



**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA**

**FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA**

**PEDOFORMAS E APTIDÃO AGRÍCOLA DAS TERRAS DA MICROBACIA DO  
RIBEIRÃO ESTANISLAU, DF**

**GUILHERME QUEIROZ MICAS**

**MONOGRAFIA DE GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA**

**BRASÍLIA,**

**JULHO/2016**

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA  
FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA

**PEDOFORMAS E APTIDÃO AGRÍCOLA DAS TERRAS DA MICROBACIA DO  
RIBEIRÃO ESTANISLAU, DF**

GUILHERME QUEIROZ MICAS

10/0012043

ORIENTADORA: MARILUSA PINTO COELHO LACERDA

MONOGRAFIA DE GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

BRASÍLIA,  
JULHO/2016

**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA**  
**FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA**

**PEDOFORMAS E APTIDÃO AGRÍCOLA DAS TERRAS DA MICROBACIA DO  
RIBEIRÃO ESTANISLAU, DF**

**GUILHERME QUEIROZ MICAS**

Monografia de graduação em Agronomia submetida à Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade de Brasília, como parte dos requisitos necessários à obtenção do grau de engenheiro agrônomo.

**APROVADO POR:**

---

**MARILUSA PINTO COELHO LACERDA, Doutora Professora Associada II (FAV – UnB) (ORIENTADORA); email: marilusa@unb.br**

---

**EIYTI KATO, Doutor Professor Adjunto (FAV – UnB) (EXAMINADOR INTERNO); e-mail: kato@unb.br**

---

**MANUEL PEREIRA DE OLIVEIRA JÚNIOR, Mestre em Agronomia. (FAV – UnB) (EXAMINADOR INTERNO); e-mail: manueljr@unb.br**

BRASÍLIA,

JULHO/2016

## FICHA CATALOGRÁFICA

Micas, Guilherme Queiroz

Pedoformas e aptidão agrícola das terras da microbacia do Ribeirão Estanislau, DF. /Guilherme Queiroz Micas; Orientação de Marilusa Pinto Coelho Lacerda. Brasília, 2016.

61p.

Monografia de graduação – Universidade de Brasília/ Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, 2016.

## REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

Micas, G. Q. **Pedoformas e aptidão agrícola das terras da microbacia do Ribeirão Estanislau, DF.** 2016. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária. Universidade de Brasília, Brasília, 2016.

## Cessão de Direitos

NOME DO AUTOR: Guilherme Queiroz Micas

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: Pedoformas e aptidão agrícola das terras da microbacia do Ribeirão Estanislau, DF.

GRAU: GRADUAÇÃO

ANO: 2016

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

---

Guilherme Queiroz Micas

CPF: 029.036.241-06

Tel: (61) 99413-7732

E-mail: gqueirozm@gmail.com

Dedico este trabalho aos meus pais – Francisco Ricardo Andrade Micas e Sissis Maria da Silva de Queiroz Micas – que sempre me ensinaram a importância dos estudos, e que se sacrificaram para que eu pudesse sempre ter uma educação de qualidade.

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus por ter me concedido ingresso na vida acadêmica e na concretização desse trabalho de conclusão de curso.

Aos meus amados pais – Francisco Ricardo Micas e Sissis Maria Micas – por todo exemplo, amor e dedicação.

Aos meus familiares pelo constante apoio e incentivo.

À Alana Kimberly Martins por me incentivar a continuar, ser minha companheira, minha amiga e namorada, por sempre me apoiar e me confortar nos momentos mais difíceis.

À professora Dra. Marilusa Lacerda, pela confiança, ensinamentos e conselhos pessoais e acadêmicos, sobretudo, pela amizade.

Ao Me. Manuel Júnior pela amizade, por toda a ajuda nas saídas de campo e ensinamentos nesses anos de convivência.

Aos caça barrancos – Luiz Felipe, Déborah Christina, Bruna Vieira e Henrique Honorato – por todos os bons momentos e conhecimentos compartilhados.

Aos meus amigos – Tiago Lopes, Matheus Lopes, Davi Moraes, Bruno Etcheverria, Danielle Costa e Juliana Costa – por todos os bons momentos e apoio no decorrer desses anos.

A todos aqueles que, de uma maneira ou de outra, contribuíram para o desenvolvimento desse trabalho.

## SUMÁRIO

1.	<b>Introdução</b> .....	10
2.	<b>Objetivo</b> .....	12
2.1	Objetivos específicos.....	12
3.	<b>Referencial teórico</b> .....	13
3.1.	Formação do solo .....	13
3.2.	Solos de ocorrência no Distrito Federal (DF) .....	14
3.3.	Vegetação do Distrito Federal (DF) .....	18
3.4.	Geologia do Distrito Federal (DF) .....	19
3.5.	Geomorfologia do Distrito Federal.....	20
3.6.	Aptidão agrícola das terras .....	22
3.7.	Sensoriamento remoto e SIG .....	33
4.	<b>Materiais e métodos</b> .....	33
4.1.	Localização da área de estudo.....	33
4.2.	Caracterização da área de estudo .....	33
4.3.	Relações pedomorfogeológicas e distribuição de solos na microbacia estudada.....	36
4.4.	Perfis de solo da microbacia do Ribeirão Estanislau.....	37
4.5.	Pedoformas da microbacia do Ribeirão Estanislau, DF.....	38
4.6.	Aptidão agrícola das terras da microbacia estudada.....	39
4.7.	Avaliação física dos Plintossolos Pétricos.....	40
5.	<b>Resultados e discussão</b> .....	45
5.1	Pedoformas da microbacia do ribeirão Estanislau, DF.....	45
5.2	Classes de solo em mapeamentos existentes <i>versus</i> classes de solos das pedoformas da microbacia do ribeirão Estanislau, DF.....	47
5.3	Aptidão agrícola das terras da microbacia do ribeirão Estanislau, DF.....	47
5.4.	Classes de aptidão agrícola das terras em mapeamento existente <i>versus</i> classes de aptidão agrícola propostas na microbacia do ribeirão Estanislau, DF.....	48
5.5.	Ocorrência e distribuição dos Plintossolos Pétricos.....	49
5.6.	Características físicas dos Plintossolos Pétricos.....	52
6.	<b>Conclusões</b> .....	54
7.	<b>Referencias bibliográficas</b> .....	55

## LISTA DE FIGURAS

1	Mapa da distribuição das classes de solos no Distrito Federal. Fonte: Embrapa (1978) .....	15
2	Alternativas de utilização das terras de acordo com os grupos de aptidão agrícola segundo Ramalho Filho e Beek (1995) .....	25
3	Mapa de localização da microbacia do Ribeirão Estanislau, Distrito Federal. Fonte: CODEPLAN/SICAD (1991) .....	33
4	Balanço hídrico climatológico no período de 1961 a 1990 de Brasília. Fonte: INMET (Instituto Nacional de Meteorologia) .....	34
5	Mapa da distribuição das classes de solo na microbacia do Ribeirão Estanislau, Distrito Federal. Fonte: Modificado de Reatto et al. (2000) e Embrapa (1978) .....	35
6	Mapa de aptidão agrícola das terras da microbacia do Ribeirão Estanislau, DF (Embrapa, 1978) .....	36
7	Mapa de localização da topossequência e perfis de solo na Microbacia do Ribeirão Estanislau, DF. Fonte: Micas (2013) e Almeida Júnior (2015) .....	38
8	Mapa de localização dos perfis analisados na microbacia do Ribeirão Estanislau, DF.....	40
9	Perfil 3a - Plintossolo Pétrico Concrecionário típico: - Perfil; Ambiente.....	41
10	Perfil 3b - Plintossolo Pétrico Concrecionário típico: - Perfil; Ambiente.....	41
11	Perfil 8 - Plintossolo Pétrico Concrecionário típico: - Perfil; Ambiente.....	42
12	Coleta do solo no campo. Ponto 3a e 3b respectivamente da microbacia do Ribeirão Estanislau, DF .....	42
13	Mapa de classes de declividade da microbacia do Ribeirão Estanislau, DF	46
14	Mapa de altimetria da microbacia do Ribeirão Estanislau, DF.....	46
15	Paisagem característica do Plintossolo na microbacia do Ribeirão Estanislau, DF.....	51
16	Paisagem característica de um sistema de plantio direto com cultivo de Painço ( <i>Panicum miliaceum</i> ) sob o Plintossolo na microbacia do Ribeirão Estanislau, DF.....	51

## LISTA DE TABELAS

1	Níveis de manejo para adoção de tecnologia de acordo com Ramalho Filho e Beek, (1995) .....	24
2	Classes de aptidão de agrícola e sua definição, de acordo com Ramalho Filho e Beek (1995) .....	25
3	Graus de limitação referentes à disponibilidade de nutrientes.....	27
4	Graus de limitação referentes à toxicidade por alumínio.....	27
5	Graus de limitação referentes à fixação de fósforo.....	28
6	Graus de limitação referentes à água disponível.....	28
7	Graus de limitação referentes ao excesso de água ou deficiência de oxigênio.....	29
8	Graus de limitação por suscetibilidade à erosão.....	29
9	Graus de limitação referentes ao impedimento à mecanização = m (pedregosidade x declividade) .....	30
10	Quadro-guia para avaliação da Aptidão Agrícola das Terras.....	44
11	Características morfológicas, químicas e físicas das principais classes de solos da microbacia do Ribeirão Estanislau, DF.....	48
12	Densidade do solo e proporção de pedregosidade dos Plintossolo Pétricos na microbacia do Ribeirão Estanislau, DF.....	52

## 1. INTRODUÇÃO

O solo é um recurso utilizado desde os primórdios da vida no planeta pelo ser humano e foi essencial para nossa evolução com o passar dos tempos, pois foi principal fator para estabilização de nossa civilização. Embrapa (2006) define o solo como uma coleção de corpos naturais dinâmicos, formados por materiais orgânicos e minerais contendo partes sólidas, líquidas e gasosas, que ocupam a maior parte do manto superficial da Terra, na qual contem matéria viva e que tem sido utilizado por interferências antrópicas. O estudo dessas interferências no solo, de acordo com Lepsch (2010), se deu com a divisão dos conceitos e funções para contribuir diretamente com o avanço da ciência do solo e aplicações práticas de conservação. Como é descrito por Lepsch (2010), a ciência do solo foi subdividida em várias especialidades que estão relacionados com o estudo do solo, visando aprimorar usos e manejos sustentáveis. Um subgrupo usado como sinônimo do estudo dos solos é a edafologia (do grego edaphos= terreno e logo=estudo) que é subdividida em: Fertilidade do solo e nutrição de plantas, biologia do solo, física do solo e conservação do solo. Do ponto de vista pedológico temos ainda: Gênese, morfologia e classificação, levantamento, química e mineralogia do solo. Para o uso agrônomo, a fertilidade do solo é muito importante, pois está voltada para a reposição de nutrientes presentes na camada arável do solo, mostrando a quantidade a ser repostas e necessidades imediatas para correções e implantação de práticas agrícolas.

No tocante à produção agrícola, estudos da FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations) retratam que atividades agropecuárias foram o fator fundamental para a mudança de uso das terras nos trópicos (FAO,1996). O principal fator para o aumento de produtividade na agricultura brasileira se deve a ocupação de novas áreas no Centro Oeste e Norte do país. A expansão de grãos foi de 120% em 37 anos na região Centro Oeste, a principal região hoje em produção. A produção agropecuária do Brasil se elevou entre 1976 e 2013, 284%, mostrando o potencial das terras tropicais brasileiras. As características determinantes que foram utilizadas para essa ocupação, em grande escala, foram: terras planas; disponibilidade de água, solos com aptidão agrícola; intensidade de luz solar, fatores esses primordiais para uso agropecuário (Gasques, 2010).

Nessas circunstâncias, o uso das terras para a agricultura de forma produtiva, é aquele que estabelece as melhores condições de uso, para o desenvolvimento das mais diferentes e exigentes formas vegetais, onde é necessária a presença de

fertilidade, oxigênio e água em um ambiente onde não se tenha impedimentos ou variações atribuídas a limitações agrícolas para um bom uso do solo (IBGE, 1994)

Conforme é descrito por Ramalho Filho e Beek (1995), a avaliação do uso do solo se faz necessária para o desenvolvimento de uma agricultura baseada em princípios sustentáveis. Essa avaliação é realizada por meio da interpretação de levantamentos de recursos naturais, com destaque para o recurso solo, que associados com dados climáticos e o nível tecnológico, define o potencial dessas terras para múltiplos modelos de utilização. Esse conhecimento do potencial das terras é em função da aptidão de terras, que são classificadas conforme as suas limitações.

Estudos de caracterização dos solos de uma região e seus usos são importantes para o planejamento de uso agrícola sustentável, respeitando a aptidão agrícola das terras. A avaliação do histórico de ocupação de uso das terras indica a evolução da utilização dos recursos naturais, constituindo, assim, uma base de dados para subsidiar trabalhos de planejamento de técnicas de manejo e viabilidade técnica, e econômica para evitar que as limitações possam interferir no potencial agriculturável das terras (Miguel, 2010).

A utilização de geotecnologias, com técnicas de sensoriamento remoto e aplicação de Sistema de Informações Geográficas (SIGs) tem sido amplamente utilizada para auxiliar a caracterização dos recursos naturais (Câmara e Medeiros, 1998), bem como para o planejamento, gestão, manejo e conservação dos mesmos.

A ocupação do DF deu-se no início da década de 1960 com a construção de Brasília. Atualmente existem 19 núcleos urbanos no DF e uma população de 2.570.160 habitantes, onde 95% das pessoas estão nas áreas urbanas e somente 5% nas áreas rurais. Atualmente 60% da vegetação natural foi substituída, restringindo-se a somente três áreas de preservação ambiental, 42% se transformou em agricultura e 18% em áreas urbanas (IBGE, 2010).

A região leste do Distrito Federal possui os Núcleos Rurais Pípiripau, Taquara, Tabatinga, Rio Preto, Riacho das Pedras, pelas Colônias Agrícolas São José e Estanislau e pelas Áreas Isoladas Retiro do Meio, Monjolo e Rajadinha, que apresentam usos múltiplos, com destaque para a produção de grãos, que abastecem o DF e entorno (Costa, 2011).

Dentre os núcleos da região leste com diferentes usos, na região do Tabatinga há predominância de propriedades que ocupam grandes áreas de cultivo de soja,

milho, entre outras, em sistema de cultivo de plantio direto, com implantação de práticas de manejo de nível tecnológico médio e alto. Este Núcleo Rural está com suas reservas ambientais comprometidas pelo avanço da agropecuária, sendo que os sistemas produtivos foram abertos sob mata ciliar e cerrado (Carvalho e Lacerda, 2006)

Desta forma, para os estudos que envolvem planejamento, monitoramento e gestão do uso das terras no Distrito Federal, torna-se, então, necessário a realização de mapeamentos pedológicos em escalas de maior detalhamento, pois, no Distrito Federal, a base de informações pedológicas existente é o levantamento de reconhecimento realizado pela Embrapa (1978) em escala 1:100.000. Somente na bacia do Rio Jardim foi realizado o mapeamento dos solos em escala 1:50.000, por Reatto et al. (2000). O levantamento e mapeamento dos solos é importante, pois constitui a base para a avaliação da aptidão agrícola das terras, visando seu uso e manejo adequado, permitindo planejamentos agrícolas sustentáveis.

## **2. OBJETIVOS**

Avaliar as classes de solos representativas por meio de suas relações com o relevo e declividade (Pedoformas) e a aptidão agrícola das terras da microbacia do Ribeirão Estanislau, DF, visando subsidiar dados para planejamentos agrícolas sustentáveis.

### **2.1 Objetivos específicos**

- Verificar as classes de solos representativas e suas relações com a geologia e geomorfologia (relações pedomorfogeológicas) na microbacia do Ribeirão Estanislau, DF;
- Avaliar a distribuição das classes de solos representativas na microbacia do Ribeirão Estanislau;
- Estabelecer as classes de aptidão agrícola das terras na microbacia estudada;
- Realizar checagens de campo da distribuição das classes de solos representativas e a aptidão agrícola das terras da microbacia estudada.
- Gerar dados para subsidiar planejamentos de usos sustentáveis da microbacia do Ribeirão Estanislau, DF.

### **3. REFERENCIAL TEÓRICO**

#### **3.1. Formação do solo**

Troeh (1965) define o solo como uma mistura de mineral e matéria orgânica que é capaz de suportar a vida da planta; um produto natural formado de rocha desgasta pela ação do clima e dos organismos vivos. Várias são as definições e suas atribuições, mas uma definição capaz de colocar o solo como objeto fundamental é, segundo Primavesi (2006): “o solo é Alfa e ômega, o início e o fim de tudo”. Essas palavras mostram que o solo faz parte do ciclo de formação de toda a vida e possui a mesma função em cada paisagem.

Para que ocorra o processo de formação do solo é necessário que a rocha sofra ação da água e do calor, chamado de intemperismo. Este fenômeno é o conjunto das modificações que iniciará o processo de formação do solo. Essas ações podem ser compreendidas como uma coleção dos fatores de formação do solo, com suas próprias características que contribuem para sua origem como: material de origem, clima, biota, relevo e tempo (Brady, 2013).

Desta forma, a gênese do solo, derivado do material de origem, varia de um local para outro. Portanto, para compreender a origem e formação é necessário conhecer os fatores de formação, reações do intemperismo e seus agentes de transporte locais, pois são esses que determinam qual o tipo de solo que será desenvolvido no local (Brady, 2013).

Segundo Prado (1991) o clima e os organismo são fatores ativos, pois interferem diretamente sobre material de origem. O material de origem, assim como o relevo são considerados fatores passivos, onde a atuação do clima e organismo ao longo do tempo, será determinante para a formação da grande diversidade de solos, dependente dos minerais formados e suas composições químicas (Troeh, 1965).

O material de origem pode condicionar várias características do solo. Características essas que influenciam profundamente a natureza de formação do mesmo. Para tal formação, o clima se faz necessário, e como agente ativo, age regulando o tipo e a intensidade do intemperismo das rochas, no crescimento dos organismos e nas variações dos horizontes pedogenéticos (Lepsch, 2010).

Na paisagem, os solos ocorrem formando uma sequência, que apresentam as mesmas características genéticas, pois compartilham das mesmas interferências dos

fatores de formação. A topografia, feição da superfície terrestre, é descrita em termos de altitude, inclinação e posição na paisagem, pode tanto apressar como atrasar os processos do clima, pois controla as forças do movimento da água, interação com a vegetação e material residual, caracterizado como características morfológicas, sendo estas verificadas pontualmente nas sequências de solos (Brady, 2013).

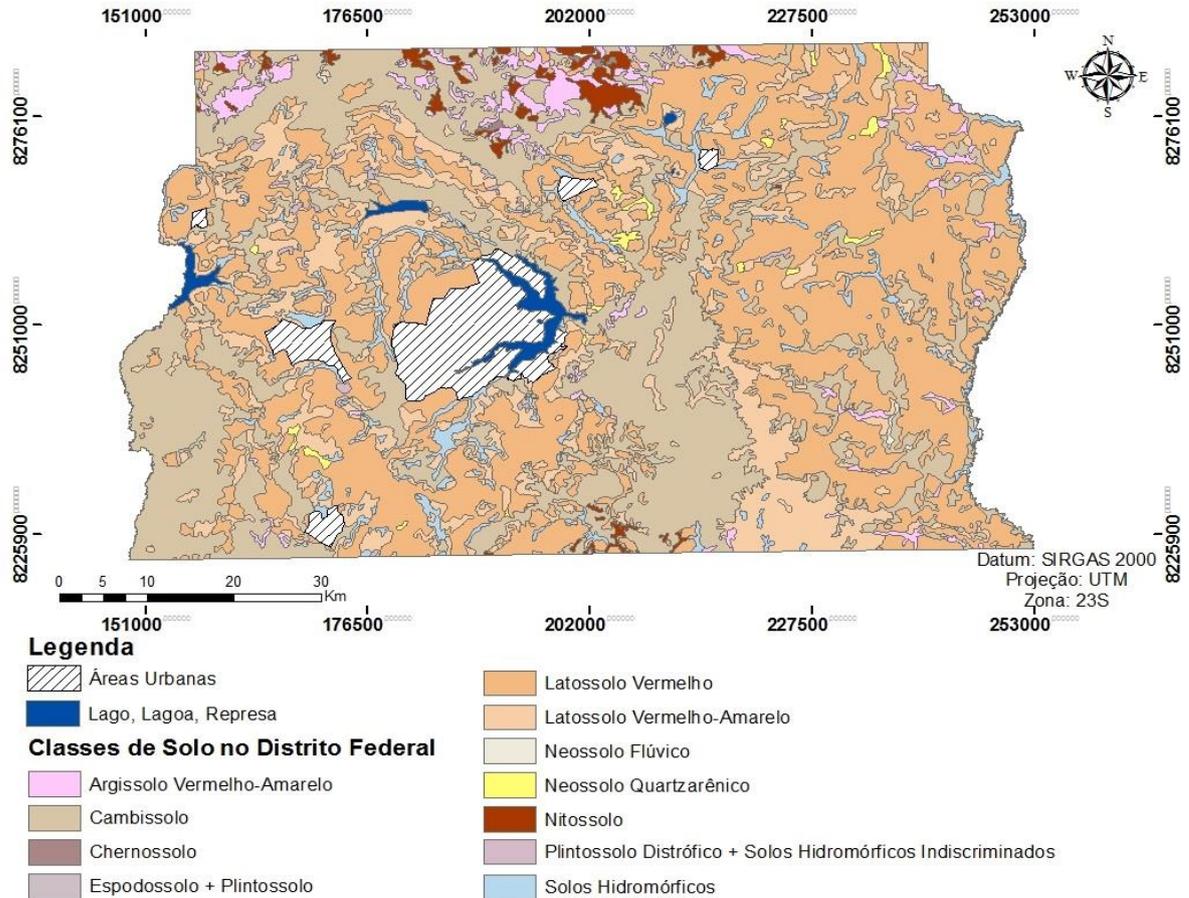
A profundidade dos solos está intimamente relacionada com o tempo, além da atuação dos fatores ativos como o clima e organismos, pois a formação se faz em um processo lento, mas contínuo. A natureza do solo depende do tempo de exposição aos fatores de formações, pois seus efeitos levam tempo até serem realmente diferenciais na estruturação química e física do solo (Lepsch, 2010).

O entendimento da atuação desses fatores, suas relações e interações nas diferentes paisagens em que eles se inserem, permite o estabelecimento de modelos pedomorfogeológicos de distribuição dos solos nas paisagens (Lacerda e Barbosa, 2012).

### **3.2 Solos de ocorrência no Distrito Federal (DF)**

No levantamento de reconhecimento dos solos do Distrito Federal (DF), realizado pelo Serviço Nacional de Levantamento de solos da Embrapa (Embrapa, 1978), em escala 1:100.000, reclassificado de acordo com os padrões dos solos estabelecidos pelo Sistema Brasileiro de Classificação dos Solos (Embrapa, 2013), os principais solos do DF são: Latossolos (~55%), sendo Latossolos Vermelhos (LV ~39%) e Latossolos Vermelho-Amarelos (LVA ~16%), e Cambissolos (C ~31%). Outros solos têm pouca representatividade, com pouco mais de 9%: Argissolos (2,89%), Nitossolos (1,36%), Neossolos (0,69%), Chernossolos (0,08%), Plintossolos (0,4%) e Solos Hidromórficos, e Espodossolos (3,98%). O restante da área do DF está atribuído por superfície aquática e áreas urbanas (5,45%) (Figura 1).

De acordo com o Levantamento Semidetalhado dos solos da Bacia do Rio Jardim-DF realizado por Reatto *et. al.* (2000), na escala 1:50 000, na microbacia do Ribeirão Estanislau, apresenta a ocorrência de quatro principais classes de solos: Cambissolos, Latossolos Vermelhos, Latossolos Vermelho-Amarelos e Solos Hidromórficos.



**Figura 1** - Mapa da distribuição das classes de solos no Distrito Federal. Fonte: Embrapa (1978)

Com base na descrição dos solos do levantamento pedológico realizado por Embrapa (1978) e Reatto et al. (2000), reclassificados por meio do Sistema Brasileiro de Classificação de Solos - SiBCS (Embrapa, 2013) os solos de ocorrência no DF são:

### **Latossolos (L)**

Solos que estão presentes em regiões de topografia plana a suave-ondulada, muito evoluídos devida a expressiva intemperização dos minerais primários, resultantes da remoção de sílica e de bases trocáveis do perfil, com inexpressiva mobilização ou migração de argila, ferrólise, gleização ou plintitização. Grande parte dos minerais existentes, nesses solos, são os secundários, constituintes da fração argila. Esses minerais secundários podem ser encontrados, na forma silicatos, como a caulinita ou sob a forma de óxidos, hidróxidos e oxidróxidos de Fe e Al como hematita, goethita, gibbsita e outros. O critério de identificação é a expressão do horizonte B latossólico, sendo este ocorrendo na sequência de qualquer horizonte tipo de A.

Os Latossolos Vermelhos e Vermelho-Amarelos são solos minerais, não hidromórficos, que apresentam horizonte B espesso > que 50 cm e são acentuadamente drenados e com alta permeabilidade de água. Fisicamente, os Latossolos Vermelhos possuem uma quantidade de argila variando de 67% e 75%, enquanto que o Latossolo Vermelho-Amarelo possui um teor de argila variando entre 38% e 71%.

### **Cambissolos (C)**

Solos que ocupam paisagens com relevo suave ondulado (3% a 8% de declive). Apresentam horizonte subsuperficial submetido a pouca alteração física e química, ou seja, pedogênese pouco avançada, porém suficiente para desenvolvimento de cor e estrutura. Geralmente, apresentam minerais primários facilmente intemperizáveis, teores mais elevados de silte, indicando baixo grau de intemperização. O horizonte subsuperficial é denominado B incipiente, desenvolvendo-se em sequência de horizonte superficial de qualquer natureza, sendo a presença de plintita e petroplintita, horizonte glei e horizonte vértico não satisfazendo o requerimento para seus respectivos solos, Plintossolo, Gleissolo e Vertissolo.

### **Argissolos (P)**

Compreende o grupamento de solos com a presença de horizonte B textural, que está imediatamente abaixo do A ou E, possuindo argila de atividade baixa conjugada com saturação por bases baixa, sendo o horizonte A de qualquer tipo, com exceção do horizonte A chernozêmico.

### **Nitossolos (N)**

Solos argilosos a muito argilosos que desenvolvem um horizonte diagnóstico B nítico, em sequência a qualquer tipo de horizonte A, com exceção do horizonte A chernozêmico, apresentando um pequeno gradiente textural, mas com uma estrutura em blocos subangulares ou angulares ou prismática de grau moderado ou forte, com cerosidade expressiva nas superfícies dos agregados.

### **Neossolos (R)**

Solos em vias de formação, pela sua reduzida atuação da pedogênese ou por características referentes aos materiais de origem como maior resistência ao

intemperismo ou composição químico-mineralógica, ou por influência dos demais fatores de formação (clima, relevo ou tempo), que podem impedir ou limitar a evolução dos solos.

São solos pouco evoluídos constituídos de horizonte A de constituição mineral, sob horizonte C ou R, não apresentando qualquer tipo de horizonte B diagnóstico.

### **Chernossolos (M)**

Compreende solos constituídos por material mineral que têm como características diferenciais: alta saturação por bases e horizonte A chernozêmico sobrejacente a horizonte B textural ou B incipiente com argila de atividade alta, ou sobre horizonte C carbonático ou horizonte cálcico, ou ainda sobre a rocha calcária. São solos normalmente pouco coloridos (escuros ou com tonalidades pouco cromadas e de matizes pouco avermelhados), bem a imperfeitamente drenados, tendo sequências de horizontes A-Bt-C ou A-Bi-C, com ou sem horizonte cálcico, e A-C ou A-R, desde que apresentando caráter carbonático ou horizonte cálcico.

### **Plintossolo (F)**

São solos que estão presentes em relevo plano e suave-ondulado no DF, em áreas deprimidas e nos terços inferiores de encostas, onde há importante movimentação lateral de água. Solos com restrições à percolação de água, usualmente encontrados em ambientes de alagamentos temporários e escoamento lento.

Possuem expressiva plintitização com ou sem formação de petroplintita, constituídos de horizonte plíntico, litoplíntico ou concrecionário. Estão relacionados com a profundidade do horizonte plíntico, pois quando a plintita ou a petroplintita se encontram mais superficialmente, apresentando caráter contínuo e espesso, apresentam limitações referentes à permeabilidade e restrição ao plantio e crescimento das plantas.

### **Solos Hidromórficos**

São os solos que estão presentes, usualmente, nas depressões da paisagem, sujeitas ao acúmulo de água. Apresentam drenagem dos tipos: imperfeitamente drenado, mal drenado ou muito mal drenado, ocorrendo, com frequência, espessa camada escura de matéria orgânica mal decomposta sobre uma camada acinzentada

(gleizada), resultante de processos de forte redução de compostos de ferro e presença de matéria orgânica, por alternância do lençol freático.

### 3.3. Vegetação do Distrito Federal (DF)

A variação florística do Cerrado está ligada principalmente ao clima, solo e topografia. A principal variação verifica-se em sua densidade e tamanho das plantas, chegando a apresentar uma cobertura de dossel de quase 100% (Ribeiro e Walter (1998).

As fitofisionomias encontradas, à exceção da Floresta, foram descritas por Ribeiro e Walter (1998), levando-se em consideração os seguintes conceitos dos principais tipos fitofisionômicos encontrados na Bacia do Rio Jardim:

- Floresta tropical subcaducifólia - formação seca, com caráter semidecíduo, tendo como principal característica a perda de grande parte das folhas na estação seca (Embrapa, 1978);

- Cerradão - formação florestal com porte mais alto. Compõe-se estrato arbóreo, arbustivo e herbáceo, rasteiro, composto predominantemente de gramíneas;

- Cerrado sentido restrito - caracteriza-se pela presença de árvores de porte baixo, inclinadas, tortuosas, com ramificações irregulares e retorcidas, com evidências de queimada; a casca é grossa, as folhas são rígidas e as raízes profundas;

- Cerrado Ralo: Representa a forma mais baixa e menos densa de Cerrado Sentido Restrito. O estrato arbustivo-herbáceo é mais destacado que nos subtipos anteriores;

- Campo Sujo - tipo fisionômico com predominância de vegetação herbáceo-arbustiva, com arbustos e subarbustos esparsos, cujas plantas, muitas vezes, são espécies arbóreas do Cerrado. É conhecido como Campo Cerrado;

- Mata de Galeria - vegetação florestal que acompanha os rios de pequeno porte e Ribeirões, formando corredores fechados (galerias) sobre os cursos de água;

Nos Latossolos Vermelhos, a vegetação associada é geralmente o Cerrado e Cerradão, enquanto nos Latossolos Vermelho-Amarelos a vegetação nativa é o Cerrado sentido restrito, campo limpo e campo sujo. Nas áreas com desenvolvimento de Cambissolos, a vegetação é composta basicamente por campo (Barbosa, 2007)

A mudança de vegetação nativa está adaptada aos diferentes tipos de solos e suas características físicas e químicas, além da quantidade de matéria orgânica.

### 3.4. Geologia do Distrito Federal (DF)

A geologia do Distrito Federal é composta por rochas atribuídas aos Grupos Paranoá, Canastra, Araxá e Bambuí, contribuindo respectivamente com 65; 15; 5 e 15% de sua área total (Freitas Silva e Campos, 1998).

O Grupo Canastra ocorre na porção NW do Distrito Federal e ao longo da Bacia do Rio São Bartolomeu, o Grupo Bambuí se apresenta na porção leste do DF, constituído por metassiltitos e metassiltitos argilosos, metargilitos e raras intercalações de meta-arcóseos, O Grupo Paranoá ocorre na porção central e NE do Distrito Federal, geralmente nas Chapadas mais elevadas do DF. Já o Grupo Araxá apresenta menor área de ocorrência na porção SW do Distrito Federal (Freitas Silva e Campos, 1998).

#### **Grupo Paranoá**

Segundo Campos (2004), o Grupo Paranoá ocupa cerca de 65% da área total do Distrito Federal, e é representado por uma sequência deposicional, individualizada em seis litofácies:

- Unidade s: metassiltitos maciços e metarritmitos arenosos próximos ao topo da sequência;
- Unidade a: fácies ardósia, constituída de ardósias roxas e vermelhas, com bandas brancas;
- Unidade r3: metarritmitos arenosos, caracterizado por intercalações irregulares de quartzitos finos, brancos, laminados com camadas de metassiltitos, metalamitos e metassiltitos argilosos;
- Unidade q3: composta por quartzitos finos a médios, brancos ou rosados, silificados e intensamente fraturados;
- Unidade r4: metarritmitos argilosos, ocorrem sobrepondo a unidade q3. Apresentam intercalações regulares de quartzitos e metapelitos, com espessura bastante homogênea da ordem de 1 a 3 cm;
- Unidade pc: fácies pelito-carbonatadas, com metargilitos, ardósias metamargas, lentes de calcários e calcarenitos. Ocorrem raras lentes de dolomitos com estromatólitos, na parte inferior da unidade; as lentes de calcário possuem intercalações de metargilitos e, na base da unidade, ocorrem intercalações de quartzito médios e microconglomeráticos.

### **Grupo Canastra**

O Grupo Meso-neoproterozóico Canastra ocorre no DF representado pela Formação Paracatu, que é composta por um conjunto de sericita filitos, clorita filitos, quartzo-sericita-clorita filitos, metarritmitos e filitos carbonosos e ocupa cerca de 15% da área total do DF, ao longo da Bacia do Rio São Bartolomeu. Já no vale do Rio Maranhão (na porção centro-norte do DF) é representado por fengita filitos, clorita filitos, quartzo-fengita-clorita filitos, metarritmitos e filitos carbonosos e lentes de calcários.

### **Grupo Araxá**

O Grupo Araxá é composto por xistos variados com predominância de muscovita xistos e ocorrência de pontos específicos de clorita-quartzo xistos, muscovita-granada xistos e raras lentes de quartzitos micáceos (Campos, 2004).

### **Grupo Bambuí**

Segundo Freitas-Silva e Campos (1998) o Grupo Bambuí está distribuído ao longo da região oriental do DF por todo o Vale do Rio Preto. O Grupo Bambuí é a única unidade proterozóica que se distribui de norte a sul por toda a extensão da Faixa Brasília, ao longo de sua borda externa.

O Grupo Bambuí é representado por um conjunto de metassiltitos, metassiltitos-argilosos, metargilitos e raras intercalações de arcóseos, com estas litologias dispostas de acordo com o topo da Formação Serra da Saudade e à base da Formação Três Marias.

No DF, o Grupo Bambuí aflora em drenagens e raros cortes de estradas, que estão atribuídos a esse grupo são encontrados em estado avançado de intemperismo, o que resulta em um padrão de cor rosado e amarelo esbranquiçado, típico dessas rochas. De acordo com Martins (2000), está coberto quase que em sua totalidade por uma camada espessa de Latossolos Vermelhos.

## **3.5. Geomorfologia do Distrito Federal**

CODEPLAN (1984) elaborou um estudo geomorfológico do Distrito Federal apresentando uma divisão com base na compartimentação e evolução do modelo geomorfológico, sendo elas: Pediplano Contagem-Rodeador; Pediplano Brasília; Depressões Interplanálticas e Planícies Dissecadas.

O Pediplano Contagem-Rodeador são as áreas representadas por chapadas, chapadões e interflúvios tabulares. Apresenta cotas mais elevadas, entre 1200 e 1400 m. É considerado o compartimento geomorfológico mais antigo do Distrito Federal. Geomorfologicamente sob o Pediplano Contagem-Rodeador, tem-se o Pediplano de Brasília que aparece por meio de uma nítida ruptura na paisagem sob a forma de degraus. Ocorre a predominância de chapadas, chapadões e interflúvios tabulares cobertos por materiais oriundos das áreas mais altas, ocupando extensas áreas com cotas entre 950-1.200 m.

As Depressões Interplanálticas e o Planalto Dissecado do Alto Maranhão abrangem áreas menores e mais baixas que os demais compartimentos, com altitudes entre 750-900 m. O relevo apresenta formas acentuadas nas Bacias dos Rios São Bartolomeu, Preto e Descoberto e na Bacia do Rio Maranhão ocorrem vertentes abruptas e pequenas elevações de aspecto tabular.

De acordo com Novaes Pinto (1994), no Distrito Federal, a paisagem está dividida em três macrounidades geomorfológicas:

Região de chapada – A região ocupa cerca de 34% da área do DF e se caracteriza por uma topografia plana a plano-ondulada, acima de 1000 m, destacando a Chapada de Contagem que contorna Brasília.

Área de dissecação intermediária - Essa região representa 31% do DF e corresponde às áreas drenadas por pequenos ribeirões, modeladas sobre ardósia, filitos e quartzitos. Nas porções entre os ribeirões, ocorrem couraças, Latossolos e fragmentos de quartzo. Varia de 1080 até 900m de altitude.

Região dissecada de vale – Corresponde a aproximadamente 35% do DF e está relacionada com as depressões formadas por litologias do Grupo Canastra.

Estudos realizados por Motta et al. (2002) apresentam três superfícies geomorfológicas para a região do Cerrado, descritas a seguir:

- Primeira Superfície: Observadas nas chapadas atuais, com declives menores que 3%, topos esculpidos em espessa cobertura de sedimentos terciários (Brasil, 1983) entre 1.000 e 1.100 m de altitude e bordas salientes recobertas em quase toda a extensão por espessa camada de canga laterítica. A sequência de solos observada do centro da chapada até as bordas é a seguinte: Latossolo Vermelho (LV); Latossolo Vermelho-Amarelo (LVA); Latossolo Vermelho-Amarelo plíntico e Latossolos Vermelho-Amarelo petroplíntico (LVAc). Solos Hidromórficos ocorrem nas áreas com presença de água.

- Segunda Superfície: Na base da encosta que a separa da Primeira Superfície é comum a ocorrência de Latossolos Vermelho-Amarelos ou Amarelos (LVA ou LA), cujos perfis ocorrem faixas de concreções lateríticas individualizadas e arredondadas.
- Terceira Superfície: Áreas de dissecação mais recente apresentando um relevo mais movimentado, variando de suave ondulado a montanhoso. São encontrados Cambissolos Háplicos (CX), Argissolos Vermelho (PV) e Vermelho-Amarelos (PVA), Nitossolos Vermelhos eutroférricos (NVef) e Neossolos Litólicos (RL).

### 3.6. Aptidão agrícola das terras

A avaliação da aptidão agrícola é realizada mediante interpretação das qualidades do ecossistema por meio da estimativa dos fatores limitantes das terras para uso agrícola e das possibilidades de correção ou redução dessas limitantes, sendo utilizado vários métodos e níveis de manejo que possam diagnosticar e melhorar tais níveis (Ramalho Filho e Beek, 1995).

De acordo com Barnes e Souza (2003) uma das técnicas mais importantes no estudo do solo é, justamente a aptidão agrícola, pois permite o uso do solo de maneira adequada no que diz respeito à sua capacidade de sustentação, além de evitar a possível degradação desse recurso natural a partir do cultivo de culturas agrícolas.

De forma a contemplar amplamente os vários sistemas de avaliação de aptidão, foi utilizada a metodologia proposta por Ramalho Filho e Beek (1995), que representa a versão mais atualizada da sugerida por Bennema et al. (1964). Esta metodologia é considerada três sistemas de manejo (primitivo, pouco desenvolvido e desenvolvido), sendo as classes de aptidão agrícola, identificadas a partir dos graus de limitação (nulo, ligeiro, moderado, forte e muito forte) relativos a cinco critérios: deficiência de fertilidade; deficiência de água; excesso de água ou deficiência de oxigênio; susceptibilidade à erosão; e impedimento à mecanização.

No Sistema de Avaliação da Aptidão Agrícola das Terras de Ramalho Filho e Beek (1995), esclarecem os seguintes critérios usados:

**Deficiência de Fertilidade (f):** fertilidade está intimamente relacionada com a disponibilidade de macro e micronutrientes, sendo incluso também a presença ou ausência de certas substâncias tóxicas, solúveis, como alumínio (Al) e manganês

(Mn), que prejudicam a disponibilidade de alguns minerais para as plantas, bem como a presença ou ausência de sais solúveis, especialmente sódio. O índice é avaliado por meio da saturação de bases (V%); saturação com alumínio ( $100 \text{ Al}/\text{Al} + \text{S}$ ); soma de bases trocáveis (S); capacidade de troca de cátions (T), relação C/N; fósforo assimilável; saturação com sódio; condutividade elétrica e pH.

**Deficiência da Água (h):** É caracterizada pela quantidade de água armazenada no solo, passível de ser aproveitada pelas plantas, pois está na dependência de condições climáticas (especialmente precipitação e evapotranspiração) e edáficas (capacidade de retenção de água do solo). É analisada as características inerentes ao solo, como textura, tipo de argila, teor de matéria orgânica, quantidade de sais e profundidade efetiva para aferir a capacidade de armazenamento de água disponível. Os graus de limitação por deficiência de água também estão relacionados com a duração do período de estiagem, distribuição anual da precipitação, características da vegetação natural e comportamento das culturas em seu ambiente.

**Excesso de Água ou Deficiência de Oxigênio (o):** Normalmente está condicionado com a classe de drenagem natural do solo, que por sua vez é resultante da interação de vários fatores (precipitação, evapotranspiração, relevo local e propriedades do solo). Um fator importante é a estrutura, permeabilidade do solo, a presença e a profundidade de um horizonte menos permeável, para se medir os aspectos de riscos, frequência e duração das inundações a área que pode estar sujeita.

**Suscetibilidade à Erosão (e):** está relacionado ao desgaste que a superfície do solo poderá sofrer, quando submetida a qualquer uso, sem medidas conservacionistas. Está na dependência das condições climáticas (regime pluviométrico), das condições do solo, das condições do relevo (declividade, extensão do pendente e microrrelevo) e da cobertura vegetal.

**Impedimentos à Mecanização (m):** refere-se às condições apresentadas pelas terras para o uso de máquinas e implementos agrícolas. Esse fator está intimamente ligado às características e condições do relevo.

Para abranger a maioria dos agricultores e suas práticas agrícolas, são considerados três níveis de manejo, que se enquadram no contexto econômico, técnico e social, com o intuito de designar as práticas em diferentes níveis tecnológicos (Ramalho Filho e Beek, 1995) (Tabela 1).

**Tabela 1.** Níveis de manejo para adoção de tecnologia de acordo com Ramalho (Filho e Beek, 1995).

Nível	Definição
A	Práticas que refletem um baixo nível técnico-cultural. Praticamente não há aplicação de capital no manejo, melhoramento e conservação das condições das terras e das lavouras. Tais práticas dependem de algum tipo de trabalho braçal, ou com uso animal, ou com implementos agrícolas.
B	Práticas que refletem um médio nível tecnológico. Representa terras com pequenas implementações de capital e com resultados de pesquisas para manejo, melhoramento e conservação das condições das terras e das lavouras. Essas práticas incluem calagem e adubação com NPK, tratamentos fitossanitários simples, mecanização por meio de tração animal ou motorizada.
C	Práticas com alto nível tecnológico. Trata-se de uso intensivo das terras, com capital para fins de melhoramento, manejo e conservação das lavouras e das terras. Mecanização está presente em todas as etapas das operações agrícolas.

Para interpretação dos dados, as terras são divididas em quatro classes (boa, regular, restrita e inapta), referentes à seis grupos de aptidão agrícola (Figura 2), na qual os grupos 1,2,3 são aptos para lavouras e divididos de acordo com suas limitações; o grupo 4 é destinado para pastagem; grupo 5 para silvicultura/ou pastagem natural; e o grupo 6 indica lugares destinados à preservação da flora e da fauna respectivamente.

Para caracterizar e avaliar a aptidão agrícola, se faz necessário o uso de classes para cada tipo de utilização, com um nível de manejo definido, dentro do subgrupo de aptidão. As classes boa, regular, restrita e inapta refletem no grau de

intensidade que as limitações afetam as terras (Ramalho Filho e Beek, 1995) (Tabela 2).

Grupo de Aptidão Agrícola	Aumento da intensidade de uso					
	Preservação da flora e da fauna	Silvicultura e/ou pastagem natural	Pastagem plantada	Lavouras		
				Aptidão restrita	Aptidão regular	Aptidão boa
1						
2						
3						
4						
5						
6						

**Figura 2.** Alternativas de utilização das terras de acordo com os grupos de aptidão agrícola segundo Ramalho Filho e Beek (1995).

**Tabela 2.** Classes de aptidão de agrícola e sua definição, de acordo com Ramalho Filho e Beek (1995).

Classe	Definição
Boa	Terras sem limitação significativas para a produção sustentada de um determinado tipo de utilização, observando-se as condições do manejo considerado. Há um mínimo de restrições que não conduzem a produtividade ou os benefícios expressivamente e não aumentam os insumos acima de um nível aceitável.
Regular	Terras que apresentam limitações moderadas para a produção sustentada de um determinado tipo de utilização, observando as condições do manejo considerado. As limitações reduzem a produtividade ou os benefícios, elevando a necessidade de insumos, de forma a aumentar as vantagens globais a serem obtidas do uso. Ainda que atrativas, essas vantagens são sensivelmente inferiores àquelas auferidas das terras de classe boa.

Restrita	Terras que apresentam limitações fortes para a produção sustentada de um determinado tipo de utilização, observando as condições do manejo considerado. Essas limitações reduzem a produtividade ou os benefícios, ou então aumentam os insumos necessários, de tal maneira que os custos só seriam justificados marginalmente.
Inapta	Terras que apresentam condições que parecem excluir a produção sustentada do tipo de utilização em questão. Ao contrário das demais, esta classe não é representada por símbolos, sua interpretação é feita pela ausência das letras no tipo de utilização considerado.

### **Fatores de Limitação**

Como está descrito na metodologia proposta por Pereira (2004), adaptada de Oliveira e Berg (1985), para análise dos solos, foram estipulados os seguintes atributos:

- n= nutrientes -----(deficiência de)
- w = água -----(deficiência de)
- o = oxigênio -----(deficiência de)
- m = mecanização -----(impedimento a)
- r = rocho./pedreg.----- (rochosidade/pedregosidade)

Consideram-se, na avaliação dos fatores limitantes, cinco graus de limitação: 0 = Nulo; 1 = Ligeiro; 2 = Moderado; 3 = Forte; e 4 = Muito Forte.

### **Graus de limitação referentes à deficiência de fertilidade – f:**

O índice de fertilidade usado avaliado é a relação em saturação de bases (V%) e capacidade de troca de cátions (T). De acordo com Oliveira e Berg (1985), essa correlação entre os valores de V% e CTC reflete em um melhor grau de trofismo do solo, pois quando a CTC estiver com um valor alto, a mesma apresenta maior grau de nutrientes. Solos que apresentam um baixo valor da CTC e V%, em torno de 50, são

considerados com um alto grau de limitação, referente à disponibilidade de nutrientes (Tabela 3).

**Tabela 3.** Graus de limitação referentes à disponibilidade de nutrientes.

Saturação por Bases (V%)	Capacidade de Troca de Cátions (CTC, em cmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup> )		
	> 5	3 - 5	2 - 3
Graus de Limitação *			
50-100	0	1	2
25-50	1	2	2
10-25	3	3	4
0-10	4	4	4

Fonte: Oliveira e Berg (1985). \* Graus de Limitação: 0 = Nulo; 1 = Ligeiro; 2 = Moderado; 3 = Forte; 4 = Muito Forte.

#### **Graus de limitação referentes à toxicidade por alumínio – a:**

O atributo “toxicidade por alumínio” foi gerado a partir da relação entre saturação por alumínio (m%) e capacidade de troca de cátions (CTC), como foi descrito e adaptado de Oliveira e Berg (1985) (Tabela 4).

**Tabela 4.** Graus de limitação referentes à toxicidade por alumínio.

Saturação por Alumínio (m%)	Capacidade de Troca de Cátions (C T C, em cmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup> )	
	5 - 10	1 - 5
Graus de Limitação *		
0-10	0	0
10-30	1	1
30-50	2	1
50-70	3	2
70-100	4	3

Fonte: Oliveira e Berg (1985). \* Graus de Limitação: 0 = Nulo; 1 = Ligeiro; 2 = Moderado; 3 = Forte; 4 = Muito Forte.

#### **Graus de limitação referentes à fixação de fósforo – f:**

Este atributo foi avaliado com base nos dados de textura do solo, cor, como foi adaptado de Oliveira e Berg (1985) (Tabela 5).

**Tabela 5.** Graus de limitação referentes à fixação de fósforo.

*Graus de Limitação	Textura Superficial	Cor do Solo
0	Arenosa Arenosa ****	*** Vermelho-escuro ou Vermelho-amarelo
1	Média Argilosa ou muito argilosa	Vermelho-escuro Vermelho-amarelo
2	Argilosa muito argilosa	Vermelho Vermelho-escuro
3	Argilosa ou muito argilosa	Roxo
4	Argilosa ou muito argilosa	Roxo

Fonte: Oliveira e Sosa (1995). \*\*\* Neossolos Quartzarênicos e Neossolos Regolíticos. \*\*\*\* Textura superficial arenosa e subsuperficial média \* Graus de Limitação: 0 = Nulo; 1 = Ligeiro; 2 = Moderado; 3 = Forte; 4 = Muito Forte.

#### **Graus de limitação referentes à deficiência de água – w:**

O atributo “deficiência de água” foi analisado conforme a duração do período de estiagem, distribuição anual da precipitação e características da vegetação natural, de acordo com de Ramalho-Filho e Beek (1995) (Tabela 6).

**Tabela 6.** Graus de limitação referentes à água disponível.

*Graus de Limitação	Deficiência durante época do ano	Tipo de vegetação
0	Ausente	Floresta Periforme e campo subtropicais sempre úmidos
1/2	1 -2 meses	Floresta subpereniforme, cerrado subperiniforme e alguns campo
1	3 – 5 Meses	Cerrado e floresta caducifolia
2	4 – 6 Meses	Floresta cerrado para caatinga
3	7 – 9 Meses	Caatinga Hipoxerófila com carácter seco mais acentuado
4	>9 meses	Caatinga Hiperxerófila

Fonte: Ramalho-Filho e Beek (1995) \* Graus de Limitação: 0 = Nulo; 1 = Ligeiro; 2 = Moderado; 3 = Forte; 4 = Muito Forte.

**Graus de limitação referentes ao excesso de água – o:**

A limitação referente ao excesso de água ou deficiência de oxigênio foi estabelecida a partir das classes de drenagem extraídas de Embrapa (1999/2013), com adequações na metodologia original proposta por Ramalho Filho & Beek (1995) (Tabela 7).

**Tabela 7.** Graus de limitação referentes ao excesso de água ou deficiência de oxigênio.

*Graus de Limitação	Classe de Drenagem
0	Excessivamente, Fortemente, Acentuadamente e Bem Drenado
1	Moderadamente Drenado
2	Imperfeitamente Drenado
3	Mal Drenado
4	Muito Mal Drenado

Fonte Ramalho-Filho e Beek (1995) com adaptações de Embrapa (1999/2013) Classes de drenagem,

\* Graus de Limitação: 0 = Nulo; 1 = Ligeiro; 2 = Moderado; 3 = Forte; 4 = Muito Forte.

**Graus de limitação referentes à suscetibilidade à erosão – e:**

A suscetibilidade à erosão tem relação com o desgaste que a superfície poderá sofrer, quando sujeita ao uso contínuo, sem práticas conservacionistas. A perda está intimamente ligada as condições climáticas, condições do solo, do relevo e da cobertura vegetal (Ramalho-Filho e Beek, 1995) (Tabela 8).

**Tabela 8.** Graus de limitação por suscetibilidade à erosão.

Classes de declive	Graus de Limitação	Limites inferiores (%)	Limites superiores (%)
A (solo plano ou quase plano)	0	0	3
B (solo com inclinação suave)	1	3	8
C (Solo moderada/ inclinado)	2	8	20
D (solo muito inclinado)		20	45
E (solo fortemente inclinado)	4	45	75
F (solo íngreme ou escarpado)	5		>75

Fonte: Ramalho-Filho e Beek (1995). \* Graus de Limitação: 0 = Nulo; 1 = Ligeiro; 2 = Moderado; 3 = Forte; 4 = Muito Forte.

### **Graus de limitação referentes ao impedimento à mecanização – m:**

Na avaliação das terras, referente ao impedimento à mecanização, considerou-se a combinação “pedregosidade x declividade”, dada a grande importância desses atributos, no que tange ao uso e manejo das terras.

Com base em Lepsch et al. (1991) as proporções de fragmentos grosseiros variam de 2 a 200 mm de diâmetro e são classificados como (calhaus: 2 - 20 cm de diâmetro; matacões: 20 - 100 cm de diâmetro) sobre a superfície do solo, dificultando certos tipos de manejo.

Os graus de limitação para o atributo impedimento à mecanização (pedregosidade x declividade) são demonstrados na tabela 9.

Esse fator tem maior relevância para o nível de manejo C, pois é necessário o uso de máquinas e implementos agrícolas, por ser um nível avançado de manejo, podendo prejudicar o preparo e uso de terras.

**Tabela 9.** Graus de limitação referentes ao impedimento à mecanização = m (pedregosidade x declividade).

Declividade	Relevo	Pedregosidade					
		Nulo	Ligeiro	Moderado	Forte	Muito Forte	
Classe	(%)	Tipo	Graus de Limitação *				
A	0 a 3	Plano	0	1	3	4	4
B	3 a 8	Suave ondulado	1	2	4	4	4
C	8 a 13	Moderadamente ondulado	2	3	4	4	4
D	13 a 20	Ondulado	3	4	4	4	4
E	20 a 45	Forte ondulado	4	4	4	4	4
F	> 45	Montanhoso e escarpado	4	4	4	4	4

Fonte: Ramalho-Filho e Beek (1995). \* Graus de Limitação: 0 = Nulo; 1 = Ligeiro; 2 = Moderado; 3 = Forte; 4 = Muito Forte.

### 3.7. Sensoriamento remoto e SIG

O termo sensoriamento remoto apareceu pela primeira vez na literatura científica em 1960 e significava simplesmente a aquisição de informações sem contato físico com os objetos (Steffen, 2012). Foi nos anos 60, que ocorreu o espetacular desenvolvimento da área espacial, que ficou conhecida como a década da corrida espacial (Meneses e Almeida, 2012). Ocorreram vários lançamentos de satélites e sensores remotos, buscando informações da superfície terrestre. O meteorológico foi o pioneiro, e por meio deles, o sensoriamento remoto deu seus primeiros passos.

O campo de sensoriamento remoto representa a convergência de conhecimento derivado de duas grandes linhas de pesquisa. De um lado, como já foi dito, o sensoriamento remoto é tributário da aerofotogrametria e da fotointerpretação, de outro lado, seu progresso se deve muito à pesquisa espacial e aos avanços tecnológicos por ela induzidos, resultando em sensores mais sensíveis, regiões espectrais ampliadas, métodos radiométricos, e outros (Steffen, 2012).

Os Sistemas de Informações Geográficas – SIGs são sistemas computacionais usados para o compreender a realidade e suas interações no espaço geográfico. A sua capacidade de agrupar uma grande quantidade de dados convencionais de relevância espacial, estruturando-os e integrando-os apropriadamente, os faz uma essencial ferramenta para o processamento e manipulação de informações geográficas (Carvalho et al., 2000).

Segundo Câmara e Medeiros (1998), a utilização de geotecnologias, com técnicas de sensoriamento remoto e aplicação de Sistema de Informações Geográficas (SIGs) tem sido amplamente utilizada para contribuir com a caracterização e manipulação dos recursos naturais, assim como é realizado para a gestão, manejo, planejamento e conservação dos mesmos.

Os SIGs e as geotecnologias têm um vasto potencial para o uso em mapeamento de solos, devido à eficácia e um rápido processamento das informações e o grande volume de dados que estas ferramentas podem proporcionar. Além de fornecer, maior detalhamento dos mapas gerados com escalas de detalhe a semi-detalhe (Neumann, 2012).

O software ArcGIS é um software que contribui para a criação, gestão, integração e análise de dados geográficos, com o intuito de oferecer uma grande versatilidade por meio da aquisição de módulos de sistema para operações

específicas e a instalação em um único posto de trabalho ou uma rede global de utilizadores (Holanda, 2008).

Segundo Assad (1998), os dados que são utilizados no SIG são:

- Mapas temáticos: Descrevem, de forma qualitativa, a distribuição espacial de uma grandeza geográfica, como por exemplo, mapas de pedologia e de aptidão agrícola das terras;
- Mapas cadastrais: Distinguem-se dos mapas temáticos no sentido que cada elemento é considerado como um objeto geográfico, possuindo atributos e podendo ser associado a várias representações gráficas;
- Redes: Informação relacionada a serviços de utilidade pública como: água, luz, telefone, redes de drenagem e rodovias;

Imagens: Podem ser obtidas por satélites, fotografias aéreas ou scanners aerotransportados. As imagens são armazenadas no formato raster, informações organizadas, onde é atribuído ao pixel (menor elemento da imagem) um valor proporcional à energia eletromagnética refletida ou emitida pela área da superfície terrestre. As principais características de uma imagem são: - Resolução espectral: Número e largura de bandas do espectro eletromagnético imageadas;

- Resolução espacial: Menor área da superfície terrestre observada instantaneamente por cada detector;

- Resolução radiométrica: nível de quantização registrado pelo sistema sensor;

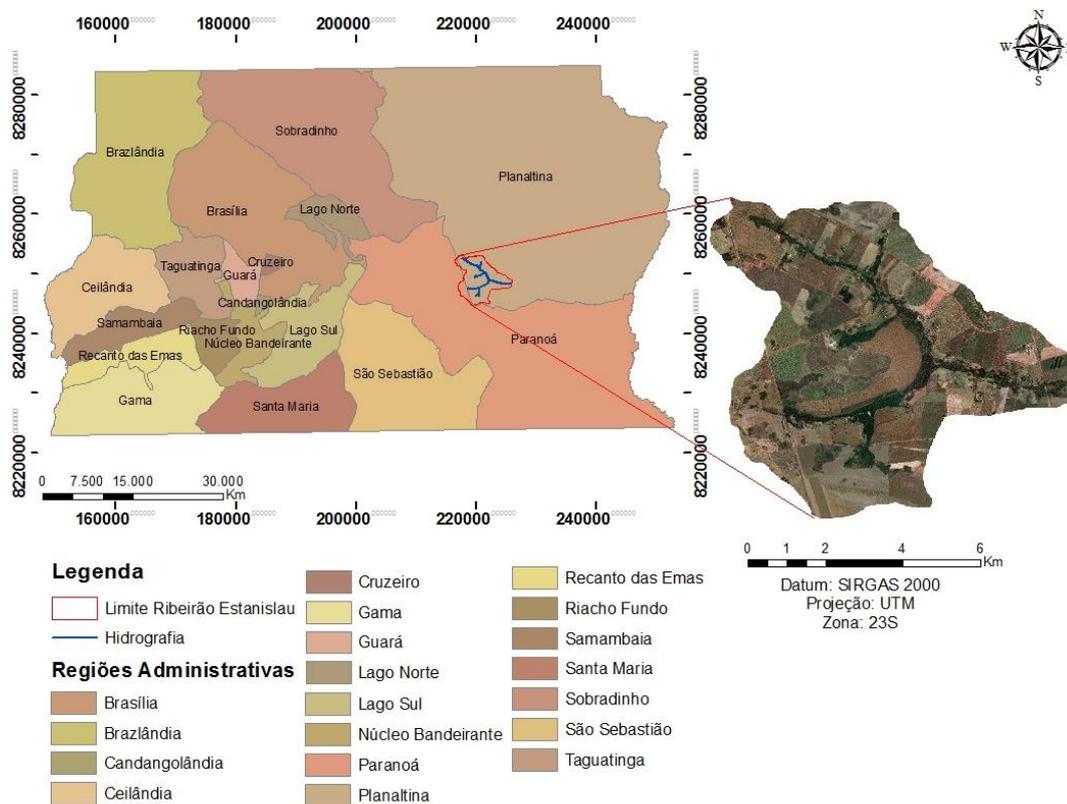
- Resolução temporal: Intervalo entre duas passagens do satélite pelo mesmo ponto.

- Modelos Digitais de Terreno (MDT): São utilizados para denotar a representação quantitativa de uma grandeza que varia continuamente no espaço. Também, podem ser utilizados para modelar informações relativas às unidades geológicas.

## 4. MATERIAL E MÉTODOS

### 4.1. Localização e caracterização da área de estudo

A microbacia do Ribeirão Estanislau está localizada na Bacia do Rio Jardim, ao leste do Distrito Federal, entre as coordenadas UTM 216.552,572 m e 225.876,298 m Oeste e 8.251.994,825 m e 8.248.345,024 m Sul, fuso 23 (Figura 3), cujas terras estão ocupadas por pastagem e cultivo de soja, milho, entre outras culturas anuais, em sistema de cultivo de plantio direto, com implantação de práticas de manejo de nível tecnológico médio e alto (Dolabella, 1996).



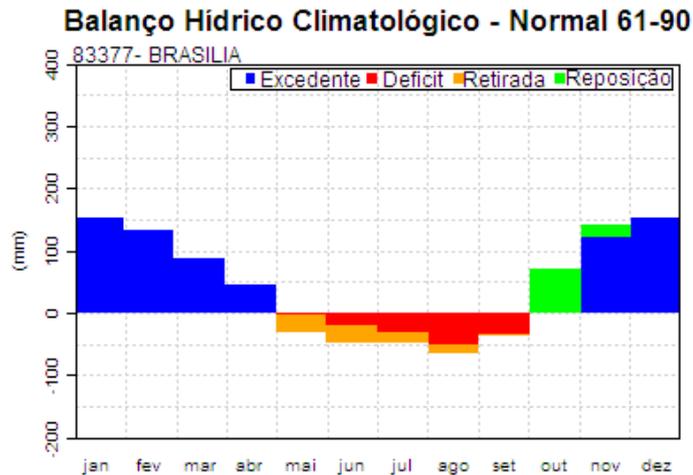
**Figura 3.** Mapa de localização da microbacia do Ribeirão Estanislau, Distrito Federal. Fonte: CODEPLAN/SICAD (1991).

### 4.2. Caracterização da Área de Estudo

#### Clima

Segundo a classificação de Köppen, o clima é do tipo AW (Embrapa, 1978), para o mês mais frio tem-se temperaturas superiores a 18°C, verão chuvoso, inverno seco e para o mês mais seco, a precipitação é inferior a 60 mm (Reatto et al., 2000).

Os dados da média do Balanço Hídrico Climatológico de Brasília realizado pelo INMET (Instituto Nacional de Meteorologia) mostram precipitações excedentes nos meses de novembro a abril e um déficit entre maio a setembro, confirmando a classificação do tipo AW; verão chuvoso e inverso seco com mais de três meses sem chuvas (Figura 4).



**Figura 4.** Balanço hídrico climatológico no período de 1961 a 1990 de Brasília. Fonte: INMET (Instituto Nacional de Meteorologia).

### Hidrografia

A hidrografia da região é representada pela bacia do Rio Jardim que está situada na parte leste do Distrito Federal, região de drenagem de 52.755,15 hectares (527,55 km<sup>2</sup>), o que ocupa grande parte da área de contribuição da Bacia do Rio Preto (Reatto et al., 2000).

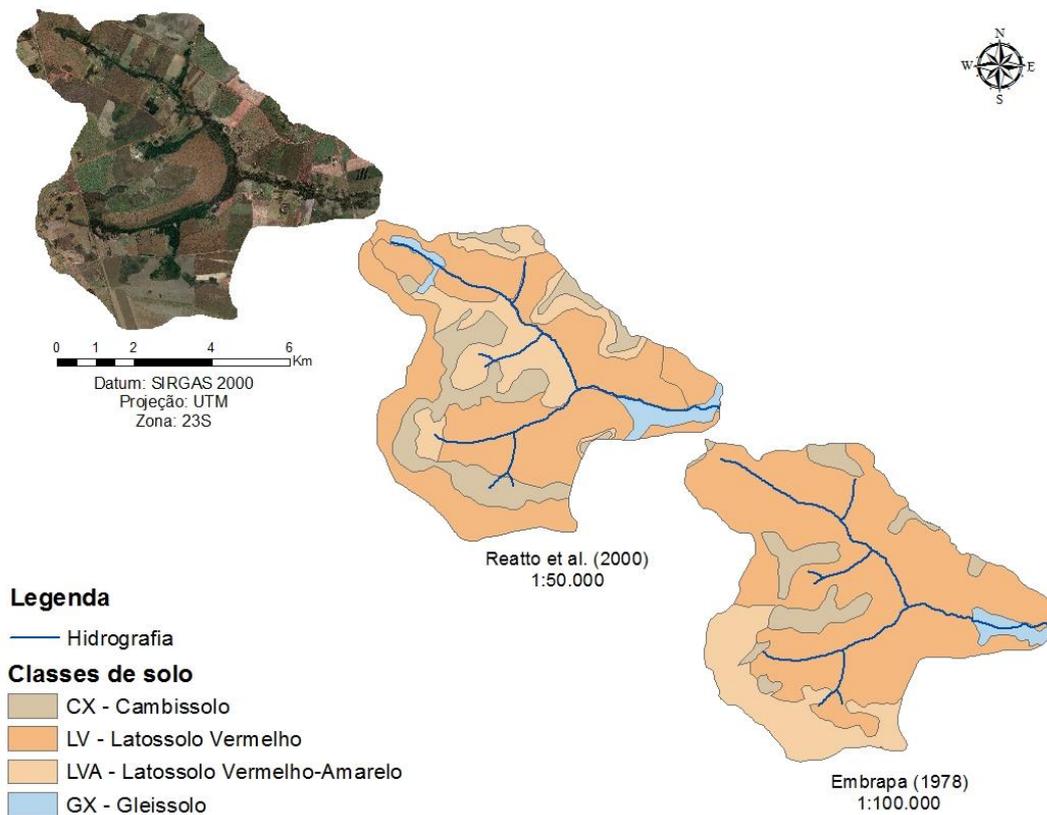
### Vegetação

A vegetação predominante da microbacia estudada apresenta um ambiente diversificado, com predomínio de áreas agrícolas e destinadas a pastagens. As poucas áreas remanescentes de vegetação nativa são representadas por Campo Cerrado, Campo Sujo, Campo Limpo, desenvolvidos a partir de Plintossolos Pétricos.

### Caracterização Pedológica

Segundo mapeamentos pedológicos realizados por Embrapa (1978), em escala 1:100.000 e Reatto et al. (2000), em escala 1:50.000, na área da microbacia

do Ribeirão Estanislau, ocorrem Latossolos Vermelhos (LV), Latossolos Vermelho-Amarelos (LVA), Cambissolos (C) e Solos Hidromórficos (Figura 5).



**Figura 5.** Mapa da distribuição das classes de solo na microbacia do Ribeirão Estanislau, Distrito Federal. Fonte: Modificado de Reatto et al. (2000) e Embrapa (1978).

### **Caracterização Geológica**

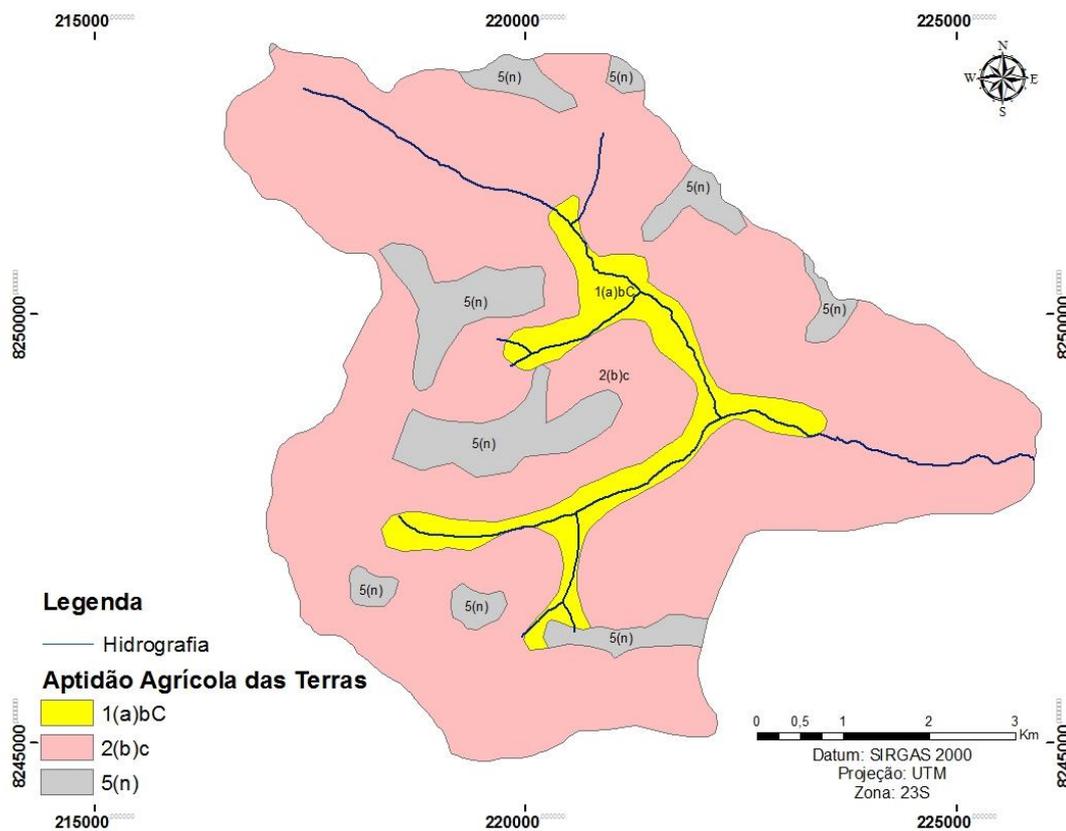
A geologia da microbacia do Ribeirão Estanislau, DF, segundo Freitas Silva e Campos (1998) é caracterizada pelas unidades litológicas do Grupo Paranoá, o qual está presente na porção norte da microbacia; Grupo Canastra e Grupo Bambuí, representados por metargilitos, metassiltitos argilosos e metassiltitos.

### **Caracterização Geomorfológica**

Segundo Martins e Baptista (1998), a microbacia do Ribeirão Estanislau, DF, encontra-se, em sua maioria, na superfície geomorfológica Pediplano Brasília (950 – 1.200m) e na superfície Depressões Interplanálticas e Planalto Dissecado do Alto do Maranhão (800 – 950m).

### **Caracterização da Aptidão agrícola de terras da microbacia estudada**

Segundo Embrapa (1978) a Aptidão agrícola de terras é caracterizada pelas seguintes classes: classe de aptidão agrícola 1, boa no nível de manejo C, regular no nível de manejo B e restrita no nível de manejo A (1(a)bC); classe de aptidão agrícola 2, regular no nível de manejo C e restrita no nível de manejo B (2(b)c) e classe de aptidão agrícola 5, sem aptidão para silvicultura e restrita para pastagem natural (5(n)) (Figura 6).



**Figura 6.** Mapa de aptidão agrícola das terras da microbacia do Ribeirão Estanislau, DF (Embrapa, 1978).

#### 4.3. Relações pedomorfogeológicas e distribuição de solos na microbacia estudada

Foi utilizada a caracterização pedológica dos principais solos de ocorrência na microbacia do Ribeirão Estanislau, DF, realizadas por Micas et al. (2013) e Almeida Júnior (2015), por meio de estabelecimento das relações pedomorfogeológicas, com seleção de topossequência representativa destas relações com perfis de classes de solos representativos da ocorrência na microbacia estudada.

No estabelecimento das relações pedomorfogeológicas por Micas et al. (2013) e Almeida Júnior (2015), foram utilizadas cartas planialtimétricas do DF

(CODEPLAN/SICAD, 1991), mapas pedológicos (Embrapa, 1978 e Reatto et al., 2000), mapa geológico (Freitas-Silva e Campos, 1998) e mapas geomorfológico (CODEPLAN, 1984) da microbacia de estudo.

Tais dados foram obtidos por meio da ferramenta Clip (*Tools Box > Analysis Tools > Extract > Clip*) do software ArcGis10, onde foram realizados recortes dos mapas temáticos disponíveis, tais como Mapas Pedológicos do Distrito Federal e da Bacia do Rio Jardim (Embrapa, 1978 e Reatto et al., 2000, respectivamente); Mapa de Aptidão Agrícola da Terras do Distrito Federal (Embrapa, 1978); Mapa Geológico do Distrito Federal (Freitas Silva e Campos, 1998); Mapa Geomorfológico do Distrito Federal (CODEPLAN, 1984), além de Hidrografia, Curvas de nível e Pontos cotados da base planialtimétrica do Distrito Federal (CODEPLAN/SICAD, 1991).

Esses dados foram avaliados no Sistema de Informações geográficas - SIG – ArcGIS 10, com elaboração de MDT (Modelo Digital do Terreno), para a geração de mapas de classes de declividade e de altimetria para a caracterização das unidades de relevo.

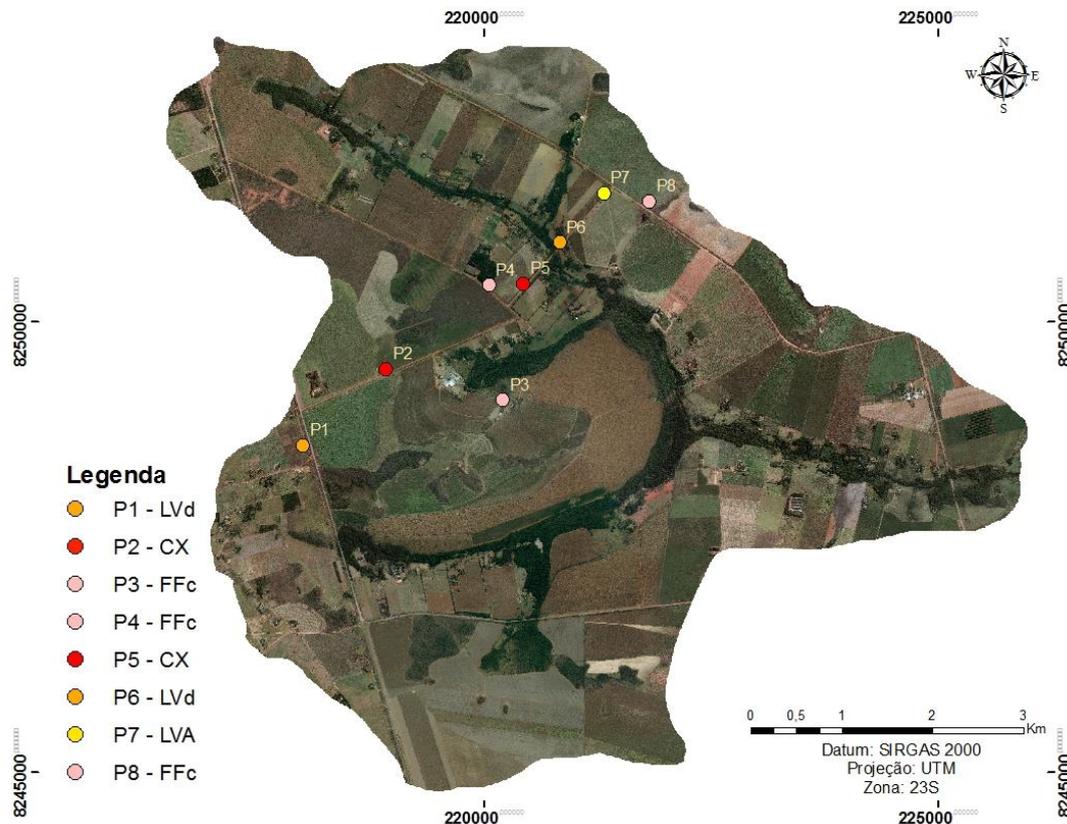
De posse destes mapas foram estabelecidas por Micas et al. (2013) e Almeida Júnior (2015) as relações pedomorfogeológicas na microbacia estudada, que foram checadas e validadas em campanhas de campo. A relação pedomorfogeológica permitiu elaborar o modelo de distribuição dos solos da área de estudo em relação ao relevo e material de origem.

#### **4.4. Perfis de solo da microbacia do Ribeirão Estanislau**

Mediante o estabelecimento das relações pedomorfogeológicas, Micas et al. (2013) e Almeida Júnior (2015) selecionaram uma topossequência representativa desta com oito perfis de solos. Estes solos foram caracterizados e de acordo com metodologia proposta por Santos et al. (2013), com realização de análises físicas (granulometria dos solos) e químicas (complexo sortivo) segundo Embrapa (1997) e classificação no SiBCS (Embrapa, 2013). Estas classes de solos foram, então, consideradas representativas da distribuição dos solos na microbacia estudada.

A figura 7 apresenta a localização dos oito perfis de solos ao longo da topossequência selecionada, apresentando sua distribuição na microbacia do Ribeirão Estanislau, DF.

As classes de solos representativas da microbacia do Ribeirão Estanislau são:



**Figura 7.** Mapa de localização da topossequência e perfis de solo na microbacia do Ribeirão Estanislau, DF. Fonte: Micas et al. (2013) e Almeida Júnior (2015).

- Perfil 1 - Latossolo Vermelho Distrófico típico
- Perfil 2 - Cambissolo Háptico Tb Eutrófico típico
- Perfil 3 - Plintossolo Pétrico Concrecionário típico
- Perfil 4 - Plintossolo Pétrico Concrecionário típico
- Perfil 5 - Cambissolo Háptico Tb Distrófico petroplíntico
- Perfil 6 - Latossolo Vermelho Distrófico típico
- Perfil 7 - Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico petroplíntico
- Perfil 8 - Plintossolo Pétrico Concrecionário típico

#### 4.5. Pedoformas da microbacia do Ribeirão Estanislau, DF.

Visto que as classes de solos caracterizadas e classificadas ao longo da topossequência representativa da microbacia do Ribeirão Estanislau, revelou classes de solos distintas em relação aos mapeamentos pedológicos existentes (Embrapa, 1978; Reatto et al., 2000), com o intuito de conferir melhor detalhamento da distribuição dos solos na paisagem da microbacia estudada, foram definidas

pedoformas de ocorrência na microbacia do Ribeirão Estanislau, DF, a partir da caracterização das classes de solos representativas e sua associação com as feições do relevo da microbacia. Posteriormente foi realizada a distribuição espacial das pedoformas da microbacia estudada.

Para a definição das feições do relevo das pedoformas da microbacia estudada, foram elaborados mapas de classes de declividade e de classes de altimetria da microbacia, por meio de geração de MDT a partir de hidrografia, curvas de nível e pontos cotados extraídos da base planialtimétrica do Distrito Federal em escala 1:10.000 (CODEPLAN/SICAD, 1991). O MDT e os mapas derivados dele foram elaborados por meio do software ArcGIS 10.3.

#### **4.6. Aptidão Agrícola das terras da microbacia estudada**

A partir da determinação das classes de solos representativas de ocorrência na microbacia do Ribeirão Estanislau, DF, realizado por Micas et al. (2013) e Almeida Júnior (2015) e o estabelecimento da distribuição das pedoformas na microbacia em estudo foram realizadas campanhas de campo para checagem da representatividade das classes de ocorrência e a distribuição das pedoformas para a caracterização das classes de aptidão agrícola de ocorrência na microbacia estudada.

A aptidão agrícola das terras foi determinada a partir da identificação dos graus de limitação (nulo, ligeiro, moderado, forte e muito forte) das condições agrícolas das terras para os níveis de manejo A, B e C necessários para a classificação das terras segundo o Sistema Brasileiro de Classificação da Aptidão Agrícola das Terras - SBAGT (Ramalho Filho e Beek, 1995), dos seguintes parâmetros:

**( $\Delta f$ )**: deficiência de fertilidade;

**( $\Delta h$ )**: deficiência de água;

**( $\Delta o$ )**: excesso de água ou deficiência de oxigênio; e

**( $\Delta e$ )**: susceptibilidade à erosão;

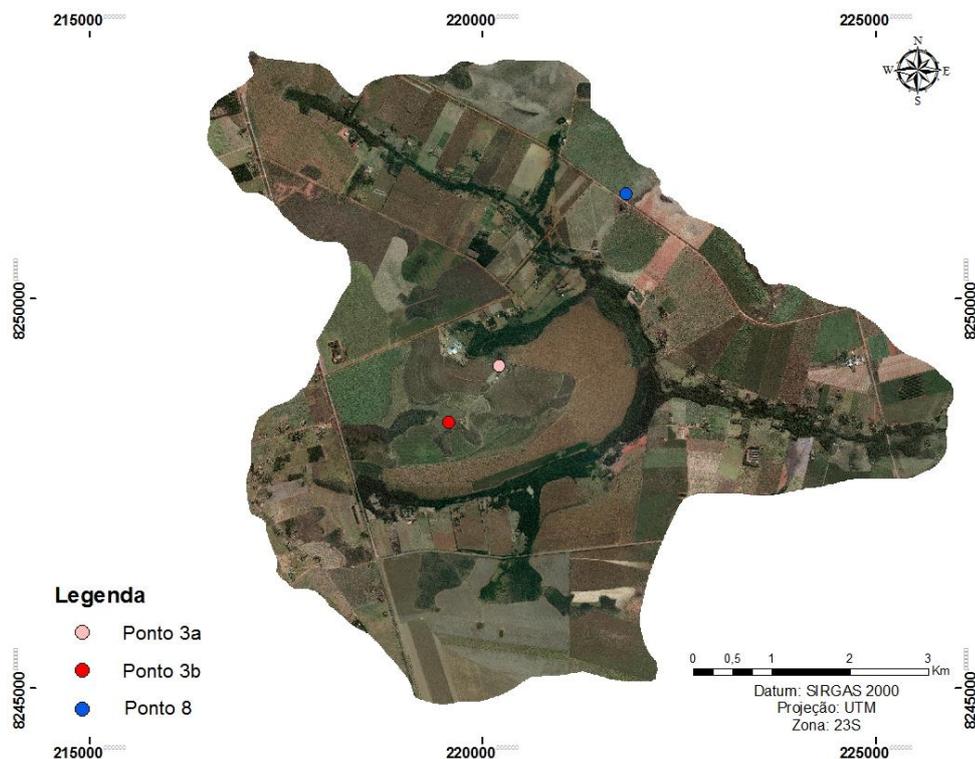
**( $\Delta m$ )**: impedimento à mecanização.

De posse destes dados, foi realizada a avaliação do grupo, subgrupo e classe de aptidão agrícola das terras por meio de Quadro-guia para avaliação da Aptidão Agrícola das Terras (Tabela 10) para regiões de clima subtropical.

De acordo com o grau de afastamento da condição ideal do solo, estabeleceu-se, também, a viabilidade da melhoria dessas limitações.

#### 4.7. Avaliação física dos Plintossolos Pétricos

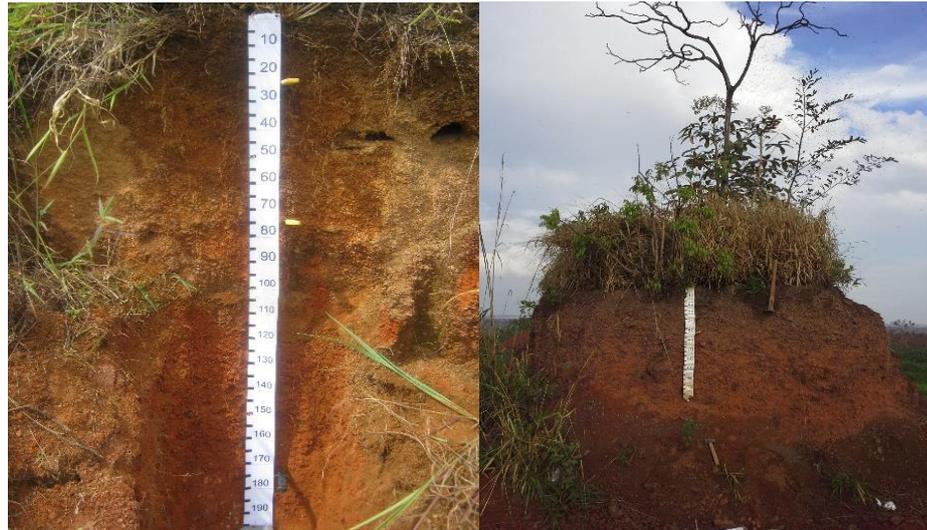
Para avaliar o potencial agrícola dos Plintossolos Pétricos, foram analisados, nos perfis 3a, 3b e 8 (Figura 8), que correspondem aos seus respectivos números nos perfis da topossequência. O perfil 3 foi subdividido em 3a e 3b, pois foi necessário verificar um perfil testemunha e outro perfil em topo plano. Os perfis ocorrem em condições de relevo distintas, a densidade do solo e porcentagem de concreções ferruginosas que definem a pedregosidade dos solos.



**Figura 8.** Mapa de localização dos perfis analisados na microbacia do Ribeirão Estanislau, DF.

As classes de solos amostradas para análise morfológica da microbacia do Ribeirão Estanislau são:

**Perfil 3a - Plintossolo Pétrico Concrecionário típico:** Fazenda União, Núcleo Rural Tabatinga- DF, coordenadas UTM (Fuso 23): 219572m e 8.219.572 m. Morro residual testemunha, em área de cascalheira, cobertura vegetal campo cerrado, declividade 6%. (Figura 9).



**Figura 9.** Perfil 3a - Plintossolo Pétrico Concrecionário típico.

**Perfil 3b - Plintossolo Pétrico Concrecionário típico:** Fazenda União, Núcleo Rural Tabatinga- DF, coordenadas UTM (Fuso 23): 220.209m e 8.249.123 m. Margem do carreador da Fazenda União, plantação de painço (*Panicum miliaceum*) sob plantio direto, 7% de declividade. (Figura 10).



**Figura 10.** Perfil 3b - Plintossolo Pétrico Concrecionário típico.

**Perfil 8 - Plintossolo Pétrico Concrecionário típico:** DF-455, Núcleo Rural Tabatinga-DF, coordenadas UTM (Fuso 23): 221.825 me 8.251.328 m. Margem de rodovia, vegetação campo sujo, 7% de declividade. (Figura 11).



**Figura 11.** Perfil 8 - Plintossolo Pétrico Concrecionário típico.

Para determinar a densidade e porcentagem de concreções ferruginosas, foi utilizado um anel volumétrico de aço adaptado, de bordas cortantes, com um volume interno de  $934,47 \text{ cm}^3$  para coletar as amostras dos solos (Figura 12). Foram coletadas três amostras de cada ponto amostral de ocorrência destes solos na microbacia estudada, na camada arável, de 15 cm de profundidade.



**Figura 12.** Coleta do solo no campo. Ponto 3a e 3b respectivamente da microbacia do Ribeirão Estanislau, DF.

Após a retirada do anel volumétrico, em cada localidade amostral, tomou-se o cuidado de retirar qualquer excesso fora do anel; o material coletado foi transferido para uma sacola plástica devidamente identificada e lacrada para evitar perdas de solo e umidade.

No laboratório, o material coletado foi transferido para potes de vidros que foram colocados em estufa de circulação forçada de ar, com temperatura de 105°C, durante 48 horas.

A densidade do solo ( $D_s$ ) foi obtida a partir da relação entre a massa de solo seca e o volume do anel por meio da equação 1.

$$DS \text{ (g/cm}^3\text{)} = Ps/V \quad \text{Equação 1}$$

Onde:

$P_s$ = peso da amostra seca (g); e

$V$ = volume do anel volumétrico ( $\text{gcm}^{-3}$ ).

A porcentagem de concreções ferruginosas (pedregosidade) foi obtida por intermédio da separação da fração grosseira da fração TFSA, utilizando uma peneira de 2 mm, calculando-se a porcentagem de concreções ferruginosa (fração > 2 mm) por meio da equação 2.

$$P \text{ (\%)} = (PS/PC) \times 100 \quad \text{Equação 2}$$

Onde:

$P_S$ = peso do solo seco (g)

$P_C$ = peso das concreções ferruginosas (g)

**Tabela 10.** Quadro-guia para avaliação da Aptidão Agrícola das Terras

Aptidão Agrícola			Graus de limitação* das condições agrícolas das terras para os níveis de manejo A, B e C															Tipo de Utilização Indicado
Grupo	Subgrupo	Classe	Deficiência de Fertilidade			Deficiência de Água			Excesso de Água			Suscetibilidade à Erosão			Impedimento à Mecanização			
			A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	
1	1ABC	Boa	0	1	0	1	1	1	1	1	1	2	1	0	2	1	0	Lavouras
2	2abc	Regular	1	1	1	2	2	2	2	2	1	2	2	1	3	2	1	
3	3(abc)	Restrita	2	2	2	3	2	2	3	2	2	3	2	1	3	3	2	
4	4P	Boa		2			2			3			2			3		Pastagem Plantada
	4p	Regular		3			3			3			3			3		
	4(p)	Restrita		3			3			3			4			3		
5	5S	Boa		2			2			1			3			2		Silvicultura e/ou Pastagem Natural
	5s	Regular		3			3			1			3			3		
	5(s)	Restrita		4			3			2			4			3		
	5N	Boa	2			2			3			3			4			
	5n	Regular	3			3			3			3			4			
	5(n)	Restrita	4			4			3			3			4			
6	6FF	Sem apt. agrícola	Restrição de ordem Legal (áreas de proteção por Lei)															Preservação da Fauna e Flora
	6f f	agrícola	Restrição por condições agroambientais (relevo e/ou solo e/ou clima)															

Fonte: Quadro-guia adaptado de Ramalho Filho & Beek, 1995. \* Graus de Limitação: 0 = Nulo; 1 = Ligeiro; 2 = Moderado; 3 = Forte; 4 = Muito Forte

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 5.1. Pedoformas da microbacia do Ribeirão Estanislau, DF.

Foi realizada a verificação das principais classes de solos de ocorrência na microbacia estudada (Micas et al., 2013 e Almeida Júnior, 2015) através de campanhas de campo e a associação destas com as feições do relevo, foi gerando mapas de classe de declividade (Figura 13) e de altimetria (Figura 14). Isso possibilitou o estabelecimento das seguintes pedoformas de ocorrência na microbacia do Ribeirão Estanislau, DF:

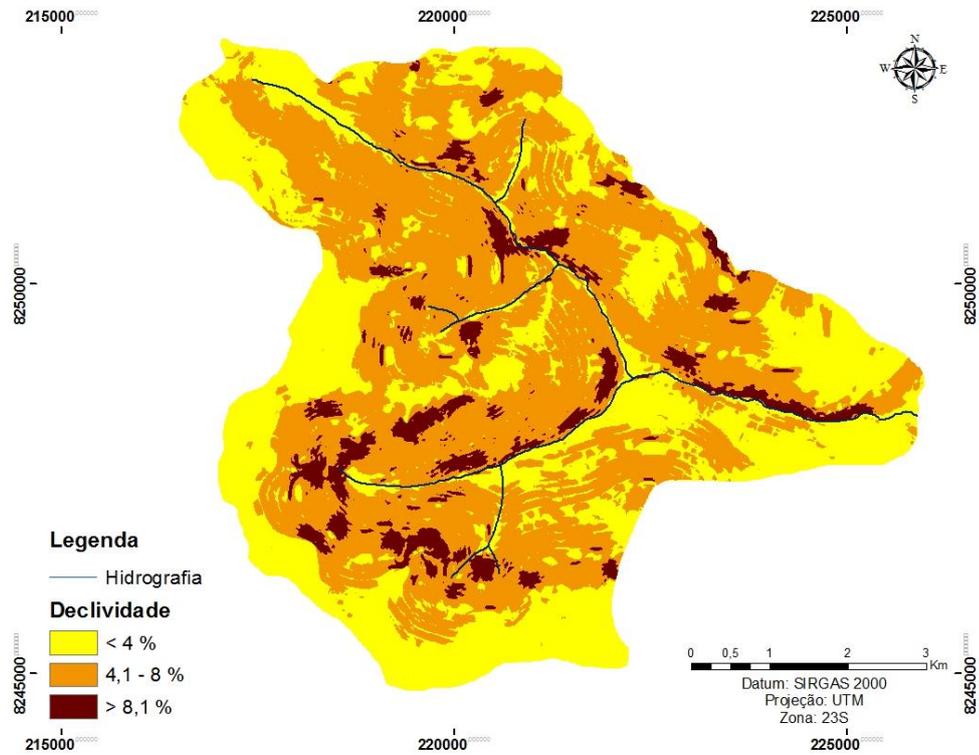
**Pedoforma 1 (LVd1 + LVAd2 + FFc + CFe) - Divisores da microbacia** - representam as áreas mais elevadas, em relevo plano com ocorrência de Latossolos Vermelhos Distróficos típicos (LVd1), Latossolos Vermelho-Amarelos Distróficos petroplínticos (LVA2), Plintossolos Pétricos Concrecionários típicos (FFc) e Concreções ferruginosas (CFe) em morrotes residuais.

**Pedoforma 2 (LVA2 + LVA1 + LVd2) – Encostas suaves a moderadas** – Constituem as encostas com declividades suaves a moderadas, com ocorrência de Latossolos Vermelho-Amarelos petroplínticos (LVA2), Latossolos Vermelho-Amarelos Distróficos típicos (LVA1), Latossolos Vermelhos Distróficos típicos (LVd2), este último estendendo-se até as margens de drenagens encaixadas, sem formação de planícies aluvionares. Corresponde aos perfis 8, 7 e 6 da topossequência representativa na encosta leste da microbacia.

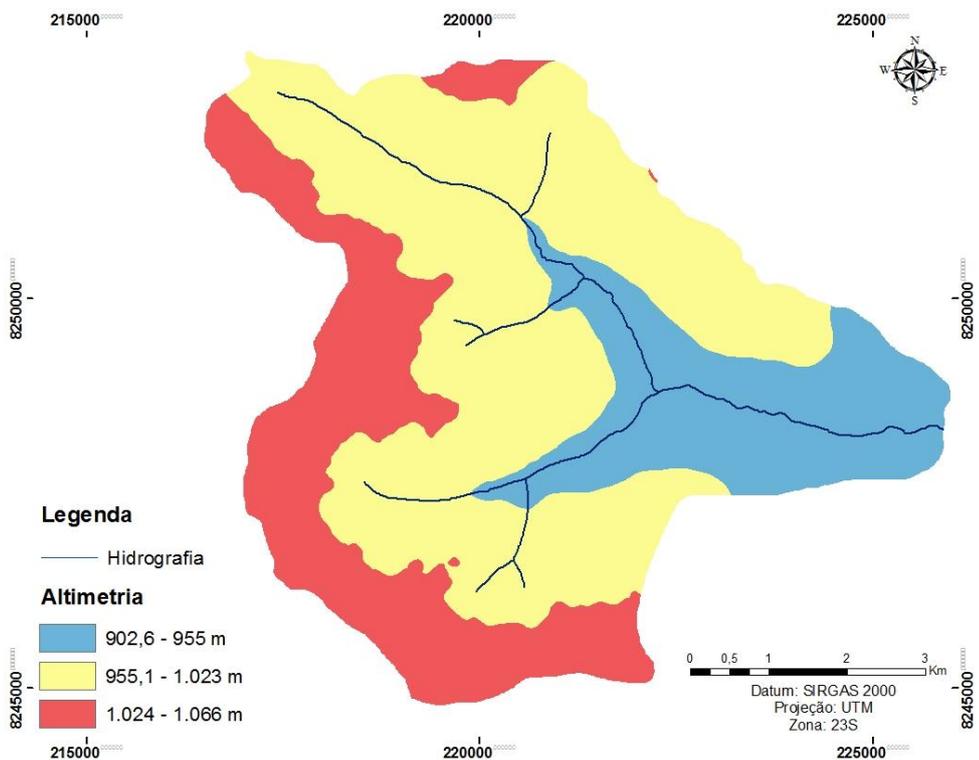
**Pedoforma 3 (FFc + CXbd + RRd) – Encostas acidentadas** – Correspondem às encostas com declividades mais acentuadas, dificultando o processo pedogenético, apresentando Plintossolos Pétricos concrecionários típicos (FFc) + Cambissolos Háplicos Tb Distróficos petroplínticos (CXbd + Neossolos Regolíticos Distróficos Típicos (RRd). Correspondem aos perfis 1 a 4 da encosta oeste da topossequência representativa na encosta oeste da microbacia.

**Pedoformas 4 (GX + OX) – Planícies de inundação** - Áreas mais rebaixadas da microbacia, com relevo plano a suave ondulado correspondendo às planícies de inundação ao longo das drenagens, com desenvolvimento de Gleissolos Háplicos (GX) e Organossolos Háplicos (OX). Ocorrem somente na porção leste da microbacia,

na região próxima a associação do Ribeirão Estanislau com o Ribeirão Alto Rio Jardim, constituindo a jusante o Rio Jardim.



**Figura 13.** Mapa de classes de declividade da microbacia do Ribeirão Estanislau, DF.



**Figura 14.** Mapa de altimetria da microbacia do Ribeirão Estanislau, DF.

## 5.2. Classes de solo em mapeamentos existentes *versus* classes de solos das pedoformas da microbacia do Ribeirão Estanislau, DF

Nos mapeamentos de solos da microbacia do Ribeirão Estanislau, DF, realizado pela Embrapa (1978) e Reatto et al. (2000) (Figura 5) as classes de solos de ocorrência são:

- Latossolo Vermelho
- Latossolo Vermelho-Amarelo
- Cambissolos Háplicos

Em função da escala destes mapeamentos, os mesmos não contemplam todas as classes de solos de ocorrência na microbacia do Ribeirão Estanislau, DF, tal como descritas nas quatro pedoformas estabelecidas nesta microbacia, por meio de descrição morfológica completa em perfis de solos abertos por meio de trincheiras (Santos et al., 2005) caracterização física e química mediante análises laboratoriais (Embrapa, 1997), em auxílio à classificação no quarto nível categórico do SiBCS (Embrapa, 2013).

Destacam-se a ocorrência de Plintossolos Pétricos em áreas de maior declividade, que apresentam grandes áreas de ocorrência na microbacia do Ribeirão Estanislau em áreas aplainadas de topo, associados aos Latossolos Vermelho-Amarelos petroplínticos, assim como em áreas de maior declividade.

## 5.3. Aptidão agrícola das terras da microbacia do Ribeirão Estanislau, DF

A aptidão agrícola das terras da microbacia do Ribeirão Estanislau foi avaliada de acordo com as características químicas, físicas e morfológicas das principais classes de solo de ocorrência na microbacia (Micas et al., 2013 e Almeida Júnior, 2015) (Tabela 11) e a pedoforma estabelecida associada, por meio do quadro guia de classificação da aptidão agrícola das terras (Ramalho Filho e Beek, 1995).

### **Classes de aptidão agrícola:**

**Classe 2(b)c** (classe com aptidão para lavouras com limitações relacionadas ao grupo 2, regular no nível de manejo C, restrita no B e inapta no A) – Pedoforma 1 - Latossolos Vermelhos Distróficos típicos (LVd1), Latossolos Vermelho-Amarelos Distróficos petroplínticos (LVA2), Plintossolos Pétricos Concrecionários típicos (FFc).

**Classe 2(b)c a 3(b)c** (classe com aptidão para lavouras com limitações relacionadas ao grupo 2 ao 3, regular no nível de manejo C, restrita no B e inapta no A) – Pedoforma 2 - Latossolos Vermelhos Distróficos típicos (LVd1), Latossolos Vermelho-Amarelos Distróficos petroplínticos (LVA2), Plintossolos Pétricos Concrecionários típicos (FFc).

**Classe 5(n)** (classe com aptidão com limitações relacionadas ao grupo 5 (silvicultura e pastagem nativa) restrita no nível de manejo B e inapta no A) – Pedoforma 3 - Plintossolos Pétricos concrecionários típicos (FFc) + Cambissolos Háplicos Tb Distróficos petroplínticos (CXbd + Neossolos Regolíticos Distróficos Típicos (RRd).

**Classe 6** – (classe sem aptidão agrícola com limitações relacionadas ao grupo 6, destinado para preservação da flora e fauna) - Pedoforma 4 - Gleissolos Háplicos (GX) e Organossolos Háplicos (OX) em áreas de preservação permanente (APPs).

**Tabela 11.** Características morfológicas, químicas e físicas das principais classes de solos da microbacia do Ribeirão Estanislau, DF.

Perfil	Textura	Concreções ferruginosas	Classe de declividade	S (cmolc dm <sup>-3</sup> )	T	m (%)	V (%)
1 - LVd 1	Muito argiloso	Ausente	A	14,7	2,4	20,0	17,0
2 - CX	Argiloso	Ligeira	B	55,4	3,5	0,00	51,0
3 – FFd2	Muito argiloso	Pedregoso	C	29,8	4,5	12,0	16,0
4 – FFd2	Argiloso	Pedregoso	C	68,4	4,6	20,0	17,0
5 - CX	Muito argiloso	Ausente	C	77,7	5,9	33,0	14,0
6 – LVd2	Muito argiloso	Ausente	B	30,3	3,8	17,0	13,0
7 – LVA1	Muito argiloso	Ausente	A	47,0	2,6	17,0	19,0
8 - FFd	Muito argiloso	Pedregoso	B	75,0	3,2	12,0	26,0

Onde S = soma de bases, T= CTC total, m= Saturação de Al<sup>3+</sup> e V= Saturação por bases e as classes de declividade A = solo plano ou quase plano, B = solo com inclinação suave e C = Solo moderada/inclinado.

#### 5.4. Classes de aptidão agrícola das terras em mapeamento existente *versus* Classes de aptidão agrícola propostas na microbacia do Ribeirão Estanislau, DF

No levantamento de solos e mapeamento das classes de aptidão agrícola das terras realizado pela Embrapa (1978), em escala 1:100 000 da microbacia do Ribeirão Estanislau, DF (Figura 6), observa-se que os Cambissolos são classificados como 5n,

com aptidão regular para pastagem natural e inapta para pastagem plantada. Já nas áreas planas com pouca variação da declividade, os solos são mais desenvolvidos e verifica-se maior potencial para agricultura, sendo a aptidão classificada como 2(b)c, com aptidão regular para lavouras no nível de manejo C, restrita no nível B e inapta no nível A. Nas proximidades das drenagens foi determinada a classe de aptidão 1(a)bC, classificada como aptidão boa para lavouras no nível de manejo C, regular para o nível de manejo B e restrita para o nível de manejo A.

Já pela classificação da aptidão agrícola das terras da microbacia do Ribeirão Estanislau, DF, estabelecida neste trabalho, ressalta a inclusão dos Plintossolos Háplicos Distróficos típicos associados à Pedoforma 1 na classe de aptidão 2(b)c e à Pedoforma 3 na classe 3(b)c, conferindo a inexistência de classe 5(n) nas áreas de topo ou nos divisores da microbacia, em áreas atribuídas no mapeamento pedológico realizado por Embrapa (1978) a Cambissolos Háplicos.

A classe 6 foi acrescentada em substituição à classe 1(a)bC (Embrapa, 1978), uma vez que ocorrem em áreas de preservação permanente (APPs).

A classe 5(n) apresenta espacialização semelhante, quando em áreas mais declivosas nas nascentes das drenagens da microbacia, entretanto relacionada à Pedoforma 3, com associação de Plintossolos Pétricos concrecionários típicos (FFc) + Cambissolos Háplicos Tb Distróficos petroplínticos (CXbd + Neossolos Regolíticos Distróficos Típicos (RRd). Já no mapeamento realizado por Embrapa (1978) estas áreas classificadas como 5(n) referem-se à ocorrência de Cambissolos Háplicos somente.

### **5.5. Ocorrência e distribuição dos Plintossolos Pétricos**

De acordo com Lumbreras (2015), o uso agrícola do Plintossolo Pétrico é fortemente restringido, pois sua capacidade de retenção de água é baixa e constituem severas limitações para a mecanização.

No entanto, a ocorrência dos Plintossolos Pétricos Distróficos típicos associados à Pedoforma 1 (FFd1) na microbacia estudada, merece destaque, pois apesar da sua alta pedregosidade nos horizontes superficiais, o grau de limitação em relação à mecanização e/ou possibilidades de deficiência ou excesso de água em função da alta pedregosidade, indicaria a classe de aptidão agrícola 5(n) pelo Sistema de avaliação da aptidão agrícola das terras proposto por Ramalho Filho e Beek (1995). Porém, estes solos apresentam-se cultivados sob o sistema de plantio direto com

culturas anuais, associados aos demais solos (LVd1 + LVAd2) classificados na classe de aptidão agrícola 2(b)c.

Por meio de campanhas de campo foram observadas nesta classe de solo plantações de girassol (*Helianthus annuus*), milho (*Zea mays*) e painço (*Panicum miliaceum*), em larga escala, bem vigorosas e com altas produtividades, de acordo com os produtores locais. Esses solos possuem boas propriedades físicas, como baixa densidade, alta permeabilidade e boa aeração. Porém, Goedert (1986) enfatiza que Plintossolos possuem baixa capacidade de retenção de água e disponibilidade de água, tornando-se mais vulnerável aos efeitos dos veranicos, sendo este também um fator apontado por Ramalho Filho e Beek (1995) como uma das limitações dos Plintossolos Pétricos. Em épocas chuvosas, as produtividades das culturas apresentam acréscimo de produtividade, devido ao aumento na disponibilidade de água neste solo. Este aumento da disponibilidade de água é explicado por Goedert (1986) como sendo uma importante influência da matéria orgânica para os parâmetros físicos e biológicos, pois os agregados de solo adquirem maior estabilidade e melhor capacidade de retenção e infiltração de água.

Além do acréscimo na disponibilidade de água no solo na estação chuvosa, outra limitação seria o impedimento à mecanização, pois os valores de concreções ferruginosas sobre a massa de solo prejudicam o bom funcionamento das máquinas. Porém, de acordo com os produtores locais, estes solos, presentes em declividades plano/suave ondulado, não apresentam impedimento à mecanização ou desgaste nas máquinas, sendo o manejo adotado o mesmo nos demais solos classificados como 2(b)c, ou seja, LVd1 e LVAd2 (Figura 15).

Os Plintossolos presentes nas encostas de dissecação (Pedoforma 3), possuem elevada declividade, dificultando o manejo cultural. (Resende et al., 1988). Os Latossolos, influenciados pela Pedoforma 3 que apresentam a classe petroplintica em seu 4º nível categórico, em geral, estão situados em relevo plano a suave-ondulado, com declividade que dificilmente ultrapassa 7% e não apresentam dificuldade para a mecanização. São profundos, porosos, bem permeáveis mesmo quando muito argiloso, friáveis e de fácil manejo (Oliveira et al., 1992).



**Figura 15.** Paisagem característica do Plintossolo na microbacia do Ribeirão Estanislau, DF.

O plantio de culturas de verão e inverno em Plintossolos Pétricos é referido na literatura como uma situação não recomendada por suas limitações, mas as altas produtividades em épocas chuvosas e o contínuo uso do solo durante o ano, verificados neste solo na microbacia do Ribeirão Estanislau, demonstra a necessidade de estudos mais detalhados em relação à aptidão agrícola destes solos (Figura 16).



**Figura 16.** Paisagem característica de um sistema de plantio direto com cultivo de Painço (*Panicum miliaceum*) sobre o Plintossolo na microbacia do Ribeirão Estanislau, DF.

### 5.6. Características Físicas dos Plintossolos Pétricos

Com a finalidade de verificar a influência da alta pedregosidade dos Plintossolos Pétricos na identificação dos graus de limitação (nulo, ligeiro, moderado, forte e muito forte) das condições agrícolas das terras (deficiência de fertilidade; deficiência de água; excesso de água ou deficiência de oxigênio; susceptibilidade à erosão; e impedimento à mecanização) para a caracterização da classe de aptidão agrícola das terras de acordo com Ramalho Filho e Beek (1995), foram determinados alguns atributos físicos destes solos.

Foram realizadas análises de densidade do solo e porcentagem de pedregosidade (Tabela 12).

**Tabela 12.** Densidade do solo e proporção de pedregosidade dos Plintossolo Pétricos na microbacia do Ribeirão Estanislau, DF.

	Amostras	Ds (gcm <sup>-3</sup> )	Concreções ferruginosas Pedregosidade (%)
Perfil 3	1	1,21	84,80
	2	1,24	83,39
	3	1,20	84,65
Média=		1,22	84,28
Perfil 3.2	1	1,56	67,63
	2	1,55	66,88
	3	1,57	64,66
Média=		1,56	66,39
Perfil 8	1	1,34	60,12
	2	1,36	62,97
	3	1,29	68,05
Média=		1,33	63,71

Os dados médios de densidade do solo variam de 1,22 a 1,56 gcm<sup>-3</sup>. De acordo com Albuquerque (2001), a presença de concreções reduz o crescimento radícula, porque as concreções obstruem o crescimento radicular e desviam a trajetória de crescimento. Camadas de concreções podem prejudicar o volume de solo explorado pelas raízes e, como resultado, a disponibilidade de água e nutrientes são reduzidos, prejudicando seu desenvolvimento.

Solos que apresentam Ds variando entre 0,9 a 1,55 gcm<sup>-3</sup>, são solos argilosos e franco siltosos, capazes de serem cultivados. Quando a variação da Ds oscila entre 1,2 a 1,7 gcm<sup>-3</sup> os solos são enquadrados como de textura areia a areia-franca, capazes de serem cultivados. A densidade do solo é afetada pela textura do mesmo;

em solos de textura arenosa, a densidade é maior do que em solos argilosos, pois as partículas sólidas estão menos agregadas, com menor capacidade de formar torrões; solos siltosos apresentam comportamento intermediário (Brady, 2013). A baixa densidade em solos com elevada proporção grosseira apresenta resistência a erosão por sua estabilidade mecânica, resistência ao impacto da chuva e rápida infiltração de água (Viana et al., 2008).

Com relação aos dados de porcentagem de pedregosidade apresentados na tabela 12, observa-se elevados valores de pedregosidade em relação à matriz terrosa dos solos. Os valores médios variam de 63,71 a 84,28%, demonstrando o carácter concrecionário dos primeiros 15 cm de solo.

De acordo com Lepsch et al. (2015), a determinação da pedregosidade está relacionada à suscetibilidade de execução de práticas operacionais; em solos com presença de pedras pequenas ou frações grosseiras é necessário a avaliação para a determinação da aptidão agrícola do solo, pois pode interferir em fatores como mecanização, infiltração de água, erosão, retenção de umidade e desenvolvimento radicular, que são parâmetros que devem ser avaliados em solos agricultáveis.

Conforme Goedert (1986) propôs, o emprego de adubação verde, rotação e associação de cultivos, cobertura morta, pois melhoram os parâmetros físicos e biológicos, além de favorecer a estabilidade dos agregados, capacidade de retenção e de infiltração de água. Tais práticas somadas com atividades agrícolas que visam a diminuição da movimentação do solo, como o plantio direto, favorecem na boa reposição e manutenção da matéria orgânica e influencia na disponibilidade de nutrientes.

### **5.8. Recomendações para futuros estudos na microbacia do Ribeirão Estanislau**

- Análises de mais topossequências da microbacia para verificar a influência dos solos e sua distribuição, abrangendo cada solo mapeado para subsidiar atividades sustentáveis.
- Estudos sobre o manejo adequado do solo para evitar impactos ambientais e assim oferecer melhores orientações para técnicos e agricultores.
- Avaliação dos efeitos de práticas culturais na qualidade do uso solo.
- Estudos aprofundados dos Plintossolos Pétricos através de análises físicas, morfológicas e químicas e em detalhes análises de percolação de água, compactação, porosidade, suscetibilidade a erosão e desgaste na mecanização.

## 6. CONCLUSÕES

Os estudos das relações pedomorfogeológicas, auxiliou no entendimento dos principais parâmetros que definem os aspectos geomorfológicos da região. O estabelecimento das Pedoformas, através da associação entre o relevo da microbacia do Ribeirão Estanislau com os solos, foi condicionante no processo da associação das formas da paisagem.

Foi caracterizado a ocorrência de Plintossolos Pétricos Concrecionários típicos (FFc), na qual aparecem em grandes áreas aplainadas de topo e de encostas acidentadas na microbacia do Ribeirão Estanislau.

O emprego de técnicas de geoprocessamento na avaliação da aptidão agrícola das terras possibilitou o refinamento das classificações. Vale salientar, que neste estudo foi observado o emprego equivocado da classe 1(a)bC, para áreas de preservação permanentes (APPs), sendo substituída pela classe 6 e o emprego da classe 5(n), para áreas da Pedoforma 1, substituídos pela classe 2(b)c em áreas de ocorrência de Plintossolo Pétrico, pois foi observado por vezes utilizado para plantio de culturas anuais.

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBUQUERQUE, J.A.; REINERT, D.J. **Densidade radicular do milho considerando os atributos de um solo com horizonte b textural**. R. Bras. Ci. Solo, 25:539-549, 2001.

ALMEIDA JÚNIOR, L. R. **Caracterização pedológica do Ribeirão Estanislau, DF: Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade de Brasília, Brasília, 2015, 51p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação).**

ASSAD, E. D. **Sistema de Informações Geográficas. Aplicações na Agricultura – 2 eds., ver e ampl. – Brasília: Embrapa – SPI / Embrapa CPAC, 1998. 434p.**

BARBOSA, I.O. **Distribuição dos solos nas Chapadas Elevadas do Distrito Federal, com emprego de geoprocessamento**. Brasília, Universidade de Brasília, 2007. 125p. (Dissertação de Mestrado).

BARNES, R.S; SOUZA, J. L. **Análise da compatibilidade do uso e aptidão dos solos do município de Colombo (PR) com o apoio de ferramentas de SIG**. Anais do III Colóquio Brasileiro de Ciência Geodésicas. Curitiba, 2003.

BENNEMA, J.; BEEK, K. J.; CAMARGO, M. N. **Um sistema de classificação de capacidade de uso da terra para levantamento de reconhecimento de solos**. Rio de Janeiro: Ministério da Agricultura/FAO, 1964. 49 p. Mimeografado.

BRASIL. Ministério das Minas e Energia. Secretaria Geral. Projeto RADAMBRASIL. **Levantamento de Recursos Naturais**. Folha SE. 22. Rio de Janeiro, 1983. 764p.

BRADY, N.C.; WEIL, R.R. **Elementos da natureza e propriedades dos solos**. Tradução Técnica: Igo Fernando Lepsch. 3 eds. Porto Alegre, Bookman, XIV, 686p. 2013.

CÂMARA, G.; MEDEIROS, J. S. de. Princípios básicos em geoprocessamento. In: ASSAD, E. D.; SANO, E. E. **Sistema de Informações Geográficas**. 2. ed. Brasília, DF: Embrapa-SPI/CPAC, 1998. p. 3-11.

CAMPOS, J.E.G. **Hidrogeologia do Distrito Federal: Bases para a gestão dos recursos hídricos subterrâneos**. Revista Brasileira de Geociências, Volume 34, 2004.

CARVALHO, M.S.; PINA, M. F.; SANTOS, S. **Conceitos básicos de Sistemas de Informação Geográfica e Cartografia aplicados à saúde**. OPAS, Brasília, 2000.

CARVALHO, F. A.; LACERDA, M. P. C. **Monitoring environmental impact of land use: Evaluating an agricultural area of Distrito Federal, Brazil**. The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, v.36, p.25-29, 2006.

CODEPLAN/SICAD. **Sistema Cartográfico do Distrito Federal**. Brasília, CODEPLAN, 1991.

CODEPLAN. **Atlas do Distrito Federal**. Brasília, CODEPLAN, 1984.

COSTA, G G. **As Regiões Administrativas do Distrito Federal de 1960 a 2011**. Brasília: UnB, 2011, 705p. Tese de Doutorado.

DOLABELLA, R. H. C. **Caracterização agroambiental e avaliação da demanda e da disponibilidade dos recursos hídricos para a agricultura irrigada na bacia hidrográfica do rio Jardim-DF**. Brasília: UnB, 1996, 106p. Dissertação Mestrado.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de solos. Boletim Técnico nº 53. **Levantamento de Reconhecimento dos solos do Distrito Federal**. Rio de Janeiro, Embrapa, 1978. 466p.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisas de Solos. **Manual de Métodos de análise de solos**. 2. Ed. Rio de Janeiro, Embrapa, 1997. 212 p.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisas de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 2. ed. Brasília, DF, Embrapa Produção de Informação, 1999/2013.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Universidade de Brasília. Boletim Técnico nº 172. **Geologia e Zoneamento Hidrogeológico da Bacia do Rio Preto, DF/GO/MG**, 2006 - Planaltina. 54p.

FAO. Forest resources assessment 1990: **survey of tropical forest cover and study of change processes**. Roma, 1996. 152 p. (FAO Forestry Paper, 130).

FREITAS-SILVA, F.H. & CAMPOS, J.E.G. Geologia do Distrito Federal. In: CAMPOS, J.E.G. & FREITAS-SILVA, F.H., coords. **Inventário hidrogeológico e dos recursos hídricos superficiais do Distrito Federal**. Brasília, SEMATECIEMA-MMASRH, 1998. CD-ROM.

GASQUES, J. G.; BASTOS, E. T.; VALDES, C.; BACCHI, M. R. P. **Produtividade e crescimento: algumas comparações**. In: Eliseu Roberto de Andrade Alves; Geraldo da Silva e Souza; Eliane Gonçalves Gomes. (Org.). Contribuição da Embrapa para o desenvolvimento da agricultura no Brasil. 1a. ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2013, v. 1o., p. 125-140.

GOEDERT, W. J. **Solos dos cerrados: tecnologias e estratégias de manejo**. São Paulo: Nobel, 1986. 422 p.

HOLANDA, J. L. R. **Desenvolvimento de um banco de dados georreferenciado (SIG) para as informações geológicas disponíveis do domínio Ceará central**. Fortaleza: UFC, 2008. 61p. Dissertação de mestrado.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. CENSO 2010 – **Características da população e dos domicílios**: IBGE, 2010. Disponível em Acessado em <http://biblioteca.ibge.gov.br/>. Acessado em: 13/05/2016.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais. **Manual técnico de pedologia**. 1 ed. Rio de Janeiro. IBGE, 1994.

INMET. INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. **Balço** hídrico. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br>. Acessado em: 13/05/2016.

LACERDA, M. P. C.; BARBOSA, I. O. **Relações pedomorfogeológicas e distribuição de pedofomas na estação ecológica de águas emendadas, Distrito Federal**. Rev. Bras. Ciênc. Solo, jun 2012, vol.36, no.3, p.709-722. ISSN 0100-0683.

LEPSCH, I. F.; BELLINAZZI JR., R.; BERTOLINI, D.; ESPÍNDOLA, C. R. **Manual para levantamento utilitário do meio físico e classificação de terras no sistema de capacidade de uso**. 4ª aproximação. Campinas: SBCS, 1991, 175p.

LEPSCH, I.F. **Formação e conservação dos solos**. 2 ed. São Paulo: Oficina de textos, 2010. 216p.

LEPSCH, I.F.; Espindola, C. R.; Filho, O. J. V.; Hernani, L. C.; Siqueira, D.S.. **Manual para levantamento utilitário do meio físico e classificação de terras no sistema de capacidade de uso**. SBCS. Viçosa, MG. 2015. 170p.

LUMBRERAS, J. F.; CARVALHO FILHO, A. de; MOTTA, P. E. F. da; BARROS, A. H. C.; AGLIO, M. L. D.; DART, R. de O. **Potencialidades e limitações ao uso agrícola de solos do Matopiba**.. [S.l.:s.n.], 2015. -P. Disponível em: < [www.cbcs2015.com.br](http://www.cbcs2015.com.br) >. Acesso em: 21 jun. 2016.

MARTINS, E. S. **Petrografia, Mineralogia e Geomorfologia de regolitos Lateríticos no Distrito Federal**. 2000. 196p. Tese (Doutorado) Universidade de Brasília, Distrito Federal.

MARTINS, E. S. e BAPTISTA, G. M. M. **Compartimentação geomorfológica e sistemas morfodinâmicos do Distrito Federal**. In: Inventário hidrogeológicos e dos recursos hídricos superficiais do Distrito Federal. Brasília, IEMA/SEMATEC/UnB, 1998. v. 1, p 89 – 137.

MENESES, P. R.; ALMEIDA, T. (org.) **Introdução ao processamento de imagens de sensoriamento remoto**. Brasília: CNPq, 2012. 266 p.

MICAS, G. Q.; Lacerda, M. P. C.; Cassol, L. F. M. **Caracterização pedológica em áreas de ocorrência de litologias do Grupo Bambuí no Distrito Federal**. Brasília, Universidade de Brasília, 2013.

MIGUEL, P. **Caracterização pedológica, uso da terra e modelagem da perda de solo em áreas de encosta do rebordo do planalto do RS**. Dissertação de mestrado/UFSM. Rio Grande do Sul, 2010.

MOTTA, P. E. F. da; CARVALHO FILHO, A.; KER, J.; PEREIRA, N.; CARVALHO JUNIOR, W. e BLANCANEUX, P. **Relações solo-superfície geomórfica e evolução da paisagem em uma área do Planalto Central Brasileiro**. Pesquisa Agropecuária Brasileira. Brasília, v.37, n. 6, p. 869 – 878. 2002.

NOVAES PINTO, M. Caracterização Geomorfológica do Distrito Federal. In: PINTO, M.N. (Org.) – Cerrado – Caracterização, Ocupação e Perspectivas. Brasília, Editora Universidade de Brasília, 1994, p. 285-320.

NEUMANN, M.R.B. **Mapeamento digital de solos, no Distrito Federal**. Tese (Doutorado em Geociências Aplicadas) – Universidade de Brasília, Brasília, 2012.

OLIVEIRA, J. B. de; BERG, M. van den. **Aptidão agrícola das terras do Estado de São Paulo**: quadrícula de Araras. II. Memorial descritivo. Campinas: Instituto Agrônômico, 1985. 60 p. (IAC. Boletim Técnico, 102).

OLIVEIRA, J.B de; JACOMINE, P.K.T.; CAMARGO, M.N **Classes gerais de solos do Brasil: guia auxiliar para seu reconhecimento**. Jaboticabal: FUNEP, 1992. 210 p.

OLIVEIRA, J. B. de; SOSA, S. M. B. **Sistema de clasificación de la aptitud agroecológica de la tierra (S. C. A. A. T.) para la región oriental del Paraguay** (1a aproximación). Assunción, Paraguay: UMA: FCA: CIF; GTZ, 1995. 77 p.

PEREIRA, L. C. **Avaliação da aptidão agrícola das terras: proposta metodológica** / Lauro Charlet Pereira, Francisco Lombardi Neto .-- Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2004. 36 p.-- (Embrapa Meio Ambiente. Documentos, 43).

PRADO, H. **Manejo dos solos – aspectos pedológicos e suas implicações**. Primeira ed. São Paulo: Nobel, 1991.116p.

PRIMAVESI, A. Cartilha do solo. 1 ed São Paulo: Fundação Mokiti Okada, 2006.

RAMALHO-FILHO, A.; BEEK, K. J. **Sistema de avaliação da aptidão agrícola das terras**. 3. ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA-CNPS, 1995. 65 p.

REATTO, A.; CORREIA, J.R.; SPERA S.T.; CHAGAS, C.S.; MARTINS, E. S.; ANDAHUR, J.P.; GODOY M.J.S. & ASSAD, M.L.C.L. (2000) **Levantamento semidetalhado dos solos da Bacia do RIO JARDIM-DF, em escala 1:50.000**. Empresa brasileira de Pesquisa Agropecuária, Embrapa Cerrados. Boletim de pesquisa – Embrapa Cerrados Planaltina n. 18 p. 1-63, setembro 2000, ISSN 1518-0417.

RESENDE, M.; CURTI, N.; SANTANA, D.P. **Pedologia e fertilidade do solo: interações e aplicações**. Brasília: Ministério da Educação; Lavras: Esal; Piracicaba: POTAFOS, 1988. 83p.

RIBEIRO, J.F; WALTER, B. M. T. Fitofisionomias do bioma Cerrado In: SANO, S.M.; ALMEIDA, S.P. (ed). **Cerrado: ambiente e flora**. Brasília, Embrapa Cerrados, 1998.

SANTOS, R. D.; LEMOS, R. C.; SANTOS, H. G.; KER, J. C.; ANJOS, L. H. C. **Manual de Descrição e Coleta de Solos no Campo**. 5. ed. Viçosa: SBCS, 2013. 100p.

STEFFEN., C. **A introdução ao sensoriamento remoto**. 2012 instituto Nacional de pesquisas Espaciais Divisão de Sensoriamento Remoto. Disponível em: <http://www.inpe.br>. Acessado em: 13/05/2016.

TROEH, F.R. **Landform equations fitted to contour maps**. American Journal of Science, v.263, p.616-627, 1965.

VIANA, J.H.M; SOARES, G.H; MARINS, O.F.L.; LIMA, T.L.B.; PAIVA, V.F. **Características Químicas e Físicas de um Solo Cascalhento e suas Implicações para o Manejo Sustentável desse Solo**. Manejo e conservação do e da água no contexto das mudanças ambientais. Rio de Janeiro. 2008.