

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM GEOPROCESSAMENTO

Utilização do Geoprocessamento na determinação da Aptidão
Agrícola do Solo na região da Bacia do Rio Preto - DF

Paulo Góes Mesquita

Orientador: Msc. Gervásio Barbosa Soares Neto

MONOGRAFIA DE CONCLUSÃO DE CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO

BRASÍLIA
2011

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM GEOPROCESSAMENTO

Utilização do Geoprocessamento na determinação da Aptidão
Agrícola do Solo na região da Bacia do Rio Preto - DF

Paulo Góes Mesquita

Orientador: Msc. Gervásio Barbosa Soares Neto

MONOGRAFIA DE CONCLUSÃO DE CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO

COMISSÃO JULGADORA

	Nome	Assinatura
Presidente:	_____	_____
Examinadores:	_____	_____
	_____	_____

Agradecimentos

Aos meus professores

Aos monitores e funcionários do Instituto

A todos os meus colegas

Aos meus pais

Aos meus irmãos

A minha namorada

E a Universidade de Brasília e toda sociedade brasileira pela oportunidade

Sumário

Lista de Figuras.....	vi
Lista de Tabelas.....	vi
Resumo.....	1
Abstract.....	1
1- Introdução.....	2
2- Objetivos.....	4
3- Revisão Bibliográfica.....	5
3.1. Aptidão Agrícola das terras.....	5
3.1.1. Nível de Manejo A.....	5
3.1.2. Nível de Manejo B.....	6
3.1.2. Nível de Manejo C.....	6
3.2. Características dos solos estudados.....	6
3.2.1. Cambissolos.....	6
3.2.2. Espodossolo.....	7
3.2.3. Latossolos.....	7
3.2.4. Plintossolo.....	7
3.2.5. Neossolos.....	8
3.2.6. Gleissolo.....	9
3.2.7. Vertissolo.....	9
3.3. Área de Estudo	12
3.4. Vegetação.....	13
3.4.1. Campo.....	13
3.4.2. Savana (Cerrado)	13
3.4.3. Savana Florestada (Cerradão)	14
3.4.4. Savana Arborizada (Campo-Cerrado)	15
3.5. Característica dos Satélites LANDSAT.....	17
3.6. Interpolação espacial.....	18
3.7. Pluviosidade.....	19
3.8. Declividade.....	19
4- Materiais e Métodos	20
4.1. Etapas do estudo.....	21
4.1.1. Esquema.....	21
4.2. Composição da base de dados cartográficos.....	21
4.3. Coleção Cartográfica Gerada	23

4.4. Álgebra de mapas.....	23
5- Resultados.....	26
5.1. Pluviosidade.....	26
5.2. Declividade.....	30
5.3. Suscetibilidade à Perda de Solo.....	31
5.4. Suscetibilidade à saturação de água atribuídos aos solos da Bacia do Rio Preto – DF	34
5.5. Mapas de Aptidão.....	36
6- Conclusão	43
7- Bibliografia	44

Lista de Figuras

Figura 1: Mapa de Solos da Bacia do Rio Preto – DF.....	11
Figura 2: Mapa da Bacia do Rio Preto - DF.....	12
Figura 3: Imagem da Vegetação da Bacia do Rio Preto - DF.....	16
Figura 4 - Diagrama esquemático da álgebra de mapas para geração dos mapas de aptidão	21
Figura 5 – Conjuntos de arquivos do TOPODATA produzidos ao longo do processamento dos dados SRTM.	22
Figura 6 – Mapa das estações Pluviométricas localizadas na Bacia do Rio Preto - DF	27
Figura 7 – Mapa Pluviométrico da Bacia do Rio Preto - DF.....	28
Figura 8 – Mapa de Declividade da Bacia do Rio Preto - DF.....	30
Figura 9 – Mapa de Suscetibilidade a Perda de Solo da Bacia do Rio Preto - DF.....	33
Figura 10 – Valores de suscetibilidade à saturação de água atribuídos ao solo da Bacia do Rio Preto – DF.....	35
Figura 11 – Mapa de Aptidão para Lavouras Anuais da Bacia do Rio Preto - DF.....	38
Figura 12 – Mapa de Aptidão para Pastagens da Bacia do Rio Preto - DF.....	40
Figura 13 – Mapa de Aptidão para Lavouras Permanentes da Bacia do Rio Preto – DF.....	42

Lista de Tabelas

Tabela 1: Terminologia para tipos de vegetação	14
Tabela 2: Característica dos Satélites LANDSAT.....	18
Tabela 3 - Classes de aptidão.....	24
Tabela 4 - Média mensal dos anos 2000 - 2010.....	27
Tabela 5 – Valores de suscetibilidade à perda de solo atribuídos a região da Bacia do Rio Preto – DF.....	31
Tabela 6 – Valores de suscetibilidade à saturação de água atribuídos ao solo da Bacia do Rio Preto – DF.....	34
Tabela 7 – Valores atribuídos à aptidão para lavouras anuais da região da Bacia do Rio Preto – DF.....	36
Tabela 8 – Valores atribuídos à aptidão para Pastagens da região da Bacia do Rio Preto – DF.....	39
Tabela 9 – Valores atribuídos à aptidão para lavouras permanentes da região da Bacia do Rio Preto – DF.....	41

RESUMO

A presente monografia tem como finalidade a elaboração de uma proposta para zoneamento dos recursos terrestres com vistas a subsidiar projetos de produção rural, visando a geração de mapas de Aptidão do solo direcionados a deliberação da atividade mais apropriada à vocação dos solos utilizando geoprocessamento. A área escolhida foi a região da Bacia do Rio Preto – DF, localizada na região de maior produção agrícola do Distrito Federal. Os dados gerados foram condizentes com o que ocorre na realidade, mostrando que, a região é apta para produção em larga escala e com grande implemento de capital quando observadas as produções para agriculturas anuais, permanentes e pastagens.

Abstract

This monograph is intended to prepare a proposal for zoning of land resources in order to support rural production projects, aimed at producing maps of soil suitability directed the deliberations of the activity most appropriate to the vocation of soils using GIS. The area chosen was the region of the Bacia do Rio Preto - DF, located in the region of increased agricultural production in the Distrito Federal. The data generated were consistent with what occurs in reality, showing that the region is suitable for large scale production and to implement large capital when were observed the production for annual agriculture, permanent agriculture and pastures.

1. INTRODUÇÃO

A presente monografia tem como finalidade a elaboração de uma proposta para zoneamento dos recursos terrestres com vistas a subsidiar projetos de produção rural. A relevância desta proposta reside na busca de uma gestão adequada de áreas ocupadas ou a ser ocupadas e justifica-se por possibilitar um processo de desenvolvimento. Neste sentido, nos interessa saber: Quais parâmetros possibilitam enquadrar os solos e os recursos terrestres de acordo com suas características produtivas e ocupacionais, de modo a reduzir a subjetividade implícita nos projetos de exploração agrícola.

Assim, pretende-se evidenciar o potencial das técnicas de apoio à decisão no uso do geoprocessamento para integração de variáveis e a execução de projetos de uso da terra, seja para parcelamento com base num mapa de qualidade do solo, no monitoramento e mapeamento do uso de sua cobertura ou mesmo na recuperação de áreas degradadas. Dessa forma será possível efetuar uma classificação das áreas aptas para as diversas finalidades rurais, tais como: área de preservação permanente, edificações, pastagens e áreas de cultivos anuais ou perenes.

Devido à diversidade nos tipos de solos, fica evidente a importância de se ter o conhecimento básico de suas propriedades. Sendo assim, parâmetros do solo, tais como: tipo de solo, umidade, matéria orgânica, granulometria, mineralogia da argila e o material de origem são fatores que influenciam a radiação refletida da superfície. A rigor, a quantidade de energia refletida por determinado tipo de solo é função de todos esses fatores que, conjuntamente, se encontram no solo. Em determinadas condições a influência de um parâmetro, na energia refletida do solo, sobrepuja os outros, resultando num espectro característico daquele parâmetro.

Conjugar dados de características do solo com o uso de um sistema de geoprocessamento, também podendo integrar a outras informações cartográficas disponíveis ou disponíveis a posteriori para a mesma área, tornará a análise ambiental mais ágil e econômica, pois uma maior área poderá ser analisada em menor espaço de tempo e, conseqüentemente, apresentar um menor custo.

Tão importante quanto conjugar os dados é descobrir e representar as relações entre si. Tais informações poderão fornecer subsídios que possibilitarão uma melhor implementação de projetos rurais, podendo assim, serem observados critérios de viabilidade econômica, características naturais de uso do solo, análise de impactos ambientais e suas medidas mitigadoras associadas, tais como: correlações temáticas que possibilitem uma associação com os diversos fatores como as formações geológicas, o clima, o relevo e a vegetação.

2. OBJETIVO:

Definir aptidão agrícola dos solos possibilitando, assim, enquadrá-los de acordo com suas características produtivas e ocupacionais, e reduzindo a subjetividade implícita nos projetos de exploração agrícola. Determinando assim o tipo de cultura mais apropriado para determinada região.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1. Aptidão Agrícola das terras

Segundo Fontes (1992) “a aptidão agrícola das terras é a avaliação qualitativa da disponibilidade dos recursos das terras que estuda as alternativas de seu melhor uso, através da adoção de distintos níveis de manejo dos solos e da indicação de diferentes tipos de utilização”.

A aptidão agrícola das terras da Bacia do Rio Preto – DF foi avaliada conforme a metodologia da Embrapa (Ramalho Filho & Beek, 1995). Nessa metodologia, são definidos seis grupos de aptidão para avaliar as condições agrícolas de cada unidade de mapeamento do solo, não só para lavouras como para pastagem, plantada e natural, e silvicultura, devendo as áreas inaptas ser indicadas para preservação da flora e da fauna.

Os grupos numerados de 1 a 6, identificam o tipo de utilização. Os grupos 1, 2, e 3 representam as terras aptas para lavouras, respectivamente, aptidão boa, regular e restrita. O grupo 4 representa terras indicadas para pastagem plantada (P), enquanto o grupo 5 reúne as terras indicadas para silvicultura (S) e/ou pastagem natural (N), e o grupo 6 representa as terras sem aptidão agrícola, indicadas para preservação da natureza. Para a definição das Classes de Aptidão Agrícola, a metodologia considera três níveis de manejo, representados pelas letras A, B e C, visando diagnosticar o comportamento das terras em diferentes níveis tecnológicos.

3.1.1. Nível de Manejo A

Baseado em práticas agrícolas que refletem um baixo nível tecnológico. Praticamente não há aplicação de capital para o manejo, melhoramento e conservação

das condições das terras e das lavouras. As práticas agrícolas dependem do trabalho braçal, podendo ser utilizada alguma tração animal com implementos agrícolas simples.

3.1.2. Nível de Manejo B

Baseado em práticas agrícolas que refletem um nível tecnológico médio. Caracteriza-se pela modesta aplicação de capital e de resultados de pesquisas para manejo, melhoramento e conservação das condições das terras e das lavouras. As práticas agrícolas estão condicionadas principalmente à tração animal, ou à tração motorizada, apenas para o desbravamento e preparo inicial do solo.

3.1.3. Nível de Manejo C

Baseado em práticas agrícolas que refletem um alto nível tecnológico. Caracteriza-se pela aplicação intensiva de capital e de resultados de pesquisa para manejo, melhoramento e conservação das terras e lavouras, e tem a motomecanização presente nas diversas fases da operação agrícola, e, evidentemente, o largo uso de pesticidas.

3.2. Características dos solos estudados

A classificação dos solos estudados foi baseada no SiBCS (*Sistema Brasileiro de Classificação de Solos*), 2006.

3.2.1. Cambissolos

Solos constituídos por material mineral com horizonte B incipiente subjacente a qualquer tipo de horizonte superficial, exceto hístico com 40cm ou mais de espessura, ou horizonte A chernozêmico, quando o B incipiente apresenta argila de atividade alta e saturação por base alta. Plintita e petroplintita, horizonte glei e

horizonte vértico, se presentes, não satisfazem os requisitos para Plintossolo, Gleissolo e Vertissolo, respectivamente.

3.2.2. Espodossolo

Solos constituídos por material mineral, apresentando horizonte B espódico, imediatamente abaixo de horizonte E, A, ou horizonte hístico, dentro de 200cm da superfície do solo, ou de 400cm, se a soma dos horizontes A+E ou dos horizontes históricos (com menos de 40cm) + E ultrapassar 200cm de profundidade.

3.2.3. Latossolos

Solos constituídos por material mineral, apresentando horizonte B latossólico imediatamente abaixo de qualquer tipo de horizonte A, dentro de 200cm da superfície do solo ou dentro de 300cm, se o horizonte A apresenta mais que 150cm de espessura.

3.2.4. Plintossolo

Solos constituídos por material mineral, apresentando horizonte piítico ou litoplíntico ou concrecionário, em uma das seguintes condições:

- a) Iniciando dentro de 40cm da superfície; ou
- b) Iniciando dentro de 200cm da superfície quando precedidos de horizonte glei, ou imediatamente abaixo do horizonte A, ou E, ou de outro horizonte que apresente cores pálidas, variegadas ou com mosqueados em quantidades abundantes.

Quando precedidos de horizonte ou camada de coloração pálida (acinzentadas, pálidas ou amarelado claras), estas cores deverão ter matizes e

chromas conforme os itens **a** e **b** definidos abaixo, podendo ocorrer ou não mosqueados de coloração desde avermelhadas até amareladas.

Quando precedidos de horizontes ou camadas de coloração variegada, pelo menos uma das cores deve satisfazer as condições dos itens **a** e **b** definidos abaixo.

Quando precedidos de horizontes ou camadas com mosqueados, estes deverão ocorrer em quantidade abundante (> 20% em volume), numa matriz de coloração avermelhada ou amarelada e deverão apresentar matizes e cromas conforme itens **a** e **b** definidos abaixo.

a) Matiz 5Y; ou

b) Matizes 7,5YR, 10YR ou 2,5Y com cromas menor ou igual a 4.

3.2.5. Neossolos

Solos pouco evoluídos constituídos por material mineral, ou por material orgânico com menos de 20cm de espessura, não apresenta qualquer tipo de horizonte B diagnóstico. Horizonte glei, plíntico, vértico e A chernozêmico, quando presentes, não ocorrem em condições diagnóstica para as classes Gleissolos, Plintossolos, Vertissolos e Chernossolos, respectivamente.

3.2.5.1. Neossolo Flúvicos

Solos derivados de sedimentos aluviais e que apresentam caráter flúvico. Horizonte glei, ou horizontes de coloração pálida, variegada ou com mosqueados abundantes ou comuns de redução, se ocorrem abaixo do horizonte A, devem estar a profundidades superior a 150cm.

3.2.5.2. Neossolo Quartzarênicos

Outros solos sem contato lítico dentro de 50cm de profundidade, com sequência de horizontes A-C, porém apresentando textura areia ou areia franca em

todos os horizontes até, no mínimo, a profundidade de 150cm a partir da superfície do solo ou até um contato lítico; são essencialmente quartzosos, tendo nas frações areia grossa e areia fina 95% ou mais de quartzo, calcedônia e opala e, praticamente, ausência de minerais primários alteráveis (menos resistentes ao intemperismo)

3.2.6. Gleissolo

Solos constituídos por material mineral com horizonte glei iniciando-se dentro dos primeiros 150cm da superfície, imediatamente abaixo de horizonte A ou E, ou do horizonte hístico com espessura insuficiente para definir a classe dos Organossolos, não apresentando horizonte vértico ou horizonte B textural com mudança textural abrupta acima ou coincidente com horizonte glei, tampouco qualquer outro tipo de horizonte B diagnóstico acima do horizonte glei, ou textura exclusivamente areia ou areia franca em todos os horizontes até a profundidade de 150cm a partir da superfície do solo ou até um contato lítico. Horizonte plíntico se presente deve estar à profundidade superior a 200cm da superfície do solo.

3.2.7. Vertissolo

Solos constituídos por material mineral com horizonte vértico entre 25 e 100cm de profundidade e relação textura insuficiente para caracterizar um B textural, e apresentando, além disso, os seguintes requisitos:

- a) Teor de argila, após mistura e homogeneização do material de solo, nos 20cm superficiais, de no mínimo 300g/kg de solo;

- b) Fendas verticais no período seco, com pelo menos 1 cm de largura, atingindo, no mínimo, 50cm de profundidade, exceto no caso de solos rasos, onde o limite mínimo é de 30cm de profundidade;
- c) Ausência de material com contato lítico, ou horizonte petrocálcio, ou duripã dentro dos primeiros 30cm de profundidade;
- d) Em áreas irrigadas ou mal drenadas (sem fendas aparentes), o coeficiente de expansão linear (COLE) deve ser igual ou superior a 0,06 ou expansibilidade linear é de 6cm ou mais; e
- e) Ausência de qualquer tipo de horizonte B diagnóstico acima do horizonte vértico.

Mapa de Solos da Bacia do Rio Preto - DF

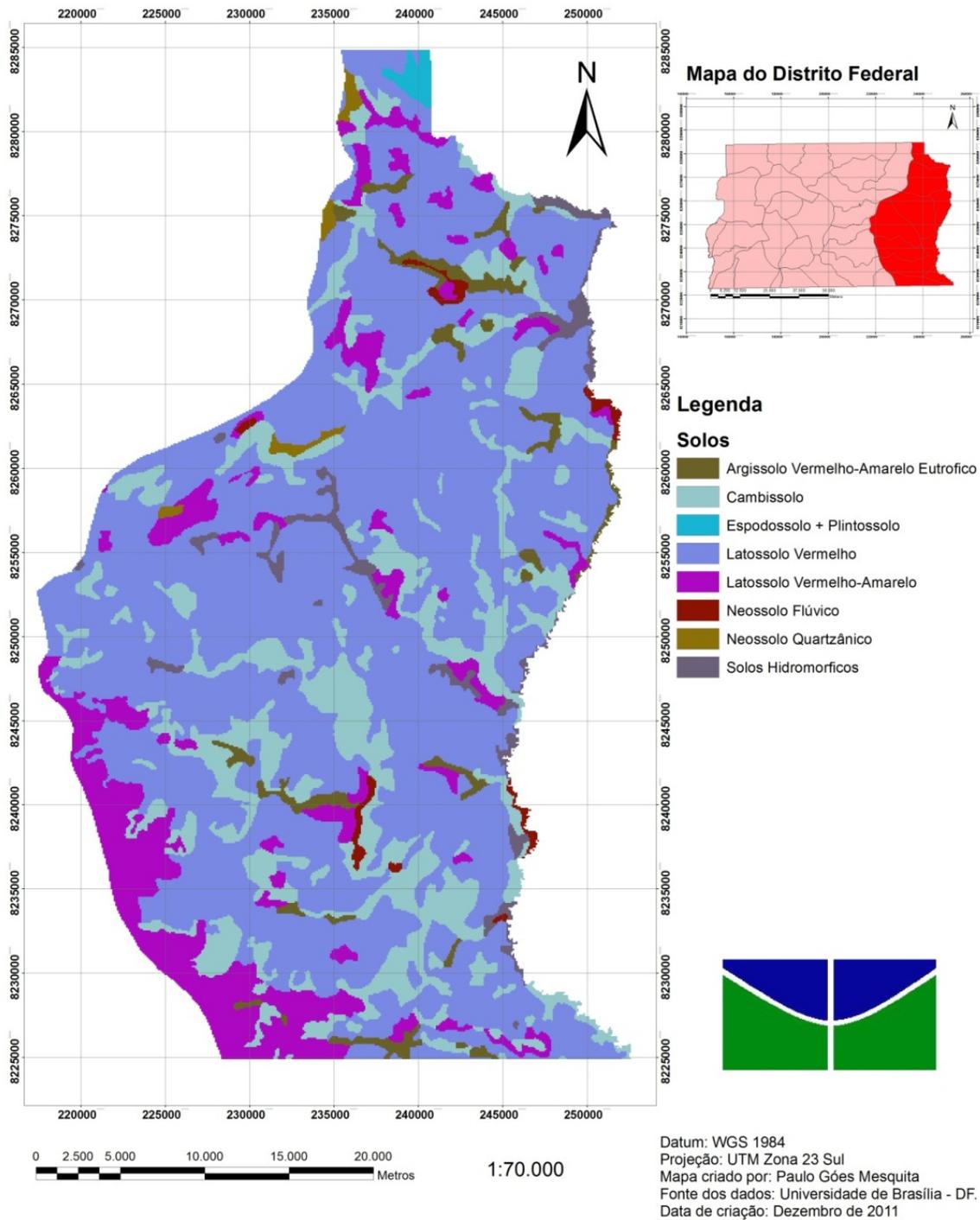


Figura 1: Mapa de Solos da Bacia do Rio Preto – DF

3.3. Área de Estudo

Principal região produtora do Distrito Federal, a região estudada é referente à Bacia do Rio Preto, que possui área 1325,25 km² e 220,76 km de perímetro. Esta delimita o território do Distrito Federal a Leste.

Imagem da Bacia do Rio Preto - DF

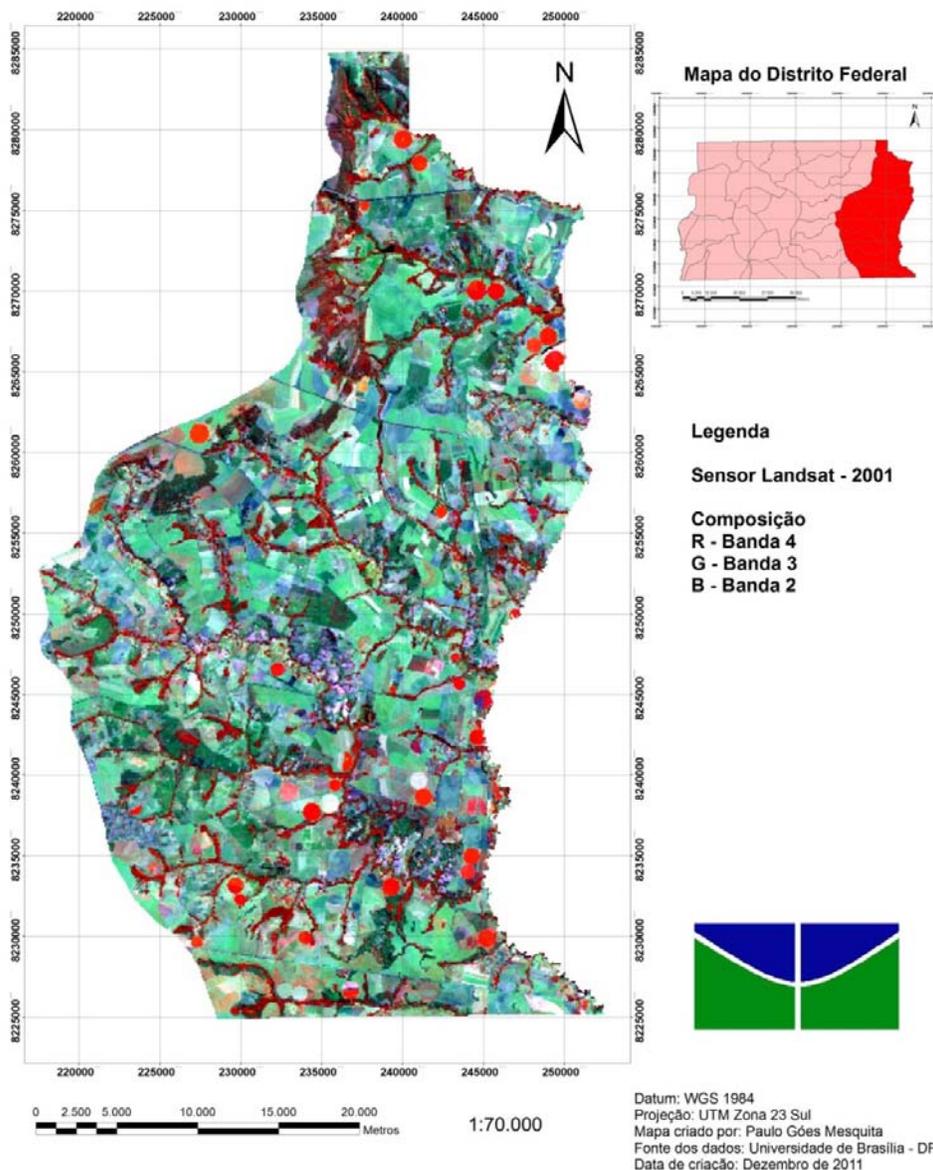


Figura 2: Mapa da Bacia do Rio Preto - DF

3.4. Vegetação

A região do Distrito Federal – DF possui uma variedade vegetal que vai desde campos, cerrado ralo até cerradões (Aoki & Santos). Porém, por apresentar uma vocação voltada à agricultura, apenas fragmentos dessa vegetação é encontrada dentro dos seus limites, em decorrência do uso acentuado de suas terras para diversos tipos de culturas, principalmente monocultura.

3.4.1. Campo

Os Campos caracterizam-se pela presença de uma vegetação rasteira (gramíneas) e pequenos arbustos distantes uns dos outros. Não dependem de grande quantidade de chuvas. São caracterizados também, por pequenos arbustos, às vezes adensados, constituindo relvas descontínuas. Ocorre em LITOSSOLOS em áreas de altitude, como na Serra da Mantiqueira, em depressões inundáveis, como no Amapá e Ilha de Marajó, e na região subtropical, nos chamados “campos gerais” do planalto meridional, “Campos de Bagé” e “campanha gaúcha” no Rio Grande do Sul, e ao norte, os “campos de Roraima”. As condições climáticas são várias, com chuvas abundantes, e com distribuição de regular a irregular. A atividade predominante é a pastoril. O Campo cobre 5% do Brasil.

3.4.2. Savana (Cerrado)

O termo Savana é procedente da Venezuela, tendo sido empregado pela primeira vez por Oviedo & Valdez (1851), para designar os “lhanos arbolados da Venezuela” (formação graminóide dos planaltos, em geral coberta por plantas lenhosas) e posteriormente levado para África (Tansley, 1935).

No decorrer das décadas vários autores utilizaram-se de outros termos abaixo relacionados, para designar este tipo de vegetação:

Humboldt	(1806)	Chamando-o de “estepe”
Drude	(1889)	Denominando-o de “estepe tropical”
Schimper	(1903)	Designando-o de “floresta de savana” para representar as formações gramíneas arborizadas intertropicais
Warming	(1908)	Denominou-se no Brasil de “campos cerrados ou vegetação xeroflita”, em face de um longo período seco marcado
Chevalier	(1932)	“Savana”
Lanjouw	(1936)	“Savana”
Trochain	(1951/54)	“Savana”
Rawitscher	(1952)	Adotou a terminologia de Warming de “campo cerrado”
Beard	(1953)	“Savana”
RADAMBRASIL	(1937/86)	“Savana (Cerrado)”

Tabela 1: Terminologia para tipos de vegetação

Após as ponderações anteriores, resolveu-se adotar o termo Savana como prioritário e Cerrado, entre parêntese, como sinônimo regionalista, por apresentar uma fitofisionomia ecológica homóloga à da África e Ásia.

A Savana então é definida como uma vegetação xeromorfa preferencialmente de clima estacional (mais ou menos 6 meses secos), não obstante podendo ser encontrada também em clima ombrófilo. Reveste solos lixiviados aluminizados, apresentando sinúsias de hemicriptófitos, geófitos e fanerófitos oligotróficos de pequeno porte, com ocorrência por toda Zona Neotropical.

A Savana (Cerrado) foi subdividida em quatro subgrupos de formação:

3.4.3. Savana Florestada (Cerradão)

Subgrupo de formação com fisionomia típica e característica, restrita das áreas areníticas lixiviadas com solos profundos, ocorrendo em clima tropical eminentemente estacional.

Apresenta sinúcias Lenhosas de micro e nanofanerófitos tortuosos com ramificações irregular, providas de macrofilos esclerofilos perenes ou semidecíduos, ritidoma esfoliado corticoso rígido ou córtex maciamente suberoso, com órgãos de reserva subterrâneos ou xilopódio. Não apresenta uma sinúcia nítida de caméfitos, mas sim um relevo hemicriptofítico, de permeio com plantas lenhosas reaquílicas e palmeiras anãs.

3.4.4. Savana Arborizada (Campo-Cerrado)

Subgrupo de formação natural e/ou antrópico que se caracteriza por apresentar uma fisionomia nanofanerofítica rala e outra hemicriptofítica graminóide, continua, sujeita ao fogo anual. Estas sinúcias dominantes formam uma fisionomia em terrenos degradados. A composição florística, apesar de semelhante à Savana Florestada (Cerradão), possui ecótipos dominantes que caracterizam os ambientes de acordo com o espaço geográfico ocupado.

Mapa de Vegetação da Bacia do Rio Preto - DF

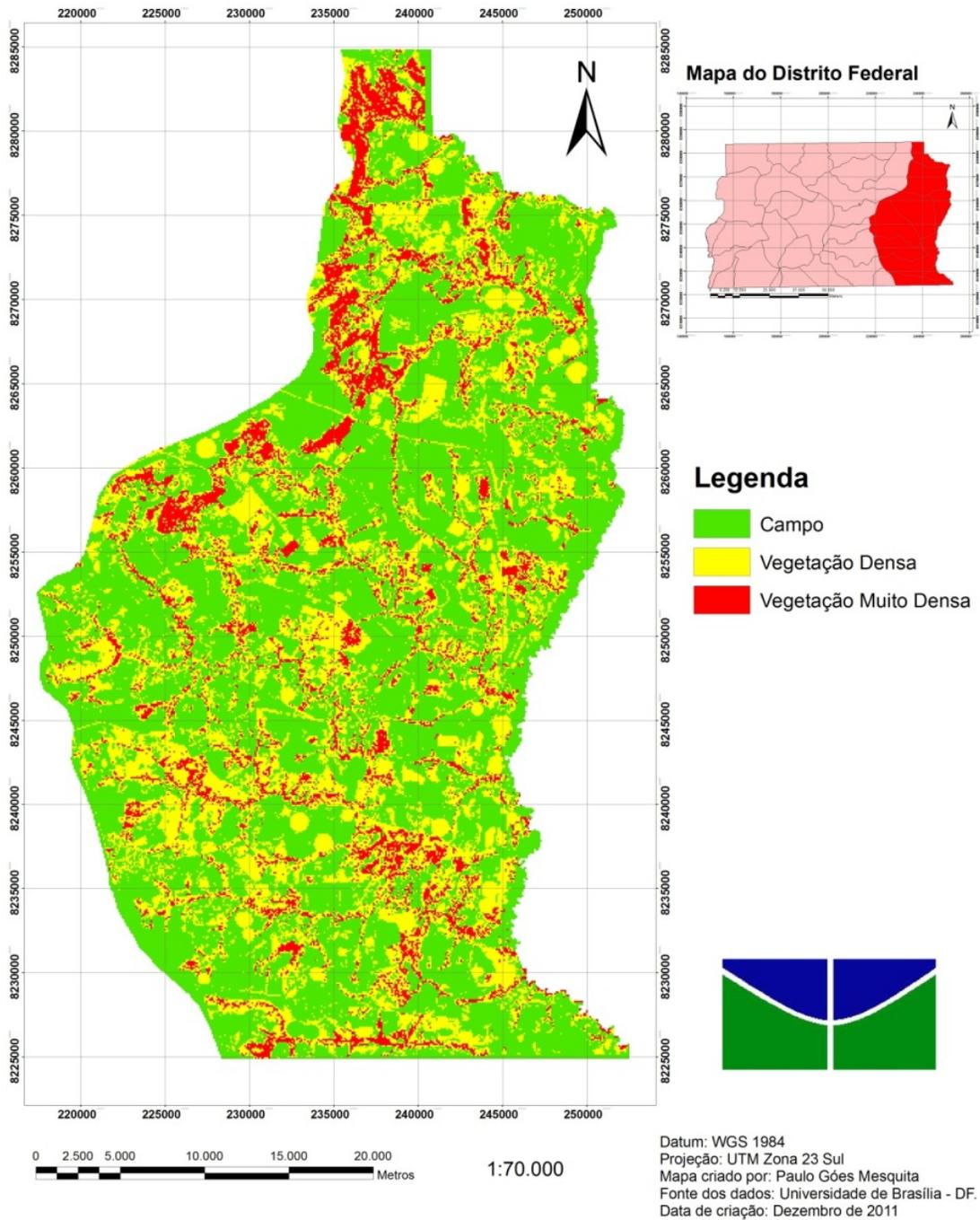


Figura 3: Mapa de Vegetação da Bacia do Rio Preto - DF

3.5. Característica dos Satélites LANDSAT

A partir de um projeto desenvolvido pela Agência Espacial Americana e dedicado exclusivamente à observação dos recursos naturais terrestres, no final da década de 60 teve início à série LANDSAT. O primeiro satélite começou a operar em 1972 e a última atualização em 1999 com o lançamento do Landsat 7.

Durante esse período foram desenvolvidas três gerações de sensores. O MSS (Multispectral Scanner), TM (Thematic Mapper), ETM (Enhanced Thematic Mapper), e ETM+ (Enhanced Thematic Mapper Plus), respectivamente. Com resolução de 80 metros e quatro canais espectrais, o sensor MSS a bordo dos satélites Landsat 1, 2 e 3. Com resolução espacial de 30 metros no multiespectral e um canal termal com resolução espacial de 120 metros tendo um total de sete canais espectrais, o sensor TM a bordo dos satélites Landsat 4 e 5. Já o sensor ETM presente no Landsat 6 não atingiu a fase operacional em decorrência de problemas ocorridos no seu lançamento, mas o sucessor ETM+ a bordo do Landsat 7, em operação até o ano de 2003, possuía uma resolução espacial de 30 metros no multiespectral, 60 metros no termal e um novo canal denominado de pancromático, com resolução espacial de 15 metros.

Fonte: Embrapa CNPM, disponível em <<http://www.sat.cnpm.embrapa.br>>

Missão	Land Remote Sensing Satellite (Landsat)						
Instituição Responsável	NASA (National Aeronautics and Space Administration)						
País/Região	Estados Unidos						
Satélite	LANDSAT 1	LANDSAT 2	LANDSAT 3	LANDSAT 4	LANDSAT 5	LANDSAT 6	LANDSAT 7
Lançamento	27/7/1972	22/1/1975	5/3/1978	16/7/1982	1/3/1984	5/10/1993	15/4/1999
Situação Atual	Inativo (06/01/1978)	Inativo (25/02/1982)	Inativo (31/03/1983)	Inativo (1993)	em atividade	Inativo (05/10/1993)	Inativo (2003)
Órbita	Polar, Circular e heliossíncrona	Polar, Circular e heliossíncrona	Polar, Circular e heliossíncrona	Polar, Circular e heliossíncrona	Polar, Circular e heliossíncrona	s.d.	Polar, Circular e heliossíncrona
Altitude	917 km	917 km	917 km	705 km	705 km	s.d.	705 km
Inclinação	99°	99°	99°	98,20°	98,20°	s.d.	98,3°
Tempo de Duração da Órbita	103,27 min	103,27 min	103,27 min	98,20 min	98,20 min	s.d.	98,9 min
Horário de Passagem	9:15 A.M.	9:15 A.M.	9:15 A.M.	9:45 A.M.	9:45 A.M.	s.d.	10:00 A.M.
Período de Revisita	18 dias	18 dias	18 dias	16 dias	16 dias	s.d.	16 dias
Instrumentos Sensores	RBV e MSS	RBV e MSS	RBV e MSS	MSS e TM	MSS e TM	ETM	ETM+
s.d. = sem dados/informações							

Tabela 2: Característica dos Satélites LANDSAT

3.6. Interpolação espacial

Segundo Burrough (1986), Interpolação Espacial é o procedimento para se estimar valores de propriedades de locais não amostrados, baseando-se em valores de dados observados em locais conhecidos.

As funções de interpolação permitem predizer os valores para todas as células de um arquivo raster, a partir de um conjunto limitado de pontos amostrais. Podem ser usadas para a predição de valores desconhecidos de alguma área geográfica como: elevação, chuva, concentrações químicas, níveis de ruído e outros. Os diferentes interpoladores podem produzir melhores resultados de acordo com o tipo de fenômeno que os valores representam e como os pontos amostrais estão distribuídos. Independente do interpolador, quanto maior a quantidade de pontos de entrada e maior a distribuição, os resultados obtidos serão mais confiáveis.

No presente trabalho foi utilizado o método SPLINE de interpolação para criar o mapa pluviométrico. Método considerado suavizador, deriva de uma ferramenta flexível de desenho técnico, não utiliza apenas um polinômio de grande ordem para interpolação de todo o conjunto de dados, mas divide a série de dados em subconjuntos utilizando diversos polinômios de menor grau para cada subconjunto.

3.7. Pluviosidade

Quantidade de chuva caída em mm (milímetros) no local durante certo período de tempo.

3.8. Declividade

Segundo Guerra (1978), em seu dicionário geológico-geomorfológico o declive é a inclinação do terreno ou a encosta, considerada do ponto mais alto em relação ao mais baixo. A declividade é o grau de inclinação de um terreno, em relação à linha do horizonte, podendo ser expressa também em percentagem, medida pela tangente do ângulo de inclinação multiplicada por 100.

4. MATERIAIS E MÉTODOS

Como proposta metodológica para responder ao problema apresentado e alcançar o objetivo proposto pretende-se efetuar um zoneamento das características qualitativas dos recursos terrestres nas propriedades como, por exemplo, a aptidão agrícola da terra, suscetibilidade à erosão, deficiência de água, excesso de água e impedimentos à mecanização. Isto será feito, a partir da utilização de técnicas de geoprocessamento em ambiente SIG que permita inserir e interagir, em várias bases de dados, informações espaciais provenientes de diversas fontes (cartografia, imagem de satélites, dados de cadastro rural e urbano, entre outros). Como meio de suporte para a execução do projeto serão utilizados dados obtidos pelo IBAMA, pela Embrapa, pelo Inpe e pelas demais entidades, que possibilitem uma melhor caracterização da área em estudo. Os dados serão sistematizados cartograficamente e utilizados para efetuar um zoneamento de qualidade do solo, de modo a permitir a observação e o comportamento das variáveis julgadas mais importantes para a definição das características destas, como também da vegetação para exploração agrícola.

4.1. Etapas do estudo:

4.1.1. Esquema

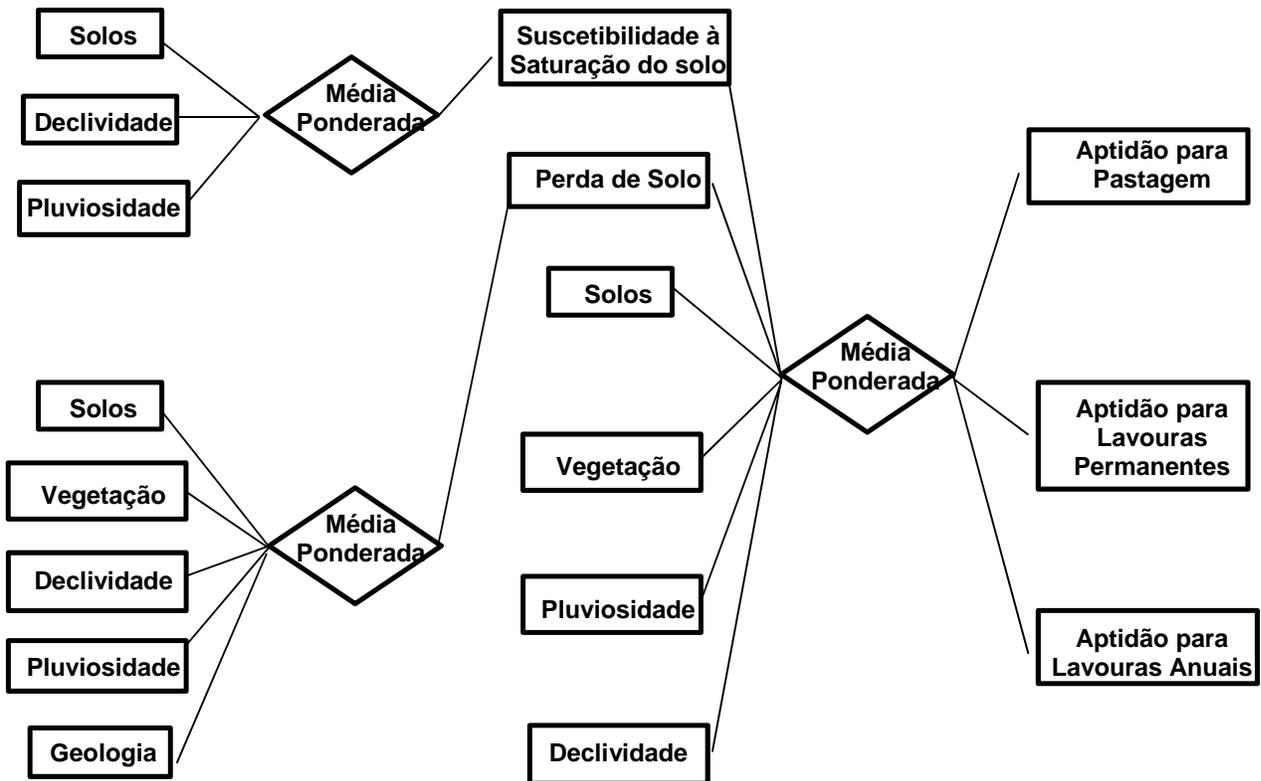


Figura 4 - Diagrama esquemático da álgebra de mapas para geração dos mapas de aptidão

4.2. Composição da base de dados cartográficos

Modelo Digital de Elevação

No presente trabalho foi usado os Modelos Digitais de Elevação (MDE), modelos estes que, segundo Valeriano (2010), são usados para representações de dados topográficos passíveis de tratamento em Sistemas de Informações Geográficas (SIG). O processamento destes dados em SIG permite a caracterização do estado e de processos do sistema terrestre em abordagem espacializada.

A base de dados utilizada neste trabalho foi adquirida da CPRM/2003, na escala 1:250.000 o mapa geológico do Distrito Federal, no formato SHP. Deste, foi retirado apenas a área correspondente a Bacia do Rio Preto – DF, para posterior cruzamento. O mapa de solos utilizado foi o da Embrapa, e posteriormente reclassificado para atualização das nomenclaturas.

O mapa de vegetação foi obtido a partir das imagens LANDSAT e gerado a partir da classificação supervisionada “Maximum Likelihood Classification”. Os dados foram extraídos, exportados no formato Tiff, pelo *software Envi*. No *software ArcMap* foi importado e georreferenciado. Após isso foi feito o clip a partir do comando *Extract by mask*, em *Spatial Analyst Tools - Extraction*, no *Arc Toolbox*, com base nos limites da Bacia do Rio Preto/DF, para em seguida ser feita sua reclassificação em *Spatial Analyst Tools, Reclass e Reclassify*.

<http://www.dsr.inpe.br/topodata/dados.php>

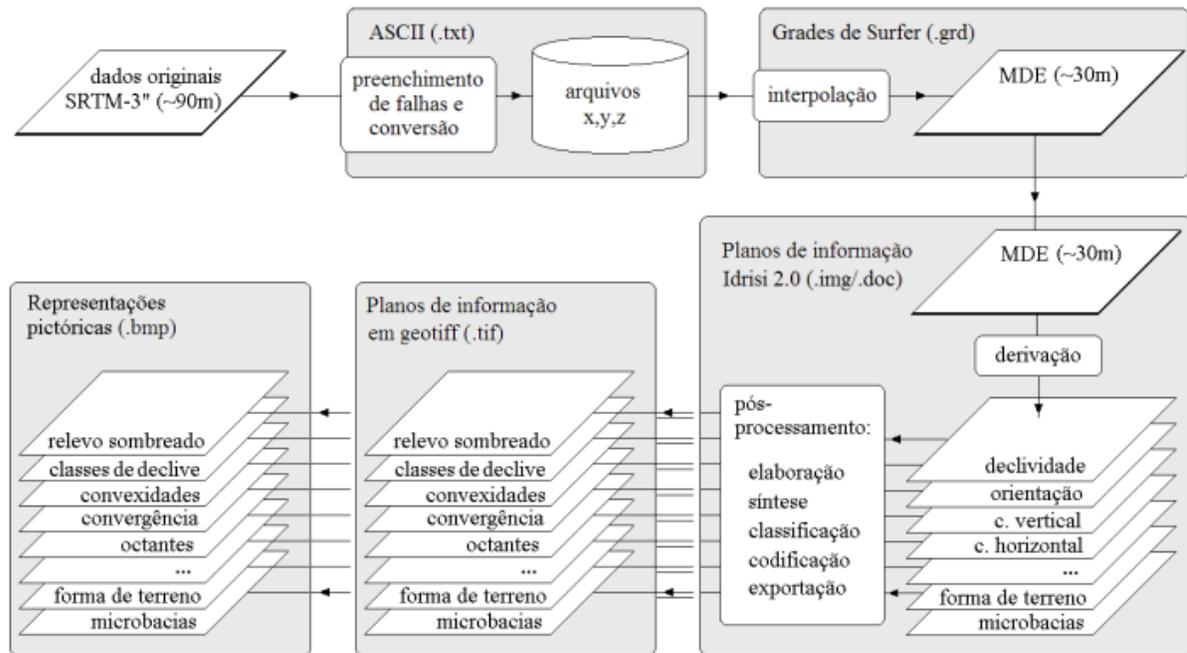


Figura 5 – Conjuntos de arquivos do TOPODATA produzidos ao longo do processamento dos dados SRTM.

4.3. Coleção Cartográfica Gerada

Mapas de análise inicial:

Mapa Hipsométrico

Mapa Pluviométrico

Mapa de Declividade

Mapa de Suscetibilidade à Erosão

Mapa de Suscetibilidade à Inundação

Mapa de Solos

Mapas resultantes da análise de multicritérios

Mapa de Aptidão para Lavouras Anuais

Mapa de Aptidão para Lavouras Permanentes

Mapa de Aptidão para Pastagem

4.4. Álgebra de mapas

Segundo Sharifi (2002) os SIG's permitem representar relações espaciais complexas e estruturas que ocorrem na superfície terrestre. Na maioria dos projetos desenvolvidos em SIG a principal proposta é a combinação de dados espaciais, com o objetivo de descrever e analisar interações com a finalidade de tentar prever acontecimentos através de modelos e fornecer apoio à decisão tomada por especialistas.

Como os rasters são geograficamente cadeias de números referenciados, a combinação desses dados multi-fontes permitirá uma redução na ambiguidade das

interações que normalmente são obtidas através da análise individual dos mesmos (Pendock & Nedeljkovic, 1996).

Assim, Xavier (2001) afirmar que um dos maiores méritos do uso da média ponderada em avaliações de situações ambientais, reside na sua proximidade, analogia ou semelhança com o raciocínio avaliativo, tal como praticado em julgamentos do cotidiano.

A utilizar a média ponderada, com base nas informações de especialistas é estabelecer uma relação do conhecimento dos mesmos, sua prática cotidiana, com a repetitiva etapa de operação intrínseca aos algoritmos que lhe são característicos. A tabela abaixo corresponde às classes e intervalos de aptidão constituídos para fundamentar os resultados obtidos.

CLASSES	INTERVALO
Inapta	1
Pouco Apto	2
Regular	3
Bom	4
Muito Apto	5

Tabela 3 - Classes de aptidão

Inapta - Sem aptidão agrícola, indicado para a preservação da flora e da fauna.

Pouco Apto – Terras com altos níveis de restrições para produção agrícola. Com pouca ou quase nenhuma possibilidade de utilização de grande maquinas agrícolas.

Regular - Terras com níveis de restrições moderados para produção agrícola. Com algumas restrições para utilização de implementos agrícolas, porém, com a utilização adequada dos recursos naturais e de uma quantidade maior de capital é possível um produção sustentável.

Bom – Representa uma área com pouco ou quase nenhuma restrições para produção agrícola, com ampla possibilidade para utilização de práticas com alto nível tecnológico.

Muito Apto – Representa uma área sem restrições para produção agrícola, com ampla possibilidade para utilização de práticas com alto nível tecnológico.

5. RESULTADOS

Utilizando o cruzamento de atributos do solo, vegetação, pluviosidade, geologia, declividade, suscetibilidade à perda de solo, suscetibilidade à inundação foram representados os mapas temáticos.

A utilização de algoritmos apropriados, direcionados a realizar as operações de cruzamento foi primordial pela complexidade dos dados. Além de determinar as aptidões dos solos da Bacia do Rio Preto - DF, em aptidão alta, média e baixa.

5.1. Pluviosidade

O mapa pluviométrico foi criado a partir da obtenção dos dados das estações localizadas na Bacia do Rio Preto – DF fornecidos no sítio da Agência Nacional de Águas – ANA (vide tabela abaixo). As médias pluviométricas foram obtidas a partir das médias mensais do ano 2000 a 2010 nas diversas estações.

Após a inclusão das médias pluviométrica nos pontos georreferenciados (estações pluviométricas), foi possível, com o método de interpolação Spline, criar um novo conjunto de dados que caracterizou o mapa pluviométrico da Bacia do Rio Preto – DF (Vide pluviométrico). Este mapa foi usado na combinação de dados multi-fontes, permitindo assim uma redução na ambiguidade das interações que normalmente são obtidas através de análise individual dos dados.

Estação	LATITUDE	LONGITUDE	Pluviosidade Média*
SÃO BERNARDO	-16,01530	-47,53420	89,44200
RIO SÃO BERNARDO	-16,03580	-47,41500	116,73000
CÓRREGO LAMARÃO	-15,96750	-47,47640	100,85000
JARDIM - MONTANTE LAMARÃO	-15,94750	-47,44580	90,25200
JARDIM - DF 260	-15,85970	-47,47560	94,76200
EXTREMA - DF 100	-15,84580	-47,38530	105,12000
RIO PRETO - MONTANTE EXTREMA	-15,83720	-47,36890	107,20000
RIBEIRÃO EXTREMA	-15,82860	-47,41140	112,08000
RIO PRETO 2	-15,79220	-47,43280	109,90000
LAGOINHA	-15,77250	-47,39890	100,74000
EXTREMA - VC 173	-15,78110	-47,44940	103,41000
BARREIRO DF-130	-15,83860	-47,62720	111,87000
EXTREMA	-15,72890	-47,50890	93,48100
RIO PRETO 1	-15,72640	-47,31970	101,42000
RETIRO DO MEIO	-15,62560	-47,39500	97,31200
RIBEIRÃO JACARÉ	-15,64110	-47,35610	115,30000

Tabela 4 - Média mensal dos anos 2000 - 2010

Mapa das Estações Pluviométricas localizadas na Bacia do Rio Preto - DF

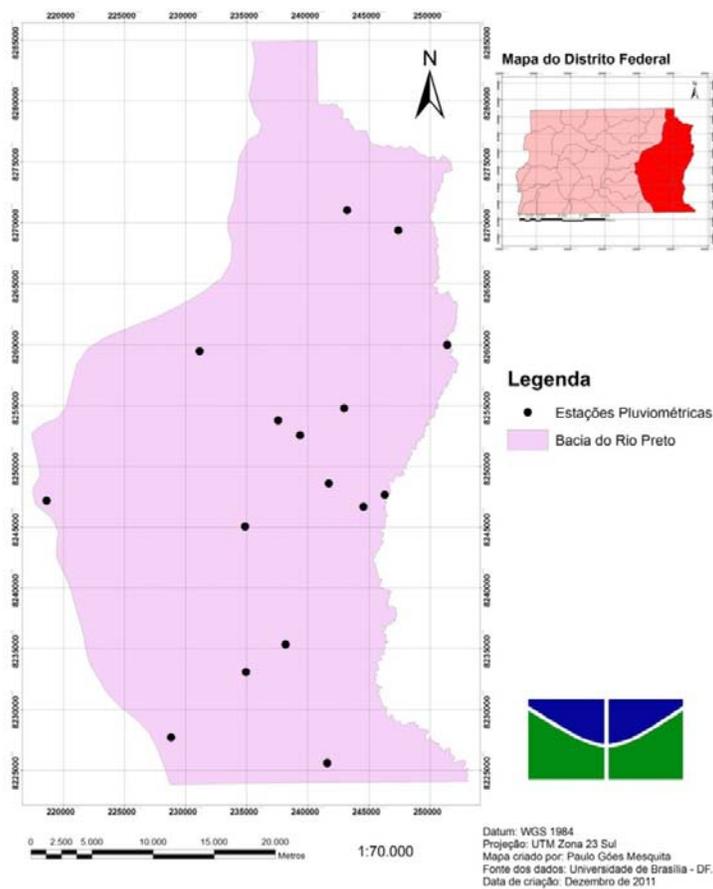


Figura 6 – Mapa das estações Pluviométricas localizadas na Bacia do Rio Preto - DF

Mapa Pluviométrico da Bacia do Rio Preto - DF

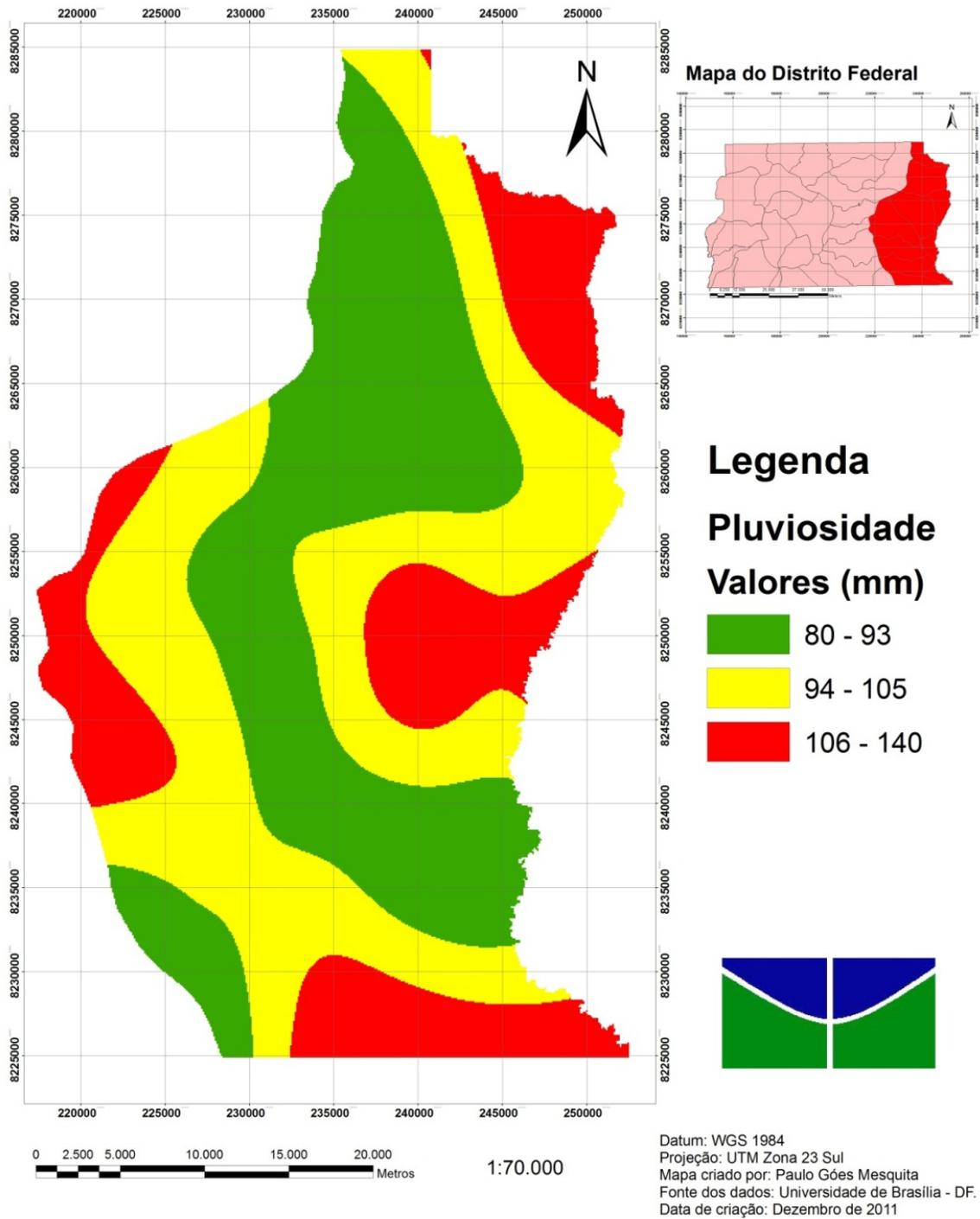


Figura 7 – Mapa Pluviométrico da Bacia do Rio Preto - DF

5.2. Declividade

O mapa de declividade foi obtido a partir de dados TOPODATA, elaborados a partir dos dados SRTM disponibilizados pelo USGS pela internet. A elaboração do mapa de declividade foi baseada nas classes de declive preconizadas por Marques (1971) no Manual Brasileiro para Levantamento da Capacidade de Uso da Terra, que divide em 8 classes, discriminadas em função das limitações oferecidas para o trabalho com máquinas agrícolas, como segue:

A – Declives suaves, inferiores a 2,5%, podendo ser arados em todas as direções e sentidos:

A- - inferiores a 1% (aproximadamente 40')

A+ - entre 1 e 2,5% (aproximadamente 1° e 30')

B – Declives moderados, entre 2,5 e 12%, podendo ser trabalhados em curvas de nível por tratores de roda:

B- - entre 2,5 e 5% (1° 30' e 3°)

B+ - entre 5 e 12% (3° e 7°)

C – Declives fortes, entre 12 e 50%, podendo ser trabalhados mecanicamente apenas em curvas de nível e por máquinas simples de tração animal ou, em certos limites, por tratores de esteira:

C- - entre 12 e 25% (7° e 14°) ainda trabalháveis, com limitações e cuidados especiais, por tratores de esteiras

C+ - entre 25 e 50% (14° e 26°), somente trabalháveis mecanicamente por máquinas simples de tração animal, assim mesmo com limitações sérias.

D – Declives muito fortes, superiores a 50%, não mais podendo ser trabalhados, mecanicamente, nem mesmo pelas máquinas simples de tração animal:

D- - entre 50% e 100% (26° e 45°), somente trabalháveis com instrumentos e ferramentas manuais.

D+ - superiores a 100% (45°), praticamente impossíveis de serem trabalhadas mesmo com instrumentos e ferramentas manuais.

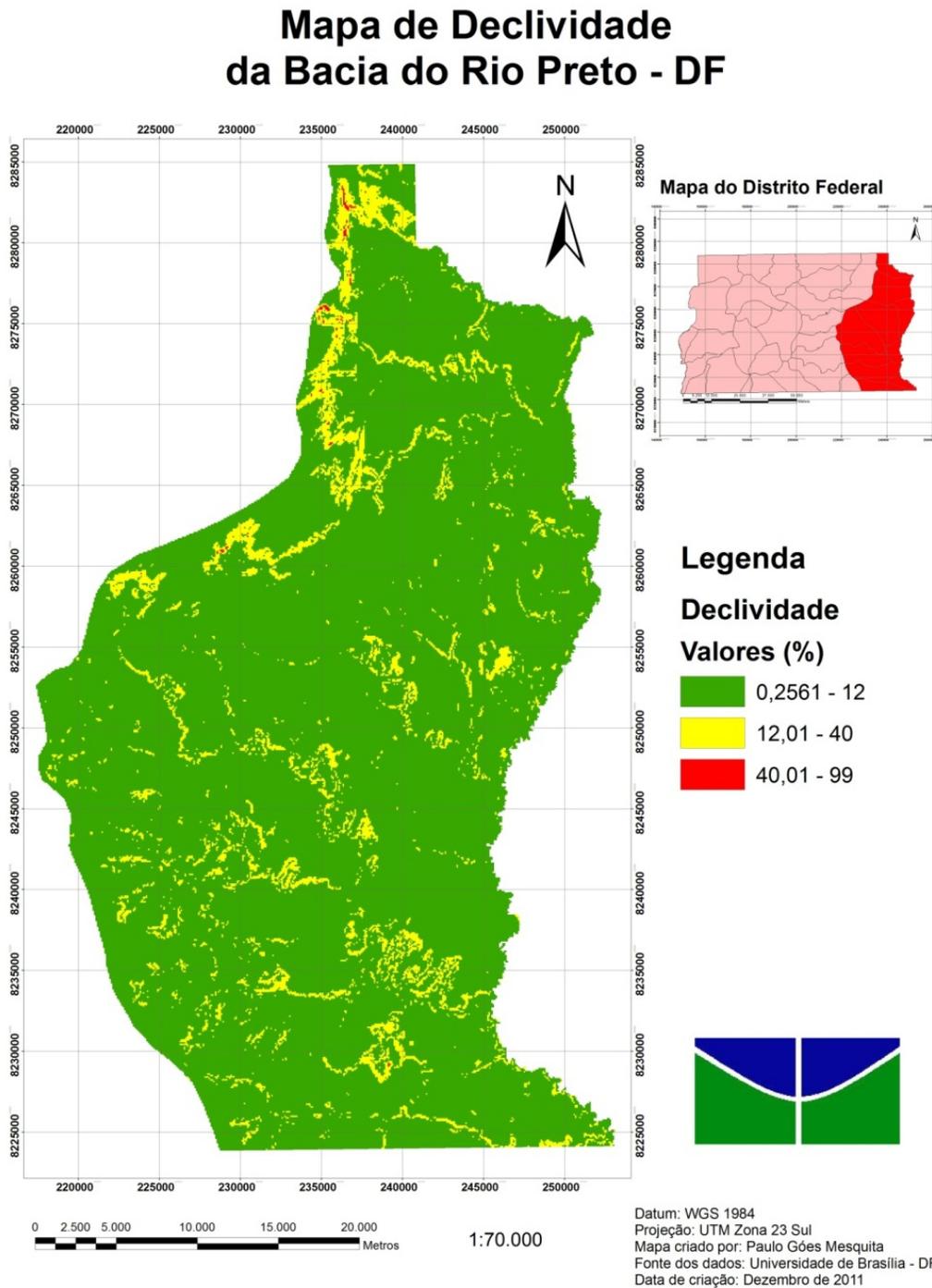


Figura 8 – Mapa de Declividade da Bacia do Rio Preto - DF

5.3. Suscetibilidade à Perda de Solo

A causa principal da erosão hídrica, seja laminar, em sulcos ou ravinas, é a ação da chuva sobre o solo. A chuva é o agente ativo da erosão, e o solo é o agente passivo. A erodibilidade de um solo é função da suas condições internas ou intrínsecas, como sua composição mineralógica e granulométrica e suas características físicas e químicas, bem como de suas condições externas ou dos atributos da superfície do solo, relacionados ao seu manejo.

Na análise de vulnerabilidade do solo, considera-se o seu grau de maturidade produto direto do balanço morfogênese/pedogênese. Ele indica claramente se prevalecem os processos erosivos da morfogênese, que geram solos jovens, pouco desenvolvidos, ou sem no outro extremo, as condições de estabilidade permitem o predomínio dos processos de pedogênese, gerando solos maduros, profundos, lixiviados e bem desenvolvidos.

A tabela abaixo mostra os valores de suscetibilidade à perda de solo atribuídos a região da Bacia do Rio Preto – DF segundo Crepani (2001).

Suscetibilidade à Perda de Solo	
Variáveis	Peso
Solos	3
Vegetação	2,5
Pluviosidade	2,5
Geologia	1,5
Declividade	2,0

Feição	Classes	Notas (0 a 3)
Solos	Argissolo Vermelho-Amarelo Eutrofico	2
	Cambissolo	2
	Espodossolo + Plintossolo	1
	Latossolo Vermelho	1
	Latossolo Vermelho-Amarelo	1
	Neossolo Flúvico	3
	Neossolo Quartzânico	1
	Solos Hidromorficos	3

Feição	Classes	Notas (0 a 3)
Vegetação	Campo	1
	Vegetação Densa	2
	Vegetação Muito Densa	3

Feição	Classes	Notas (0 a 3)
Pluviosidade	Alta	3
	Média	2
	Baixa	1

Feição	Classes	Notas (0 a 3)
Geologia	MNPcf	1
	MNPpq2	1
	MNPpq3	1
	MNPpr3	2
	MNPpr4	2
	NPb	3

Feição	Classes	Notas (0 a 3)
Declividade	0 -12	1
	12 – 40	2
	40 – 99	3

Tabela 5 – Valores de suscetibilidade à perda de solo atribuídos a região da Bacia do Rio Preto – DF

Mapa de Suscetibilidade à Perda de Solo da Bacia do Rio Preto - DF

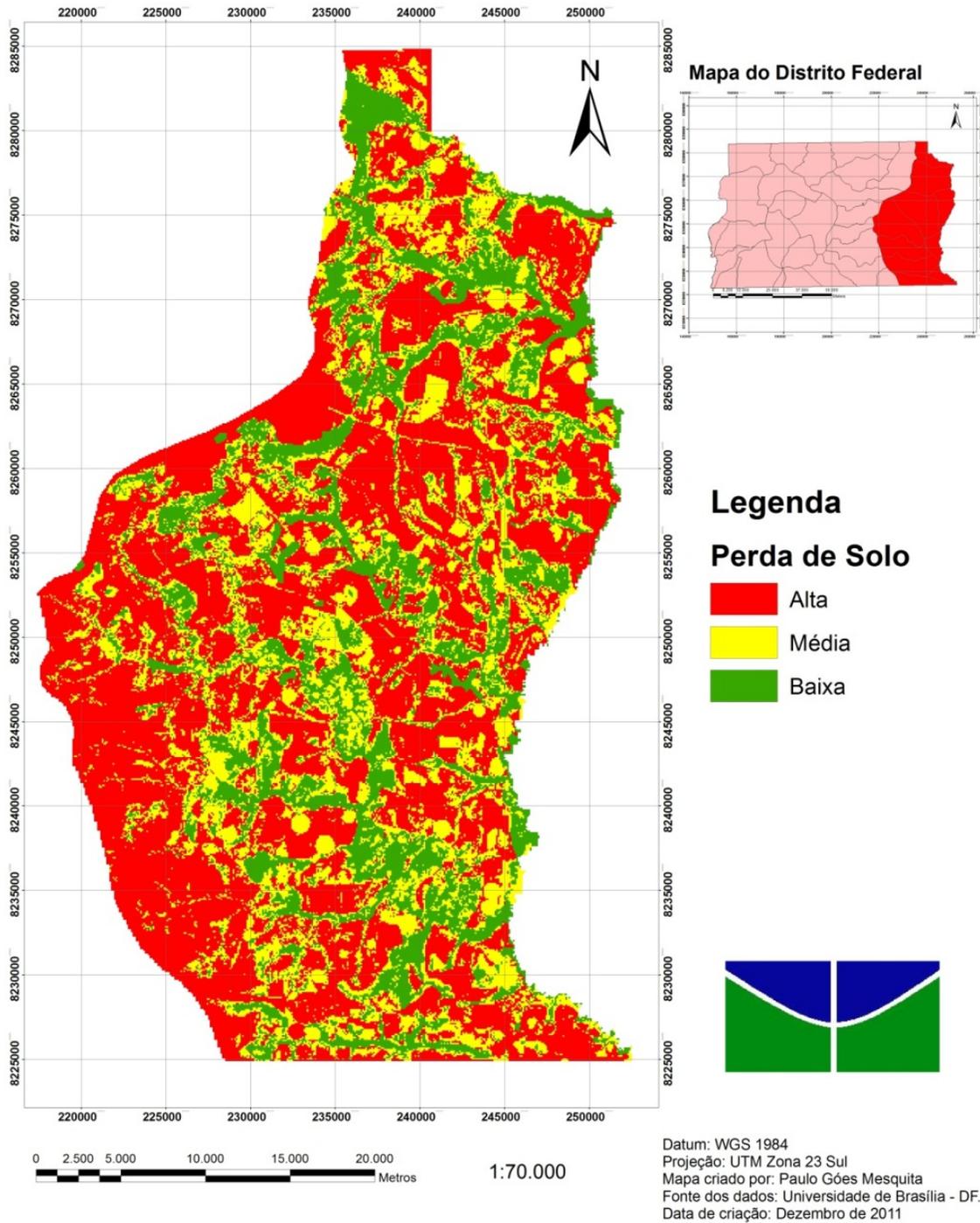


Figura 9 – Mapa de Suscetibilidade a Perda de Solo da Bacia do Rio Preto - DF

5.4. Suscetibilidade à Saturação de água atribuídos aos Solos

A tabela abaixo mostra os valores de Suscetibilidade à saturação de água atribuídos aos solos segundo Crepani (2001).

Suscetibilidade à Saturação de Água no Solo	
Variáveis	Peso
Solos	2,5
Pluviosidade	3
Declividade	2,5

Feição	Classes	Notas (0 a 3)
Solos	Argissolo Vermelho-Amarelo Eutrofico	2
	Cambissolo	2
	Espodossolo + Plintossolo	1
	Latossolo Vermelho	1
	Latossolo Vermelho-Amarelo	1
	Neossolo Flúvico	3
	Neossolo Quartzânico	1
	Solos Hidromorficos	2

Feição	Classes	Notas (0 a 3)
Pluviosidade	Alta	3
	Média	2
	Baixa	1

Feição	Classes	Notas (0 a 3)
Declividade	0 -12	3
	12 – 40	2
	40 – 99	1

Tabela 6 – Valores de suscetibilidade à saturação de água atribuídos ao solo da Bacia do Rio Preto

– DF

Mapa Suscetibilidade à Saturação de Água no Solo da Bacia do Rio Preto - DF

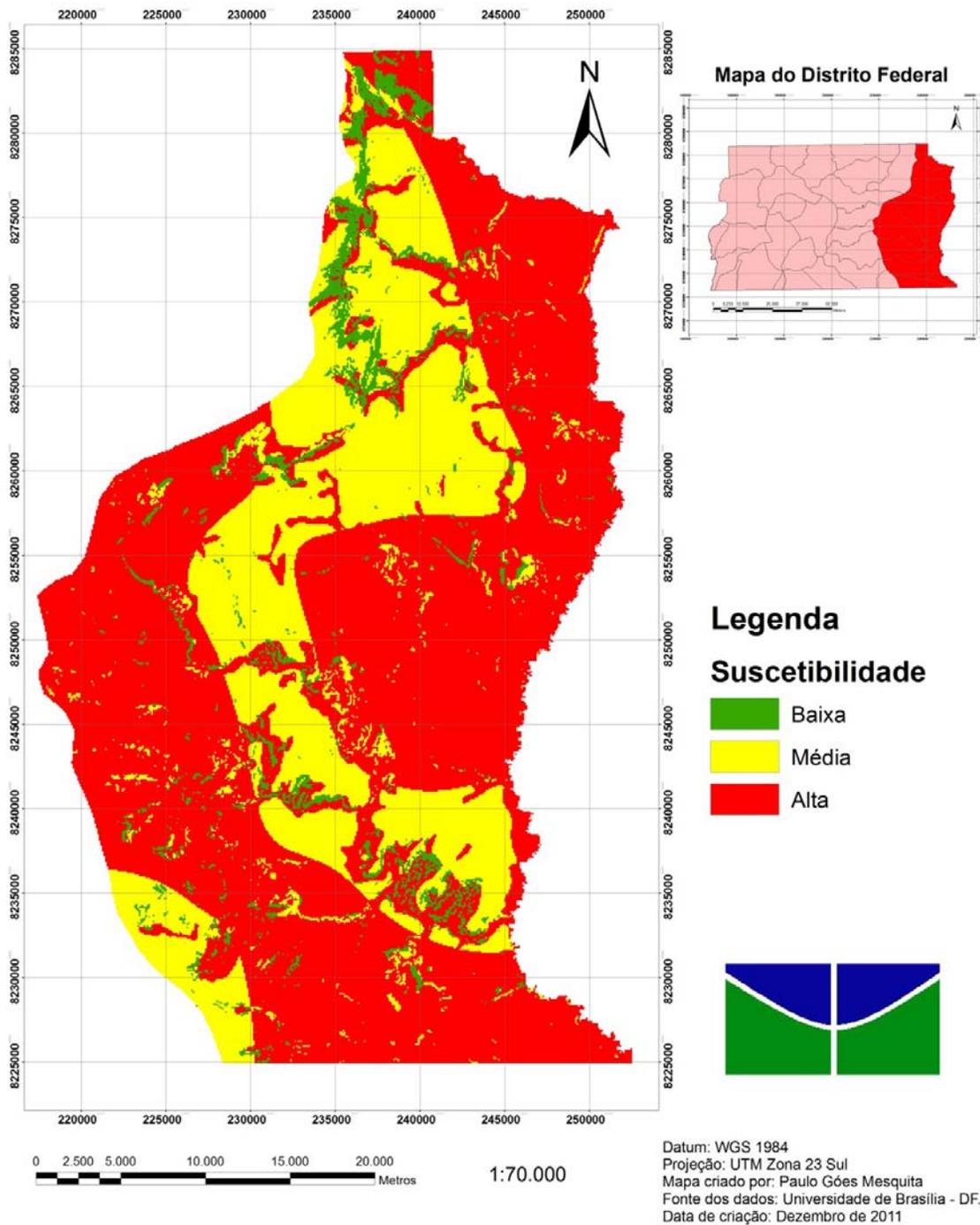


Figura 10 – Mapa de Suscetibilidade à Saturação de Água da Bacia do Rio Preto - DF

5.5. Mapas de Aptidão

Os mapas de aptidão agrícola tanto para lavouras anuais, pastagens e lavouras permanentes mostram-se bastante coerentes com o que ocorre na realidade da região da Bacia do Rio Preto – DF. Os resultados apresentados indicam que a maior parte da região é apta para produção, destacando-se principalmente quando se opta pelo plantio de pastagens, pois este é menos exigente, principalmente quando observado a declividade e as características do solo. Enquanto que, quando optamos pelo plantio de lavouras anuais ou permanentes, há uma exigência maior tanto nutricional quanto com relação ao tipo de relevo e ao tipo de solo, por isso, como mostrado nos mapas, há maiores restrições quando comparado ao plantio de pastagens.

APTIDÃO – LAVOURAS ANUAIS	
Variáveis	Peso
Solos	3
Vegetação	2
Pluviosidade	0,5
Declividade	2
Suscetibilidade a inundação	1
Suscetibilidade a Perda de Solo	1,5

Feição	Classes	Notas (0 a 3)
Solos	Argissolo Vermelho-Amarelo Eutrofico	2
	Cambissolo	2
	Espodossolo + Plintossolo	1
	Latossolo Vermelho	1
	Latossolo Vermelho-Amarelo	1
	Neossolo Flúvico	3
	Neossolo Quartzânico	1
	Solos Hidromorficos	3

Feição	Classes	Notas (0 a 3)
Vegetação	Campo	3
	Vegetação Densa	2
	Vegetação Muito Densa	1

Feição	Classes	Notas (0 a 3)
Pluviosidade	Alta	3
	Média	2
	Baixa	1

Feição	Classes	Notas (0 a 3)
Declividade	0 -12	3
	12 – 40	2
	40 – 99	1

Feição	Classes	Notas (0 a 3)
Suscetibilidade a inundaçãõ	Alta	1
	Média	2
	Baixa	3

Feição	Classes	Notas (0 a 3)
Suscetibilidade a erosão	Alta	1
	Média	2
	Baixa	3

Tabela 7 – Valores atribuídos à aptidão para lavouras anuais da região da Bacia do Rio Preto – DF

Mapa de Aptidão para Lavouras Anuais da Bacia do Rio Preto - DF

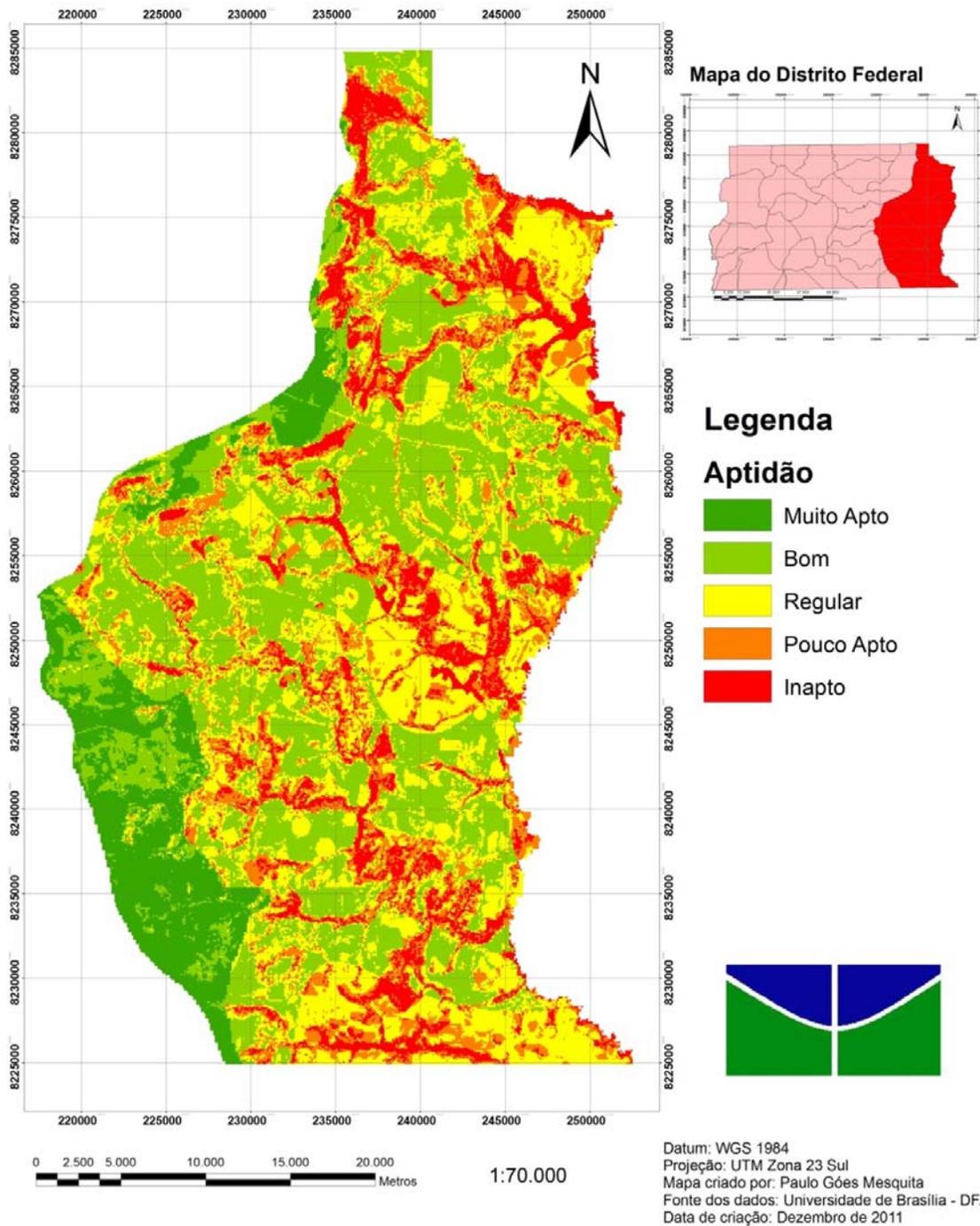


Figura 11 – Mapa de Aptidão para Lavouras Anuais da Bacia do Rio Preto – DF

APTIDÃO – PASTAGEM	
Variáveis	Peso
Solos	3
Vegetação	2
Pluviosidade	1,5
Declividade	1
Suscetibilidade a inundação	1
Suscetibilidade a Perda de Solo	1,5

Feição	Classes	Notas (0 a 3)
Solos	Argissolo Vermelho-Amarelo Eutrofico	2
	Cambissolo	2
	Espodossolo + Plintossolo	1
	Latosolo Vermelho	1
	Latosolo Vermelho-Amarelo	1
	Neossolo Flúvico	3
	Neossolo Quartzânico	1
	Solos Hidromorficos	3

Feição	Classes	Notas (0 a 3)
Vegeta�o	Campo	3
	Vegeta�o Densa	2
	Vegeta�o Muito Densa	1

Feição	Classes	Notas (0 a 3)
Pluviosidade	Alta	3
	Média	2
	Baixa	1

Feição	Classes	Notas (0 a 3)
Declividade	0 -12	3
	12 – 40	3
	40 – 99	1

Feição	Classes	Notas (0 a 3)
Suscetibilidade a inunda�o	Alta	1
	Média	2
	Baixa	3

Feição	Classes	Notas (0 a 3)
Suscetibilidade a erosão	Alta	1
	Média	2
	Baixa	3

Tabela 8 – Valores atribuídos   aptidão para Pastagens da região da Bacia do Rio Preto – DF

Mapa de Aptidão para Pastagens da Bacia do Rio Preto - DF

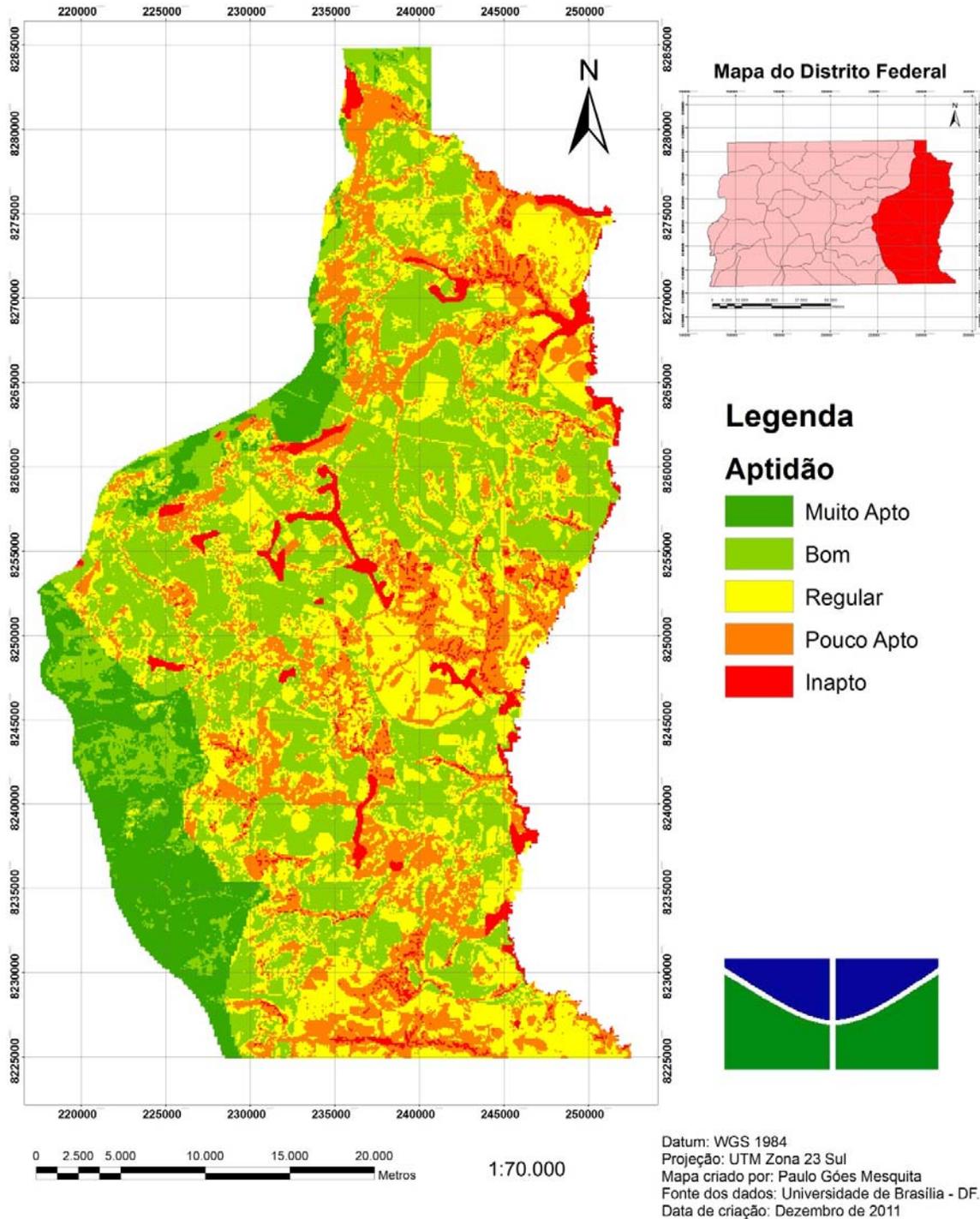


Figura 12 – Mapa de Aptidão para Pastagens da Bacia do Rio Preto - DF

APTIDÃO – LAVOURAS PERMANENTES	
Variáveis	Peso
Solos	3,5
Vegetação	1
Pluviosidade	1,5
Declividade	0,5
Suscetibilidade a inundação	1,5
Suscetibilidade a Perda de Solo	2

Feição	Classes	Notas (0 a 3)
Solos	Argissolo Vermelho-Amarelo Eutrofico	2
	Cambissolo	2
	Espodossolo + Plintossolo	1
	Latossolo Vermelho	1
	Latossolo Vermelho-Amarelo	1
	Neossolo Flúvico	3
	Neossolo Quartzânico	1
	Solos Hidromorficos	3

Feição	Classes	Notas (0 a 3)
Vegeta�o	Campo	3
	Vegeta�o Densa	2
	Vegeta�o Muito Densa	1

Feição	Classes	Notas (0 a 3)
Pluviosidade	Alta	3
	Média	2
	Baixa	1

Feição	Classes	Notas (0 a 3)
Declividade	0 -12	3
	12 – 40	3
	40 – 99	1

Feição	Classes	Notas (0 a 3)
Suscetibilidade a inunda�o	Alta	1
	Média	2
	Baixa	3

Feição	Classes	Notas (0 a 3)
Suscetibilidade a erosão	Alta	1
	Média	2
	Baixa	3

Tabela 9 – Valores atribuídos   aptidão para lavouras permanentes da região da Bacia do Rio Preto – DF

Mapa de Aptidão para Lavouras Permanentes da Bacia do Rio Preto - DF

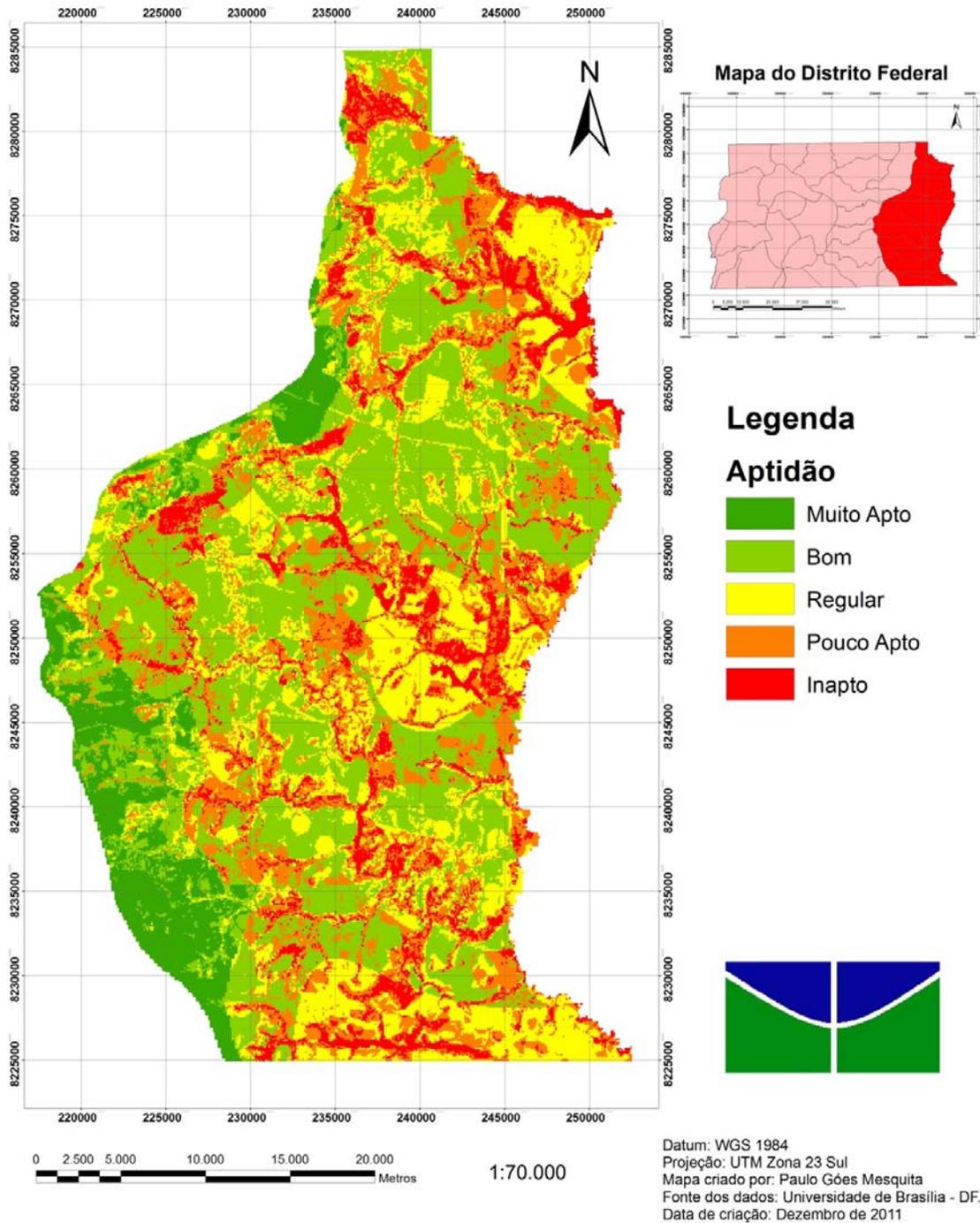


Figura 13 – Mapa de Aptidão para Lavouras Permanentes da Bacia do Rio Preto - DF

6. CONCLUSÃO

O resultado do trabalho foi um reflexo de uma relação de mapas temáticos conjugados formando assim os mapas de aptidão para lavouras permanentes, lavouras anuais e pastagens.

Dentre as atividades abordadas no trabalho a região apresentou grande aptidão para todos os tipos de plantio estudado. Seu solo, relevo e condições climáticas favorecem práticas agrícolas que refletem um alto nível tecnológico e um alto nível de produtividade. Práticas essas que representam pouca ou quase nenhuma restrições para produção agrícola.

A utilização das tecnologias de geoprocessamento mostrou-se bastante eficiente na classificação das aptidões agrícolas dos solos. Os objetivos foram atingidos e se mostraram semelhantes ao que ocorre na realidade, proporcionando confiabilidade e segurança na metodologia aplicada. Porém, espera-se que escalas com maiores detalhes sejam utilizadas em trabalhos futuros, para que assim se possa orientar de forma mais eficiente os técnicos com relação às vocações das parcelas de solo existentes na área em estudo. Fatores estes que certamente influenciarão nos resultados do trabalho.

Também é necessário salientar que uma validação necessite de visitas a campo, composta pela análise dos dados por especialistas capacitados para averiguar a veracidade dos resultados obtidos a partir do cruzamento dos atributos. Tal procedimento não foi possível na execução deste projeto em decorrência do curto período de tempo e o tamanho da área estudada.

7. Bibliografia

AOKI, H. & SANTOS, J. R., 1980, Estudo da vegetação de cerrado na área do Distrito Federal, a partir de dados orbitais. MSc. Dissertation. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. BEARD, J.S. The classification of tropical America vegetation types. Ecology, Lancaster, 36 (1):89-100, 1955.

BURROUGH, P.A. 1986. Principals of Geographical Information Systems for Land Resources Assessment. Oxford, Clarendon Press, 194p.

CHEVALIER, A. Observações sobre a flora e a vegetação do Brasil. Boletim Geográfico 7(78):623-625, 1949.

CREPANI, E. et al. Sensoriamento remoto e geoprocessamento aplicados ao zoneamento ecológico-econômico e ao ordenamento territorial. São José dos Campos: Inpe, jun. 2001. INPE-8454RPQ/722

DRUDE, O. Manual de Geographie Boranique. Paris, 1889.

FONTES, Luiz Eduardo Ferreira. Glossário de Ciência do Solo. Viçosa: UFV, Departamento de Solos, 1992.

GUERRA, A. T. Dicionário Geológico-Geomorfológico. 6a edição. Rio de Janeiro: IBGE, 1978. 448p.

HUMBOLDT, A.F.von. Zu einer physiognomic der Gewachese. Tubinzen, 1906, (s. ed), 28 p.

LANJOUW, J. The vegetation and the origin of the Suriname Savannas. In: CONGRÉS INTERNATIONAL BOTANIQUE, 8^o, Paris. Report e communication. Sect. 7/8:45-48,1954.

MARQUES, J.Q. A. Manual brasileiro para levantamento da capacidade de uso da terra. 3a aprox. Rio de Janeiro: Escritório Técnico Brasil-EUA, 1971. 433p.

OVIEDO & VALDEZ, G.F. História geral y natural de las Índias. Madrid, 1851.

PENDOCK, N.; NEDELJKOVIC, V. Integrating geophysical data sets using probabilistic methods. In: Thematic Conference and Workshop on Applied Geologic Remote Sensing, 11., Las Vegas, 1996. Proceedings. Nevada: 1996, v.2, p.621-628.

PROJETO RADAMBRASIL. A vegetação da região Nordeste – Atualização dos Antropismos e Inventário Florestal. Salvador, Convênio RADAMBRASIL/IBDF. 1984, 155 p.

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

RAWISTSCHER, F. Problemas de fitoecologia com considerações especiais sobre o Brasil meridional. Bol. Fac. Cie. Letr., São Paulo, 28:5-154, 1942.

SANTOS, H. G. DOS; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C. DOS; OLIVEIRA, V. A. DE OLIVEIRA, J. B. DE; COELHO, M. R.; LUMBRERAS, J. F.; CUNHA, T. J. F. (Ed.). Sistema brasileiro de classificação de solos. 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 306 p.

SCHIMPER, A.F.W. Plant-geography upon physiological basis. Tradução por W.R. Fischer. Oxford Clarendon Press, 1903, 939p.

SHARIFI, M.; TOORN, W. van den; RICO, A.; EMMANUEL, M. Application of GIS and multicriteria evaluation in locating sustainable boundary between the Tunari National Park and Cochabamba City (Bolivia). Journal of Multi-Criteria Decision Analysis, n. 11, p. 151-164, 2002.

TANSLEY, A.G.; CHIPP, T.F. The use and abuse of vegetational concepts and terms. Ecology. Lancaster, 16(3):206-307, 1935.

TROCHAIN, J.L. Nomenclature et classification des milieu vegetaux en Afrique noire française. Annés de Biologie. Paris, 31(5/6):317-334, 1955.

VALERIANO, M. M. & ROSSETTI, D. F. TOPODATA: seleção de coeficientes geoestatísticos para refinamento unificado de dados SRTM. São José dos Campos, SP: NPE: Coordenação de Ensino, Documentação e Programas Especiais (INPE-16701-rpq/853). 74p., 2010.

WARMING, E. Lagoa Santa. Tradução por A. Loefgreen. Belo Horizonte, Imprensa Oficial, 1908, 282 p.

XAVIER DA SILVA, Jorge., Z Aidan, Ricardo Tavares. Geoprocessamento & Análise Ambiental: aplicações. Rio de Janeiro, 2004.