis</i> L                          |             |             |             |              | 1           |             |      |             |             |
| <b>Totais</b>        |                    |  | <b>8423</b> | <b>3962</b> | <b>3095</b> | <b>13776</b> | <b>2896</b> | <b>2634</b> |      | <b>3304</b> | <b>3349</b> |

Fonte: Cardins (2015)

**Tabela 20 - Correlações entre as variáveis canônicas. Significância estatística:  
0,000775\*0,127915\*\* 0,110389\*\*\*0,625207\*\*\*\***

|                                       | N             | P              | K             | MO          | AI       | Ca             |
|---------------------------------------|---------------|----------------|---------------|-------------|----------|----------------|
| <i>Evolvulus filipes</i>              | 0,2034594     | 0,5741186*     | 0,08309657    | 0,3441753   | -0,24636 | 0,5346934*     |
| <i>Jacquemontia aff. Evolvuloides</i> | 0,4924606     | 0,3730297      | 0,5600607*    | -0,08959664 | -0,42184 | 0,6561098*     |
| <i>Portilalaca cf. pilosa</i>         | 0,4979558     | 0,08266672     | 0,2721313     | -0,08941323 | -0,31487 | 0,5668923*     |
| <i>Aristida adscensionis</i>          | 0,3616568     | 0,1407016      | 0,2928038     | -0,08900836 | -0,42356 | 0,6993684*     |
| <i>Tragus berteronianus</i>           | 0,497351      | 0,3043447      | 0,2207793     | 0,01494656  | -0,38044 | 0,7622372*     |
| <i>Jacquemontia gracillima</i>        | 0,1785263     | 0,5846193*     | 0,2120317     | 0,528714*   | -0,4055  | 0,7213205*     |
| <i>Stylosanthes humilis</i>           | 0,08090739    | 0,4569177      | 0,008362303   | 0,56559**   | -0,33736 | 0,6070181**    |
| <i>Sida aff. Ciliaris</i>             | 0,1097115     | 0,5847588**    | 0,065164      | 0,5140159** | -0,33099 | 0,6089679**    |
| <i>Sida galheirensis</i>              | 0,7904055**   | 0,5501827**    | 0,5424444     | -0,09535324 | -0,3931  | 0,7803735**    |
| <i>Waltheria rotundifolia</i>         | 0,02186004    | 0,4695258      | 0,01728624    | 0,6174352** | -0,2917  | 0,4701485      |
| <i>Sida sp</i>                        | 0,2733555     | 0,7308826**    | 0,2408186     | 0,5177295** | -0,32581 | 0,6725058**    |
| <i>Mollungo verticillata</i>          | 0,2151781     | 0,07505554     | 0,2174816     | -0,2362871  | -0,3227  | 0,1928439      |
| <i>Cróton Sonderianus</i>             | -0,03415238   | -0,09001331    | -0,06379832   | -0,08553881 | -0,13189 | -0,3080666     |
| <i>Amaranthus viridis</i>             | -0,1818237    | -0,2847929     | -0,3058369    | -0,2186076  | -0,08153 | -0,3908496     |
| <i>Alternanthera tenella Colla</i>    | -0,02580629   | -0,1661662     | 0,1115697     | -0,2700679  | -0,18674 | -0,5364059***  |
| <i>Gonphsena aff. Vaga</i>            | -0,0780186    | -0,05172244*** | 0,06983517    | -0,1338523  | 0,189236 | -0,3493944     |
| <i>Cenchrus echinatus</i>             | 0,08704844    | -0,06413601    | 0,1661028     | -0,1897585  | -0,17561 | -0,3698809     |
| <i>Senna obtusifolia</i>              | 0,1061882     | 0,001385324    | 0,340499      | -0,1632311  | -0,18224 | -0,3435813     |
| <i>Melochia pyramidata</i>            | -0,129044     | -0,2318355     | -0,2624995    | -0,1883758  | -0,06717 | -0,340147      |
| <i>NID 35</i>                         | -0,04274997   | -0,01122232    | 0,1240114     | -0,1275161  | 0,118317 | -0,3255218     |
| <i>NID Capim 5</i>                    | 0,09257476    | -0,03975637    | 0,2467255     | -0,2183052  | -0,14154 | -0,4462322     |
| <i>NID Capim 6</i>                    | 0,01095516    | -0,102109      | 0,032025      | -0,2032016  | -0,05612 | -0,4131933     |
| <i>Dactyloctenium aegyptium</i>       | -0,02352687   | -0,1188529     | 0,0774032     | -0,2548777  | -0,03985 | -0,5334693**** |
| <i>Capim seda</i>                     | -0,05334706   | -0,01172414    | 0,09402232    | -0,1143305  | 0,136746 | -0,2985197     |
| <i>Capim NID 8</i>                    | 0,5294728**** | 0,0252006      | 0,5406289**** | -0,05859372 | -0,17586 | 0,08622059     |

Fonte: Cardins (2013).

**Tabela 21-Correlações entre as variáveis canônicas. Significância estatística:  
0,000459\*0,001713\*\*0,54746\*\*\*0,074666 \*\*\*\***

|                                       | Mg         | Na          | Condutividade | PH          | T          | Areia grossa  |
|---------------------------------------|------------|-------------|---------------|-------------|------------|---------------|
| <i>Evolvulus filipes</i>              | -0,276872  | -0,05380535 | 0,1358663     | 0,2485213   | 0,01273636 | -0,6028503*   |
| <i>Jacquemontia aff. Evolvuloides</i> | 0,4970691  | -0,1475732  | -0,2493989    | 0,5284041*  | 0,5898725* | -0,7218082*   |
| <i>Portilalaca cf. pilosa</i>         | 0,7407153* | -0,2022818  | -0,3913016    | 0,1814281   | 0,8397845* | -0,4479245    |
| <i>Aristida adscensionis</i>          | 0,8473473* | -0,2150838  | -0,4316751    | 0,4550855   | 0,810599*  | -0,6105032*   |
| <i>Tragus berteronianus</i>           | 0,6819482* | -0,1947482  | -0,3323968    | 0,2643439   | 0,8391413* | -0,6312369*   |
| <i>Jacquemontia gracillima</i>        | 0,2369814  | -0,182694   | -0,3481482    | 0,420835    | 0,3907528  | -0,7095354*   |
| <i>Stylosanthes humilis</i>           | 0,06381485 | -0,1880518  | -0,2618828    | 0,2721887   | 0,2463385  | -0,5988986**  |
| <i>Sida aff. Ciliaris</i>             | -0,0387983 | -0,16988    | -0,2119942    | 0,280503    | 0,184556   | -0,6413715**  |
| <i>Sida galheirensis</i>              | 0,3044239  | -0,09076951 | 0,01073108    | 0,3587266   | 0,6566413* | -0,7934431**  |
| <i>Waltheria rotundifolia</i>         | -0,0347722 | -0,1355213  | -0,2185207    | 0,2991752   | 0,09447362 | -0,4161766    |
| <i>Sida sp</i>                        | -0,0172823 | -0,09649146 | -0,1385822    | 0,317236    | 0,2629816  | -0,6772077**  |
| <i>Mollungo verticillata</i>          | 0,3270375  | -0,2946622  | -0,508551**   | 0,3955155   | 0,2979653  | -0,1595857    |
| <i>Cróton Sonderianus</i>             | -0,2388264 | 0,02053354  | -0,02730115   | 0,09166361  | -0,2739381 | 0,2897202     |
| <i>Amaranthus viridis</i>             | -0,3712614 | -0,231672   | -0,1677165    | 0,2315835   | -0,491387  | 0,4288366     |
| <i>Alternanthera tenella Colla</i>    | -0,2507921 | -0,2480484  | -0,3039412    | 0,3046384   | -0,4628488 | 0,5627913***  |
| <i>Gonphsena aff. Vaga</i>            | -0,1745493 | -0,01908884 | -0,1116151    | -0,1349045  | -0,2215973 | 0,3293506     |
| <i>Cenchrus echinatus</i>             | -0,1675272 | -0,2037984  | -0,2392102    | 0,3001496   | -0,3277457 | 0,4180102     |
| <i>Senna obtusifolia</i>              | -0,0338945 | -0,1361922  | -0,2370221    | 0,2176697   | -0,1979529 | 0,3504643     |
| <i>Melochia pyramidata</i>            | -0,3369273 | -0,2129181  | -0,1518836    | 0,2244758   | -0,4420183 | 0,389947      |
| <i>NID 35</i>                         | -0,1410401 | -0,01790761 | -0,1269961    | -0,08990467 | -0,1899913 | 0,3052693     |
| <i>NID Capim 5</i>                    | -0,1798911 | -0,1932839  | -0,2700548    | 0,2593259   | -0,3489924 | 0,481253      |
| <i>NID Capim 6</i>                    | -0,2701485 | -0,1888057  | -0,2156636    | 0,2088262   | -0,3959418 | 0,4612632     |
| <i>Dactyloctenium aegyptium</i>       | -0,307011  | -0,2008282  | -0,272868     | 0,1822823   | -0,4581045 | 0,5643605**** |
| <i>Capim seda</i>                     | -0,1400732 | -0,00569601 | -0,1069424    | -0,1111654  | -0,1746206 | 0,2773501     |
| <i>Capim NID 8</i>                    | 0,1795776  | -0,1416082  | -0,2729073    | 0,1080748   | 0,3512067  | -0,158605     |

Fonte: Cardins (2013).

**Tabela 22 - Correlações entre as variáveis canônicas. Significância estatística: 0,000000\*0,000983\*\*0,989865\*\*\***

|                                       | V%         | SB          | Areia fina    | Precipitação  | ETP         |
|---------------------------------------|------------|-------------|---------------|---------------|-------------|
| <i>Evolvulus filipes</i>              | 0,442317   | 0,144068    | 0,6028503*    | 0,1546957     | -0,307854   |
| <i>Jacquemontia aff. Evolvuloides</i> | 0,439746   | 0,6435312*  | 0,7218082*    | 0,6319762*    | 0,75377*    |
| <i>Portilalaca cf. pilosa</i>         | -0,00612   | 0,710413*   | 0,4479245     | 0,498345      | 0,7532987*  |
| <i>Aristida adscensionis</i>          | 0,401985   | 0,8426937*  | 0,6105032*    | 0,6619662*    | 0,8834976*  |
| <i>Tragus berteronianus</i>           | 0,206743   | 0,7869635*  | 0,6312369*    | 0,5644121*    | 0,6371793*  |
| <i>Jacquemontia gracillima</i>        | 0,5609795* | 0,5201111*  | 0,7095354*    | 0,4114169     | 0,01674096  |
| <i>Stylosanthes humilis</i>           | 0,448115   | 0,352596    | 0,5988986**   | 0,2706289     | -0,1999981  |
| <i>Sida aff. Ciliaris</i>             | 0,460514   | 0,3015029   | 0,6413715**   | 0,2445268     | -0,2368304  |
| <i>Sida galheirensis</i>              | 0,237707   | 0,6138741** | 0,7934431**   | 0,5525095**   | 0,5695753** |
| <i>Waltheria rotundifolia</i>         | 0,443004   | 0,2283918   | 0,4161766     | 0,1090571     | -0,3894083  |
| <i>Sida sp</i>                        | 0,453306   | 0,3646424   | 0,6772077**   | 0,2821675     | -0,1929717  |
| <i>Mollungo verticillata</i>          | 0,007752   | 0,2586418   | 0,1595857     | 0,305917      | 0,5235401** |
| <i>Cróton Sonderianus</i>             | -0,12858   | -0,3043121  | -0,2897202    | 0,03874929    | -0,08791462 |
| <i>Amaranthus viridis</i>             | -0,09085   | -0,4645119  | -0,4288366    | 0,08847547    | -0,1089885  |
| <i>Alternanthera tenella Colla</i>    | -0,1794    | -0,4672517  | -0,5627913*** | -0,4549423    | -0,2558186  |
| <i>Gonphsena aff. Vaga</i>            | -0,36128   | -0,2924494  | -0,3293506    | -0,489014     | -0,1939617  |
| <i>Cenchrus echinatus</i>             | -0,07922   | -0,320233   | -0,4180102    | -0,2877086    | -0,180408   |
| <i>Senna obtusifolia</i>              | -0,12491   | -0,2170491  | -0,3504643    | -0,5599112*** | -0,2122036  |
| <i>Melochia pyramidata</i>            | -0,06538   | -0,4131804  | -0,389947     | 0,1168791     | -0,09461604 |
| <b>NID 35</b>                         | -0,33036   | -0,2585065  | -0,3052693    | -0,5208858*** | -0,1911837  |
| <b>NID Capim 5</b>                    | -0,17713   | -0,3657525  | -0,481253     | -0,4821832    | -0,2386173  |
| <b>NID Capim 6</b>                    | -0,17385   | -0,4039368  | -0,4612632    | -0,2386388    | -0,183998   |
| <i>Dactyloctenium aegyptium</i>       | -0,29108   | -0,4917569  | -0,5643605*** | -0,4506974    | -0,2539072  |
| <i>Capim seda</i>                     | -0,32346   | -0,2423053  | -0,2773501    | -0,4763378    | -0,1742896  |
| <b>Capim NID 8</b>                    | -0,316118  | 0,148469    | 0,158605      | 0,235398      | 0,435002    |

Fonte: Cardins (2013).Tabela

**23 - Correlações entre as variáveis canônicas. Significância estatística: 0,000000\* 0,267166\*\***

|                                       | Silte        | Argila      | Argila natural | 0,033Mpa    | 1,5Mpa      | Água útil    |
|---------------------------------------|--------------|-------------|----------------|-------------|-------------|--------------|
| <i>Evolvulus filipes</i>              | 0,6028503*   | -0,6028503* | -0,6028503*    | -0,6028503* | -0,6028503* | 0,6028503*   |
| <i>Jacquemontia aff. Evolvuloides</i> | 0,7218082*   | -0,7218082* | -0,7218082*    | -0,7218082* | -0,7218082* | 0,7218082*   |
| <i>Portilalaca cf. pilosa</i>         | 0,4479245    | -0,4479245  | -0,4479245     | -0,4479245  | -0,4479245  | 0,4479245    |
| <i>Aristida adscensionis</i>          | 0,6105032*   | -0,6105032* | -0,6105032*    | -0,6105032* | -0,6105032* | 0,6105032*   |
| <i>Tragus berteronianus</i>           | 0,6312369*   | -0,6312369* | -0,6312369*    | -0,6312369* | -0,6312369* | 0,6312369*   |
| <i>Jacquemontia gracillima</i>        | 0,7095354*   | -0,7095354* | -0,7095354*    | -0,7095354* | -0,7095354* | 0,7095354*   |
| <i>Stylosanthes humilis</i>           | 0,5988986*   | -0,5988986* | -0,5988986*    | -0,5988986* | -0,5988986* | 0,5988986*   |
| <i>Sida aff. Ciliaris</i>             | 0,6413715*   | -0,6413715* | -0,6413715*    | -0,6413715* | -0,6413715* | 0,6413715*   |
| <i>Sida galheirensis</i>              | 0,7934431*   | -0,7934431* | -0,7934431*    | -0,7934431* | -0,7934431* | 0,7934431*   |
| <i>Waltheria rotundifolia</i>         | 0,4161766    | -0,4161766  | -0,4161766     | -0,4161766  | -0,4161766  | 0,4161766    |
| <i>Sida sp</i>                        | 0,6772077*   | -0,6772077* | -0,6772077*    | -0,6772077* | -0,6772077* | 0,6772077*   |
| <i>Mollungo verticillata</i>          | 0,1595857    | -0,1595857  | -0,1595857     | -0,1595857  | -0,1595857  | 0,1595857    |
| <i>Cróton Sonderianus</i>             | -0,2897202   | 0,2897202   | 0,2897202      | 0,2897202   | 0,2897202   | -0,2897202   |
| <i>Amaranthus viridis</i>             | -0,4288366   | 0,4288366   | 0,4288366      | 0,4288366   | 0,4288366   | -0,4288366   |
| <i>Alternanthera tenella Colla</i>    | -0,5627913*  | 0,5627913*  | 0,5627913*     | 0,5627913*  | 0,5627913*  | -0,5627913*  |
| <i>Gonphsena aff. Vaga</i>            | -0,3293506   | 0,3293506   | 0,3293506      | 0,3293506   | 0,3293506   | -0,3293506   |
| <i>Cenchrus echinatus</i>             | -0,4180102   | 0,4180102   | 0,4180102      | 0,4180102   | 0,4180102   | -0,4180102   |
| <i>Senna obtusifolia</i>              | -0,3504643   | 0,3504643   | 0,3504643      | 0,3504643   | 0,3504643   | -0,3504643   |
| <i>Melochia pyramidata</i>            | -0,389947    | 0,389947    | 0,389947       | 0,389947    | 0,389947    | -0,389947    |
| <b>NID 35</b>                         | -0,3052693   | 0,3052693   | 0,3052693      | 0,3052693   | 0,3052693   | -0,3052693   |
| <b>NID Capim 5</b>                    | -0,481253    | 0,481253    | 0,481253       | 0,481253    | 0,481253    | -0,481253    |
| <b>NID Capim 6</b>                    | -0,4612632   | 0,4612632   | 0,4612632      | 0,4612632   | 0,4612632   | -0,4612632   |
| <i>Dactyloctenium aegyptium</i>       | -0,5643605** | 0,5643605** | 0,5643605**    | 0,5643605** | 0,5643605** | -0,5643605** |
| <i>Capim seda</i>                     | -0,2773501   | 0,2773501   | 0,2773501      | 0,2773501   | 0,2773501   | -0,2773501   |
| <b>Capim NID 8</b>                    | 0,158605     | -0,158605   | -0,158605      | -0,158605   | -0,158605   | 0,158605     |

Fonte:

Cardins (2013).

Apesar de severamente danificados, os solos estudados apresentaram teores químicos satisfatórios, cabendo corrigir aqueles que se mostraram deficientes por meio de adubação orgânica. As contenções em curva de nível desempenharam um papel fundamental na retenção de sedimentos e da própria adubação, permitindo a fixação das comunidades vegetais.

A adubação orgânica mostrou-se suficiente na correção dos teores químicos nos solos estudados. Nessa circunstância, as contenções ganham ainda mais importância, visto que o escoamento superficial livre impede a fixação de sementes e mantém a mobilização das porções expostas.

A maior quantidade de correlações com os totais registrados de *Jacquemontia evolvuloides* denota sua maior adaptação ao estágio atual da sucessão ecológica. As correlações entre a sétima e a décima primeira espécies mais abundantes indica que as comunidades passam por mudanças em sua estrutura, de modo que tendem a ampliar sua dominância.

## 8. CONCLUSÕES

Com a interpretação incompleta de alguns dados e a necessidade de relação com outros trabalhos para determinadas informações, ainda que parcialmente, é possível concluir:

1-Entende-se que o rigor conceitual é requisito crucial para a compreensão da degradação ambiental e sua distinção da desertificação. O aprofundamento conceitual, a definição de critérios teóricos e a ausência de ressecamento climático permitem definir e explicar com clareza o objeto de pesquisa por meio do primeiro conceito de degradação ambiental, restando ao de desertificação diversas lacunas e divergências, no que se refere ao contexto brasileiro.

2-A degradação ambiental do semiárido brasileiro mostra-se perfeitamente reversível. Mesmo em condições de forte e prolongada estiagem. Os mecanismos de adaptação e os limites de tolerância das comunidades vegetais permitem a recolonização de áreas degradadas. Em alguns casos, sem intervenções, mas com melhorias expressivas quando realizada a contensão de sedimentos e o ajuste de P e M.O para solos eutróficos.

3-O estágio inicial da sucessão ecológica não seguiu padrão linear, demonstrando alternância de espécies entre as mais abundantes ou dominantes a cada ano. Em comparação do primeiro ao último ano de acompanhamento, é perceptível a tendência de estabilização das comunidades, com melhor equilíbrio na participação de cada espécie. No segundo ciclo vegetativo após a intervenção as comunidades apresentaram valores de diversidade próximos à diversidade média, comum à caatinga.

4-A incorporação e disponibilidade de nutrientes para as plantas, bem como a resposta das comunidades possui uma estreita relação com a distribuição das precipitações. Neste sentido, o regime hídrico de cada sistema ambiental pode estimular de maneira particular as comunidades. Pode-se afirmar que o ritmo da recomposição no Planalto da Borborema pode ser maior exigindo, no entanto, mais tempo de observação.

5-O nível de degradação de cada localidade é extremamente variável, fato que dificulta comparações diretas, embora apresentem-se como importantes

referências para uma compreensão geral. Cada caso deve ser avaliado em sua particularidade, mas é possível afirmar que a utilização de outros materiais, tais como sedimentos ou resíduo de caulim são dispensáveis. Assim como é indispensável a contenção de sedimentos, em nível; e fundamental a adubação orgânica, especialmente com esterco de pequenos ruminantes na proporção de 40/ton/ha.

6-As áreas mantidas em pousio, em geral, apresentam algum movimento em direção à recomposição. Porém, solos endurecidos por crostas e sem contenções dificultam a fixação de sementes, bem como o estabelecimento de condições mínimas para uma recolonização. A menos que se pretenda uma maior produção de fitomassa das comunidades ou de um sistema agroflorestal, o incremento de P mineral é acessório, podendo ser regulado pela adubação orgânica, quando em solos eutróficos.

## REFERÊNCIAS

ALAGOAS (Estado). **Plano de ação estadual de Alagoas para o combate à Desertificação e Mitigação dos efeitos da seca - PAE - AL**. Maceió:Secretaria de Estado do Meio Ambiente e dos recursos Hídricos, 2010.

ANDRADE, D. C.; ROMEIRO, A. R. Degradação ambiental e teoria Econômica: algumas reflexões sobre uma "economia dos ecossistemas". Brasília, DF: **Revista Economia**, v. 12, n.1, p. 3-26. jan./abr. 2011.

ANDRADE, M. V.; ANDRADE, A. P.; SILVA, D. S.; ALCANTARA BRUNO, R. L.; GUEDES, D. S. Levantamento florístico e estrutura fitossociológica do estrato herbáceo e subarbustivo em áreas de Caatinga no Cariri Paraibano. Mossoró, RN: **Revista Caatinga**, v. 22, n. 1, Jan./mar. 2009.

ARAÚJO FILHO, J. A; VALE, L. V; NETO, R. A; BARBOSA, P; SERPA, M. S. S. Dimensões de Parcelas para amostragem do Estrato herbáceo da Caatinga raleada. *In*: REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 23. 1986, Campo Grande, MS. **Anais...Campo Grande: Sociedade Brasileira de Zootecnia**, 1986.

ARAÚJO FILHO, J. A; SILVA, N. L; CARVALHO. F. C. Adubação fosfatada em regime de uso de uma caatinga raleada: produção do estrato herbáceo. *In*: 35ª REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 35.1998, Botucatu, SP. **Anais...Botucatu, MS**,1998.

ARAÚJO FILHO, J. A; J. A. de.; SILVA, N. L. **Sistema de produção agrossilvipastoril para a região de caatinga**. Sobral: Embrapa caprinos e ovinos. [Cartilha de divulgação], 2009a.

ARAÚJO FILHO, J. A; ROCHA, M.M. C. Efeitos da Adubação Mineral e orgânica sobre a produção de fitomassa do estrato herbáceo em duas regiões do Sertão Nordeste. Patos, PB: **Agropecuária científica no Semiárido**. v. 5, p. 16 - 21. 2009b.

ARAÚJO FILHO, J. A; Manejo pastoril sustentável da Caatinga. Recife, PE: **Projeto Dom Helder Câmara**. 2013. 200p.

ARAÚJO, G. H. S. ALMEIDA, J. R. GUERRA, A. J. T. Degradação e desertificação. *In*: \_\_\_\_\_. **Gestão ambiental de áreas degradadas**. 4.ed. Rio de Janeiro, RJ: Bertrand Brasil, 2009. p.9-35.

ARAÚJO NETO, R. B; ARAÚJO FILHO, J. A; MESQUITA, R. C. M. Disponibilidade de fitomassa do estrato herbáceo em uma caatinga raleada sob pastejo de ovinos. *In*: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 27. 1990, Campinas, SP. **Anais...Campinas, SP: Sociedade Brasileira de Zootecnia**1990.

ARAÚJO, T. B. Amazônia e Nordeste: os Trópicos Brasileiros e o Desenvolvimento auto-sustentável. Fortaleza: **Second International**

**Conference on Climate, Sustainability and Development in Semi-arid Regions.** Fortaleza, CE. Conferência, 2010. Disponível em: <[http://www.fiec.org.br/portav2/sites/revista/home.php?st=interna2&conteudo\\_id=38593&start\\_date=2010-08-28](http://www.fiec.org.br/portav2/sites/revista/home.php?st=interna2&conteudo_id=38593&start_date=2010-08-28)>. Acesso em: 05 dez. 2010.

BAHIA (ESTADO). **Panorama da Desertificação na Bahia.** Maceió: Secretaria de Meio Ambiente e Recursos Hídricos. 2005.

BENEVIDES, D. S.; MARACAJA, P. B.; SIZENANDO FILHO, F. A.; GUERRA, A. M. N. M. PEREIRA, T. F. C. Estudo da flora herbácea da Caatinga no município de Caraúbas no estado do Rio Grande do Norte. Mossoró, RN: **Revista verde de agroecologia e desenvolvimento sustentável**, v. 2, n1. jan./jun. 2007.

BERTALANFFY, L. V. **Teoria geral dos sistemas.** 6.ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 2009.

BERTRAND, G. Paisagem e Geografia física global, esboço metodológico São Paulo, SP: **Caderno de Ciências da terra**, n. 13. Instituto de Geografia - USP, 1972.

BIGARELLA, J. J. Superfícies aplainadas. *In:*\_\_\_\_\_. **Estrutura e origem das paisagens tropicais e subtropicais.** Florianópolis, SC. Editora da UFSC, 2003.p.877-1436.

BRAIDA, C. R. A falsa opção entre renaturalização e hipertecnificação. Florianópolis, SC: **Filosofia Unisinos**. p.70-83,jan./abr, 2013.

BRASIL. Ministério da Agricultura. Levantamento Exploratório-Reconhecimento de solos do Estado da Paraíba. *In:* Interpretação para uso agrícola dos solos do estado da Paraíba. Rio de Janeiro, RJ: **Boletim Técnico 15: SUDENE**, 1972. 683p.

\_\_\_\_\_. **lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981.** Presidência da República: Casa civil, subchefia para assuntos jurídicos. Brasília, DF: 31 agos. 1981.

CEARÁ (Estado). **Programa de Ação Estadual de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca, PAE-CE.** Fortaleza, CE: Ministério do Meio Ambiente / Secretaria dos Recursos Hídricos, 2010. 372p.

CHANDER, G.; MARKHAM, B. L.; BARSÍ, J. A. *Revised Landsat 5 Thematic Mapper Radiometric Calibration.* **IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing.** Pasadena, California, v. 4, n. 3, p. 490–494, jul. 2007.

CHRISTOFOLETTI, A. **Análise de sistemas em geografia.** São Paulo: Hucitec-Edusp, 1979.106 p.

CHRISTOFOLETTI, Antônio. A análise de bacias hidrográficas. *In:*\_\_\_\_\_. Antônio. **Geomorfologia.** 2. ed. São Paulo: Blucher, 1980. p. 102-127.

CONTI, J. B. **Desertificação nos trópicos: Proposta de metodologia de estudo aplicada ao nordeste brasileiro**. 1995. 340fls. Tese de livre docência - Universidade de São Paulo, São Paulo, 1995.

COSTA, R, C; ARAÚJO, F. S. Densidade, germinação e flora do banco de sementes no solo, no final da estação seca em uma área de caatinga, Quixadá, CE. **Revista Acta Botânica Brasilica**. Belo Horizonte, MG: p. 259 - 264. 17. 2003.

DALLEMOLE, D. Vantagens comparativas e degradação ambiental. Belém, PA: **Movendo idéias**, v.8, n. 14, p.54-59,nov. 2003.

DREGNE, H. *Envergadura y difusión del proceso de desertificación*. In:\_\_\_\_\_.**Colonización de los territorios áridos y lucha contra la desertificación**. Moscou, Rússia: Programa das nações unidas para o meio ambiente, 1987. p.10-17.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Manual de métodos de análise de solo**. 2.ed. Rio de Janeiro, RJ: Centro Nacional de pesquisa de Solos. 1997. 212p.

FEITOSA, C. R; GONÇALVES, S. G; ANDRADE, L. A; BEZERRA, F. T. C; OLIVEIRA, L. S. B; VIEIRA, R. M; FERREIRA, L. E. Utilização do rejeito de caulim da composição de substrato para emergência de plântulas de Cuité (*Crescentia Cujete l.*). In:CONGRESSO DE ECOLOGIA DO BRASIL,8, 2007. Caxambu, M. **Anais...Caxambu**, MG: Sociedade de Ecologia do Brasil. 23 a 28 de setembro, 2007.

FERREIRA, A. B. H.; **Mini-Aurélio século XXI**: o mini-dicionário da língua portuguesa. 5.ed. Rio de Janeiro, RJ: Nova fronteira, 2001.

GUERRA, A. T.; GUERRA, A. J. T. **Novo dicionário geológico-geomorfológico**. 9.ed. Rio de Janeiro, RJ: Bertrand Brasil, 2011. 648p.

GUERRA, A. J. T; CUNHA, S. B. Degradação ambiental. In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. (Org.) **Geomorfologia e Meio ambiente**. 4.ed.Rio de Janeiro, RJ: Bertrand Brasil. 2003. p.337-381.

\_\_\_\_\_. Experimentos e monitoramentos em Erosão dos solos. São Paulo, SP: **Revista do Departamento de Geografia**. Faculdade de Letras, Filosofia e Ciências humanas da Universidade de São Paulo. n. 16, p. 32-37, 2005. ISSN 0102-4582

\_\_\_\_\_. Processos erosivos nas encostas. In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. (Orgs.) **Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos**. Rio de Janeiro, RJ: Bertrand Brasil, 2007. p. 149-199.

HUETE, A.R. *A soil adjusted vegetation index (SAVI)*.In:\_\_\_\_\_.**Remote Sensing Environment**. Sidney, Austrália: ELSERVIER, 1988. v. 25

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **IBGE Cidades**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.htm?1>>. Acesso em: 20 jan. 2011.

JAPIASSU, H., MARCONDES, D. **Dicionário básico de filosofia**. Rio de Janeiro, RJ: Civilização Brasileira, 1983.

LAKATOS, E. M; MARCONI, M. A. **Metodologia do Trabalho científico: procedimentos básicos, pesquisa bibliográfica, projeto e relatório, publicações de trabalhos científicos**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 1992. 212 p.

LEPSH, I. F. **Formação e conservação dos solos**. São Paulo: Oficina de textos, 2002. 178 p.

LIMA, M. D.V; RONCAGLIO, C. Degradação socioambiental urbana, políticas públicas e cidadania. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**. Curitiba, PR: UFPR. n.3. p. 53-63, jan./jun. 2001.

MANEGUZZO, I. S. **Análise da degradação ambiental na área urbana da bacia do arroio Gertrudes, Ponta Grossa, PR: uma contribuição ao planejamento ambiental**. 2006. 100fls. Dissertação (Mestrado em ciência do solo) - Universidade Federal do Paraná. Curitiba, PR: 2006.

MANEGUZZO, I. S; CHAICOUSKI, A. Reflexões acerca dos conceitos de degradação ambiental, impacto ambiental e conservação da natureza. **Geografia**. Londrina, PR, v. 19, n.1, 2010.

MARANHÃO (Estado). **Programa de ação estadual de combate à Desertificação e mitigação dos efeitos da seca o estado do Maranhão**. São Luiz, MA: Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Naturais, 2012. 120 p.

MARKHAM, B. L., BARKER, J. L. *Landsat MSS and TM Post-Calibration Dynamic Ranges, Exoatmospheric Reflectances and At-Satellite Temperatures*. **EOSAT Landsat Technical Notes**, Sidney, Austrálya, n. 1, aug, 1986.

MELO, A. S. T. Desertificação: etimologia, conceitos e indicadores. João Pessoa, PB. **Revista do UNIPÉ**, 1998. p. 49-56.

MENDONÇA, F. A. **Geografia e Meio Ambiente**. 6.ed. São Paulo: Contexto, 2002. 80 p.

MENEZES, R. S. C; SIMÕES, Diogo A; SAMPAIO, E. V. S. B. (Orgs.). **A palma no Nordeste do Brasil: conhecimento atual e novas perspectivas de uso**. Recife, PE: Editora Universitária da UFPE, 2005. 258 p.

MINAS GERAIS (Estado). **Programa de ação estadual de combate à Desertificação e mitigação dos efeitos da seca no estado de Minas Gerais**. Belo Horizonte, MG: Ministério do Meio Ambiente, Secretaria do Estado

Extraordinária para o desenvolvimento dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri e do Norte de Minas Gerais, 2010. 243 p. Relatório final.

Ministério do Meio Ambiente (MMA). **Convenção das nações unidas de combate à desertificação**. 3.ed. brasileira. Brasília, DF: Secretaria de recursos hídricos, 2004a. 163p.

\_\_\_\_\_. **Programa de Ação Nacional de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca, PAN-BRASIL**. Edição Comemorativa dos 10 anos da Convenção das Nações Unidas de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca. Brasília, DF, 2004b. 225p.

\_\_\_\_\_. **Atlas das áreas susceptíveis à desertificação do Brasil**. Brasília, DF, 2007. 134p.

MONTEIRO, C. A. F. **Teoria e Clima Urbano**. São Paulo: USP, 1976.

MUNHOZ, C. B. R.; ARAÚJO, G. M. Métodos de amostragem do estrato herbáceo-subarbusivo. *In*: FELFILI, J. M.; EISENLOHR, P. V.; MELO, M. M. R. F.; ANDRADE, L. A. A.; MEIRA NETO, J. A. A. **Fitossociologia no Brasil: métodos e estudos de casos**. Viçosa, MG: UFV, 2011. p.213-230.

NASCIMENTO, F. R. **Degradação ambiental e desertificação no Nordeste Brasileiro: o contexto do rio Acaraú - Ceará**. 2006. Tese 325f. (Doutorado em geografia) - Universidade Federal Fluminense, Niterói, RJ. 2006.

ODUM, E.P. **Ecologia**. Rio de Janeiro, RJ: Guanabara, 1998.

PARAÍBA (Estado). **Plano estadual de recursos hídricos**. João Pessoa, PB: Secretaria da Ciência Tecnologia e Meio Ambiente, 2006. Disponível em: <<http://www.aesa.pb.gov.br/perh/>>. acesso em: 20 nov. 2010.

\_\_\_\_\_. **Programa de ação estadual de combate à Desertificação e mitigação dos efeitos da seca no estado da Paraíba**. João Pessoa, PB: Secretaria de Estado dos Recursos Hídricos, do Meio Ambiente e da Ciência e Tecnologia, 2011. 137 p. Relatório preliminar.

PEREIRA, G. A natureza (dos) nos fatos urbanos: produção do espaço e degradação ambiental. **Desenvolvimento e Meio ambiente**. Curitiba, PR: n.3, p. 33-51, jan./jun, 2001.

PEREIRA, W. E; SOUSA, G. G; ALENCAR, M. L; MENDONÇA, R. M; SILVA, G. L. Crescimento de mudas de mamoeiro em substratos contendo caulim. **Revista verde de Agroecologia e desenvolvimento sustentável**. Mossoró, RN, v.3, n.1, abr./jun. p. 27-35, 2008.

PERNAMBUCO (Estado). **Programa de ação estadual de combate à Desertificação e mitigação dos efeitos da seca no estado de Pernambuco**. Recife, PE: Ministério do Meio Ambiente, Secretaria de Ciência, Tecnologia e Meio ambiente de Pernambuco, 2009. 93 p.

PESSOA, L. M. **Variação espacial e sazonal do banco de sementes do solo em uma área de caatinga, Serra Talhada, PE.** 2007. Dissertação 46fls. (Mestrado em Botânica) - Universidade Federal de Pernambuco, Recife: 2007.

PIAUI (Estado). **Programa de ação estadual de combate à Desertificação do Piauí.** Teresina, PI: Secretaria Estadual do Meio Ambiente e Recursos Hídricos, 2010. 229p.

RÊGO, A. H. **Os Sertões e os Desertos: o combate à desertificação e a política externa brasileira.** Brasília, DF: Fundação Alexandre Gusmão, 2012. 204 p.

REIS, A; ZAMBOMIN, R. M; NAKAZONO, E. M; Recuperação de áreas florestais degradadas utilizando a sucessão e as interações planta-animal. São Paulo: Conselho Nacional da Reserva da Biosfera da Mata Atlântica. **Série de cadernos da Biosfera da Mata Atlântica.** n.14, 1999. 23p.

REIS, A. M. S.; ARAÚJO, E. L.; FERRAZ, E. M. N.; MOURA, A. N. *Inter-annual variations in the floristic and population structure of an herbaceous community of "Caatinga" vegetation in Pernambuco, Brazil.* **Acta Botanica Brasilica.** Belo Horizonte, MG, n.29, 2006. p.497-508.

RIO GRANDE DO NORTE (Estado). **Programa de ação estadual de combate à Desertificação e mitigação dos efeitos da seca no estado do rio grande do norte - PAE/RN.** Natal, RN: Secretaria do Estado do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos, 2010. 248 p.

ROCHA, N. M.; CRUZ, M. L. B. Avaliação dos índices NDVI e SAVI para Caatinga do Seridó Ocidental do Estado da Paraíba. *In: Semana Universitária da Universidade Estadual do Ceará, 23. 2013, Fortaleza, CE: Anais...* Fortaleza, CE, 2013. 17 p.

RODAL, M. J. N.; LINS E.; SILVA, A. C. B.; CAVALCANTI, A. D. C.; PESSOA, L. M. Vegetação e flora fanerogâmica da área de Betânia, Pernambuco. *In: ARAÚJO, F. S.; RODAL, M. J. N.; BARBOSA, M. R. V. Análise das variações do bioma Caatinga: suporte e estratégias regionais de conservação.* Fortaleza, CE: Ministério do Meio Ambiente. 2005. p. 141-168.

ROSS, J. L. S. **Geomorfologia: ambiente e planejamento.** 9.ed. São Paulo, SP: Contexto, 2012.

SANTOS, A. F. **Produção de biomassa em consórcio de *Opuntia sp.* e *Gliricidia sepium* sob aplicação de diferentes adubações.** 2013. 135fls. Tese (Doutorado em Engenharia agrícola) - Pós-graduação em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Campina Grande. Campina Grande, PB: 2013.

SERGIPE (Estado). **Programa de ação estadual de combate à Desertificação**. Aracaju, SE: Secretaria de Estado do Meio Ambiente e dos recursos Hídricos de Sergipe, 2011.

SILVA, E. E. **Fitossociologia, regeneração da vegetação e qualidade de sementes em área de Caatinga**. 2009. 210fls. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Federal da Paraíba, Areia, PB: 2009.

SILVA, R. S; SUZUKI, L. E. A. S; DUBOW, M; LIMA, L. S. C; BESKOW, S; COLLARES, G. L; VEIGAS, L. S. Taxas de perda de solo por erosão e evolução progressiva de margem do arroio Pelotas. *In*: CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 2. Pelotas, RS. **Anais...Pelotas**, RS: UFP, 2012.

SOTCHAVA, V. B. O estudo dos geossistemas, métodos em questão. São Paulo, SP: USP. Instituto de Geografia. **Boletim Paulista de Geografia**, n. 6, 1977. 50p.

SOUZA, Marcos J. N. Bases geoambientais e esboço do zoneamento geoambiental do Estado do Ceará. *In*: LIMA, L. C. (Org). **Compartimentação territorial e gestão regional do Ceará**. Fortaleza, CE: Funece, 2000. p. 06 - 103.

\_\_\_\_\_. Panorama da degradação ambiental, desertificação e entraves ao desenvolvimento sustentável do Ceará. *In*: PINHEIRO, D. R. C. (Org). **Desenvolvimento sustentável: desafios e discussões**. Fortaleza, CE: ABC Editora, 2006a, p.33-35.

\_\_\_\_\_. A problemática ambiental: cenários tendências para o bioma caatinga no Nordeste do Brasil. *In*: SILVA, J. B.; LIMA, L. C; DANTAS, E. W. C. (Orgs). **Panorama da Geografia brasileira**. São Paulo: ANABLUME, 2006b. p. 119 - 133.

SPOSITO, E. S. **Geografia e filosofia: contribuições para o ensino do pensamento geográfico**. São Paulo: UNESP, 2004.

SUDENE, Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste. **Carta planialtimétrica**. Folha Jardim do Seridó. SB. 24-Z-B-V. Escala: 1.100.000. Ministério do Exército, 1970.

SUERTEGARAY, D. M. A. Desertificação: recuperação e desenvolvimento sustentável. *In*: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. (Orgs.) **Geomorfologia e Meio ambiente**. 4.ed. Rio de Janeiro, RJ: Bertrand Brasil, 2003. p.249-289.

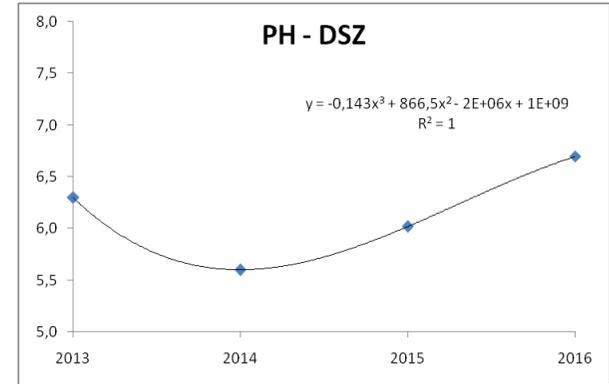
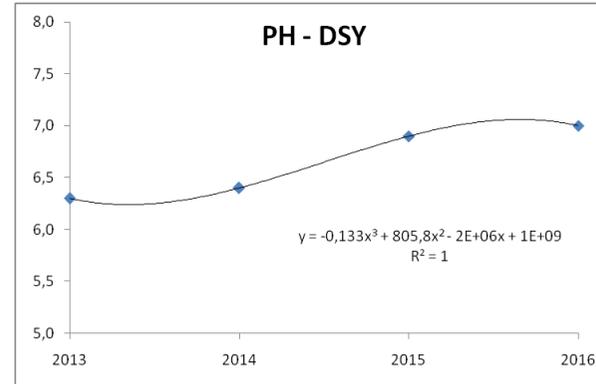
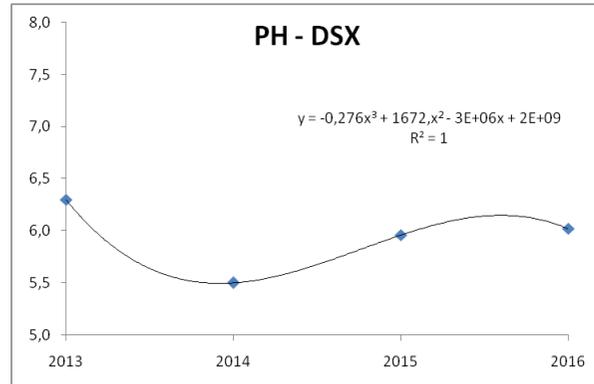
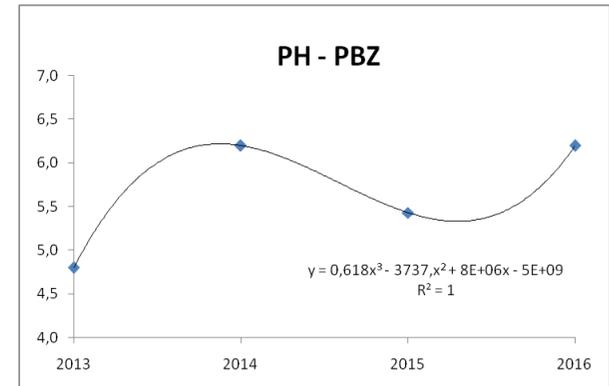
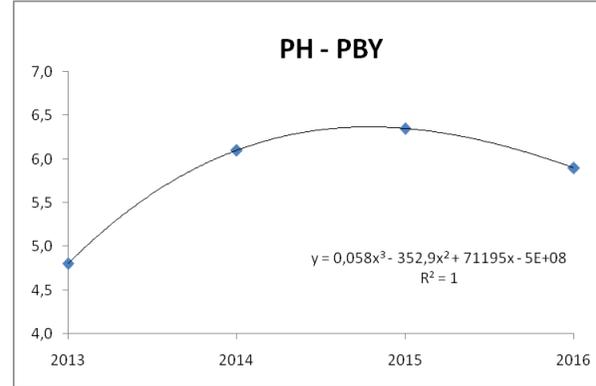
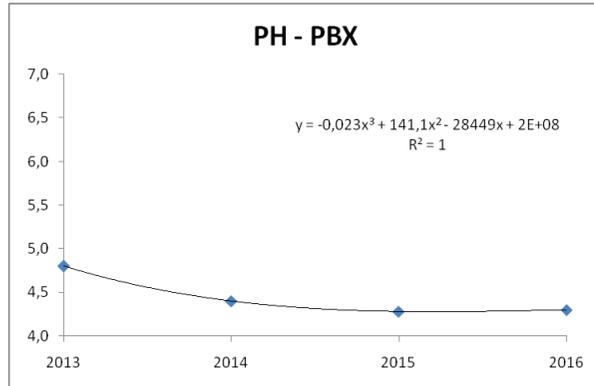
TRICART, J. **Ecodinâmica**. Rio de Janeiro, RJ: SUPREN, 1977. 97p.

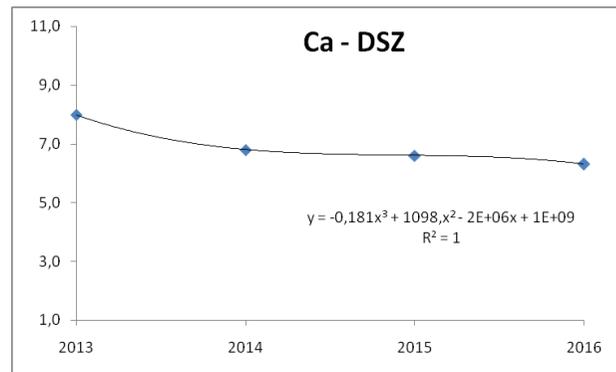
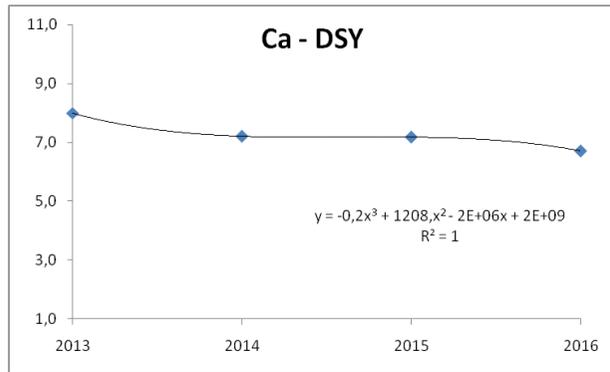
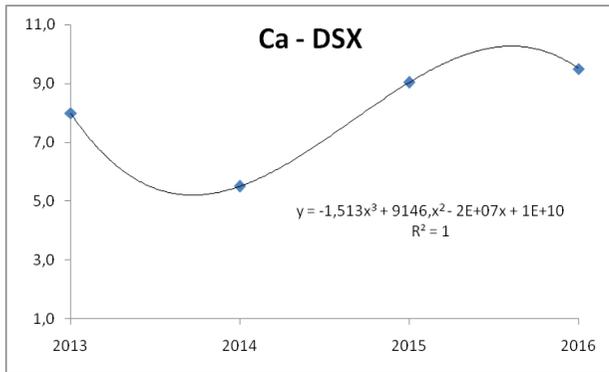
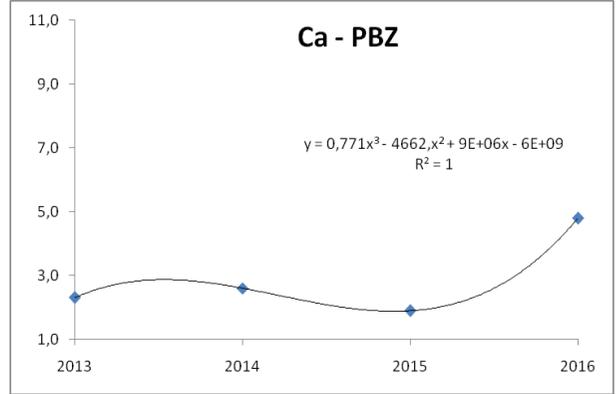
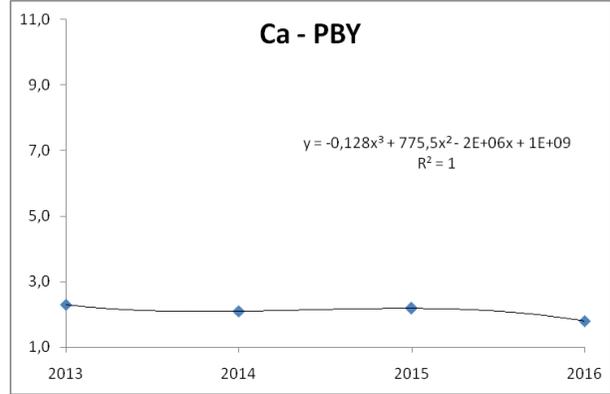
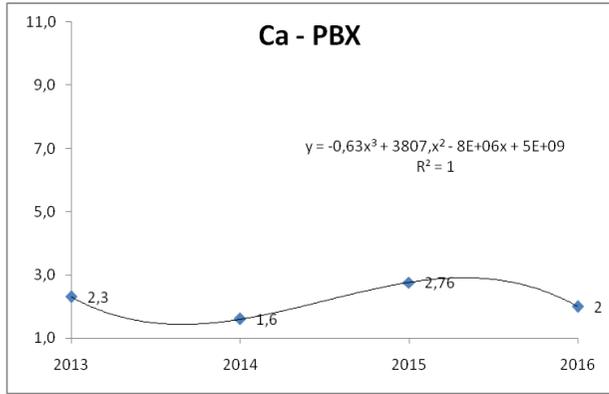
WANDERLEY, A. A. *et. al.* **Mapa Geológico da Paraíba**. Recife, PE: CPRM. Ministério de Minas energia, 2002.

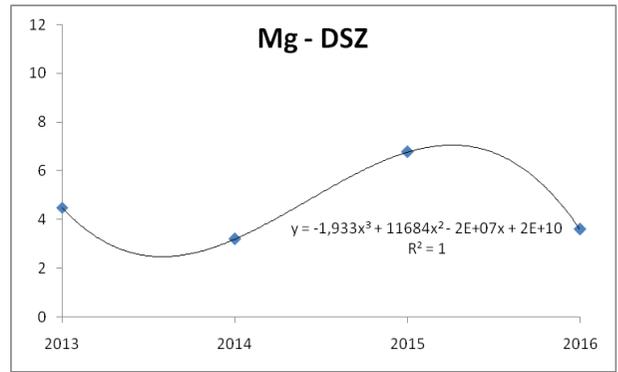
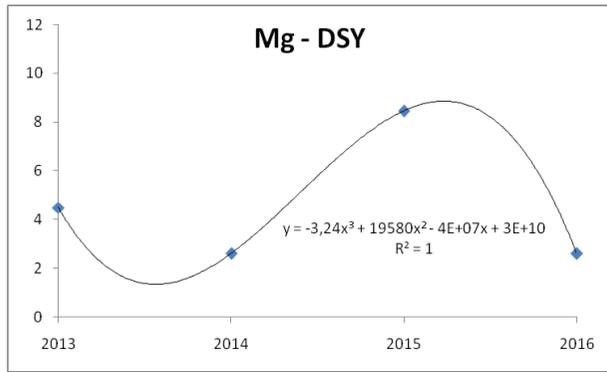
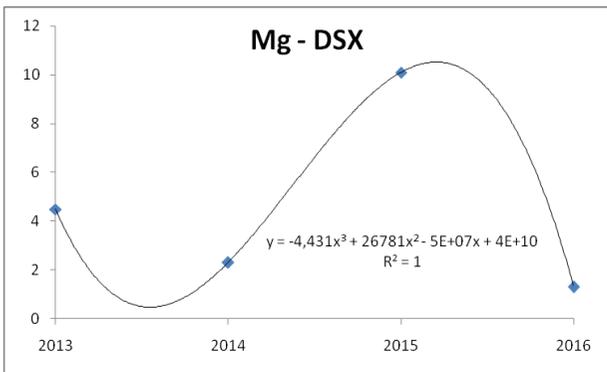
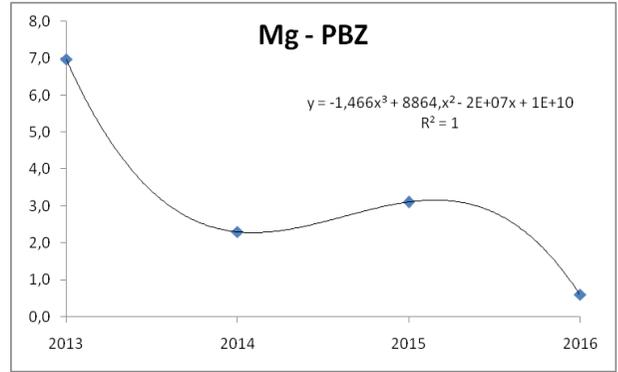
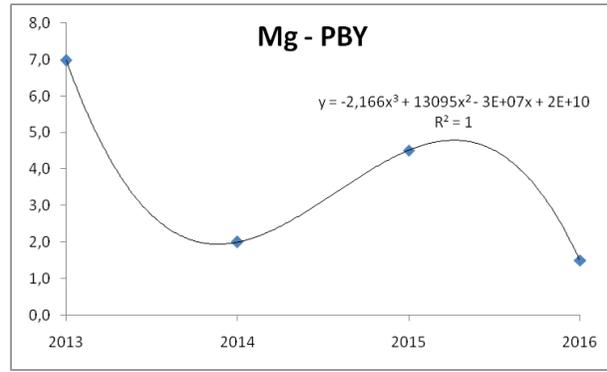
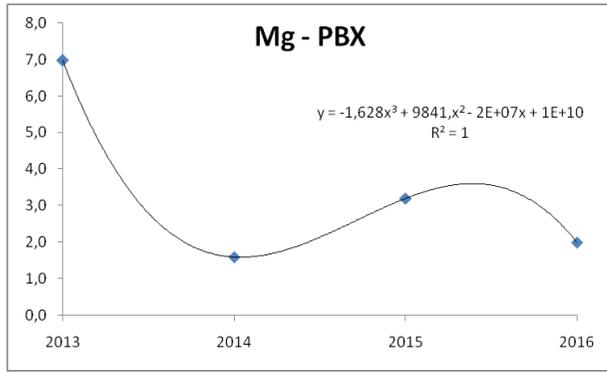
WAQUIL, P. D.; FINCO, M. V. A.; MATTOS, E. J. Pobreza rural e degradação ambiental: uma refutação da hipótese do Círculo vicioso. Rio de Janeiro, RJ: **RER**. vol. 42, n. 2, p. 317-340,abr/jun, 2004.

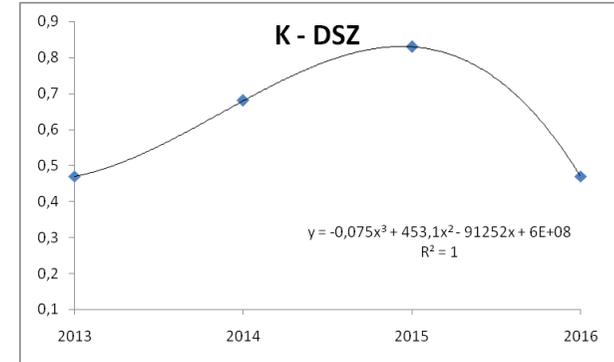
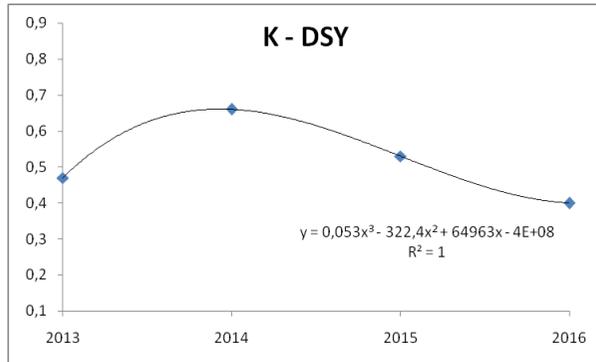
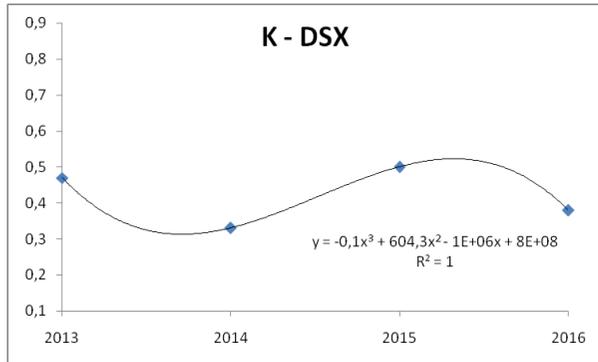
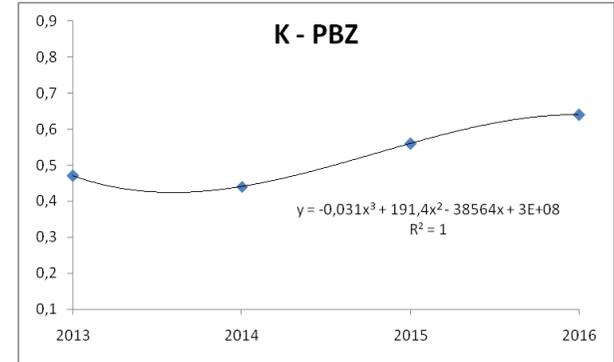
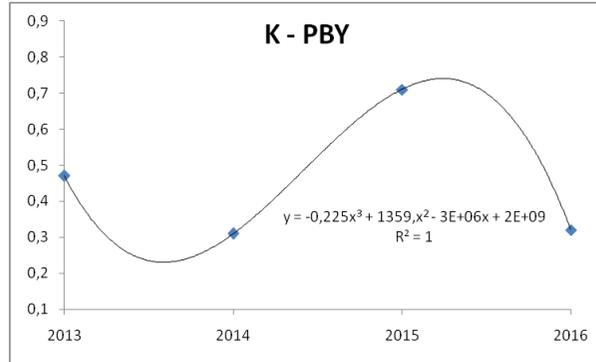
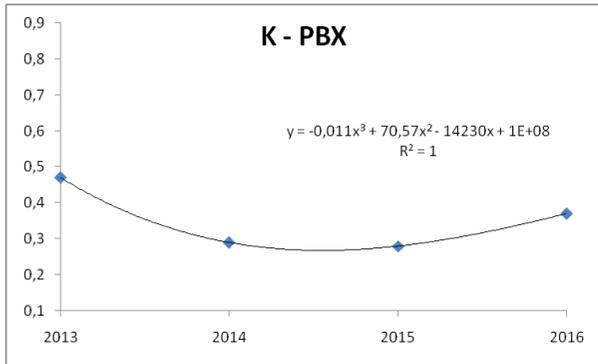
## APÊNDICES

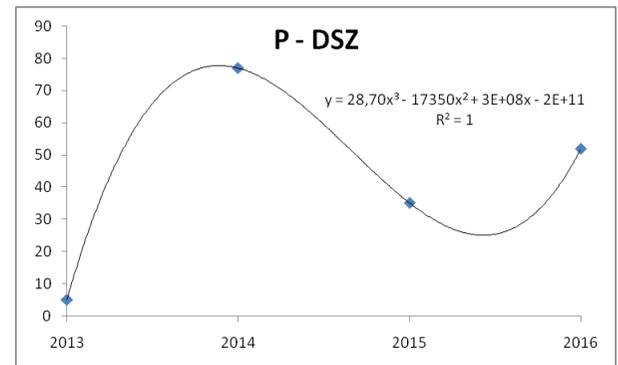
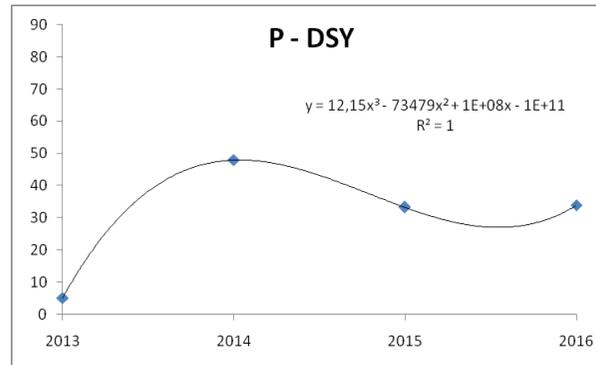
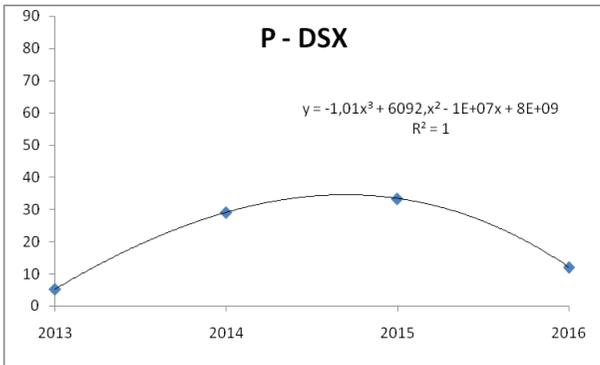
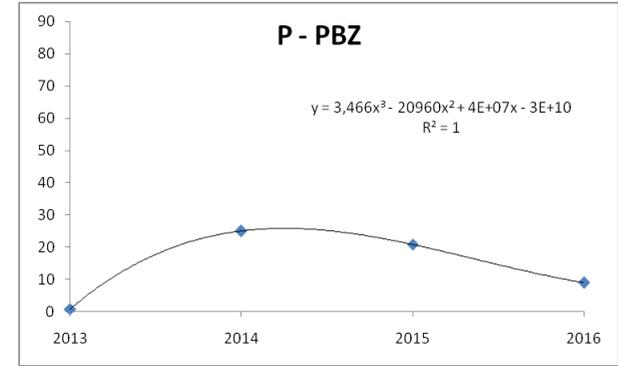
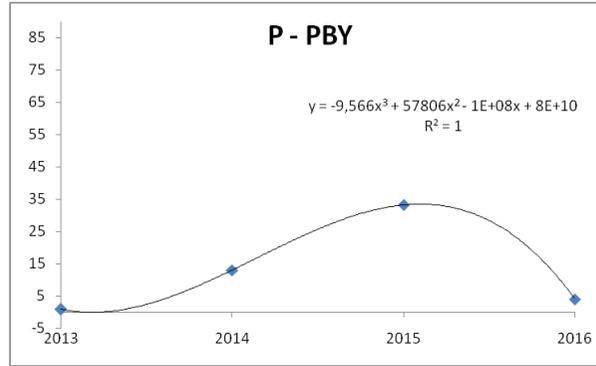
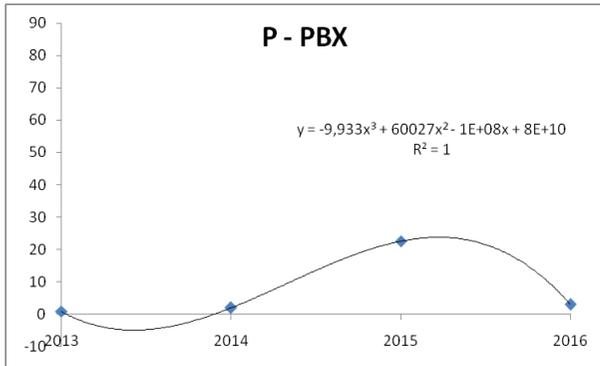
## APENDICE A - ANÁLISE DE TENDÊNCIA DA FERTILIDADE DOS SOLOS

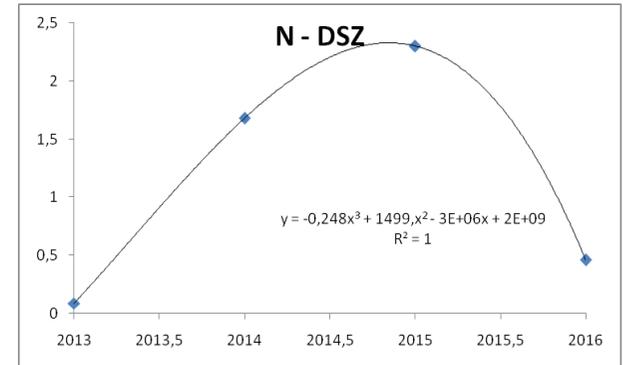
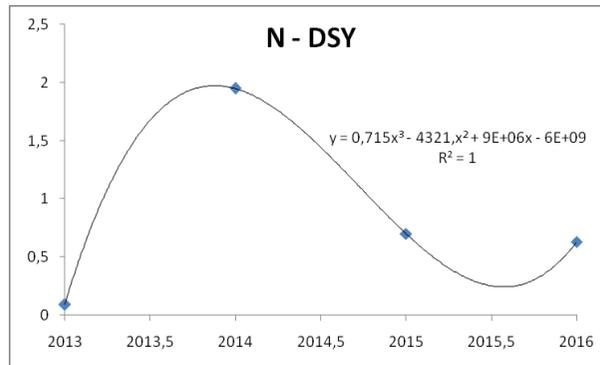
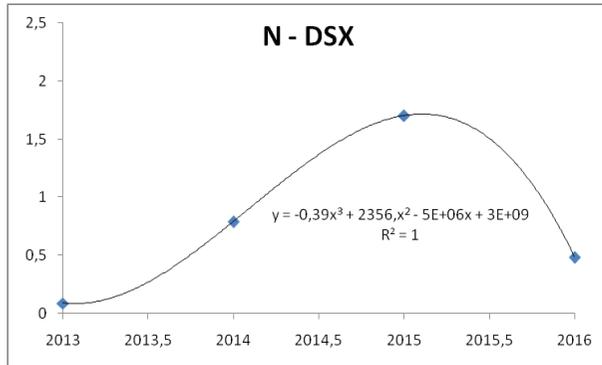
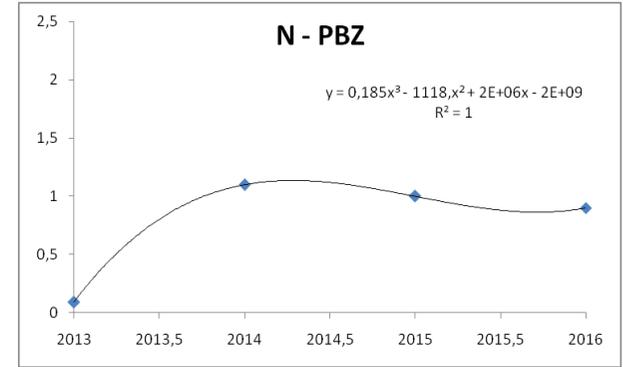
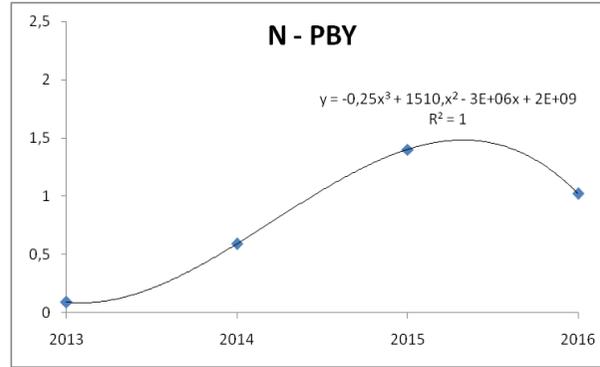
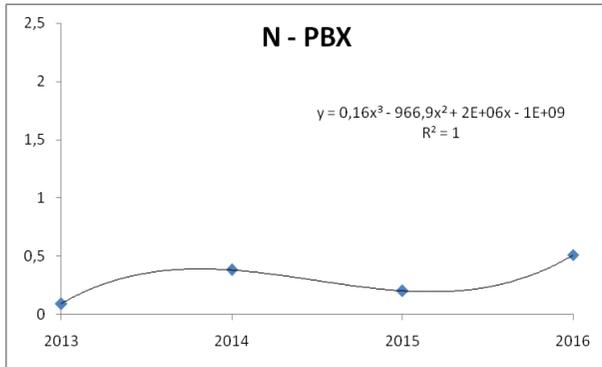


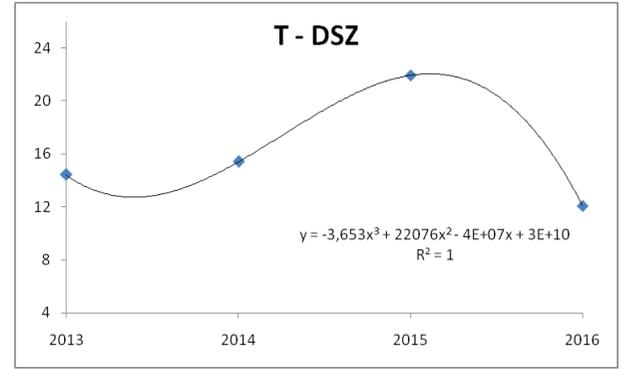
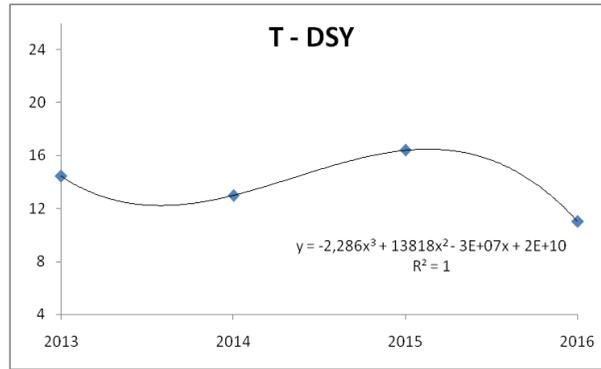
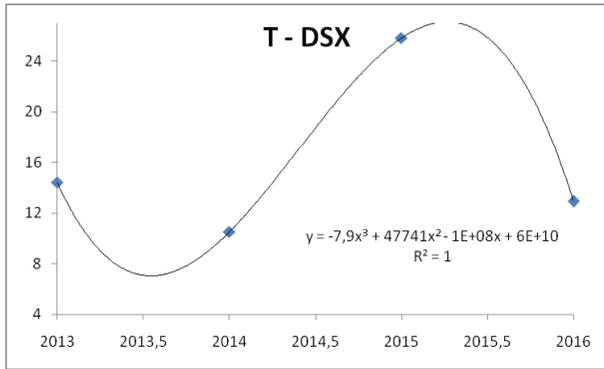
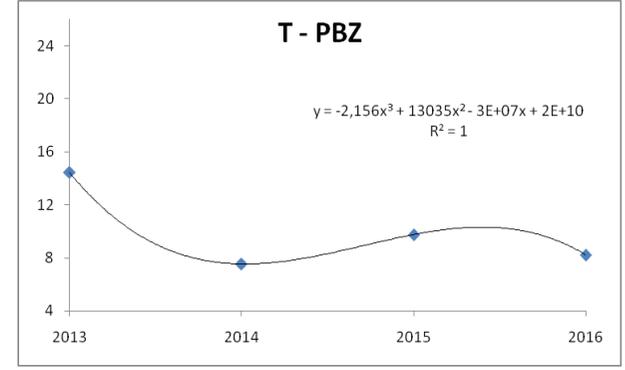
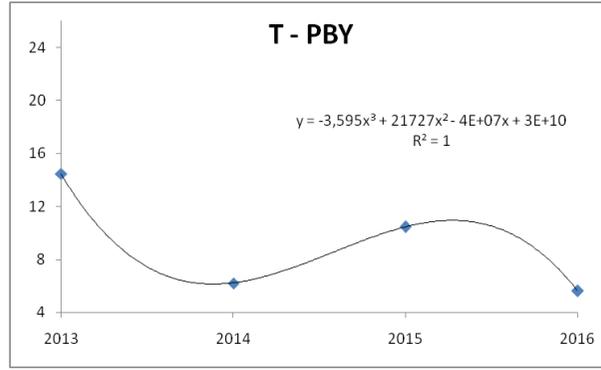
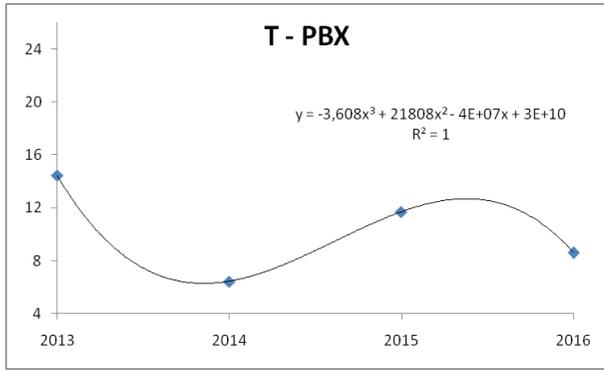


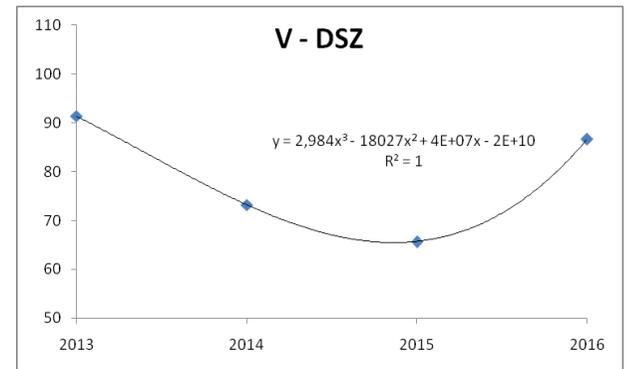
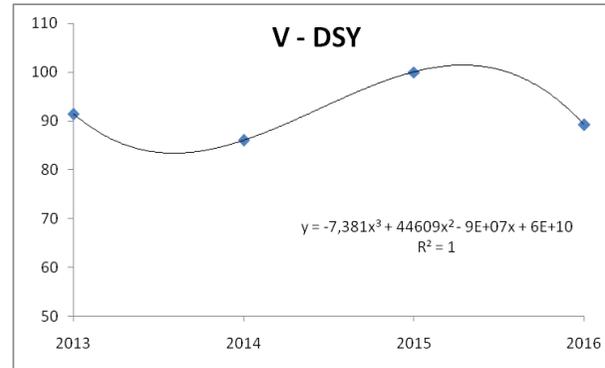
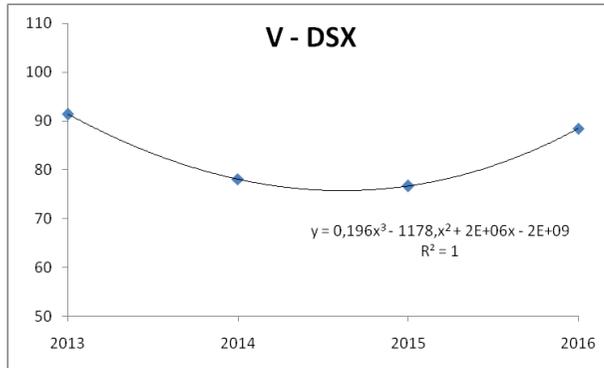
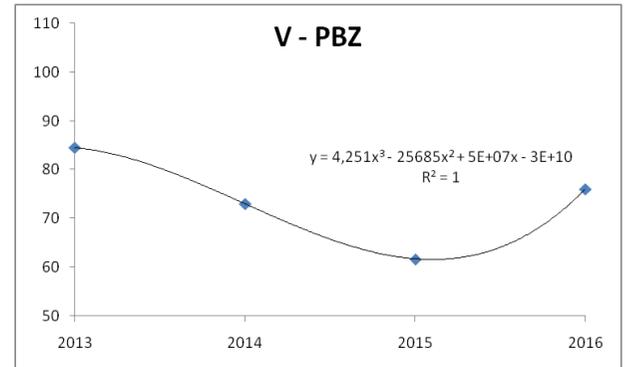
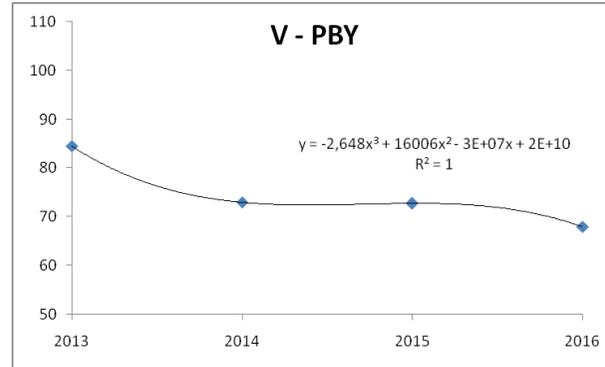
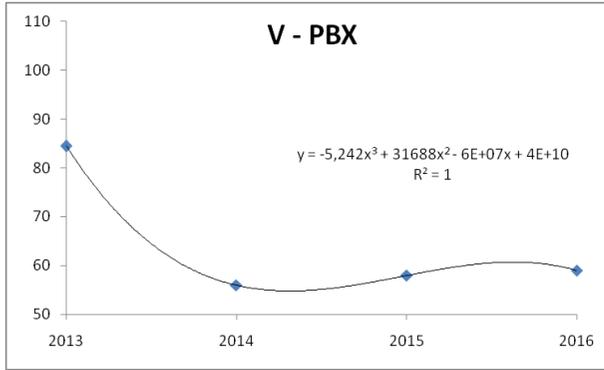


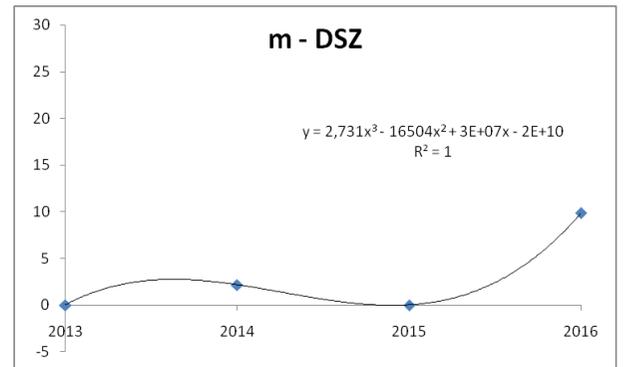
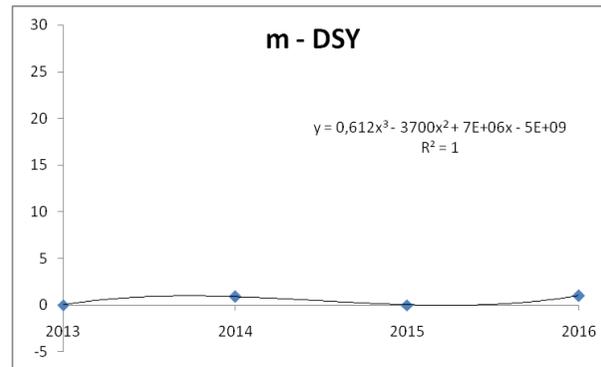
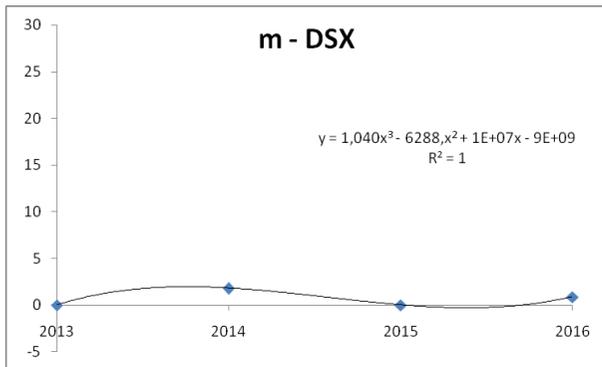
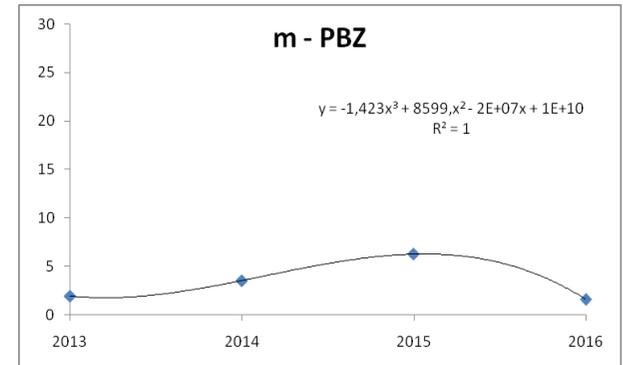
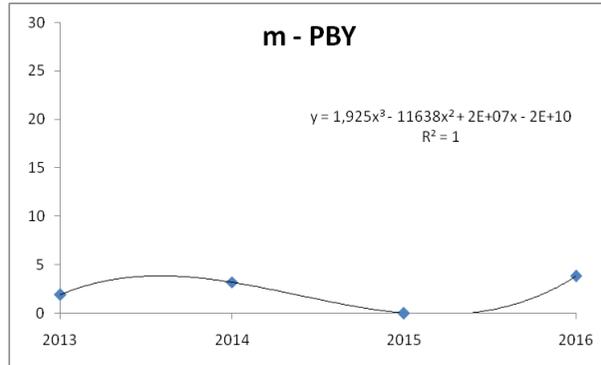
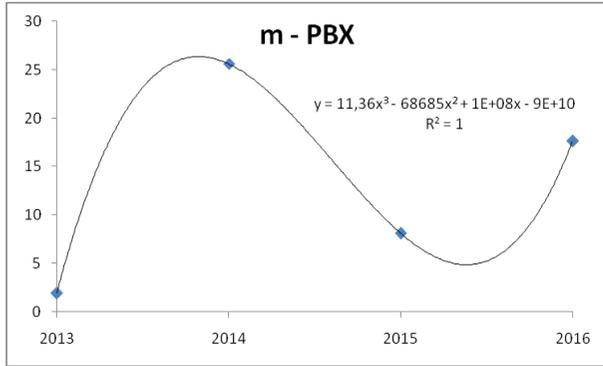














APÊNDICEC: LISTA DE ESPÉCIES POR ORDEM DE APARECIMENTO NAS AMOSTRAGENS.

| N. do coletor | Nome popular         | Nome científico                  |
|---------------|----------------------|----------------------------------|
| 1             | Erva de colina       | <i>Sida Ciliaris</i>             |
| 2             | Erva de cavalo       | <i>Stylosanthes humilis</i>      |
| 3             | Peluda               | <i>Sida sp.</i>                  |
| 4             | Amarra cachorro      | <i>Jacquemontia Evolvuloides</i> |
| 5             | Delicada             | <i>Jacquemontia gracillima</i>   |
| 6             | Malva preta          | <i>Waltheria rotundifolia</i>    |
| 7             | Beldroega            | <i>Portilalaca pilosa</i>        |
| 8             | Alecrim              | <i>Evolvulus filipes</i>         |
| 9             | Capim Panasco        | <i>Aristida adscensionis</i>     |
| 10            | Carrapicho de ovelha | <i>Tragus berteronianus</i>      |
| 11            | Malva branca         | <i>Sida galheirensis</i>         |
| 12            | Dio                  | <i>Diodella apiculata</i>        |
| 13            | Pega-pinto           | <i>Boerhavia diffusa</i>         |
| 14            | Cró                  | <i>Cróton hirtus L'Hér</i>       |
| 15            | Alfazema braba       | <i>Hyptis suaveolens</i>         |
| 16            | Feijão de cabrito    | <i>Centrosema pascuorum</i>      |
| 17            | Capim NID 2          |                                  |
| 18            | Sabonete de soldado  | <i>Mollungo verticillata</i>     |
| 19            | Tur                  | <i>Turnera pumilea</i>           |
| 20            | Phy                  | <i>Phyllanthus</i>               |
| 21            | Maliça               |                                  |
| 22            | Algaroba             | <i>Prosopis juliflora</i>        |
| 23            | Capim NID3           |                                  |
| 24            | Xanana               | <i>Turnera subulata</i>          |
| 25            | Salsa                | <i>Ipomoea asarifolia</i>        |
| 26            | Feijão de Lambu      | <i>Tephosia purpurea</i>         |
| 27            | NID 9                |                                  |
| 28            | Canapu               | <i>Pavonia cancellata</i>        |
| 29            | NID 11               |                                  |
| 30            | Cha                  | <i>Chamaecrista</i>              |
| 31            | Bredo                | <i>Amaranthus viridis</i>        |
| 32            | NID 12               |                                  |
| 33            | Cham                 | <i>Chamaecrista serpens</i>      |
| 34            | NID 14               |                                  |
| 35            | Pé de galinha        | <i>Dactyloctenium aegyptium</i>  |
| 36            | Jurema D'água        | <i>Aschynomene rudis</i>         |
| 37            | Palmatória           | <i>Tacinga inamoena</i>          |
| 38            | NID 38               |                                  |
| 39            | Cru                  | <i>Crumenaria decumbens</i>      |
| 40            | Eup                  | <i>Euphorbia hyssopifolia</i>    |

Continuação: Lista de espécies por ordem de aparecimento nas amostragens.

|    |                       |                                    |
|----|-----------------------|------------------------------------|
| 41 | Pol                   | <i>Polygala</i>                    |
| 42 | Feijãozinho           | <i>Chamaecrista sotundifolia</i>   |
| 43 | Fedegoso              | <i>Heliotropium indicum</i>        |
| 44 | Jurema preta          | <i>Mimosa tenuiflora</i>           |
| 45 | Alt                   | <i>Alternanthera tenella Colla</i> |
| 46 | Sty                   | <i>Stylosanthes scabra</i>         |
| 47 | Capim NID 5           |                                    |
| 48 | Jurema vermelha       | <i>Mimosa arenosa</i>              |
| 49 | Lip                   | <i>Lippia sp.</i>                  |
| 50 | NID 22                |                                    |
| 51 | NID 23                |                                    |
| 52 | NID 24                |                                    |
| 53 | NID 25                |                                    |
| 54 | Jitirana branca       |                                    |
| 55 | Carrapicho cigano     | <i>Cenchrus echinatus</i>          |
| 56 | Che                   | <i>Chenopodium murale</i>          |
| 57 | Cabeça branca         | <i>Gonphsena vaga</i>              |
| 58 | Capim NID 6           |                                    |
| 59 | Mel                   | <i>Melochia pyramidata</i>         |
| 60 | Capim NID 7           |                                    |
| 61 | Jucá                  | <i>Libidibia ferrea</i>            |
| 62 | Cen                   | <i>Centrosema brasilianum</i>      |
| 63 | Cent                  | <i>Centratherum punctatum</i>      |
| 64 | Vassourinha           | <i>Scoparia dulcis</i>             |
| 65 | Jac                   | <i>Jacquemontia</i>                |
| 66 | Cleome Spinosa        | <i>Mussambê</i>                    |
| 67 | Maniçoba              | <i>Manihot glaziovii</i>           |
| 68 | Malva amarela         |                                    |
| 69 | Mata-pasto verdadeiro | <i>Senna obtusifolia</i>           |
| 70 | NID 33                |                                    |
| 71 | NID 34                |                                    |
| 72 | NID 35                |                                    |
| 73 | Unha de gato          |                                    |
| 74 | NID 36                |                                    |
| 75 | Capim NID 8           |                                    |
| 76 | NID 37                |                                    |
| 77 | NID 38                |                                    |
| 78 | NID 39                |                                    |
| 79 | Suculenta             |                                    |
| 80 | NID 40                |                                    |

**Continuação: Lista de espécies por ordem de aparecimento nas amostragens.**

|            |                            |                                      |
|------------|----------------------------|--------------------------------------|
| <b>81</b>  | Cum                        | <i>Cummelina sp.</i>                 |
| <b>82</b>  | Gogoia                     | <i>Solanum agrarium</i>              |
| <b>83</b>  | Malva balaia               | <i>Herissantia crispa</i>            |
| <b>84</b>  | NID 43                     |                                      |
| <b>85</b>  | Moleque duro Varronia leuc | <i>Varronia leucocephala</i>         |
| <b>86</b>  | Dit                        | <i>Ditaxis desertotum</i>            |
| <b>87</b>  | Mela bode                  | <i>Ruellia</i>                       |
| <b>88</b>  | NID 46                     |                                      |
| <b>89</b>  | Quebra-faca                | <i>Senna sp.</i>                     |
| <b>90</b>  | Tambor                     | <i>Enterolobium contortisiliquum</i> |
| <b>91</b>  | Capim 9                    | <i>Urochloa mollis</i>               |
| <b>92</b>  | Juazeiro                   | <i>Ziziphus joazeiro</i>             |
| <b>93</b>  | Canafistula                |                                      |
| <b>94</b>  | Velame                     | <i>Croton jacobinensis</i>           |
| <b>95</b>  | Gay                        | <i>Gaya Domingensis</i>              |
| <b>96</b>  | Jitirana Amarela           | <i>Ipomoea longeramosa</i>           |
| <b>97</b>  | Maxixe                     | <i>Cucumis anguri</i>                |
| <b>98</b>  | Balaia                     | <i>Physalis angulata</i>             |
| <b>99</b>  | Jitirana roxa              | <i>Ipomoea nil</i>                   |
| <b>100</b> | Mata-pasto                 | <i>Senna uniflora</i>                |
| <b>101</b> | Mac                        | <i>Macroptilium lathyroides</i>      |
| <b>102</b> | Mel                        | <i>Melochia sp</i>                   |
| <b>103</b> | Eug                        | <i>Eugenia sp</i>                    |
| <b>104</b> | Pas                        | <i>Passiflora foetida</i>            |
| <b>105</b> | Bac                        | <i>Bacopa sp</i>                     |
| <b>106</b> | Pol                        | <i>Polygala violacea</i>             |
| <b>107</b> | NID 48                     |                                      |
| <b>108</b> | NID 49                     |                                      |
| <b>109</b> | NID 50                     |                                      |
| <b>110</b> | NID 51                     |                                      |
| <b>111</b> | Rapadura de cavalo         |                                      |
| <b>112</b> | NID 52                     |                                      |
| <b>113</b> | Marmeleiro                 | <i>Cróton Sonderianus</i>            |
| <b>114</b> | NID 53                     |                                      |
| <b>115</b> | NID 54                     |                                      |