



**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
DEPARTAMENTO DE GEOGRAFIA**

**INTEGRAÇÃO DE PARÂMETROS MORFOMÉTRICOS E
INTERPRETAÇÃO DE IMAGENS ORBITAIS PARA O
AUXÍLIO NO MAPEAMENTO DE SOLOS NO PARQUE
NACIONAL DE BRASÍLIA**

Marcus Fábio Ribeiro Farias

Orientador: Dr. Osmar Abílio de Carvalho Júnior
Co-orientador: Dr. Éder de Souza Martins

Dissertação de Mestrado

Brasília-DF: julho / 2008



**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
DEPARTAMENTO DE GEOGRAFIA**

**INTEGRAÇÃO DE PARÂMETROS MORFOMÉTRICOS E
INTERPRETAÇÃO DE IMAGENS ORBITAIS PARA O
AUXÍLIO NO MAPEAMENTO DE SOLOS NO PARQUE
NACIONAL DE BRASÍLIA**

Marcus Fábio Ribeiro Farias

Orientador: Dr. Osmar Abílio de Carvalho Júnior
Co-orientador: Dr. Éder de Souza Martins

Dissertação de Mestrado

Brasília-DF: julho / 2008

**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
DEPARTAMENTO DE GEOGRAFIA**

**INTEGRAÇÃO DE PARÂMETROS MORFOMÉTRICOS E
INTERPRETAÇÃO DE IMAGENS ORBITAIS PARA O
AUXÍLIO NO MAPEAMENTO DE SOLOS NO PARQUE
NACIONAL DE BRASÍLIA**

Marcus Fábio Ribeiro Farias

Dissertação de Mestrado submetida ao Departamento de Geografia da Universidade de Brasília, como parte dos requisitos necessários para a obtenção do Grau de Mestre em Geografia, área de concentração Gestão Ambiental e Territorial, opção Acadêmica.

Aprovado por:

Osmar Abílio de Carvalho Júnior (Universidade de Brasília)
(Orientador)

Roberto Arnaldo Trancoso Gomes, Doutor (Universidade de Brasília)
(Examinador)

Mário Diniz de Araújo Neto (Universidade de Brasília)
(Examinador)

Éder de Souza Martins, Doutor Co-orientador (Embrapa Cerrados)
(Suplente)

Brasília-DF, julho de 2008.

FARIAS, MARCUS FÁBIO RIBEIRO

Integração de parâmetros morfométricos e interpretação de imagens orbitais para o auxílio no mapeamento de solos no Parque Nacional de Brasília, 136 p., 297 mm, (UnB-GEA, Mestre, Gestão Ambiental e Territorial, 2008).

Dissertação de Mestrado – Universidade de Brasília. Geografia.

1. Solos

2. Morfometria

3. Fitofisionomia

4. Integração temática

I. UnB-GEA

II. Título (série)

É concedida à Universidade de Brasília permissão para reproduzir cópias desta dissertação e emprestar ou vender tais cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva outros direitos de publicação e nenhuma parte desta dissertação de mestrado pode ser reproduzida sem a autorização por escrito do autor.

Marcus Fábio Ribeiro Farias

Dedicatória

Dedico este trabalho a meus pais Mateus Ribeiro da Silva e Maria Gomes Farias da Silva pela luta constante em nos educar. A minha esposa Lígia Gomes de Souza Farias e minha querida filha Ana Luiza Gomes Farias pela alegria e o amor. Aos meus amigos, familiares, professores e a todos que contribuíram diretamente e indiretamente ao meu crescimento como um cidadão.

Agradecimentos

Ao orientador professor Dr. Osmar Abílio de Carvalho Júnior pelo grande empenho e sabedoria na transmissão dos conhecimentos adquiridos neste mestrado.

Ao pesquisador Dr. Éder de Souza Martins pela amizade e grande intelecto no qual incentiva a seguir nesta linha de pesquisa.

A pesquisadora da Embrapa Cerrados Adriana Reatto, que juntamente com Éder de Souza Martins, contribuiu para o conhecimento acadêmico voltado para a ciência do solo.

Aos professores da pós Graduação em Geografia Osmar Abílio de Carvalho Júnior, Renato Fontes Guimarães, Lúcia Cony Faria Cidade, Marília Luiza Peluso, Neio Lúcio Oliveira Campos que contribuíram para aquisição de novos pontos de vista dentro da geografia. Também recebe o agradecimento o professor Paulo Roberto Meneses que ensinou os fundamentos de Sensoriamento Remoto que me fez ter base para compreender as metodologias avançadas ensinadas pelo professor Osmar.

Aos mestrandos e aos companheiros do departamento de Geografia Sandro Nunes de Oliveira, Miriam Rodrigues da Silva, Maria Elisabete Silveira, Daniel Gomes Loebmann; Manoel Juarez S. Cardoso; Gilberto Alves de Oliveira Júnior; Ananda de Melo Martins; Angelo Valverde da Silva; Karla Christina de França; Rosângela Viana Vieira Neri; Leonardo Mendes; Clarisse Lacerda Mata; Diderot Neto; Elaine Cristina; Leonardo Mendes e outros companheiros contemporâneos da pós graduação.

Aos membros do Lsie: Osmar, Renato, Roberto Arnaldo Trancoso Gomes (Beto), Antonio Felipe Couto Júnior, Robson Sodré, Thiago Avelar Chaves, Pascoal, Alexandre, Pedro, Carol, Wátala Machado, Leonardo, Fernando Arruda e todos os alunos que contribuíram com a troca de experiências neste período do desenvolvimento do mestrado.

Ao companheiro Wisley, doutorando da Geotecnia, que juntamente com o Wellington, ajudou-me a coletar amostras de solos no Parque Nacional de Brasília, além de apresentar aos colaboradores que trabalham com difração de raio X do Instituto de Geociências.

Aos estagiários da Pedologia da Embrapa Cerrados Wellington, Aracelly, Luana e Luciana e aos colaboradores dos Laboratórios de Física e Química de Solos que bastante contribuíram no preparo das amostras.

À professora do Instituto de Geociências Edi Mendes Guimarães que com simpatia permitiu o desenvolvimento das análises de DRX juntamente com o Vagner que é uma pessoa qualificada em analisar e amostras de solos em Raio X.

A todos os servidores e Colaboradores do Parque Nacional de Brasília em especial à Diana Tollstadius e ao Chefe da Unidade de Conservação Darlan Alcântara de Pádua pela simpatia em presteza para o desenvolvimento desta dissertação.

À Capes que financiou a bolsa e contribui com o desenvolvimento da pós graduação do país.

RESUMO

Os levantamentos convencionais de solos requerem investimentos elevados em tempo e recursos, além de fazer uma abordagem qualitativa. Os seus limites evidenciam feições obtidas pela análise visual de imagem ou fotografias aéreas, além de informações obtidas a campo. O solo pode relacionar com a paisagem conforme a distribuição de fatores ambientais, especialmente com o material de origem, o relevo e a vegetação. O objetivo desta dissertação é desenvolver uma metodologia de mapeamento pedológico de áreas protegidas a partir da integração de parâmetros morfométricos e a distribuição de fitofisionomias, no caso específico do Parque Nacional de Brasília. A delimitação das unidades dos solos foi realizada a partir de níveis hierárquicos do relevo e da vegetação. O primeiro nível hierárquico corresponde às principais unidades de relevo obtidas por árvore de decisão e ajustes por meio da interpretação visual dos limites. O segundo nível consiste na forma vertical da superfície que foi obtida por meio do parâmetro de perfil de convexidade. O terceiro nível é a integração dos níveis maiores com os fitoambientes que correspondem à distribuição das fitofisionomias em ambientes secos e úmidos. O quarto nível consiste na união do nível hierárquico da morfometria e fitoambientes com as fitofisionomias que integram as informações obtidas em campo resulta no mapa de solos final.

Palavra chave: integração temática; morfometria; mapa de vegetação, mapa de solos; análise da paisagem.

RESUMÉ

Les études conventionnelles des sols ont besoin d'importants investissements en temps et des ressources, en plus de faire une approche qualitative. Ses limites exposent caractéristiques obtenues par l'analyse d'images ou de photographies aériennes, ainsi que par les informations trouvées dans la recherche du terrain. Le sol peut avoir relation avec la paysage conformément à la distribution des facteurs environnementaux, en particulier avec la source la matière, la topographie et la végétation. L'objectif de cette thèse est développer une méthodologie pour la cartographie pédologique des zones protégées de l'intégration des paramètres morphométriques et la distribution des *vegetaux*, dans le cas particulier du parc national de Brasilia. La délimitation des propriétés du sol a été faite à partir des couches hiérarchiques des secours et de la végétation. Le premier niveau hiérarchique correspond aux principales unités de secours obtenus par l'arbre de décision et les paramètres par l'interprétation visuelle des limites. Le second niveau consiste dans une façon verticale ont été obtenu à travers du paramètre grâce à la portée de profil convexité. Le troisième niveau est le plus élevé les niveaux d'intégration avec la *fitoambientes* dont ils correspondent à la distribution de *vegetaux* dans les terres sèches et milieux humides. Le quatrième niveau est l'union du niveau hiérarchique de la morphométrie et des *fitoambientes* avec les *vegetaux* lesquelles intègrent les informations obtenues dans la recherche du terrain résultant dans la dernière carte des sols.

Mot-clé: integration thématique, morphometry; carte de la vegetation, carte du sol, L'analyse des paysages

SUMÁRIO

ÍNDICE DE TABELA.....	XII
ÍNDICE DE FIGURA.....	XIII
CAPÍTULO 1	1
INTRODUÇÃO.....	1
OBJETIVO.....	2
<i>Objetivo geral.....</i>	<i>2</i>
<i>Objetivos específicos.....</i>	<i>2</i>
CAPÍTULO 2	3
ÁREA DE ESTUDO	3
2.1. LOCALIZAÇÃO.....	3
2.2 CLIMA.....	4
2.3 HIDROGRAFIA.....	6
2.4. GEOLOGIA.....	7
<i>Ardósias:.....</i>	<i>9</i>
<i>Metassiltitos:.....</i>	<i>10</i>
<i>Metarritmito Arenoso.....</i>	<i>10</i>
2.5. GEOMORFOLOGIA.....	10
2.6 SOLOS.....	11
2.6.1 <i>Mapa de solos na escala de 1:100.000.....</i>	<i>11</i>
CAPÍTULO 3	19
CARACTERIZAÇÃO DOS ATRIBUTOS PEDOLÓGICOS.....	19
3.1 INTRODUÇÃO.....	19
3.2 METODOLOGIA.....	19
3.2.1. <i>Trabalho de campo.....</i>	<i>19</i>
3.2.2. <i>Análises laboratoriais.....</i>	<i>20</i>
3.3 RESULTADOS.....	21
CAPÍTULO 4	33
MAPA DE VEGETAÇÃO E FITOAMBIENTES OBTIDOS POR INTERPRETAÇÃO DE IMAGENS ORBITAIS.....	33
4.1 INTRODUÇÃO.....	33
4.2 MATERIAIS E MÉTODOS.....	35
4.2.1 <i>Confecção do mapa de vegetação.....</i>	<i>35</i>
4.3 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	36
4.3.1 <i>Mapa de vegetação.....</i>	<i>36</i>
<i>Formação Savânica.....</i>	<i>38</i>
<i>Formações Campestres.....</i>	<i>40</i>
4.3.2 <i>Fitoambientes.....</i>	<i>44</i>
CAPÍTULO 5	46
EMPREGO DOS ATRIBUTOS DE TERRENO NO COMPARTIMENTAÇÃO GEOMORFOLÓGICA.....	46
5.1 INTRODUÇÃO.....	46
5.2 METODOLOGIA.....	47
5.2.1 <i>Confecção do MDT e dos parâmetros morfométricos.....</i>	<i>47</i>
5.2.2 <i>Realce digital dos parâmetros morfométricos por meio de composição colorida.....</i>	<i>48</i>
5.2.3 <i>Árvore de decisão.....</i>	<i>49</i>
5.3 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	49
5.3.1 <i>MDT e Atributos de Terreno.....</i>	<i>49</i>
5.3.2 <i>Realce digital dos parâmetros morfométricos.....</i>	<i>52</i>
5.3.3 <i>Caracterização e critério de delimitação das unidades geomorfológicas.....</i>	<i>54</i>
<i>Depressão do Paranoá.....</i>	<i>58</i>
CAPÍTULO 6	60

ANÁLISE ESTATÍSTICA DA MORFOMETRIA ATRIBUÍDOS AO MAPA DE REFERÊNCIA E DE VEGETAÇÃO DISTRIBUÍDOS SOBRE AS UNIDADES DE RELEVO	60
6.1 INTRODUÇÃO	60
6.2 METODOLOGIA	61
6.3 RESULTADOS E DISCUSSÕES	61
6.3.1 <i>Análise estatística dos parâmetros morfométricos das fitofisionomias.....</i>	<i>62</i>
<i>UNIDADES DE INFLUÊNCIA DO USO HUMANO</i>	<i>84</i>
6.3.2 <i>Análise estatística dos parâmetros morfométricos dos fitoambientes</i>	<i>86</i>
6.3.3 <i>Análise estatística da morfometria dos solos de referência na escala de 1:100.000 por unidade de relevo.....</i>	<i>90</i>
CAPÍTULO 7	107
MAPA DE SOLOS DO PARQUE NACIONAL DE BRASÍLIA.....	107
7.1 INTRODUÇÃO	107
7.2 METODOLOGIA	108
7.3 RESULTADO E DISCUSSÃO.....	109
CONCLUSÃO	124
REFERÊNCIAS	126

ÍNDICE DE TABELA

Tabela 1 Legenda dos solos do Distrito Federal na escala de 1:100.000 no interior do Parque Nacional de Brasília (Embrapa 1978, 2004).....	13
Tabela 2 caracterização dos resultados analíticos dos solos coletados.....	30
Tabela 3 hierarquia dos mapas de relevo em função da morfometria. Nota-se que o quarto nível apresenta os códigos da vegetação com o terceiro nível.....	58
Tabela 4 Parâmetros estatísticos da altimetria das fitofisionomias do Parque Nacional de Brasília.....	80
Tabela 5 Parâmetros estatísticos da declividade das fitofisionomias do Parque Nacional de Brasília.....	81
Tabela 6 Parâmetros estatísticos do Fluxo acumulado das fitofisionomias do Parque Nacional de Brasília.....	82
Tabela 7 Parâmetros estatísticos da orientação das vertentes das fitofisionomias do Parque Nacional de Brasília.....	83
Tabela 8 Parâmetros estatísticos da altimetria das unidades sem fitofisionomias do Parque Nacional de Brasília.....	85
Tabela 9 Parâmetros estatísticos da Declividade das unidades sem fitofisionomias do Parque Nacional de Brasília.....	85
Tabela 10 Parâmetros estatísticos do Fluxo acumulado das unidades sem fitofisionomias do Parque Nacional de Brasília.....	85
Tabela 11 Parâmetros morfométricos das unidades de ambientes secos do Parque Nacional de Brasília.....	87
Tabela 12 Parâmetros morfométricos das unidades de ambientes úmidos do Parque Nacional de Brasília.....	88
Tabela 13 Parâmetros estatísticos da altimetria dos solos de referencia por unidade de relevo.....	103
Tabela 14 Parâmetros estatísticos da declividade dos solos de referencia por unidade de relevo.....	104
Tabela 15 Parâmetros estatísticos do fluxo acumulado dos solos de referencia por unidade de relevo.....	104
Tabela 16 Parâmetros estatísticos do aspecto dos solos de referencia por unidade de relevo.....	105
Tabela 17 Parâmetros estatísticos do perfil de convexidade dos solos de referencia por unidade de relevo.....	105
Tabela 18 Unidade de relevo no terceiro nível e potenciais classes de solos.....	109
Tabela 19 unidade de mapeamento da vegetação e provável ocorrência de solos.....	110
Tabela 20 Distribuição das fitofisionomias por unidades geomorfológicas no terceiro nível hierárquico o que resulta no quarto nível.....	110
Tabela 21 Quantificação espacial do mapa de solos.....	112
Tabela 22 Legenda dos solos do Parque Nacional de Brasília.....	122

ÍNDICE DE FIGURA

Figura 1 Mapa de localização do Parque Nacional de Brasília.....	3
Figura 2 Mapa de ampliação fundiária do Parque Nacional de Brasília mostrando os diferentes limites propostos e existentes (Plano de Manejo).....	4
Figura 3 Mapa climático do Distrito Federal com o limite do Parque Nacional de Brasília (Atlas do Distrito Federal, (1984); Codeplan (1991)).	6
Figura 4 Mapa Geológico Simplificado do Distrito Federal (Semarh, 1998).....	8
Figura 5 Mapa geológico simplificado do Parque Nacional de Brasília (eliminadas as coberturas Cenozóicas).PARD – Unidade das Ardósias, PMETi – Unidade Metarritmito Inferior, Q1 Quartzito inferior, PMETs – Unidade Metarritmito Superior e Q2 – Quartzito Superior (Freitas Silva & Campos, 1995).	9
Figura 6 Mapa Geomorfológico do Distrito Federal (Novaes Pinto, 1993).	11
Figura 7 Recorte do limite do Parque Nacional de Brasília com o mapa de solos do Distrito Federal na escala de 1:100.000 (Embrapa, 1978) atualizado por Reatto(2004) conforme Embrapa (1999).	12
Figura 8 Distribuição das coletas de amostras de solos no Parque Nacional de Brasília.....	20
Figura 9 Triângulo de textura dos solos.....	21
Figura 10 Visualização da imagem SPOT sobre o modelo numérico de terreno do Parque Nacional de Brasília.	35
Figura 11 Recorte da imagem SPOT e fotos da diversidade de vegetação do Parque Nacional de Brasília identificadas conforme a tabela 19.....	36
Figura 12 Mapa de Vegetação do Parque Nacional de Brasília.....	37
Figura 32 Mapa mostrando os fitoambientes seco e úmido do Parque Nacional de Brasília juntamente com os limites das fitofisionomias.	45
Figura 33 Visualização tridimensional do MDT do PNB com exagero de 5 vezes.....	50
Figura 34 Mapas derivados da morfometria do retângulo envolvente do PNB: (A) MDT, (B) Declividade, (C) Aspecto e (D) Fluxo acumulado.	51
Figura 35 Comparação entre o mapa de convexidade em perfil sem filtragem (à esquerda) e o mesmo mapa com filtragem passa baixa com janela 13.....	52
Figura 36 Imagem com realce digital por composição colorida do Parque Nacional de Brasília e arredores com a composição R (MDT), G (Declividade) e B (Fluxo acumulado).	53
Figura 37 Imagem com realce digital por composição colorida do Parque Nacional de Brasília e arredores com a composição R (MDT), G (Declividade) e B (Aspecto).....	54
Figura 38 Estrutura da árvore de decisão para auxiliar na delimitação das unidades de relevo e formas das superfícies	55
Figura 39 histograma de freqüência do MDT utilizado para delimitar as unidades geomorfológica do primeiro nível hierárquico do PNB.	56
Figura 40 Mapa da compartimentação dos quatro níveis de hierárquica dos atributos morfométricos e da vegetação do PNB: A= nível 1 que corresponde à unidade de relevo; B= nível 2 que é a adição da unidade da convexidade em perfil sobre o nível 1; C= nível 3 que é o cruzamento com os fitoambientes e (D) nível 4 correspondente ao acréscimo da vegetação.	59
Figura 41 Histograma de freqüência das Matas de Galeria do Parque Nacional de Brasília.....	63
Figura 42 Histograma de Freqüência do Cerradão no Parque Nacional de Brasília .	65

Figura 43 Histograma de Freqüência do Cerrado Sentido Restrito no Parque Nacional de Brasília.....	67
Figura 44 Histograma de Freqüência do Cerrado Ralo no Parque Nacional de Brasília.....	68
Figura 45 Histograma de Freqüência do Cerrado Rupestre no Parque Nacional de Brasília.....	70
Figura 46 Histograma de Freqüência do Campo Sujo no Parque Nacional de Brasília.....	71
Figura 47 Histograma de Freqüência do Campo Sujo Úmido no Parque Nacional de Brasília.....	72
Figura 48 Histograma de Freqüência do Campo Limpo no Parque Nacional de Brasília.....	73
Figura 49 Histograma de Freqüência do Campo Limpo Úmido no Parque Nacional de Brasília.....	74
Figura 50 Histograma de Freqüência do Campo Rupestre no Parque Nacional de Brasília.....	75
Figura 51 Histograma de Freqüência do Campo de Murundu no Parque Nacional de Brasília.....	77
Figura 52 Histograma de Freqüência do Parque de Cerrado no Parque Nacional de Brasília.....	78
Figura 53 Histograma de Freqüência da Vereda no Parque Nacional de Brasília.....	79
Figura 54 Distribuição comparativa da freqüência dos fitoambientes secos e úmidos.....	90
Figura 55 Distribuição pedológica do Parque Nacional de Brasília por unidade de relevo: A(Chapada); B (Rampa); C (Depressão) e D (Escarpa).....	91
Figura 56 Distribuição da freqüência dos atributos do terreno no Latossolo Vermelho da unidade de Depressão.....	93
Figura 57 Distribuição da freqüência dos atributos do terreno nos Latossolo Vermelho-Amarelo da unidade de Depressão.....	95
Figura 58 Distribuição da freqüência dos atributos do terreno nos Cambissolos.....	98
Figura 59 Distribuição da freqüência dos atributos do terreno nos Solos Hidromórficos.....	100
Figura 60 Distribuição da freqüência dos atributos do terreno nos Espodossolos da unidade de Rampa.....	101
Figura 61 Distribuição da freqüência dos atributos do terreno nos Plintossolos da unidade de Depressão.....	103
Figura 62 Mapa de solos resultante dos cruzamentos dos mapas de relevos e vegetação e seus derivados por meio do emprego da intersecção de mapas.....	113
Figura 63 Mapa de solos genérico do Parque Nacional de Brasília após dissolver o atributo de unidade de mapeamento.....	114
Figura 64 Mapas de solos do Parque Nacional de Brasília: A: Escala de 1:100.000 Reatto (2004). B: mapa resultante do cruzamento da morfometria com dados de vegetação.....	115
Figura 65 Distribuição espacial das unidades de mapeamento dos Cambissolos.....	118
Figura 66 Distribuição espacial da unidade de mapeamento do Espodossolo.....	118
Figura 67 Distribuição espacial dos Gleissolos no Parque Nacional de Brasília.....	119
Figura 68 Distribuição espacial das unidades de mapeamento do Latossolo Vermelho no Parque Nacional de Brasília.....	119
Figura 69 Distribuição espacial das unidades de mapeamento do Latossolo Vermelho-Amarelo.....	120

Figura 70 Distribuição espacial das unidades de mapeamento do Plintossolo no Parque Nacional de Brasília.....	120
Figura 71 Distribuição espacial das unidades de mapeamento dos Neossolos no Parque Nacional de Brasília.....	121

CAPÍTULO 1

INTRODUÇÃO

A cartografia de solos é imprescindível ao monitoramento ambiental e sua execução requer o conhecimento pedológico, a compilação de dados geoambientais e a análise das imagens de satélites e fotos aéreas (CARVALHO *et al.*, 2007).

A abordagem qualitativa da paisagem utilizada nos levantamentos convencionais de solos, por meio da interpretação de fotografias aéreas, tem sido bastante criticada por não possibilitar o entendimento das relações que ocorrem entre as formas do terreno e as propriedades de solos (McBRATNEY *et al.*, 2000). Tradicionalmente, o mapeamento de solos se inicia com a confecção de um mapa preliminar, onde as unidades são inferidas a partir de fotointerpretação e sobreposição de dados ambientais, que dependem da experiência do especialista. A este mapa são agregadas informações de campo que, por interação sistemática, possibilitam ao pedólogo estabelecer as relações entre os solos e as diferentes feições da paisagem, como também a distribuição espacial e os limites das unidades. A precisão e a eficácia de levantamentos efetuados desta forma dependem da habilidade do pedólogo, mas é limitada principalmente pela técnica de cartografia baseada em polígonos e pelo processo manual de produção do mapa de solo (ZHU *et al.*, 1999, 2001).

Nos últimos anos, vários métodos quantitativos foram desenvolvidos para descrever, classificar e estudar os padrões de distribuição espacial dos solos, de maneira mais objetiva e precisa (ODEH *et al.*, 1992; McKENZIE e AUSTIN, 1993; MOORE *et al.*, 1993; McKENZIE e RYAN, 1999; DOBOS *et al.* 2000; ZHU, 2000). Estes métodos estão em um campo emergente da ciência do solo conhecido como pedometria (McBRATNEY *et al.*, 2000).

A execução de mapeamento de solos no território nacional é uma demanda permanente das instituições governamentais e privadas na busca de informações do meio físico para o planejamento e gestão ambiental. Desta forma, busca-se conciliar o desenvolvimento econômico e social, com a conservação e proteção dos recursos naturais, contemplando assim os requisitos básicos para o desenvolvimento sustentável, previstos na Agenda 21 (MENDONÇA SANTOS, 2003).

OBJETIVO

Objetivo geral

A presente dissertação objetiva a obtenção do mapa de solos do Parque Nacional de Brasília, escala 1:50.000, por meio da integração de informações morfométricas e de vegetação.

Objetivos específicos

Confeccionar mapas de vegetação e seus derivados com o intuito de separar os ambientes secos e úmidos;

Compartimentar as unidades de relevo e integrar a forma de vertente e o mapa de vegetação para auxiliar no mapeamento de solos em regiões carentes de informações pedológicas.

CAPÍTULO 2

ÁREA DE ESTUDO

2.1. LOCALIZAÇÃO

A área de estudo é o Parque Nacional de Brasília. Situado no Distrito Federal (DF), entre os paralelos 15°35' e 15°45' (latitude sul) e os meridianos 47°53' e 48°05' (longitude oeste), abrange uma área de aproximadamente 30.000 hectares. Foi criado pelo Decreto nº. 241, de 29 de novembro de 1961. A Lei Nº 11.285, de 08 de março de 2006 alterou a área do PNB aumentando de 30 mil hectares para 42.389,01 hectares. No entanto, a área de estudo consiste na área sem sua ampliação.

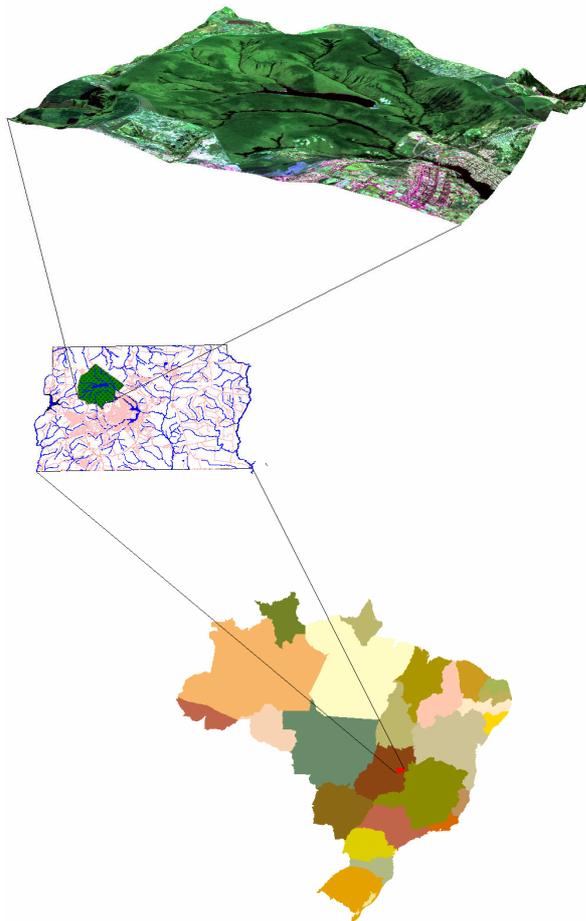


Figura 1 Mapa de localização do Parque Nacional de Brasília

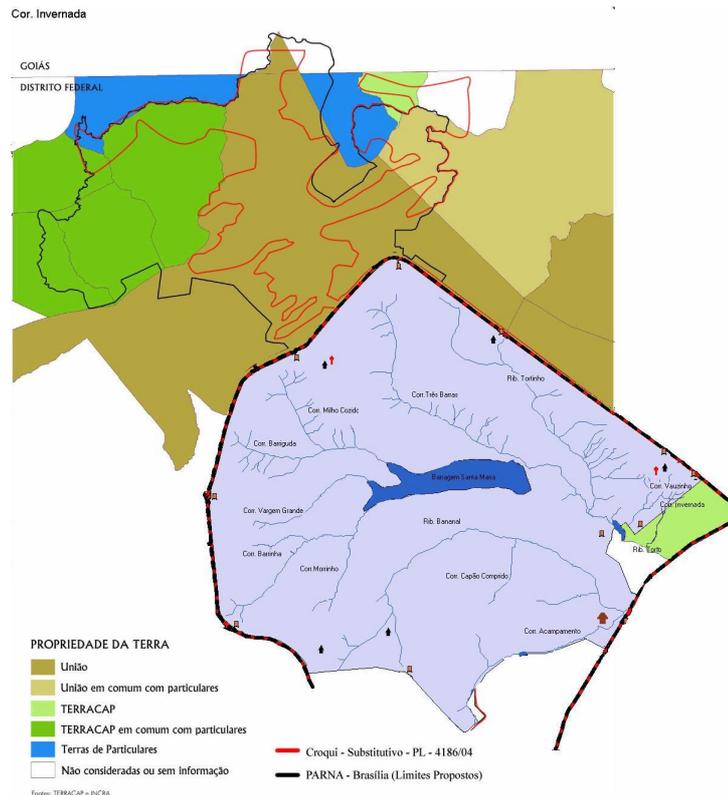


Figura 2 Mapa de ampliação fundiária do Parque Nacional de Brasília mostrando os diferentes limites propostos e existentes (Plano de Manejo).

2.2 CLIMA

O clima predominante da região é o “tropical de Savana”, com a concentração da precipitação pluviométrica no Verão. A estação chuvosa começa em outubro e termina em abril, representando 84% do total anual. O trimestre mais chuvoso é de novembro a janeiro, sendo dezembro o mês de maior precipitação do ano. A estação seca vai de maio a setembro, sendo que, no trimestre mais seco (junho/julho/agosto), a precipitação representa somente 2% do total anual. Em termos de totais anuais, a precipitação média interanual, no Distrito Federal, varia entre 1.200 mm a 1.700 mm (FERRANTE *et al*, 2001).

A temperatura média anual varia de 18° a 22° C, sendo os meses de setembro e outubro os mais quentes, com médias superiores a 22° C. Considera-se o mês de julho o mais frio, com temperaturas médias que variam entre 16° e 18° C. As temperaturas absolutas mínimas de até 2° C e máximas de 33° C são registradas, respectivamente, no Inverno e no início do Verão (FERRANTE *et al*, 2001).

A umidade relativa do ar cai de valores superiores a 70%, no início da seca, para menos de 20%, no final do período. Coincidindo com o período mais quente, nos meses de agosto e setembro, a umidade pode chegar a 12%, condições similares ao deserto (FERRANTE *et al*, 2001).

Embora o clima do DF seja classificado como tropical, a percepção térmica das pessoas depende da combinação dos diferentes elementos climáticos, tais como: temperatura, umidade relativa, pressão do vapor, ventilação e radiação solar. Assim, a baixa umidade do ar no período seco, combinada com exposição prolongada ao Sol, provoca sensação de desconforto. Todavia, este desconforto é atenuado pela exposição aos ventos (FERRANTE *et al*, 2001).

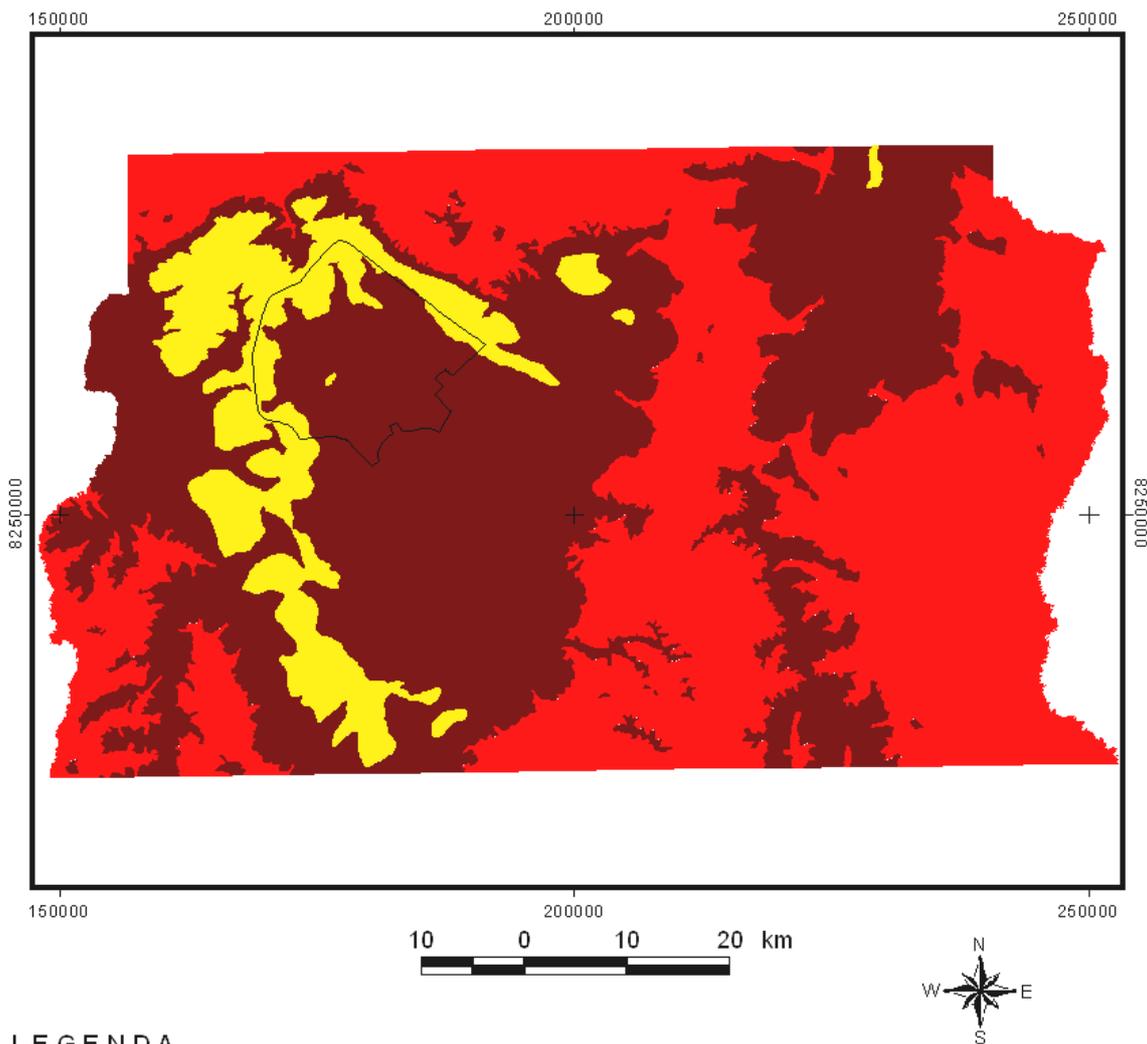
O clima do Distrito Federal está representado por três unidades (ATLAS DO DISTRITO FEDERAL, 1984).

A unidade em que se situa nas superfícies inferiores a 1.000 metros possui temperatura de todos os meses superiores a 18° C. Não se tem esta unidade no interior do Parque Nacional de Brasília devido este se situar em superfícies mais elevadas.

O clima da região localizada entre 1000 e 1.200 metros está condicionado a temperatura do mês mais frio, inferior a 18° C e do mês mais quente, com média superior a 22° C. Localiza-se em quase toda a porção do Parque Nacional de Brasília localizados na unidade de depressão.

O clima das unidades superiores a 1.200 metros possui temperatura do mês mais frio inferior a 18 °C e do mês mais quente, com média inferior a 22° C. Esta unidade corresponde às porções mais elevadas do Distrito Federal. Na área do Parque situa-se na chapada da Contagem em toda a extensão norte e oeste da unidade de conservação vigente.

O Parque Nacional de Brasília não dispõe de instrumentos para a coleta de dados climatológicos. As estações meteorológicas mais próximas são a de Brasília, localizada na sede do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), a 7 km ao sul, e a do Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados (CPAC) da Embrapa, situada nas proximidades da cidade-satélite de Planaltina, cerca de 28 km a nordeste da sede do Parque. Assim, os dados utilizados para essa caracterização climática abrangem a região do Distrito Federal e compreendem séries de dados correspondentes a mais de 20 anos de observações.



LEGENDA

- Parque Nacional de Brasília
- Temperatura de todos os meses superior a 18 C
- Temperatura do mes mais frio, inferior a 18 C e do mes mais quente, com media superior a 22 C
- Temperatura do mes mais frio inferior a 18 C e do mes mais quente, com media inferior a 22 C

Figura 3 Mapa climático do Distrito Federal com o limite do Parque Nacional de Brasília (Atlas do Distrito Federal, (1984); Codeplan (1991)).

2.3 HIDROGRAFIA

A hidrografia da área de estudo é formada por córregos que nascem no contato da chapada da Contagem com a Depressão do Paranoá. Os córregos que se situam no PNB são os afluentes do rio Paranoá. De acordo com Novaes Pinto (1986), a rede de hidrografia em relação ao Semidomo do Paranoá apresenta um padrão anelar. Localmente, estes cursos de água apresentam um padrão normalmente paralelo no sentido oeste leste com uma ligeira curvatura para o sudeste em direção ao lago do Paranoá. Nas porções mais íngremes onde se situam solos rasos como

os Cambissolos as redes de drenagem são mais densas principalmente na unidade de escarpa. Isso se dá porque os solos rasos têm baixa capacidade de infiltração e rapidamente se saturam proporcionando no escoamento superficial formando as ravinas. Em alguns pontos úmidos do Parque Nacional de Brasília tem a presença de pequenas lagoas que inclusive pode ser vista na imagem de satélite analisada. As principais sub-bacias do Parque Nacional de Brasília são a do ribeirão Bananal, a do ribeirão do Torto que tem o córrego Santa Maria que alimenta a represa de mesmo nome como o principal tributário do ribeirão do Torto e que ocupa a maior área de bacia no PNB. Nas porções elevadas, destacam-se os córregos Três Barras e o córrego Tortinho que banha uma grande extensão do Parque Nacional.

2.4. GEOLOGIA

O Distrito Federal está inserido na Faixa de Dobramentos Brasília, cuja evolução ocorreu em cinco fases de deformação hierarquizadas dentro de um único evento deformacional relacionado ao Ciclo Orogenético Brasileiro (final do Neoproterozóico, aproximadamente 570Ma.). Tal ciclo, caracterizado por tectônica compressiva (W-E) em direção ao cráton do São Francisco, apresenta as quatro primeiras fases com deformações tipo dobramentos e fraturamentos (caráter dúctil-rúptil) e foram responsáveis pela formação de domos (domo de Brasília, domo do Pípiripau e domo de Sobradinho) e bacias estruturais. A última fase foi responsável pelo desenvolvimento de estruturas de fraturamentos (rúptil) incluindo falhas e fraturas (Freitas-Silva & Campos 1998).

O domo de Brasília abrange aproximadamente 40% da área do Distrito Federal e apresenta-se truncado por superfície de aplainamento. Quanto aos lineamentos, estes seguem um padrão regional com três conjuntos de direções: os lineamentos de extensão (em torno de N20°W e N20°E), os de cisalhamento (aproximadamente W-E) e o par conjugado de cisalhamento (em torno de N45°W e N45°E).

O Parque Nacional de Brasília pertence ao Grupo Paranoá de idade mesoproterozóica, desenvolvido entre 1350 a 950 Ma. Este Grupo representa uma seqüência deposicional, com espessura da ordem de 1.600 m, limitada por superfícies de discordância que o separa do Grupo Araí na base e do Grupo Bambuí no topo (FARIA, 1995).

Dentro dos limites da bacia hidrográfica do Lago Paranoá ocorre rochas atribuídas às unidades Metassiltito, Ardósia, Metarritmito Arenoso e Quartzitos do Grupo Paranoá. (FREITAS-SILVA & CAMPOS, 1998).

Segundo Freitas-Silva & Campos (1995) no Parque Nacional de Brasília apresentam grandes litofácies constituídas principalmente por Ardósia na base e Metarritmito no topo com intercalações de materiais argilosos, siltosos e arenosos.

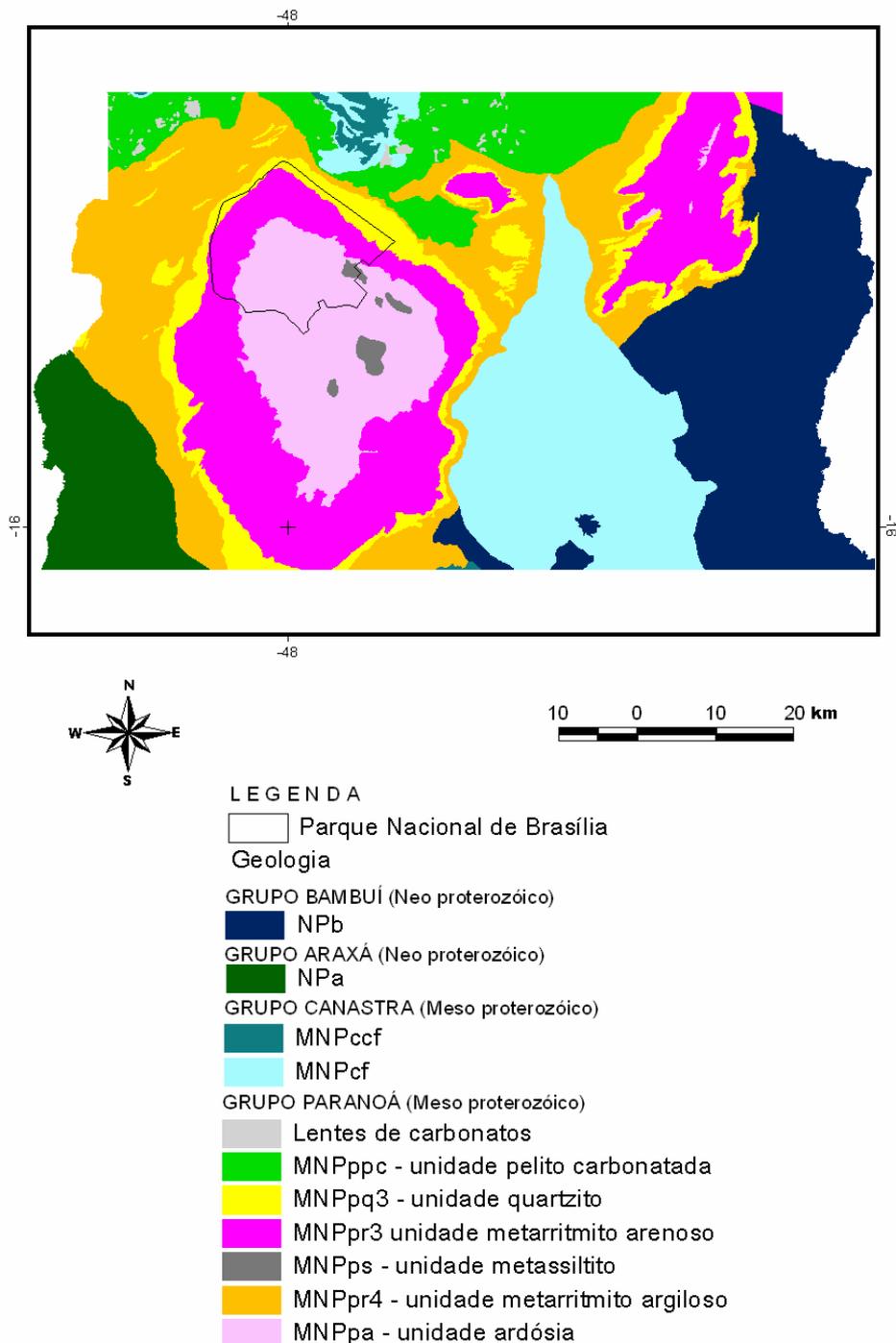


Figura 4 Mapa Geológico Simplificado do Distrito Federal (Semarh, 1998)

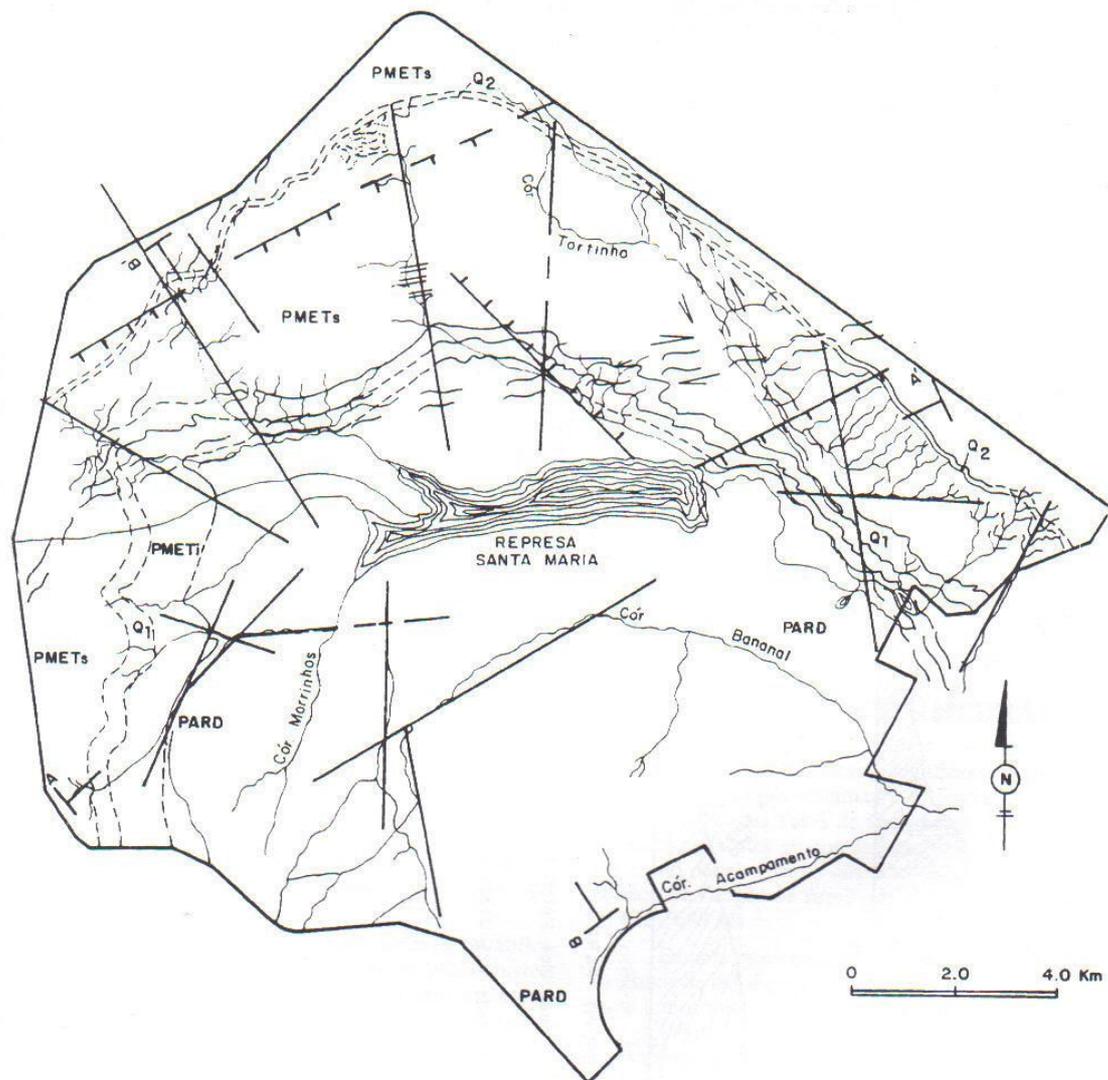


Figura 5 Mapa geológico simplificado do Parque Nacional de Brasília (eliminadas as coberturas Cenozóicas). PARD – Unidade das Ardósias, PMETi – Unidade Metarritmito Inferior, Q1 Quartzito inferior, PMETs – Unidade Metarritmito Superior e Q2 – Quartzito Superior (Freitas Silva & Campos, 1995).

Quartzito:

Unidade composta por quartzitos, de finos a médios, brancos ou rosados, silicificados e intensamente fraturada. Apresentam estratificações cruzadas variadas e, mais raramente, marcas onduladas. Sustentam o relevo de chapadas elevadas em cotas superiores a 1.200 m (FREITAS-SILVA & CAMPOS, 1998).

Ardósias:

A unidade é constituída por um expressivo conjunto de ardósias homogêneas e dobrada, possui forte clivagem ardosiana e intensamente fraturadas em afloramentos. Ocorrem também, de forma ocasional, lentes irregulares de quartzitos

que ocupam variadas posições estratigráficas. As ardósias ocorrem em superfície como saprólitos espessos de cor vermelha a roxa, e em profundidade mostram-se de cor cinza-escura e fresca. O acamamento primário é a única estrutura sedimentar observada em afloramentos (FREITAS-SILVA & CAMPOS, 1998).

Metassiltitos:

Esta unidade é composta por metassiltitos maciços e metarritmitos arenosos em direção ao topo da seqüência. Localmente, podem ocorrer camadas de quartzitos estratificados e mais raramente são observadas, em poços, lentes de metacalcário micrítico cinza. Essa unidade aflora de forma restrita em janelas estruturais no interior do Domo Estrutural de Brasília (região da Depressão do Paranoá) (FREITAS-SILVA & CAMPOS, 1998).

Metarritmito Arenoso

Os metarritmitos Arenosos são caracterizados por intercalações irregulares de quartzitos finos, brancos e laminados com camadas de metassiltitos, metalamitos e metassiltitos argilosos com cores cinza-escuras, quando frescos, que passam para tons de rosados a avermelhados, quando próximo à superfície. Além do acamamento, podem ser observadas estratificações do tipo simoidais, *hummockys* e marcas onduladas (FREITAS-SILVA & CAMPOS, 1998).

2.5. GEOMORFOLOGIA

As características geomorfológicas do Cerrado se dá por interação prolongada dos fatores litológicos, edáficos e bióticos com o regime climático tropical semi-úmido (AB' SABER, 1977)

Dentre as proposições de mapa geomorfológico destacam-se: CODEPLAN (1984), NOVAES PINTO (1994) e MARTINS (1998).

CODEPLAN (1984) elaborou a compartimentação geomorfológica do Distrito Federal, caracterizando quatro domínios geomorfológicos. Esses domínios foram denominados de Pediplano de Contagem-Rodeador, Pediplano de Brasília, Depressão Interplanáltica e Planalto Dissecado do Alto Maranhão, e, por fim, Planícies Aluviais e Alveolares. Os dois pediplanos foram interpretados como representantes de superfícies residuais de aplainamentos. Esses são encontrados na área do Parque Nacional de Brasília sendo o da Contagem Rodeador localizado no contexto de topo e o Pediplano de Brasília na base.

Segundo Novaes Pinto (1993) o Distrito Federal apresentam três macrounidades geomorfológicas: Região de Chapada, Área de Dissecação intermediária e região dissecada por vale. Destas macrounidades, é possível subdividi-las em treze unidades geomorfológicas.

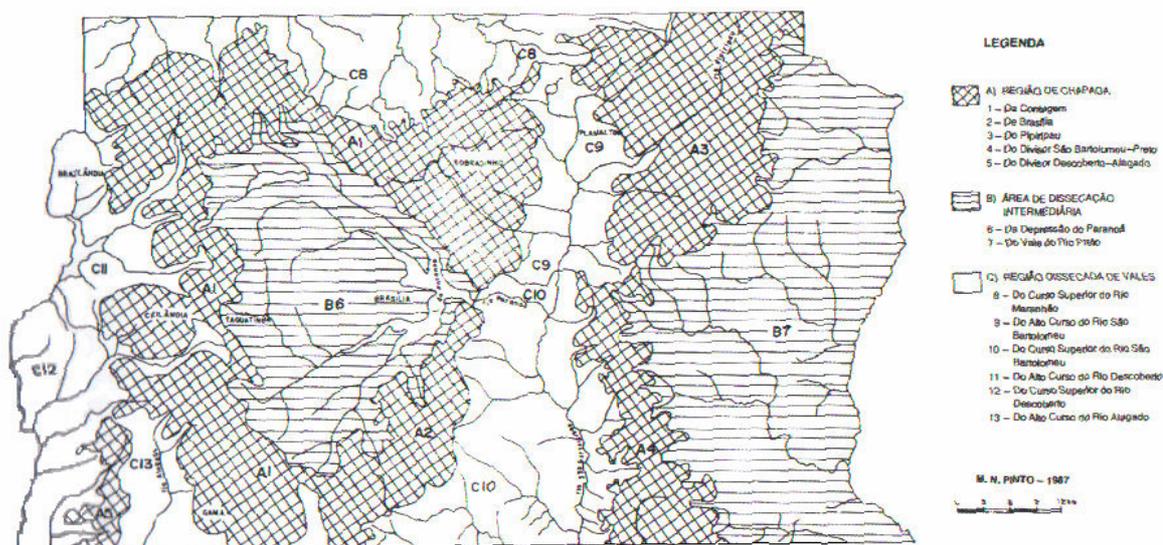


Figura 6 Mapa Geomorfológico do Distrito Federal (Novaes Pinto, 1993).

O Parque Nacional de Brasília localiza-se na Chapada da Contagem e na depressão do Paranoá. A chapada da contagem é unidade geomorfológica mais elevada do Distrito Federal, com cotas médias de 1200 metros. Forma um arco em níveis escalonados de rochas quartzíticas e ardósianas do grupo Paranoá que se estende desde o Morro da Canastra a norte de Sobradinho até o Gama. Comportar-se como divisor de água para a bacia do Tocantins por meio dos afluentes do rio Maranhão e para a bacia Platina através dos afluentes dos rios Descoberto, Alagado, Sobradinho e Paranoá sendo os dois últimos afluentes do rio São Bartolomeu (NOVAES PINTO, 1993). A depressão do Paranoá situa-se no Núcleo Semidômico do Paranoá (NOVAES PINTO, 1986).

2.6 Solos

2.6.1 Mapa de solos na escala de 1:100.000

O mapa de solos do Distrito Federal na escala de 1:100.000 atualizado conforme Embrapa (1999) por REATTO *et al* (2004) é a informação mais detalhada existente na área de estudo (Figura 7 e Tabela 1).

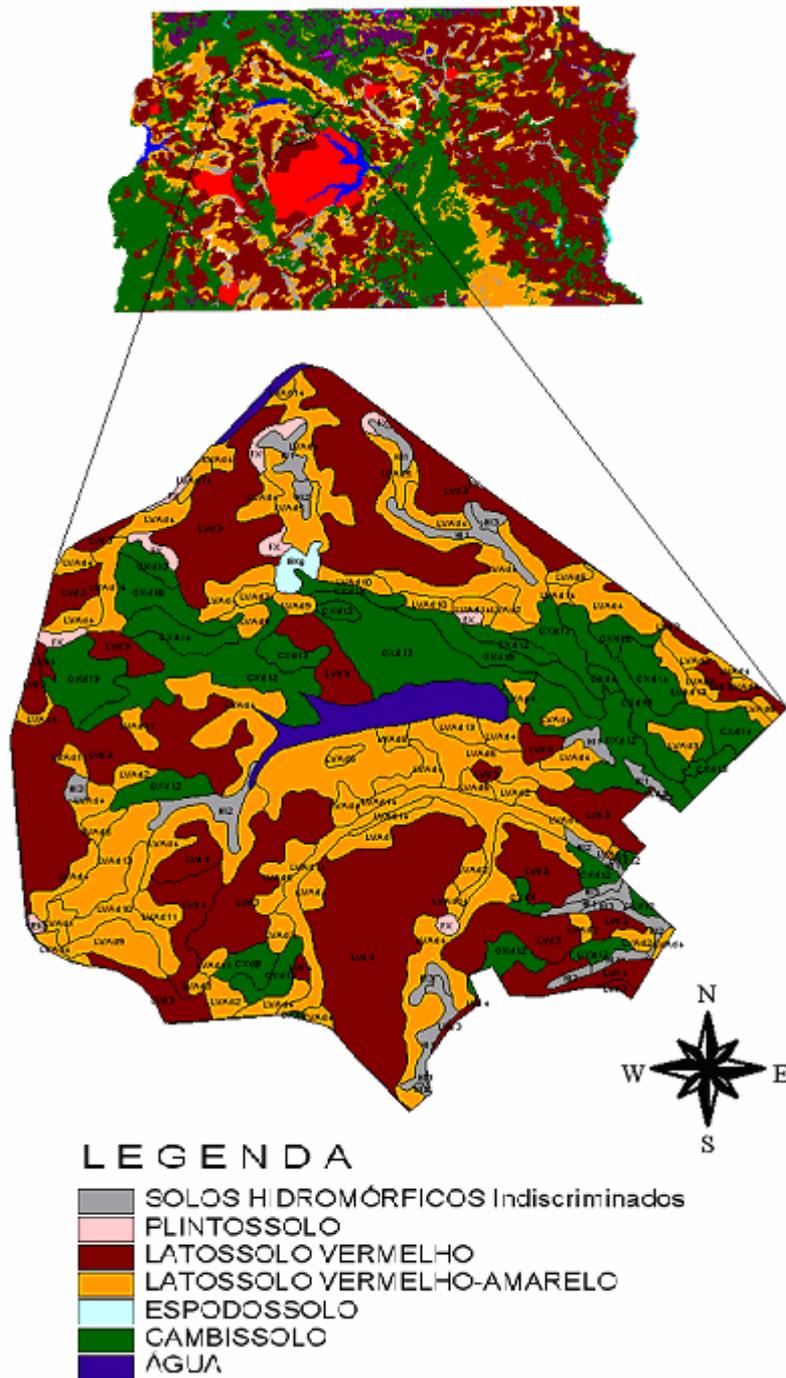


Figura 7 Recorte do limite do Parque Nacional de Brasília com o mapa de solos do Distrito Federal na escala de 1:100.000 (Embrapa, 1978) atualizado por Reatto(2004) conforme Embrapa (1999).

Tabela 1 Legenda dos solos do Distrito Federal na escala de 1:100.000 no interior do Parque Nacional de Brasília (Embrapa 1978, 2004)

SOLO	Fertilidade	Horizonte A	textura	fase	relevo	Unidade de Mapeamento	
LATOSSOLO VERMELHO		Moderado	Argilosa	Cerrado Subcaducifólio	Plano e suave-ondulado	LVd3	
LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO		Moderado	argilosa	Campo Cerrado	Plano e suave-ondulado	LVd4	
		Moderado	argilosa	Floresta Subcaducifólia	Plano e Suave-ondulado.	LVAd1	
		Moderado	argilosa	Cerrado Subcaducifólio	Plano e Suave-ondulado.	LVAd2	
		Moderado	Argilosa substrato concrecionário	Cerrado Subcaducifólio	Plano e Suave-ondulado.	LVAd3	
		Moderado	argilosa	Campo Cerrado	Plano e Suave-ondulado.	LVAd4	
		Moderado	Argilosa substrato concrecionário	Campo Cerrado	Plano e Suave-ondulado.	LVAd5	
		Moderado	Média	Cerrado Subcaducifólio	Plano e Suave-ondulado.	LVAd6	
		Moderado	Média	Campo Cerrado	Plano e Suave-ondulado.	LVAd9	
CAMBISSOLO HÁPLICO		Moderado	Média substrato	Campo Cerrado	Plano e Suave-ondulado.	LVAd10	
		Moderado	argilosa muito cascalhenta	Cerrado Subcaducifólio	Plano e Suave-ondulado.	LVAd11	
		Moderado	argilosa muito cascalhenta	Campo Cerrado e Campestre	Plano e Suave-ondulado.	LVAd13	
		Moderado	argilosa argilosa cascalhenta	Campo Cerrado Floresta subcaducifólia	Plano e Suave-ondulado. ondulado	LVAd14 CXd4	
		Tb Distrófico	moderado	argilosa	Campo Cerrado e campestre	ondulado	CXd8
		Tb Distrófico	moderado	argilosa			

Tb Distrófico	Moderado	argilosa cascalhenta fase	Cerrado Subcaducifólio	plano e suave-ondulado	CXd9
Tb Distrófico lítico	Moderado	média ou argilosa/média fase	Cerrado Subcaducifólio	plano e suave-ondulado	CXd9-2
Tb Distrófico	Moderado	argilosa cascalhenta fase	Campo Cerrado e campestre	plano e suave-ondulado	CXd12
Tb Distrófico lítico	Moderado	média fase cascalhenta	Campo Cerrado e campestre	plano e suave-ondulado	CXd12-2
Tb Distrófico		argilosa cascalhenta fase	Campo Cerrado e campestre	ondulado	CXd13
Tb Distrófico lítico	A moderado	média fase cascalhenta	Campo Cerrado e campestre	ondulado	CXd13-2
Tb Distrófico	A moderado	argilosa cascalhenta fase	Campo Cerrado e campestre	Forte-ondulado e montanhoso	CXd14
Tb Distrófico lítico	A moderado	textura média fase cascalhenta,	Campo Cerrado e campestre	Forte-ondulado e montanhoso	CXd14-2
Tb Distrófico lítico	moderado	média cascalhenta	Campo Cerrado e campestre	Ondulado substrato quartzito	CXd18
Distróficos típicos	moderado	textura média muito cascalhenta fase pedregosa	Campo Cerrado e campestre	Ondulado substrato quartzito	RL 18
				Ondulado substrato quartzito	AR 18
Tb Distrófico lítico	moderado	textura média cascalhenta	Campo Cerrado e campestre	Forte-ondulado e montanhoso substrato quartzito	CXd19

	Distróficos típicos	moderado	textura média muito cascalhenta fase pedregosa	Campo Cerrado e campestre	Forte-ondulado e montanhoso substrato quartzito	RL 19
					Forte-ondulado e montanhoso substrato quartzito	AR 19
ESPODOSSOLO CÁRBICO	Hidromórfico Arênico	Proeminente	arenosa	Campo Higrófilo de Surgente	Plano e suave-ondulado	EKg
	Distrófico	Moderado	Argilosa/média	Campo Higrófilo de Surgente	Plano e suave-ondulado	FX
PLINTOSSOLO HÁPLICO	Distrófico	Moderado	Argilosa/média	Campo Higrófilo de Surgente	Plano e suave-ondulado com murundus	FX
	-	-	-	Campo Higrófilo de Surgente	Plano e suave-ondulado	Hi
	Distrófico plíntico	Moderado	argilosa	Campo Cerrado	Plano e suave-ondulado com murundus	LVAf
SOLOS HIDROMÓRFICOS INDISCRIMINADOS				Floresta Perenifólia de Várzea	Plano	Hi1
				Campo de várzea	Plano	Hi2
				Campo Higrófilo de Surgente	Plano e suave-ondulado	Hi3

Latossolos

Na área de estudo ocorrem Latossolos desenvolvidos *in situ* em ambientes de Chapadas ou a partir da deposição de colúvios ao longo das vertentes em forma de rampas. O relevo varia entre plano e suave ondulado. Normalmente, nos topos ocorre Latossolo Vermelho, que funcionam como áreas de recarga do aquífero poroso devido à elevada profundidade. A drenagem do solo é bastante elevada devido à estrutura forte muito pequena e granular. Em relação à permeabilidade hídrica, mesmo os Latossolos argilosos possuem características semelhantes aos solos de textura arenosa (CORREIA et al., 2004). Desse modo, a drenagem muito eficiente permite o desenvolvimento da cor vermelha associada à presença de óxidos de ferro na forma de hematita.

Nas vertentes, onde o relevo é suave-ondulado e em forma de rampa ocorre o Latossolo Vermelho-Amarelo e o Latossolo Vermelho de coloração mais clara. Essa cor é relacionada à presença de hidróxidos de ferro na forma de goethita em diversas proporções. Nestes locais, o nível freático é mais próximo a superfície e a drenagem dos solos é menos eficiente do que os solos do topo. A eventual presença da couraça laterítica proporciona um impedimento à drenagem. Nas bordas de chapada podem ocorrer afloramentos de quartzito associados a solos de textura média.

Plintossolos

O Plintossolo é encontrado em locais de transição de ambientes secos e hidromórficos com presença dos murundus, que são micro relevos positivos que se localizam em ambientes de oscilação de nível freático.

Segundo Araújo Neto *et al*, (1986) os murundus do Distrito Federal variam de 26 a 61 por hectare e sua origem ocorre por erosão diferencial ou por ação de termitas.

Na área de estudo ocorre também Plintossolos sobre Campos de Murundus e até sobre a Mata de Galeria na cabeceira do córrego Barriguda.

Gleissolos Solos Hidromórficos

Os Gleissolos estão localizados em quase todas as redes hidrográficas em ambientes deprimidos e sujeitos à inundação. Morfologicamente são solos

desenvolvidos com origem de sedimentos aluviais com lençol freático aflorante ou com saturação bem próxima a superfície. A deficiência de drenagem acarreta à concentração de matéria orgânica e oxi-redução. Na área existem Gleissolos Melânicos, ricos em matéria orgânica, e Gleissolos Háplicos com menor teor de carbono.

A vegetação predominante é a Vereda e Mata de Galeria inundável. Ocorrem espécies vegetais tolerantes ao alagamento como o Buriti e algumas espécies de gramíneas e arbustos. A mata de Galeria inundável tem presença de árvores diferentemente das veredas devido à maior aeração das raízes que proporciona o crescimento de árvores.

Espodossolos

Os Espodossolos correspondem ao antigo Podzol Hidromórfico. Ocorre nas partes úmidas e planas onde se encontra quartzito. Limita-se com os Plintossolos, Gleissolos, Latossolos de textura média e Neossolo Quartzarênico. Ocorre vegetação campestre e o ambiente assemelha-se ao do Neossolo Quartzarênico hidromórfico.

Cambissolos

Os Cambissolos são solos pouco evoluídos com baixa profundidade, presença de horizonte B incipiente e ocorrem em relevos movimentados. Os Cambissolos associam-se as escarpas e as zonas mais elevadas juntamente com os Neossolos Litólicos e afloramentos rochosos. Possuem alta densidade de drenagem em relevo multi-convexo, como no divisor da sub-bacia do córrego Três Barras com o Lago de Santa Maria.

As fisionomias predominantes do Cambissolo são os Campos e Cerrado Ralo, podendo ocorrer, eventualmente, Florestas próximas aos cursos de água. Estas florestas ocorrem por causa do fornecimento de água no subsolo devido o controle da camada impermeável do quartzito.

Neossolos

Os Neossolos são solos que ocorrem horizonte superficial imediatamente sobre o material de origem. É um solo que apresenta um estágio inicial de evolução

possuindo apenas o horizonte A sobre o Material de origem. No Parque Nacional de Brasília, há dois tipos destes solos: o Neossolo Quartzarênico e o Neossolo Litólico.

Neossolo Quartzarênico

Ocorre sobre o substrato Quartzito. Em alguns casos, este solo está localizado junto aos Cambissolos no interflúvio do lago de Santa Maria com o Córrego Três Barras. No contexto de Chapada ocorre junto com o Latossolo Vermelho-Amarelo de textura média onde há o afloramento de quartzito com a presença da Canela de Ema.

Neossolo Litólico

O Neossolo Litólico está associado aos afloramentos rochosos principalmente os quartzitos e as couraças lateríticas. Possui textura arenosa e de coloração escura devido à matéria orgânica. Ocorrem várias associações de Neossolos Litólicos com Cambissolos e em menor proporção com Latossolos. O relevo predominante é o movimentado. A vegetação destes solos normalmente é formada por Cerrados ou Campos Rupestres.

Afloramento Rochoso

O Afloramento Rochoso está correlacionado à presença do quartzito na superfície. Mostra-se associado a presença de Neossolos Litólicos e Cambissolos de textura média à arenosa. O quartzito é resistente ao intemperismo controlando as áreas de chapada e gerando rupturas do relevo de forma linear. Apresentam vegetações rupestres, tanto Campestres como Savânicas.

CAPÍTULO 3

CARACTERIZAÇÃO DOS ATRIBUTOS PEDOLÓGICOS

3.1 INTRODUÇÃO

O entendimento de Dokuchaev nos idos de 1883 de que os solos eram corpos naturais independentes, cada qual com uma morfologia única, resultante da ação combinada do relevo, do material de origem, dos organismos, do clima e do tempo foi um conceito revolucionário e que tornou possível a ciência do solo, e conseqüentemente o surgimento das classificações de solos ditas pedológicas. (OLIVEIRA, 2003)

O levantamento de solos é um conjunto de processos que tem como objetivo determinar a distribuição espacial de propriedades morfológicas, físicas e químicas dos solos de uma determinada área e sua apresentação de uma maneira que possa ser entendida e interpretada por vários tipos de usuários (DENT & YOUNG, 1981).

Com isso, o presente capítulo tem como intuito caracterizar os principais atributos físicos, químicos, mineralógicos e a cores dos solos obtidos em campo no PNB.

3.2 METODOLOGIA

3.2.1. Trabalho de campo

O trabalho de campo consistiu na coleta de amostras em pontos representativos para análise em laboratório dos atributos físicos, químicos e mineralógicos. As coletas consideraram o levantamento de solos na escala 1:100.000 (Reatto et al., 2004) como as características locais de profundidade e horizontes diagnósticos. Foram definidos 22 pontos de coleta, conforme as unidades de mapeamento, totalizando 44 amostras

(Figura 8). Buscou-se correlacionar as informações de solos com a vegetação e atributos ambientais.

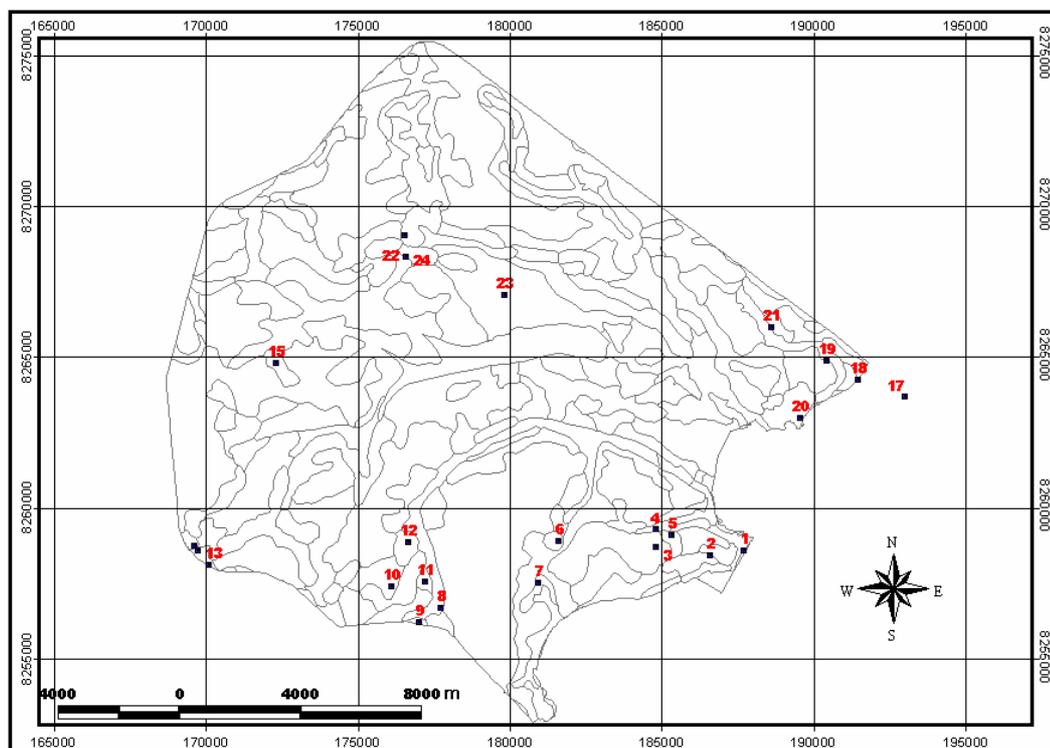


Figura 8 Distribuição das coletas de amostras de solos no Parque Nacional de Brasília

3.2.2. Análises laboratoriais

Caracterização química

As amostras coletadas foram secas ao ar livre, peneiradas e preparadas para análise. A caracterização química foi feita por meio dos procedimentos de rotina em que se extrai a terra fina seca ao ar (TFSA) para análise de matéria orgânica, carbono orgânico, pH em H₂O, pH em KCl, alumínio trocável, cálcio, magnésio, fósforo, potássio; hidrogênio e alumínio (Embrapa, 1997).

Caracterização física

A granulometria considerou as frações areia, silte e argila na TFSA. Os solos analisados foram classificados conforme a textura arenosa, média, argilosa, muito argilosa e siltosa de acordo com o triângulo textural de solos.

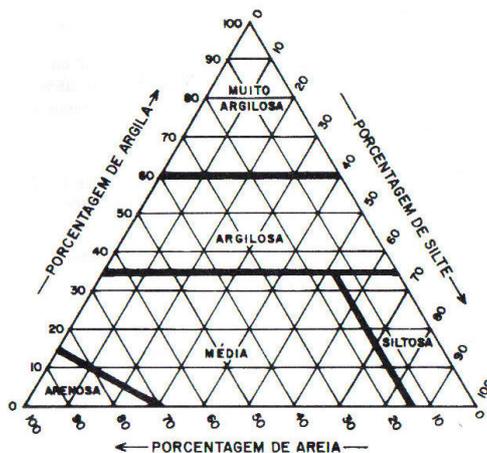


Figura 9 Triângulo de textura dos solos

Mineralogia

Para identificar de forma qualitativa dos minerais presentes nos solos foi empregada a técnica de difratometria de raios-X (DRX), conforme Embrapa (1997). A DRX é a técnica mais empregada na identificação, caracterização e quantificação das fases minerais que compõem os solos. (FARIAS,2003). O DRX baseia-se na interação de uma radiação monocromática de raios X com a amostra em diversos ângulos de incidência (FARIAS, 2003).

No presente estudo utilizou-se um difratômetro da marca RIGAKU modelo Geigerflex D/ MAX-2^a/C, do Laboratório de difratometria de raios-X do Instituto de Geociências da Universidade de Brasília, a partir de uma fonte de radiação CuK α . Este equipamento dispõe de programas de tratamentos de dados (procura automática de picos, suavização da curva, correção do background, cálculo da largura e a meia altura, procura dos possíveis minerais, análise qualitativa).

As amostras dos horizontes diagnósticos foram escolhidas para análise, por apresentar menor interferência de matéria orgânica.

3.3 RESULTADOS

Latossolo Vermelho

Os Latossolos Vermelhos de Chapada estão localizados no topo e estão localizados na unidade de metarritmito. A textura dos solos é argilosa podendo ocorrer transição para textura média quando se aproxima das bordas da chapada devido a influencia do quartzito. Observa-se também nesta transição a mudança de coloração diminuindo a tonalidade vermelha ao se aproximar da borda.

Na unidade de depressão, ocorrem solos muito argilosos devido à influência da ardósia que possui uma granulação muito fina. A ardósia quando fresca apresenta coloração esverdeada, no entanto no domo de Brasília devido ao avançado estágio de intemperismo caracteriza-se pela coloração de tons arroxeados até vermelhos. Desse modo, os Latossolos Vermelhos desta unidade são de textura muito argilosa, podendo apresentar texturas argilosas quando se aproxima do limite com a unidade dos metarritmitos.

A acidez neste tipo de solo na área de estudo é variada. Na Depressão (Ponto 3) o solo é fortemente ácido na superfície e torna-se moderadamente ácido no horizonte Bw. Isso é influencia da decomposição de organismos superficial que eleva como consequência reduz o pH. Na unidade de rampa (ponto 11) ambos os horizontes contêm acidez moderada.

Os teores de alumínio são bastante variáveis oscilando entre 0,15 a 1,06 me/100cc. Os teores de bases (cálcio e magnésio) são baixos e o potássio apresenta-se com teor mais elevado na superfície do que no horizonte diagnóstico das amostras.

Há baixo teor de matéria orgânica, no entanto aumenta no horizonte A devido à presença de cobertura vegetal sobre esta camada.

A mineralogia do Latossolo Vermelho mostra-se com presença de quartzo em todas as amostras coletadas. é rico em hematita e dando coloração vermelha escura e a variação de tonalidade depende da mistura com goethita. há também caulinita e gibbsita nas amostras indicando o avançado estágio de evolução do solo.

A cor do Latossolo Vermelho é predominantemente vermelho escuro com tonalidade de 10 R 3/5 ou 3/6 no horizonte B. Estas características são geralmente vinculadas aos solos com drenagem eficiente ou excessivamente drenados. O processo de oxidação proporciona a presença de óxido de ferro não hidratado (hematita). O

aporte hídrico nas porções abaixo das superfícies de topos torna os Latossolos Vermelhos gradativamente mais claros até tornarem-se Latossolo Vermelho-Amarelo.

Latossolo Vermelho-Amarelo

O Latossolo Vermelho-Amarelo está localizado nos diferentes compartimentos geomorfológicos da área de estudo. Observa-se uma variação da textura conforme o material de origem, sendo muito argilosa nas ardósias da unidade de depressão e média nos quartzitos próximos às bordas de chapada. Na unidade de rampa, a textura pode variar devido à presença de metarritmitos ou influencia do quartzito.

Quanto à química, o Latossolo Vermelho-Amarelo é um solo que varia de moderadamente ácido a fortemente ácido. As amostras superficiais são mais ácidas do que as do horizonte diagnóstico devido à presença de material decomposto. Geralmente, a matéria orgânica apresenta em baixos teores no solo; prevalecendo, desse modo, material mineral e poros e em menor proporção água. A distribuição da matéria orgânica no interior do solo é um pouco mais elevada na superfície do que no horizonte diagnóstico.

Os teores de fósforo raramente ultrapassam o valor de 1,0 mg/l. já o teor de potássio é variável podendo ser muito baixo, como os pontos 13 e 21, e elevado como no ponto 23 (Tabela 02).

Os latossolos apresentam baixos teores de cálcio e magnésio devido ao processo de lixiviação. A matéria orgânica é baixa e apresentam valores maiores no horizonte A.

Os minerais presentes no Latossolo Vermelho-Amarelo na maioria dos pontos observados são: quartzo, gibbsita e caulinita. A caulinita só não foi observada no ponto 21, caracterizada por uma área com formação de Latossolo em um colúvio no interior do Cambissolo.

A goethita foi observada na maioria dos solos e está vinculada ao processo de oxidação, além de certa capacidade de retenção hídrica que é mais intensa comparada com o Latossolo Vermelho.

Outros minerais presentes no Latossolo Vermelho-Amarelo foram a goethita, o anatásio (óxido de titânio) e o rutilo (dióxido de titânio) sendo os dois últimos identificados no ponto 08.

O Latossolo Vermelho-Amarelo possui tonalidades de transição do vermelho ao amarelo. Isso se dá devido à característica do solo ser de ótima infiltração, porém com capacidade de retenção de água de modo mais elevado do que nos Latossolos Vermelhos. Com isso, nestes solos ocorrem presenças de hidróxido de ferro (goethita).

Plintossolo

O Plintossolo pode ocorrer tanto na unidade de rampa, quanto nas depressões e raramente na Chapada. Estes solos fazem limites entre os solos mais secos nas porções topográficas mais elevadas como os Latossolos Vermelho-Amarelos e solos úmidos nas porções mais baixas como os Gleissolos.

No PNB os Plintossolos apresentam uma variação quanto ao compartimento geomorfológico. Na depressão há tanto Plintossolos que ocorrem sobre Campo de Murundu (ponto 6) (Tabela 02) quanto sobre Parque de Cerrado. Na nascente do córrego Capão Comprido, este solo apresentou uma ampla camada de tonalidade amarelada mostrando continuidade com o Latossolo Vermelho amarelo adjacente. O que diferencia em relação ao Latossolo Vermelho-Amarelo é a presença de murundu, a ausência de estrato arbóreo e a plasticidade bastante elevada. Com isso, o Plintossolo era bastante pegajoso o que impedia o escoamento hídrico rápido.

Nas rupturas suaves da chapada, os Plintossolos tem tonalidades amareladas e possuem cobertura arbórea de Cerrado sobre os murundus.. A textura é argilosa. Na cabeceira do córrego Barriguda, o Plintossolo está no interior da Mata de Galeria e apresenta textura muito argilosa assim como os horizontes mais profundos do Latossolo Vermelho-Amarelo próximo (ponto 16).

Próximo ao Espodossolo ocorre um Plintossolo que possui textura argilosa com superfície de textura média sob vegetação rasteira em sua superfície. A textura é influenciada pelo nível de quartzito que passa sobre este local.

Os Plintossolos da área de estudo são moderadamente ácidos com baixa ocorrência de alumínio e bases. O teor de fósforo é baixo, porém o de potássio é

bastante variável principalmente quando se observa ao longo das profundidades horizontes. Na superfície estão na casa dos 40 me/100cc enquanto que nos horizontes diagnósticos não se chegam a 10 me/100cc.

Os minerais presentes no Plintossolo basicamente são formados por quartzo, gibbsita e caulinita. O plintossolo localizado na unidade de depressão há uma ocorrência de anatásio que é um óxido de titânio e se localiza próximo ao Latossolo de composição semelhante.

Os plintossolos, por se localizar em oscilação de lençol freático, possuem cores características. O plintossolo háplico com tonalidade típica localiza na região de Mata de Galeria da nascente do córrego Barriguda (ponto 14) tem cor bruno escuro (10YR 3/3). No horizonte abaixo, ocorre tonalidade clara devido à ausência de matéria orgânica e o impedimento de drenagem. No horizonte diagnóstico existem mosqueados correspondendo às cores cinza claro e vermelho claro. O Plintossolo do ponto 06 faz limite com o Latossolo Vermelho-Amarelo e o Gleissolo. A cor deste solo é amarelada nos horizontes subsuperficiais e possui muito pouco mosqueado. O que diferencia do Latossolo Vermelho-Amarelo é a acumulação do fluxo hídrico.

Próximo ao Espodossolo, há um Plintossolo com cor cinza oliváceo escuro na superfície e amarela pálida e abaixo influenciado pela proximidade do Latossolo Vermelho-Amarelo textura média e o Espodossolo.

Gleissolo

Os solos presentes nesta classe possuem texturas diversificadas. Contudo, a estrutura dificulta o escoamento da água mantendo os poros sempre encharcados.

O ponto 01 localizado próximo à rodovia BR 450 apresenta solos com textura média em sua superfície devido à presença de 32% de argila em sua composição. Na superfície deste solo apresenta pouca quantidade de areia grossa em sua composição devido à presença de água que proporciona a decantação de materiais mais grosseiros. A areia fina, por ser uma textura mais leve, foi a predominante nesta amostra apesar de ser bem distribuída o percentual em relação ao silte e a argila.

Na profundidade de 60 e 80 cm, há uma redução do teor de areia fina em relação à superfície. O silte apresenta uma leve redução e um aumento significativo de argila

que chega a 50%. A areia grossa apresenta um leve aumento na composição da amostra em relação a anterior.

O ponto 04 apresenta-se encharcado no interior de uma Mata de Galeria do córrego do Rego. Sua textura é média devido à presença de quartzo em sua composição mineralógica. O solo presente na proximidade é um Cambissolo inserido numa classe de Latossolo associado à presença lenticular de quartzito não aflorado no interior da unidade de ardósia. Este solo, portanto é raso com baixo teor de silte, teor de argila suficiente para classificá-lo como textura média e presença de areia grossa predominantemente.

O ponto 07 se localiza na unidade de ardósia e a textura é muito argilosa com teor de argila que varia de 62% na superfície e 80% no horizonte diagnóstico. Com baixo teor de silte e areia grossa em sua composição e um teor um pouco mais elevado de areia fina com percentuais de 21% e 14% na superfície e na profundidade diagnóstica respectivamente.

A análise química mostra que os Gleissolos são solos que variam de moderadamente ácidos (ponto 1 e 7) a fortemente ácidos (ponto 4). O ponto 01 apresenta teor de cálcio e magnésio elevado em relação aos outros gleissolos. Também é mais rico em potássio apesar dos outros solos apresentarem valores elevados com exceção do ponto 07 na profundidade de 60 e 80 centímetros. O ponto 01 apresenta teores de matéria orgânica elevadíssima com coloração escura nas profundidades observadas. O ponto 04 não possui muito teor de matéria orgânica. Ele tem apenas a influência da cobertura vegetal da Mata de Galeria e apresenta um aspecto pedregoso. O ponto 07 possui um elevado teor de matéria orgânica na superfície. Sua transição brusca na profundidade de 60 centímetros. Abaixo disso, o solo tem uma coloração clara mostrando a ausência de matéria orgânica em profundidades maiores.

Os minerais do Gleissolo são formados basicamente de quartzo, gibbsita e caulinita. O ponto 01 contém ainda hematita e rutilo. O ponto 07 também contém rutilo, porém com presença de anatásio.

Os Gleissolos observados em dois dos três pontos contêm coloração escura. No ponto 01, há um elevado teor de matéria orgânica e o solo está sobre um local de

estagnação da água na superfície. A deterioração dos restos vegetais e animais levaram a este solo a ficar com coloração muito escura correspondendo ao Bruno acinzentado muito escuro em seu horizonte diagnóstico e a superfície é Bruno amarelado escuro.

O ponto 04 não é muito escuro como o ponto 01 e 07. A tonalidade corresponde ao Bruno amarelado devido a influencia do material pedregoso em seu interior.

O ponto 07 se situa na nascente do córrego poço d'Anta. Na superfície a cor é bruno acinzentado escuro devido a presença de matéria orgânica diferentemente na profundidade superior a 60 centímetros em que a influencia da matéria orgânica é muito baixa com coloração cinza clara e o ambiente é de deficiência de drenagem hídrica.

Cambissolo

O Cambissolo é um solo bastante diversificado e a sua caracterização textural é bastante dependente do material de origem devido ao seu estágio juvenil de evolução. Com isso, é possível encontrar Cambissolos com textura que vai desde muito argilosa até arenosa. Os solos de textura média e arenosa têm como característica a presença de canela de ema e geralmente está vinculada a presença de quartzito em seu material de origem.

O pH em água do Cambissolo varia de fortemente ácido a moderadamente ácido. Os teores de alumínio e das bases como cálcio e magnésio são baixos. O fósforo é muito baixo enquanto que potássio apresenta-se com valores elevados

A composição dos minerais das amostras de Cambissolos é diversificada. O quartzo é o mineral presente em todas as amostras a gibbsita e caulinita estão presentes nos cambissolos mais desenvolvidos. Foi verificado também goethita e ilita.

A cor do Cambissolos é predominantemente marrom, mas possui também tonalidades amareladas e oliváceas e em alguns casos escuras sendo vinculado a matéria orgânica.

Neossolo Litólico

O Neossolo Litólico é um solo pouco evoluído, de pouca profundidade e sem horizonte diagnóstico subsuperficial. Os Neossolos Litólicos geralmente estão próximos aos lineamentos de quartzito, podendo ocorrer tanto nas bordas das chapadas, quanto associada aos afloramentos rochosos no interior dos Cambissolos. Nestas localidades, os primeiros vinte centímetros possui cor cinza escura (5Y 4/1) semelhante aos ambientes de impedimento hídrico. O saprolito deste solo é de tonalidades claras como: bruno muito pálido (10YR 8/2) e vermelho pálido (10 R 6/4). Na unidade de depressão, os Neossolos Litólicos ocorrem raramente sobre lentes de quartzito.

Estes solos possuem textura arenosa a média com presença dos seguintes minerais: quartzo, caulinita e illita. Quimicamente, apresenta baixo teor de matéria orgânica apesar de possuir coloração escura. O solo é fortemente ácido com baixo teor de alumínio e bases e o potássio apresenta teor semelhante entre a superfície e o saprolito.

Neossolo Quartzarênico

O Neossolo Quartzarênico é um solo pouco evoluído apesar de ser normalmente profundo. Sua ocorrência se dá em ambientes de material de origem com granulação psamítica. No caso específico do Parque Nacional de Brasília este solo está associado ao quartzito da borda da chapada e muitas vezes está intercalado com Latossolo Vermelho-Amarelo e Cambissolo.

O teor de acidez mostrou que o pH 6,04 na superfície com baixo teor de alumínio, bem como cálcio e magnésio. O teor de potássio é elevado na superfície e baixo entre 60 e 80 centímetros devido ao teor de matéria orgânica. Assim, a superfície tem a capacidade de reter o nutriente com mais facilidade em relação às profundidades inferiores, pois a ausência de matéria orgânica e a estrutura do solo impedem a retenção fazendo com que haja lixiviação de bases e outros nutrientes.

O conteúdo mineralógico dos Neossolos Quartzarênicos é simplificado. Devido apresentar uma estrutura simples há presença de poucos minerais. Foi observada na amostra coletada a presença de quartzo e gibbsita.

O Neossolo Quartzarênico possui tonalidade bruno oliváceo escuro em sua superfície com mudança para Bruno amarelado escuro nas porções mais profundas. A tonalidade deste solo é influenciada pelo material de origem e a tonalidade superficial ocorre devido a influencia da presença de matéria orgânica mesmo que sucinta. O quartzito possui granulometria psamítica com presença de predominancia de minerais de quartzo.

Esta rocha dá origem a solos arenosos e médios na área de estudo. E geralmente faz limite com Latossolo Vermelho-Amarelo de textura média ou Cambissolo.

Espodossolo

O Espodossolo está situado no limite entre a chapada contínua com um uma rampa onde encobre um lineamento de quartzito que compreendem as escarpas nas áreas adjacentes.

O solo possui baixo teor de argila, silte e areia grossa e elevado teor de areia fina constituindo 68% da composição da TFSA. Nas áreas de chapadas há Latossolos Vermelho que entra em transição com Latossolo Vermelho-Amarelo textura média. No interior da classe de Espodossolo tem também Plintossolo que segue em direção ao córrego Três Barras.

Quimicamente é um solo moderadamente ácido no pondo onde foi coletado. É pobre em nutrientes e bases com exceção do potássio. O teor de matéria orgânica é semelhante do Neossolo Quartzarênico em sua superfície. Não foi possível coletar dados em profundidades maiores devido a uma camada de difícil penetração do trado.

O Espodossolo é composto apenas por quartzo em sua superfície e a camada inferior não pode ser observada devido a obstáculos na coleta de amostras. O Espodossolo apesar de possuir textura arenosa a coloração é semelhante a um solo hidromórfico com uma coloração bruna acinzentada escura em sua superfície. Esta coloração se dá geralmente em ambientes hidromórficos. A vegetação deste solo é Campestre com raros arbustos devido a difícil capacidade de se aprofundar.

Tabela 2 caracterização dos resultados analíticos dos solos coletados

Identificação da amostra	solo	silte/argila	argila	silte	areia grossa	areia fina	minerais	pH H2O	Al	Ca+Mg	P	K	H+Al	MO
P01 0-20	GM	0,88	32	28	1	39	Quartzo, gibbsita e	5,53	0,20	13,98	1,26	118,64	8,14	15,50
P01 60-80		0,46	50	23	8	19	caulinita, hematita e rutilio	4,37	1,68	9,06	1,26	55,11	12,60	7,61
P02 0-20	CX	0,87	30	26	34	10	Quartzo, gibbsita, caulinita e illita	5,20	2,07	1,39	0,87	63,16	3,94	1,22
P02 20-30		0,55	31	17	37	15		5,07	2,09	0,61	0,75	30,97	3,10	0,89
P03 0-20	LV	0,2	69	14	3	14	Quartzo, gibbsita, caulinita, hematita e goethita	5,13	1,06	0,70	0,81	29,97	6,78	3,51
P03 60-80		0,12	77	9	2	12		5,49	0,18	0,51	0,60	3,82	3,24	1,70
P04 0-20	GX	0,2	25	5	60	10	Quartzo, gibbsita e caulinita	5,05	1,28	1,25	1,73	23,94	6,76	2,31
P05 0-20	LVA	0,24	66	16	4	14	Quartzo, gibbsita e caulinita	5,15	0,99	0,87	0,82	53,10	6,78	3,64
P05 60-80		0,22	68	15	3	14		5,69	0,07	0,19	0,60	6,84	2,54	1,73
P06 0-20	FX	0,39	56	22	5	17	Quartzo, gibbsita e caulinita e Anatásio	5,67	0,73	0,85	0,75	41,03	7,28	4,01
P06 60-80		0,26	70	18	5	7		5,78	0,00	0,19	0,48	3,82	3,00	1,67
P07 0-20	GX	0,24	62	15	2	21	Quartzo, gibbsita e caulinita e Anatásio e Rutilio	5,52	1,71	0,45	1,24	28,96	9,98	4,47
P07 60-80		0,05	80	4	2	14		5,75	0,06	0,18	0,59	1,81	2,80	1,20
P08 0-20	LVA	0,22	65	14	4	17	Quartzo, gibbsita e caulinita e Anatásio, Rutilio e goethita	5,04	1,01	0,60	0,71	31,98	7,66	3,89
P08 60-80		0,15	74	11	3	12		5,53	0,04	0,15	0,51	2,81	2,68	1,54

P09 0-20	CX	0,35	49	17	13	21	Quartzo, gibbsita, caulinita e goethita	5,02	1,26	1,78	0,92	73,22	9,34	4,85
P10 0-20	CX	0,33	46	15	24	15	Quartzo	5,47	1,37	0,84	0,90	78,45	7,08	3,41
P10 20-80		0,3	61	18	7	14	gibbsita e goethita	5,60	0,23	0,27	0,57	31,98	3,50	1,69
P11 0-20	LV	0,38	58	22	4	16	Quartzo,	5,38	0,82	0,28	0,74	30,98	7,64	3,79
P11 60-80		0,4	57	23	4	16	gibbsita, caulinita e goethita	5,90	0,15	0,18	0,59	4,83	2,72	1,82
P12 0-20	LVA	0,26	61	16	6	17	Quartzo,	5,12	0,97	0,35	0,65	31,98	7,22	3,42
P12 60-80		0,23	66	15	5	14	gibbsita, caulinita e goethita	5,54	0,16	0,17	0,48	3,82	2,28	1,60
P13 0-20	LVA	0,21	71	15	2	12	Quartzo,	4,46	0,79	0,33	0,62	18,91	6,48	3,20
P13 60-80		0,16	75	12	2	11	caulinita e goethita	5,49	0,13	0,24	0,50	0,80	2,14	1,35
P14 0-20	FX	0,3	53	16	5	26	Quartzo,	5,40	1,09	1,13	0,81	41,03	9,50	4,45
P14 60-100		0,18	62	11	3	24	gibbsita, caulinita	5,64	0,06	0,39	0,52	5,83	3,40	2,01
P15 0-20	LVA	0,23	61	14	8	17	Quartzo, gibbsita, caulinita e goethita	4,65	0,63	0,26	0,65	23,94	6,78	3,42
P16 0-20	LVA	0,16	25	4	40	31	Quartzo,	5,50	1,01	0,49	0,94	29,97	5,90	2,40
P16 20-40		0,16	25	4	48	23	gibbsita, caulinita	5,58	0,60	0,35	0,72	14,88	4,12	1,35
P16 40-60		0,25	60	15	9	16	e hematita	5,93	0,37	0,17	0,65	14,88	4,52	2,29
P17 0-20	RQ	0	13	0	37	50	Quartzo e	6,04	0,12	3,88	1,30	26,95	3,04	2,06
P17 60-80		0	19	0	27	54	gibbsita	5,57	0,24	0,33	0,82	5,83	2,20	0,68
P18 0-20	CX	0,15	13	2	23	62	Quartzo	5,47	1,28	1,28	1,40	60,14	5,04	2,02
P18 20-40		0,27	11	3	26	60		5,82	0,93	0,38	1,16	30,98	3,66	1,23
P19 0-20	RL	0,55	11	6	30	53	Quartzo,	4,32	2,45	0,44	2,33	17,90	5,04	1,99
P19 SAPROLI		0,84	25	21	10	44	caulinita e illita	5,61	1,41	0,27	1,34	18,91	2,28	1,02

P20 0-20	CX	0,45	20	9	10	61	Quartzo, caulinita e illita	4,89	1,72	0,61	1,59	61,14	4,42	1,55
P21 0-20	LVA	0	11	0	19	70	Quartzo e gibbsita	4,88	1,44	0,32	1,08	19,91	5,04	1,65
P21 60-80		0	16	0	20	64		5,50	0,37	0,16	0,71	0,80	2,52	0,65
P22 0-20	FX	0,33	33	11	3	53	Quartzo, gibbsita e caulinita	5,70	1,29	0,98	1,25	46,06	6,98	3,11
P22 60-80		0,14	43	6	3	48		5,54	0,50	0,36	0,56	8,85	2,80	0,79
P23 0-20	LVA	0,31	61	19	6	14	Quartzo, gibbsita, caulinita e goethita	5,38	1,96	1,10	1,03	78,25	8,00	3,56
P23 60-80		0,2	69	14	5	12		5,56	0,97	0,27	0,60	42,04	3,82	1,03
P24 0-20	E	0,77	13	10	9	68	Quartzo	6,05	0,87	0,89	2,04	42,04	3,98	2,70

CAPÍTULO 4

MAPA DE VEGETAÇÃO E FITOAMBIENTES OBTIDOS POR INTERPRETAÇÃO DE IMAGENS ORBITAIS

4.1 INTRODUÇÃO

O cerrado ocupa dois milhões de quilômetros quadrados, o que representa aproximadamente 23% do território brasileiro (RATTER et al., 1997), sendo considerado o segundo maior bioma do país em área (RIBEIRO & WALTER, 1998). O Cerrado engloba uma gama de ecossistemas com características paisagísticas e ecológicas das mais variadas, sendo reconhecido, basicamente, pelo predomínio do cerrado *sensu lato* em suas diversas expressões fisionômicas (Coutinho 1978, Eiten 1992, Klink et al. 1993, Ribeiro & Walter 1998, Oliveira Filho & Ratter 2002, Coutinho 2006). Somam-se a esse mosaico outras formações, tais como as florestas de galeria, florestas paludosas, veredas e campos úmidos, que contribuem para a grande heterogeneidade ambiental e diversidade florística encontrada neste domínio (Rizzini 1979, Oliveira Filho et al. 1989, Eiten 1992, Ratter et al. 1997, Pivello et al. 1998, Araújo et al. 2002, Ribeiro & Walter 1998, Tannus & Assis 2004)

É um bioma que possui grande biodiversidade e ao mesmo tempo sofre com a degradação em diferentes momentos e velocidades.

Desse modo, as unidades de conservação correspondem às áreas onde se têm amostras conservadas da cobertura biótica cobrindo em torno de 2,2% da área total do Cerrado (RYLANDS *et al*, 2005).

O Parque Nacional de Brasília é uma unidade de conservação de grande representatividade do bioma Cerrado. Com a presença de inúmeras espécies representativas da fauna e flora, assim como importantes mananciais hídricos, responsáveis inclusive pelo abastecimento de água no Plano Piloto de Brasília (FERREIRA, 2003).

Diversos trabalhos sobre a vegetação foram elaborados no interior do Parque Nacional de Brasília. Horowitz, 1992 elabora o plano de manejo do Parque Nacional de Brasília. Dentre outras informações, a fitofisionomia da área de estudo é descrita de forma detalhada.

Fundação Pró Natureza 1995 confeccionou o mapa de vegetação do PNB utilizando imagens orbitais do sensor Landsat 5 - TM, com resolução espacial de 30 metros. Ferreira et al (2003) fez uma atualização do mapa de vegetação por meio de interpretação visual com imagem IKONOS em 61% da área do Parque Nacional e o restante com Landsat 7 ETM.

Este mapa serviu de base para que Ferreira et al, (2004) fizesse uma comparação visual do mapa atualizado de vegetação com modelo modelo WLS (Weighed Least Square) utilizando a composição colorida RGB (R: Cerrado Típico; G: Campo Limpo; e B: Campo Sujo). O resultado mostrou que houve concordância entre as áreas delimitadas pelo referido modelo e o mapa de vegetação.

Miura et al. (2003) estudou o Cerrado utilizando imagem hiperespectral Hyperion usando a área do PNB como estudo de caso conseguindo separar fitofisionomias.

Nepomuceno et al, (2003) fez um reconhecimento das fitofisionomias do Parque Nacional de Brasília por meio de sensores ativos. O processamento de imagens de radar chegou-se a vetores que puderam ser sobrepostos para comparação da distribuição espacial entre os radares de origens diferenciadas e com um mapa temático.

As formações do Cerrado são influenciadas por variações locais da hidrografia, topografia, profundidade do lençol freático, fertilidade e profundidades dos solos. (SPERA et al, 2005)

A vegetação pode estar associada especificamente ao tipo de solo em algumas áreas do cerrado, todavia a correlação entre o tipo de solo e a forma de vegetação não pode ser generalizada (SPERA et al, 2005).

Quanto à classificação das fitofisionomias do cerrado destaca-se Ribeiro & Walter (1998) que dividiu em três formações: florestais, savânicas e campestres. As florestais são formadas por Mata de Galeria (inundável e não inundável), Mata Ciliar, Mata Seca e Cerradão.

As formações savânicas correspondem ao Cerrado Denso, Cerrado Típico, Cerrado Ralo, Cerrado Rupestre, Parque de Cerrado, Palmeiral e Vereda.

A formação campestre é dividida em Campo Rupestre, Campo Sujo, Campo Limpo (ambos seco, úmido e úmido com murundus)

Assim, o presente capítulo possui como objetivo realizar o mapeamento da vegetação por meio da interpretação visual de imagens SPOT e a partir dessa

informação identifica-se ambientes úmidos importantes na distinção das classes de solos.

4.2 MATERIAIS E MÉTODOS

4.2.1 Confecção do mapa de vegetação

A metodologia adotada para o mapeamento da vegetação foi à interpretação visual das fitofisionomias com base em Ribeiro & Walter (1998) por meio da imagem SPOT (Satellite pour l'Observation de la Terre) utilizando os programas ENVI e ArcvieW 3.2.

Este satélite é de origem francesa e foi lançado pela primeira vez em 1986 sob a responsabilidade do Centre National d'Etudes Spatiales da França. A imagem disponível para o trabalho é do sensor HRG do ano de 2003 contém quatro bandas do distribuídas do visível ao infravermelho distribuídos no intervalo espectral de 0,50-0,59 μm na banda 1; de 0,61-0,68 μm na banda 2 e de 0,79-0,89 μm na banda 3 e resolução espacial de 10 metros. A banda SWIR está compreendido no intervalo espectral de 1,58-1,75 μm e resolução espacial de 20 metros (CNES, 2008).

Devido à necessidade de se ajustar a imagem com os dados morfométricos para a análise estatística redimensionou-se os pixels da imagem para 5 metros.

As unidades de vegetação obtidas pela análise das imagens foram aglutinadas em unidades de fitoambiente que ressaltam ambientes hidromórficos (úmidos) e não hidromórficos (secos).

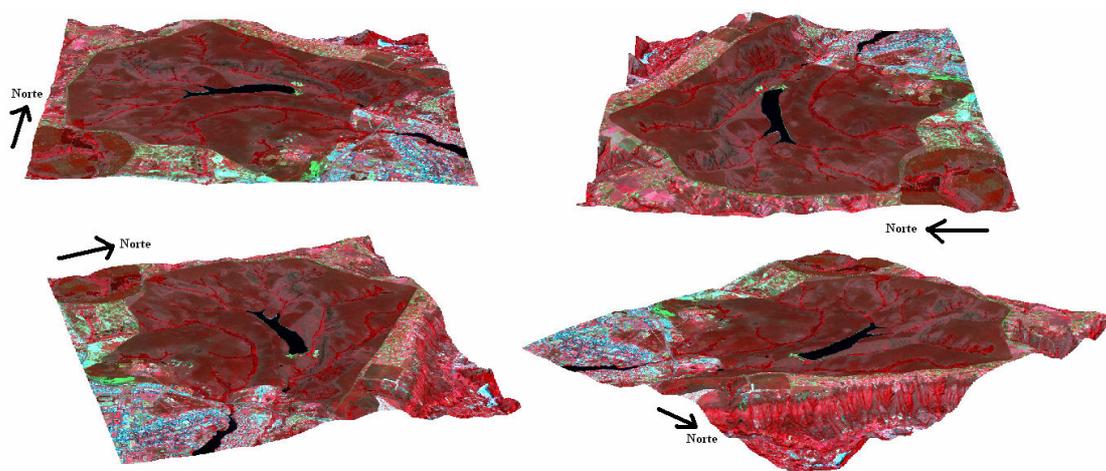


Figura 10 Visualização da imagem SPOT sobre o modelo numérico de terreno do Parque Nacional de Brasília.

4.3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.3.1 Mapa de vegetação

O mapa de vegetação apresenta 13 classes de fitofisionomia do Bioma Cerrado sendo que duas são formações florestais (Mata de Galeria e Cerradão); cinco formações savânicas (Cerrado Sentido Restrito, Cerrado Ralo, Cerrado Rupestre, Parque de Cerrado e Vereda) e as formações campestres (Campo Sujo, Campo Sujo Úmido, Campo Limpo, Campo Limpo Úmido, Campo Rupestre e Campo de Murundu) além das outras unidades que estão distribuídas em seis unidades (áreas antrópicas, reflorestamento, agropecuária, solo exposto, água e afloramento rochoso).

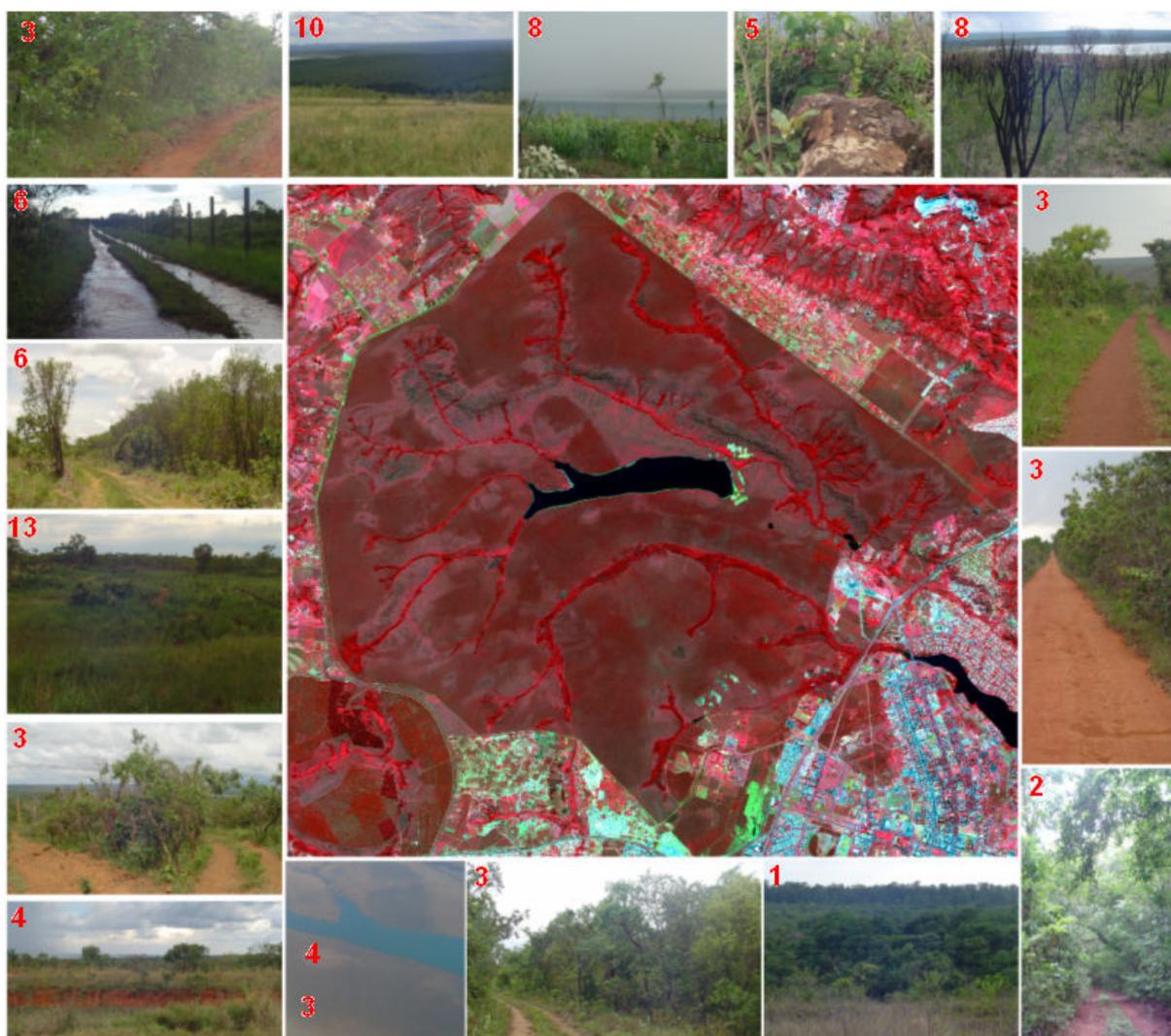


Figura 11 Recorte da imagem SPOT e fotos da diversidade de vegetação do Parque Nacional de Brasília identificadas conforme a tabela 19

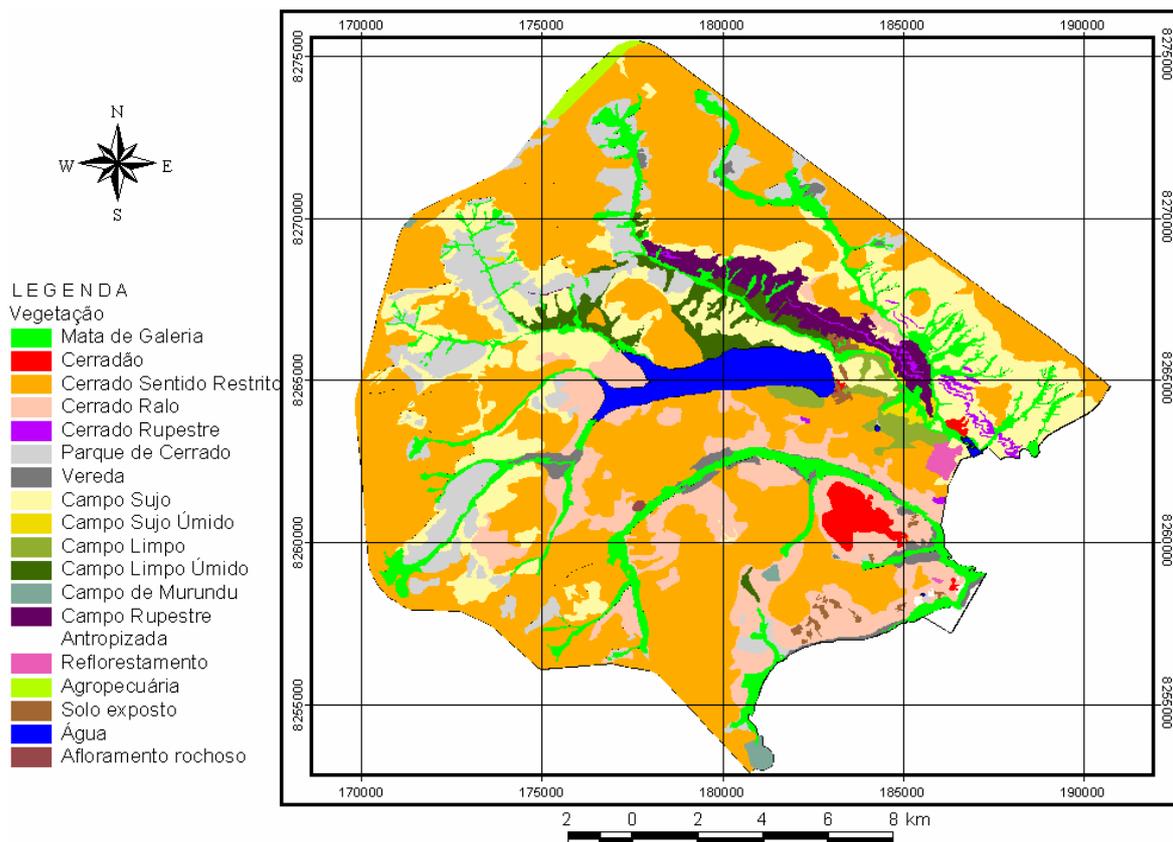


Figura 12 Mapa de Vegetação do Parque Nacional de Brasília

Mata de Galeria

A Mata de Galeria ocupa uma superfície de 2.576 hectares (8,63%). Localiza ao longo dos córregos, ribeirões e as principais ravinas e grotas. No PNB apresentam os dois tipos de Mata de Galeria: a inundável e a não inundável. A primeira está vinculada aos ambientes com impedimento de drenagem dos solos onde apresentam vegetações arbóreas com presença de buriti *Mauritia flexuosa* e outras espécies tolerantes aos solos encharcados. A segunda ocorre em ambiente de lençol freático interno. O curso de água apresenta talvegues bem definidos e a Mata de Galeria em geral apresenta-se em uma faixa mais estreita.

A Mata de Galeria é facilmente identificada em imagem de satélite. Por ser uma formação florestal, esta fitofisionomia possui um aglomerado de cobertura arbórea de porte elevado e o formato da área de influencia é linear acompanhando as redes de drenagem. A presença de água proporciona uma vegetação fotossintética ativa durante todo o ano ressaltado em imagem de satélite.

Cerradão

Formação florestal que ocupa uma superfície de 315 hectares ou 1,05% da área total do PNB. Possui pequena distribuição contínua e ocorre sobre o Latossolo

Vermelho. A vegetação do Cerradão apresenta espécies arbóreas do Cerrado de porte elevado. Além da altura das espécies, as coberturas vegetais possuem elevada densidade que dificulta a visualização da superfície do solo. Estas vegetações são fotossinteticamente ativas sobressaindo numa imagem de satélite na época da seca.

Formação Savânica

Cerrado Sentido Restrito

É a fitofisionomia típica do Bioma Cerrado podendo ser subdividida em: Cerrado Denso; Cerrado Típico; e Cerrado Ralo ou Campo Cerrado.

Sua distribuição está vinculada principalmente aos Latossolos Vermelho e Latossolo Vermelho-Amarelo, caracterizados por serem solos profundos, ácidos, distróficos e com drenagem de infiltração elevada à excessiva que permite a penetração das raízes e água. Sua localização no Parque Nacional de Brasília está basicamente na Unidade de Chapada da Contagem, bem como nas porções centro-sul do parque Nacional de Brasília na margem direita do Lago de Santa Maria. Ocupa uma superfície de 13.842 hectares (46,39%) sendo a vegetação predominante da unidade de Conservação.

O Cerrado Típico no Parque Nacional é um bom indicador de Latossolo Vermelho e quando se chega a regiões mais deprimidas a densidade diminui cedendo lugar ao Cerrado Ralo e conseqüentemente o solo encontrado sobre este substrato geralmente é o Latossolo Vermelho-Amarelo.

Cerrado Ralo

Ocorrem em locais sobre transições entre os Cerrado Típico e Campos ou em locais onde os solos são de profundidade média a alta como o Latossolo Vermelho-Amarelo e alguns Cambissolos. Sua distribuição está sobre uma área de 3116 hectares (10,44%).

O Cerrado Ralo é uma fitofisionomia com predomínio de vegetação rasteira em relação à cobertura arbórea. Com isso, nestes ambientes há uma feição de mistura de vegetação com solos, devido as melhores imagens ocorrerem no período de seca no Cerrado. A ausência de umidade faz com que haja uma heterogeneidade das superfícies, além de conter baixa cobertura de nuvens. Assim, a vegetação com pouca cobertura arbórea seca e muitas vezes há uma mistura de gramíneas ou

pequenos arbustos ressecados misturados com as feições dos solos e também de poucas árvores agrupadas.

Cerrado Rupestre

É uma fitofisionomia que está vinculada ao afloramento rochoso. No Parque Nacional de Brasília está sobre o afloramento do quartzito presente nas encostas íngremes da bacia do córrego Três Barras; nos topos das vertentes dos Campos que cobrem os Cambissolos e sobre alguns pontos de Cerrado próximo à granja do Torto e do divisor do córrego do Bananal e Lago de Santa Maria. O solo que ocorre neste ambiente é o Neossolo Litólico, o afloramento de rocha e a presença de Neossolo Quartzarênico em alguns pontos, pois os quartzitos originam solos de textura média a arenosa. Um indicador da influência de quartzitos nestes ambientes é a presença de Canela de Ema, apesar de esta ocorrer em abundância na Chapada da Contagem mesmo em solos argilosos. A superfície de ocorrência do Cerrado Rupestre é de 147 hectares (0,49%). A forma desta unidade se dá de modo linear seguindo as rupturas do relevo. O acúmulo de água nas fraturas do quartzito possibilita o desenvolvimento de árvores.

Parque de Cerrado

O Parque de Cerrado é uma fitofisionomia que tem como característica a presença de murundu. Os murundus são microrrelevos oriundos da erosão diferencial localizado em ambientes de várzeas com lençol freático perto da superfície durante a maior parte do ano e em cabeceiras dos riachos, no qual a água percorre pela superfície somente na época chuvosa (Araújo Neto, *et al.* 1986).

O extrato arbóreo do parque de Cerrado encontra-se sobre os murundus que por se situar em um microrrelevo positivo permite o desenvolvimento da vegetação arbustiva e arbórea devido à possibilidade de aeração do solo o que não ocorre na parte mais baixa vizinha dos murundus. No Parque Nacional de Brasília é possível identificar dois tipos de Parque de Cerrado. Um com espécies de Cerrado que é localizado nas margens da rodovia DF 001 na Chapada da Contagem e a outra tem como característica a presença de arbustos e árvores que são tolerantes à umidade e com porte retilíneo.

A área de ocorrência do Parque de Cerrado é de 2787 hectares (7,66%). Em locais onde são transições do Cerrado com as Veredas e Brejos. O solo que ocorre

neste ambiente é o Plintossolo com transição para Gleissolo nas partes mais úmidas e com o Latossolo Vermelho-Amarelo plíntico.

Os murundus estão vinculados aos ambientes de rampa e o aspecto de escoamento geralmente é disperso ao contrário da unidade de Campo de Murundu que se dá sobre zona de convergência hídrica.

Vereda

A área de ambiente úmido é o local de ocorrência das veredas sendo uma fitofisionomia da formação savânica conforme (RIBEIRO E WALTER, 1998). Sua característica é a presença de buriti *Mauritia flexuosa* e os solos são os hidromórficos Gleissolos Háplicos e Melânicos e Organossolos. Os ambientes de Vereda são úmidos que normalmente possuem o afloramento hídrico superficial sobre os solos. Além do buriti há presença de arbustos, ervas e vegetação rasteira de ambientes úmidos. Quanto ao padrão visual, os ambientes alagados da vereda estão sobre superfícies escurecidas em relação às áreas contíguas. Isso se dá devido à umidade possuir uma propriedade de escurecimento no albedo. Elas estão em regiões deprimidas próximos aos cursos de água bordejando a Mata de Galeria inundável. A presença dos buritis faz com que haja presença pontual de cobertura arbórea com dossel pouco influente em uma imagem SPOT. A área da Vereda é de 342 hectares (1,15%) do Parque Nacional de Brasília.

Formações Campestres

Esta unidade corresponde aos ambientes onde impera a vegetação rasteira e ocorre em uma superfície de 6.000 hectares (20,11%). Segundo Ribeiro & Walter (1998) as formações campestres são de predomínio de arbustos e subarbustos entremeados no estrato herbário. Englobam seis tipos principais: o Campo Sujo Seco e Úmido; Campo Limpo Seco e Úmido; Campo Rupestre e Campo de Murundu.

Campo Sujo

A fitofisionomia de Campo Sujo é correspondente de estrato vegetal predominantemente herbáceo-arbustivo, arbustos e subarbustos esparsos cujas plantas indivíduos menos desenvolvidos de espécies arbóreas do cerrado sentido restrito. Algumas espécies: Capim-flexinha, Capim-branco, Sempre-viva, Mimosa, Assa-peixe. Quando o Campo sujo for seco ocorre o predomínio de Cambissolo,

podendo ocorrer em alguns contextos o Latossolo Vermelho-Amarelo. Quando mais úmido o Campo Sujo pode fazer a transição com Plintossolos.

Os Campos Sujos cobrem uma superfície de 4245 hectares. Sendo 4166 hectares (13,96%) de cobertura seca e 79 hectares de úmida (0,26%).

O campo sujo seco ocorre em ambientes elevados sobre influencia de solos rasos. O padrão visual destes solos predomina a feição do solo misturado com vegetação de quase inexistência de cobertura arbórea, mas com presença de arbustos e ervas geralmente ressecadas no período seco. Estas feições são mais pronunciadas nas formações campestres do que nas savânicas. Os Campos sujus úmidos possuem mesmas características dos Campos Sujos secos, porém se localizam em porções mais baixas do terreno. Podem ocorrer tanto solos hidromórficos, quanto solos rasos ou até Latossolos em ambientes de acumulação de sedimentos de ambientes juvenis.

Campo Limpo

É uma fitofisionomia predominantemente herbácea, com raros arbustos e ausência completa de árvores. Essa fitofisionomia é encontrada com mais freqüência nas encostas e nas elevações onde situam o nos relevos onde há a presença de convexidade do relevo com presença de solos rasos como Cambissolo. Este solo ocorre geralmente sobre relevo movimentado em que o material de origem está próximo da superfície além da presença de pedregosidade. Em ambientes úmidos também pode ocorrer os Campos Sujos onde em alguns casos foram incluídos na classe de brejos e Veredas. A fase seca cobre uma superfície de 322 hectares (1,08%) e a úmida com 685 hectares (2,30%).

Campo Rupestre

Predomínio de espécies herbáceo-arbustivas, com a presença eventual de arvoretas pouco desenvolvidas. Recobre uma área de 669 hectares ou 2,24%. Ocupa afloramentos rochosos, geralmente em altitudes superiores a 900 m. Uma de suas principais características é a presença de endemismos e plantas raras. Muitas espécies de cactáceas, bromeliáceas, orquídeas terrestres, Arnica, Canela-de-ema, Candeias, etc. As árvores presentes desenvolvem-se próximas aos afloramentos de rocha onde o aquífero dominante é o fraturado.

A identificação do Campo Rupestre, assim como o Cerrado Rupestre, nas porções de bordas de chapada. E na imagem é possível identificar a rugosidade dos

afloramentos rochosos sobre a superfície pronunciando esta fitofisionomia sobre as demais áreas adjacentes.

Campo de Murundu

Correspondem aos campos com pequenas elevações, os murundus. Tem características semelhantes aos Parques de Cerrado, porém não há cobertura arbórea sobre os murundus o que diferencia da outra unidade. Sua ocorrência é sobre os Plintossolos com uma área de 78 hectares (0,26%). Visualmente, a identificação dos ambientes com murundus é a coloração escura da superfície com tons azulados ou acinzentados sobre a imagem em composição colorida. No campo, foram visualizadas limitações do murundu com o Cerrado Ralo sobre Latossolo Vermelho-Amarelo e quanto mais se diminuía a influencia do fluxo hídrico subsuperficial, aumentava a densidade de árvores até formar o Cerrado Sentido Restrito sobre Latossolo Vermelho. Por outro lado, seguindo o fluxo da água sobre o córrego Capão Comprido, há um aumento da densidade de plantas ocasionado pelo aumento do fluxo de água que ocorre no córrego, diferentemente na área de Campo de Murundu.

Comportamento ambiental semelhante se deu nas proximidades da nascente do córrego do Acampamento. Nesta cabeceira, há uma presença de vegetação rasteira sobre murundus devido à estagnação hídrica. O comportamento das unidades de Campo de Murundu tem como característica espacial uma zona de convergência hídrica tendo forma arredondada.

Solo exposto

Os solos expostos na área de estudo estão sobre ambientes onde os solos predominantes são os Cambissolos e Latossolos com presença de Cascalho Laterítico. A área de ocorrência dos solos expostos é de 125 hectares (0,42%). A feição destes elementos é mais pronunciada do que as formações campestres devido à ausência de cobertura vegetal. Esta feição é semelhante à unidade de antrópica devido à pouca ocorrência de vegetação de ambas.

Afloramento Rochoso

A área de estudo possui alguns pontos onde ocorre o afloramento rochoso predominando o quartzito, normalmente eles estão associados às vegetações Rupestres. Porém, há um ponto onde foi mapeado na imagem apenas o afloramento

rochoso de Quartzito próximo ao ribeirão Bananal e recobre uma superfície de 11 hectares (0,04%). Outros afloramentos de quartzitos estão localizados em lentes na unidade de depressão em alguns pontos no interflúvio do ribeirão Bananal com o lago da represa de Santa Maria e próximo à Granja do Torto no interior da unidade de reflorestamento.

Água

O espelho de água do Parque Nacional de Brasília é representado principalmente pelo lago represado de Santa Maria localizado na região central da unidade de conservação. Tem o objetivo de abastecimento de água ocupando uma área de 775 hectares (2,60%). Há também a represa do Torto que tem o mesmo objetivo e também no córrego do Acampamento. Em ambientes, alagados ocorre presença de algumas lagoas de pequenos portes distribuídos ao longo da área estudada. A unidade de água cobre uma superfície de 796 hectares (2,67%). O comportamento espectral da água se mostra com baixa reflectância e o resultado é a coloração escura deste alvo sobre a imagem.

Área de agropecuária

Na porção norte da unidade de conservação há uma área agrícola que outrora foi coberto por Cerrado Sentido Restrito que tem como solos o Latossolo Vermelho e Latossolo Vermelho-Amarelo. Ocupa uma área de 125 hectares (0,42%). Visualmente, a área de agropecuária ocorre sobre delimitação vinculada a formas geométricas mudando bruscamente em relação ao ambiente preservado ao lado. Outra característica é a proximidade de rodovias que compõe a via de acesso a esta propriedade.

Reflorestamento

A área de reflorestamento de Eucalipto ocorre na porção oriental da unidade de conservação bem próximo à Granja do Torto. Cobre uma área de 84 hectares (0,28%) que ocorre sobre Latossolo Vermelho-Amarelo e Cambissolo. Apresenta um padrão de vegetação densa, mais escura do que as Matas de Galerias ou outras formações florestais, contudo o reflorestamento contém limites bem definido com formas geométricas.

Antrópica

A zona antrópica é a área em que situam as instalações como a administração, o alojamento e o balneário da Água Mineral cobrindo uma área de aproximadamente 73 hectares ou 0,24%. O padrão é semelhante ao solo exposto devido à ausência de vegetação em boa parte da superfície. Também as construções evidenciam o padrão geométrico que é típico de áreas alteradas pelo homem.

4.3.2 Fitoambientes

O fitoambiente é o agrupamento de fitofisionomias e área de uso sobre ambientes secos ou úmidos.

As áreas úmidas são formadas pela união das fitofisionomias de ambiente de alto fluxo acumulado: Mata de Galeria, Parque de Cerrado, Vereda, Campo de Murundu, Campo Sujo Úmido, Campo Limpo Úmido e água. Ocorre geralmente sobre solos deprimidos onde há deficiência de drenagem e alagamentos em casos específicos. Dependendo da localização, podem ocorrer solos não hidromórficos geralmente nos Campos Sujos e Limpos Úmidos. Em alguns casos ocorrem solos não hidromórficos como o Latossolo Vermelho-Amarelo que na escala de 1:100.000 estava na classe de Cambissolo. A superfície recobre uma superfície de 6.842 hectares com percentual de 22,93% da área total do Parque Nacional.

Os ambientes de baixo índice de umidade estão situados em zonas de baixo fluxo acumulado e de ocorrência de solos não hidromórficos. Recobre uma área de 22.994 hectares ocupando 77,07% da área total. As fitofisionomias de ocorrência do fitoambiente seco são: Cerradão, Cerrado Sentido Restrito, Cerrado Ralo, Cerrado Rupestre, Campo Sujo, Campo Limpo, Campo Rupestre, além das unidades de áreas antrópicas, reflorestamento, agropecuária, solo exposto e afloramento rochoso.

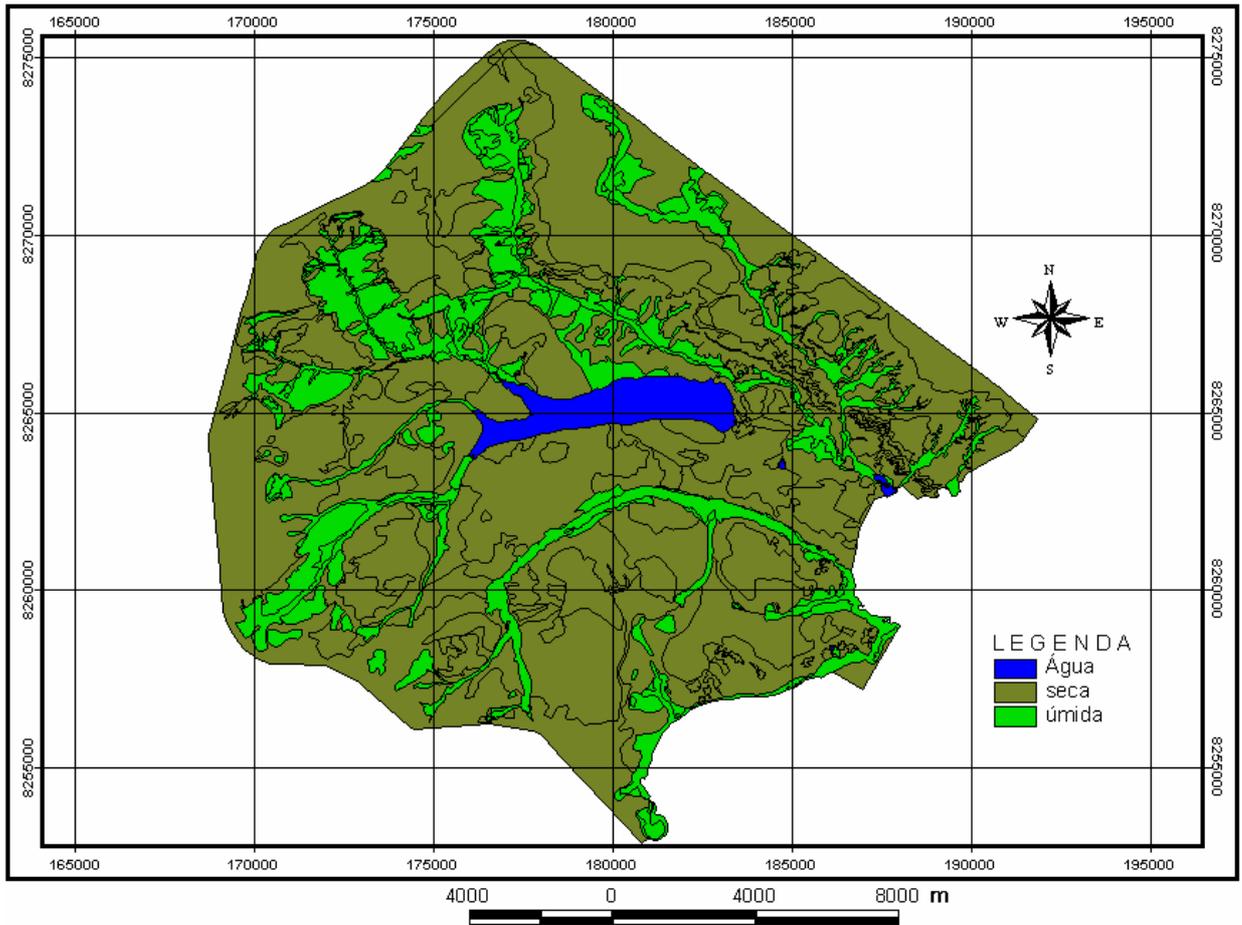


Figura 13 Mapa mostrando os fitoambientes seco e úmido do Parque Nacional de Brasília juntamente com os limites das fitofisionomias.

CAPÍTULO 5

EMPREGO DOS ATRIBUTOS DE TERRENO NO COMPARTIMENTAÇÃO GEOMORFOLÓGICA

5.1 INTRODUÇÃO

O conjunto de processos que atuam na formação e conformação do relevo possui uma alta complexidade que é difícil de ser modelada. Desta forma, inúmeros métodos têm sido desenvolvidos para sua descrição e análise considerando procedimentos computacionais, que permitiram um avanço na compreensão dos fenômenos ocorrentes na superfície terrestre (CHORLEY, 1972; DAVIS, 1973; EVANS, 1984; EVANS & MCCLEAN, 1995). Dentre os procedimentos destaca-se a análise morfométrica do relevo pelo uso de um Sistema de Informação Geográfica (SIG) para a caracterização dos processos hidrológicos, geomorfológicos e ambientais (MOORE et al., 1991; SCHIMIDT & DIKAU, 1999; DOORNKAMP & KING, 1971; MEIJERINK, 1988).

Muitas pesquisas apresentam significativas correlações entre os parâmetros morfométricos quantificáveis provenientes de MDT (declividade, aspecto curvatura, índice topográfico, entre outros) e atributos pedológicos mensurados em campo (MOORE *et al.*, 1993; GESSLER *et al.*, 1995). McBRATNEY (2003) apresenta uma diversidade de formas de se confeccionar um mapeamento digital de solos dentre elas a geomorfometria. No processo de classificação de solos, diversos métodos têm sido desenvolvidos considerando dados digitais e modelos de estatística clássica ou de geoestatística, que evidenciam a relação da paisagem e as unidades pedológicas (BELL et al., 1994; GESSLER et al., 1995; ODEH et al., 1991, 1992a,b, 1995; THOMPSON et al., 2001). Muitas das análises quantitativas da superfície em relação as variáveis do solo correspondem ao movimento e caminho da água sobre a paisagem considerando o conteúdo de água no solo como outros parâmetros hidrológicos (BELL et al., 1994; BEVEN & KIRKBY, 1979; FIEZ et al., 1995; LEIJ et al., 2004; MCKENZIE & RYAN, 1999; RAWLS & PACHEPSKY, 2002; ROMANO & SANTINI, 1997; ROMANO & PALLADINO, 2002).

Na análise das propriedades texturais, comumente são aplicados atributos de terreno de primeira derivada da superfície topográfica (declividade), como também, de segunda derivada (curvatura) (DE BRUIN & STEIN, 1998; LARK & BOLAM, 1997;

MOORE et al., 1993). O atributo declividade é constantemente considerado na predição da espessura do horizonte de solo (CARTER & CIOLKOSZ, 1991, KING et al., 1999).

Na região do Brasil Central o emprego de processamento digital de imagens morfométricas tem sido amplamente utilizado para a compartimentação geomorfológica e pedológica (LEAL et al., 2003; HERMUCHE et al. 2002, 2003ab; OLIVEIRA et al, 2005; PANQUESTOR et al, 2002, ARCOVERDE et al., 2005; MÜHLETHALER et al., 2005). Nesses trabalhos as técnicas de processamento empregadas nas imagens morfométricas foram: (a) composição colorida e manipulação de contraste para realçar os padrões de relevo; (b) análise estatística dos atributos de terreno; e (c) comparação com as informações existentes sobre a geologia, pedologia e geomorfologia da área.

O presente capítulo possui como objetivo descrever uma metodologia a partir de técnicas de processamento digital de imagens morfométricas para subsidiar o mapeamento de solos.

5.2 METODOLOGIA

5.2.1 Confeção do MDT e dos parâmetros morfométricos

Para a confecção do MDT foi utilizado a base do sistema cartográfico do Distrito Federal (SICAD), na escala de 1:10.000. Inicialmente, corrigiram-se os erros provenientes da hidrografia e das curvas de nível. A interpolação dos dados foi realizada pelo método TOPOGRID (HUTCHINSON, 1989), desenvolvido com a finalidade de criar um MDT para estudos hidrológicos contendo as propriedades das drenagens e a os dados de direção de fluxo. O procedimento conjuga tanto o esforço de manter as características hidrográficas, a remoção de artefatos relativos a pontos de depressões ou de elevações inexistentes e uma técnica de interpolação por diferenças finitas. O MDT do PNB foi gerado com uma resolução espacial de 5m e com correção do erro vertical com valor 2,5 para diminuir a influência do efeito escada. A partir do MDT foram gerados os parâmetros morfométricos: declividade, direção de fluxo e área de contribuição com mesma resolução espacial.

O mapa de declividade consiste na inclinação do relevo em relação à linha do horizonte, podendo ser expresso em graus ou em porcentagem. No caso específico, escolheu-se o mapa de declividade em porcentagem com a finalidade de se fatiar as

unidades de relevo referentes ao plano e suave-ondulado (0% a 8%) e ao relevo ondulado a escarpado (acima de 8%).

O atributo convexidade em perfil determina as formas das vertentes em uma secção vertical da vertente em côncavas, retilíneas e convexas. Os valores positivos correspondem à forma convexa, que tem como característica o aumento gradual do ângulo de declividade do topo para a drenagem. Os padrões retilíneos mostram ângulos constantes próximos de zero e pode ocorrer tanto em ambientes com inclinação constante quanto em superfícies planas. As áreas côncavas apresentam uma redução dos ângulos de curvatura em direção à jusante permitindo o acúmulo de água e tornando lenta a sua dissipação. O uso de filtro passa-baixa tende a eliminar os artefatos existentes no mapa de perfil de convexidade além de diminuir a influência do efeito escada que ocorre em bases planialtimétricas oriundas de curvas de nível.

O mapa de aspecto expressa o ângulo entre a direção do fluxo e o norte geográfico. Os ângulos de orientação da vertente são azimutais, variando de 0° até 360° partindo do sentido horário. Superfícies de declividade de 0% apresentam valor -1 devido à ausência de orientação de vertente. A imagem mostra tonalidades de cinza que varia do preto perto de valores de 0° a 360° próximos a cor branca. Como o 0 e 360° apresentam cores opostas é possível diferenciar quando a vertente está quase ao norte no sentido noroeste ou nordeste.

O fluxo acumulado foi calculado utilizando o algoritmo multiple flow (QUINN et al., 1991). Com o propósito de realçar o percurso da água sobre o terreno a imagem foi submetida ao cálculo do logaritmo na base 10. Os valores baixos desse atributo correspondem geralmente às áreas de interflúvios, enquanto que os altos fluxos se concentram nas redes de drenagem. Normalmente quando os valores são médios e altos dentro de um padrão dispersivo correspondem a ambientes úmidos.

5.2.2 Realce digital dos parâmetros morfométricos por meio de composição colorida.

A técnica de composição colorida foi utilizada com o propósito de realçar os padrões morfométricos. Neste procedimento geram-se imagens coloridas pela combinação de três imagens de atributo de terreno com as três cores primárias: vermelho, verde e azul (RGB) (HERMUCHE ET AL, 2002). As composições

coloridas constituem uma ótima ferramenta para análise visual, contribuindo para realçar as unidades (CÁRDENAS, 1999).

5.2.3 Árvore de decisão

O método adotado para a classificação dos atributos do terreno foi à Árvore de Decisão. O método de árvore de decisão permite classificar considerando uma regra hierárquica e binária de partição dos valores digitais de suas bandas. Uma árvore é composta pelas seguintes unidades: (a) um nó raiz formado a partir de todos os dados, (b) um conjunto hierárquico de nós internos denominados partições (“Split”) responsáveis pela tomada de decisão, utilizando teste lógico, que define o próximo nó descendente ou filho, e (c) nós terminais chamados de folhas (“leaves”) caracterizados por não possuírem nó descendente (Breiman, 1984, Latorre et al., 2007; ZIGHED, 2000). A árvore de decisão binária divide cada nó intermediário em dois nós descendentes: o nó esquerdo (quando os dados satisfazem o teste lógico) e o nó direito (quando não satisfazem) (Breiman, 1984, Latorre et al., 2007). No presente trabalho a divisão em cada nó interno de cada árvore é definida pelo usuário considerando o conhecimento da área de estudo. A árvore de decisão foi utilizada para delimitar as unidades de relevo em dois níveis hierárquicos considerando o MDT, declividade e convexidade em perfil.

5.3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.3.1 MDT e Atributos de Terreno

O MDT do retângulo envolvente apresenta uma altitude inferior de 825 metros e o ponto mais elevado corresponde a 1316 metros com amplitude altimétrica de 491 metros.

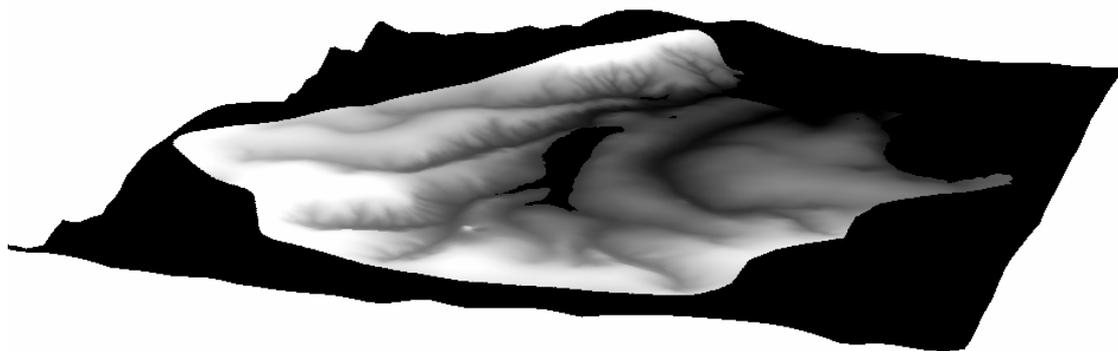


Figura 14 Visualização tridimensional do MDT do PNB com exagero de 5 vezes

O mapa de declividade apresenta um predomínio de áreas aplainadas com pequenos gradientes (Figura 34 b). As regiões mais íngremes estão representadas nas escarpas internas e externas da Chapada da Contagem, principalmente as situadas na APA de Cafuringa. No interior do PNB é observado um aumento da declividade próximo as nascentes dos principais cursos de água. O mapa de Aspecto, que demonstra a direção preferencial do fluxo de água, (Figura 34b). O mapa de fluxo acumulado salienta os interflúvios que apresentam valores próximos de zero (vermelho) enquanto que as áreas com drenagem apresentam fluxos elevados (azul) os solos hidromórficos apresentam formas dispersas próximo às áreas de drenagem onde se concentra o fluxo. (Figura 34c).

O atributo convexidade em perfil salienta as seguintes formas: côncavas, convexas e retilíneas. As formas côncavas possuem a parte mais elevada inclinada e nas porções mais baixas uma redução da inclinação. Nestes ambientes a superfície apresenta uma concentração hídrica e uma baixa capacidade escoamento das mesmas proporcionando na presença de ambientes hidromórficos. (Figura 35)

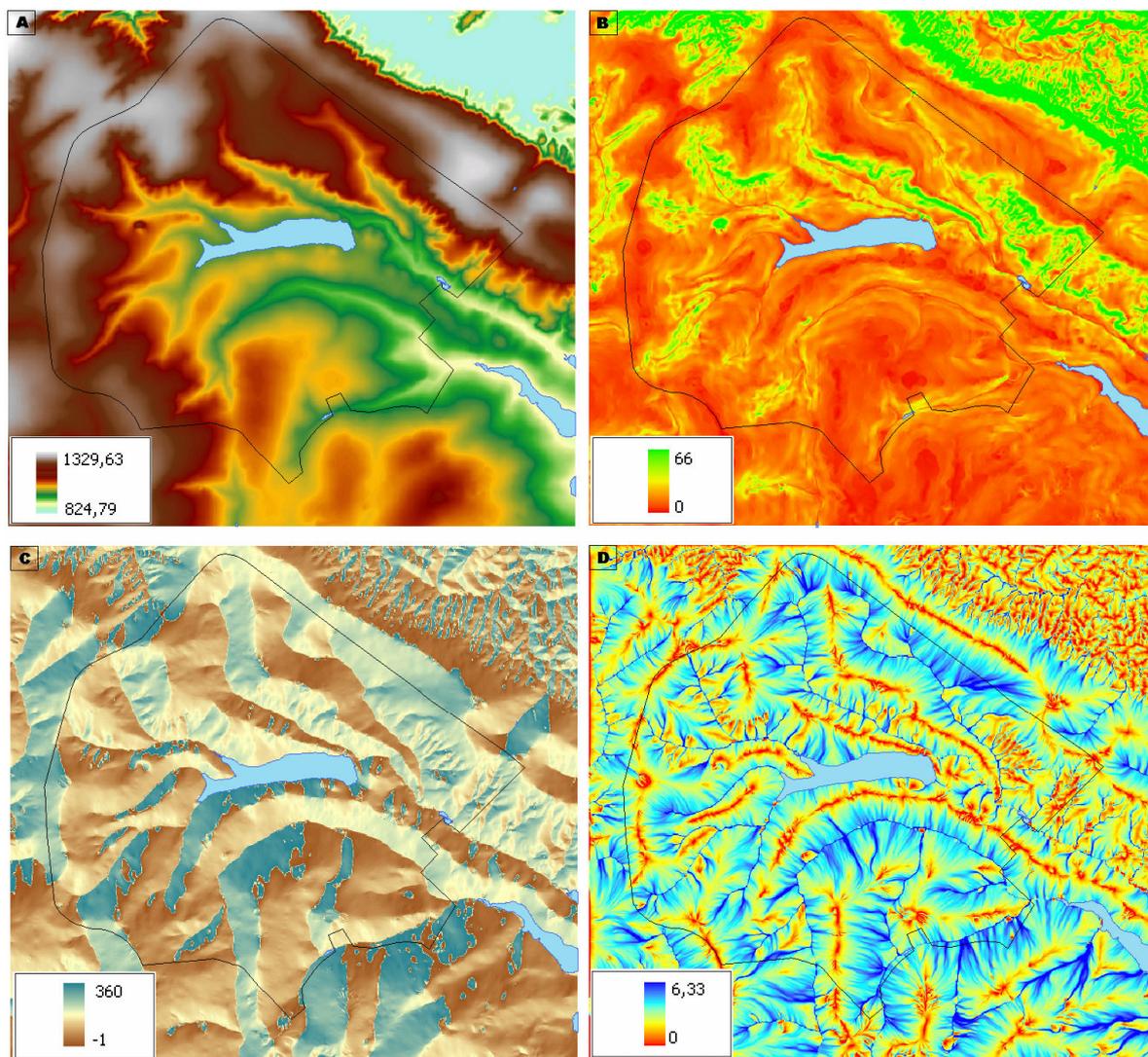


Figura 15 Mapas derivados da morfometria do retângulo envolvente do PNB: (A) MDT, (B) Declividade, (C) Aspecto e (D) Fluxo acumulado.

As superfícies retilíneas podem ocorrer tanto em ambientes planos quanto em rampas. Quando ocorre em locais planos, há um predomínio pedogenético e quando este declive é mais acentuado ocorre um equilíbrio entre a pedogênese e morfogênese. Desse modo, a forma retilínea tem como característica a presença de solos evoluídos.

Nas formas convexas os topos possuem baixa declividade enquanto que nas partes mais baixas ocorre um aumento. Nestes locais tem uma presença de solos rasos e o escoamento hídrico é mais rápido. O processo morfogenético é mais efetivo do que o pedogenético.

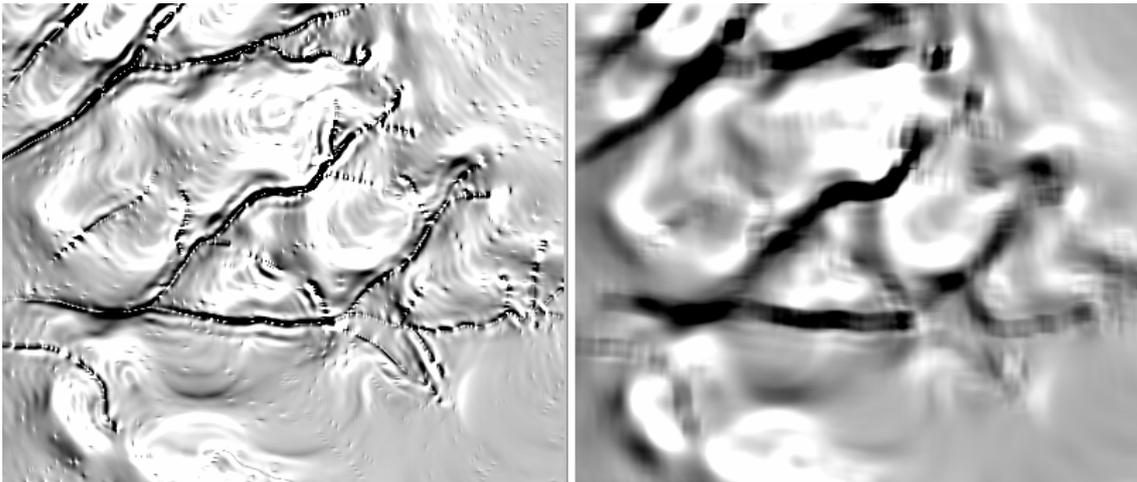


Figura 16 Comparação entre o mapa de convexidade em perfil sem filtragem (à esquerda) e o mesmo mapa com filtragem passa baixa com janela 13

5.3.2 Realce digital dos parâmetros morfométricos

A composição colorida dos atributos de terreno permitiu salientar as unidades geomorfológicas. As tonalidades vermelhas são as porções mais elevadas da imagem com baixo fluxo acumulado e relevos planos (topos da Chapada). Os tons em magenta apresentam fluxo intermediário em altas porções coincidindo com as rampas. As tonalidades com predomínio de azul representam as depressões próximas aos córregos e ribeirões onde se tem fluxo elevado e baixa declividade. As tonalidades pretas que se localizam fora dos limites do PNB estão nas porções baixas no ponto de vista altimétrico, com declividade e fluxo reduzido. As escarpas distinguiram-se por serem áreas de declive (verde e verde amarelada com tons de ciano). A cor ciano tem a presença de elevado fluxo hídrico nas escarpas.

Quanto ao aspecto, há uma visualização das vertentes com formas sombreadas quando estão orientadas em ângulos baixos e realçadas na coloração azul quando são orientadas para oeste e noroeste.

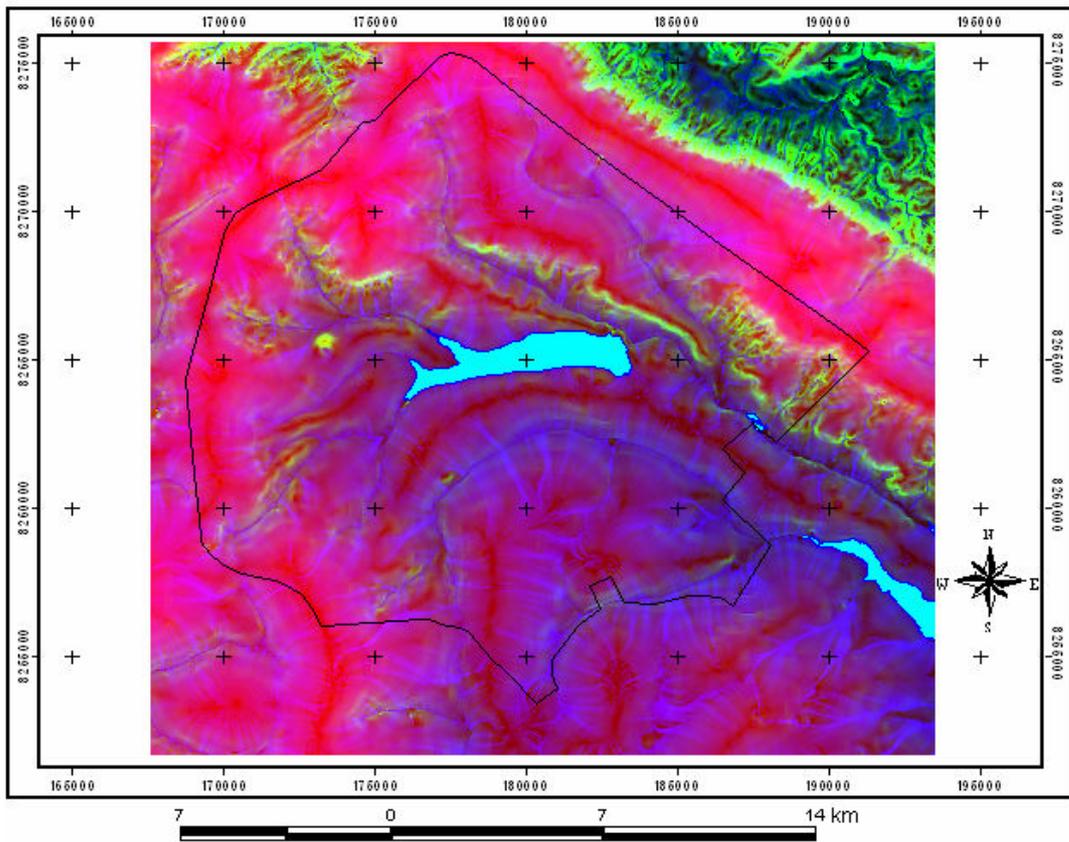


Figura 17 Imagem com realce digital por composição colorida do Parque Nacional de Brasília e arredores com a composição R (MDT), G (Declividade) e B (Fluxo acumulado).

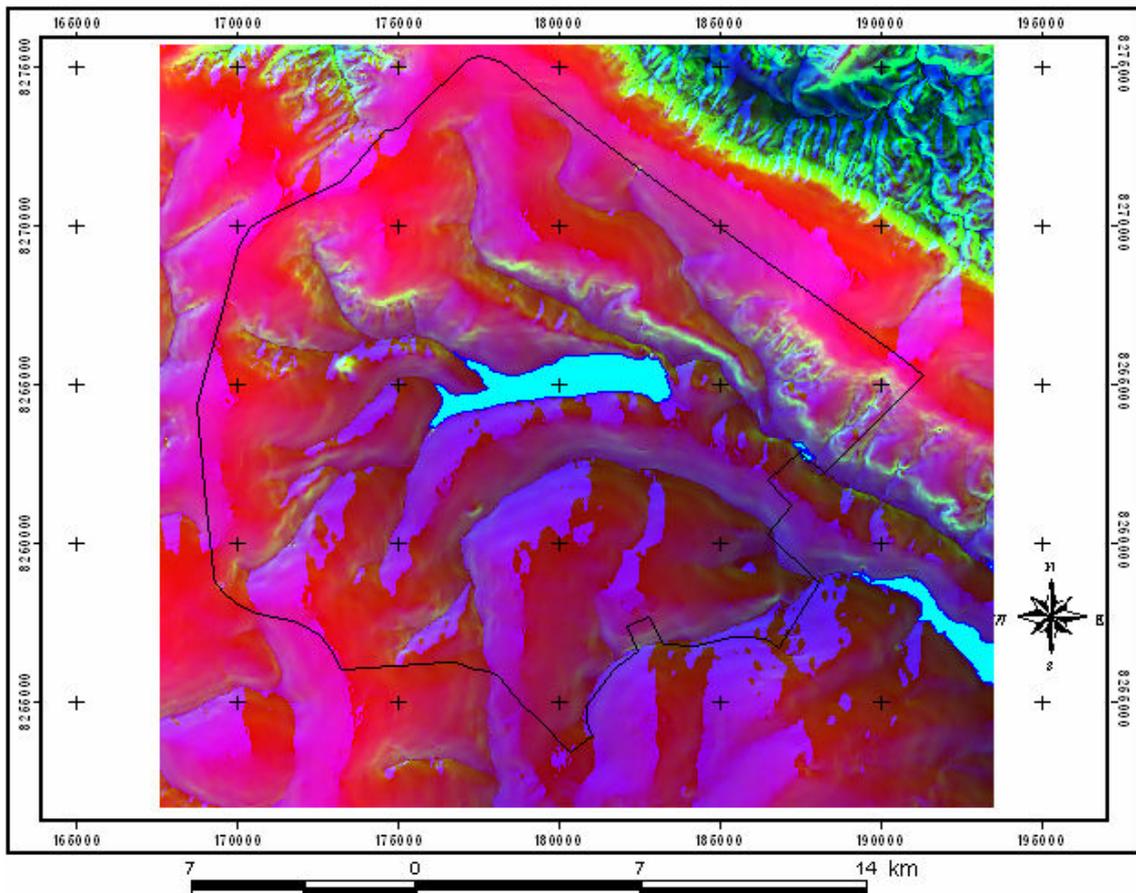


Figura 18 Imagem com realce digital por composição colorida do Parque Nacional de Brasília e arredores com a composição R (MDT), G (Declividade) e B (Aspecto)

5.3.3 Caracterização e critério de delimitação das unidades geomorfológicas

As unidades geomorfológicas do PNB foram subdivididas em dois níveis hierárquicos usando a classificação por árvore de decisão sobre os atributos morfométricos. As unidades delimitadas no primeiro nível hierárquico foram: Chapada, Depressão e Escarpa. Esta classificação não permitiu definir a unidade de rampa, que foi individualizada por interpretação visual. O segundo nível hierárquico foi adquirido por meio da diferenciação das superfícies côncava, retilínea e convexa.

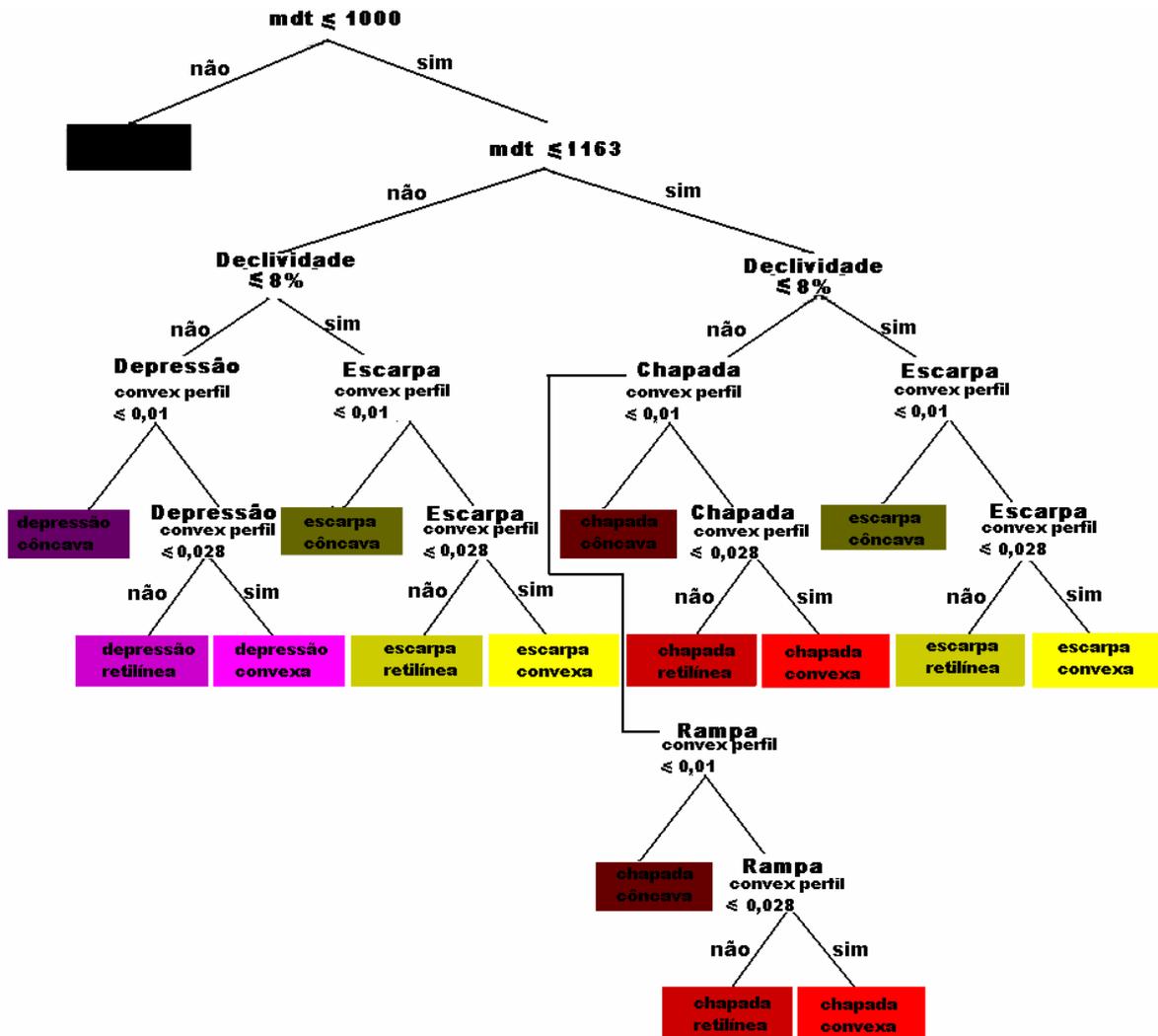


Figura 19 Estrutura da árvore de decisão para auxiliar na delimitação das unidades de relevo e formas das superfícies

O histograma de frequência do MDT auxiliou no estabelecimento de critérios para a árvore de decisão: (a) inferior que 1000 metros; corresponde à unidade de dissecação do vale do rio Maranhão (NOVAES PINTO, 1994) fora dos limites do PNB; (b) entre 1.000 e 1.163 metros; referente à unidade de depressão do Paranoá; e (c) acima de 1.163 metros; referente à unidade da Chapada da Contagem juntamente com as rampas. As escarpas ocorrem em todas as unidades diferenciando das demais por meio da declividade a partir de 8%.

A forma da superfície foi diferenciada em todas as unidades por meio do mapa derivado de convexidade em perfil. Os valores até -0,01 correspondem às formas côncavas. O intervalo entre -0,01 e 0,028 representa a forma retilínea e valores superiores as formas convexas.

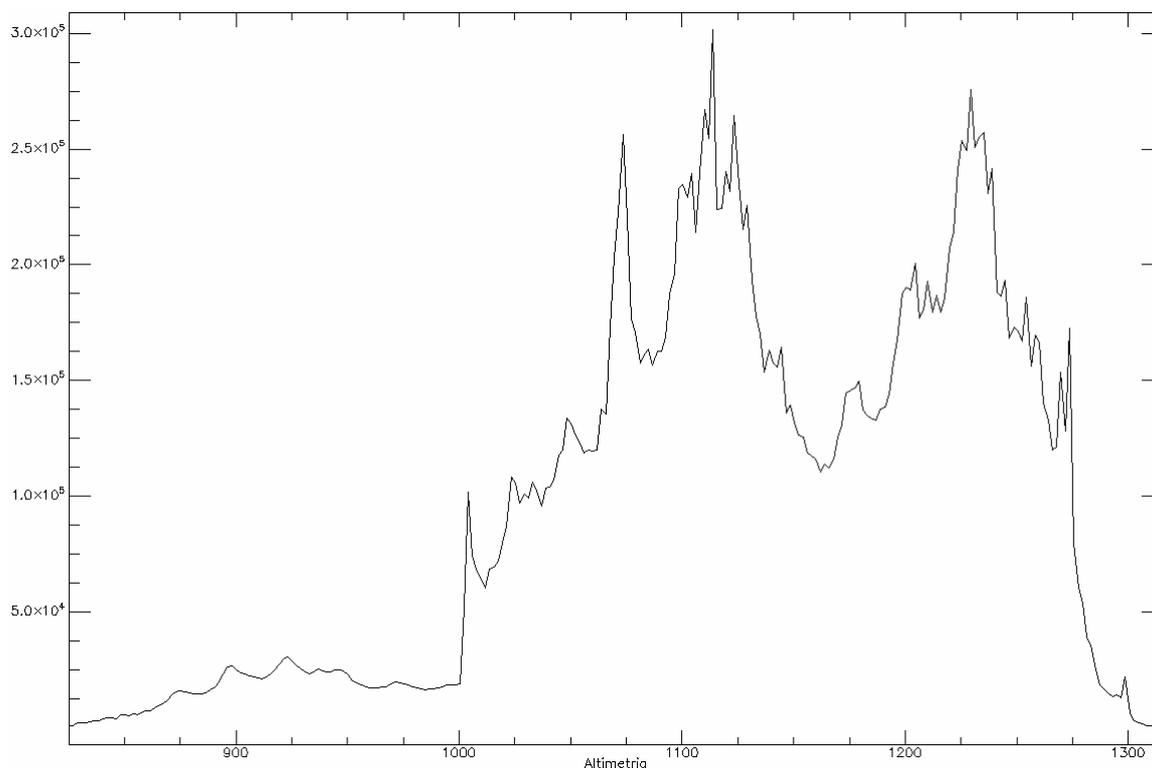


Figura 20 histograma de freqüência do MDT utilizado para delimitar as unidades geomorfológica do primeiro nível hierárquico do PNB.

Chapadas

A esculturação do relevo atual teve início durante o Cretáceo Superior, no qual após um aplainamento geral, todo o continente passou por um soerguimento que deu início ao ciclo denudacional. No terciário inferior, o clima árido foi responsável por uma pediplanização em todo o planalto central brasileiro, dando origem ao que King (1956) chamou de superfície Sul-Americana.

Dentro do Planalto Central, com exceção da Chapada dos Veadeiros, as chapadas correspondem às superfícies mais elevadas.

Regionalmente, o Parque Nacional de Brasília se encontra no interior de um domo assimétrico com dissecação intermediária provocada pelos afluentes do rio Paranoá. O domo é circundado por chapada de topografia plana e elevadas altitudes preservadas em suas bordas por rochas resistentes e couraças.

No interior do Parque Nacional foi possível identificar a chapada nas superfícies aplainadas com declividades inferiores a 8% e localizadas acima dos 1.200 metros de altitude. Sua superfície abrange os ambientes mais altos, com predomínio de topos aplainados e vertentes de forma retilínea com uma suave

tendência a convexa. É uma zona controlada por substratos resistentes de quartzitos ou couraças. Normalmente, ocorre o Latossolo Vermelho no topo da chapada, profundo e com a presença de Cerrado Sentido Restrito. Quando se aproxima das bordas há uma tendência de diminuir a profundidade dos solos.

Rampas

As rampas é uma subunidade derivada da chapada. Compreendem as superfícies localizadas entre as áreas de topo e da base com uma declividade suave menor que 8% e com baixa curvatura. Na área de estudo, as rampas ocorrem normalmente em altitudes maiores do que 1.163 metros. O limite entre as rampas e as chapadas é gradacional sendo definido por meio de fofointerpretação. O solo predominante é o Latossolo Vermelho-Amarelo e o Plintossolo. Nas áreas com Plintossolo nota-se a presença de murundus provenientes da oscilação do lençol freático entre as estações seca e úmida.

Escarpas

As escarpas são superfícies de limite brusco em relação aos ambientes vizinhos. Correspondem às zonas íngremes da unidade de conservação. Sua declividade é superior a 8% e a forma do relevo é bastante movimentada com predominância da forma convexa. Ocorre tanto nas zonas da borda da Chapada como isoladamente na depressão do Paranoá.

O Parque Nacional de Brasília possui uma escarpa correspondente a porção interna do domo limitando com a depressão. Existem dois principais degraus com grande declividade e estão vinculados aos afloramentos de quartzito. O degrau mais elevado localiza-se na borda da chapada da Contagem e está representado geologicamente pela unidade de Quartzito Superior (Freitas Silva & Campos, 2001).

No limite entre a escarpa e a depressão, há o segundo nível de quartzito representado pela unidade de Quartzito Inferior (Freitas-Silva & Campos, 2001).

Entre estes dois níveis de quartzito há uma superfície que corresponde ao Metarritmito.

Quanto à diversidade pedológica, há uma predominância de solos rasos como os Cambissolos e Neossolo Litólico. A textura vai depender do material de origem. Mais próximo dos quartzitos ocorre solos de textura arenosa e média e nas unidades de metarritmito há intercalação de texturas argilosas e média.

Depressão do Paranoá

A depressão do Paranoá localiza sobre uma superfície de baixa densidade de drenagem. A depressão possui tanto solo aloctone proveniente da chapada como “in situ” sobre as Ardósias.

Ocorre localmente lente de quartzito como na margem esquerda do ribeirão Bananal, na proximidade da granja do Torto e no interflúvio entre ribeirão Bananal e a represa de Santa Maria. Geralmente ao longo das vertentes é possível definir transições do topo para base de Latossolo Vermelho, Latossolo Vermelho-Amarelo, Plintossolo e Gleissolo.

A distribuição dos atributos de terreno e a vegetação auxiliam na caracterização de padrões pedológicos.

Tabela 3 hierarquia dos mapas de relevo em função da morfometria. Nota-se que o quarto nível apresenta os códigos da vegetação com o terceiro nível

Primeiro nível	Segundo nível	Terceiro nível	Quarto nível
Chapada (A)	A-I (chapada convexa)	A-I-1 chapada convexa seca	A-I-1-03; A-I-1-08; A-I-1-12; A-I-1-16
		A-I-2 chapada convexa úmida	A-I-2-06
	A-II (chapada retilínea)	A-II-1 chapada retilínea seca	A-II-03; A-II-08; A-II-12; A-II-16
		A-II-2 chapada retilínea úmida	A-II-01; A-II-06
	A-III (chapada côncava)	A-III-1 chapada côncava seca	A-III-03, A-III-08, A-III-16
		A-III-2 chapada côncava úmida	A-III-01, A-III-06
Rampa (B)	B-I (rampa Convexa)	B-I-1 rampa convexa seca	B-I-1-03, B-I-1-04, B-I-1-05, B-I-1-08, B-I-1-12
		B-I-2 rampa convexa úmida	B-I-2-01, B-I-2-06, B-I-2-07, B-I-2-11
	B-II (rampa retilínea)	B-II-1 rampa retilínea seca	B-II-1-03, B-II-1-04, B-II-1-05, B-II-1-08, B-II-1-12, B-II-1-17
		B-II-2 rampa retilínea úmida	B-II-2-01, B-II-2-06, B-II-2-07, B-II-2-09, B-II-2-11
	B-III (rampa Côncava)	B-III-1 rampa côncava seca	B-III-1-02, B-III-1-03, B-III-1-04, B-III-1-05, B-III-1-08, B-III-1-10, B-III-1-12, B-III-1-15, B-III-1-17
		B-III-2 rampa côncava úmida	B-III-2-01, B-III-2-06, B-III-2-07, B-III-2-09, B-III-2-11
Depressão (C)	C-I (depressão Convexa)	C-I-1 depressão convexa seca	C-I-1-02, C-I-1-03, C-I-1-04, C-I-1-05, C-I-1-08, C-I-1-10, C-I-1-12, C-I-1-14, C-I-1-15, C-I-1-17, C-I-1-19
		C-I-2 depressão convexa úmida	C-I-2-01, C-I-2-06, C-I-2-07, C-I-2-09, C-I-2-11
	C-II (depressão retilínea)	C-II-1 depressão retilínea seca	C-II-1-02, C-II-1-03, C-II-1-04, C-II-1-05, C-II-1-08, C-II-1-10, C-II-1-12, C-II-1-14, C-II-1-15, C-II-1-17, C-II-1-19

		C-II-2 depressão retilínea úmida	C-II-2-01, C-II-2-06, C-II-2-07, C-II-2-09, C-II-2-11, C-II-2-13, C-II-2-18
	C-III (depressão côncava)	C-III-1 depressão côncava seca	C-III-1-02, C-III-1-03, C-III-1-04, C-III-1-05, C-III-1-08, C-III-1-10, C-III-1-12, C-III-1-14, C-III-1-17, C-III-1-19
		C-III-2 depressão côncava úmida	C-III-2-01, C-III-2-06, C-III-2-07, C-III-2-09, C-III-2-11, C-III-2-13
Escarpa (D)	D-I (escarpa convexa)	D-I-1 escarpa convexa seca	D-I-1-02, D-I-1-03, D-I-1-04, D-I-1-05, D-I-1-08, D-I-1-10, D-I-1-12, D-I-1-15, D-I-1-16, D-I-1-17, D-I-1-19
		D-I-2 escarpa convexa úmida	D-I-2-01, D-I-2-06, D-I-2-07, D-I-2-09, D-I-2-11
	D-II (escarpa retilínea)	D-II-1 escarpa retilínea seca	D-II-1-02, D-II-1-03, D-II-1-04, D-II-1-05, D-II-1-08, D-II-1-10, D-II-1-12, D-II-1-15, D-II-1-16, D-II-1-17, D-II-1-19
		D-II-2 escarpa retilínea úmida	D-II-2-01, D-II-2-06, D-II-2-07, D-II-2-09, D-II-2-11
	D-III (escarpa côncava)	D-III-1 escarpa côncava seca	D-III-1-02, D-III-1-03, D-III-1-04, D-III-1-05, D-III-1-08, D-III-1-10, D-III-1-12, D-III-1-15, D-III-1-17, D-III-1-19
		D-III-2 escarpa côncava úmida	D-III-2-01, D-III-2-06, D-III-2-07, D-III-2-09, D-III-2-11

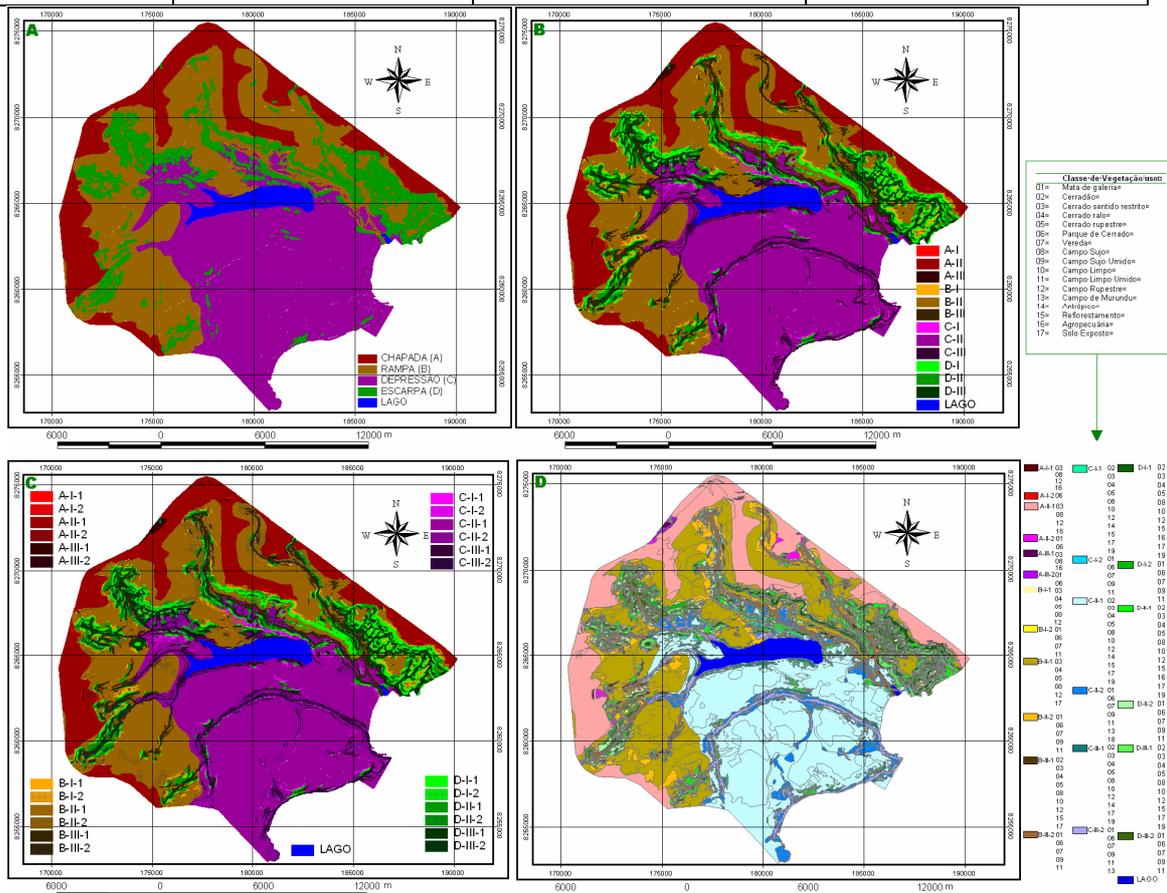


Figura 21 Mapa da compartimentação dos quatro níveis de hierárquica dos atributos morfométricos e da vegetação do PNB: A= nível 1 que corresponde à unidade de relevo; B= nível 2 que é a adição da unidade da convexidade em perfil sobre o nível 1; C= nível 3 que é o cruzamento com os fitoambientes e (D) nível 4 correspondente ao acréscimo da vegetação.

CAPÍTULO 6

ANÁLISE ESTATÍSTICA DA MORFOMETRIA ATRIBUÍDOS AO MAPA DE REFERÊNCIA E DE VEGETAÇÃO DISTRIBUÍDOS SOBRE AS UNIDADES DE RELEVO

6.1 INTRODUÇÃO

A utilização de parâmetros morfométricos e do processamento digital de imagens fornece uma base ampla para a comparação dos fatores passíveis de mensuração quantitativa, mesmo em paisagens qualitativamente diferentes. Isso permite ainda a adaptação de métodos a partir da análise da superfície geomorfológica (EVANS, 1972)

A estatística é uma forma importante de se compreender variáveis numéricas presentes nos atributos do terreno. Com isso, é possível conhecer as características de delimitação, de disposição, predomínio e agrupamento dos dados, além de possibilitar a análise dos dados de referência para que se tenha fundamento na confecção de um novo mapa de solos.

A fragmentação da paisagem por meio do uso dos indicadores quantitativos, permite o planejamento espacial e constitui-se num meio eficaz para a compreensão dos fenômenos relativos ao uso do solo (Hidding et al., 2002).

Estudos envolvendo a estatística nos atributos morfométricos serviram de base para a delimitação de unidades morfométricas em diversos trabalhos. Panquestor *et al*, 2002; Arcoverde *et al.* (2005), Leal *et al.* (2003); Hermuche *et al.* (2003); Mühlethaler *et al.*, (2005) acrescentaram a análise da declividade para a observação e conseguiram delimitar as unidades pedológicas em ambientes diferentes.

O presente capítulo tem como objetivo a obtenção informações numéricas dos atributos de terreno sobre mapas de referencias para auxílio na confecção do mapa final de solos.

6.2 METODOLOGIA

A confecção das variáveis estatísticas dos atributos do terreno ou morfométrica foi realizada por meio da delimitação de máscaras dos temas referentes às unidades de mapeamento contido nos mapas de referência.

Os mapas de referências utilizados para a análise foram o mapa de solos na escala de 1:100.000 (Embrapa, 1978 e 2004); o mapa de vegetação e fitoambiente interpretado sobre a imagem SPOT do ano de 2003.

O mapa de vegetação foi analisado com base na diversidade das fitofisionomias e classes de uso da unidade de conservação sobre os atributos morfométricos. Foram analisados também os ambientes de vegetação seca e úmida com o intuito de se separar solos de ambientes de oxidação dos localizados em ambiente reduzido com impedimento de drenagem localizados em zonas deprimidas. Em alguns casos a unidade de ambiente úmido pode ocorrer solos não hidromórficos dependendo do contexto de paisagem.

Quanto ao mapa de solos de referência, foi feita uma análise em relação à área total do quadrante do MDT e mapas derivados e também as mesmas classes separadas por unidades de relevo. Esta abordagem possibilita visualizar a variabilidade pedológica dentro dos limites das diversas unidades geomorfológicas do Parque Nacional de Brasília.

Estas abordagens foram confeccionadas com base nos dados contidos nos histogramas de frequência vinculados aos atributos do terreno da hipsometria que estão contidos no eixo Z da imagem morfométrica e seus mapas derivados (declividade, aspecto, convexidade em perfil e fluxo acumulado).

Foi também analisado dados de mínima, máxima, moda, média e desvio padrão, além da utilização dos dados de soma e subtração do desvio padrão em relação a média com a finalidade de se refinar a variabilidade dos dados retirando as extremidades.

6.3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A análise da morfometria fez com que fosse possível conhecer a distribuição numérica dos dados para facilitar a correlação quantitativa dos dados. Os valores de máximo e mínimo geralmente estão em um contexto de ocorrência de baixa probabilidade dos dados ou também em áreas pequenas onde há uma diminuição da importância aparente do dado. Desse modo, a utilização da soma e do desvio

padrão sobre a média fez com que os dados morfométricos se organizassem de forma mais concentrada extraindo possíveis valores duvidosos. A análise da média e da moda comparado entre os dados faz com que se possa caracterizar um determinado espaço como: seco, úmido, elevado, baixo, plano ou inclinado dependendo do atributo de terreno analisado.

A área de ocorrência do dado pode influenciar na distribuição da frequência e pode em alguns casos mascarar a realidade tornando-se uma limitação para a análise. Por exemplo, em um topo de chapada onde se têm superfícies próximas ao valor máximo da altimetria geralmente possui uma área de ocorrência menor do que um contexto imediatamente inferior, pois a área de ocorrência é absolutamente menor.

6.3.1 Análise estatística dos parâmetros morfométricos das fitofisionomias

Mata de galeria

A Mata de Galeria situa-se ao longo dos cursos de água da unidade de conservação. A distribuição altimétrica abrange desde as porções mais deprimidas dos ribeirões Bananal e do Torto até altitudes elevadas sempre estão vinculadas aos cursos de água e seus tributários atingindo a altitude máxima de 1268 metros.

A estatística permitiu observar que grande parte dos cursos de água ocorre em altitudes inferiores a 1.200 metros. Nas porções mais elevadas apresentam muito baixa densidade de drenagem devido à ausência do entalhamento de talwegues no topo da chapada.

Quando se atinge a altitude de 1.200 metros há uma diminuição da frequência da Mata de Galeria. Isso se dá porque na Chapada ocorre uma superfície sem processo de denudação sendo zona de influxo hídrico principalmente nos ambientes onde ocorrem solos profundos como os Latossolos.

Quanto à declividade, a Mata de Galeria apresenta uma grande amplitude devido a alguns cursos de água e ravinas localizarem nas escarpas onde se pode chegar a 56,40% de declividade.

Nos relevos onde mais planos há uma tendência de ocorrer Mata de Galeria inundável com presença de *Buritis Mauritia flexuosa*. As redes hidrográficas nestes contextos apresentam linhas de drenagens indefinidas devido à porção de relevos

planos normalmente em ambientes de forma côncavas onde há ocorrência dos Gleissolos.

O fluxo acumulado na Mata de Galeria varia de zero a 6,34. Os valores próximos a zero estão concentrados nas bordas da Mata de Galeria e também nos ambientes não-hidromórficos formadores da Mata de Galeria não-inundável. Os valores de 6,34 representam os fluxos hídricos mais elevados correspondentes das redes de drenagens permanentes. Os fluxos elevados podem representar drenagens temporárias e, muitas vezes, chega-se a efêmeros (drenagem de escoamento apenas pluvial). Estudando a concentração da ocorrência dos fluxos de acumulação de água por meio da média e o desvio padrão, mostra-se uma variação entre 1,60 e 3,19 mostrando uma relação com os diversos tipos de solos como os Cambissolos e Latossolos em fluxos mais baixos e os Gleissolos nos fluxos mais elevados.

O aspecto mostra que a Mata de Galeria apresenta orientação das vertentes em todas as direções inclusive sem nenhuma orientação. Isso se dá quando a declividade do terreno é nula e numericamente no mapa está representado por valor um negativo (-1). Geralmente, está associado ao relevo plano e quando associado a uma forma côncava há uma menor velocidade de escoamento hídrico provocando a ocorrência de solos hidromórficos e consequentemente em Mata de Galeria inundável. O histograma de freqüência (Figura 41 D) mostra a distribuição de ocorrência da declividade das vertentes onde se situam a mata de Galeria.

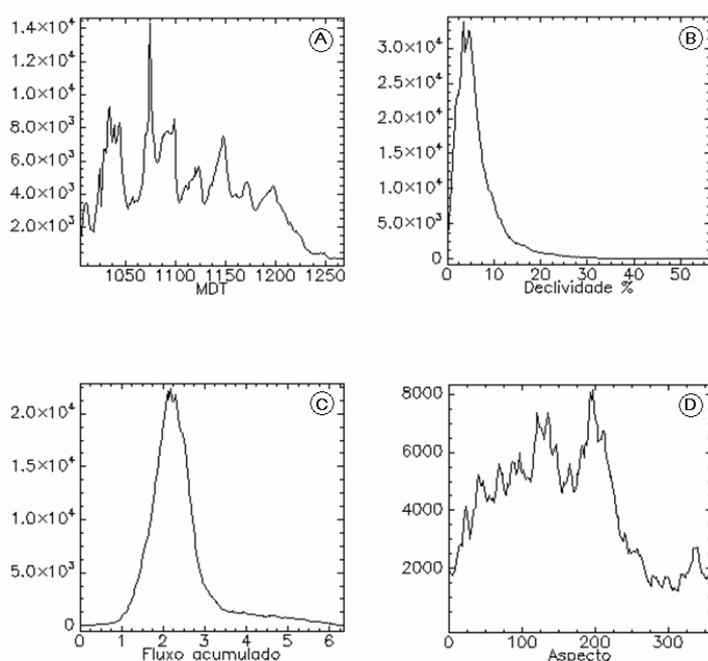


Figura 22 Histograma de freqüência das Matas de Galeria do Parque Nacional de Brasília

Cerradão

As formações florestais do Parque Nacional de Brasília com exceção da Mata de Galeria, já descrita, apresentam uma pequena superfície e está representada por Cerradão.

Ao analisar os números, nota-se que o Cerradão em unidade contínua está localizado sobre a unidade de depressão entre as altitudes de 1.018 e 1.091 metros.

O relevo é predominantemente plano e suave-ondulado com declividade média de 3,21% e varia de 0,83 e 15,82% (Tabela 5). Este tipo de relevo é predominante de solos profundos e muito profundos como os Latossolos. Nas declividades maiores onde se têm o Cerradão se dão em solos de profundidade menor como os Cambissolos.

O fluxo acumulado possui valores que variam de 0,76 e 3,82 com média de 2,01. A concentração se dá entre 1,71 e 2,31 (Tabela 6). Este dado mostra que o Cerradão está em um ambiente não hidromórfico sem influência de cursos de água e nem do lençol freático.

O mapa não mostrou relevo totalmente plano devido o predomínio do Cerradão se situar ao longo de uma vertente suave em direção ao ribeirão Bananal em sua margem direita e em seu curso médio inferior. Como consequência, a média angular da orientação de vertente do Cerradão é de 78° confirmando este predomínio de orientação para nordeste. Isso pode ser observado porque o ribeirão Bananal possui, localmente, uma forma de arco no sentido horário orientando-se de oeste para Leste e regionalmente se situa sobre um dos cursos de água de padrão anelar que compõe o Lago Paranoá.

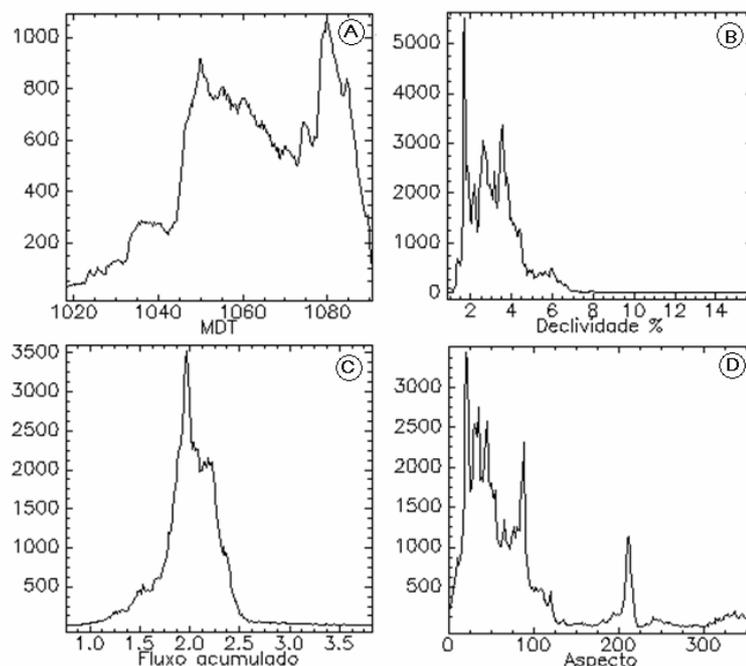


Figura 23 Histograma de Frequência do Cerradão no Parque Nacional de Brasília

Cerrado Sentido Restrito

O Cerrado Sentido Restrito localiza-se nas paisagens não hidromórficas que são as mais típicas da Unidade de Conservação. Situa-se de forma ampla entre as altitudes de 1.027 metros e 1.290 metros.

Seu predomínio pode ser observado em dois compartimentos altimétricos diferenciados. Entre 1.027 metros e 1.144 metros e o segundo acima de 1.200 metros.

Isso dá porque o Cerrado Sentido Restrito localiza-se predominantemente sobre os compartimentos de chapada e depressão. Contudo, no intervalo altimétrico de 1.144 e 1.200 há os compartimentos de rampa e escarpa.

A rampa possui Cerrado Sentido Restrito nos lugares onde ocorrem solos profundos como os Latossolos, mas divide importância com outras fitofisionomias importantes como o Parque de Cerrado devido o aumento do teor de umidade do solo e Cerrado Ralo onde há uma transição entre as duas fitofisionomias.

Já nas escarpas dominam as formações campestres sobre solos rasos como os Neossolos Litólicos e os Cambissolos.

Na unidade de Chapada predomina o Cerrado Sentido Restrito. Porém a densidade de cobertura arbórea é variável podendo ser muito densa até mais espaçada. Próximo das bordas ocorre formações campestres devido à presença de solos mais rasos.

Na depressão, o Cerrado Sentido Restrito geralmente está associado a solos profundos a muito profundos e com alta capacidade de drenagem como o Latossolo Vermelho.

Assim, nota-se que o Cerrado Sentido Restrito se dá em relevos plano e suave-ondulado sobre superfícies de solos profundos da Unidade de Depressão, nas Rampas e na Chapada da Contagem. A declividade do Cerrado Sentido Restrito raramente ultrapassa 5,50%. Esta declividade é predominantemente de solos profundos.

A alta capacidade de infiltração dos solos que ocorre no Cerrado Sentido Restrito mostra que o fluxo acumulado é baixo. Numa escala que totaliza 6,03 o valor máximo. O Cerrado Sentido Restrito apresenta fluxo acumulado máximo de 2,41. Portanto é uma fitofisionomia de ambiente com baixo teor de umidade e zona de influxo hídrico.

O aspecto mostra ausência de ambientes de relevo totalmente plano e os ângulos azimutais vão de zero a 360°. A média da orientação é voltada para sudeste com ângulo azimutal de 154°. A concentração se dá entre 57° e 250° e a moda corresponde a vertentes voltadas para 134°. Quando se analisa o aspecto, nota-se que há uma concentração da freqüência voltada para os ângulos mais baixos. Isso se dá porque nas porções ao sul do lago de Santa Maria predominam solos profundos como os Latossolos e ao norte há uma maior ocorrência de formações Campestres. No entanto, a chapada tem segue a forma circular orientada no sentido para o interior da unidade de conservação e o Cerrado Sentido Restrito a impera.

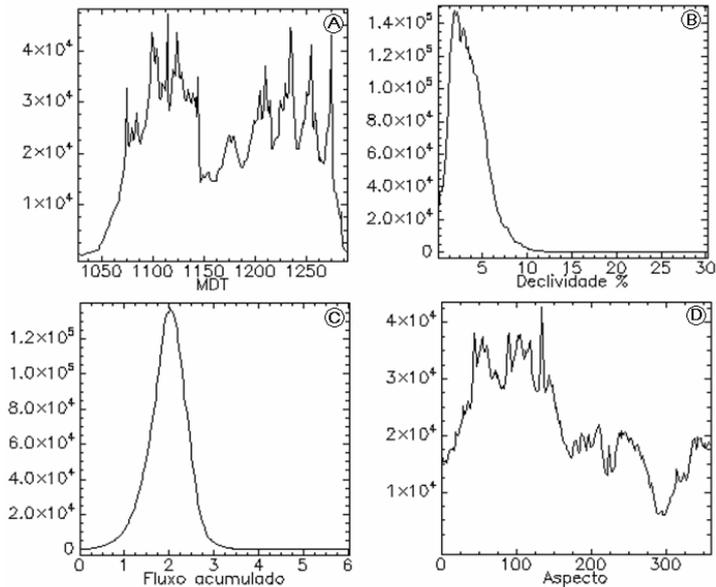


Figura 24 Histograma de Freqüência do Cerrado Sentido Restrito no Parque Nacional de Brasília

Cerrado Ralo

O Cerrado Ralo está sobre o intervalo de 1.008 a 1.205 metros de altitude. A localização ocorre na Unidade de Depressão preferencialmente podendo ocorrer também intercalada com o Cerrado Sentido Restrito tanto também na unidade de Chapada.

Nota-se a presença desta fitofisionomia vinculada a pontos relativamente mais baixos do que o Cerrado Típico. Geralmente estes ambientes se localizam no início de transição para ambientes úmidos, porém com drenagem dos solos superior aos ambientes de Plintossolo.

A morfometria apontou a localização do Cerrado Ralo em declividades que estão entre zero 6,02%. Assim, a freqüência mostra que os solos do Cerrado Ralo são de relevos plano e suave-ondulado com tendência de ocorrer a maior parte nos ambientes de relevo suave-ondulado. Estes ambientes são propícios de ocorrência dos Latossolo Vermelho-Amarelo promovendo transição com Cambissolos nos declives maiores.

O Cerrado Ralo pode ser observado em um ambiente topograficamente mais baixo em relação ao Cerrado Sentido Restrito. Como conseqüência, os solos do Cerrado Ralo apresentam um teor de umidade um pouco maior em relação aos solos de contexto de topo da vertente. O Latossolo Vermelho-Amarelo é um solo

típico deste ambiente. Conseqüentemente nota-se valores de fluxo acumulado maior em relação ao Cerrado Sentido Restrito. O fluxo acumulado varia de zero a 6,05 com média de 2,07. Quando se considera a média e o desvio padrão mostra-se a concentração do fluxo entre 1,66 e 2,48.(Tabela 6)

O aspecto se dá entre 0° e 360° com média de 165°. Contudo, pode variar entre 55° e 275° conforme o desvio padrão e a média. Quanto à moda, a orientação de vertente está voltada para 336°. A distribuição de vários picos mostra a descontinuidade de ocorrência do Cerrado Ralo mostrando que é uma fitofisionomia de menor predomínio em relação ao Cerrado Sentido Restrito, por exemplo.

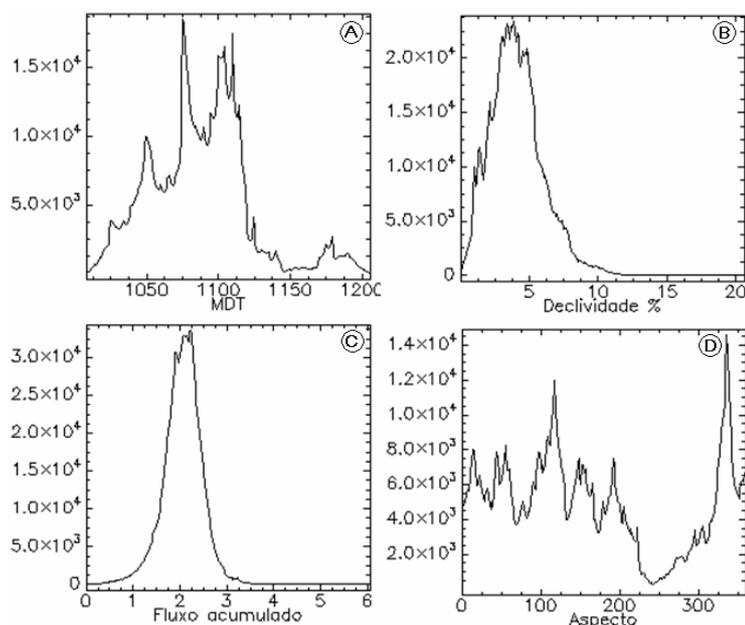


Figura 25 Histograma de Freqüência do Cerrado Ralo no Parque Nacional de Brasília

Cerrado Rupestre

O Cerrado Rupestre está localizado entre 1.048 e 1.177 metros sendo o valor de média da altimetria de 1.097 metros. A concentração varia de 1.071 e 1.122 metros conforme o desvio padrão. A moda se dá com um pico elevado de freqüência em torno de 1.100 metros.

Esta altitude corresponde aos contextos de borda da chapada limitando com a unidade de escarpa. Neste local, o Cerrado está intercalado com afloramentos de rocha predominantemente os quartzitos e estão sobre solos muito rasos (Neossolo Litólico).

O quartzito é uma rocha bastante resistente ao processo de intemperismo e o caminho em que ocorre o este processo é o desgaste de fendas, fissuras por ação

química. Esta rocha confina água em suas fissuras promovendo o desenvolvimento de árvores neste inóspito ambiente.

Quanto à declividade, o Cerrado Rupestre está vinculado aos ambientes de relevos mais movimentados acima de 8% com predomínio do relevo ondulado. A ocorrência de relevo plano e suave-ondulado se dá por feições locais do relevo que está vinculada às características locais dos solos. Os Cambissolos e os Neossolos Litólicos têm predominância por relevos mais íngremes, porém os topos podem ser planos com aumento do gradiente formando a convexidade do terreno. A estatística mostra que está sobre declividade de 0,49% e 45,28% ocupando em média declives de 14% (relevo ondulado). Concentra-se entre 6,43 e 21,57% (suave-ondulado e forte-ondulado) com a moda em 9,97% (ondulado).

De acordo com os dados analíticos da estatística o fluxo acumulado varia de 0,13 a 4,70 com média de 1,55. É uma média de baixa frequência como mostra o histograma (figura 45 C). Isso evidencia um aumento da velocidade da superfície de escoamento superficial que ocorre neste ambiente.

O aspecto do Cerrado Rupestre ocorre em todas as direções azimutais, quando se trata de mapa de aspecto. Contudo, quando se calcula a concentração do aspecto o Cerrado Rupestre está orientada entre 122° e 282°, ou seja, entre sudeste e noroeste coincidindo com as porções da borda da chapada da Contagem. Em média, o Cerrado Rupestre está voltado para vertentes orientadas para sudoeste (202°). O mesmo ocorrendo com a moda (224°).

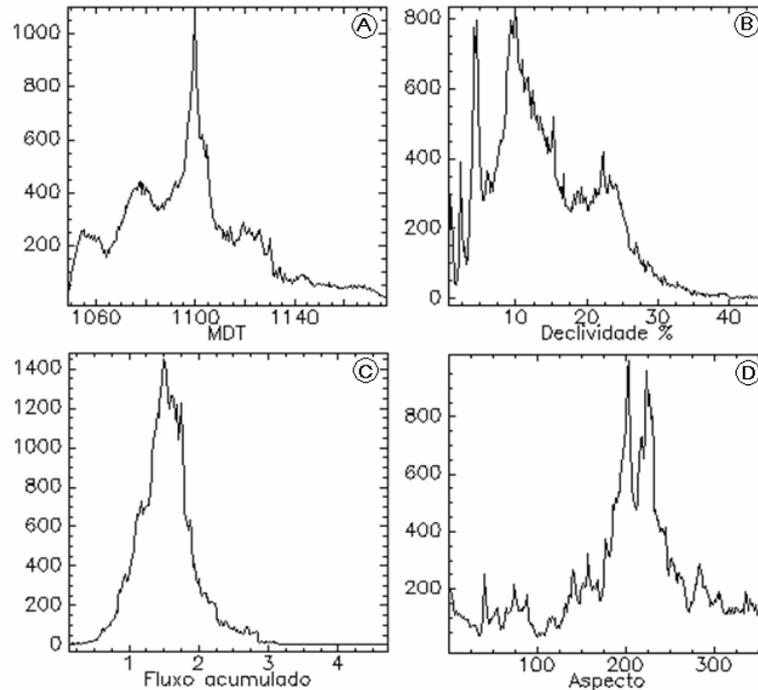


Figura 26 Histograma de Frequência do Cerrado Rupestre no Parque Nacional de Brasília

Campo Sujo

O Campo Sujo situa-se entre as altitudes mínimas de 1.025 metros e chegando até 1.278 metros de máxima e média de 1.157 metros.

O local onde se tem bastante ocorrência de Campo Sujo é na margem esquerda da represa de Santa Maria em direção ao córrego Três Barras. Há também Campo Sujo intercalado com formações savânicas.

A declividade é bastante variável, podendo ocorrer desde relevos planos até escarpados. Porém a concentração se dá entre 2,92% e 12,99% variando desde o relevo plano a ondulado. Esta declividade faz com que haja uma tendência de ocorrência dos solos de relevos movimentados sobre os Cambissolos, além da ocorrência do Latossolo Vermelho-Amarelo em relevos suave-ondulado.

O valor de fluxo acumulado está sobre a média de 1,81. Sua concentrando está entre 1,33 e 2,29. Nestes ambientes predomina solos que dão preferência ao escoamento superficial rápido e consequentemente a concentração da água nas porções mais frágeis em ravinas acelerando o processo de entalhamento do talvegue. Os fluxos mais altos ocorrem de redes de drenagem de diversos tipos predominando os cursos de água temporários e efêmeros.

O aspecto se dá em todas as direções. No entanto, a concentração se dá entre 82° e 270°. A média do aspecto é 176°, ou seja, está voltado para sudeste e a moda se dá com orientação da vertente voltada para 224°, ou sudoeste. O

histograma de freqüência mostra uma grande concentração de dados em vertentes voltadas para porções sul, ou seja, localizadas principalmente nas proximidades da represa de Santa Maria e nas escarpas localizadas ao norte do Parque Nacional de Brasília.

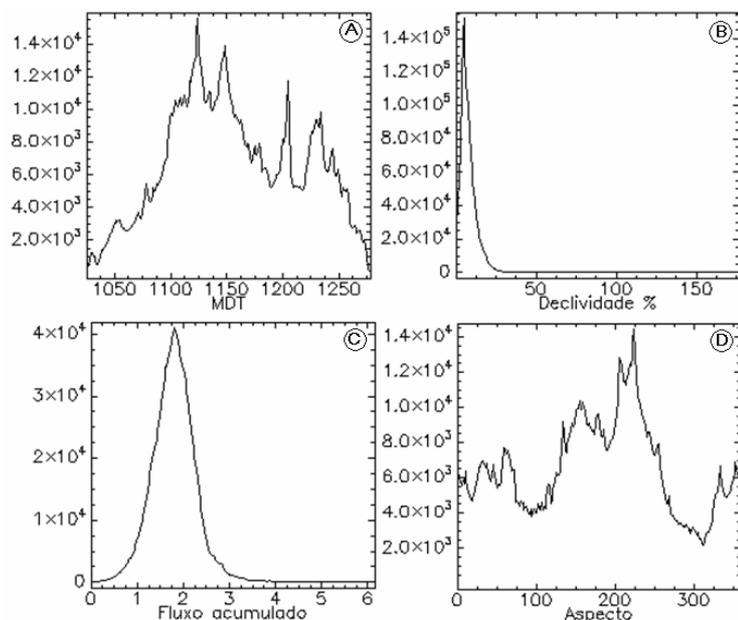


Figura 27 Histograma de Freqüência do Campo Sujo no Parque Nacional de Brasília

Campo Sujo Úmido

A altimetria do Campo Sujo Úmido apresenta uma variação ampla entre 1.029 e 1.075 metros. Sua ocorrência de forma concentrada varia de 1.037 e 1.051 metros. A moda está em 1.040 metros e a média ocorre a quatro metros acima. Comparando-se com o Campo Sujo estes valores mostram que esta fitofisionomia está situada em altitudes mais baixas.

Esta fitofisionomia se dá em ambientes mais baixos topograficamente em relação ao Campo Sujo e conseqüentemente o lençol freático está mais próximo do afloramento.

A declividade varia de 0,72% a 16,79% e a média é de 4,89% sendo superior à moda (4,12%). A concentração do Campo Sujo Úmido está no intervalo de 2,84% e 6,94%. Esta unidade pode ocorrer solos rasos quando o relevo está mais íngreme ou solos mais úmidos nas porções mais planas devido dependendo da velocidade do fluxo e da forma da superfície.

O fluxo acumulado do Campo Sujo Úmido ocorre entre 0,33 e 6,05 com média de 1,97. O fluxo acumulado se concentra nos valores de 1,56 e 2,38 com a moda

ocorrendo em 1,90. Esta fitofisionomia se comporta em uma transição de solos rasos para profundos e ao mesmo tempo de ambientes secos e úmidos.

O aspecto se distribui no gráfico de frequência com três picos de frequências distribuídas entre 37°, 43°, 174° e outro pico menos intenso em 238°. Entre 57° e 160° possui uma depressão com baixa frequência. E entre 273° e 345° não ocorre o Campo Sujo Úmido. Este comportamento se deu devido à pequena extensão territorial que esta fitofisionomia ocorre.

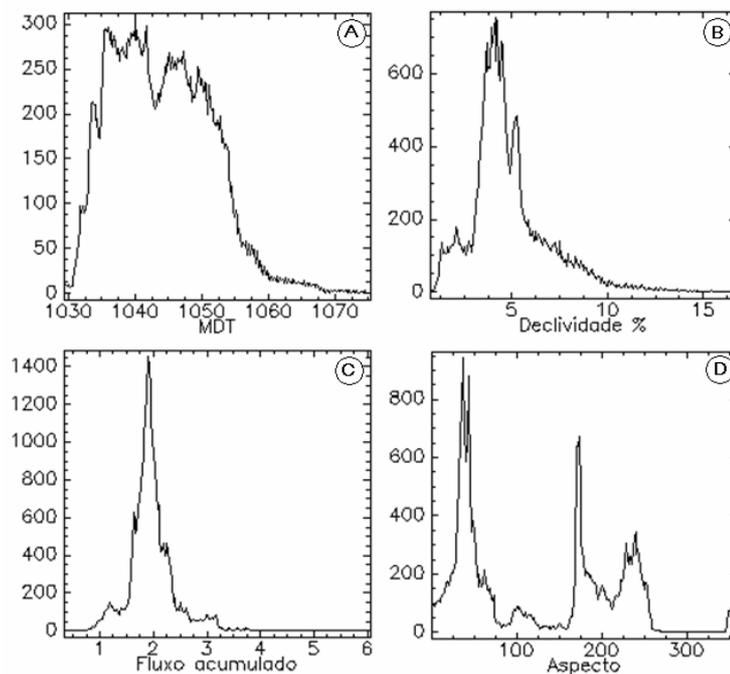


Figura 28 Histograma de Frequência do Campo Sujo Úmido no Parque Nacional de Brasília

Campo Limpo

O Campo Limpo situa-se entre 1.028 e 1.104 metros de altitude. A média da altitude está na cota de 1.069 metros. A moda altimétrica do Campo Limpo se dá em 1074 metros. A altimetria se comporta concentrada entre 1.052 e 1.085 metros conforme o desvio padrão sobre a média. A localização do Campo Limpo se dá em ambientes secos, localizados principalmente ao norte da represa de Santa Maria, nas escarpas e em intercalados com aos Cerrados.

Portanto o relevo de ocorrência varia de plano a forte-ondulado com predomínio de ocorrência em relevo suave-ondulado. Em números, a declividade varia de 0,02% até 20,52% com predomínio em 2,31 e 8,04% e média de 5,18% e moda em 4,84%. Esta variação de declividade mostra que o Campo Limpo ocorre em relevo mais movimentado onde o processo morfogenético predomina sobre o

desenvolvimento de solos. Desse modo, ocorre a presença de solos rasos como os Cambissolos.

No Campo Limpo, os solos não são hidromórficos, pois a média do fluxo acumulado é de 1,73 chegando-se a 4,69 nos maiores fluxos.

O aspecto do Campo Limpo se dá em todas as direções variando de 3° a 239°. A média é de 121° e a moda se dá em vertentes orientadas para 45°. Quando se analisa a moda, percebe-se que se encontra em vertentes que estão voltadas para nordeste. Como por exemplo, pode ser mencionado o Campo Limpo localizado na vertente do lado direito do córrego Três Barras.

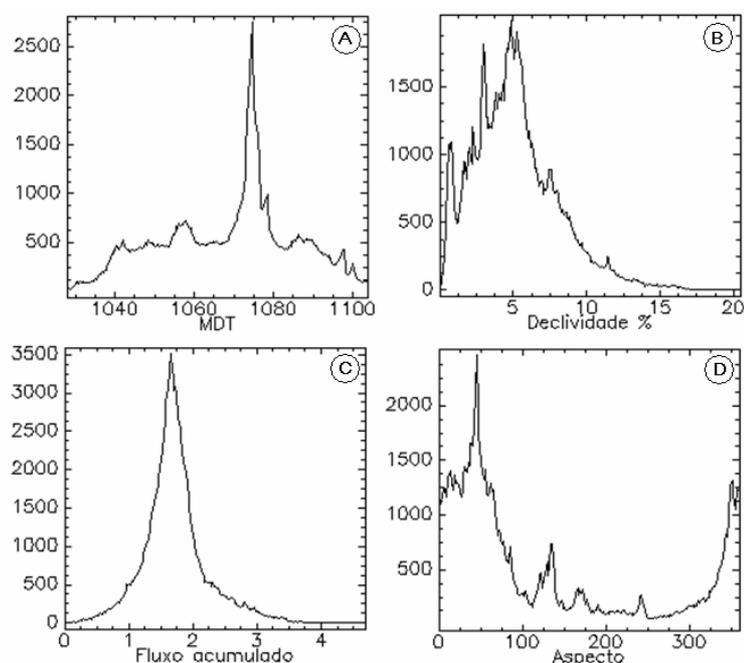


Figura 29 Histograma de Frequência do Campo Limpo no Parque Nacional de Brasília

Campo Limpo Úmido

O Campo Limpo Úmido diferencia do Campo Limpo por se localizar em topografia mais baixa e mais úmida. Os valores estão concentrados entre 1.079 e 1.134 metros. Em média, ocorre em 1.106 metros e a moda se dá em 1.115 metros.

A declividade média é de 6,77% a concentração ocorre entre 4,13% e 9,41%. O contexto de solos rasos influenciam as formações Campestres porém a baixa topografia em perfil faz com que haja afloramentos de água em alguns pontos e outros não ocorrem a presença de solos hidromórficos. Como é o caso dos Latossolos localizados em ambientes coluvionares que na escala de 1:100.000 era mapeado apenas por Latossolos.

O fluxo acumulado varia de 0,10 e 5,37 com média ocorrendo em 2,07 e concentrado entre 1,63 e 2,52. A assimetria do histograma de frequência (Figura 49 c) está associada à umidade dos solos presentes neste contexto e do fluxo hídrico do Campo Limpo Úmido.

Desse modo, ocorre sobre Latossolo Vermelho-Amarelo em relevo plano e suave-ondulado e Cambissolo com ocorrência de ravinas que faz com que haja alta frequência em alguns pontos e também a ocorrência de relevos mais acidentados.

O aspecto mostra duas concentrações de frequência com três principais ápices. As orientações em destaque estão voltadas principalmente para sul e sudoeste principalmente.

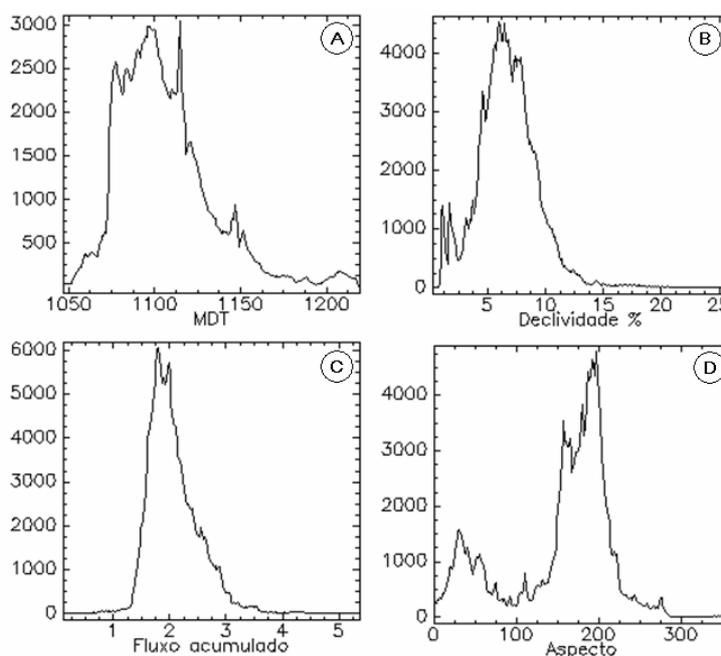


Figura 30 Histograma de Frequência do Campo Limpo Úmido no Parque Nacional de Brasília

Campo Rupestre

O Campo Rupestre se dá preferencialmente nas bordas e escarpas e nos interflúvios das bacias hidrográficas dos córregos Três Barras. Porém há também em outros lugares onde há Cambissolos. A altitude está entre 1.035 metros e 1.209 metros.

O Campo Rupestre se dá em declividades que variam de 0,04% e 48,86% ocorrendo em média em declividades de 12,20%. A declividade se concentra entre 5,55 e 18,86% com moda da frequência com declividade de 7,12%. Com isso, há

predomínio de solos rasos intercalados com afloramentos rochosos. O que diferencia do Cerrado Rupestre é a ausência de árvores sobre as fendas das rochas.

O fluxo acumulado varia de 0,00 a 6,06 com média de 1,72. Isso se dá porque nestes ambientes ocorrem ravinas, o que faz com que aumente os valores de fluxo acumulado, além dos Cambissolos e Neossolos Litólicos possui rápido escoamento superficial devido à baixa capacidade de infiltração proporcionando o entalhamento sobre as fissuras das rochas ou superfícies mais frágeis.

O aspecto ocorre de 0,00° a 360° com orientação da vertente média de 187° e a concentração se dá em 132° e 242°. A moda de ocorrência do aspecto do Campo Rupestre se dá em ângulo azimutal de 202°. Assim, nota-se que o Campo Rupestre está representado em superfícies preferencialmente voltadas para sudoeste e em alguns casos para sudeste devido à orientação da linha do quartzito que ocorre evidenciada no limite entre a chapada e a escarpa.

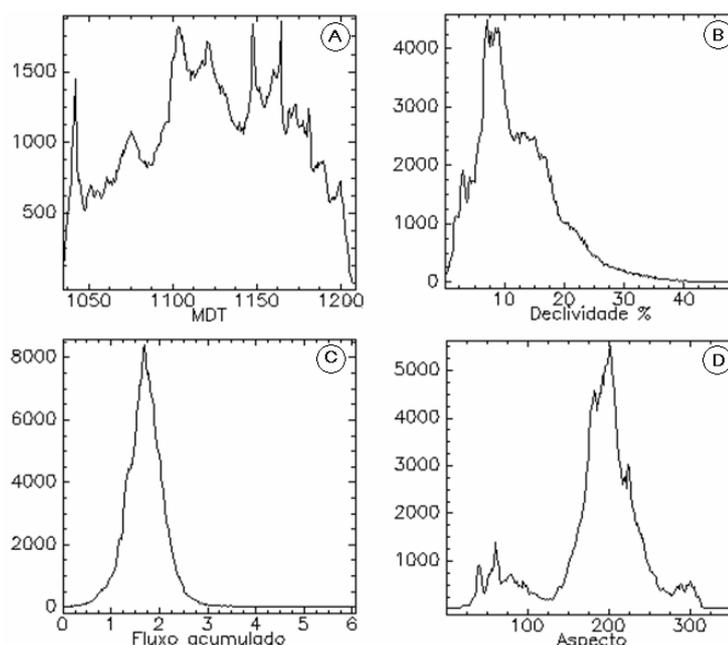


Figura 31 Histograma de Frequência do Campo Rupestre no Parque Nacional de Brasília

Campo de Murundu

Os Campos de murundus ocupam pequenas superfícies em relação à área total e se localiza entre as altitudes de 1.093 m e 1.111 metros.

Topograficamente estão localizadas sobre as porções mais baixas próximas as cabeceiras em forma de anfiteatros no qual a água vem em direção convergente para um ponto em comum. No Parque Nacional de Brasília há dois contextos de

Campo de Murundu. Um se localiza sobre a nascente do córrego Capão Comprido e o outro na nascente do córrego do Acampamento.

A declividade dos Campos de Murundu varia de 0,63% a 4,67%. Sua ocorrência na paisagem se dá sobre ambientes de transição de ambientes secos e úmidos de modo semelhante ao Parque de Cerrado, porém a ocorrência de murundus ocorre sobre vegetação rasteira o que o diferencia do Parque de Cerrado.

Percebe-se que a ocorrência dos Campos de Murundus em relação ao Parque de Cerrado se dá em ambientes mais planos mostrando uma tendência de acúmulo hídrico até mais intenso. O Parque de Cerrado se dá geralmente sobre ambientes de encostas com um declive maior onde há uma divergência de escoamento hídrico.

Os Campos de Murundus possuem valores de fluxo acumulado entre os intervalos de 1,28 e 4,84. Contudo, há uma tendência ao valor de máxima. Esta tendência é por ocorrer neste ambiente Plintossolo. Um solo que se dá em ambientes onde há oscilação do lençol freático devido à sazonalidade climática.

O aspecto mostra a distribuição mínima e máxima entre 0° e 360° com concentração entre 41° e 292°. Em média, as vertentes ocorrem orientadas a 166°. A moda ocorre em vertentes com orientação de 35°. Esta grande amplitude mesmo em dados concentrados se dá porque o Campo de Murundu se comporta como forma semicircular nas duas áreas principais desta unidade de mapeamento. Estas áreas correspondem às nascentes do córrego do Acampamento e do córrego Capão Comprido.

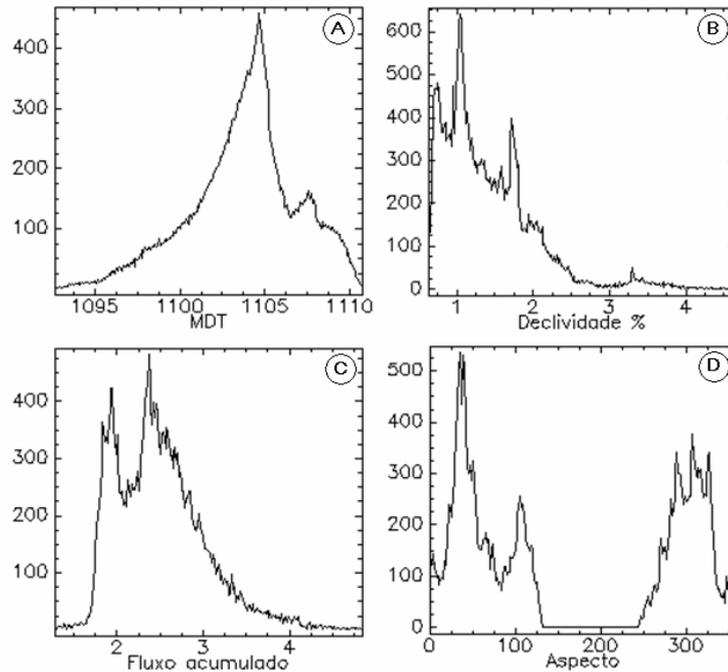


Figura 32 Histograma de Frequência do Campo de Murundu no Parque Nacional de Brasília

Parque de Cerrado

O parque de cerrado situa-se nas altitudes de 1.036 e 1.280 metros. A média do MDT se dá na altitude de 1.177 metros; a moda está em 1.200 metros e a concentração do Parque de Cerrado se dão entre 1.137 e 1.218 metros.

Na altitude de aproximadamente 1200 metros, ocorre a maior incidência de Parque de Cerrado no Parque Nacional de Brasília coincidindo com a proximidade de boa parte das rupturas da Chapada da Contagem delimitada por (NOVAES PINTO, 1994) e também por MARTINS (1998). Nas altitudes superiores a 1.200 metros ocorre uma grande diminuição da ocorrência do Parque de Cerrado dando lugar aos ambientes típicos do Cerrado como o Cerrado Sentido Restrito e as formações Campestres.

A declividade média é de 8,24% o que mostra valores próximos ao limite entre suave-ondulado e ondulado. De acordo com o desvio padrão e a média, o valor mínimo corresponde 4,08 e o máximo 12,40% de declividade e os maiores correspondem aos Cambissolos que bordejam esta unidade.

O ápice de ocorrência do Parque de Cerrado é atingido entre 6,38 e 7,82%. Esse é o predomínio da declividade do Parque de Cerrado. E este predomínio ocorre imediatamente abaixo das rupturas do relevo formando os Murundus. Nas imagens de satélites de alta resolução notam-se as marcas do escoamento de água formando um aspecto de solo deslocado pela água proporcionando a erosão

diferencial. As declividades maiores correspondem aos solos rasos intercalados na vertente como os Cambissolos.

O fluxo acumulado varia de zero a 5,66 com valor de média e de moda em 1,98. O fluxo varia de 1,56 e 2,41 conforme o desvio padrão sobre a média.

O gráfico de histograma de freqüência mostra que o Parque de Cerrado está em um valor intermediário. Os fluxos menores correspondem aos solos não hidromórficos e os mais elevados podem ser solos hidromórficos e os dos limites são as redes de drenagens fluviais.

O aspecto do Parque de Cerrado ocorre com valores que variam entre -1 e 360°. Em média, a orientação da vertente se dá a 148° e a moda 77°. A concentração do aspecto se dá entre 51° e 246°, ou seja, predomina do nordeste ao sudoeste no sentido horário.

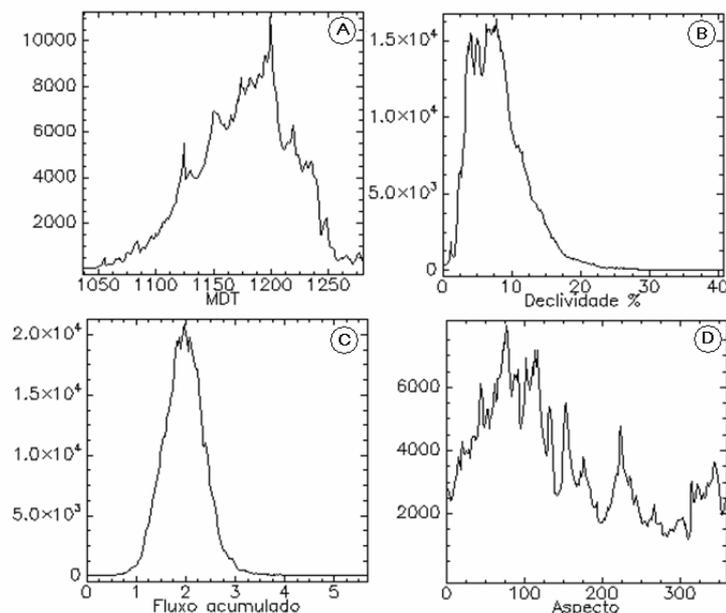


Figura 33 Histograma de Freqüência do Parque de Cerrado no Parque Nacional de Brasília

Vereda

A Vereda está compreendida entre as altitudes de 1.005 e 1.197 metros. A média do altimétrica da Vereda é de 1.069 metros. Os dados mostram que as veredas ocorrem em regiões mais deprimidas preferencialmente nos cursos de água da depressão. Esta fitofisionomia não ocorre, por exemplo, no compartimento de chapada porque não se tem talvegue delimitado.

A declividade média da Vereda é 3,96%. Raramente ultrapassando 6,00 %. A baixa declividade, aliada a forma com tendência côncava sobre áreas deprimidas

proporciona a concentração da água e a lenta movimentação influenciada pela deficiência de drenagem destas superfícies acarreta na presença de Gleissolos.

O fluxo acumulado da vereda varia de 0,00 a 5,95 com média de 2,36. a moda também é elevada (2,24). Contudo, os valores não podem ser maiores porque há uma tendência de escoamento superficial caracterizado pelos cursos de água.

Aspecto ocorre entre todas as direções com valor médio ocorrendo em 153°. Devido ao predomínio dos solos hidromórficos se localizarem ao longo das matas de Galeria, a distribuição das veredas geralmente se dá próximas a elas. Com isso nota-se no histograma de frequência uma variada quantidade de picos orientados em direções diversas (figura 53).

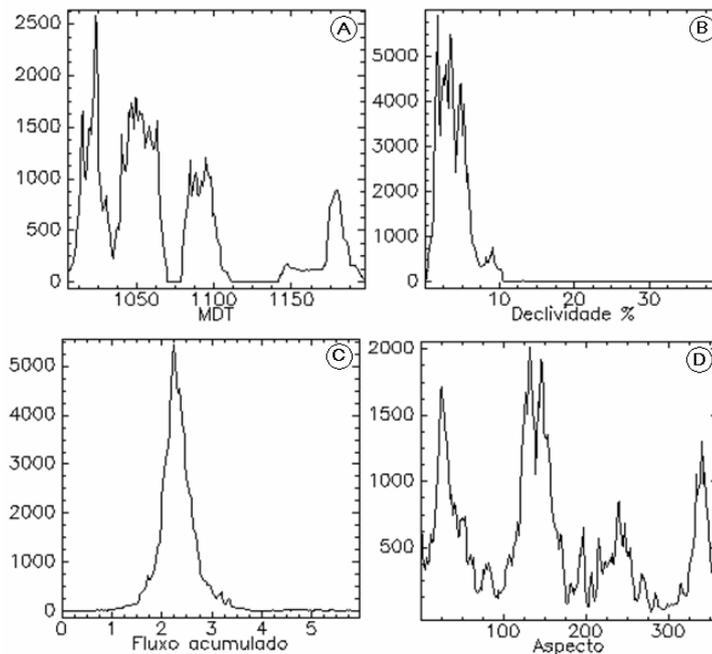


Figura 34 Histograma de Frequência da Vereda no Parque Nacional de Brasília

Tabela 4 Parâmetros estatísticos da altimetria das fitofisionomias do Parque Nacional de Brasília

MDT	Min	Max	Média	Desvio padrão	Média - Desv. Padrão	Média + Desv. Padrão	Moda
Mata de Galeria	1005,00	1268,00	1109,00	59,00	1050,00	1168,00	1075,00
Cerradão	1018,00	1091,00	1063,00	16,00	1047,00	1079,00	1080,00
Cerrado Sentido Restrito	1027,00	1290,00	1170,00	64,00	1107,00	1234,00	1115,00
Cerrado Ralo	1008,00	1205,00	1087,00	34,00	1053,00	1121,00	1075,00
Cerrado Rupestre	1048,00	1177,00	1097,00	25,00	1071,00	1122,00	1100,00
Campo Sujo	1025,00	1278,00	1157,00	57,00	1101,00	1214,00	1124,00
Campo Sujo Úmido	1029,00	1075,00	1044,00	7,00	1037,00	1051,00	1040,00
Campo Limpo	1028,00	1104,00	1069,00	16,00	1052,00	1085,00	1074,00
Campo Limpo Úmido	1047,00	1219,00	1106,00	27,00	1079,00	1134,00	1115,00
Campo Rupestre	1035,00	1209,00	1123,00	43,00	1081,00	1166,00	1164,00
Campo de Murundu	1093,00	1111,00	1104,00	3,00	1101,00	1107,00	1105,00
Parque de Cerrado	1036,00	1280,00	1177,00	41,00	1137,00	1218,00	1200,00
Vereda	1005,00	1197,00	1069,00	49,00	1020,00	1118,00	1023,00

Tabela 5 Parâmetros estatísticos da declividade das fitofisionomias do Parque Nacional de Brasília

Declividade	Min	Max	Média	Desvio padrão	Média – Desv. Padrão	Média + Desv. Padrão	Moda
Mata de Galeria	0,00	56,40	6,44	4,80	1,63	11,24	3,54
Cerradão	0,83	15,82	3,21	1,29	1,91	4,50	1,71
Cerrado Sentido Restrito	0,00	30,16	3,53	1,97	1,55	5,50	1,89
Cerrado Ralo	0,00	20,59	4,12	1,91	2,21	6,02	3,88
Cerrado Rupestre	0,49	45,28	14,00	7,57	6,43	21,57	9,97
Campo Sujo	0,00	177,62	7,95	5,03	2,92	12,99	4,88
Campo Sujo Úmido	0,72	16,79	4,89	2,05	2,84	6,94	4,12
Campo Limpo	0,02	20,52	5,18	2,87	2,31	8,04	4,84
Campo Limpo Úmido	0,24	25,84	6,77	2,64	4,13	9,41	5,96
Campo Rupestre	0,04	48,86	12,20	6,65	5,55	18,86	7,12
Campo de Murundu	0,63	4,67	1,40	0,60	0,80	2,01	1,04
Parque de Cerrado	0,00	40,71	8,24	4,16	4,08	12,40	7,82
Vereda	0,03	39,72	3,96	2,04	1,91	6,00	1,74

Tabela 6 Parâmetros estatísticos do Fluxo acumulado das fitofisionomias do Parque Nacional de Brasília

Fluxo Acumulado	Min	Max	Média	Desvio padrão	Média – Desv. Padrão	Média + Desv. Padrão	Moda
Mata de Galeria	0,00	6,34	2,40	0,79	1,60	3,19	2,19
Cerradão	0,76	3,82	2,01	0,30	1,71	2,31	1,97
Cerrado Sentido Restrito	0,00	6,03	1,98	0,43	1,55	2,41	2,03
Cerrado Ralo	0,00	6,05	2,07	0,41	1,66	2,48	2,23
Cerrado Rupestre	0,13	4,70	1,55	0,41	1,14	1,97	1,50
Campo Sujo	0,00	6,15	1,81	0,48	1,33	2,29	1,81
Campo Sujo Úmido	0,33	6,05	1,97	0,41	1,56	2,38	1,90
Campo Limpo	0,00	4,69	1,73	0,50	1,23	2,23	1,65
Campo Limpo Úmido	0,10	5,37	2,07	0,45	1,63	2,52	1,79
Campo Rupestre	0,00	6,06	1,72	0,40	1,32	2,12	1,69
Campo de Murundu	1,28	4,84	2,50	0,52	1,98	3,02	2,37
Parque de Cerrado	0,00	5,66	1,98	0,43	1,56	2,41	1,98
Vereda	0,00	5,95	2,36	0,48	1,88	2,84	2,24

Tabela 7 Parâmetros estatísticos da orientação das vertentes das fitofisionomias do Parque Nacional de Brasília

Aspecto	Min	Max	Média	Desvio padrão	Média – Desv. Padrão	Média + Desv. Padrão	Moda
Mata de Galeria	-1,00	360,00	157,00	86,00	71,00	243,00	197,00
Cerradão	0,00	360,00	78,00	74,00	4,00	153,00	21,00
Cerrado Sentido Restrito	0,00	360,00	154,00	97,00	57,00	250,00	134,00
Cerrado Ralo	0,00	360,00	165,00	110,00	55,00	275,00	336,00
Cerrado Rupestre	0,00	360,00	202,00	80,00	122,00	282,00	203,00
Campo Sujo	0,00	360,00	176,00	94,00	82,00	270,00	224,00
Campo Sujo Úmido	0,00	360,00	125,00	90,00	35,00	215,00	37,00
Campo Limpo	0,00	360,00	121,00	118,00	3,00	239,00	45,00
Campo Limpo Úmido	0,00	360,00	155,00	64,00	91,00	219,00	198,00
Campo Rupestre	0,00	360,00	187,00	55,00	132,00	242,00	202,00
Campo de Murundu	0,00	360,00	166,00	126,00	41,00	292,00	35,00
Parque de Cerrado	-1,00	360,00	148,00	98,00	51,00	246,00	77,00
Vereda	0,00	360,00	153,00	101,00	52,00	254,00	133,00

UNIDADES DE INFLUÊNCIA DO USO HUMANO

Área Antrópica

A área antrópica ocorre nos locais onde se situam a sede administrativa da unidade de conservação e outras instalações e benfeitorias. Ocorrem em altitudes que variam de 1.010 e 1.060 metros com média de 1.034 metros. A declividade é plano e suave-ondulado com declividade variando de 0,28 e 7,74%. O fluxo acumulado é baixo com intervalos entre 0,34 e 4,25 com média de 2,23. Os fluxos mais elevados estão vinculados aos limites de ocorrência dos Plintossolos localizados perto de um pequeno espelho de água e a declividade mais elevada situa próximo aos Cambissolos.

Reflorestamento

O reflorestamento de *Eucaliptus sp* ocorre em dois pontos. Um aglomerado nas proximidades da sede da unidade de conservação com superfície bem pequena e a outra próxima à Granja do torto na bacia do ribeirão do Torto. Situa-se entre 1.023 e 1.074 metros com declividade máxima chegando a 11,67%, prevalecendo o relevo suave-ondulado. O fluxo acumulado é baixo devido as características edáficas e topográfica. O relevo é propício de ocorrência dos Latossolos, porém há presença de Cambissolo com afloramento Rochoso em pequena superfície.

Solo Exposto

O solo exposto está distribuído em diversas áreas do Parque Nacional de Brasília com ocorrência entre 1.021 e 1.115 metros. O solo exposto está vinculado aos Cambissolos e aos Latossolos. A declividade que varia de 0,06% e 15,77% e fluxo que chega até 3,57%. É uma área de ocorrência de antiga extração de cascalho e sofre com problemas de erosão.

Agropecuária

A área de agropecuária se situa na porção de limite noroeste da unidade de conservação. Margeia a rodovia DF 001 e ocorre no ambiente de chapada. A altitude desta unidade está entre 1.218 e 1.275 metros.

A declividade varia de 0,10% e 9,80 predominando em relevo plano com média de 2% de declive. Predomina sobre o Latossolo Vermelho com presença de

Latossolo Vermelho-Amarelo em alguns pontos onde o fluxo acumulado é maior que chega até 3,64.

Afloramento Rochoso

O afloramento rochoso localizado isoladamente próximo ao ribeirão Bananal está situado entre 1.071 e 1.099 metros com altitude média de 1.088 metros.

As declividades oscilam de 0,69% a 20,13% com média de 9,63%. Ocorrendo em relevo ondulado em média. O fluxo acumulado oscila entre 0,27 e 2,25 com baixo fluxo acumulado que em média apresenta fluxo de 1,31.

Tabela 8 Parâmetros estatísticos da altimetria das unidades sem fitofisionomias do Parque Nacional de Brasília

MDT	Min	Max	Média	Desvio padrão	Média - Desv. Padrão	Média + Desv. Padrão
Antrópica	1010,24	1060,02	1034,00	11,30	1022,70	1045,30
Reflorestamento	1023,08	1074,77	1055,52	13,12	1042,40	1068,64
Solo Exposto	1021,33	1115,26	1076,97	22,57	1054,40	1099,53
Agropecuária	1218,18	1275,92	1255,73	9,91	1245,82	1265,63
Afloramento de Rocha	1071,00	1099,00	1088,00	8,00	1080,00	1096,00

Tabela 9 Parâmetros estatísticos da Declividade das unidades sem fitofisionomias do Parque Nacional de Brasília

Declividade	Min	Max	Média	Desvio Padrão	Média - Desv. Padrão	Média + Desv. Padrão
Antrópica	0,28	7,74	3,67	1,28	2,39	4,95
Reflorestamento	0,00	11,67	4,15	1,87	2,27	6,02
Solo Exposto	0,06	15,77	4,20	2,52	1,68	6,72
Agropecuária	0,10	9,80	2,10	1,36	0,74	3,46
Afloramento de Rocha	0,69	20,13	9,63	5,21	4,00	15,00

Tabela 10 Parâmetros estatísticos do Fluxo acumulado das unidades sem fitofisionomias do Parque Nacional de Brasília

FLUXO ACUMULADO	Min	Max	Média	Desvio padrão	Média - Desv. Padrão	Média + Desv. Padrão
Antrópica	0,34	4,25	2,23	0,59	1,65	2,82
Reflorestamento	0,00	3,47	1,83	0,28	1,55	2,10
Solo Exposto	0,00	3,57	1,88	0,42	1,47	2,30
Agropecuária	0,00	3,64	1,80	0,49	1,31	2,28
Afloramento de Rocha	0,27	2,25	1,31	0,33	1,00	2,00

6.3.2 Análise estatística dos parâmetros morfométricos dos fitoambientes

Vegetações de ambientes secos

Este ambiente se deve a ausência de vegetação úmida. Isso se deve a posição topográfica..

Nos locais onde há ausência do entalhamento de talwegues os relevos geralmente são de baixa curvatura em perfil. Nele há ambientes de influxo hídrico nos locais de solos profundos e ricos em óxidos de ferro. Nestes solos ocorrem porosidades que permite a aeração dos solos e a infiltração hídrica. Está geralmente sobre vegetação de Cerrado Sentido Restrito e Cerrado Ralo.

O aumento da curvatura em perfil neste ambiente se dá nos ambientes de solos rasos que geralmente estão sobre baixa cobertura arbórea. Quando ocorre forma côncava neste contexto verifica-se talwegues de rápido escoamento.

A altimetria das vegetações de ambientes secos apresenta uma amplitude de 282 metros. Ocorre entre as altitudes de 1.008 metros e 1.290 metros. Levando em consideração o valor de média de 1.151 metros e o desvio padrão 67, os ambientes secos se concentram entre 1.084 e 1.218 metros. Analisando o histograma de frequência a baixa frequência ocorre nas altitudes mais baixas. Nos lugares baixos há um predomínio de ambientes úmidos devido o fluxo natural da água orientada pela gravidade.

A declividade dos ambientes de vegetação seca pode chegar a 177%, porém a média é 4,75% predominando o relevo suave-ondulado que varia entre 3 e 8%. Considerando a média e o desvio padrão as vegetações secas estão normalmente entre 0,96 e 9% ocorrendo assim entre o relevo plano e ondulado. No entanto a moda se dá em 2,79% de declividade mostrando que o ambiente se dá em relevo plano.

O fluxo acumulado da vegetação dos ambientes secos apresenta valores que pode variar de zero a 6,15 com valores médios de 1,94. A concentração mostra que a vegetação seca está distribuída entre 1,50 e 2,0.

Os valores próximos ao fluxo zero correspondem aos topos das vertentes. A baixa concentração de fluxo ocorre nos contextos onde se têm solos de boa a acentuada drenagem como os Latossolos, os Neossolos Quartzarênicos, Neossolo Litólico e Cambissolos. Por outro lado, quando ocorre fluxo acumulado mais elevado é devido à presença de solos de fluxo maior como o Latossolo Vermelho-Amarelo.

Este solo é uma continuidade de transição entre o Latossolo Vermelho (mais seco) com solos de transição como os Plintossolos e Gleissolos. Outro fator de ocorrência de alto fluxo hídrico ocorre nas drenagens lineares e ravinas que ocorrem nos ambientes de Cambissolos e também de algumas redes de drenagem. Nos Cambissolos, há um aumento da densidade de drenagem sem que haja necessariamente ocorrência de vegetação de ambiente úmido. Isso se dá devido ao rápido escoamento sobre um ambiente de rochas impermeáveis.

O aspecto mostra que há uma preferência em ocorrer vegetação dos ambientes secos principalmente em vertentes voltadas para nordeste, leste e sudeste com baixa ocorrência no em vertentes voltadas para noroeste.

Tabela 11 Parâmetros morfométricos das unidades de ambientes secos do Parque Nacional de Brasília

Parâmetros morfométricos	min	max	mean	stdev	mean-stdev	mean+stdev	moda
MDT	1.008	1.290	1.151	67	1.084	1.218	1.100
Decliv %	0,00	177,62	4,75	3,80	0,96	9	2,79
Fluxo acumulado	0,00	6,15	1,94	0,45	1,50	2	1,95
Aspecto	0	360	159	99	61	258	43

Vegetação de ambientes úmidos

A vegetação de ambientes úmidos geralmente se encontra em topografias com cotas mais baixas em relação aos ambientes secos. A característica topográfica é de forma da curvatura em perfil variando da retilínea a côncava.

O MDT das áreas de ocorrência das vegetações de ambientes úmidos mostra que a sua distribuição se dá entre 1.005 e 1.280 metros. A amplitude é de 275 metros. Em média a vegetação de ambientes úmidos se dá em 1.131 metros de altitude. A concentração altimétrica se dá entre 1.069 e 1.193 metros quando se considera a média e o desvio padrão. A moda da altitude se dá em 1.075 metros. Onde coincide com a presença de vários cursos de água e de vertentes úmidas.

A declividade dos ambientes úmidos ocorre entre 0,00% e 56%. O valor mais elevado de declividade corresponde aos solos associados aos não hidromórficos nestes ambientes. A média dos ambientes úmidos é de 6,90%. Este valor se dá devido à ocorrência de solos úmidos próximos às rupturas nas encostas e também em locais aplainados. A concentração varia de 3,00 e 11% com a moda ocorrendo em 4,87%.

Os ambientes úmidos estão representados sobre ambientes de ocorrência de solos hidromórficos e de transições como os Plintossolos, Gleissolos e onde há uma alta declividade corresponde às zonas de escoamento de água superficial como as ravinas e redes de drenagens que ocorrem nas encostas, além da ocorrência dos principais cursos de água. As pequenas lagoas e represas foram incluídas nesta unidade devido à interação que está junto das vegetações e não influenciam diretamente nos dados. Ao contrario da represa de Santa Maria que foi excluída desta abordagem por apresentar uma superfície grande e não foi inserida na abordagem devido à ausência de solos em sua superfície.

Os relevos mais planos correspondem aos solos de acúmulo de água como os Gleissolos que normalmente ocorrem nas Matas de Galeria e nas Veredas. O Parque de Cerrado e os Campos de Murundus ocorrem também em relevos plano e suave-ondulado chegando a ocorrer também nas encostas, nas vertentes dos altos cursos dos principais cursos de água da área de estudo. O Espodosolo ocorre no ambiente semelhante ao Plintossolo. Porém há um lineamento rochoso que coincide com a curva brusca do córrego Três Barras no interflúvio com o principal afluente do córrego Milho Cozido.

O fluxo acumulado se dá entre o fluxo acumulado de zero e 6,34 com média de 2,20. O predomínio se dá entre 2,0 e 3,0 levando-se em conta à média e o desvio padrão. A moda se dá com fluxo acumulado de 2,09.

O aspecto mostra que a distribuição ocorre em diversos ângulos de orientações de suas vertentes. Distribui-se entre -1 que é onde ocorre a ausência de orientação da vertente e corresponde aos relevos de 0% de declividade e também às superfícies que são cobertas por água. Ocorre em todos os ângulos de vertente sendo a orientação média em 153°. O aspecto tem a moda em 193°(sudoeste). Levando em consideração ao desvio padrão e a média a concentração se dá entre 62° e 243°.

Tabela 12 Parâmetros morfométricos das unidades de ambientes úmidos do Parque Nacional de Brasília

Parâmetros morfométricos	min	max	mean	stdev	mean-stdev	mean+stdev	moda
MDT	1.005	1.280	1.131	62	1.069	1.193	1.075
Decliv %	0,00	56,40	6,90	4,40	3,00	11,00	4,87
Fluxo acumulado	0,00	6,34	2,20	0,65	2,00	3,00	2,09
Aspecto	-1	360	153	90	62	243	193

O comportamento do histograma comparado entre os fitoambientes mostra que há uma ocorrência maior de fitoambientes secos sobre os úmidos na área de estudo. Isso se dá devido ao acompanhamento das fitofisionomias sobre as faixas estreitas de umidade ocorrendo ao redor das áreas deprimidas. Observando a ocorrência do MDT os dois ambientes se mostram com oscilações de picos e depressões de frequência, no entanto a vegetação seca apresenta concentração elevada na área de depressão do Paranoá devido a grande cobertura superficial desta unidade de relevo. Nas superfícies mais elevadas do que 1.200 metros há oscilações de ambientes secos e úmidos. Nestas áreas há presença de nascentes onde se tem características de umidade e também a ocorrência de solos com elevada porosidade e que são de boa drenagem e profundos proporcionando o desenvolvimento de vegetação arbórea de savana como o Cerrado Sentido Restrito.

O padrão da declividade nos ambientes secos tem maiores frequências nos relevos mais planos. O mesmo ocorre nos ambientes úmidos, porém de forma mais discreta.

O fluxo acumulado mostra os valores de moda dos ambientes úmidos mais para direita em relação aos fitoambientes úmidos, apesar de ambos se localizarem em faixas semelhantes de intervalo. Os ambientes secos também têm alta ocorrência em fluxos baixos o mesmo não ocorrendo com fitofisionomias de ambientes úmidos.

Quanto ao aspecto, os fitoambientes secos apresentam distribuição em diversas orientações com baixa frequência nas vertentes voltadas para noroeste. Comportamento semelhante se dá nos fitoambientes úmidos, contudo ocorre diferença na intensidade da frequência entre todas as variáveis morfométricas nos ambientes secos e úmidos.

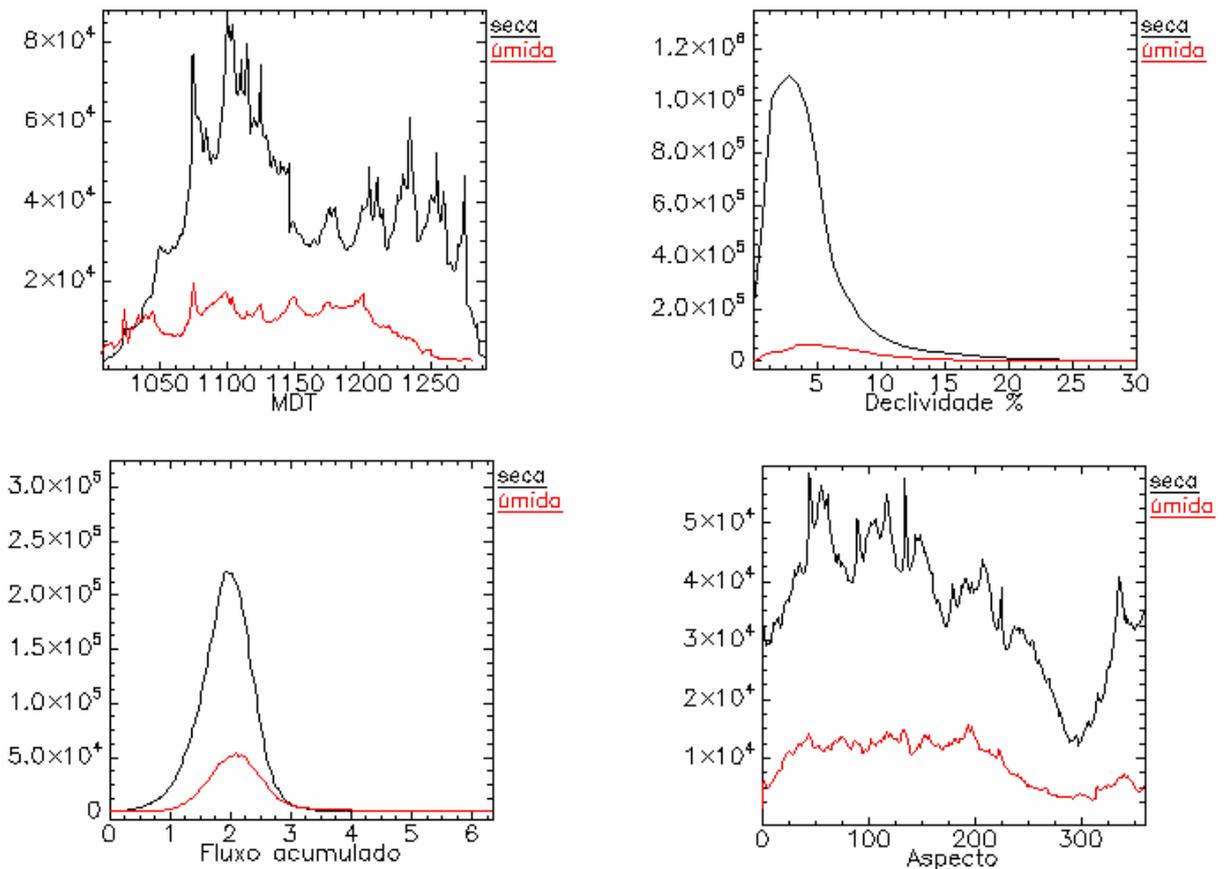


Figura 35 Distribuição comparativa da freqüência dos fitoambientes secos e úmidos

6.3.3 Análise estatística da morfometria dos solos de referência na escala de 1:100.000 por unidade de relevo

Os solos seguem um padrão repetitivo no interior de uma unidade de relevo. A análise estatística da morfometria auxilia visualizar estes padrões quando se faz uma junção de dados de unidade de relevo (qualitativo), um mapa básico de solo e os dados quantitativos que estão implícitos na morfometria. Desse modo, a figura 55 permite visualizar esta distribuição pedológica do mapa de referencia (escala de 1:100.000)

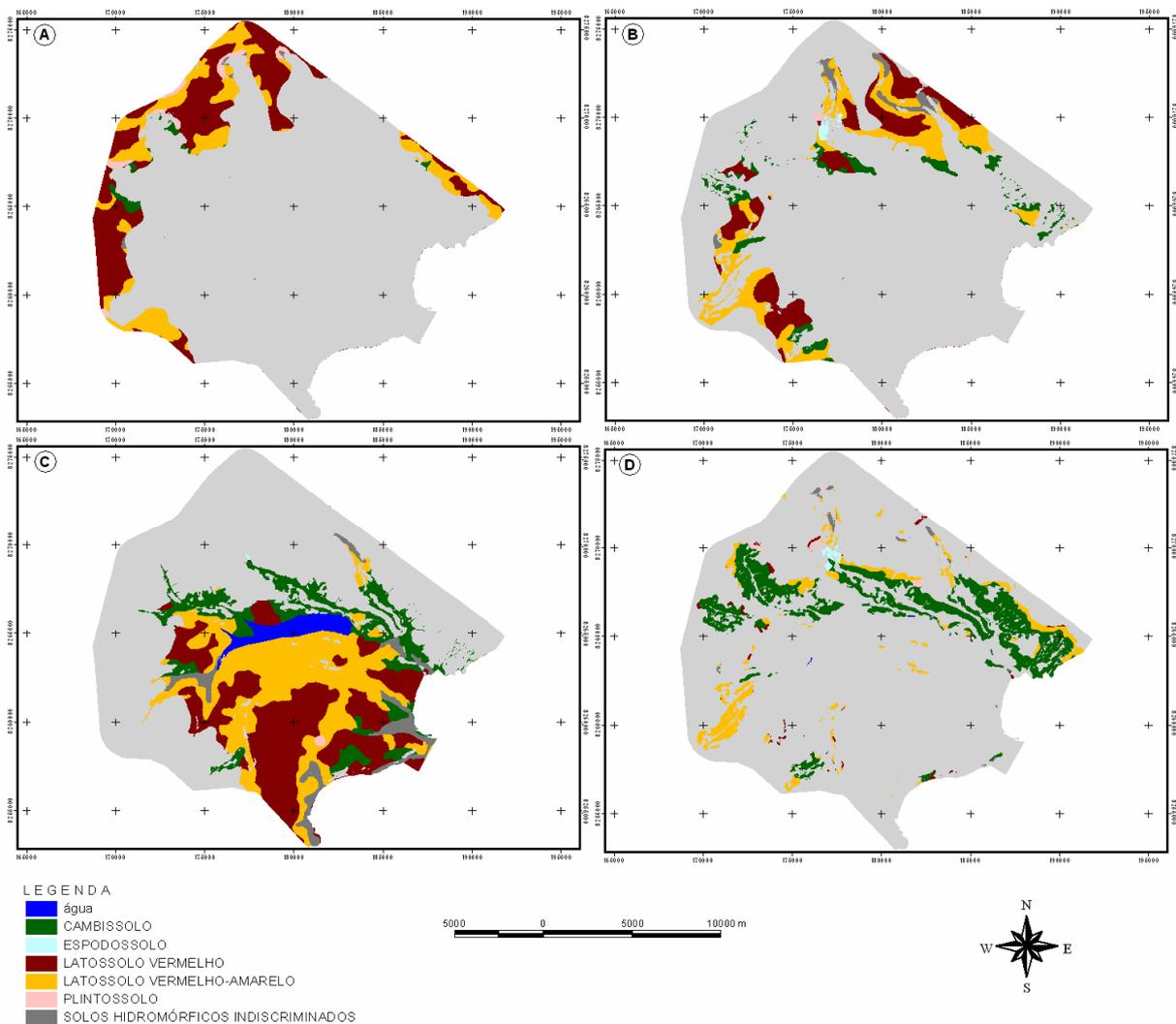


Figura 36 Distribuição pedológica do Parque Nacional de Brasília por unidade de relevo: A(Chapada); B (Rampa); C (Depressão) e D (Escarpa).

Latossolo Vermelho

O Latossolo Vermelho é o solo mais típico da unidade de Chapada. Sua localização se dá preferencialmente sobre os topos da chapada no intervalo altimétrico de 1.156 e 1.290 metros. Limita-se geralmente com os Latossolos Vermelho-Amarelo em porções imediatamente mais baixas.

O relevo do Latossolo Vermelho é plano e suave-ondulado com declividade que raramente ultrapassa os 8%.

O Latossolo Vermelho se situa em um contexto de fluxo acumulado é baixo no qual praticamente não há entalhamentos de talvegues. O índice não ultrapassa 3,71. É uma zona de recarga de aquífero de domínio poroso, por isso é uma importante área suprimento hídrico para as nascentes localizadas nas rupturas do relevo.

Quando não há gradiente de declividade, o Latossolo Vermelho não apresenta orientação para nenhuma vertente. E quando há ela é bastante variada. Pois a chapada circunda quase toda a porção nordeste, norte, oeste e sudoeste do Parque Nacional de Brasília.

O perfil de convexidade do Latossolo Vermelho é quase retilíneo com tendência para convexo ou côncavo dependendo da proximidade de solos próximos.

Na unidade de rampa o Latossolo Vermelho é um dos solos mais típicos situando entre as altitudes de 1.025 e 1.276 metros.

A declividade máxima na rampa é 9,26% com relevo plano e suave-ondulado sem variações bruscas. A forma da superfície do terreno quando se analisa seu perfil é predominantemente retilíneo. O fluxo acumulado é baixo, mas pode chegar a 5,35.

Na unidade de depressão, o Latossolo Vermelho concentra-se nas porções mais altas das vertentes, com exceção do interflúvio do ribeirão Bananal com a represa de Santa Maria que ocorre sobre Latossolo Vermelho-Amarelo.

A morfometria indica que o Latossolo Vermelho de depressão situa-se entre as altitudes de 1.015 e 1.146 metros. A declividade não ultrapassa 11,31% com relevo variando do plano e suave-ondulado. Neste contexto não apresenta variações bruscas de declive no relevo.

O fluxo acumulado máximo é 5,60. Porém quando se observa o histograma de frequência, os valores são muito baixos. Isso se dá devido estes solos serem representados em locais de divisores de subbacia mesmo nas depressões.

O perfil de convexidade do Latossolo Vermelho na depressão é predominantemente retilíneo ao longo do solo.

A unidade de escarpa, por ser de declividade elevada, não é propícia para o desenvolvimento de solos profundos como o Latossolo Vermelho devido a sua ocorrência ser típica de ambiente de aplainamento. No entanto, na prática o Latossolo Vermelho pode ocorrer como rampas isoladas dentro desta unidade no qual o relevo é mais aplainado e de forma retilínea. Outro fator a ser considerado é a influencia da diferença da escala da base morfométrica estudada e do mapa de solos de 1:100.000 de Reatto et al (2002).

A morfometria mostra que no Latossolo Vermelho a superfície altimétrica consiste nas altitudes de 1.031 e 1.256. A declividade varia de 8 a 39% sendo este valor máximo corresponder aos Cambissolos.

O fluxo acumulado é baixo, variando de 0,27 a 4,26 sendo típicos de solos com rápido escoamento hídrico ou de interflúvios comuns no Latossolo e no Cambissolo.

A forma do relevo é retilínea podendo ocorrer valores elevados de concavidades e convexidades. Isso se caracteriza devido aos ravinamentos que ocorrem nas áreas vizinhas do Latossolo e influenciada com a diferença de escala.

Em média, o Latossolo Vermelho situa em altitude de 1.162 metros com declividade de 9,63% (elevado para o Latossolo) e baixo fluxo acumulado com 2,17. Isso sugere que o Latossolo Vermelho ocorre longe de solos hidromórficos nesta unidade.

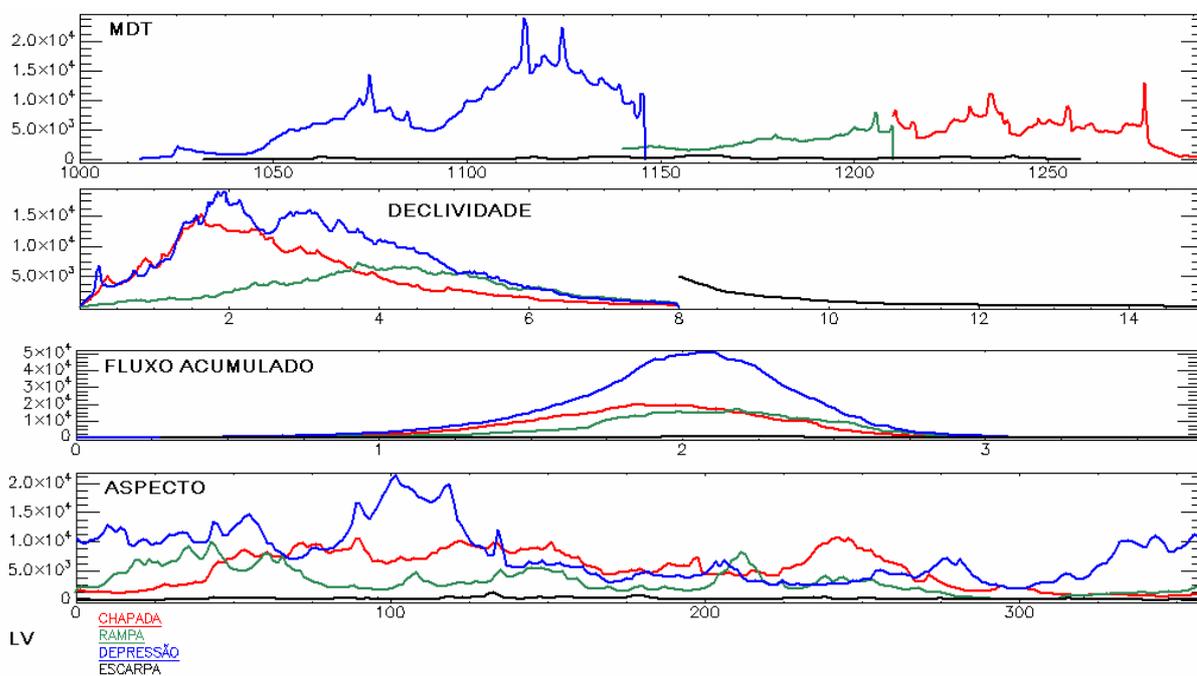


Figura 37 Distribuição da freqüência dos atributos do terreno no Latossolo Vermelho da unidade de Depressão

Latossolo Vermelho-Amarelo

O Latossolo Vermelho-Amarelo na chapada ocorre geralmente imediatamente abaixo do Latossolo Vermelho com altitudes que variam de 1.146 e 1.285 metros.

A declividade mínima é de 0,01% chegando-se a 8%. O relevo é bastante suave e sem bruscos gradientes de declive assemelhando-se ao Latossolo Vermelho.

O fluxo acumulado máximo é 4,35 sendo maior do que o Latossolo Vermelho que é 3,71. Nesses solos, há um fluxo de escoamento crescente em direção aos pontos mais baixos quando se compara com os solos topograficamente superiores.

As vertentes se orientam em todas as direções e a forma da curvatura em perfil é retilínea, semelhante ao Latossolo Vermelho.

Quanto se analisa a média comparada do Latossolo Vermelho-Amarelo com o Latossolo Vermelho da unidade de Chapada, há uma média altimétrica praticamente igual em relação ao Latossolo Vermelho. A declividade e o fluxo acumulado do LVA é um pouco superior.

O Latossolo Vermelho-Amarelo da rampa comporta-se como uma continuidade dos solos da chapada e da depressão correspondendo uma interligação.

A declividade mínima é de 0,03 % chegando a 28,23% nos limites com a escarpa. O relevo é suavizado de forma retilínea com poucas variações de gradientes que ocorrem nas transições com outros solos.

A declividade geralmente é maior comparado com a chapada devido às características que delimitam a unidade de rampa.

O perfil de convexidade do Latossolo Vermelho-Amarelo é predominantemente retilíneo o que pode diferenciar dos solos mais úmidos (côncavos) e rasos (convexos).

O Latossolo Vermelho-Amarelo na Depressão está situada nas topografias mais baixas em relação ao Latossolo Vermelho da mesma unidade. Contudo, o Latossolo Vermelho-Amarelo constitui um solo de interflúvio no divisor de águas do ribeirão Bananal com a bacia da represa de Santa Maria.

Segundo a morfometria, o Latossolo Vermelho-Amarelo está no intervalo altimétrico de 1.009 e 1.163 metros. A declividade consiste no relevo plano e suave-ondulado.

O fluxo acumulado máximo é 6,08. As vertentes se orientam em todas as direções devido a sua grande ocupação espacial e o perfil de convexidade mostra que o Latossolo Vermelho-Amarelo é retilíneo.

O Latossolo Vermelho amarelo na escarpa é quase inexistente. Não é um solo comum da mesma forma do Latossolo Vermelho, no entanto, ocorre na transição com os Cambissolos que são os solos desta unidade e também pode ocorrer de forma isolada perto das bordas da chapada, na transição com as rampas e depressões.

O Latossolo Vermelho-Amarelo, de acordo com a morfometria, está no intervalo altimétrico de 1.027 e 1.272 metros. O relevo é plano a ondulado. Assim, a declividade elevada corresponde às escarpas delimitam as chapadas.

Quanto ao escoamento hídrico, o Latossolo Vermelho-Amarelo tem fluxo acumulado máximo de 5,02, mas geralmente possui baixos valores de fluxo hídrico.

A curvatura em perfil do Latossolo Vermelho-Amarelo neste contexto varia de -7,8672 e 10, 271, ou seja, variando do côncavo a convexo mostrando incompatibilidade de valores de curvatura o que mostra a influência das ravinas vizinhas e dos Cambissolos que são os solos dominantes desta unidade.

Quanto à média, o Latossolo Vermelho-Amarelo da unidade de escarpa está localizado na altitude de 1.170 metros praticamente igual em relação ao Latossolo Vermelho. Já o declive médio de 10,98% que é ligeiramente superior em relação ao Latossolo Vermelho.

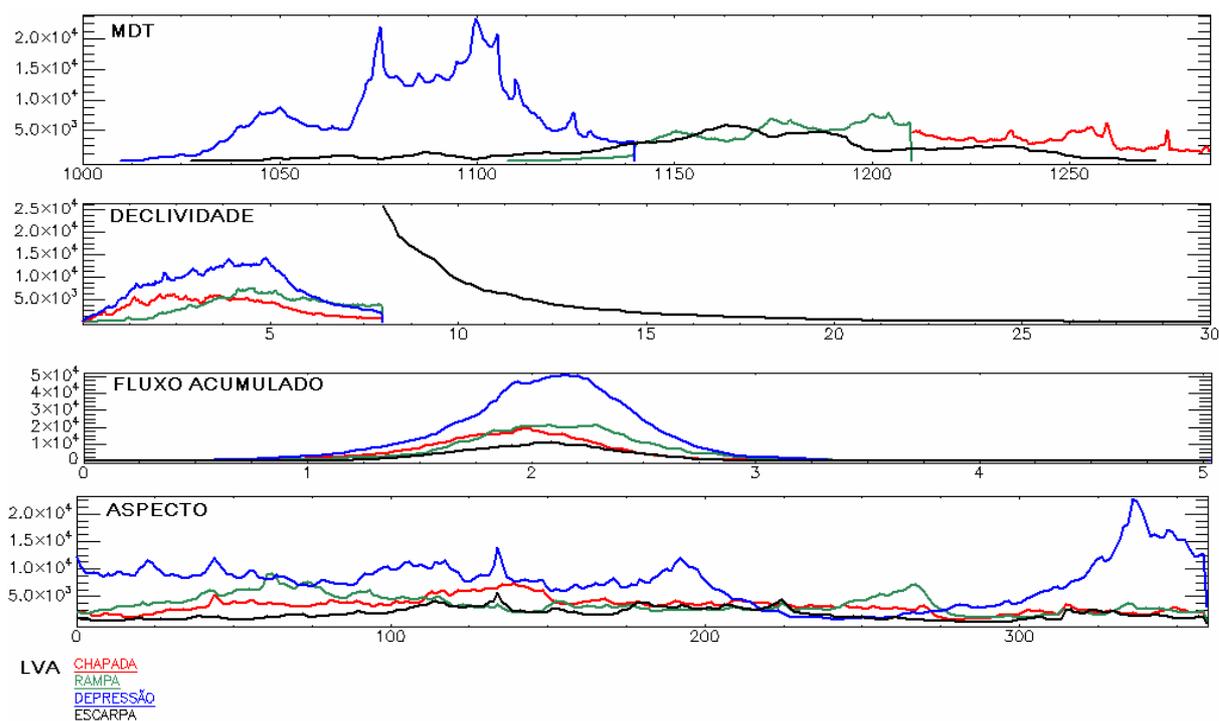


Figura 38 Distribuição da frequência dos atributos do terreno nos Latossolo Vermelho-Amarelo da unidade de Depressão

Cambissolo

Os Cambissolos são solos minerais com pouca alteração física e química em relação ao material de origem, porém suficiente para o desenvolvimento de cor e estrutura. É um solo de pouco estágio de desenvolvimento e geralmente está representado em locais em relevo movimentado.

Na chapada, o Cambissolo está localizado na borda limitando-se com a unidade de escarpa. Nesta unidade a distribuição espacial é bem restrita. Ocorre no intervalo altimétrico de 1.160 e 1.278 metros concentrando-se entre 1.192 e 1.242 metros. Isso se dá porque a borda da chapada depende do nível de ruptura no qual é variável.

Este solo tem como característica o rápido escoamento de água e a concentração em formas de sulcos e ravinas. Estas características dependem da baixa profundidade da rocha e da baixa capacidade de infiltração. Outro fator é a declividade que vai aumentando quanto mais se aproxima da borda, variando de 1,30% a 3%.

Isso promove o rápido escoamento, ou seja, o resultado do fluxo acumulado é baixo variando de 0,48 e 3,93. Sua concentração se dá entre os intervalos de 1,57 e 2,20. A ausência de fluxos mais elevados é devido à concentração do fluxo ser em pequenos talwegues presentes no Cambissolo com característica de serem efêmeros.

O aumento da declividade em direção a unidade de escarpa mostra que a superfície onde se localiza os Cambissolos se dá em relevos de forma retilínea à convexa.

Quanto à média, o Cambissolo da unidade de Chapada está localizado na altitude de 1.217 metros com declive de 3,90%, o fluxo de acumulado médio da água é 1,88. a vertente se orienta em média da vertente voltada para nordeste em 78,32°. E a forma da vertente é retilínea com tendência a convexa com curvatura média de 0,01.

O Cambissolo da unidade de rampa ocorre na transição com a unidade de escarpa. Sua profundidade diminui ao passo que avança em direção a escarpa. Ocorre entre as altitudes de 1.027 e 1.276 metros. A declividade varia de relevo plano até escarpado.

O fluxo acumulado máximo é 6,34. Este valor é vinculado ao entalhamento de talwegues nas porções mais inclinadas proporcionando um fluxo preferencial do escoamento superficial da água.

O Cambissolo possui tanto formas côncavas (ravinas, sulcos), quanto convexas em seu relevo. Sendo a porção convexa vinculada a superfície de dispersão hídrica.

Ao analisar a média, o Cambissolo da unidade de rampa se situa na altitude de 1.132 metros com declividade de 6,60%, ou seja, maior em relação à unidade de chapada e menor do que na escarpa. O fluxo acumulado é baixo representado por valor de 1,92. O aspecto médio é de aproximadamente 86,50° e a convexidade está ocorrendo em 0,1 aproximadamente mostrando-se convexo.

O Cambissolo na unidade de Depressão está em relevos mais brandos em relação aos Cambissolos da unidade de Escarpa. Porém mais movimentados em relação aos solos profundos. Situa-se entre 1.009 e 1.163 metros de altitude. O relevo é plano e suave ondulado chegando-se ao máximo de declividade em 8,72%. Tem como característica baixa acumulação de fluxo e a forma são convexas mostrando a capacidade de escoamento elevada quando se analisa com o fluxo acumulado.

O Cambissolo de depressão ocorre de forma isolada próximos a solos profundos. Localizam-se próximos as lentes de Quartzitos na unidade das ardósias. Ocorrem também em pequenas escarpas localizadas na depressão em destaque na vertente da margem esquerda do córrego do Acampamento.

O Cambissolo é um solo típico na unidade de escarpa. Tem como característica situar em relevos movimentados com densidade de drenagem variada com baixo fluxo nos topos e elevados nas ravinas.

A altimetria na escarpa varia de 1.022 e 1.260 metros. Seu limite se dá entre a depressão e a Chapada. A declividade chega ao seu máximo valor em 95,26%.

O fluxo acumulado concentra nas ravinas e drenagens. O valor mais elevado é de 5,24 nas drenagens de alguns córregos tributários do ribeirão do Torto na porção nordeste do Parque Nacional de Brasília.

A curvatura em perfil mostra que há valores elevados de convexidade e concavidade oscilando entre -11,67 (côncava) e 7,61 (convexo).

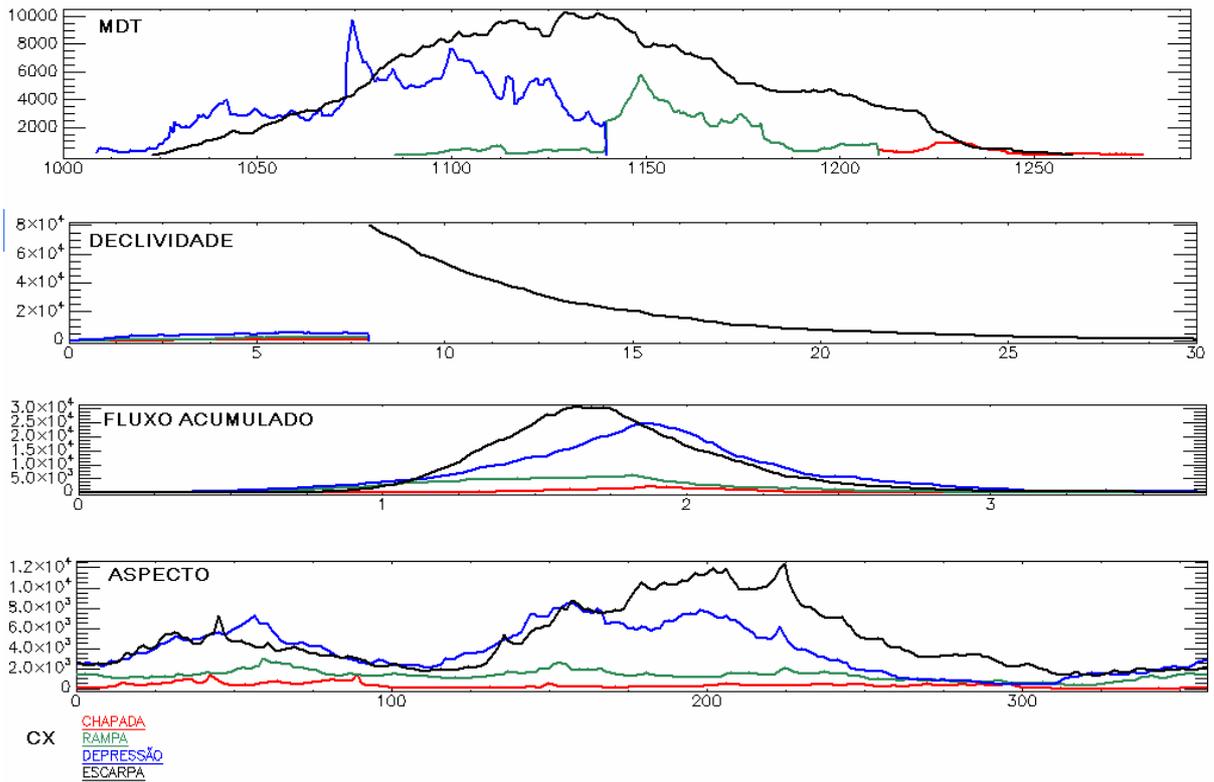


Figura 39 Distribuição da frequência dos atributos do terreno nos Cambissolos

Hidromórfico

Os solos hidromórficos têm como características topográficas serem vinculados às porções deprimidas e a curvatura em perfil côncava. Possuem deficiência de infiltração de drenagem, tanto superficialmente quanto em seu interior.

Na chapada os solos hidromórficos são escassos e estão associadas as nascentes dos principais cursos de água. Estas nascentes estão localizadas nas transições de unidades onde se tem o entalhamento das redes de drenagem em relevo suavizado e maior fluxo acumulado em relação ao Plintossolo.

A altitude dos solos hidromórficos de chapada está entre 1.147 e 1.221 metros.

Na chapada a declividade dos solos hidromórficos está situada nos intervalos de 2,55 e 7,92%. A declividade diminui do topo para a base, ou seja, a curvatura é predominantemente côncava. Os locais onde o relevo é convexo no interior desta classe está representado por solos não hidromórfico vizinhos a esta classe. Quanto maior a declividade, menor é a possibilidade de ocorrência de solos hidromórficos devido à velocidade de escoamento. O perfil de convexidade varia de Côncavo (-0,22) a convexo (0,17). Desse modo, nota-se que a superfície é propícia à saturação hídrica dos solos.

O fluxo acumulado dos solos hidromórficos é elevado tendo valor mínimo de 1,80 nas transições com os Latossolos e 3,08 na zona de escoamento hídrico. Este escoamento é lento devido a curvatura côncava já citada anteriormente apesar de possuir um volume de água permanente no interior do solo.

Os solos hidromórficos da unidade de rampa estão vinculados aos vales existentes próximos aos principais cursos de água. A ocorrência dos solos hidromórficos varia de 1.025 e 1.236 metros. Corresponde a continuidade dos solos hidromórficos localizados sobre as Matas de Galeria inundável. Seu limite está vinculado com as redes de drenagem e solos de transição como os Plintossolos. Quanto à declividade os solos hidromórficos podem ser de relevo plano e suave-ondulado sem grandes perturbações topográficas. O intervalo da declividade varia de 0,02 e 9,35%.

O fluxo acumulado máximo dos solos hidromórficos é de 6,29. Este valor máximo está relacionado com as calhas dos cursos de água. portanto o solo hidromórfico possui valores intermediários.

A curvatura em perfil predomina formas planas a côncavas, cujo o relevo se comporta com redução da declividade quando se aproxima dos cursos de água.

Os solos hidromórficos da unidade de Depressão estão distribuídos entre 1.004 e 1.116 metros. A sua distribuição espacial é restrita ao fluxo dos cursos de água, pois a baixa declividade está associada a terrenos de elevado valor de fluxo acumulado côncavo representam ambientes úmidos. A depressão é a unidade de relevo mais importante para este solo devido a freqüência. É um solo estreito lateralmente ao longo das vertentes, porém longitudinalmente são compridos. A declividade dos solos hidromórficos de depressão não ultrapassam 8%.

A conseqüência é a presença de vegetação de várzea e Vereda juntamente com Mata de Galeria Inundável.

Na unidade de escarpa, o solo hidromórficos é pouco freqüente. Ocorre em pequena proporção devido a esta unidade de relevo prevalecer o escoamento rápido da água. Com isso, restringe-se a algumas porções mais aplainadas dos vales dos córregos.

Situa-se sobre as altitudes de 1.026 e 1.233 metros de altitude. A declividade varia de 8 a 18,73%, sendo as menores declividades possuindo maior tendência a solos hidromórficos do que os maiores gradientes. Pode também ser devido a

associação a forma côncava que se dá em vales mais entalhados, pois o relevo é íngreme nas encostas e planos nos vales.

O fluxo acumulado varia de 1,21 a 4,04. Os valores mais baixos correspondem aos limites entre os solos secos e úmidos. O maior é referente a rede hidrográfica.

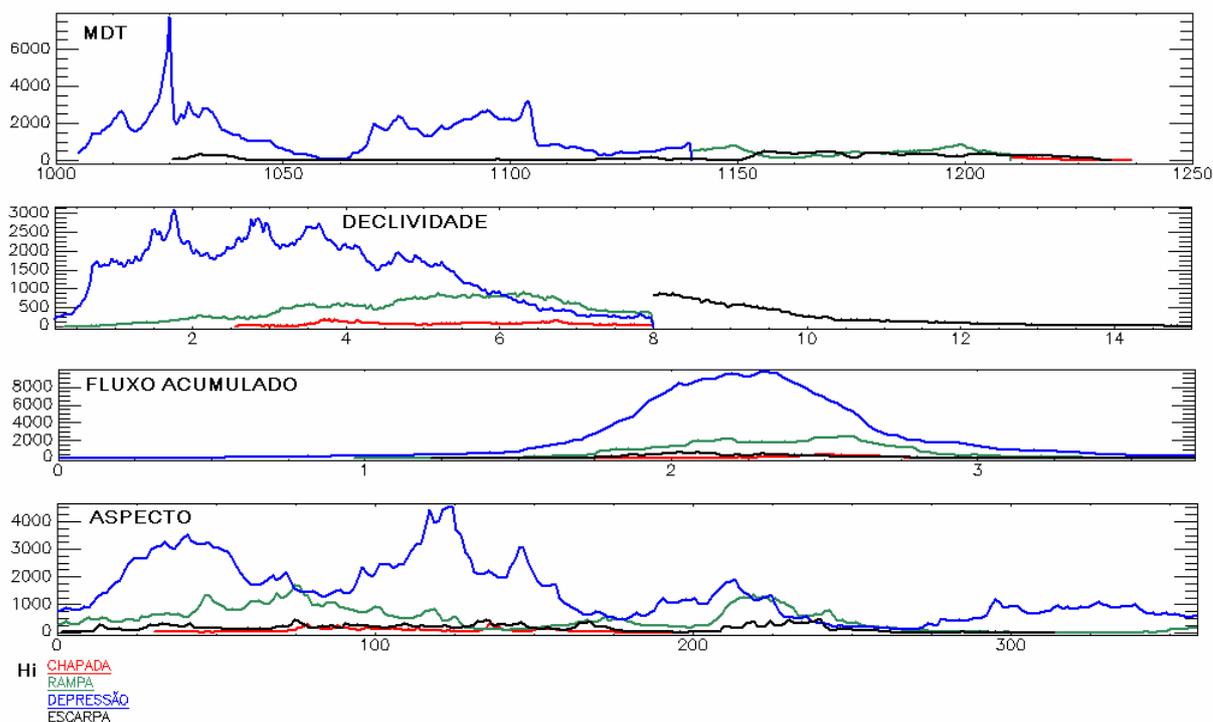


Figura 40 Distribuição da freqüência dos atributos do terreno nos Solos Hidromórficos

Espodossolo

O Espodossolo na escala de 1:100.000 ocorre na transição entre as unidades de rampas e escarpas. Na escarpa, a sua ocorrência se dá entre as altitudes de 1.133 e 1.194 metros. A declividade na unidade de escarpa varia de 8% a 22,94%. O fluxo acumulado mostra a continuidade em relação à unidade de rampa, com intervalo de 1,41 e 5,29.

Na unidade de rampa o Espodossolo ocorre num contexto semelhante aos solos Hidromórficos e Plintossolos. O solo se localiza próximos aos limites da chapada, rampa e com a escarpa. A as altitudes se dá entre 1.124 e 1.210 metros.

A declividade do Espodossolo varia de 0,20 a 20,43%. As maiores declividades estão nas proximidades com a escarpa e zonas mais planas situam nos ambientes mais suavizados das rampas.

O fluxo acumulado varia de 1,19 a 5,92. Este solo apresenta um impedimento de drenagem referente à presença de uma crosta endurecida em seu interior. Isso proporciona em alguns casos presença de mosqueados.

Ao analisar a média, o Espodossolo da unidade de rampa se situa na altitude de 1.178,88 metros com declividade de 6,56% e baixo fluxo acumulado representado por valor de 2,22.

A orientação da vertente é, em média, 135,51° e a forma do relevo média corresponde ao plano côncavo.

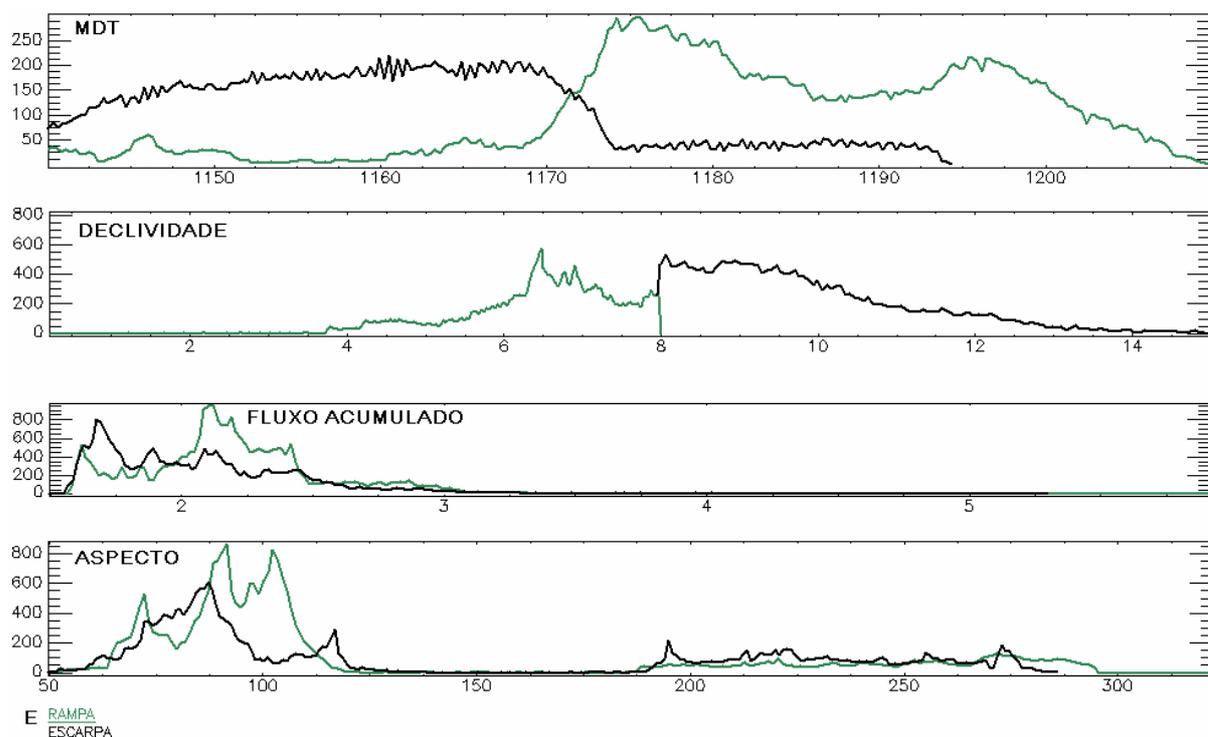


Figura 41 Distribuição da freqüência dos atributos do terreno nos Espodossolos da unidade de Rampa

Plintossolo

O Plintossolo é um solo de ambiente de oscilação do lençol freático sofrendo oxidação e redução do ferro. Na unidade de chapada, esta classe ocorre em ambientes de transição entre solos secos e úmidos próximos às rupturas do relevo. A altitude de ocorrência do Plintossolo situa entre 1.104 e 1.282 metros.

A declividade do Plintossolo varia entre de 0,14% e 7,99%. A declividade teve este resultado devido ao posicionamento deste solo em superfícies côncavas no qual há a diminuição da declividade no sentido da montante à jusante.

O Fluxo acumulado é varia de 0,10 e 3,97. este valor mostra influencia de ambientes secos e úmidos sem ocorrência de redes de drenagem na qual teria fluxos mais elevados.

As vertentes dos Plintossolos da chapada estão orientadas entre os graus de azimutes 68,64° (nordeste) e 356,34° (noroeste).

O terreno do Plintossolo possui curvatura vertical predominantemente côncava. Este é um bom indicador de acumulação de umidade interna do solo.

O Plintossolo da unidade de rampa ocorre num abaciamento côncavo inserido nas rampas. Ocorre entre as altitudes de 1121,81 e 1265,07 com declividade variando de zero a 25,94%. O fluxo acumulado é elevado variando de zero a 4,93.

O Plintossolo ocorre predominantemente em superfícies plano côncava. Isso caracteriza um acúmulo hídrico que confirma na prática com a presença de murundus formada com o processo de erosão diferencial. Este solo faz uma interface entre os Latossolos com solos hidromórficos.

O Plintossolo da unidade de depressão tem como localização os ambientes deprimidos próximos as nascentes dos córregos do acampamento e Capão Comprido. Ocorre entre as altitudes de 1.104 e 1.138 metros. A declividade varia de 0,43 a 8,00%. O fluxo acumulado é intermediário variando de 1,28 a 4,23.

Quanto à forma, predomina em ambientes côncavos. Desse modo, há um predomínio de formas retilíneas com valor máximo no contexto plano-convexo nas transições com solos mais elevados.

O plintossolo está sobre o intervalo altimétrico de 1.138 e 1258 metros. A declividade varia de 8% a 35,91% o que mostra a intercalação com solos mais rasos e de declividade mais elevada como o Cambissolo.

O fluxo acumulado é mediano devido a característica de transição. Porém, o valor máximo é de 4,29.

O aspecto mostra que as vertentes do Plintossolo ocorrem de 0,10° a 359,87° com média de 169°.

E a forma da vertente se dá de modo bastante variável, devido a sua ocupação em áreas próximas de onde se situam solos rasos como os Cambissolos dando uma forma convexa nestes contextos e a forma côncava nas porções mais úmidas. Portanto, em média os plintossolos são de forma retilínea.

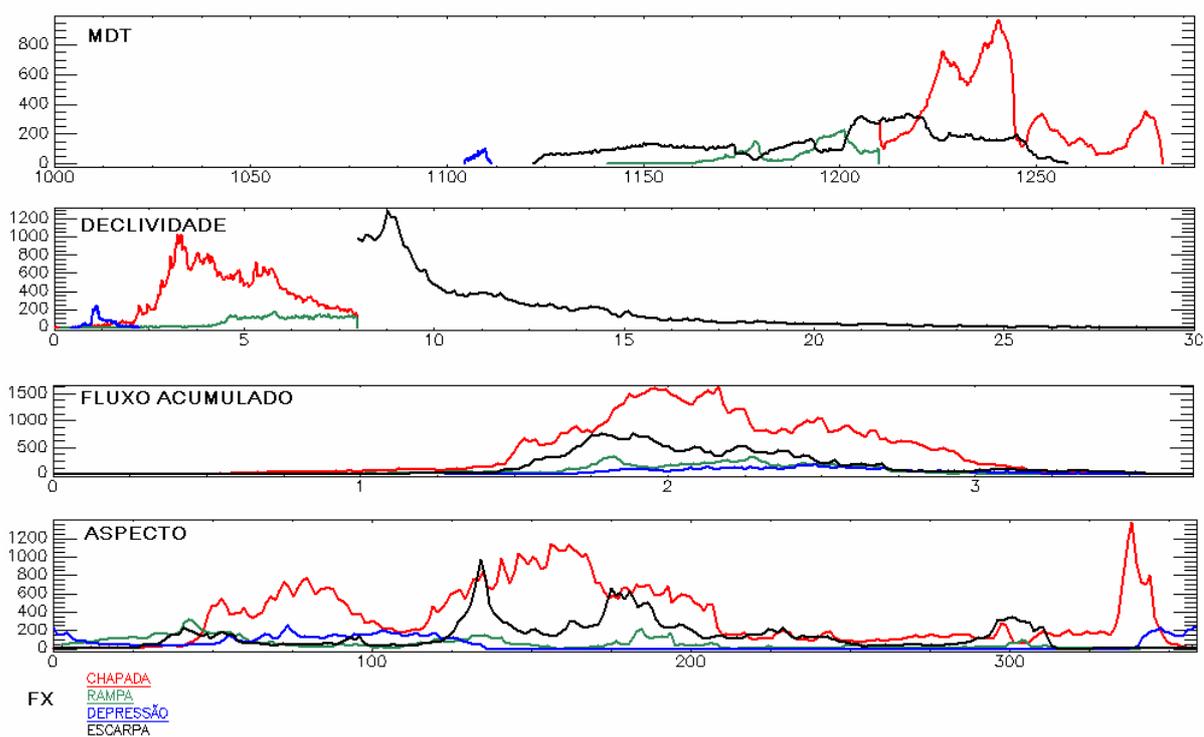


Figura 42 Distribuição da freqüência dos atributos do terreno nos Plintossolos da unidade de Depressão

Tabela 13 Parâmetros estatísticos da altimetria dos solos de referencia por unidade de relevo

MDT	Min	Max	Media	Desvio Padrão	média- desvio padrão	Média+ desvio padrão
CX Chap	1160,63	1278,04	1217,54	24,81	1192,73	1242,35
CX Dep	1008,72	1163,00	1084,09	30,47	1053,62	1114,56
CX Esc	1022,88	1259,90	1136,40	44,51	1091,89	1180,91
CX Ramp	1027,85	1276,36	1132,38	49,38	1083,00	1181,76
EK Esc	1133,56	1194,31	1160,60	12,55	1148,06	1173,15
EK Ramp	1124,45	1210,45	1178,88	19,34	1159,54	1198,22
FX Chap	1171,25	1282,24	1252,38	23,85	1228,53	1276,23
FX Dep	1104,46	1138,62	1108,51	2,65	1105,86	1111,16
FX Esc	1138,39	1257,85	1207,54	26,58	1180,96	1234,12
FX Ramp	1121,81	1265,07	1223,13	27,77	1195,36	1250,90
Hi Chap	1146,65	1221,09	1206,35	14,67	1191,68	1221,01
Hi Dep	1004,95	1116,53	1057,35	33,31	1024,03	1090,66
Hi Esc	1025,90	1232,03	1164,43	52,44	1112,00	1216,87
Hi Ramp	1025,14	1236,50	1152,84	50,94	1101,91	1203,78
LV Chap	1156,51	1290,17	1235,07	27,07	1208,00	1262,14
LV Dep	1015,63	1146,01	1100,85	29,19	1071,66	1130,05
LV Esc	1031,91	1256,62	1162,87	56,46	1106,42	1219,33
LV Ramp	1025,46	1276,37	1180,23	49,47	1130,76	1229,70
LVA Chap	1146,22	1285,73	1235,72	31,41	1204,31	1267,13
LVA Dep	1009,47	1163,00	1083,21	24,41	1058,79	1107,62

LVA Esc	1027,50	1272,00	1170,39	44,15	1126,24	1214,54
LVA Ramp	1032,34	1277,78	1181,30	44,02	1137,27	1225,32

Tabela 14 Parâmetros estatísticos da declividade dos solos de referencia por unidade de relevo

Declividade	Min	Max	Media	Desvio Padrão	média- desvio padrão	Média+ desvio padrão
CX Chap	1,30	8,00	3,90	1,27	2,64	5,17
CX Dep	0,00	8,72	4,61	2,01	2,60	6,62
CX Esc	0,05	95,26	12,74	5,02	7,72	17,77
CX Ramp	0,01	87,00	6,60	4,45	2,15	11,06
EK Esc	8,00	22,94	9,88	1,49	8,39	11,38
EK Ramp	0,20	20,44	6,56	1,39	5,17	7,95
FX Chap	0,14	7,99	4,04	1,29	2,75	5,33
FX Dep	0,43	8,00	1,34	0,76	0,58	2,11
FX Esc	8,00	35,91	10,93	3,25	7,68	14,19
FX Ramp	0,00	25,95	5,66	2,76	2,90	8,43
Hi Chap	2,55	7,92	4,28	0,94	3,34	5,23
Hi Dep	0,01	8,00	3,28	1,61	1,67	4,89
Hi Esc	8,00	18,73	9,48	1,34	8,14	10,82
Hi Ramp	0,02	9,35	4,90	1,74	3,16	6,64
LV Chap	0,00	8,00	2,59	1,50	1,08	4,09
LV Dep	0,01	11,31	2,91	1,49	1,42	4,41
LV Esc	8,00	39,72	9,63	1,97	7,66	11,61
LV Ramp	0,01	9,26	4,06	1,50	2,56	5,56
LVA Chap	0,01	8,00	3,16	1,62	1,54	4,78
LVA Dep	0,00	18,79	3,86	1,70	2,17	5,56
LVA Esc	5,59	42,95	10,98	3,32	7,66	14,30
LVA Ramp	0,03	28,23	4,92	1,61	3,31	6,53

Tabela 15 Parâmetros estatísticos do fluxo acumulado dos solos de referencia por unidade de relevo

Fluxo acumulado	Min	Max	Media	Desvio Padrão	média- desvio padrão	Média+ desvio padrão
CX Chap	0,4818	3,9287	1,8825	0,3137	1,5688	2,1961
CX Dep	0,0000	5,9678	1,8146	0,5924	1,2223	2,4070
CX Esc	0,0000	5,2407	1,7650	0,4371	1,3279	2,2021
CX Ramp	0,0000	6,3383	1,9206	0,6610	1,2596	2,5816
EK Esc	1,4159	5,2965	2,0954	0,4147	1,6807	2,5101
EK Ramp	1,1922	5,9200	2,2209	0,4539	1,7670	2,6748
FX Chap	0,1026	3,9724	2,0197	0,3822	1,6374	2,4019
FX Dep	1,2754	4,2344	2,4769	0,4846	1,9923	2,9615
FX Esc	0,0000	4,2943	2,1648	0,4861	1,6787	2,6509
FX Ramp	0,0000	4,9316	2,2075	0,5233	1,6842	2,7308
Hi Chap	1,8029	3,0771	2,4982	0,1677	2,3305	2,6659

Hi Dep	0,0000	6,2488	2,4101	0,6824	1,7277	3,0925
Hi Esc	1,2163	4,0431	2,2382	0,3302	1,9080	2,5683
Hi Ramp	0,0000	6,2941	2,4371	0,6621	1,7750	3,0992
LV Chap	0,0000	3,7082	1,8531	0,4527	1,4004	2,3059
LV Dep	0,0000	5,5990	1,9836	0,4237	1,5599	2,4073
LV Esc	0,2748	4,2596	2,1796	0,3942	1,7854	2,5739
LV Ramp	0,0000	5,3554	2,0762	0,3718	1,7043	2,4480
LVA Chap	0,0000	4,3527	1,8980	0,4749	1,4231	2,3729
LVA Dep	0,0000	6,0838	2,0944	0,5027	1,5917	2,5970
LVA Esc	0,0000	5,0219	2,0526	0,3713	1,6813	2,4239
LVA Ramp	0,0000	6,1760	2,1101	0,4627	1,6475	2,5728

Tabela 16 Parâmetros estatísticos do aspecto dos solos de referencia por unidade de relevo

Aspecto	Min	Max	Media	Desvio Padrão	média- desvio padrão	Média+ desvio padrão
CX Chap	30,19	252,72	78,32	43,38	34,94	121,70
CX Dep	0,00	360,00	144,96	86,28	58,69	231,24
CX Esc	0,00	360,00	171,77	86,65	85,11	258,42
CX Ramp	0,00	360,00	166,86	86,50	80,37	253,36
EK Esc	49,08	285,75	137,49	72,35	65,14	209,84
EK Ramp	2,91	323,39	135,51	70,21	65,30	205,72
FX Chap	68,64	356,34	232,32	98,28	134,04	330,60
FX Dep	0,00	359,98	130,52	113,19	17,33	243,71
FX Esc	0,10	359,87	169,18	71,51	97,67	240,68
FX Ramp	-1,00	359,61	145,87	69,57	76,30	215,44
Hi Chap	32,60	234,94	78,14	18,45	59,69	96,59
Hi Dep	0,00	360,00	128,62	89,83	38,80	218,45
Hi Esc	1,24	313,55	131,92	70,20	61,71	202,12
Hi Ramp	0,00	360,00	136,15	84,81	51,34	220,96
LV Chap	-1,00	360,00	164,55	78,37	86,18	242,92
LV Dep	0,00	360,00	148,14	108,90	39,24	257,03
LV Esc	0,01	359,97	165,07	75,96	89,11	241,04
LV Ramp	0,00	360,00	127,64	88,62	39,01	216,26
LVA Chap	0,00	360,00	185,56	86,14	99,43	271,70
LVA Dep	0,00	360,00	174,92	113,36	61,55	288,28
LVA Esc	0,00	360,00	177,21	86,91	90,30	264,12
LVA Ramp	0,00	360,00	148,80	102,26	46,54	251,06

Tabela 17 Parâmetros estatísticos do perfil de convexidade dos solos de referencia por unidade de relevo

Perfil de convexidade	Min	Max	Media	Desvio Padrão	média- desvio padrão	Média+ desvio padrão
CX Chap	-0,3022	0,2035	0,0070	0,0144	-0,0074	0,0213

CX Dep	-7,1646	2,2563	-0,0001	0,0514	-0,0515	0,0513
CX Esc	-11,6751	7,6156	0,0013	0,1313	-0,1300	0,1327
CX Ramp	-5,3725	2,0087	-0,0180	0,0982	-0,1162	0,0802
EK Esc	-3,0517	0,8676	0,0044	0,0956	-0,0912	0,0999
EK Ramp	-3,9823	0,5998	-0,0075	0,0918	-0,0993	0,0843
FX Chap	-2,4022	0,4701	0,0062	0,0416	-0,0354	0,0478
FX Dep	-0,3909	0,1286	-0,0040	0,0256	-0,0295	0,0216
FX Esc	-3,2223	2,3494	0,0111	0,1059	-0,0948	0,1170
FX Ramp	-2,1245	2,5535	-0,0003	0,0545	-0,0548	0,0542
Hi Chap	-0,2189	0,1659	0,0052	0,0185	-0,0132	0,0237
Hi Dep	-1,2604	0,3982	-0,0129	0,0442	-0,0571	0,0314
Hi Esc	-1,2576	0,7529	-0,0054	0,0713	-0,0767	0,0660
Hi Ramp	-2,1469	1,3715	-0,0257	0,0854	-0,1110	0,0597
LV Chap	-1,0333	1,6446	0,0032	0,0137	-0,0105	0,0169
LV Dep	-2,4062	0,7993	0,0014	0,0211	-0,0196	0,0225
LV Esc	-8,5816	7,0923	0,0049	0,1073	-0,1024	0,1123
LV Ramp	-1,0975	0,6396	0,0027	0,0194	-0,0167	0,0220
LVA Chap	-0,4979	0,5106	0,0050	0,0152	-0,0102	0,0201
LVA Dep	-1,7642	2,2239	-0,0021	0,0323	-0,0344	0,0302
LVA Esc	-7,8672	10,2710	0,0094	0,0826	-0,0733	0,0920
LVA Ramp	-2,4630	1,6395	0,0007	0,0447	-0,0440	0,0454

CAPÍTULO 7

MAPA DE SOLOS DO PARQUE NACIONAL DE BRASÍLIA

7.1 INTRODUÇÃO

O solo está contido em um universo denominado pedosfera. Esta grande unidade é uma interface entre diversos elementos reunidos contidos no interior do solo. Este universo é formado por material mineral, orgânico, ar e água. Portanto o solo se limita com a atmosfera, biosfera, litosfera e hidrosfera. Sua proporção é diferenciada por vários processos e a sua origem está vinculada aos fatores de formação do solo conforme JENNY (1941).

Os processos de formação do solo dependem de basicamente de cinco fatores que são o material de origem, relevo, clima, organismos e tempo. A compreensão de forma integrada destes fatores faz com que haja um sucesso na realização do mapeamento de solos.

O conhecimento das relações entre solo e superfície geomórfica, aqui considerada como uma porção da paisagem especificamente definida no espaço e no tempo, conforme Ruhe (1969), pode subsidiar levantamentos de solos (RODRIGUES & KLAMT,1978),

Autores como Azolin et al. (1975); Rodrigues & Klamt (1978); Lepsch et al. (1977); Perez Filho (1980); Lobo (1984); Uberti & Klamt (1984); Berg et al. (1987); Vidal-Torrado (1994); Coelho, et al. (1994), entre outros, dedicaram-se a estes estudos para compreender a dinâmica e a distribuição dos solos na paisagem.

As informações a respeito da distribuição de solos na região dos cerrados são fundamentadas principalmente em levantamentos de solos generalizados, já que poucos foram os trabalhos realizados em nível de detalhe ou semidetalhe na região, permitem concluir que, não obstante a monotonia da paisagem, os solos dos cerrados são bastante variáveis. (MOTTA et al, 2002)

Com o desenvolvimento de técnicas de obtenção de dados espaciais aumentou o número de estudos e levantamentos pedológicos na região do Planalto Central.

MOTTA et al (2002) fez a identificação das principais relações solo-superfícies geomórficas prevalentes em uma área representativa de grande parte

do Planalto Central Brasileiro, para aprofundar a compreensão sobre a gênese dos solos da região e subsidiar a extrapolação de informações de um mapa de solos de reconhecimento para áreas vizinhas.

No Distrito Federal, esta abordagem gerou vários levantamentos de solos como o da Embrapa (1978) atualizado por Reatto et al (2002) na escala de 1:100.000. Na mesma escala alguns trabalhos foram elaborados no entorno do Parque Nacional de Brasília como Cardoso et al, (2003) fez a relação entre solos e paisagem na bacia hidrográfica do alto curso do Rio Descoberto e Reatto (200x) que fez um levantamento de solos na APA de Cafuringa.

Lacerda et al (2005) fez correlações entre solos, geomorfologia, geologia e vegetação nativa do DF, pretendendo-se realizar o detalhamento e maior hierarquização do mapa de solos disponível, com a elaboração de um mapa de solos em uma área-piloto do DF, em escala 1:25.000, por intermédio de técnicas de geoprocessamento.

Este capítulo tem por objetivo elaborar o mapa de solos do Parque Nacional de Brasília obtido por meio do cruzamento de dados morfométricos relacionados com a paisagem com ênfase no relevo e vegetação.

7.2 METODOLOGIA

O mapa de solos é o resultado do cruzamento do mapa geomorfológico (unidade de relevo, forma da superfície em perfil) e da vetorização da vegetação da imagem SPOT (fitofisionomia e fitoambientes). O resultado das junções das informações cartográficas, de campo e laboratório resultou no mapa de solos do Parque Nacional de Brasília. O cruzamento utilizado é obtido na extensão Geoprocessing utilizando a opção *Intersection two themes* no qual tem como princípio a intersecção de dois temas diferentes nos quais estão representados pelas unidades oriundas da morfometria (vinculados ao relevo) juntamente com as unidades de vegetação (fitofisionomia e fitoambiente). O resultado gera, em princípio, um mapa cartograficamente complexo com um grande número de unidades principalmente dentro nos Cambissolos onde há oscilação entre formas convexas, côncavas e retilíneas em pequenas unidades de área. Para resolver este problema, foi utilizada no final do trabalho a operação "*Dissolve features based on*

an attribute” na extensão *Geoprocessing* que tem como objetivo a simplificação do mapa usando o atributo principal que no caso é a unidade de mapeamento.

7.3 RESULTADO E DISCUSSÃO

A compartimentação da morfometria conforme o capítulo 5 juntamente com os dados de vegetação resultou em um mapa de solos. No primeiro nível hierárquico foi possível identificar predomínio de Latossolo Vermelho sobre a unidade de chapada e pouca ocorrência de solos hidromórficos e solos pouco evoluídos devido as características do relevo. Nas unidades de rampa o pouco declive preserva algumas classes de solos da chapada como os Latossolos só que com tendência de tonalidade vermelho-amarelada. Por outro lado, há também ocorrência de zonas de impedimento de drenagem dos solos e área de surgências. Isso gera ocorrência de solos de ambiente de oxi-redução devido à oscilação de lençol freático. Nas unidades de depressão, há uma presença de Latossolo Vermelho nas superfícies mais elevadas com presença de Latossolo Vermelho-Amarelo nas porções mais baixas da depressão com transição para Plintossolo e Gleissolo vinculados aos locais de maior fluxo hídrico. Por ultimo, a unidade de escarpa é onde há o predomínio de solos rasos como os Cambissolos e Neossolos Litólicos com ou sem presença de solos arenosos.

Ao analisar as unidades geomorfológicas no segundo nível hierárquico foi possível correlacionar com algumas classes de solos conforme a Tabela 26:

Tabela 18 Unidade de relevo no terceiro nível e potenciais classes de solos

A-I-1	LV-LVA-CX-RQ	C-I-1	LVA-CX
A-I-2	LVA-FX-G	C-I-2	LVA-FX-G
A-II-1	LV-LVA	C-II-1	LV-LVA
A-II-2	LVA-FX-G	C-II-2	LVA-FX-G
A-III-1	LVA –FX	C-III-1	LVA
A-III-2	LVA-FX-G	C-III-2	LVA-FX-G
B-I-1	CX-LVA	D-I-1	CX-RL
B-I-2	LVA-CX-FX	D-I-2	CX-RL
B-II-1	LV-LVA	D-II-1	CX-RL
B-II-2	LVA-FX-G	D-II-2	CX-G
B-III-1	LVA-FX	D-III-1	CX-RL
B-III-2	FX-G-LVA	D-III-2	CX-G

A vegetação tem um fator importante para a identificação de classes de solos, por isso foi bastante empregada na interpretação de fotografias aéreas na confecção tradicional dos mapas de solos. Desse modo, a interpretação de imagens orbitais foi

fundamental na confecção do mapa de vegetação e foi acoplado na metodologia. A tabela 27 mostra a relação entre as classes de vegetação e os prováveis solos existentes sob cada classe de fitofisionomia.

Tabela 19 unidade de mapeamento da vegetação e provável ocorrência de solos

Código da vegetação/uso	Classe de Vegetação/uso	Solo provável
01	Mata de galeria	G, CX
02	Cerradão	LV,LVA, CX
03	Cerrado sentido restrito	LV, LVA, CX, FX
04	Cerrado ralo	CX,LVA
05	Cerrado rupestre	RL
06	Parque de Cerrado	FX, EK, CX
07	Vereda	GX,GM
08	Campo Sujo	CX, LVA, RL, RQ
09	Campo Sujo Úmido	CX, FX, LVA
10	Campo Limpo	CX, LVA
11	Campo Limpo Úmido	CX,FX,LVA, RQ, EK
12	Campo Rupestre	CX, RQ, RL
13	Campo De Murundu	FX
14	Antrópico	LV, LVA, CX
15	Reflorestamento	RL, LVA, CX
16	Agropecuária	LV, LVA, CX
17	Solo Exposto	CX, LVA
18	Água	Água
19	Afloramento Rochoso	RL

A vegetação segue alguns padrões de ocorrência nos diversos componentes da paisagem. Desse modo, a tabela 28 mostra as unidades geomorfológicas no terceiro nível do relevo que consiste nas unidades de relevo, nas formas das superfícies e nos fitoambientes.

Tabela 20 Distribuição das fitofisionomias por unidades geomorfológicas no terceiro nível hierárquico o que resulta no quarto nível

A-I-1	03,08,12,16
A-I-2	06
A-II-1	03,08,12,16
A-II-2	01,06
A-III-1	03,08,16
A-III-2	01,06
B-I-1	03,04,05,08,12
B-I-2	01,06,07,11
B-II-1	03,04,05,08,12,17
B-II-2	01,06,07,09,11
B-III-1	02,03,04,05,08,10,12,15,17
B-III-2	01,06,07,09,11
C-I-1	02,03,04,05,08,10,12,14,15,17,19
C-I-2	01,06,07,09,11
C-II-1	02,03,04,05,08,10,12,14,15,17,19
C-II-2	01,06,07,09,11,13,18
C-III-1	02,03,04,05,08,10,12,14,17,19
C-III-2	01,06,07,09,11,13
D-I-1	02,03,04,05,08,10,12,15,16,17,19
D-I-2	01,06,07,09,11
D-II-1	02,03,04,05,08,10,12,15,16,17,19
D-II-2	01,06,07,09,11
D-III-1	02,03,04,05,08,10,12,15,17,19
D-III-2	01,06,07,09,11

A Mata de galeria foi classificada nos fitoambientes úmidos, portanto está sempre localizada sobre unidades de fitofisionomias de numerações pares. Desse modo, ocorre em todas as unidades pares com exceção da unidade de chapada convexa úmida.

O Cerradão localiza-se sobre unidades geomorfológicas situadas em ambientes secos e somente não ocorre na unidade de chapada.

Na unidade de rampa, o Cerradão se situa somente sobre formas côncavas secas. Nas escarpas e nas depressões estão em todas as unidades de fitoambientes secos.

O Cerrado Sentido restrito se distribui sobre todas as unidades geomorfológicas de fitoambientes secos.

O Cerrado Ralo é uma fitofisionomia agrupada na classe de fitoambiente seco. E dentro deste grupo somente não ocorre sobre a unidade de Chapada. Do mesmo modo, ocorre com o Cerrado Rupestre.

O Parque de Cerrado está associado aos ambientes úmidos de transição com ambientes secos, no entanto está classificado como ambiente úmido ocorrendo em todas as unidades geomorfológicas úmidas nos diversos níveis.

As Veredas ocorrem em quase todos os fitoambientes úmidos, com exceção dos ambientes de chapadas onde não se têm estes tipos de vegetação e nem gleissolos que são os solos disponíveis.

O Campo Sujo é bem distribuído no fitoambiente seco. Ele se dá em todas as unidades geomorfológicas secas e em formas diversas da superfície.

O Campo Sujo Úmido está distribuído nos fitoambientes úmidos. Contudo, não há esta fitofisionomia na unidade de Chapada, nem nas formas convexas úmidas da unidade de rampa.

O Campo Limpo está classificado no fitoambiente seco, mas não ocorre nas unidades de chapadas, nem nas rampas convexas e retilíneas secas. Já o campo limpo úmido, de fitoambiente úmido, só não foi visualizado nas unidades de Chapadas.

O campo rupestre está distribuído em quase todas as unidades secas do relevo, mas a exceção de sua ocorrência se dá na unidade de Chapada côncava seca.

O Campo de Murundu se distribui somente sobre os Plintossolos das unidades de depressão retilíneas e côncavas.

A área de uso antrópico ocorre em todos os ambientes secos da unidade de depressão. É lá que situa toda a parte administrativa e também a maioria das instalações do Parque Nacional de Brasília.

A unidade de reflorestamento se situa sobre o ambiente seco com distribuição geomorfológica entre a depressão e a escarpa. Porém, pode ocorrer na unidade de rampa côncava seca e ausenta-se na unidade de depressão côncava.

A área de uso agropecuário localiza-se sobre a chapada seca em todas as formas e na escarpa seca sobre as formas convexas e retilíneas.

As áreas degradadas de solo exposto não ocorrem de modo efetivo na chapada, nem na unidade de rampa convexa. Concentra-se sobre as unidades de depressão e escarpa. Já os afloramentos rochosos se concentram nas unidades de escarpa devido ao afloramento de quartzito e por ter relevo movimentado e depressão onde se possui lentes de quartzito isoladas na unidade de Ardósia.

Tabela 21 Quantificação espacial do mapa de solos

SOLO	hectares	%
Água	4,1880	0,01
CAMBISSOLO	4195,7100	14,13
ESPODOSSOLO	87,2630	0,29
PLINTOSSOLO	1968,1680	6,63
GLEISSOLO	2914,6600	9,82
LAGO	791,3540	2,67
LATOSSOLO VERMELHO	12690,2200	42,74
LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO	6864,2480	23,12
NEOSSOLO LITÓLICO	159,0600	0,54
NEOSSOLO QUARTZARÊNICO	15,0410	0,05
Total	29689,9120	100,00

Quanto à quantificação, o solo que ocorre com maior freqüência é o Latossolo Vermelho com 42% da área do Parque Nacional de Brasília seguido pelo Latossolo Vermelho-Amarelo com 23,12%. A menor unidade mapeada são as águas isoladas com superfície de quatro hectares e o solo menos freqüente são os Neossolos Quartzarênicos com superfície de 0,05%.

Como foi visto, o mapa de solos do Parque Nacional de Brasília foi obtido pelo cruzamento das feições do relevo derivado da morfometria juntamente com os dados obtidos com a vegetação e fitoambiente. A principio, este mapa resultou num mapa carregado e cheio de pequenas unidades. Para se resolver o problema, foi feito uma redução destas pequenas unidades oriundas de fragmentos da vegetação

e das formas do relevo. Essa redução foi possível chegar a um mapa mais próximo da realidade e compatível com a escala.

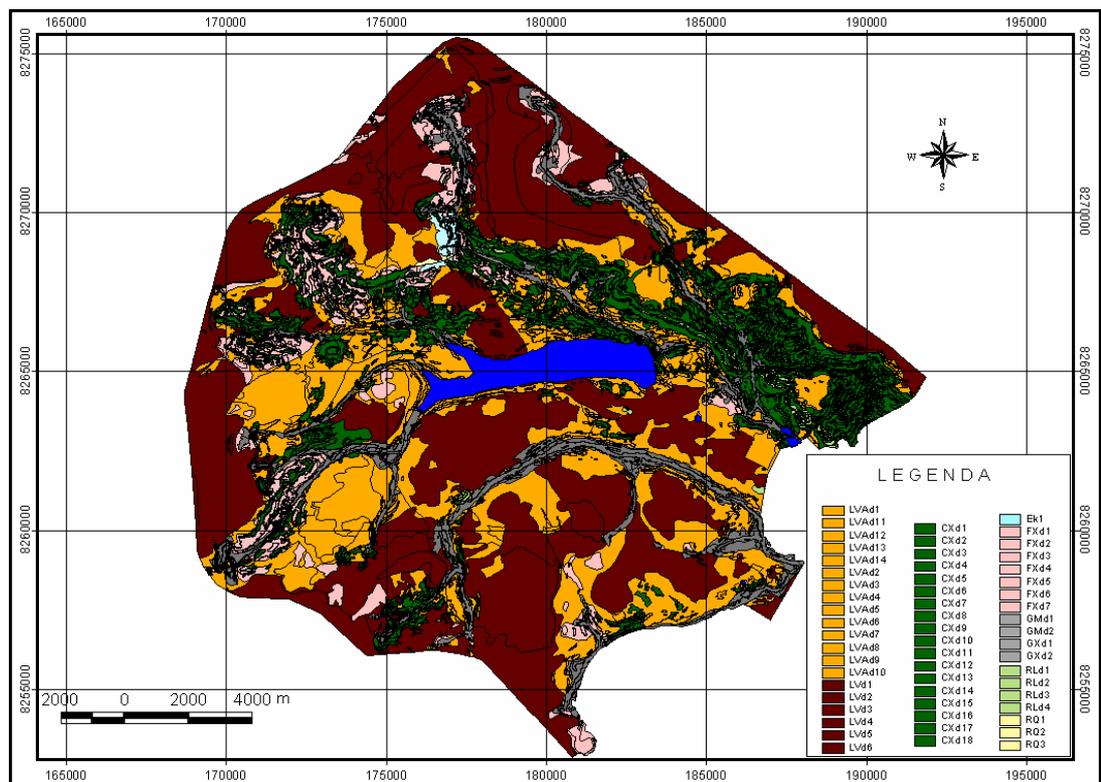


Figura 43 Mapa de solos resultante dos cruzamentos dos mapas de relevos e vegetação e seus derivados por meio do emprego da intersecção de mapas

Para resolver este problema, foi processado a mesma extensão utilizada para a confecção dos cruzamentos anteriores (*Geoprocessing*) utilizando o operador “Dissolve” que tem como objetivo agregar vários atributos em função de um atributo específico. O atributo utilizado foi o de unidade de mapeamento. Desse modo, foi possível simplificar o mapa de solos e torna-lo de mais fácil visualização.

Para que não houvesse perda de informação, antes de aplicar esta ferramenta é necessário conter as unidades de mapeamento bem delimitadas. A unidade de mapeamento foi delimitada com as informações dos solos do local que foi inserida com base na com trabalho de campo e de escritório. Com base nos resultados de laboratório foi possível identificar o grau de fertilidade, a textura e a vegetação. Em lugares de difícil acesso foram preservadas as informações do mapa de solos de referencia, o mesmo ocorreu com os dados de horizonte superficial devido ao tipo de coleta que foi sobre o trado. Os dados de vegetação foram fundamentais para a correlação de alguns solos devido a sua forte correlação

verificada em campo e o tipo de terreno que foi delimitado com base nas informações contidas na compartimentação da morfometria.

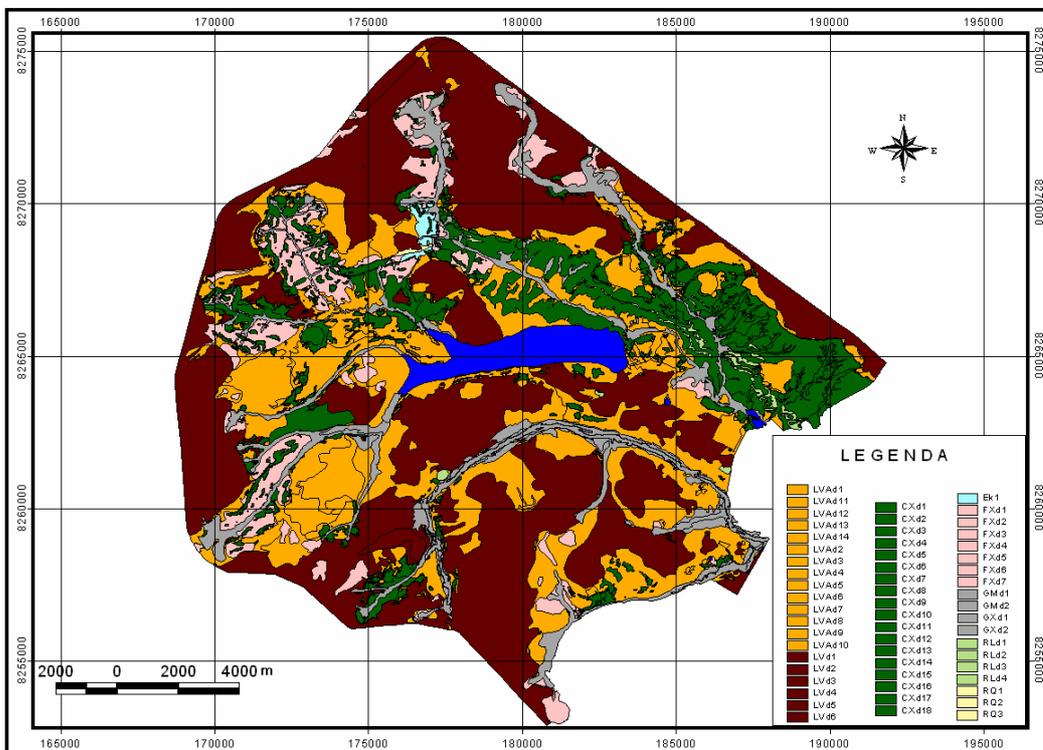


Figura 44 Mapa de solos genérico do Parque Nacional de Brasília após dissolver o atributo de unidade de mapeamento

Este mapa em relação ao mapa da escala de 1:100.000 apresentou diferenças significativas em relação ao mapa genérico do solo final.

Os Cambissolos na região próxima ao espelho de água da represa de Santa Maria na escala de 1:100.000 apresenta-se como um solo único com diferenças apenas de unidade de mapeamento, porém com o trabalho elaborado nesta dissertação foi verificado a presença de Latossolo Vermelho-Amarelo nas partes baixas formando pequenas zonas de acúmulo de sedimentos e nos topos a presença efetiva dos Cambissolos. Neste mesmo contexto, voltado para a margem do córrego Três Barras, nota-se a presença de Latossolo Vermelho-Amarelo nos canais de drenagem ocupados por bacias de forma côncava até aproximar do curso de água.

Os Plintossolos na escala 1:100.000 se distribuem de forma isolada ocorrendo alguns pontos da ruptura do relevo e em poucos locais na depressão como por exemplo a nascente do córrego Capão Comprido. Neste estudo, os Plintossolos estão representados nas vertentes onde na escala de 1:100.000 eram ocupadas por Cambissolos e também em alguns Latossolos Vermelho-Amarelos de na unidade de rampa. Com isso, ocorreu um aumento da superfície e sua identificação devido à característica própria no momento de identificação na interpretação da imagem de satélite. Estas áreas estão localizadas nas unidades de Rampa e de Escarpa. No percurso de Campo foi visto o Plintossolo ao longo das encostas úmidas e nos locais onde apresentam aumento da densidade de drenagem ocorrem o Cambissolo. Isso se dá, porque o Cambissolo é um solo raso e se situa sobre uma superfície de baixa porosidade o que acarreta no escoamento superficial da água. Nas regiões onde se tem o Plintossolo é possível identificar nas imagens de alta resolução espacial a presença de murundus e na imagem SPOT este padrão ocorre com tonalidades escuras o que ocasionou na classificação da Vegetação predominante do Plintossolo o Parque de Cerrado. Na unidade de Depressão também é possível identificar a presença de Plintossolo com ocorrência nas nascentes do córrego Capão Comprido, nas proximidades do córrego Poço d'Anta e na nascente do córrego do Acampamento.

Os solos hidromórficos foram evidenciados de acordo com a distribuição da Mata de Galeria de quase todas as unidades com exceção das escarpas onde ocorrem cambissolos com ravinas e o percurso da água é rápido.

Os Latossolos Vermelhos e Latossolos Vermelho-Amarelos apresentaram semelhanças na distribuição dos solos diferenciando em alguns locais.

O Neossolo litólico surge como classe individualizada de solo no novo mapa onde eram associados aos Cambissolos na escala de 1:100.000. O Neossolo Quartzarênico foi mapeado próximo ao Espodossolo em sua superfície maior. Na borda da Chapada ocorrem Latossolo Vermelho-Amarelo textura média e com presença de Neossolo Quartzarênico originário do Quartzito.

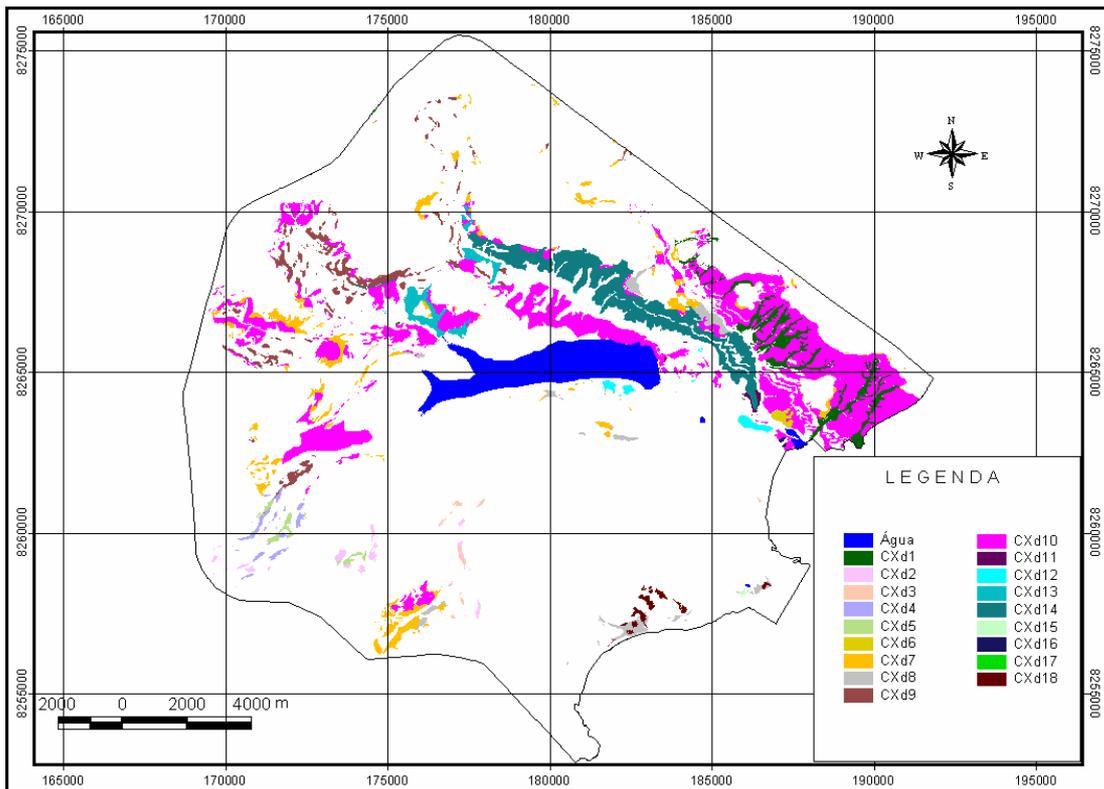


Figura 46 Distribuição espacial das unidades de mapeamento dos Cambissolos

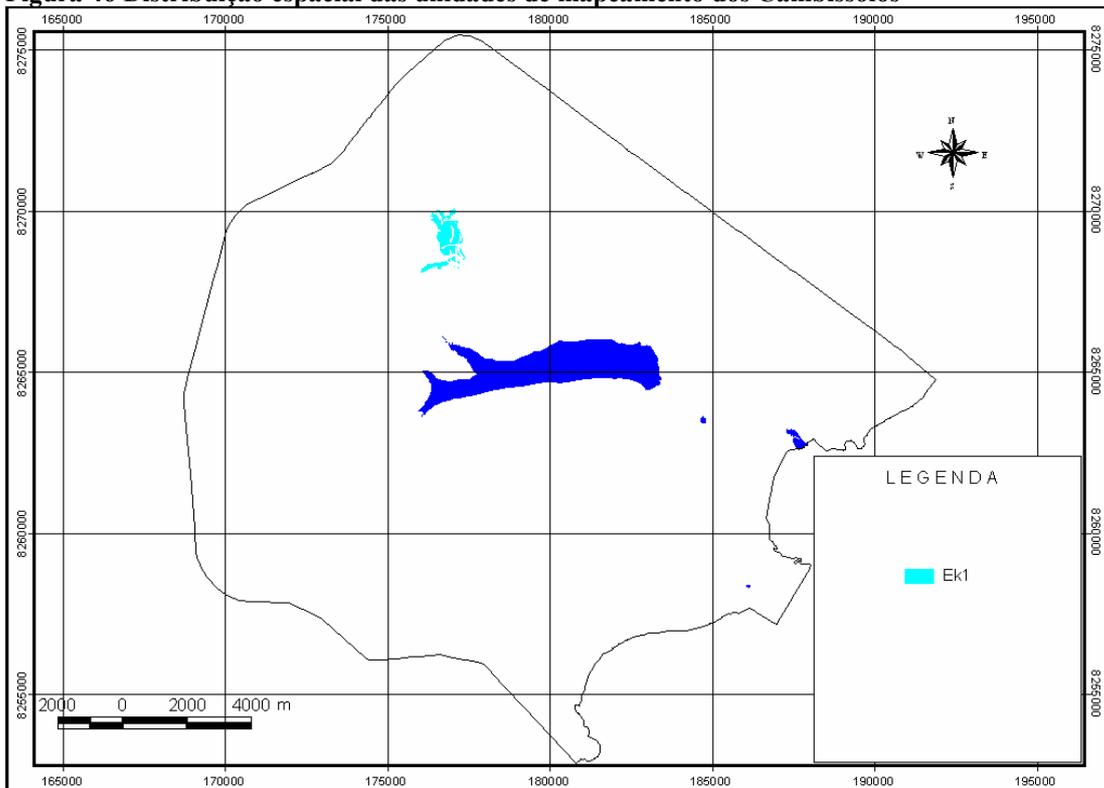


Figura 47 Distribuição espacial da unidade de mapeamento do Espodosolo

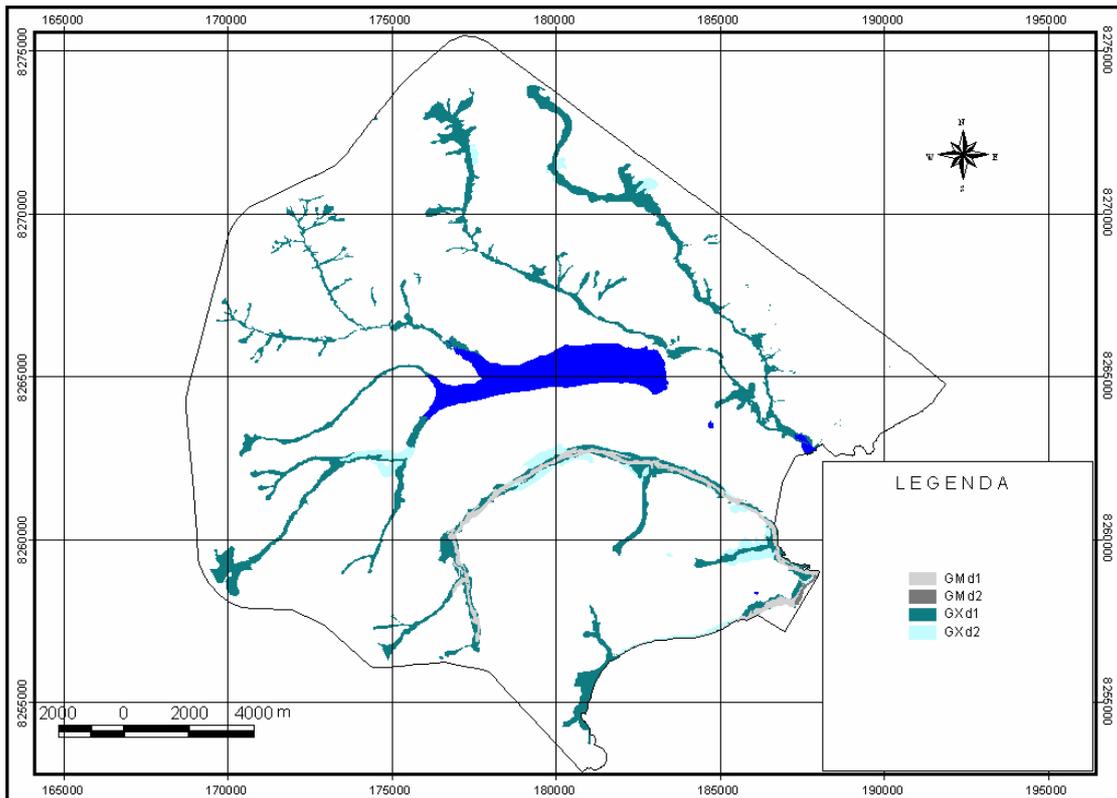


Figura 48 Distribuição espacial dos Gleissolos no Parque Nacional de Brasília

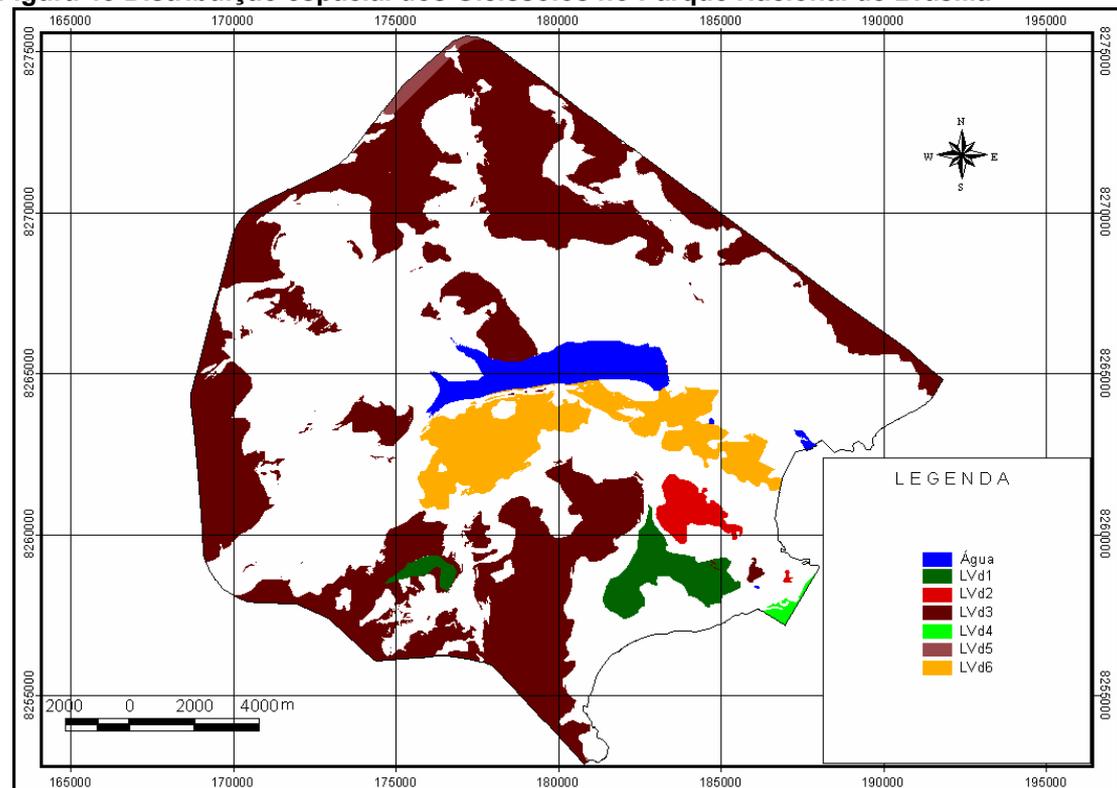


Figura 49 Distribuição espacial das unidades de mapeamento do Latossolo Vermelho no Parque Nacional de Brasília

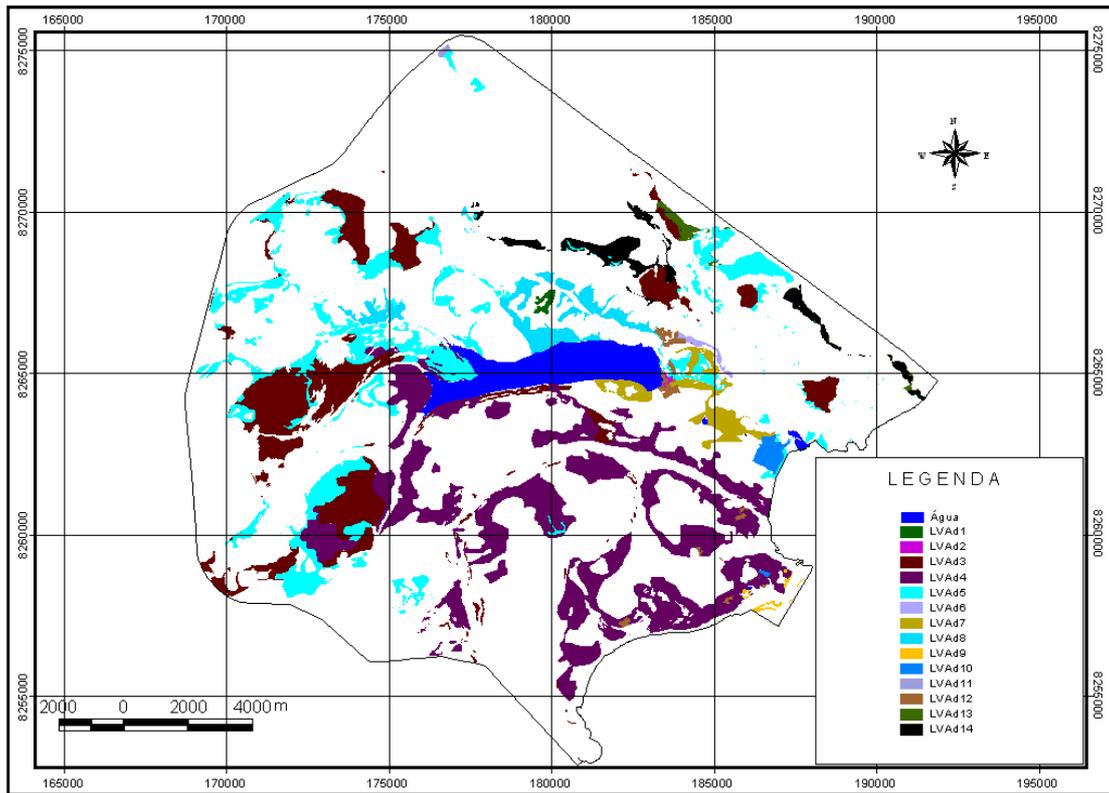


Figura 50 Distribuição espacial das unidades de mapeamento do Latossolo Vermelho-Amarelo

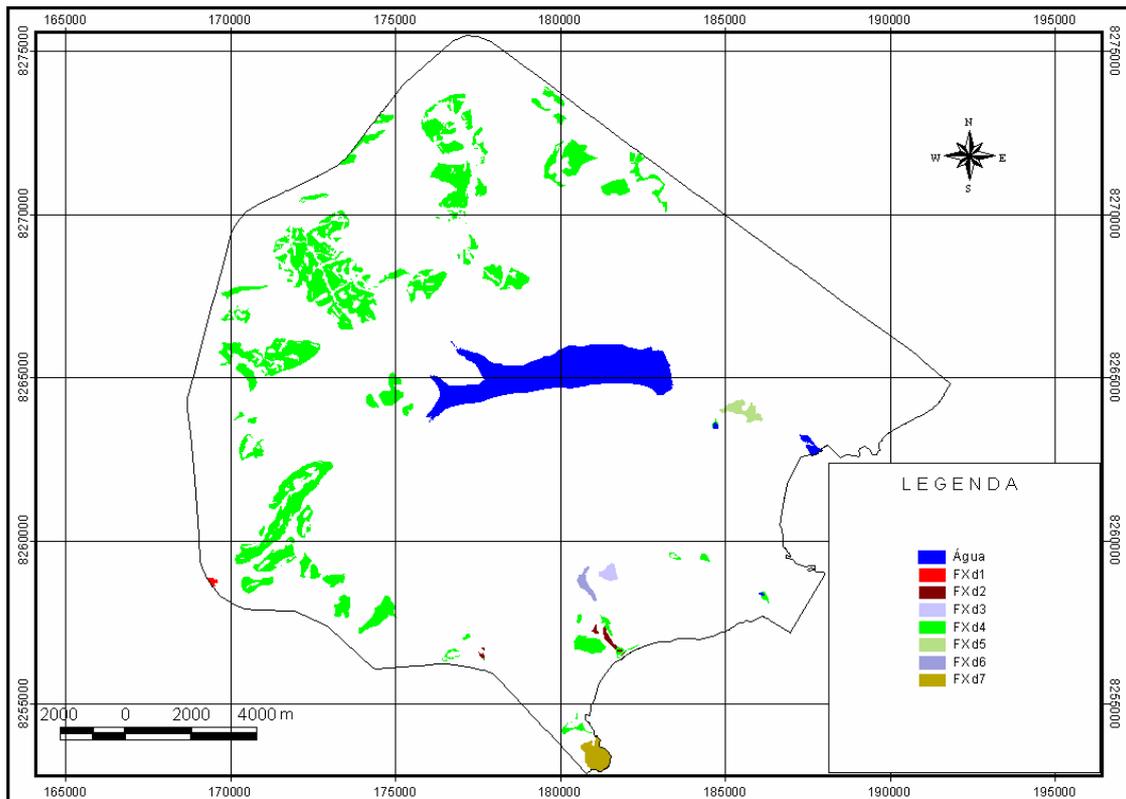


Figura 51 Distribuição espacial das unidades de mapeamento do Plintossolo no Parque Nacional de Brasília

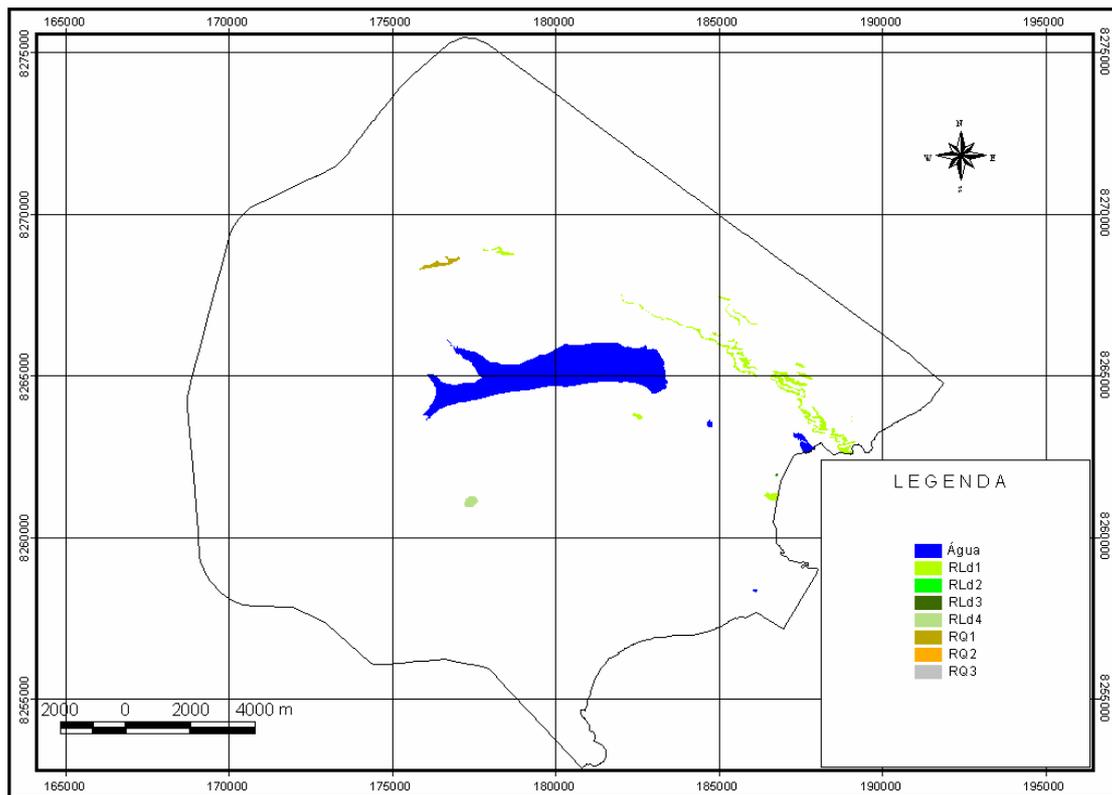


Figura 52 Distribuição espacial das unidades de mapeamento dos Neossolos no Parque Nacional de Brasília

Tabela 22 Legenda dos solos do Parque Nacional de Brasília

sigla	Descrição da Legenda
CXd1	CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico A moderado textura argilosa fase Mata de Galeria
CXd2	CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico A moderado textura argilosa fase Cerrado Sentido Restrito
CXd3	CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico A moderado textura argilosa fase Cerrado Ralo
CXd4	CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico A moderado textura argilosa fase Parque de Cerrado
CXd5	CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico A moderado textura argilosa fase Campo Sujo
CXd6	CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico A moderado textura argilosa cascalhenta concrecionária fase Cerradão
CXd7	CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico A moderado textura argilosa cascalhenta concrecionária fase Cerrado Sentido Restrito
CXd8	CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico A moderado textura argilosa cascalhenta concrecionária fase Cerrado Ralo
CXd9	CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico A moderado textura argilosa cascalhenta concrecionária fase Parque de Cerrado
CXd10	CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico A moderado textura argilosa cascalhenta concrecionária fase Campo Sujo
CXd11	CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico A moderado textura argilosa cascalhenta concrecionária fase Campo Sujo Úmido
CXd12	CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico A moderado textura argilosa cascalhenta concrecionária fase Campo Limpo
CXd13	CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico A moderado textura argilosa cascalhenta concrecionária fase Campo Limpo Úmido
CXd14	CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico A moderado textura argilosa cascalhenta concrecionária fase Campo Rupestre
CXd15	CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico A moderado textura argilosa cascalhenta concrecionária fase uso antrópico
CXd16	CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico A moderado textura argilosa cascalhenta concrecionária uso reflorestamento
CXd17	CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico A moderado textura argilosa cascalhenta concrecionária uso agropecuário
CXd18	CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico A moderado textura argilosa cascalhenta concrecionária solo exposto
LVAAd1	LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico A moderado textura muito argilosa fase Campo Limpo Úmido
LVAAd2	LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico A moderado textura argilosa fase Cerradão
LVAAd3	LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico A moderado textura argilosa fase Cerrado Sentido Restrito
LVAAd4	LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico A moderado textura argilosa fase Cerrado Ralo
LVAAd5	LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico A moderado textura argilosa fase Campo Sujo
LVAAd6	LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico A moderado textura argilosa fase Campo Sujo Úmido
LVAAd7	LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico A moderado textura argilosa fase Campo Limpo
LVAAd8	LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico A moderado textura argilosa fase Campo Limpo Úmido
LVAAd9	LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico A moderado textura argilosa uso antrópico
LVAAd10	LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico A moderado textura argilosa reflorestamento
LVAAd11	LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico A moderado textura argilosa uso agropecuário

LVAd12	LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico A moderado textura argilosa fase solo exposto
LVAd13	LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO A moderado textura média fase Cerrado Sentido Restrito
LVAd14	LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO A moderado textura média fase Campo Sujo
LVAd15	LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO A moderado textura média fase solo exposto
LVd1	LATOSSOLO VERMELHO Distrófico A moderado textura muito argilosa fase Cerrado Sentido Restrito
LVd2	LATOSSOLO VERMELHO Distrófico A moderado textura argilosa fase Cerradão
LVd3	LATOSSOLO VERMELHO Distrófico A moderado textura argilosa fase Cerrado Sentido Restrito
LVd4	LATOSSOLO VERMELHO Distrófico A moderado textura argilosa fase uso antrópico
LVd5	LATOSSOLO VERMELHO Distrófico A moderado textura argilosa fase uso agropecuário
LVd6	LATOSSOLO VERMELHO Distrófico A moderado textura média fase Cerrado Sentido Restrito
RQ1	NEOSSOLO QUARTZARÊNICO Órtico típico A moderado textura arenosa fase Campo Limpo Úmido
RQ2	NEOSSOLO QUARTZARÊNICO Órtico típico A moderado textura arenosa fase Campo Rupestre
RQ3	NEOSSOLO QUARTZARÊNICO Órtico típico A moderado textura arenosa fase Campo Sujo
RLd1	NEOSSOLO LITÓLICO Distrófico típico A moderado textura média cascalhenta fase Campo Rupestre
RLd2	NEOSSOLO LITÓLICO Distrófico típico A moderado textura média cascalhenta fase Campo Sujo
RLd3	NEOSSOLO LITÓLICO Distrófico típico A moderado textura média cascalhenta reflorestamento
RLd4	NEOSSOLO LITÓLICO Distrófico típico A moderado textura média cascalhenta sobre Afloramento Rochoso
Ek1	ESPODOSSOLO CÁRBICO Hidromórfico arênico A proeminente textura arenosa + Plintossolo Háplico Distrófico A moderado textura argilosa/média, ambos fase Parque de Cerrado e Campo Limpo Úmido relevo Plano e suave-ondulado.
FXd1	PLINTOSSOLO HAPLICO Distrófico A moderado textura muito argilosa fase Cerrado Sentido Restrito
FXd2	PLINTOSSOLO HAPLICO Distrófico A moderado textura muito argilosa fase Parque de Cerrado
FXd3	PLINTOSSOLO HAPLICO Distrófico A moderado textura muito argilosa fase Campo de Murundu
FXd4	PLINTOSSOLO HAPLICO Distrófico A moderado textura argilosa fase Parque de Cerrado
FXd5	PLINTOSSOLO HAPLICO Distrófico A moderado textura argilosa fase Campo Sujo Úmido
FXd6	PLINTOSSOLO HAPLICO Distrófico A moderado textura argilosa fase Campo Limpo Úmido
FXd7	PLINTOSSOLO HAPLICO Distrófico A moderado textura argilosa Campo de Murundu
GXd1	GLEISSOLO HAPLICO Distrófico textura muito argilosa fase Mata de Galeria
GXd2	GLEISSOLO HAPLICO Distrófico textura argilosa fase Mata de Galeria
GXd3	GLEISSOLO HAPLICO Distrófico textura argilosa fase Vereda
GXd4	GLEISSOLO HAPLICO Distrófico textura média fase Mata de Galeria
GMd1	GLEISSOLO MELÂNICO Distrófico textura argilosa fase Mata de Galeria
GMd2	GLEISSOLO MELÂNICO Distrófico textura argilosa fase Vereda

CONCLUSÃO

A aplicação das variáveis morfométricas dos atributos do terreno somada as informações da interpretação de imagem orbital para a confecção do mapa de vegetação alcançou os objetivos desta dissertação resultando em um mapa de solos.

O emprego destas técnicas de forma integrada é um ótimo aliado para a rápida execução do mapeamento, algo que não ocorre com os levantamentos convencionais de solos.

O emprego das classes de altimetria como delimitação das unidades geomorfológicas no primeiro nível hierárquico depende do uso do histograma de frequência sobre o retângulo envolvente com possíveis ajustes na delimitação de unidades que não se enquadram aos parâmetros morfométricos.

A declividade auxiliou na delimitação de unidades mais íngremes como as escarpas e auxiliou ao mesmo tempo na delimitação dos solos rasos como os Cambissolos e Neossolos Litólicos dependendo muito da fitofisionomia e da forma retilínea, convexa e côncava.

O fluxo acumulado auxiliou na visualização de ambientes úmidos e interflúvios, porém seus limites não são iguais aos do mapa de solos do DF e não são fiéis aos dados de campo, porém dá uma idéia de localização de ambiente seco e úmido o que os dados da vegetação foram mais coerentes com o uso dos fitoambientes. O fluxo acumulado evidencia os valores das redes de drenagem o que dificulta a distinção de solos hidromórficos e de transição como o Plintossolo.

O perfil de convexidade foi importante na delimitação de solos rasos e úmidos.

O mapa de aspecto indicou somente a distribuição dos solos em função das vertentes por meio da análise do histograma de frequência sobre os solos na escala de 1:100.000.

As áreas de unidades de conservação preservam as características originais da vegetação, proporcionando um melhor desenvolvimento do mapa pedológico. E este trabalho, após o emprego do mapa de vegetação foi possível notar a fundamental importância para a delimitação de classes de solos. Com isso, foi possível delimitar limites de fitofisionomias coerentes com o mapa de solos no Parque Nacional de Brasília. Para os ambientes hidromórficos, a vegetação

influenciou melhor, juntamente com a forma da vertente do que o mapa de fluxo acumulado, pois não coincidem muito bem os limites de solos hidromórficos com os não hidromórficos.

REFERÊNCIAS

AB'SABER, A. N. Os domínios morfoclimáticos na América do Sul. Geomorfologia. São Paulo, IGEOG-USP, n. 52, 1977.

ABBATE, G., CAVALLI, R. M., PASCUCCI, S. PIGNATTI, S., POSCOLIERI, M. **Relations between morphological settings and vegetation covers in a medium relief landscape of Central Italy** Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, 2006.

ARAUJO NETO M. D., FURLEY P. A., HARIDASAN, M., JOHNSON, C. E. **The murundus of the cerrado region of Central Brazil.** Journal of Tropical Ecology (1986) 2, 17-35.

ARAÚJO, G.M., BARBOSA, A.A.A., ARANTES, A.A. & AMARAL, A.F. Composição florística de veredas no Município de Uberlândia, MG. Revta. Brasil. Bot. 25(4):475-493, 2002.

ARCOVERDE G F B, BORGES M E S., MARTINS E. S.; RAMOS, V. M. GUIMARÃES, R. F. CARVALHO JÚNIOR, O. A. GOMES, R.A.T. Mapeamento pedológico em relevos cársticos a partir da análise morfométrica **Anais XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**, Goiânia, Brasil, 16-21 abril 2005, INPE, p. 1725-1732.

AZOLIN, M.A.D.; KLAMT, E.; SANTOS, M.C.C. dos. Relações solo-superfícies geomórficas e material de origem a oeste da depressão central e campanha no Rio Grande do Sul. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 15., Campinas, 1975. **Anais**. Campinas: SBCS, 1976. p.345-350.

BELL, J.C., CUNNINGHAM, R.L., HAVENS, M.W. Soil drainage class probability mapping using a soil-landscape model. Soil Science Society of America Journal, 58, 464-470. (1994).

BERG, M. van den; LEPSCH, I. F.; SAKAI, E. Solos de planícies aluviais do vale do Ribeira do Iguape: I Padrões de distribuição. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.11, p.305-313, 1987.

BEVEN, K.J., KIRKBY, M.J.. A physically based, variable contributing area model of basin hydrology. Hydrological Sciences Bulletin 24, 43-69. (1979)

BISHOP M. P, SHRODER JR J.F, COLBY J. D. Remote sensing and geomorphometry for studying relief production in high mountains **Geomorphology** 55 (2003) 345-361

BISPO P. C. VALERIANO, M. M.; KUPLICH T. M. Análise geomorfométrica como subsídio ao mapeamento da vegetação **Anais XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**, Florianópolis, Brasil, 21-26 abril 2007, INPE, p. 1607-1613.

BORLAUG, N.E. Feeding a world of 10 billion people: the miracle ahead. In: R. Bailey (ed.). Global warming and other eco-myths. pp. 29-60. Competitive Enterprise Institute, Roseville, EUA. 2002.

BREIMAN L, FRIEDMAN JH, OLSHEN RA & STONE CJ.. Classification and regression trees. Belmont, CA: Wadsworth International, 358 p. 1984

CARDENAS, F. P. A. Zoneamento Geoambiental de uma parte da Bacia do rio Nechí – Colômbia, por meio de Técnicas de Geoprocessamento, 1999. Dissertação (Mestrado em geologia) – Universidade de Brasília, Brasília, 1999.

CARDOSO, E. A. Relação Solo-Paisagem na Bacia do Alto Curso do Rio Descoberto Distrito Federal/Goiás 2003. Dissertação (Mestrado) - Prof Universidade Federal da Bahia, UFBA, Brasil.

CARTER, B.J., CIOLKOSZ, E.J., 1991. Slope gradient and aspect effects on soils developed from sandstone in Pennsylvania. Geoderma 49, 199– 213.

CARVALHO C. C. N. DE; FRANCA-ROCHA W.; ESPÍRITO SANTO E. B. **Predição de unidades de mapeamento digital de solo usando modelagem sob inferência fuzzy: estudo de caso em uma área na região de Mucugê-BA** In: Anais XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Florianópolis, Brasil, 21-26 abril 2007, INPE, p. 305-312.

CENTRE NATIONAL D'ETUDES SPATIALES Disponível em http://www.cnes-multimedia.fr/dossiers/spot5/va/pdf/technique_va.pdf acesso em 12 de julho de 2008.

CODEPLAN Atlas do Distrito Federal. Brasília: 1984

CODEPLAN. **Mapas Temáticos do Distrito Federal na escala de 1:100.000**, Brasília: GDF, 1996. CD-ROM

CODEPLAN. **Mapas Topográficos Plani-altimétricos Digitais do Distrito Federal na escala de 1:10.000**, Brasília: GDF, 1992. CD-ROM

COELHO, R.M.; LEPSCH, I.F. ; MENK, J.R.F. Relações solo relevo em uma encosta com transição arenito-basalto em Jaú (SP). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.18, p.125-137, 1994.

CORREIA, J. R.; REATTO, A.; SPERA, S. T. Solos e suas relações com o uso e o manejo. In: SOUZA, D. M. G ; LOBATO, E. (Org) Cerrado : correção do solo e adubação. 2. ed. Brasília, DF : Embrapa Informação Tecnológica, 2004.

COUTINHO, L.M.. O conceito de cerrado. Revta. Brasil. Bot. 7(1):17-23, 1978

COUTINHO, L.M. O bioma do cerrado. In Eugen Warming e o cerrado brasileiro: um século depois. (A.L. Klein ed.). Editora da UNESP, São Paulo. p. 77-91, (2002).

COUTINHO, L.M.. O conceito de bioma. Acta bot. bras. 20(1): 1-11. (2006)

DAVIS, J. C. *Statistics and Data Analysis in Geology*. Chichester: John Wiley and Sons. (1973).

DE BRUIN, S. & STEIN A. Soil-landscape modelling using fuzzy c-means clustering of attribute data derived from a Digital Elevation Model (DEM). *Geoderma*, 83(1-2):17-33. (1998).

DECRETO nº. 241, de 29 de novembro de 1961. Disponível em <http://hdl.handle.net/2122/1972>

DEHN, M., Gartner, H., Richard D. **Principles of semantic modeling of landform structures**. *Computers & Geosciences* 27. Pp. 1005-1010. (2001).

DENT, D. & YOUNG, A. **Soil survey and land evaluation**. London: George Allen & Unwin Publishers, 1981. 278p.

DOBOS, E.; MICHELI, E.; BAUMGARDNER, M. F.; BIEHL, L.; HELT, T. Use of **combined digital elevation model and satellite data for regional soil mapping**. *Geoderma*, v.97, p.367-391, 2000.

EITEN, G. *Vegetação natural do Distrito Federal*. Brasília: UnB: SEBRAE, 2001. 162 p.

EITEN, G. Natural Brazilian vegetation types and their causes. *An. Acad. bras. Ciênc.* 64 (1): 35-65. (1992).

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Procedimentos normativos de levantamentos pedológicos**. Brasília: Embrapa - SPI, 1995. 116p.

EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solo. **Levantamento de reconhecimento dos solos do Distrito Federal**. Rio de Janeiro, EMBRAPA-SNLCS, 1978. 455P. (EMBRAPA-SNLCS, Boletim Técnico, 53).

EMBRAPA. Serviço Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Rio de Janeiro, 1999. 412p.

ESTADOS UNIDOS. Department of Agriculture. Soil Survey Division. Soil Conservation Service. Soil Survey Staff. **Soil survey manual**: revised. Washington: Enlarg. Ed., 1993. 437p. (USDA. Agriculture handbook, 18).

EVANS, I.S. **General geomorphometry, derivatives of altitude, and descriptive statistics**. In: Chorley, R.J.(Ed.), *Spatial Analysis in Geomorphology*. Methuen & Co., London. Pp. 17– 90, Chap. 2. (1972).

EVANS, L.S. & MCCLEAN. C.J. The land surface is not unifractal: variograms, cirque scale and allometry. *Zeitschrift für Geomorphologie N. F. Suppl*, – Band 101, 127-147. (1995).

EVANS, L.S. Correlation structures and factor analysis in the investigation of data dimensionality: statical properties of the Wessex land surface. In: *International*

Symposium on Spatial Data Handling'84, Proceedings, Geogr. Inst., Universität Zürich, Switzerland, 1:98-116. (1984).

FARIA, A. Estratigrafia e sistemas deposicionais do grupo Paranoá nas áreas de Cristalina, Distrito Federal e São João d'Aliança – Alto Paraíso de Goiás. Brasília 1995 UnB tese.

FARIAS, W. M. Condutividade Hidráulica de Solos Tropicais Compactados a Hidrocarbonetos da Gasolina. Dissertação de Mestrado, Publicação G.DM-108-A/03, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 152 p. (2003).

FERRANTE J. E. T.; RANCAN. L., BRAGA NETTO P., Meio Físico: Clima In: Fernando Oliveira Fonseca. (Org.). Olhares sobre o Lago Paranoá. 1 ed. Brasília: Secretaria de Meio Ambiente e Recursos Hídricos, 2001, v. 1

FERREIRA, M. E. Análise do Modelo Linear de Mistura Espectral na Discriminação de Fitofisionomias do Parque Nacional de Brasília (Bioma Cerrado). 2003. 127 f. Dissertação (Mestrado em Geologia - Instituto de Geociências) - Universidade de Brasília, Brasília.

FERREIRA, M. E.; FERREIRA, L. G.; SANO, E. E.; SHIMABUKURO, Y. E. Spectral linear mixture modelling approaches for mapping the Brazilian Cerrado physiognomies. **International Journal of Remote Sensing**, Volume 28, Number 2, 2007, pp. 413-429(17)

FIEZ, T.E., PAN,W.L., MILLER, B.C. (1995). Nitrogen use efficiency of winter wheat among landscape positions. *Soil Science Society of America Journal* 59, 1666–1671.

FREITAS-SILVA F. H & CAMPOS J. E. G **Hidrogeologia do Distrito Federal**. In: IEMA. Inventário Hidrogeológico e dos Recursos Hídricos Superficiais do Distrito Federal, vol. IV 1998. Brasília, IEMA/SEMATEC/Unb, 85p. 1998.

FREITASSILVA, F. H.;CAMPOS, J. E. G. Meio Físico da Bacia do Rio Paranoá. In: Fernando Oliveira Fonseca. (Org.). Olhares sobre o Lago Paranoá. 1 ed. Brasília: SEMARH, 2001, v. 1, p. 55-76.

GESSLER, P.E., MOORE, A. W., MCKENZIE, N. J., RYAN, P. J., (1995). Soil-landscape modelling and spatial prediction of soil attributes. *International Journal of Geographical Information Systems*, 9: 421–432.

HERMUCHE P.M.; GUIMARÃES R. F.;CARVALHO A. P. F.;MARTINS E. S.;FUKS, S. D.;CARVALHO JÚNIOR, O. A. **Processamento digital de imagens morfométricas para subsidiar o mapeamento pedológico**. Anais XI SBSR, Belo Horizonte, Brasil, 05-10 abril 2003, INPE, p. 123-130.

HERMUCHE, P. M.; GUIMARÃES, R.F.; CARVALHO, A.P.F.; MARTINS, E.S.; FUCKS, S.D. & CARVALHO JUNIOR, O. A.; SANTOS, N.B.F. & REATTO, A. (2002).

Morfometria como Suporte para Elaboração de Mapas Pedológicos: I. Bacias Hidrográficas Assimétricas. Documentos - Embrapa Cerrados, 68:1-25.

HERMUCHE, P.M; ANDRADE, A. C.; GUIMARÃES, R.F.; LEAL, L.R.; CARVALHO JUNIOR, O.A.; MARTINS, E.S. (2003a). Compartimentação geomorfológica em escala regional da bacia do rio Paranã. Geouerj, 1:372-381.

HIDDING, M. C., TEUNISSEN, A.T.J. (2002). **Beyond fragmentation: new concepts for urban-rural development.** Landscape and Urban Planning 58. Pp. 297-308.

HOROWITZ, C. Plano de manejo do Parque Nacional de Brasília: avaliação da metodologia de planejamento adotada, execução e resultados alcançados no decênio 1979-1989 Brasília; 1992, 203 p. Ilus., mapas, tabelas. Professor orientador: Laercio Leonel Leite. UnB

HUDSON, B. D. **Concepts of soil mapping and interpretation.** Soil Survey Horizons, v.31, p.63-72, 1990.

HUTCHINSON, M.F. Calculation of hydrologically sound digital elevation models. Third International Symposium on Spatial Data Handling, Sydney. Columbus, Ohio: International Geographical Union. 1988.

JENNY, H. **Factors of Soil Formation.** McGraw-Hill, New York. (1941).109p.

KING, D., BOURENNANE, H., ISAMPERT, M., MACAIRE, J.J., Relationship of the presence of a non-calcareous clay-loam horizon to DEM attributes in a gently sloping area. Geoderma 89, 95– 111. 1999.

KLINK, C.A., MOREIRA, A.G. & SOLBRIG, O.T. Ecological impact of agricultural development in the Brazilian cerrados. In The World's savanna: economic driving forces, ecological constraints and policy options for sustainable land use. (M.D. Young & O.T. Solbrig, eds.). Man and biosphere series. v.12. UNESCO & Parthenon Pub. Group, Paris. p.259-282. 1993.

LARK, R. M. & BOLAM, H. C. (1997). Uncertainty in prediction and interpretation of spatially variable data on soils. Geoderma, 77(2)-4: 263-282.

LATORRE, M.L.; CARVALHO JUNIOR, O. A.; SANTOS, J.R.; SHIMABUKURO, Y.E. (2007). Integração de dados de sensoriamento remoto multiresoluções para a representação da cobertura da terra utilizando campos contínuos de vegetação e classificação por árvores de decisão. Revista Brasileira de Geofísica, v. 25, p. 63-74.

LEAL, L.R., ANDRADE, A.C., PANQUESTOR, E.K., RAMOS, V.M., GUIMARÃES, R.F., MARTINS, E.S. & CARVALHO JUNIOR, O.A. Definição de unidades geomorfológicas a partir de imagens de dados morfométricos na bacia do Rio Grande (BA). In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 2003, Belo Horizonte. Anais XI SBSR. São José dos Campos: INPE, p. 2055-2062.

LEI Nº 11.285, DE 8 DE MARÇO DE 2006. Altera os limites do Parque Nacional de Brasília.

LEIJ, F.J., ROMANO, N., PALLADINO, M., SCHAAP, M.G., COPPOLA, A. (2004). Topographical attributes to predict soil hydraulic properties along a hillslope transect. *Water Resources Research* 40, W02407, 10.1029/2002WR001641.

LEPSCH, I.F. Superfícies geomorfológicas e depósitos superficiais neocenozóicos em Echaporã, SP. **Boletim Paulista de Geografia**, v.53, p. 5-34, 1977.

LOBO, A.E.M. Relações solo-superfícies fisiográficas em uma transeção de Piracicaba, SP, Piracicaba, 1984. 164p. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo.

FERREIRA M. E., SANO E. E., FERREIRA L. G. **Atualização do mapa de vegetação do Parque Nacional de Brasília (bioma cerrado) por meio de imagens orbitais com alta resolução espacial.**, (2003) X SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEORAFIA FÍSICA APLICADA pp. 1268 a 1273 <http://geografia.igeo.uerj.br/xsbgfa/cdrom/eixo3/3.3/228/228.htm> 2/7/2008

MARTINS, E. S. & BAPTISTA, G. M. M. 1998. Compartimentação geomorfológica e sistemas morfodinâmicos do Distrito Federal. In IEMA/SEMATEC/UnB 1998. **Inventário Hidrogeológico e dos Recursos Hídricos Superficiais do Distrito Federal.** Brasília. IEMA/SEMATEC/UnB. Vol. 1, Parte II. 53p.

MARTINS, E. S. **Petrografia, mineralogia e geomorfologia de regolitos lateríticos no Distrito Federal.** Brasília. IG/UnB. (Tese de Doutorado). (1998).

MCBRATNEY A. B., MENDONÇA SANTOS M L, B. MINASNY B **On digital soil mapping** *Geoderma* 117 (2003) 3– 52

McBRATNEY, A. B.; ODEH, I. O. A.; BISHOP, T. F. A.; DUNBAR, M. S.; SHATAR, T.M. **An overview of pedometric techniques for use in soil survey.** *Geoderma*, Amsterdam, v. 97, n. 3-4, p. 293-327, 2000.

MCKENZIE, N. J.; AUSTIN, M. P. **A quantitative Australian approach to medium and small scale surveys based on soil stratigraphy and environmental correlation.** *Geoderma*, v.57, p.329-355, 1993.

MCKENZIE, N.J., RYAN, P.J.. Spatial prediction of soil properties using environmental correlation. *Geoderma* 89, 67–94. (1999)

MENDONÇA-SANTOS, Maria de Lourdes **Mapeamento digital de classes e atributos de solos: métodos, paradigmas e novas técnicas** / Maria de Lourdes Mendonça-Santos e Humberto Gonçalves dos Santos. – Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2003. 19p. - (Embrapa Solos. Documentos; n. 55)

MIURA, T. ; HUETE, A. R.; FERREIRA, L. G. SANO, E. E. Discrimination and biophysical characterization of Cerrado physiognomies with EO-1 hyperspectral Hyperion. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 11., 2003, Belo

Horizonte. **Anais...** São José dos campos: INPE, 2003. p. 1077-1082. Disponível na biblioteca digital URLib: <ltid.inpe.br/sbsr/2002/11.18.14.399>. Acesso em: 01 nov.. 2004.

MOORE, I.D., GESSLER, P.E., NIELSEN, G.A., PETERSEN, G.A.. Soil attribute prediction using terrain analysis. *Soil Science Society of America Journal*, 57: 443–452. (1993)

MORRE I.D., GRAYSON, R.B. & LADSON A.R. Digital terrain modelling: a review of hydrological geomorphological and biological applications. *Hydrological Processes*, 5: 3-30. (1991).

MÜHLETHALER, B.; RAMOS V. M.; CARVALHO JUNIOR, O. A.; GUIMARÃES R. F.; BETTIOL G. M.; GOMES R.A.T.; MARTINS E. S.; REATTO A. **Avaliação do uso da morfometria como suporte para a elaboração de mapa pedológico na bacia do Ribeirão da Pedreira – DF** Anais XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Goiânia, Brasil, 16-21 abril 2005, INPE, p. 3167-3174.

MUNSELL COLOR COMPANY. **Munsell soil charts**. Baltimore 1975.

NOVAES PINTO, M. & CARNEIRO, P. J. R. Análise preliminar das feições geomorfológicas do Distrito Federal. In: **CONGR. BRAS. DE GEÓGRAFOS. 4**. 1984. Anais ... São Paulo. Livro II, v.2. p.190-213. (1984).

NOVAES PINTO, M. **Unidades geomorfológicas do Distrito Federal**. *Geografia*, 11(21):97-109. (1986).

NOVAES PINTO, M. **Superfícies de aplainamento do Distrito Federal**. *Rev. Bras. Geogr.*, 49(2):9-26. (1987).

NOVAES PINTO, M. Caracterização geomorfológica do Distrito Federal. *In: Novaes Pinto, M. (org). Cerrado: caracterização, ocupação e perspectivas*. Brasília. (1994).

NOVAES-PINTO, M. *Cerrado: caracterização, ocupação e perspectivas*. Ed. UnB/SEMATEC, Brasília/DF. (1990).

ODEH, I. O. A.; McBRATNEY, A. B.; CHITTLEBOROUGH, D. J. **Fuzzy-c-means and kriging for mapping soil as a continuous system**. *Soil Science Society of America Journal*, v.56, p.1848-1854, (1992).

ODEH, I.O.A., CHITTLEBOROUGH, D.J., MCBRATNEY, A.B., Elucidation of soil-landform interrelationships by canonical ordination analysis. *Geoderma* 49, 1 –32. (1991).

ODEH, I.O.A., MCBRATNEY, A.B., CHITTLEBOROUGH, D.J., Soil pattern recognition with fuzzy-c-means: application to classification and soil-landform interrelationships. *Soil Science Society of America Journal* 56, 505–516. 1992a.

ODEH, I.O.A., MCBRATNEY, A.B., CHITTLEBOROUGH, D.J., Fuzzy-c-means and kriging for mapping soils as a continuous system. *Soil Science Society of America Journal* 56, 1848–1854. 1992b.

ODEH, I.O.A., MCBRATNEY, A.B., CHITTLEBOROUGH, D.J., Further results on prediction of soil properties from terrain attributes: heterotropic cokriging and regression-kriging. *Geoderma* 67, 215– 226. 1995.

OLIVEIRA, B.M.L., RAMOS, V.M., CARVALHO JUNIOR, O.A., GUIMARÃES, R.F., BETTIOL, G.M., GOMES, R.A.T.; MARTINS, E.S. & REATTO, A. Avaliação do uso da morfometria como suporte para a elaboração de mapa pedológico na bacia do Ribeirão da Pedreira - DF. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Goiânia. Anais XII SBSR. São José dos Campos: INPE, p. 3167-3174. (2005).

OLIVEIRA, J. B. **Classificação de solos e seu emprego agrícola e não agrícola.** In: Anais do XXIX Congresso Brasileiro de Ciência do Solo Ribeirão Preto, 2003.

OLIVEIRAFILHO, A.T. & RATTER, J.A. Vegetation physiognomies and woody flora of the cerrado biome. In *The cerrados of Brazil: ecology and natural history of a neotropical savanna.* (P.S. Oliveira & J.R. Marquis, eds.). Columbia University Press, New York. p. 91-119. 2002.

OLIVEIRAFILHO, A.T., SHEPHERD, G.J., MARTINS, F.R. & STUBBLEBINE, W.H. Environmental factors affecting physiognomic and floristic variation in an area of cerrado in central Brazil. *J. Trop. Ecol.* 5:413-431. 1989.

PANQUESTOR, E. K., CARVALHO JUNIOR, O.A., LEAL, L.R., ANDRADE, A.C., MARTINS, E.S. & GUIMARÃES, R.F.. Associação do processamento digital de imagens ao uso de parâmetros morfométricos na definição de unidades de paisagem da bacia do rio Corrente (BA). *Espaço e Geografia*, 5(1): 87-99. (2002)

PEREZ FILHO, A.; DONZELLI, J.B.; LEPSCH, I.F. Relações solo geomorfologia em várzea do Rio Mogi-Guacu (SP). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.4, p.181-187, 1980.

PIVELLO, V.R, BARBIERI, R.F, RUGGIERO, P.G.C & OLIVEIRA FILHO, F. Análise da variação fisionômica na Árie Cerrado Pé-de-Gigante (Santa Rita do Passa Quatro-SP) em relação às características pedológicas locais. In IV Simpósio de Ecossistemas Brasileiros. (S. Watanabe, coord.). v.3. ACIESP, São Paulo. p.7-29; 1998.

PRADO, H.do. **Manual do solo:** descrições do solo e suas implicações. São Paulo: Nobel, 1991. 117 p.

QUINN, P.F.; BEVEN, P.; CHEVALLIER, P.; PLANCHON, O. The Prediction of Hillslope Flow Paths for Distributed Hydrological Modeling Using Digital Terrain Models. In: *Hydrological Processes*, 1991, no.5, p. 59-79. (1991).

RAMOS, P. C. M. Vegetation communities and soils in National Park of Brasília. 1995. 203 f. Tese (Doutorado) - University of Edinburgh, Edinburgh.

RATTER, J.A.; RIBEIRO, J.F.; BRIDGEWATER, S. The brazilian cerrado vegetation and threats to its biodiversity. *Ann. Bot.* 80:223-230; 1997.

RATTER, J.A.; RIBEIRO, J.F.; BRIDGEWATER, S. 1997. The Brazilian cerrado vegetation and threats to its biodiversity. **Annals of Botany** 80(3): 223-230. (1997).

RAWLS, W.J., PACHEPSKY, Y.A. Using field topographic descriptors to estimate soil water retention. *Soil Science* 167 (7), 423–435. (2002).

REATTO, A.; MARTINS, É. de S.; FARIAS, M. F. R; SILVA, A V.; CARVALHO JÚNIOR, O. A. **Mapa pedológico Digital – SIG Atualizado do Distrito Federal Escala 1:100.000 e uma síntese do texto explicativo**. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2004.

RIBEIRO, J. F.; WALTER, T. M. B. Fitofisionomias do bioma cerrado. In: SANO, S.M.; ALMEIDA, S.P. (Ed). *Cerrado: ambiente e flora*. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 1998. p. 89-166.

RIZZINI, C.T. *Tratado de fitogeografia do Brasil: aspectos sociológicos e florísticos*. v.2. EDUSP, São Paulo. 1979.

RODRIGUES, T. E.; KLAMT, E. Mineralogia e gênese de uma seqüência de solos do Distrito Federal. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 2, n. 2, p. 132-139, 1978.

ROMANO, N., PALLADINO M. Prediction of soil water retention using soil physical data and terrain attributes. *Journal of Hydrology* 265: 56–75; (2002).

ROMANO, N., SANTINI, A. Effectiveness of using pedotransfer functions to quantify the spatial variability of soil water retention characteristics. *Journal of Hydrology* 202, 137– 157. (1997).

RUHE, R. **Quaternary landscapes in Iowa**. Ames: Iowa State University Press, 1969. 255 p.

RYLANDS, A.B., FONSECA M.T, MACHADO R.B. CAVALCANTI R.B. Brazil. In: M. Spalding, S. Chape & M. Jenkins (eds.). *The state of the world's protected areas*. United Nations Environment Programme (UNEP), World Conservation Monitoring Centre (WCMC), Cambridge, Reino Unido. 2005.

SCHIMIDT, J. & DIKAU, R. Extracting geomorphometric attributes and objects from digital elevation models – semantics, methods, future needs. In: DIKAU, R. & SAURER, H. (Eds.). *GIS for Earth Surface Systems - Analysis and Modelling of the Natural Environment*. Berlin-Stuttgart: Gebrüder Borntraeger, pp. 153-173. (1999).

TANNUS, J.L.S. & ASSIS, M.A. Composição de espécies vasculares de campo sujo e campo úmido em área de cerrado, Itirapina – SP, Brasil. *Revta. Brasil. Bot.* 27(3):489-506; (2004).

THOMPSON, J.A., BELL, J.C., BUTLER, C.A., Digital elevation model resolution: effects on terrain attribute calculation and quantitative soil-landscape modeling. *Geoderma* 100, 67– 89. (2001).

UBERTI, A.A.; KLAMT, E. Relações solo-superfícies geomórficas na encosta inferior do nordeste do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.8, p.124-132, 1984.

VIDAL TORRADO, P. Morfogênese e pedogênese no distrito de Tupi (Piracicaba-SP). Piracicaba, 1994. 208p. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.

VIEIRA, S, **Introdução a Bioestatística**. 5ed. Rio de Janeiro: Campus, 293p. 1988.

ZHU, A. X. **Mapping soil landscape as spatial continua: the neural network approach**. *Water Resources Research*, v.36, p.663-677, 2000.

ZHU, A. X; HUDSON, B; BURT, J.; LUBICH, K.; SIMONSON, D. **Soil Mapping Using GIS, Expert Knowledge, and Fuzzy Logic**. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, v.65, p.885-894, sep/oct 2001

ZHU, A. X. **A personal construct-based knowledge acquisition process for natural resource mapping using GIS**. *Int. J. Geographic Information Science*, v.13, pp.119–141. 1999.

ZIGHED, D. A, RAKOTOMALALA, R., **Graphes d’Induction. Apprentissage et Data**