



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA – UNB
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS – IG

**AVALIAÇÃO DAS ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE DE CURSO
D' ÁGUA NA ÁREA DE PROTEÇÃO DE MANACIAL DO CÓRREGO
QUINZE, DISTRITO FEDERAL**

ANDREA AMAZILES ANTUNES ALVES DE CARVALHO

Dissertação de Mestrado

Nº 014

Brasília-DF

2011

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA – UNB
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS – IG

**AVALIAÇÃO DAS ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE DE CURSO
D'ÁGUA NA ÁREA DE PROTEÇÃO DE MANACIAL DO CÓRREGO
QUINZE, DISTRITO FEDERAL**

ANDREA AMAZILES ANTUNES ALVES DE CARVALHO

Dissertação de Mestrado apresentada junto ao curso de Pós-Graduação em Geociências Aplicadas, Área de Concentração Geoprocessamento e Análise Ambiental, para obtenção do título de Mestre em Geociências Aplicadas.

Orientador

Detlef Hans-Gert Walde

Brasília-DF

2011



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA – UNB
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS – IG

**AVALIAÇÃO DAS ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE DE CURSO
D'ÁGUA NA ÁREA DE PROTEÇÃO DE MANACIAL DO CÓRREGO
QUINZE, DISTRITO FEDERAL**

ANDREA AMAZILES ANTUNES ALVES DE CARVALHO

Banca Examinadora:

Professor Doutor Detlef Hans-Gert Walde (orientador) – IG/UnB

Professor Doutor Geraldo Resende Boaventura – IG/UnB

Professor Doutor Anthony Állison Brandão Santos – MPU

Brasília-DF

2011

“A terra, com suas florestas e suas áreas verdes preservadas, é suficientemente grande e maternal para alimentar toda a humanidade, mas nunca bastará para saciar a ambição da pequena porção de seres humanos que faz do lucro e da ganância a sua divindade”

Mahatma Gandhi

Aos meus irmãos Andressa e Andrey pelo amor fraternal;

Ao meu namorado Bruno Maia que sempre esteve ao meu lado;

Principalmente aos meus amados pais, Irene Antunes Alves de Carvalho e Francisco Alves de Carvalho verdadeiros mestres que sempre acreditam em mim e me ensinaram com exemplos a importância do conhecimento;

Dedico.

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais (Irene e Francisco) e irmãos (Andressa e Andrey) que sempre me apoiaram meus sinceros agradecimentos por serem meu porto seguro. Sem vocês na minha vida nenhuma realização seria possível, amo muito vocês!

Ao meu amor Bruno Maia que foi o primeiro a me incentivar nesta jornada, que com seu sorriso, alegria e otimismo me deram forças para concluir este estudo, que soube me guiar nos momentos de maior hesitação e que graças à sua generosidade esteve ao meu lado em inúmeras e incontáveis horas de sol diante dos livros, não apenas nesta dissertação, mas também na graduação, no preparatório para concursos e no curso de *Nancy*. Agradeço-te por ser para mim um grande exemplo de integridade, dignidade e dedicação. Aprendo com você a cada dia a ser uma pessoa melhor. Obrigada por abrir a porta do meu coração e por me mostrar um mundo de possibilidades novas. Meus agradecimentos são estendidos à sua família que acreditou em mim desde o primeiro momento, em especial à sua doce avó Martha, ao seu avô Alexandre, ao seu pai Eduardo, à Cleide, ao João e à sua querida mãe e amiga Mirna.

À minha avó Ana (*in memoriam*) e aos meus tios, tias, primos e primas, pelo grande carinho que me dedicaram. Fabíola, Fernanda, tia Juci, tia Simone e Regini obrigada por tudo, cada uma de vocês foi especial de alguma forma durante toda minha jornada até aqui.

Aos amigos Josinaldo e Felipe pela ajuda na coleta de solo, aos amigos e mestres Marina e Tairone pela disposição em ajudar e pelos conselhos, ao amigo Rodrigo Zolini pela colaboração nas análises de qualidade de água, às amigas Gisandra e Fernanda Gabriela pela paciência em escutar minhas lamúrias, ao amigo Janduhy por acreditar no meu potencial e aos amigos Ednelson, Edvaldo, Raul, Paulo Henrique, Vilson, Marina e Alex pelo suporte durante as aulas.

À minha grande amiga Patrícia Camarão por toda a força e troca de informações. Meu agradecimento de coração por ter você na minha vida.

Aos colegas de trabalho e aos meus chefes do MTE e do DER-DF que me deram apoio durante todo o mestrado.

Ao meu orientador Dr. Detlef, pelas colaborações e confiança.

Aos membros da banca examinadora por terem aceitado o convite e pelas preciosas colaborações.

Aos professores da pós-graduação do Instituto de Geociências pelo aprendizado proporcionado.

À Universidade de Brasília que me acolhe desde a graduação, em especial neste estudo ao Instituto de Geociências pelo apoio financeiro.

Ao Instituto do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos do Distrito Federal, ao Departamento de Estradas e Rodagem do Distrito Federal e à Companhia de Saneamento Ambiental do Distrito Federal, respectivamente pelas informações, imagem e dados concedidos para elaboração desta pesquisa

A todos minha eterna gratidão.

RESUMO

O Distrito Federal se destaca pela produção agrícola, porém, o crescimento da produção, com frequência, não respeita os limites de um uso sustentável dos recursos naturais, solo e água. A região de Planaltina é de intensa exploração agrícola e como tal exige o respeito à legislação ambiental, mas o que se observa na região é um grande descaso com o meio ambiente, principalmente na conservação das Matas Ciliares, importantíssimas para manutenção dos mananciais. Nesse contexto, a presente dissertação avaliou a Área de Preservação Permanente do Córrego Quinze o qual possui um ponto de captação da Companhia de Água e Esgotos de Brasília que atende ao bairro Vale do Amanhecer, portanto configura-se em Área de Proteção de Manancial. A metodologia consistiu em averiguar a qualidade da água do Córrego dos anos de 2007, 2008 e 2009, caracterizar dois tipos de solos encontrados no curso d'água e confeccionar os mapas de uso e ocupação das terras da microbacia referente ao ano de 2008 e o de adequabilidade de uso conforme a aptidão agrícola das terras. Utilizou-se um Sistema de Informação Geográfica e técnicas de Sensoriamento Remoto para a integração das informações. Verificou-se que a qualidade da água é boa, que os solos estudados são facilmente suscetíveis à erosão, confirmando assim a importância da manutenção da Mata Ciliar. Além disso, constatou-se que apesar de a microbacia manter considerável conservação da cobertura natural, 10,16% dos solos das Áreas de Preservação Permanente estão com uso irregular e que 2,85% das terras da microbacia estão com uso acima do potencial. De posse desses dados, pôde-se comprovar o não cumprimento da legislação ambiental no que se refere às restrições uso.

ABSTRACT

The Distrito Federal is distinguished by its agricultural production, but the growth of its production, often outside the limits of the sustainable use of natural resources such as soil and water. Planaltina has an intense agricultural exploration so it requires respect to environmental legislation, but it can be seen a great disregard with the environment in the region, especially in the conservation of Riparian Forest, very important for maintenance of water sources. In this context, this paper evaluated the Permanent Preservation Areas of the Córrego Quinze which has a capturing water point from Companhia de Água e Esgotos de Brasília, which serves to the neighborhood of Vale do Amanhecer, so its characterized as a fountain protection area. The methodology chosen was to check the water quality of the stream for the years 2007, 2008 and 2009, featuring two types of soils found in the water course and then make the land use and the occupation of the watershed map for the year of 2008. And the appropriateness land use as its agricultural suitability. We used a Geographic Information System and Remote Sensing techniques for integration of the information. It was found that water quality is good, that the soils are easily susceptible to erosion, thus confirming the importance of maintaining Riparian Forest. Moreover, it was found that in despite of considerable conservation of the watershed to maintain its natural cover, 10.16% of soils in Permanent Preservation Areas are in a irregular situation and that 2.85% of the watershed land are using above its potential. With these data, we could demonstrate the non compliance with environmental legislation regarding the use restrictions.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	14
1.1	Apresentação	14
1.2	Objetivos	16
1.3	Localização da Área de Estudo	17
2	REVISÃO DE LITERATURA.....	19
2.1	Legislação Ambiental	19
2.1.1	Áreas de Preservação Permanente (APPs).....	20
2.1.2	Reserva Legal (RL).....	25
2.1.3	Unidades de Conservação (UCs).....	25
2.1.4	Áreas de Proteção de Manancial (APMs)	28
2.2	Recursos Hídricos no Distrito Federal.....	29
2.2.1	Qualidade de Água	31
2.3	Parâmetros de Qualidade de Água.....	31
2.3.1	Físicos	31
2.3.2	Químicos	32
2.3.3	Biológicos	36
2.4	Índice de Qualidade de Água (IQA).....	36
2.5	Qualidade do solo e Sustentabilidade Agrícola.....	37
2.6	Atributos Físicos, Químicos e Matéria Orgânica do Solo.....	39
2.6.1	Atributos Físicos da Qualidade do Solo.....	39
2.6.2	Atributos Químicos da Qualidade do Solo.....	41
2.6.3	Matéria Orgânica do Solo (MOS)	42
2.7	Classificação Agrícola das Terras	43
2.7.1	Capacidade de Uso da Terra.....	44
2.7.2	Aptidão Agrícola das Terras	44
2.8	Bioma Cerrado.....	48
2.8.1	Fitofisionomias do Cerrado.....	50
2.9	Geoprocessamento.....	51
2.9.1	Sensoriamento Remoto (SR).....	52
2.9.2	Sistema de Informação Geográfica (SIG).....	53
3	CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO.....	53

3.1	Seleção da Área de Estudo	53
3.2	Localização da Área de Estudo	54
3.3	Clima	54
3.4	Geologia	56
3.5	Geomorfologia.....	57
3.6	Hidrogeologia	60
3.6.1	Caracterização Hidroquímica das Águas dos Subsistemas Q3/R3 e R4...	64
3.7	Distribuição dos Solos	64
3.8	Aptidão Agrícola das Terras.....	67
3.9	Bacias Hidrográficas	67
3.10	Contextualização da Área de Estudo	69
3.10.1	Núcleo Rural Santos Dumont.....	69
3.10.2	Pesquisas realizadas na mesma área	71
4	MATERIAL E MÉTODOS.....	72
4.1	Aquisição dos Dados de Qualidade de Água	72
4.1.1	Seleção dos Parâmetros.....	72
4.2	Caracterização das Áreas de Coleta de Solo	73
4.2.1	Descrição das Áreas.....	73
4.2.2	Coleta, Preparação e Armazenagem das Amostras	76
4.2.3	Análises Químicas	76
4.2.4	Análises Físicas	77
4.3	Sensoriamento Remoto e Sistemas de Informações Geográficas.....	78
4.3.1	Recorte da Imagem de Satélite	79
4.3.2	Classificação da Imagem.....	79
4.3.3	Adequabilidade do Uso das Terras	80
4.4	Tratamento Estatístico.....	81
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	82
5.1	Avaliação da Qualidade de Água na Microbacia do Córrego Quinze	82
5.1.1	Vazão	82
5.1.2	Índice de Qualidade de Água (IQA)	83
5.1.3	Turbidez	86
5.1.4	Condutividade Elétrica.....	87
5.1.5	Temperatura.....	89

5.1.6	Potencial Hidrogeniônico (pH).....	90
5.1.7	Sólidos Dissolvidos Totais (SDT).....	92
5.1.8	Oxigênio Dissolvido (OD).....	93
5.1.9	Demanda Química de Oxigênio (DQO)	95
5.1.10	Ferro Total (Fe total) e Fósforo Total (P total)	96
5.1.11	Cloretos	98
5.1.12	<i>Escherichia coli</i> (<i>E. coli</i>)	99
5.2	Avaliação das Correlações dos Parâmetros de Qualidade da Água	101
5.3	Avaliação da Qualidade do Solo	102
5.3.1	Macronutrientes	104
5.3.2	Saturação do Complexo de troca.....	105
5.3.3	Micronutrientes.....	105
5.3.4	Parâmetros Físicos e Textura	106
5.4	Uso e Ocupação das Terras da Microbacia do Córrego Quinze.....	107
5.5	Avaliação da Adequabilidade de Uso e Ocupação das Terras	112
5.6	Legislação Ambiental	115
5.6.1	Desafios à Fiscalização das APPs e RL.....	115
5.6.2	Mudanças no Código Florestal Referentes à RLs e APPs	117
5.6.3	A Regularização Ambiental na Microbacia do Córrego Quinze.....	119
6	CONCLUSÕES.....	125
7	REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	127
	ANEXOS	137

Anexo 1	Medidas Bimestrais dos parâmetros de qualidade de água da Captação Quinze dos anos de 2007, 2008 e 2009, fornecidos pela Companhia de Saneamento Ambiental do Distrito Federal	138
Anexo 2	Dados de precipitação da Captação Quinze dos anos de 2007, 2008 e 2009, fornecidos pela Companhia de Saneamento Ambiental do Distrito Federal	139
Anexo 3	Dados obtidos pelo método <i>Spline</i> aplicados aos dados fornecidos pela Companhia de Saneamento Ambiental do Distrito Federal	140
Anexo 4:	Metodologia utilizada na análise de qualidade de água.....	143
Anexo 5:	Imagem de 14 de março de 2011 das Áreas de Preservação Permanente do Córrego Quinze, DF.....	144
Anexo 6:	Imagens das placas de sinalização da APM do Córrego Quinze e do Parque Ecológico Pequizeiros (14 de março de 2011).	145

LISTA DE FIGURA

Figura 1 Localização e acesso à APM do Córrego Quinze (Departamento de Estradas e Rodagem, 2010).....	18
Figura 2 Triângulo textural (TT) com as 13 classes texturais.	41
Figura 3 Alternativas de utilização das terras de acordo com os grupos de aptidão agrícola (Ramalho Filho e Beek, 1995)	46
Figura 4: Mapa de localização da APM do Córrego Quinze	55
Figura 5: Mapa de geologia da APM do Córrego Quinze (Freitas-Silva e Campo, 1998)	58
Figura 6: Mapa de geomorfologia da APM do Córrego Quinze (Novaes Pinto, 1994). ..	59
Figura 7 Mapa hidrogeológico da APM do Córrego Quinze (Campos e Freitas-Silva, 1998)	63
Figura 8: Mapa de distribuição dos solos da APM do Córrego Quinze (Embrapa, 1978).	65
Figura 9: Mapa de aptidão agrícola das terras da APM do Córrego Quinze (Ramalho e Beek, 1995).....	66
Figura 10: Mapa das bacias hidrográficas do Distrito Federal.....	68
Figura 11: Mapa de localização das Áreas I e II inseridas na APM do Córrego Quinze.	75
Figura 12: Padronização das unidades de medida de Precipitação e Vazão na captação do Córrego Quinze nos anos de 2007, 2008 e 2009	83
Figura 13: Vazão na captação do Córrego Quinze nos anos de 2007, 2008 e 2009.....	83
Figura 14: Padronização das unidades de medida de Precipitação e Índice de Qualidade da Água na captação do Córrego Quinze nos anos de 2007, 2008 e 2009.....	85
Figura 15: Índice de Qualidade da Água (IQA) na captação do Córrego Quinze nos anos de 2007, 2008 e 2009.	86
Figura 16: Padronização das unidades de medida de Precipitação e Turbidez na captação do Córrego Quinze nos anos de 2007, 2008 e 2009.	87
Figura 17: Turbidez na captação do Córrego Quinze nos anos de 2007, 2008 e 2009... ..	87
Figura 18: Padronização das unidades de medida de Precipitação e Condutividade elétrica na captação do Córrego Quinze nos anos de 2007, 2008 e 2009.	88
Figura 19: Condutividade elétrica na captação do Córrego Quinze nos anos de 2007, 2008 e 2009.	89
Figura 20: Temperatura da água na captação do Córrego Quinze nos anos de 2007, 2008 e 2009.....	90
Figura 21: Padronização das unidades de medida de Precipitação e Potencial Hidrogeniônico na captação do Córrego Quinze nos anos de 2007, 2008 e 2009.	91
Figura 22: Potencial Hidrogeniônico na captação do Córrego Quinze nos anos de 2007, 2008 e 2009.	92
Figura 23: Padronização das unidades de medida de Precipitação e Sólidos Dissolvidos Totais na captação do Córrego Quinze nos anos de 2007, 2008 e 2009.....	93

Figura 24: Sólidos Dissolvidos Totais (SDT) na captação do Córrego Quinze nos anos de 2007, 2008 e 2009.	93
Figura 25: Padronização das unidades de medida de Precipitação, Oxigênio Dissolvido e <i>Escherichia coli</i> na captação do Córrego Quinze nos anos de 2007, 2008 e 2009.....	94
Figura 26: Oxigênio Dissolvido (OD) na captação do Córrego Quinze nos anos de 2007, 2008 e 2009.	95
Figura 27: Padronização das unidades de medida de Precipitação e Demanda Química de Oxigênio na captação do Córrego Quinze nos anos de 2007, 2008 e 2009.....	96
Figura 28: Demanda Química de Oxigênio (DQO) na captação do Córrego Quinze nos anos de 2007, 2008 e 2009.	96
Figura 29: Padronização das unidades de medida de Precipitação, Ferro total e P total na captação do Córrego Quinze nos anos de 2007, 2008 e 2009.....	97
Figura 30: Ferro total na captação do Córrego Quinze nos anos de 2007, 2008 e 2009.	98
Figura 31: Padronização das unidades de medida de Precipitação e Cloreto na captação do Córrego Quinze nos anos de 2007, 2008 e 2009.	99
Figura 32: Cloreto na captação do Córrego Quinze nos anos de 2007, 2008 e 2009.	99
Figura 33: Padronização das unidades de medida de Precipitação e <i>Escherichia coli</i> na captação do Córrego Quinze nos anos de 2007, 2008 e 2009.....	100
Figura 34: <i>Escherichia coli</i> na captação do Córrego Quinze nos anos de 2007, 2008 e 2009.....	101
Figura 35: Mapa de uso e ocupação das terras da APM do Córrego Quinze.....	108
Figura 36: Mapa de uso e ocupação das Áreas de Preservação Permanente da APM do Córrego Quinze.....	111
Figura 37: Mapa de adequabilidade de uso das terras da APM do Córrego Quinze	114
Figura 38: Imagem do satélite ALOS da microbacia do Córrego Quinze, ano de 2008.	120
Figura 39: Mapa do Plano Diretor de Ordenamento Territorial do Distrito Federal dos anos de 1997 e 2009.....	122

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 Área de Preservação Permanente	21
Tabela 2 Matéria Orgânica do Solo e seus processos e efeitos (Baldock e Nelson, 2000)	43
Tabela 3 Simbologia correspondente às classes de aptidão agrícola das terras (Ramalho Filho e Beek, 1995).....	48
Tabela 4 Classificação dos domínios, sistemas e subsistemas aquíferos do Paranoá, destaque para o sistema e os subsistemas da área estudada Freitas-Silva e Campos, 1995	62
Tabela 5: Bandas espectrais do satélite ALOS e suas respectivas resoluções espaciais	78
Tabela 6: Parâmetros para classificação das terras quanto à sua adequabilidade.....	81
Tabela 7: Classes de qualidade estabelecidas e seus respectivos intervalos.	84
Tabela 8: Correlação de <i>Spearman</i> dos parâmetros de qualidade de água e precipitação na captação Córrego Quinze ($p < 0,05$; $N = 69$).....	102
Tabela 9: Atributos químicos, físicos e matéria orgânica do solo das áreas I e II nas profundidades de 0-10 cm e 10-20 cm referentes ao ano de 2009.	104
Tabela 10: Quantificação das áreas classificadas de uso e ocupação das terras na microbacia do Córrego Quinze.	109
Tabela 11: Uso e ocupação das Áreas de Proteção Permanente em hectares e percentagem.....	110
Tabela 12: Cobertura em hectares e percentagem das classes de adequabilidade de uso das terras da APM do Córrego Quinze.	112
Tabela 13: Cobertura em hectares e percentagem das classes de adequabilidade de uso das terras da APM do Córrego Quinze por classe específica de aptidão agrícola das terras.	112

1 INTRODUÇÃO

1.1 Apresentação

A preocupação com o meio ambiente é cada vez maior e a necessidade de preservarmos os recursos naturais visando à manutenção da qualidade de vida através do desenvolvimento sustentável é uma questão prioritária para elaboração de uma política ambiental mais fortalecida.

O Distrito Federal (DF), apesar da sua pequena extensão territorial, vem se destacando na produção agrícola, alcançando altos valores de produtividade em função de adoção de um nível tecnológico elevado nos agroecossistemas produtores de soja e milho, acompanhando a tendência do agronegócio brasileiro. Porém, o crescimento das taxas de produção, freqüentemente, não respeita os limites de um uso sustentável do solo, provocando assim desgaste e degradação excessiva deste recurso natural (Felizola et al., 2001).

O DF, quando surgiu com a inauguração de Brasília, em 1960, possuía uma população de aproximadamente 140.165 habitantes hoje conta com 2.469.489 habitantes (IBGE, 2010a). A taxa de crescimento no DF é de quase 500.000 a cada dez anos (Distrito Federal, 2010b). Este crescimento populacional vem acompanhado de um grande aumento da demanda por alimentos e água o que propicia a ampliação das atividades urbanas e agrícolas, porém a velocidade acelerada desse crescimento, a falta de planejamento, a ganância dos produtores aliada à displicência dos órgãos ambientais conduzem ao uso insustentável dos recursos naturais.

O incremento do uso dos solos e da água trouxe mudanças significativas no cenário atual do DF, provocando problemas e mudanças no ambiente natural, além de conflitos de destinação de uso das terras. Diante destas mudanças, torna-se necessária uma política ambiental mais pulsante, ou seja, com aplicação mais eficaz e eficiente que levará a um desenvolvimento planejado com uso e gestão sustentável dos recursos naturais.

A gestão territorial distrital é peculiar. O DF tem uma área de 5.822,1 Km² (IBGE, 2010b) e grande parte de seu território está inserido em área ambientalmente protegida, e a criação e gestão de unidades de conservação são de competência concorrente entre União, Estados, DF e Municípios. Ao Plano Diretor de Ordenamento Territorial do DF (PDOT) se sobrepõe o mapa ambiental do DF, conseqüentemente a

primeira disciplina a se aplicar são as diretrizes de uso e manejo das Unidades de Conservação, juntamente com as leis ambientais e só depois a disciplina urbanística, segundo art.317, §3º da Lei Orgânica do DF (Distrito Federal, 1993).

Ocorrem sobreposições de atribuições no âmbito federal e distrital, em função de legislações específicas, em especial, relativas às unidades de conservação. O caso do Distrito Federal é singular no que diz respeito à gestão ambiental e, em especial, quanto ao procedimento do licenciamento ambiental, uma vez que o território do DF encontra-se integralmente inserido na Área de Proteção Ambiental (APA) do Plano Central criada através do decreto s/n de 10 de janeiro 2002 que sofreu alterações e passou a ter a gestão do Instituto do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos do Distrito Federal (IBRAM) por força do decreto s/n de 29 de abril de 2009 (Brasil 2002a, 2009a e Distrito Federal, 2010a).

A legislação ambiental brasileira é uma das mais completas do mundo. Apesar de não serem cumpridas de maneira adequada, as normas ambientais têm um papel importante na tentativa de harmonizar a relação homem e meio ambiente.

Neste sentido, o Código Florestal, lei 4.771 de 15 de setembro de 1965, alterada pela lei 7.803 de 1989 e medida provisória 2.166-67, de 24 de agosto de 2001, artigo 2º e 3º, com objetivo de preservação dos recursos naturais estabelece normas de forma a proteger o meio ambiente (Brasil, 2001) Para tal, são criadas as Áreas de Preservação Permanente, conhecidas como APP, com a função de proteger o solo contra erosões e deslizamentos, evitando assim diversos passivos ambientais decorrentes da atividade humana como assoreamento de corpos hídricos, preservando os recursos hídricos, a paisagem, a biodiversidade e a qualidade de vida.

A vegetação protege o solo, impede erosões, desmoronamentos de encostas e assoreamento dos corpos d'água, ou seja, contribui para a preservação do solo e seus atributos. A preservação da cobertura florestal também traz diversos outros benefícios ao homem, dentre eles, promove a conservação da biodiversidade, gera benefícios sociais, fornece inimigos naturais contra pragas e doenças no cultivo agrícola, atenua mudanças climáticas, e conseqüentemente, os seus efeitos, ajuda a controlar as enchentes, entre outros (Benedito, 2001).

Situações de uso do solo intensivo, sem considerar suas características naturais e sem aplicar as devidas práticas conservacionistas, podem levar a um cenário de desgaste absoluto e diminuição da fertilidade natural do solo (Bertoni e Lombardi Neto, 1999).

No DF as regiões agrícolas são as mais vulneráveis ao desgaste do solo, dentre elas, a região administrativa de Planaltina (RA VI) é uma das regiões que mais sofre com o uso intensivo do solo. A RA VI é a mais antiga cidade do DF e a que apresenta a maior população rural, uma vez que refere-se a uma área caracteristicamente rural. Por conseguinte, a maior produção agrícola, em vários segmentos, é proveniente daquela área.

A legislação ambiental não cumpre seu papel, uma vez que não é aplicada em sua integralidade. Não há por parte dos proprietários rurais consciência ambiental suficiente capaz de fazê-los cumprirem as leis, assim como não há por parte do governo uma fiscalização eficiente que faça a cobrança da aplicação da legislação ambiental. Os proprietários não estão dispostos a ceder parte de suas propriedades à preservação e o governo não possui número satisfatório de servidores para o trabalho de fiscalização.

Considerando este contexto, é necessária a adoção de técnicas capazes de promover o monitoramento das terras de forma automatizada. Das técnicas mais eficientes, têm-se os Sistemas de Informações Geográficas (SIG), que são exatamente sistemas destinados ao tratamento automatizado de dados georreferenciados.

Esses sistemas manipulam dados de diversas fontes e formatos, dentro de um ambiente computacional ágil e capaz de integrar as informações espaciais temáticas e gerar novos dados derivados dos originais (Meneses, 2001). Desta forma, os SIGs, permitem a espacialização das informações, sendo uma ferramenta cada vez mais utilizada nos processos de planificação econômica, territorial e ambiental (Miranda et al., 1995).

1.2 Objetivos

Diante dessas informações e sabendo que o Córrego Quinze está localizado na RA VI, possui um ponto de captação da Companhia de Água e Esgotos de Brasília (CAESB) que atende ao bairro Vale do Amanhecer e como tal deve-se destinar a conservação ambiental, o objetivo deste trabalho foi avaliar as Áreas de Preservação Permanente (APPs) de curso d'água na Área de Proteção de Manancial (APM) do Córrego Quinze. Como objetivos específicos o estudo se propôs a:

- (a) Avaliar a qualidade da água do Córrego Quinze;

- (b) Avaliar as características de dois tipos de solos encontrados nas APPs dessa microbacia a partir de duas áreas, uma inserida em um Parque Ecológico e outra com influência direta da agricultura;
- (c) Visualizar através de mapas o uso e ocupação do solo da APM assim como a adequação desse uso e ocupação a aptidão agrícola do solo;
- (d) Identificar as áreas em desacordo com a legislação ambiental no que concerne às restrições de uso e às Áreas de Preservação Permanente, para possíveis tomadas de decisão por parte dos órgãos ambientais.

1.3 Localização da Área de Estudo

Os estudos foram realizados na Área de Proteção de Mananciais do Córrego Quinze, Planaltina, DF. A poligonal da área de estudos é delimitada pelas coordenadas UTM (Fuso 23): 219188,00m a 235192,00m e 8278085,40 a 8272331,20m, encontrando-se na porção nordeste da Bacia do Rio São Bartolomeu, região nordeste do Distrito Federal. O acesso se dá por meio de rodovias BR 479 (corresponde a DF-250), DF-353 e vicinal VC-129, como mostra a figura 1.

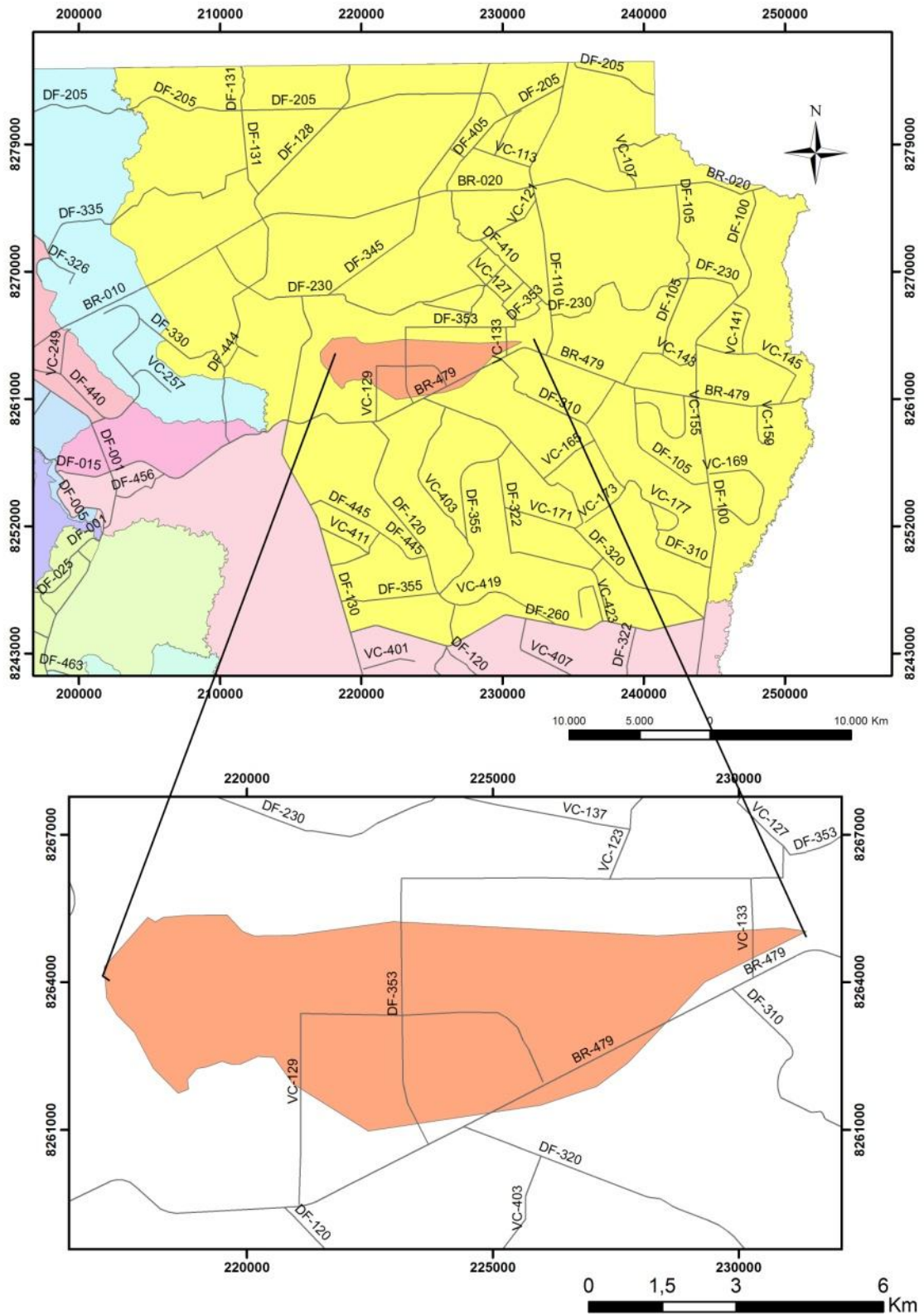


Figura 1: Localização e acesso à APM do Córrego Quinze (Departamento de Estradas e Rodagem, 2010)

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Legislação Ambiental

Meio ambiente segundo Dicionário Houaiss (2001) é o conjunto de fatores físicos, biológicos e químicos que cerca os seres vivos, influenciando-os e sendo influenciados por eles.

No campo do direito ambiental o art. 3º, I, da lei n º 6.938/81, (Brasil, 1981), que dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, fornece o conceito legal segundo o qual o meio ambiente é o conjunto de condições, leis e influências, alterações e interações de ordem física, química e biológica, que permite, obriga e rege a vida em todas as suas formas.

A Constituição Federal de 1988 (Brasil, 1988a) é um dos maiores avanços no que se refere à tutela ambiental. Ela consagrou um capítulo ao Meio Ambiente, no qual declara em seu artigo 225, que o meio ambiente ecologicamente equilibrado é bem de uso comum de todos, impondo ao poder público e à coletividade, o dever de zelar por sua proteção. Porém, antes da promulgação da Constituição, o Brasil já estava influenciado pela criação de um direito ambiental internacional. Assim, em 1981 foi publicada a já citada lei nº 6.938 que dispõe no art. 14, §1º inclusive da responsabilidade civil por ato lesivo ao meio ambiente, criando instrumentos de combate aos danos.

Para assegurar a efetiva aplicação do Art. 225, compete ao Poder Público, conforme dicção do inciso I, parágrafo 1º, impor a restauração e preservação dos processos ecológicos essenciais e o manejo das espécies e ecossistemas. Para viabilizar a conservação, é necessário observar o caráter preventivo existente no texto constitucional, buscando evitar a destruição do meio ambiente, optando pela reparação ou restauração, apenas quando não seja possível evitar o dano.

Ao longo do tempo, foram criadas inúmeras leis visando proteger os recursos naturais, entre elas muitas abordam as atividades produtivas dos sistemas agropecuários, o espaço rural. Sabe-se hoje que a legislação ambiental brasileira é uma das mais completas do mundo o que falta é sua aplicação na integralidade e uma fiscalização contínua e ativa.

Existem alguns espaços protegidos pela legislação ambiental, dentre eles se destacam as Áreas de Proteção Ambiental e no Distrito Federal a figura das Áreas de Proteção de Mananciais.

Uma APA é uma unidade de conservação de uso sustentável, isto é, uma unidade de conservação que procura conciliar a proteção do meio ambiente com a gestão do território. O seu espaço é composto por áreas de domínio público e privado, e a sua gestão pressupõe a participação democrática, multidisciplinar e pública. A lei nº 9.985 de 2000 (Brasil, 2000a), que instituiu o Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC), em seu art. 15, define o papel de uma APA, bem como estabelece as diretrizes, os princípios e os institutos jurídicos básicos para sua gestão (Felfili, 2002).

Enquanto as APMs, criadas em 1997 através da lei complementar nº 17, de 1997 e posteriormente alteradas pelo art. 95 da lei complementar nº 803, de 2009, são aquelas áreas destinadas a conservação, recuperação e manejo das bacias hidrográficas a montante dos pontos de captação da Companhia de Água e Esgotos de Brasília, sem prejuízo das atividades e ações inerentes à competência de captar e distribuir água de boa qualidade e em quantidade suficiente para o atendimento da população (Distrito Federal, 1997a e 2009d).

Os objetivos das APMs estão expressos no art. 95 do decreto nº 18.585 de 1997 que as regulamenta. Estes são: garantir a qualidade e disponibilidade dos recursos hídricos, tendo em vista o abastecimento público; promover o disciplinamento das atividades de uso e ocupação do solo no seu interior, visando a manutenção da qualidade e quantidade de água captada e assegurar a manutenção dos ecossistemas e a recuperação de áreas degradadas dentro dos polígonos de contribuições das captações (Distrito Federal, 1997b).

Por fim, ressalta-se um dos instrumentos jurídicos mais importantes para proteção do meio ambiente que é o Código Florestal Brasileiro, nele estão presentes duas figuras básicas para esta tarefa. São elas a **Reserva Legal (RL)** e as **Áreas de Preservação Permanente (APP)**.

2.1.1 Áreas de Preservação Permanente (APPs)

As APPs segundo o art. 1º, §2º, III do Código Florestal (lei nº 4.771/65) são basicamente áreas de florestas e demais formas de vegetação que não podem sofrer corte raso ou utilização direta dos recursos naturais, com função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica, a biodiversidade, o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações (BRASIL, 2001).

O conceito de Áreas de Preservação Permanente presente emerge do reconhecimento da importância da manutenção da vegetação de determinadas áreas - as quais ocupam porções particulares de uma propriedade, não apenas para os legítimos proprietários dessas áreas, mas, em cadeia, também para os demais proprietários de outras áreas de uma mesma comunidade, de comunidades vizinhas, e, finalmente, para todos os membros da sociedade (Skorupa, 2003).

Atualmente, o Código Florestal Brasileiro e suas alterações e as Resoluções 302/02 e 303/02 do Conselho Nacional do Meio Ambiente, CONAMA (BRASIL, 2002b, 2002c) definem as faixas de preservação permanente da seguinte forma:

Tabela 1: Área de Preservação Permanente

CRITÉRIOS								
LARGURA DO CURSO D'ÁGUA (M)	MENOS DE 10	10 A 50	50 A 200	200 A 600 SUPERIOR a 600	RESERVATÓRIOS ARTIFICIAIS ÁREA DO ESPELHO D'ÁGUA (HA)			
					URB. CONS.*		RURAL	
APP	30	50	100	200 500	>20	<20	>20 100	<20 15
SITUAÇÃO	NASCENTES	LAGOS NATURAIS		DECLIVIDADES	TOPO MORROS (elevação > 50 m e declividade > 30 %)		MONTANHA/SERRA (elevação >300m; independe da declividade)	
APP	50 m	50 m		>100%	TERÇO-SUPERIOR/LINHA DE CUMEADA		TERÇO-SUPERIOR/LINHA DE CUMEADA	

* Área urbana consolidada (Resolução CONAMA 302 e 303/02)

A Resolução do CONAMA nº 4, de 18 de setembro de 1985 (Brasil, 1985), revogada pela Resolução do CONAMA 302, de 20 de março de 2002 (Brasil, 2002c), definiu critérios e parâmetros para as Áreas de Preservação Permanente de lagoas, lagos ou reservatórios de água naturais ou artificiais; de nascentes; topos de morro, montes e montanhas; bordas de chapadas e declarou, como de preservação permanente, as encostas com declividade superior a 100% ou 45° (Francisco, 2006).

Como informado anteriormente, o Código Florestal (Brasil, 2001) não define os limites de APPs para reservatórios artificiais e lagoas naturais. A norma que dispunha sobre os limites de APPs dessas situações era a já revogada Resolução CONAMA 4/85 (Brasil, 1985) distinguindo áreas urbanas de áreas rurais. Para áreas rurais estipulava-se uma faixa de APP de 50 m para represamentos com até 20 ha de espelho d'água e 100

m de APP para represamentos maiores que aquela superfície. Em áreas consideradas urbanas a faixa de APP era reduzida de 100 para 30 m, em se tratando de espelho d'água com superfície superior a 20 ha. Porém, como não se definiram critérios para as áreas urbanas (Brasil, 1985), invariavelmente essas faixas eram reduzidas de 100 para 30 m quando localizadas em áreas de expansão urbana. Atualmente, essas questões estão ultrapassadas com a Resolução do CONAMA 302/02 (Brasil, 2002c), que para áreas urbanas consolidadas define faixa de APP de 30 m e para áreas rurais 100 m, para espelho d'água com superfície superior a 20 ha e 15 m as faixas de APPs para represamentos com espelhos d'água inferiores a 20 ha (Tabela 1), se localizadas em áreas rurais (Francisco, 2006).

Outras situações de APPs definidas pela legislação (Brasil, 2001; 2002b) são as de topo de morros, montanhas e serras. Inicialmente para delimitar a APP de topo de morro tem que caracterizar a situação de morro, que é definido como a “elevação do terreno com cota de topo em relação à base entre 50 e 300 m e declividade na encosta de maior declive maior que 30%”. Para delimitar a APP dividi-se a altitude do morro por três, demarcando o terço-superior no terreno. Quando se verifica uma seqüência de morros a menos de 500 m um do outro é formada uma linha de cumeada, que é o divisor de águas (Brasil, 2002b). Em se tratando de serras e montanhas com elevação superior a 300 m, a delimitação do limite de APP no terço-superior independe da declividade (Stein, 2006).

Márcia Leuzinger (2007) divide as APPs em dois grupos: (a) legais, ou instituídas por força de lei, sendo previstas expressamente no Código Florestal e em resolução (como é o caso da Resolução CONAMA 302/2002); (b) administrativas, art. 3º do Código Florestal, instituídas por ato declaratório, quando o poder público declara serem de preservação permanente vegetações naturais destinadas a atenuar a erosão de terras, fixar dunas, formar faixas de proteção ao longo de rodovias e ferrovias, auxiliar na defesa do território nacional, proteger sítios de excepcional beleza ou de valor científico e histórico, dar asilo a exemplares de fauna e flora ameaçados de extinção, manter o ambiente necessário à vida de populações indígenas e assegurar as condições do bem-estar público.

Interessante notar que as Áreas de Preservação Permanente não necessariamente têm de ter cobertura vegetal nativa, o que nos leva a concluir “a intenção do legislador de dar proteção não exclusivamente às florestas e demais formas de vegetação, mas aos locais ou às formações geográficas em que tais áreas estão inseridas funcionalmente, ou

seja, na ação recíproca entre a cobertura vegetal e sua preservação e manutenção das características ecológicas do domínio em que ela ocorre” (Milaré, 2007).

No meio rural, as APP assumem importância fundamental no alcance do tão desejável desenvolvimento sustentável. Tomando como exemplos as APP mais comumente encontradas no ambiente rural, como áreas de encostas acentuadas, as Matas Ciliares em áreas marginais de córregos, rios e reservatórios, bem como áreas próximas às nascentes, é possível apontar uma série de benefícios ambientais decorrentes da manutenção dessas áreas (Skorupa, 2003).

Nesses casos, esses benefícios podem ser analisados sob dois aspectos: o primeiro deles com respeito à importância das APP como componentes físicos do agroecossistema; o segundo, com relação aos serviços ecológicos prestados pela flora existente, incluindo todas as associações por ela proporcionada, com os componentes bióticos e abióticos do agroecossistema. Embora de forma artificial, esses papéis podem ser assim destacados (Skorupa, 2003):

Importância Física

- (a) Em encostas acentuadas, a vegetação promovendo a estabilidade do solo pelo emaranhado de raízes das plantas, evitando sua perda por erosão e protegendo as partes mais baixas do terreno, como as estradas e os cursos d’água;
- (b) Na área agrícola, evitando ou estabilizando os processos erosivos;
- (c) Como quebra-ventos nas áreas de cultivo;
- (d) Nas áreas de nascentes, a vegetação atuando como um amortecedor das chuvas, evitando o seu impacto direto sobre o solo e a sua paulatina compactação. Permite, pois, juntamente com toda a massa de raízes das plantas, que o solo permaneça poroso e capaz de absorver a água das chuvas, alimentando os lençóis freáticos; por sua vez, evita que o escoamento superficial excessivo de água carregue partículas de solo e resíduos tóxicos provenientes das atividades agrícolas para o leito dos cursos d’água, poluindo-os e assoreando-os;
- (e) Nas margens de cursos d’água ou reservatórios, garantindo a estabilização de suas margens evitando que o seu solo seja levado diretamente para o leito dos cursos; atuando como um filtro ou como um “sistema tampão”. Esta interface entre as áreas agrícolas e de pastagens com o ambiente aquático possibilita sua participação no controle da erosão do solo e da qualidade da água, evitando o carreamento direto para o

ambiente aquático de sedimentos, nutrientes e produtos químicos provenientes das partes mais altas do terreno, os quais afetam a qualidade da água, diminuem a vida útil dos reservatórios, das instalações hidroelétricas e dos sistemas de irrigação;

(f) No controle hidrológico de uma bacia hidrográfica, regulando o fluxo de água superficial e subsuperficial, e assim do lençol freático.

Serviços Ecológicos

(a) Geração de sítios para os inimigos naturais de pragas para alimentação, reprodução;

(b) Fornecimento de refúgio e alimento (pólen e néctar) para os insetos polinizadores de culturas;

(c) Refúgio e alimento para a fauna terrestre e aquática;

(d) Corredores de fluxo gênico para os elementos da flora e da fauna pela possível interconexão de APP adjacentes ou com áreas de Reserva Legal;

(e) Detoxificação de substâncias tóxicas provenientes das atividades agrícolas por organismos da meso e microfauna associada às raízes das plantas;

(f) Controle de pragas do solo;

(g) Reciclagem de nutrientes;

(h) Fixação de carbono.

Dentro do cenário utilitarista das Áreas de Preservação Permanente dos cursos d'água, temos que os usos desses espaços são extremamente conflitantes. Por exemplo, para o pecuarista, representa um obstáculo ao acesso livre dos animais à água; para o silvicultor essas áreas se apresentam como sítios bastante produtivos, onde crescem árvores de alto valor comercial; para o construtor de estradas, representam a melhor opção numa região cercada por acidentes geográficos; para o consumidor de água, são excelentes armazenadores do líquido precioso; e para os adeptos do lazer, possuem as características necessárias para o banho e a diversão da população (Bastos Neto, 2008).

Sejam legais ou administrativas, as APPs, são instrumentos da preservação e conservação dos *habitats*, extremamente degradados hoje em dia. Importantes para a cadeia de desenvolvimento do ser humano e da biodiversidade. Pensar em desenvolvimento sustentável sem a compreensão desses espaços especialmente protegidos, sua função e importância para a sobrevivência do Planeta é esquecer de que

o meio ambiente tem que estar em equilíbrio constante para que alcancemos o desenvolvimento (Bastos Neto, 2008)

2.1.2 Reserva Legal (RL)

A Reserva Legal é definida no art. 1º, §2º, II do Código Florestal (lei nº 4.771/65) como uma área localizada no interior de uma propriedade ou posse rural, excetuada a de preservação permanente, necessária ao uso sustentável dos recursos naturais, à conservação e reabilitação dos processos ecológicos, à conservação da biodiversidade e ao abrigo e proteção de fauna e flora nativas (BRASIL, 2001).

Assim, conforme o art. 16 do Código Florestal Brasileiro as florestas e outras formas de vegetação nativa, ressalvadas as situadas em APP, são suscetíveis de supressão, desde que sejam mantidas, a título de Reserva Legal, no mínimo: 80%, na propriedade rural situada em área de floresta localizada na Amazônia Legal; 35%, na propriedade rural situada em área de cerrado localizada na Amazônia Legal, sendo no mínimo 25% na propriedade e 15% na forma de compensação em outra área, desde que esteja localizada na mesma microbacia, e seja averbada nos termos do § 7º do art. 16; 20%, na propriedade rural situada em área de floresta ou outras formas de vegetação nativa localizada nas demais regiões do País; e 20%, na propriedade rural em área de campos gerais localizada em qualquer região do País (Brasil, 2001).

Ainda segundo o art. 16 do Código Florestal Brasileiro, a vegetação da RL não pode ser suprimida, podendo apenas ser utilizada sob regime de manejo florestal sustentável. Para cumprimento da manutenção ou compensação da área de reserva legal em pequena propriedade rural ou posse rural familiar, podem ser computados os plantios de árvores frutíferas ornamentais ou industriais, compostos por espécies exóticas, cultivadas em sistema intercalar ou em consórcio com espécies nativas e a localização da RL em qualquer propriedade deve ser aprovada pelo órgão ambiental competente (Brasil, 2001).

2.1.3 Unidades de Conservação (UCs)

O Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC) define e regulamenta as categorias de unidades de conservação nas instâncias federal, estadual e municipal, separando-as em dois grupos: de proteção integral, com a conservação da biodiversidade como principal objetivo, e áreas de uso sustentável, que permitem várias formas de utilização dos recursos naturais, com a proteção da biodiversidade como um objetivo secundário (MMA-SNUC, 2000).

A recém promulgada Lei Complementar nº 827, de 22 de julho de 2010, instituiu o Sistema Distrital de Unidades de Conservação da Natureza (SDUC), que denomina no art.2 inciso XX Unidade de Conservação como sendo o espaço territorial e seus recursos ambientais, incluindo as águas jurisdicionais, com características naturais relevantes, legalmente instituído pelo Poder Público, com o objetivo de conservação e limites definidos, sob regime especial de administração, ao qual se aplicam garantias adequadas de proteção (Distrito Federal, 2010c).

Nesse sentido existem duas categorizações de Unidade de Conservação, segundo art. 7 incisos I e II e § 1º e 2º:

- (a) Unidades de Proteção Integral: cujo objetivo é preservar a natureza, sendo admitido apenas o uso indireto dos seus recursos naturais, com exceção dos casos previstos nesta Lei Complementar.
- (b) Unidades de Uso Sustentável: cujo objetivo é compatibilizar a conservação da natureza com o uso sustentável de parcela dos seus recursos naturais.

As Unidades de Proteção Integral segundo o art. 8 da LC nº 827/10 se dividem nas categorias: Estação Ecológica; Reserva Biológica; Parque Distrital; Monumento Natural e Refúgio de Vida Silvestre. Enquanto as Unidades de Uso Sustentável segundo o art. 14 da mesma lei se dividem nas categorias: Área de Proteção Ambiental; Área de Relevante Interesse Ecológico; Floresta Distrital; Parque Ecológico; Reserva de Fauna; Reserva Particular do Patrimônio Natural (Distrito Federal, 2010).

Serão tratadas com maiores detalhes duas categorias de Unidade de Conservação de Uso Sustentável de relevante interesse nesse estudo, a saber: Área de Proteção Ambiental (APA) e Parque Ecológico.

2.1.3.1 Área de Proteção Ambiental (APA)

A Área de Proteção Ambiental (APA) é uma categoria de Unidade de Conservação e segundo art. 15 da Lei Complementar nº 827 de 2010, APA é uma área em geral extensa, com certo grau de ocupação humana, dotada de atributos abióticos, bióticos, estéticos ou culturais, especialmente importantes para a qualidade de vida e o bem-estar das populações humanas, e tem como objetivo proteger a diversidade biológica, disciplinar o processo de ocupação desse território e assegurar a sustentabilidade do uso dos recursos naturais.

No Distrito Federal existem cinco APAs, são elas: da bacia do Rio São Bartolomeu, da bacia do Rio Descoberto, das Bacias do Gama e Cabeça-de-Veado, do

Lago Paranoá e de Cafuringa sendo que o DF está inserido dentro de uma APA maior, a do Planalto Central (Ibram, 2010).

Com destaque para a APA do rio São Bartolomeu, onde se insere a APM do Córrego Quinze, objeto desse estudo, por ser a maior do Distrito Federal abrangendo uma área de cerca 84.100ha, a APA da bacia do rio São Bartolomeu, criada pelo Decreto Federal nº 88.940, de 7 de novembro de 1983, desempenha um importante papel de corredor de ligação entre a Estação Ecológica de Águas Emendadas, APA de Cafuringa, APA do Lago Paranoá e APA das bacias do Gama e Cabeça-de-Veado, reunindo todos os tipos de vegetação, desde o Cerradão até os Campos Rupestres (Ibram, 2010).

Nessa APA, as Áreas de Preservação Permanente regem-se por uma Instrução Normativa da extinta Secretaria Especial do Meio Ambiente a IN SEMA/SEC/CAP/ N° 02 de 1988 (Brasil, 1988b), apesar desta ter sido substituída pela lei distrital nº 1.149/96, que dispõem sobre o rezoneamento dessa APA (Distrito Federal, 1996) a norma que estabelece uma faixa de 50m às margens dos cursos d'água, medidos na horizontal, onde é permitida apenas a silvicultura com espécies nativas permanece vigente

O rezoneamento da APA do São Bartolomeu foi importante, pois observou a extensão dessa área além de separar em sistemas de terra e zonas de uso a partir da fragilidade natural de cada região.

2.1.3.2 Parque Ecológico

A urbanização acelerada tem promovido o surgimento de cidades áridas, implantadas sobre regiões previamente desflorestadas. O resultado é que, à exceção de Brasília e de setores das cidades mais antigas, as áreas urbanas, de modo geral, carecem de jardins e arvoredos e, próximo a elas, a vegetação nativa remanescente está em franco processo de extinção. Assim, as populações aí residentes necessitam de espaços destinados às atividades de lazer ao ar livre e ao contato harmônico com a natureza (Ganem e Leal, 2000).

A criação e a implantação dos parques visam a minimizar esses problemas, possibilitando combinar a conservação dos ecossistemas naturais com a disponibilização dessas áreas para a população. Muitos parques situam-se em locais utilizados há longa data pelas comunidades, para atividades de lazer. São regiões onde a

ocorrência de córregos, lagos e/ou vegetação abundante constitui atrativo para a recreação ao ar livre (Ganem e Leal, 2000).

Os parques também complementam a rede de unidades de conservação do Distrito Federal, sejam aquelas de proteção integral dos ecossistemas naturais sejam aquelas que permitem o desenvolvimento de atividades econômicas em seu interior, como as Áreas de Proteção Ambiental do rio São Bartolomeu e do rio Descoberto. Os parques permitem a salvaguarda da vegetação nativa em pequenos espaços próximos aos núcleos urbanos não propícios para a criação de outros tipos de unidades (Ganem e Leal, 2000).

No Distrito Federal, existem 68 parques criados com diferentes denominações: ecológico, vivencial, ecológico e vivencial, recreativo, vivencial e recreativo, recreativo e ecológico, urbano, urbano e vivencial ou simplesmente parque (Ibram, 2010).

O Parque Ecológico objeto desse estudo, segundo o recém criado SDUC art 18, § 2º, é assim denominado por possuir, no mínimo, em trinta por cento da área total da unidade, áreas de preservação permanente, veredas, campos de murundus ou mancha representativa de qualquer fitofisionomia do Cerrado. Além de ter como objetivo conservar amostras dos ecossistemas naturais, da vegetação exótica e paisagens de grande beleza cênica; propiciar a recuperação dos recursos hídricos, edáficos e genéticos; recuperar áreas degradadas, promovendo sua revegetação com espécies nativas; incentivar atividades de pesquisa e monitoramento ambiental e estimular a educação ambiental e as atividades de lazer e recreação em contato harmônico com a natureza. (Distrito Federal, 2010).

Vale ressaltar que a categorização dos parques do DF foi feita antes do SDUC, com isso algumas mudanças na categorização de alguns parques poderá ocorrer no futuro em função do recente SDUC.

2.1.4 Áreas de Proteção de Manancial (APMs)

As APMs foram inicialmente definidas no art. 30 da Lei Complementar nº 17 de 1997 e posteriormente redefinidas pelo art. 95 da lei complementar nº 803 de 2009. Segundo essa lei as APMs são como porções do território que apresentam situações diversas de proteção em função da captação de água destinada ao abastecimento público (Distrito Federal, 2009).

Assim, o decreto nº 18.585, de 1997, que regulamenta as Áreas de Proteção de Mananciais prevê que essas porções do território tem como objetivos: garantir a qualidade e disponibilidade dos recursos hídricos, tendo em vista o abastecimento público; promover o disciplinamento das atividades de uso e ocupação do solo no seu interior, visando à manutenção da qualidade e quantidade de água captada e assegurar a manutenção dos ecossistemas e a recuperação de áreas degradadas dentro dos polígonos de contribuições das captações (Distrito Federal, 1997b).

Ainda segundo o mesmo decreto nas Áreas de Proteção de Mananciais é: vedado o parcelamento de solo urbano e rural, à exceção dos parcelamentos regulares já existentes ou com projetos registrados em cartório; restrita a atividade agropecuária aos locais atualmente utilizados para este fim, devendo ser implantadas tecnologias de controle ambiental e uso adequado de solo; assegurada a existência dos maciços florestais, estabelecendo-se um manejo que permita a transformação dos homogêneos em heterogêneos; proibido o lançamento direto e indireto de efluentes; vedada a instalação de indústrias poluentes; vedada a exploração de minerais; disciplinado o uso de águas subterrâneas e por fim, exigido o licenciamento ambiental, sem prejuízo de outras licenças cabíveis, de toda e qualquer atividade potencialmente poluidora causadora de erosão ou outras formas de degradação ambiental (Distrito Federal, 1997b). Essas medidas visam preservar os mananciais de abastecimento público.

São as seguintes as APMs definidas na presente Lei Complementar nº 803 de 2009: do Alagado, do Bananal, do Barroco (Brazlândia), do Brejinho, do Cabeça de Veado, do Cachoeirinha, do Capão da Onça, do ribeirão do Gama (Catetinho), do Contagem, do Corguinho, do Crispim, do Currais, do Engenho das Lages, do Fumal, do Mestre d'Armas, do Olho d'Água, do Paranoazinho, do Pedras, do Pípiripau, do Ponte de Terra, do Quinze, do Santa Maria, do São Bartolomeu (partes Norte e Sul), do Taquari e do Torto (Distrito Federal, 2009).

A gestão, o monitoramento e a fiscalização das APMs competem ao órgão gestor do desenvolvimento territorial e urbano e ao órgão gestor da política ambiental do Distrito Federal, art. 99 da LC 803/09 (DF, 2009).

2.2 Recursos Hídricos no Distrito Federal

A água é elemento vital para a saúde e bem-estar dos homens e para o equilíbrio dos ecossistemas, configura elemento insubstituível em praticamente todas as atividades

humanas. No entanto, ela vem sofrendo alterações com o crescimento demográfico, o que pode ser verificado na deterioração dos mananciais, com a conseqüente diminuição da quantidade e qualidade desse importante recurso natural.

A dinâmica do crescimento populacional urbano e a agricultura são dois dos principais fatores que vêm contribuindo para o comprometimento dos recursos hídricos (Nobre, 2000).

A expansão urbana e o crescimento populacional são temas que normalmente estão presente nas análises sobre o uso sustentável dos recursos hídricos, em especial quando se trata dos mananciais destinados ao abastecimento humano. O Distrito Federal e seu entorno apresentam uma taxa de crescimento populacional entre as maiores do país. Esse fato, acompanhado do estilo desordenado de uso e ocupação do solo adotado pelo DF, levaram o cenário ambiental da região a um estágio preocupante. Quando nos atemos somente aos recursos hídricos a questão é ainda mais delicada, pois o DF está localizado numa região de nascente, configurando uma área de reduzida disponibilidade hídrica (Bilich e Lacerda, 2005).

Segundo Agência Reguladora de Águas e Saneamento do Distrito Federal - ADASA (2002), os problemas ambientais relacionados aos recursos hídricos mais evidentes são a contaminação das águas por lançamento de esgotos domésticos sem tratamento, por agroquímicos e por efluentes de origem animal, no meio rural, e a erosão e o assoreamento devido ao desmatamento e à urbanização, inclusive em Áreas de Preservação Permanente: matas de galeria, veredas e nascentes.

A CAESB é a empresa responsável pelo abastecimento de água e pelo esgotamento sanitário do Distrito Federal. Segundo estudo da CAESB (2004), o Distrito Federal é hoje abastecido por dois grandes sistemas (Descoberto e Santa Maria/Torto) e por outros 21 mananciais de pequeno a médio porte.

Ainda, segundo a CAESB (2004) as cidades de Brazlândia, Sobradinho e Planaltina são abastecidas, exclusivamente, por pequenos sistemas de captação. As demais localidades são atendidas por um sistema integrado, formado pelos grandes mananciais (Descoberto, Torto e Santa Maria) e por alguns pequenos mananciais. A cidade de São Sebastião é a única localidade urbana do Distrito Federal abastecida por água oriunda exclusivamente de aquíferos locais (poços tubulares, água subterrânea).

A Região Administrativa de Planaltina, no Distrito Federal, é caracterizada por ser uma área com forte presença de atividades agrícolas e nos últimos anos vem sofrendo o impacto do alastramento de loteamentos irregulares. Uma parte deles

instalou -se muito próximo aos cursos de água e áreas de preservação permanente. Ademais, houve um significativo crescimento da cidade de Planaltina, podendo tudo isso ter acarretado em alterações no meio ambiente (Carvalho, 2005).

2.2.1 Qualidade de Água

Quando utilizamos o termo "qualidade de água", é necessário compreender que esse termo não se refere, necessariamente, a um estado de pureza, mas simplesmente às características químicas, físicas e biológicas, e que, conforme essas características, são estipuladas diferentes finalidades para a água (Merten et al, 2002). Esses parâmetros são considerados indicadores da qualidade da água e determinam impurezas, quando alcançam valores superiores aos estabelecidos para determinado uso (Bilich, 2007).

2.3 Parâmetros de Qualidade de Água

Os principais indicadores de qualidade da água são conceituados a seguir, separados sob os aspectos físicos, químicos e biológicos.

2.3.1 Físicos

2.3.1.1 Temperatura

Variações de temperatura são parte do regime climático normal, e corpos de água naturais apresentam variações sazonais e diurnas, bem como estratificação vertical. A temperatura superficial é influenciada por fatores tais como latitude, altitude, estação do ano, período do dia, taxa de fluxo e profundidade (CETESB, 2010).

Segundo Swift e Messer (1971) a manutenção da vegetação ciliar é a maneira mais efetiva de prevenir aumento da temperatura da água.

2.3.1.2 Cor

A definição da cor de uma amostra de água está associada ao grau de redução de intensidade que a luz sofre ao atravessá-la. A cor da água pode ser originada de forma natural, da decomposição da matéria orgânica, além do ferro e manganês abundantes em diversos tipos de solos ou ainda em função de atividades antrópicas. O problema maior de coloração na água, em geral, é o estético já que causa um efeito repulsivo aos consumidores. (CETESB, 2010).

2.3.1.3 Turbidez

A turbidez de uma amostra de água é a medida do grau de atenuação da intensidade que um feixe de luz sofre ao atravessá-la, em razão da presença de sólidos em suspensão, como detritos orgânicos (algas, bactérias, entre outros) e partículas inorgânicas como areia, silte e argila (ANA, 2005).

A erosão das margens dos rios em estações chuvosas é um exemplo de fenômeno que resulta em aumento da turbidez das águas e que exigem manobras operacionais, como alterações nas dosagens de coagulantes e auxiliares, nas estações de tratamento de águas. A erosão pode decorrer do mau uso do solo em que se impede a fixação da vegetação (CETESB, 2010).

2.3.1.4 Sólidos

Em saneamento, sólidos nas águas correspondem a toda matéria que permanece como resíduo, após evaporação, secagem ou calcinação da amostra a uma temperatura pré-estabelecida durante um tempo fixado. Em linhas gerais, as operações de secagem, calcinação e filtração são as que definem as diversas frações de sólidos presentes na água (sólidos totais, em suspensão, dissolvidos, fixos e voláteis) (CETESB, 2010).

2.3.2 Químicos

2.3.2.1 Potencial Hidrogeniônico (pH)

Por influir em diversos equilíbrios químicos que ocorrem naturalmente ou em processos unitários de tratamento de águas, o pH é um parâmetro importante em muitos estudos no campo do saneamento ambiental. A influência do pH sobre os ecossistemas aquáticos naturais dá-se diretamente devido a seus efeitos sobre a fisiologia das diversas espécies. Também o efeito indireto é muito importante podendo, determinadas condições de pH contribuir para a precipitação de elementos químicos tóxicos como metais pesados; outras condições podem exercer efeitos sobre as solubilidades de nutrientes (CETESB, 2010).

2.3.2.2 Condutividade Elétrica

A condutividade é uma expressão numérica da capacidade de uma água conduzir a corrente elétrica. Depende das concentrações iônicas e da temperatura e indica a

quantidade de sais existentes na coluna d'água, e, portanto, representa uma medida indireta da concentração de poluentes (CETESB, 2010).

2.3.2.3 Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO)

A DBO de uma água é a quantidade de oxigênio necessária para oxidar a matéria orgânica por decomposição microbiana aeróbia para uma forma inorgânica estável. A DBO é normalmente considerada como a quantidade de oxigênio consumido durante um determinado período de tempo, numa temperatura de incubação específica. Um período de tempo de 5 dias numa temperatura de incubação de 20°C é freqüentemente usado e referido como DBO_{5,20} (CETESB, 2010)

2.3.2.4 Demanda Química de Oxigênio (BQO)

É a quantidade de oxigênio necessária para oxidação da matéria orgânica através de um agente químico. Os valores da DQO normalmente são maiores que os da DBO_{5,20}, sendo o teste realizado num prazo menor. O aumento da concentração de DQO num corpo d'água se deve principalmente a despejos de origem industrial (CETESB, 2010).

Como na DBO_{5,20} mede-se apenas a fração biodegradável, quanto mais este valor se aproximar da DQO significa que mais facilmente biodegradável será o efluente (CETESB, 2010).

2.3.2.5 Oxigênio Dissolvido

A determinação do oxigênio dissolvido é de fundamental importância para avaliar as condições naturais da água. A água, em condições normais, apresenta oxigênio dissolvido, indispensável aos organismos aeróbios.

Há duas formas principais de introdução de oxigênio em águas naturais. Uma é dependente das características hidráulicas e é proporcional à velocidade do curso d'água, e a outra é pelo processo fotossintético de algas. Este fenômeno ocorre em águas poluídas ou, mais propriamente, em águas eutrofizadas, ou seja, aquelas em que a decomposição dos compostos orgânicos lançados levou à liberação de sais minerais no meio, especialmente os de nitrogênio e fósforo, que são utilizados como nutrientes pelas algas (CETESB, 2010).

A contribuição fotossintética de oxigênio só é expressiva após grande parte da atividade bacteriana na decomposição de matéria orgânica ter ocorrido, bem como após terem se desenvolvido também os protozoários que, além de decompositores, consomem bactérias clarificando as águas e permitindo a penetração de luz. Este efeito pode "mascarar" a avaliação do grau de poluição de uma água, quando se toma por base apenas a concentração de oxigênio dissolvido, pois uma água eutrofizada pode apresentar concentrações de oxigênio bem superiores a 10 mg/L, mesmo em temperaturas superiores a 20°C, caracterizando uma situação de supersaturação. Isto ocorre principalmente em lagos de baixa velocidade onde chegam a se formar crostas verdes de algas à superfície (CETESB, 2010).

2.3.2.6 Nitrogênio

O nitrogênio pode estar presente na água sob várias formas: molecular, amônia, nitrito, nitrato. É um elemento indispensável ao crescimento de algas, mas, em excesso, pode ocasionar um exagerado desenvolvimento desses organismos, fenômeno chamado de eutrofização.

O nitrato, na água, pode causar a doença, em seres humanos, conhecida como metemoglobinemia e a amônia é tóxica aos peixes. São causas do aumento do nitrogênio na água: esgotos domésticos e industriais, fertilizantes, excrementos de animais e outros.

2.3.2.7 Cloreto

O cloreto é o ânion Cl^- que se apresenta nas águas subterrâneas através de solos e rochas e nas águas superficiais são fontes importantes as descargas de esgotos sanitários (CETESB, 2010).

Nas águas tratadas, a adição de cloro puro ou em solução leva a uma elevação do nível de cloreto, resultante das reações de dissociação do cloro na água. Para as águas de abastecimento público, a concentração de cloreto constitui-se em padrão de potabilidade, segundo a Portaria 1469 do Ministério da Saúde (CETESB, 2010).

2.3.2.8 Fósforo Total

O fósforo pode se apresentar nas águas sob três formas diferentes. Os fosfatos orgânicos são a forma em que o fósforo compõe moléculas orgânicas, como a de um detergente, por exemplo. Os ortofosfatos, por outro lado, são representados pelos radicais, que se combinam com cátions formando sais inorgânicos nas águas. Os polifosfatos ou fosfatos condensados são polímeros de ortofosfatos. No entanto, esta terceira forma não é muito importante nos estudos de controle de qualidade das águas, porque os polifosfatos sofrem hidrólise se convertendo rapidamente em ortofosfatos nas águas naturais (CETESB, 2010).

Assim como o nitrogênio, o fósforo constitui-se em um dos principais nutrientes para os processos biológicos, ou seja, é um dos chamados macro-nutrientes, por ser exigido também em grandes quantidades pelas células. Sua presença em grande quantidade nos corpos hídricos pode levar a um processo de eutrofização.

Bilich (2007) destaca que o fósforo, também, é um elemento utilizado em grandes quantidades na agricultura. O fertilizante comercialmente conhecido com “NPK” apresenta proporções variadas de fertilizantes fosfatados. As águas drenadas em áreas agrícolas, em virtude destes fertilizantes, podem apresentar teores elevados de fósforo, que são transportados para os cursos d’água por meio da erosão dos solos.

2.3.2.9 Ferro Total

O ferro aparece principalmente em águas subterrâneas devido à dissolução do minério pelo gás carbônico da água (CETESB, 2010). Em águas superficiais, durante o período das chuvas, há o aumento da concentração de ferro. Isso ocorre porque a água da chuva promove o carreamento de partículas constituintes dos solos, assim como pelo aumento da erosão neste período. A concentração de ferro pode aumentar também em consequência dos desejos industriais.

O ferro, apesar de não se constituir em um tóxico, traz diversos problemas para o abastecimento público de água. Confere cor e sabor à água, provocando manchas em roupas e utensílios sanitários. Também traz o problema do desenvolvimento de depósitos em canalizações e de ferro-bactérias, provocando a contaminação biológica da água na própria rede de distribuição (CETESB, 2010).

2.3.3 Biológicos

2.3.3.1 Coliformes totais

Representa a presença de um grande grupo de bactérias encontradas nas amostras de água.

2.3.3.2 Coliformes fecais

As bactérias do grupo coliforme são consideradas os principais indicadores de contaminação fecal, pois elas são restritas ao trato intestinal de animais de sangue quente.

A determinação da concentração dos coliformes assume importância como parâmetro indicador da possibilidade da existência de microorganismos patogênicos, responsáveis pela transmissão de doenças de veiculação hídrica (CETESB, 2010).

2.4 Índice de Qualidade de Água (IQA)

O Índice de Qualidade das Águas foi criado em 1970, nos Estados Unidos, pela National Sanitation Foundation. A partir de 1975 começou a ser utilizado pela CETESB (Companhia Ambiental do Estado de São Paulo). Nas décadas seguintes, outros Estados brasileiros adotaram o IQA, que hoje é o principal índice de qualidade da água utilizado no país (ANA, 2010). O IQA está de acordo com a resolução CONAMA nº 357, de 17/03/2005, que dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece condições e padrões de lançamento de efluentes.

O IQA é composto por nove parâmetros (físicos, químicos e biológicos), com seus respectivos pesos (w), que foram fixados em função da sua importância para a conformação global da qualidade da água.

A fórmula para o cálculo do índice de qualidade de água utilizado está apresentada na equação 1

$$IQA = \prod_{i=1}^n qi^{w_i}$$

Onde:

IQA = um número entre 0 e 100;

qi = qualidade do i -ésimo parâmetro, um número entre 0 e 100, em função de sua concentração ou medida

w_i = peso correspondente ao i -ésimo parâmetro, um número entre 0 e 1, atribuído em função da sua importância para a conformação global de qualidade.

De acordo com a ANA (2005), a Companhia de Saneamento Ambiental do Distrito Federal utiliza os seguintes parâmetros com os respectivos pesos: pH (0,05), cor (0,10), turbidez (0,15), DQO/OC (0,10), nitrogênio amoniacal (0,15), ferro total (0,15), cloretos (0,10) e coliformes totais (0,20).

2.5 Qualidade do solo e Sustentabilidade Agrícola

O solo, pelo Sistema brasileiro de classificação dos solos, Embrapa (1999), é definido como corpo natural formado por partes sólidas, líquidas e gasosas, constituído de partículas minerais e orgânicas, que ocupam a maior parte da crosta terrestre. Contém matéria viva, pode ser vegetado e está sempre em evolução na natureza onde ocorre. É constituído de camadas que diferem pela natureza física, química e biológica e, que se desenvolvem com o tempo sob influência do clima e da atividade dos organismos (Galetti, 1989)

O conceito de qualidade do solo começou a ser elaborado no início dos anos 90 e percepções diferenciadas surgiram desde que o tema foi proposto. A qualidade do solo pode ser definida como a capacidade de o solo funcionar dentro dos limites de um ecossistema, sustentando a produtividade biológica, mantendo a qualidade do meio ambiente e promovendo a saúde das plantas e dos animais. A produção sustentável pode ser definida em termos de: a) produção de plantas e resistência à erosão; b) qualidade do meio ambiente como função da qualidade do solo, da água e do ar e, c) saúde humana e animal, abrangendo a concepção de qualidade de alimentos, composição nutricional e segurança alimentar (Doran e Parkin, 1994)

As práticas e manejos inadequados têm levado os solos do mundo todo à degradação e conseqüentemente à perda de qualidade. Portanto, a perda de qualidade do solo, além de um componente a ele inerente, determinado por suas propriedades físicas, químicas e biológicas, dentro das restrições impostas pelo clima e o ecossistema, inclui um componente determinado pelas decisões de usos das terras e práticas de manejo (Doran e Zeiss, 2000).

A qualidade dos solos agrícolas é o mais importante elo entre as práticas agrícolas e a agricultura sustentável. Se os solos ficam degradados, mais recursos em termos de tempo, custos, energia e agroquímicos serão necessários para produzir menor

quantidade de alimentos de pior qualidade e os objetivos de uma agricultura sustentável não serão alcançados. Por outro lado, se a degradação do solo é revertida e a qualidade do solo é mantida ou melhorada, utilizando-se métodos de manejo adequados, a sustentabilidade da agricultura pode ser uma realidade (Acton e Gregorich, 1995).

Em uma visão mais moderna da ciência do solo, acredita-se que a qualidade do solo deva ser mantida ou melhorada através do manejo em relação à condição natural.

A qualidade do solo é mensurada através do uso de indicadores, que representam atributos que medem ou refletem o status ambiental ou a condição de sustentabilidade do ecossistema (Araújo e Monteiro, 2007). Doran e Parkin (1996) propõem que os indicadores de qualidade do solo sejam práticos e fáceis para a sua boa utilização pelos profissionais, conservacionistas, produtores e outros. As propriedades escolhidas devem ser úteis para a maioria das situações, bem como possuir características que permitam: obter uma boa correlação dos fatores que atuam no ecossistema; sensibilidade às variações do clima e manejo ocorridas após alguns anos, tempo suficiente para refletir as mudanças na qualidade do solo e quando possível, ser componente de uma base de dados existente sobre esse agrossistema.

Um dos desafios atuais da pesquisa é como avaliar a qualidade de um solo de uma maneira simples e confiável. Ela pode ser avaliada por meio da quantificação de alguns indicadores ou atributos, ou seja, de propriedades físicas, químicas e biológicas que possibilitem o monitoramento de mudanças no estado de qualidade deste solo. Em termos gerais, têm sido definidos três grupos de indicadores (Doran e Parkin, 1994):

- a) Efêmeros (os que oscilam em curto espaço de tempo), tais como: temperatura, umidade, pH, teor de nutrientes, entre outros;
- b) Intermediários (aqueles alteráveis após manejo do solo por alguns anos), tais como: densidade do solo, resistência à penetração, permeabilidade, índice de floculação, nível de agregação, estabilidade de agregados, capacidade de troca catiônica (CTC), teor de matéria orgânica, nível de atividade biológica, entre outros;
- c) Permanentes (atributos inerentes ao tipo de solo e que servem para classificá-los), tais como: textura, mineralogia, profundidade, cor, densidade de partículas, entre outros;

Os indicadores “intermediários” têm sido os mais utilizados para monitorar a qualidade do solo pelo fato de não estarem sujeitos a variações bruscas e poderem ser avaliados com métodos de boa reprodutibilidade (Goedert, 2005).

Para alguns atributos de natureza química e física, já existem limites de sustentabilidade definidos, entretanto para vários atributos importantes, esse limite é

desconhecido. Por outro lado, embora exista um conjunto grande de informações acerca de vários tipos de solo e estudos comparativos de solo submetidos a diferentes usos, existe uma indefinição dos indicadores mínimos com seus limites claros de sustentabilidade (Carvalho, 2007)

O grande desafio dos estudos sobre sustentabilidade é com relação ao desenvolvimento de metodologias para avaliação da qualidade do solo e do ambiente sob a interferência do homem.

A base científica que respalda a busca por indicadores de qualidade do solo é a compreensão de que esses indicadores estão direcionados para a avaliação e/ou monitoramento das condições do solo que o tornam um corpo vivo (Dumanski e Piere, 2000).

2.6 Atributos Físicos, Químicos e Matéria Orgânica do Solo

2.6.1 Atributos Físicos da Qualidade do Solo

Os atributos de natureza física são adequados para avaliar, particularmente, o estado de compactação do solo, aspecto de grande relevância para a infiltração da água no solo e para o desenvolvimento radicular das plantas. Solos compactados apresentam baixa permeabilidade, resultando em maior escoamento da água sobre a superfície do terreno e, conseqüentemente, em aumento dos riscos de erosão (Goedert, 2005).

Segundo Lal (1999), as características físicas do solo, como a distribuição e tamanho dos poros, compactação e outras características mecânicas, influenciam diversos processos modificadores do solo, podendo ser utilizadas para avaliar se os manejos a serem adotados irão atenuar ou acentuar as degradações físicas, como erosão e desertificação.

A definição de um solo fisicamente ideal é difícil devido ao tipo e natureza das variações físicas dos solos que ocorrem ao longo da profundidade do solo, na superfície da paisagem e ao longo do tempo.

2.6.1.1 Densidade do Solo

A densidade do solo (D_s) é a relação entre massa de solo seco em um volume total ocupado pela massa, incluindo espaço ocupado pelo ar e pela água. Reflete o arranjo das partículas, definindo as características do sistema poroso (Embrapa, 1978).

O conhecimento da Ds é um importante indicativo das condições de manejo do solo. O valor de Ds refletirá, em última análise, as características do sistema poroso do solo. Como se sabe as raízes das plantas se desenvolvem nos poros do solo e estes por sua vez poderão constituir numa restrição a esse desenvolvimento. Neste sentido, importante balizador na tomada de decisão quanto ao sistema de manejo do solo a ser adotado. O valor de Ds correlaciona-se inversamente com a permeabilidade do solo e como tal constitui-se em importante indicativo da capacidade de armazenamento da água para as plantas, auxiliando ainda na determinação de práticas de conservação do solo e água (Ferreira, 1988)

A densidade do solo é uma propriedade muito variável e dependente de outras variáveis como a estrutura e da compactação do solo. Normalmente a densidade tende a aumentar com a profundidade, sendo influenciada por uma infinidade de fatores, como teor reduzido de matéria orgânica, menor agregação, maior compactação, diminuição da porosidade do solo, dentre outros (Araújo, 2004).

Não existem valores característicos de Ds para os diferentes grupos de solos, são encontrados valores variando de $0,90 \text{ g/cm}^3$ a $1,5 \text{ g/cm}^3$ dependendo da estrutura do solo. Os valores mais baixos estão sempre associados a solos ou camadas de solos com estrutura granular, ao passo que os valores mais elevados estão associados a estrutura do tipo em bloco ou similar. Esses valores, contudo, poderão ser alterados com o manejo do solo, se esse manejo alterar a disposição das partículas do solo. Assim, os solos poderão ter seus valores de Ds aumentados pelo processo de compactação e diminuídos pela incorporação de matéria orgânica e práticas de preparo do solo (Ferreira, 1988).

2.6.1.2 Índice de Flocculação

O índice de flocculação é a relação entre a argila naturalmente dispersa e a argila total obtida após dispersão mecânica e química. Indica a proporção de argila que se encontra flocculada, informando sobre o grau de estabilidade dos agregados do solo.

2.6.1.3 Textura

A textura do solo é de grande valia na descrição, identificação e classificação do solo. Ela é uma das características físicas mais estáveis e representa a distribuição quantitativa das partículas do solo quanto ao tamanho.

Areia, Silte e Argila são as três frações texturais do solo que apresentam amplitudes de tamanho variáveis em função do sistema de classificação adotado. Existem diversos sistemas de classificação, todos baseados em critérios arbitrários na separação dos tamanhos das diversas frações. Contudo dois sistemas são considerados mais importantes no campo da pedologia, são eles: Sistema Norte Americano, desenvolvido pelo Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (USDA) e Sistema Internacional ou Atterberg, desenvolvido pela Sociedade Internacional de Ciência do Solo (ISSS).

Uma vez conhecidas as proporções de areia, silte e argila, através da análise textural, determina-se a classificação textural do solo, conforme figura 2. No Brasil são usados dois triângulos: um baseado no sistema de classificação Norte Americano e outro baseado no sistema de classificação Internacional (Ferreira, 1988).

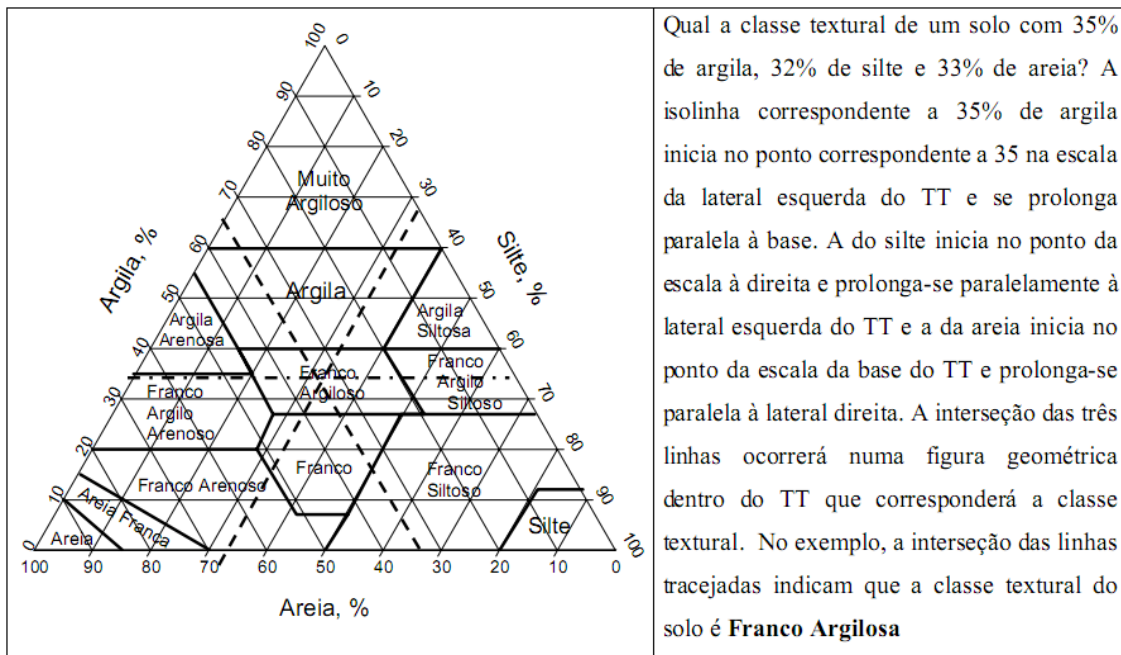


Figura 2: Triângulo textural (TT) com as 13 classes texturais.

Muitas áreas da ciência do solo se utilizam dos resultados da análise textural visando o manejo adequado e racional dos solos.

2.6.2 Atributos Químicos da Qualidade do Solo

Os indicadores químicos incluem o teor de Matéria Orgânica, Capacidade de troca Catiônica (CTC), ciclagem de nutrientes e concentração de materiais com potencial contaminante. As condições químicas dos solos afetam a relação solo-planta,

qualidade da água, efeito tamponante do solo, disponibilidade de nutrientes para as plantas e outros organismos e mobilidade de xenobióticos (USDA, 1996).

2.6.2.1 Capacidade de Troca Catiônica

A capacidade de troca catiônica (CTC) é uma propriedade físico-química fundamental dos solos. Indica a quantidade de íons positivos (Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ , H^+ + Al^{3+}) que um solo é capaz de reter, por intermédio dos argilo-minerais e a matéria orgânica, em determinadas condições, e permutar por quantidades equivalentes de outros íons. Os cátions, que ficam adsorvidos na superfície das partículas do solo, estão em equilíbrio com cátions em excesso existentes na solução do solo e são prontamente disponíveis às raízes das plantas (Araújo, 2004).

2.6.2.2 Soma de Bases (S) e Saturação por Bases (V)

A soma de bases é a soma dos teores de Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ e Na^+ . Esses nutrientes são muito importantes para as plantas e quanto maior a soma de bases, maior a fertilidade do solo (Mello et al., 1983).

Denomina-se saturação por bases a soma das bases trocáveis expressa em porcentagem da capacidade de troca de cátions. Um índice baixo de saturação por bases significa que há pequenas quantidades de cátions, como Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ saturando as cargas negativas dos colóides e que a maioria delas está sendo neutralizada por H^+ e Al^{+3} . O solo neste caso provavelmente será ácido, podendo até conter Al em nível tóxico para as plantas (Mello et al., 1983).

2.6.3 Matéria Orgânica do Solo (MOS)

A matéria orgânica é toda substância morta resultante dos restos de plantas, animais e organismos, que como resíduos apresentam-se em todos os estágios de decomposição e influenciam de diversas formas os elementos do solo. A deposição de matéria orgânica no solo pode variar conforme o tipo de vegetação presente (Vilela e at. 2004). A MOS é formada principalmente por carbono (C), oxigênio (O), hidrogênio (H), fósforo (P) e enxofre (S) e grande parte dela é transitória sendo continuamente renovada com a adição de novos resíduos de plantas, animais e organismos.

A matéria orgânica é sensível às modificações que ocorrem no solo e tem grande influência nos atributos essenciais do solo e como tal tem sido considerada como indicador-chave de qualidade do solo.

Os principais processos relacionados a MOS e seus efeitos estão explicitados na tabela 2, a seguir:

Tabela 2: Matéria Orgânica do Solo e seus processos e efeitos (Baldock e Nelson, 2000)

	Processo	Efeito no solo
Químicos	Mineralização de nutrientes	Fertilidade dos solos e necessidade de adubação
	Troca de cátions	Disponibilidade de nutrientes para as plantas
	Poder tampão	Acidez do solo e necessidade de calagem (calcário)
	Reação com metais	Disponibilidade de micronutrientes e elementos tóxicos
Físicos	Estruturação do solo	Agregação, aeração infiltração de água no solo
	Retenção de água	Disponibilidade de água para as plantas
	Cor	Aquecimento do solo
Biológicos	Fonte de energia e nutrientes para os microrganismos	Atividade biológica, taxas de decomposição e mineralização
	Atividade enzimática	Estimulação ou inibição de enzimas extracelulares
	Desenvolvimento de plantas	Estimulação ou inibição pela produção de fitohormônios ou de compostos orgânicos tóxicos.

A MOS favorece o aumento das trocas catiônicas no solo e conseqüentemente, melhora a retenção de nutrientes e a retenção de água, beneficia o desenvolvimento dos microrganismos e pode vir a minimizar o efeito tóxico de elementos como o alumínio (Cantarella et al., 1992)

Dessa forma, a diminuição dos teores de matéria orgânica no solo pode ser um importante indicador da degradação de um ecossistema, pois é um indicador global da sustentabilidade do meio ambiente (Lal, 1999).

2.7 Classificação Agrícola das Terras

A classificação de terras para fins agrícolas é, provavelmente, o mais importante fator no planejamento territorial de uma região. Essa classificação eminentemente técnica trata de previsão do comportamento dos solos sob manejos específicos e sob certas condições ambientais (Stelle, 1967).

A sustentabilidade da produção agrícola depende da adoção de dois princípios básicos: o uso das terras de acordo com a sua aptidão agrícola e a adoção de práticas de

cultivo e conservação de solo que permitam corrigir as limitações e favoreçam a produtividade das terras (Schneider, 2007).

Uma etapa básica no planejamento conservacionista de propriedades rurais ou de áreas maiores, tais como microbacias hidrográficas, municípios ou regiões, é a classificação da aptidão agrícola das terras. Essa classificação é baseada na interpretação das características das terras e agrupa as diferentes glebas em classes de aptidão de uso agrícola. Para cada classe, é indicado o tipo de exploração mais adequado, bem como as práticas de manejo e conservação do solo necessários para manutenção ou elevação da produtividade agrícola, sem causar degradação do solo e do ambiente (Schneider, 2007).

Para efetuar o levantamento do potencial de uso dos solos no Brasil, podem ser utilizados dois sistemas de classificação técnica: o sistema de aptidão agrícola das terras (Ramalho Filho et al., 1995) e o sistema de capacidade de uso das terras, originalmente desenvolvido nos EUA e adaptado às condições brasileiras (Lepsch et al., 1983).

2.7.1 Capacidade de Uso da Terra

O sistema de classificação de terras em capacidade de uso foi elaborado para atender a planejamentos de práticas de conservação do solo, embora considere fatores outros além daqueles de interesse exclusivo às práticas de controle à erosão. Esse sistema apresenta limitações para estudos de âmbito regional, pois as separações das classes do sistema requerem detalhes não encontrados nos mapas de solos de escalas menores que 1:100.000. Além disso, as disparidades regionais de emprego de tecnologia agrícola e capital, tão comuns no Brasil, e que fazem com que a aptidão agrícola deva ser julgada em face de diferentes níveis de manejo, limitam o emprego do sistema de capacidade de uso, porque este pressupõe, basicamente, manejo moderadamente alto. As diversas classes de capacidade de uso deste sistema são caracterizadas a partir de condições físicas das terras, inerentes ao solo e as condições ambientais locais, sendo as classes definidas segundo graus de limitações e riscos para uso agrícolas, não sujeitos a mudanças tecnológicas (Lobo, 2002)

2.7.2 Aptidão Agrícola das Terras

O sistema de avaliação da aptidão agrícola das terras foi descrito por Ramalho Filho et al. (1995) e elaborado com base em experiências brasileiras para interpretação

de levantamentos de solos e no esquema geral proposto pela FAO (1976) que está disponível em várias bibliografias entre as quais se salienta: Framework for land evaluation (F.A.O. Soils Bull.32) e Guidelines: land evaluation for rainfed agriculture (F.A.O Soils Bull.52). O sistema proposto por Ramalho Filho et al é um método apropriado para avaliar a aptidão agrícola de grandes extensões de terras, devendo sofrer reajustamentos no caso de ser aplicado individualmente a pequenas glebas de agricultores. Ele tem sido largamente utilizado no Brasil para interpretação de levantamentos de solos exploratórios e de reconhecimento, elaborados pela EMBRAPA, com objetivo de atender a demandas regionais e estaduais sobre o potencial de uso dos solos para fins de planejamento de uso das terras.

Ramalho Filho et al. (1995) consideram três níveis de manejo, visando diagnosticar o comportamento das terras em diferentes níveis tecnológicos. Sua indicação é feita através das letras A, B e C, que podem aparecer na simbologia da classificação escritas de diferentes formas, segundo as classes de aptidão que apresentem as terras, em cada um dos níveis adotados.

O nível de manejo A (primitivo) é baseado em práticas agrícolas que refletem um baixo nível técnico-cultural. Não há aplicação de capital, o trabalho é braçal e pode-se utilizar alguma mecanização com base em tração animal com implementos agrícolas simples.

O nível de manejo B (pouco desenvolvido) é baseado em práticas agrícolas que refletem um nível tecnológico médio. Modesta aplicação de capital e de resultado de pesquisa, incluem calagem e adubação com NPK, tratamentos fitossanitários simples, alguma mecanização com base em tração animal ou na motorizada, apenas para desbravamento e preparo inicial do solo.

O nível de manejo C (desenvolvido) é baseado em práticas agrícolas que refletem um alto nível tecnológico. Aplicação intensiva de capital e de resultados de pesquisa, a motomecanização está presente nas diversas fases da operação agrícola.

Para facilitar a montagem do mapa único de aptidão agrícola das terras o sistema depois de estabelecido os níveis de manejo ainda reconhece grupos, subgrupos.

Os grupos de aptidão agrícola identificam o tipo de utilização mais intensivo das terras, ou seja, sua melhor aptidão.

Os grupos 1, 2 e 3, além da identificação de lavouras como tipo de utilização, representam, no subgrupo, as melhores classes de aptidão das terras indicadas para lavouras, conforme os níveis de manejo.

Os grupos 4, 5 e 6 apenas identificam tipos de utilização (pastagem plantada, silvicultura e/ou pastagem natural e preservação da flora e da fauna respectivamente), independente da classe de aptidão. A representação dos grupos é feita com algarismo de 1 a 6, em escalas decrescentes, segundo as possibilidades de utilização das terras. As limitações, que afetam os diversos tipos de utilização, aumentam do grupo 1 para o grupo 6, diminuindo, conseqüentemente, as alternativas de uso e a intensidade com que as terras podem ser utilizadas, conforme demonstra a figura 3.

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
Diminuição das alternativas de uso. Aumento da intensidade da limitação	1					
	2					
	3					
	4					
	5					
	6					

Figura 3: Alternativas de utilização das terras de acordo com os grupos de aptidão agrícola (Ramalho Filho e Beek, 1995)

Os subgrupos de aptidão são os resultados da classe de aptidão relacionada com nível de manejo, indicando o tipo de utilização das terras.

Por fim, as classes expressam a aptidão agrícola das terras para um determinado tipo de utilização, com um nível de manejo definido, dentro do subgrupo de aptidão. Os tipos de utilização em pauta são lavouras, pastagem plantada, silvicultura e pastagem

natural. As classes de aptidão agrícola foram assim definidas, segundo Ramalho Filho e Beek (1995):

Classe Boa - terras com aptidão boa são as que têm solos sem limitações significativas para a produção sustentada de um determinado tipo de utilização, observando as condições de manejo considerado.

Classe Regular - terras com aptidão regular são as que têm solos com limitações moderadas para a produção sustentada de um determinado tipo de utilização, observando as condições de manejo considerado. As limitações elevam a necessidade de insumos.

Classe Restrita - terras com aptidão restrita apresentam solos com limitações fortes para a produção sustentada de um determinado tipo de utilização, observando as condições de manejo considerado. Essas limitações aumentam ainda mais a necessidade de insumos.

Classe Inapta - terras com aptidão inapta apresentam solos com condições que parecem excluir a produção sustentada do tipo de utilização em questão. As terras consideradas inaptas para lavouras têm suas possibilidades analisadas para usos menos intensivos (pastagem plantada, silvicultura ou pastagem natural). No entanto, essas terras são como alternativa, indicadas para a preservação da flora e da fauna, recreação ou algum outro tipo de uso não-agrícola. Trata-se de terras ou paisagens pertencentes ao grupo 6, nas quais deve ser estabelecida ou mantida uma cobertura vegetal, não só por razões ecológicas, mas também para a proteção de áreas contíguas agricultáveis.

Dos graus de limitação atribuídos a cada uma das unidades das terras, resulta a classificação de sua aptidão agrícola. As letras indicativas das classes de aptidão, de acordo com os níveis de manejo, podem aparecer nos subgrupos em maiúsculas, minúsculas ou minúsculas entre parênteses, com indicação de diferentes tipos de utilização, conforme pode ser observado na tabela 3, a seguir:

Tabela 3: Simbologia correspondente às classes de aptidão agrícola das terras (Ramalho Filho e Beek, 1995)

Classe de aptidão agrícola	Tipo de utilização agrícola					
	Lavoura			Pastagem plantada	Silvicultura	Pastagem natural
	Nível de manejo			Nível de manejo B	Nível de manejo B	Nível de manejo A
	A	B	C			
Boa	A	B	C	P	S	N
Regular	a	b	c	p	s	n
Restrita	(a)	(b)	(c)	(p)	(s)	(n)
Inapta	--	--	--	--	--	--

A ausência de letras representativas das classes de aptidão agrícola, na simbolização dos subgrupos, indica não haver aptidão para uso mais intensivo. Essa situação não exclui, necessariamente, o uso da terra com um tipo de utilização menos intensivo.

O enquadramento das terras em classes de aptidão resulta da interação de suas condições agrícolas, do nível de manejo considerado e das exigências dos diversos tipos de utilização. As terras de uma classe de aptidão são similares quanto ao grau, mas não quanto ao tipo de limitação ao uso agrícola. Cada classe inclui diferentes tipos de solo, muitos requerendo tratamento distinto.

2.8 Bioma Cerrado

O Cerrado é um bioma brasileiro bastante peculiar por sua constituição em mosaicos de formações vegetais que variam desde campos abertos até formações densas de florestas e que podem atingir os 30 metros de altura. Com uma extensão de 1,8 milhão de km², é o segundo maior bioma brasileiro. A riqueza de espécies tanto da flora quanto da fauna é muito expressiva, representando cerca de 30% da biodiversidade brasileira (Embrapa, 2004).

O clima do Cerrado apresenta duas estações bem definidas, uma seca, que tem início no mês de maio, terminando no mês de setembro, e uma chuvosa, que vai de outubro a abril, com precipitação média anual variando de 600 a 2000 mm, com a ocorrência freqüente de veranicos, períodos sem chuva, na estação chuvosa desta região (Assad, 1994). A diversidade fisionômica das formações vegetais resulta em uma exploração diferenciada da água disponível ao longo do perfil do solo e as variações em altura, tamanho de copas, densidade de gramíneas.

O Cerrado contém as três maiores bacias hidrográficas sul-americanas. Do ponto de vista hidrológico, por compreender zonas de planalto, a região possui diversas nascentes de rios e, conseqüentemente, importantes áreas de recarga hídrica, que contribuem para grande parte das bacias hidrográficas brasileiras. Seis das oito grandes bacias hidrográficas brasileiras têm nascentes na região: a bacia Amazônica (rios Xingu, Madeira, Trobetas), a bacia do Tocantins (rios Araguaia e Tocantins), a bacia do Atlântico Norte/Nordeste (rios Parnaíba e Itaipuru), a bacia do São Francisco (rios São Francisco, Pará, Paraopeba, das Velhas, Jequitá, Paracatu, Urucua, Carinhanha, Corrente e Grande), a bacia Atlântico Leste (Rios Pardo e Jequitinhonha) e a bacia dos Rios Paraná/Paraguai (rios Paranaíba, Grande, Sucuriú, Verde, Pardo, Cuiabá, São Lourenço, Taquari, Aquidauana). Com relação à importância relativa do Cerrado no sistema hídrico, este abrange 78% da área da bacia do Araguaia-Tocantins, 47% da São Francisco e 48% do Paraná/Paraguai. A região contribui com 71% no Paraná/Paraguai. O Cerrado, com 24% do território nacional, contribui com 14% da produção hídrica superficial brasileira, mas, quando se exclui a bacia Amazônica da análise, verifica-se que o Cerrado passa a representar 40% da área e 43% da produção hídrica total do restante do país. É de primordial importância, a contribuição hídrica superficial do Cerrado para o Nordeste do Brasil, região frequentemente assolada por secas. No entanto, as áreas de recarga dos aquíferos estão sendo desmatadas, convertidas em áreas para pastagens e cultivo agrícola, impermeabilizadas por conglomerados urbanos e sendo utilizadas como fontes para sistemas de irrigação, instalados sem o adequado planejamento (Ministério do Meio Ambiente, 2005).

Tem sido difícil persuadir os políticos, diante da pressão social, de que o combate à pobreza, à miséria, e também o desejo de desenvolvimento econômico e social, pressupõem a necessidade de conservação da natureza. A perda da biodiversidade, alcançada pela extinção irremediável de espécies de flora e fauna só agrava os problemas da população humana. A prática tem demonstrado que, no caso de destruição da natureza, a população local pobre é a primeira que sofre a conseqüência da degradação da natureza. O conceito de biodiversidade se apóia num tripé: diversidade de espécies (representando o número de formas de vida no nível de espécies e suas populações), diversidade genética (representando as diversas variedades sub-espécies ou genéticas de formas de vida) e diversidade ecossistêmica (representando as diversas paisagens naturais como Campo, Campo Sujo, Campo úmido, Cerrado no sentido restrito, Campo cerrado, Cerradão, Mata seca, Mata Ciliar e de Galeria, Vereda

e outras). Cada um desses elementos pode sofrer influência de pelo menos três tipos de pressão: física (degradação ou perda de *habitats*), química (ação de contaminantes ambientais e poluição), e biológica (introdução de espécies exógenas, perturbação na cadeia trófica, eliminação de espécies-chave da comunidade ecológica) e outros fatores. As diversas causas ou fatores identificados como ameaças ao Cerrado: (a) de ordem institucional (dificuldade de aplicar a legislação ambiental existente, deficiências na fiscalização e carência de conscientização ambiental); (b) fogo; (c) desmatamentos; (d) expansão agrícola e pecuária (sem ordenado ecológico-econômico); (e) contaminantes ambientais (emprego desordenado de pesticidas, herbicidas e outros tóxicos ambientais, provocando poluição das águas e do solo); (f) erosão (assoreamento de corpos d'água, lixiviação e perda de solos devido ao emprego de técnicas não apropriadas de uso do solo); (g) uso predatório de espécies (sobre-exploração de espécies da flora e fauna); (h) implantação de grandes obras de infra-estrutura (impactos causados pela abertura de rodovias, hidrovias, hidroelétricas e outras obras), devido a deficiência na aplicação dos instrumentos de avaliação de impactos ambientais (licenciamento, estudo de impacto ambiental, relatório de impacto ambiental, etc.); (i) turismo desorganizado e predatório e outras causas (Ministério do Meio Ambiente, 2005).

2.8.1 Fitofisionomias do Cerrado

São descritos onze tipos de fitosionômicos gerais, enquadrados em formações florestais (Mata Ciliar, Mata de Galeria, Mata Seca e Cerradão), savânicas (Cerrado sentido restrito, Parque de Cerrado, Palmeiral e Vereda) e campestre (Campo sujo, Campo Rupestre e Campo Limpo), muitos dos quais apresentam subtipos (Sano, 1998).

As formações florestais do Cerrado englobam os tipos de vegetação com predominância de espécies arbóreas e formações de dossel. A Mata Ciliar e a Mata de Galeria são fisionomias associadas a cursos de água, que podem ocorrer em terrenos bem drenados ou mal drenados. A Mata Seca e o Cerradão ocorrem nos interflúvios, em terrenos bem drenados (Sano, 1998).

Apesar de representarem pouco mais de 5% da área do Cerrado, as Matas de Galeria têm extrema importância na biodiversidade desse bioma. Comportam mais de 30% das espécies de plantas vasculares e são responsáveis diretas pela quantidade e qualidade da água que corre nos riachos e córregos da Região Central do Brasil. Muitos são os elementos itinerantes da fauna das outras fitofisionomias do bioma Cerrado que

dependem das suas espécies vegetais para alimentação, reprodução e moradia (Embrapa, 2001).

Nas Matas de Galeria, os solos são edáfica e pedologicamente bastante variáveis, podendo ocorrer até mesmo Latossolos, semelhantes aos das áreas de Cerrado sentido amplo adjacente (Reatto et al., 1998). Neste caso, a posição topográfica mais baixa dessa fisionomia faz com que esses solos apresentem maior fertilidade devido ao carreamento de solo e de matéria orgânica, oriunda da vegetação das áreas adjacentes. Mesmo assim, os solos nas Matas de Galeria podem apresentar acidez maior que a encontrada naquelas áreas adjacentes (Embrapa, 2001).

Nas formações savânicas do Cerrado, o Cerrado sentido restrito caracteriza-se pela presença dos estratos arbóreo e arbustivo-herbáceo definidos, com as árvores distribuídas aleatoriamente sobre o terreno em diferentes densidades. No Parque de Cerrado a ocorrência de árvores é concentrada em locais específicos do terreno. No Palmeiral, que pode ocorrer tanto em áreas bem drenadas quanto em áreas mal drenadas, há a presença marcante de determinada espécie de palmeira arbórea de outras espécies (dicotiledôneas) não tem destaque. Já a Vereda também caracteriza-se pela presença de uma única espécie de palmeira, o buriti, mas esta ocorre em menor densidade que em um Palmeiral. Além disso, a Vereda é circundada por um estrato arbustivo-herbáceo característico (Sano, 1998).

Por fim, nas formações campestres do Cerrado, o Campo Sujo caracteriza-se pela presença marcante de arbustos e substratos entremeados no estrato herbáceo. O Campo Rupestre possui estrutura similar ao Campo Sujo, diferenciando-se tanto pelo substrato, composto por afloramentos de rocha, quanto pela composição florística, que inclui muitos endemismos. No Campo Limpo a presença de arbustos e subarbustos é insignificante (Sano, 1998).

2.9 Geoprocessamento

O geoprocessamento é um termo amplo, que engloba diversas tecnologias de tratamento e manipulação de dados geográficos, através de programas computacionais. Dentre estas tecnologias, se destacam: sensoriamento remoto, a digitalização de dados, a automação de tarefas cartográficas, a utilização de Sistemas de Posicionamento Global (GPS) e os Sistemas de Informações Geográficas (SIG) (Carvalho et al., 2000).

Rocha (2000) considera que o geoprocessamento é uma tecnologia transdisciplinar, que, por intermédio da localização e do processamento de dados geográficos, integra várias disciplinas, equipamentos, programas, processos, entidades, dados, metodologias e pessoas, para coleta, tratamento, análise e apresentação de informações associadas a mapas digitais georreferenciados.

2.9.1 Sensoriamento Remoto (SR)

O sensoriamento remoto é a ciência da aquisição de informações a respeito da Terra usando instrumentos remotos que estão distantes da superfície, geralmente a partir de aviões ou satélites. São utilizados sensores capazes de detectar radiação eletromagnética, variando o comprimento de onda do espectro eletromagnético entre a luz visível, infravermelho e ondas de rádio. O sensoriamento remoto permite observar e coletar dados de grandes extensões territoriais de uma maneira relativamente rápida, sendo uma importante fonte de dados para os Sistemas de Informações Geográficas (SIGs).

Na literatura são encontradas inúmeras definições de sensoriamento remoto. Para Meneses (2001), o sensoriamento remoto é “a medição e o registro da radiação eletromagnética refletida ou emitida da superfície terrestre e da atmosfera e as relações de tais medidas com a natureza e distribuição de materiais”. Já Novo (1989), define o sensoriamento remoto como sendo a utilização de modernos sensores, aeronaves, espaçonaves, com o objetivo de estudar o ambiente terrestre por meio do registro e da análise das interações entre a radiação eletromagnética e as substâncias existentes na superfície terrestre em suas mais diversas manifestações.

As informações são detectadas a partir das interações sofridas pela radiação eletromagnética (REM). O sensor coleta o sinal, que na maior parte das vezes é a radiação solar que atinge o alvo na superfície e retorna ao sensor, interagindo com a atmosfera (Novo, 1995). A interação da radiação eletromagnética com os alvos na superfície terrestre depende, sobretudo, das características de cada um dos alvos e do meio ambiente que os cerca (Moreira, 2005).

A forma como cada objeto aparece nas imagens depende da intensidade que cada material reflete a radiação eletromagnética nos diferentes comprimentos de onda do espectro. Um objeto que possui alta intensidade de reflectância em determinado intervalo de comprimento de onda será codificado em uma imagem monocromática

(preto e branco), correspondente à banda espectral do referido intervalo de comprimento de onda, com um tom de cinza-claro e, o oposto, um objeto que absorve a radiação, com baixa reflectância, aparecerá em tons de cinza-escuro (Meneses et al., 2001).

2.9.2 Sistema de Informação Geográfica (SIG)

O termo Sistema de Informações Geográficas (SIG) refere-se àqueles sistemas que efetuam tratamento computacional de dados geográficos. Um SIG armazena a geometria e os atributos dos dados que estão georreferenciados, isto é, localizados na superfície terrestre e numa projeção cartográfica definida (Assad e Sano, 1998).

As principais características do SIG são: ter capacidade para coletar e processar dados espaciais obtidos a partir de fontes diversas, tais como: levantamento de campo (incluindo GPS), mapas existentes, fotogrametria, sensoriamento remoto e outros; ter capacidade para armazenar, recuperar, atualizar e corrigir os dados processados de uma forma eficiente e dinâmica e ter capacidade para permitir manipulações à realização de procedimentos de análise dos dados armazenados, com possibilidade de executar diversas tarefas, tais como, alterar a forma dos dados através de regras de agregação definidas pelo usuário, ou produzir estimativas de parâmetros e restrições para modelo de simulação e gerar informações rápidas a partir de questionamentos sobre os dados e suas inter-relações (Câmara e Davis, 2010)

A utilização de *software* de geoprocessamento tem permitido condições para a extração de informações georreferenciadas de parcelas do espaço geográfico a partir do cruzamento e análise de vários mapas temáticos, fornecendo uma visão sobre os diversos componentes do ambiente (solos, geologia, geomorfologia, uso e cobertura vegetal, declividade, entre outros) (Faria et al., 2003)

3 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

3.1 Seleção da Área de Estudo

A seleção da microbacia do Córrego Quinze para o estudo proposto deve-se ao fato desta ser uma Área de Proteção de Manancial, portanto contém um ponto de captação de água da Companhia de Saneamento Ambiental do Distrito Federal (CAESB). Além disso, a área selecionada apresenta usos e ocupações diversificados das

terras, fazendo parte de sua configuração o Parque Ecológico dos Pequizeiros, importante área para este estudo.

3.2 Localização da Área de Estudo

A microbacia do Córrego Quinze localiza-se na porção nordeste do Distrito Federal, na Região Administrativa de Planaltina, e possui uma área de 39 km² e está delimitada pelas seguintes coordenadas UTM (fuso 23): 217.112 a 231.421 m e 8.265.402 a 8.260.948 m. A localização dessa e das demais APMs do DF pode ser observada na figura 4. A área localiza-se na Área de Proteção Ambiental (APA) do Rio São Bartolomeu, que pertence à bacia hidrográfica do Paraná.

3.3 Clima

O clima predominante na região de estudo, segundo a classificação de Köppen, enquadra-se entre tropical de savana e temperado chuvoso de inverno seco, com concentração da precipitação pluviométrica no verão. É caracterizado pela existência de duas estações: uma chuvosa e quente, uma que se inicia no mês de outubro e termina em abril e outra, fria e seca, que se estende de maio a setembro (Martins, 1998).

As precipitações variam entre 1.500 e 2.000 mm anuais, sendo a média em torno de 1.600 mm, alcançando em janeiro o seu maior índice pluviométrico (320 mm/mês) e durante os meses de junho, julho e agosto, chegando à média mensal total da ordem de 50 mm (Embrapa, 1978).

A umidade relativa do ar cai de valores superiores a 70% no início da seca, para menos de 20% no final do período.

O regime térmico médio é do tipo tropical e oscila entre 19° e 22°C. A temperatura média na região tende a um leve aumento de janeiro a março, decai nos meses de junho e julho, nos quais se registram os menores valores médios de temperatura. As temperaturas absolutas mínimas de até 2° C e máximas de 33° C já foram registradas, respectivamente, no inverno e no início do verão (Baptista, 1998).

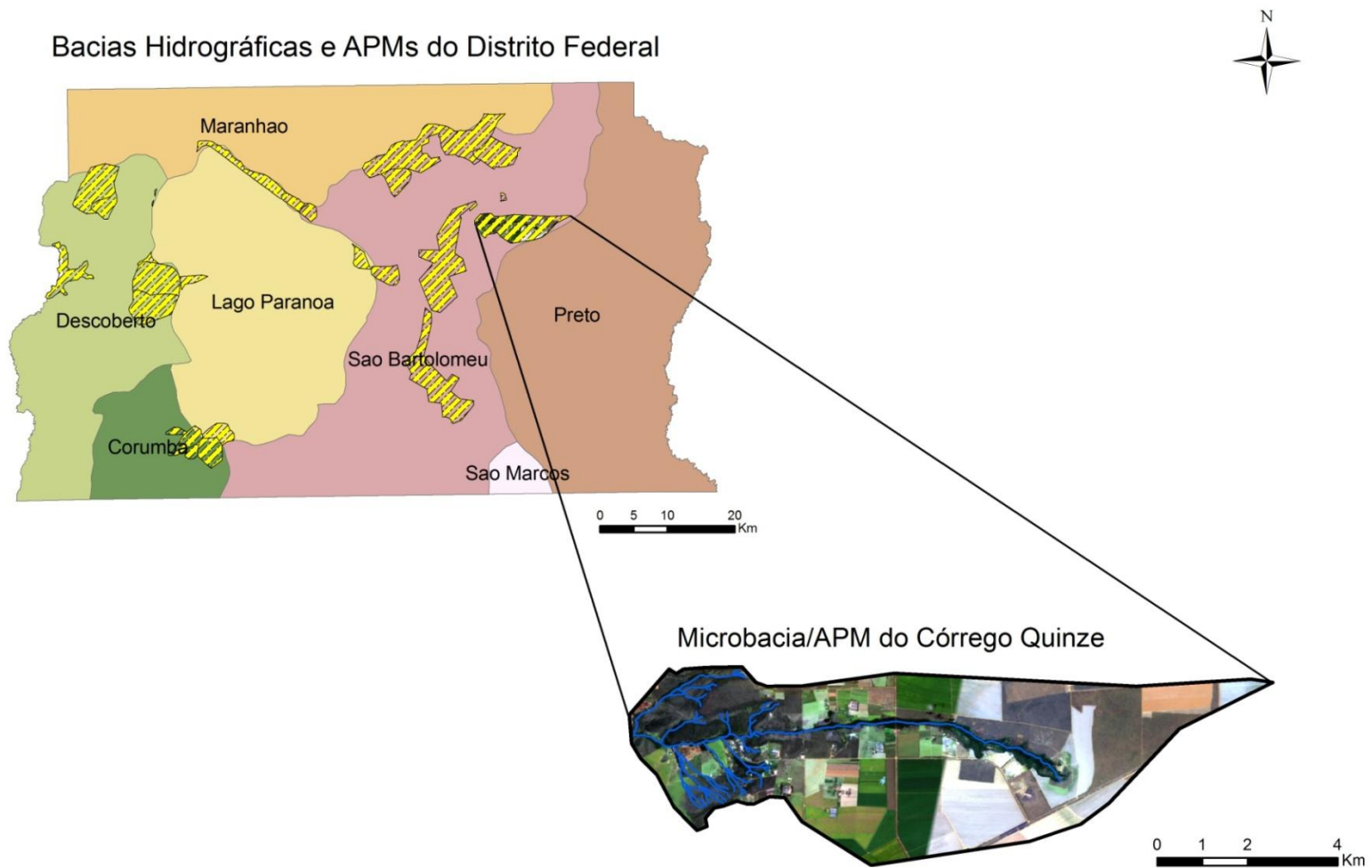


Figura 4: Mapa de localização da APM do Córrego Quinze

3.4 Geologia

O Distrito Federal está geologicamente localizado no setor oriental da Província Estrutural do Tocantins, mais especificamente na porção centro sul da Faixa de Dobramentos Brasília. A geologia do DF foi recentemente revista e atualizada a partir da confecção de um novo mapa geológico sem as coberturas de solos, desenvolvido por Freitas-Silva e Campos (1998). Quatro conjuntos litológicos distintos compõem o contexto geológico regional do DF: os Grupos Araxá, Bambuí, Paranoá, Canastra e suas respectivas coberturas de solos residuais ou coluvionares.

O Grupo Paranoá representa cerca de 65% do território do Distrito Federal e apresenta-se dividido em seis unidades: Unidade S (Metassiltito), Unidade A (Ardósia), Unidade R3 (Metarritimito Arenoso), Unidade Q3 (Quartzito Médio), Unidade R4 (Metarritimito Argiloso), Unidade PPC (Litologias psmo-pleoto-carbonatado) (Freitas-Silva e Campos, 1998)

Faria (1995) elaborou a coluna integrada para o Grupo Paranoá, a qual se mostra aplicável regionalmente por toda a porção externa da Faixa Brasília, atribuindo siglas às diferentes unidades da base para o topo conforme a seguinte estratigrafia: SM, R1, Q1, R2, Q2, S, A, R3, Q3, R4, PC. No Distrito Federal ocorrem apenas as sete unidades do topo. Enquanto na área de estudo as principais unidades estratigrafias são R3, Q3 e R4, conforme figura 5, e suas características são as seguintes:

- **Unidade R3:** é caracterizada pela alternância de estratos milimétricos a métricos de quartzitos de granulação fina a média, metassiltitos argilosos, metargilitos sílticos e metalamitos. Em função da presença de duas intercalações mais espessas de quartzitos, esta unidade foi dividida por Freitas-Silva e Campos (1995) na região do Parque Nacional de Brasília em duas subunidades: Subunidade Inferior iniciada por um contato gradacional com as ardósias, com aumento progressivo de intercalações de metassiltitos e delgadas camadas de quartzitos, com um espesso nível de quartzito denominado de q1 no topo, e a Subunidade Superior composta por um conjunto de metarritimitos típicos com constantes intercalações de bancos centimétricos a decimétricos de quartzitos e metassiltitos laminados, culminando em um espesso nível de quartzito maciço ou laminado denominado de q2 (Felizola et al., 2009).
- **Unidade Q3:** composta por quartzitos brancos ou amarelados, de granulação fina, bastante silicificados, intensamente fraturados, ricos em estratificações cruzadas tabulares, acanaladas e do tipo espinha de peixe, além de marcas onduladas

assimétricas. A abertura das fraturas é um condicionante hidrogeológico importante. As melhores exposições são observadas ao longo de toda a borda leste desta chapada. No interior da chapada podem ocorrer na forma de matacões métricos e em exposições in situ isoladas na forma de ilhas (Felizola et al., 2009).

- **Unidade R4:** Os metarritmitos desta unidade estão limitados a restritas áreas na porção inferior das quebras de relevo que marcam a borda da Chapada de Brasília. Na porção basal este conjunto apresenta espessos pacotes de metarritmitos argilosos maciços de cor rosada que passam para colorações esbranquiçadas com a evolução do intemperismo. Em direção ao topo estratigráfico, ocorre um conjunto rítmico com intercalações centimétricas regulares de quartzitos de granulação fina rosados a avermelhados e pelitos, com espessuras de 1 a 2 centímetros, superando 20 centímetros apenas localmente. Níveis de marga podem ser observados em profundidade em perfis de poços, uma vez que em superfície os carbonatos são comumente dissolvidos. Os níveis arenosos apresentam estruturas do tipo laminações cruzadas truncadas e hummockys (Felizola et al., 2009).

3.5 Geomorfologia

Dentre os fatores responsáveis pela evolução morfodinâmica do DF, destacam-se o clima, a evolução dos perfis de alteração, a estruturação tectônica, além de processos de incisão de vales nas amplas chapadas elevadas (Campos, 2004). O substrato litológico apresenta um notável controle da compartimentação e evolução geomorfológica.

Segundo Novaes Pinto (1994), a paisagem natural do DF apresenta-se integrada por 13 unidades geomorfológicas que constituem geossistemas interrelacionados e hierarquizados. Por suas similaridades morfológicas e genéticas, as unidades geomorfológicas agrupam-se em três tipos de paisagem, macrounidades, característicos da Região de Cerrado. As macrounidades foram denominadas de A= Região de Chapadas, B= Área de Dissecção Intermediária e C= Região de Vale.

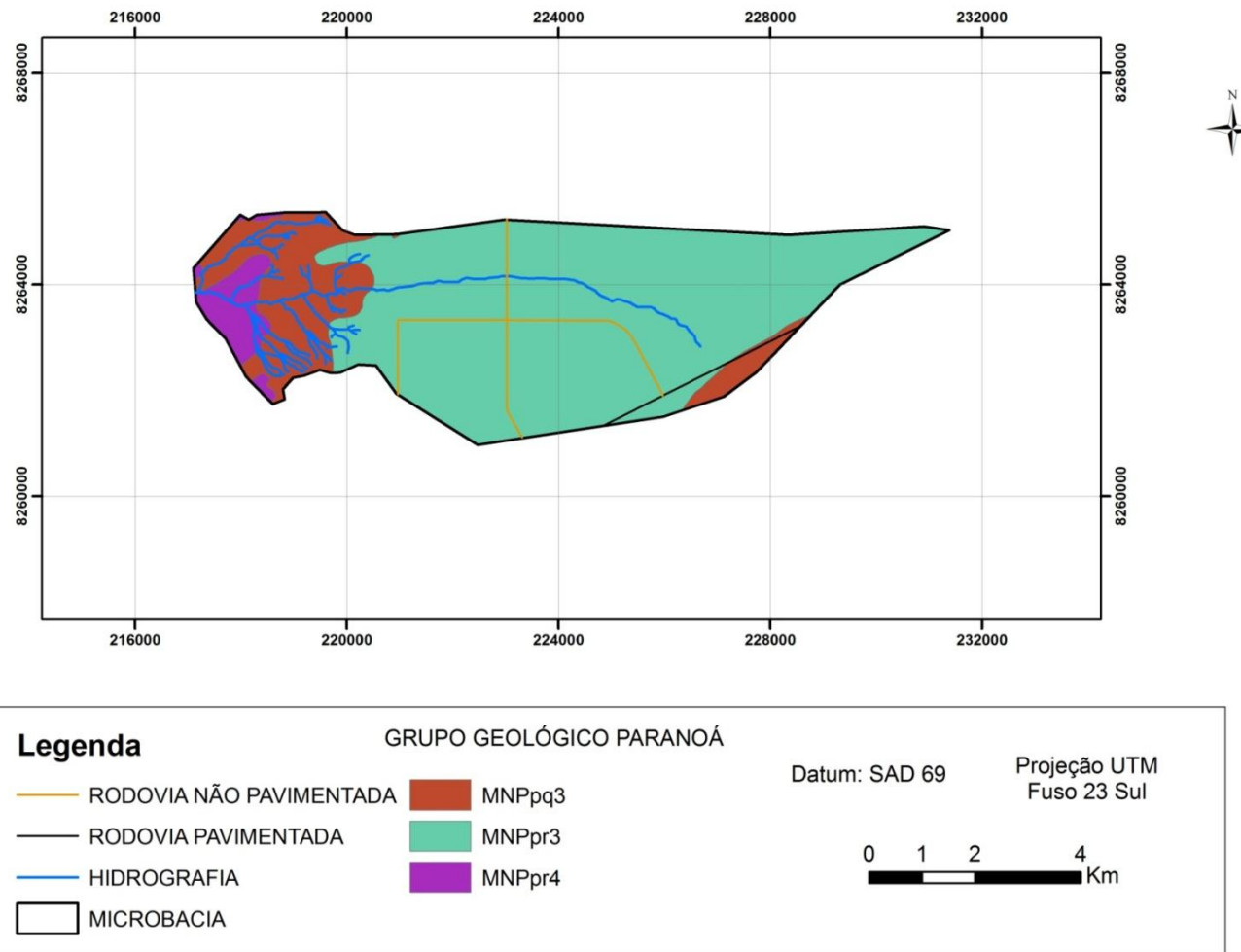


Figura 5: Mapa de geologia da APM do Córrego Quinze (Freitas-Silva e Campo, 1998)

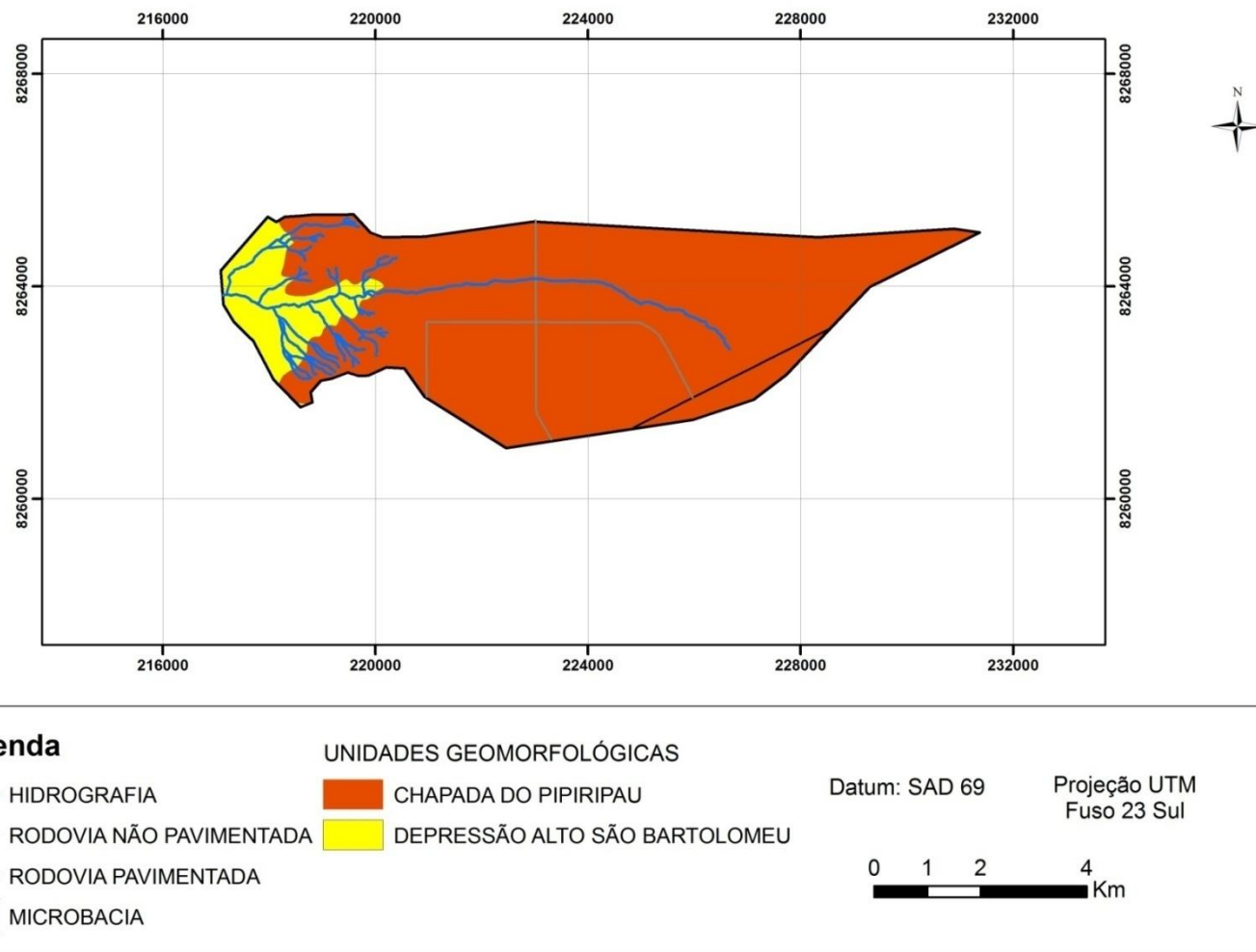


Figura 6: Mapa de geomorfologia da APM do Córrego Quinze (Novaes Pinto, 1994).

A macrounidade região de Chapada ocupa cerca de 34% da área do DF e é caracterizada por topografia plana a plano-ondulada, acima da cota 1000m. Desenvolve-se sobre quartzitos (Chapada da Contagem, Brasília e Pípiripau), ardósias, filitos e micaxistos (Chapada Divisora São Bartolomeu - Preto - e a Chapada Divisora Descoberto - Alagado).

A Área de Dissecação Intermediária ocupa cerca de 31% do DF e corresponde às áreas fracamente dissecadas, drenadas por pequenos córregos, modeladas sobre ardósia, filitos e quartzitos.

Por fim, as Regiões Dissecadas de Vale ocupam aproximadamente 35% do DF e corresponde às depressões de litologias.

De acordo com a compartimentação geomorfológica de Novaes Pinto (1994), a área de estudo, compreende as unidades geomorfológicas da Região de Chapada Pípiripau e Região Dissecada de Vale do Alto Curso do Rio São Bartolomeu. Nas áreas de chapada têm-se as maiores cotas altimétricas variando de 1189 m a 1000 m e a região dissecada encontra-se em cotas menores, variando de 1000 m a 951 m (figura 6).

3.6 Hidrogeologia

O contexto hidrogeológico do Distrito Federal é dividido em Domínio Poroso (relacionado ao manto de intemperismo com até 50 metros de espessura) e em Domínio Fraturado (representado pelas zonas fraturadas nas rochas proterozóicas). O Domínio Fraturado é o mais importante do ponto de vista de abastecimento, sendo dividido nos sistemas aquíferos Canastra (com dois subsistemas), Paranoá (com cinco subsistemas), Bambuí e Araxá. O domínio poroso é dividido nos sistemas P1, P2, P3 e P4, sendo caracterizados como aquíferos suspensos com relação aos aquíferos fraturados (Campos e Freitas-Silva 1998). A tabela 4 mostra as principais características dos sistemas e subsistemas aquíferos que ocorrem na área de estudo.

As águas dos aquíferos do **Domínio Poroso** são armazenadas nos espaços intergranulares dos constituintes dos solos ou das rochas alteradas, com os minerais, agregados de solos, material orgânico e outros (Campos & Freitas-Silva, 1998). A recarga do Domínio Poroso se dá através da infiltração das águas de chuva. Este processo é um filtro natural para as águas que alcançam os aquíferos do domínio fraturado. Os exutórios são representados por fontes de depressão e contato, ou podem estar vinculados à recarga do aquíferos fraturados sotopostos (Felizola, 2009).

As águas dos aquíferos do **Domínio Fraturado** estão armazenadas ao longo de descontinuidades relacionadas a fraturas, juntas e diáclases. Os processos metamórficos foram responsáveis pela recristalização de minerais e pela cimentação de grãos, resultando na total obliteração da porosidade original. Este domínio é representado por sistemas de aquíferos livres ou confinados, de restrita extensão lateral, com forte anisotropia e heterogeneidade, sendo responsável pelo armazenamento e circulação das águas subterrâneas profundas (Campos e Freitas-Silva, 1998). A recarga se faz através da percolação descendente de águas de precipitação pluviométrica, sendo, na região, favorecida pela atitude verticalizada das fraturas de rochas psamíticas. Outros fatores também importantes no controle da recarga são o relevo, o tipo de cobertura vegetal, a espessura das coberturas de solos, as condições de uso do solo e a porcentagem de áreas urbanizadas. Este subsistema, em função de sua vazão específica elevada, grande área de distribuição lateral, ampla cobertura pelos sistemas do Domínio Poroso, é o mais importante no Distrito Federal, e o único fora do domínio cárstico que pode, em alguns casos, viabilizar de forma sustentável, o abastecimento completo de parcelamentos urbanos de pequeno porte. A figura 7 ilustra os sistemas aquíferos que ocorrem na área de estudos.

Tabela 4: Classificação dos domínios, sistemas e subsistemas aquíferos do Paranoá, destaque para o sistema e os subsistemas da área estudada Freitas-Silva e Campos, 1995

AQUÍFERO DO DOMÍNIO POROSO				
AQUÍFERO	MÉDIAS DAS VAZÕES	ESPESSURA SATURADA MÉDIA	SOLOS PREDOMINANTES	UNIDADES GEOLÓGICAS SUBJACENTES
SISTEMA P1	<800 L/h	10 metros	Latossolo vermelho-amarelo de textura arenosa; Areias quartzosas	Q3, R3 e quartzitos da unidade S
SISTEMA P2	<500 L/h	>10 metros	Latossolo vermelho arenoso a siltoso	A, S; Grupo Canastra; Grupo Araxá
SISTEMA P3	<500L/h	<15 metros	Latossolo vermelho argiloso; cambissolo	R4; Grupo Araxá
SISTEMA P4	<300L/h	Solos Rasos	Cambissolo litólico; litossolo rasos	PPC; Grupo Araxá; Grupo Canastra
AQUÍFERO DO DOMÍNIO FRATURADO				
SISTEMA PARANOÁ				
AQUÍFERO	MÉDIAS DAS VAZÕES	TIPO LITOLÓGICO PREDOMINANTE		
Subsistema S/A	12.500 L/h	Ardósias e metassiltitos (A); quartzitos (topo S)		
Subsistema A	4.000 L/h	Ardósias (A)		
Subsistema Q3/R3	12.000 L/h	Quartzitos (Q3); intercalações rítmicas de quartzitos de granulação fina a média e metassiltitos (R3)		
Subsistema R4	6.000 L/h	Intercalações centimétricas regulares de quartzitos de granulação fina e metassiltitos (R4)		
Subsistema PPC	9.000 L/h	Metapelitos, ardósias e metacarbonatos (PPC)		

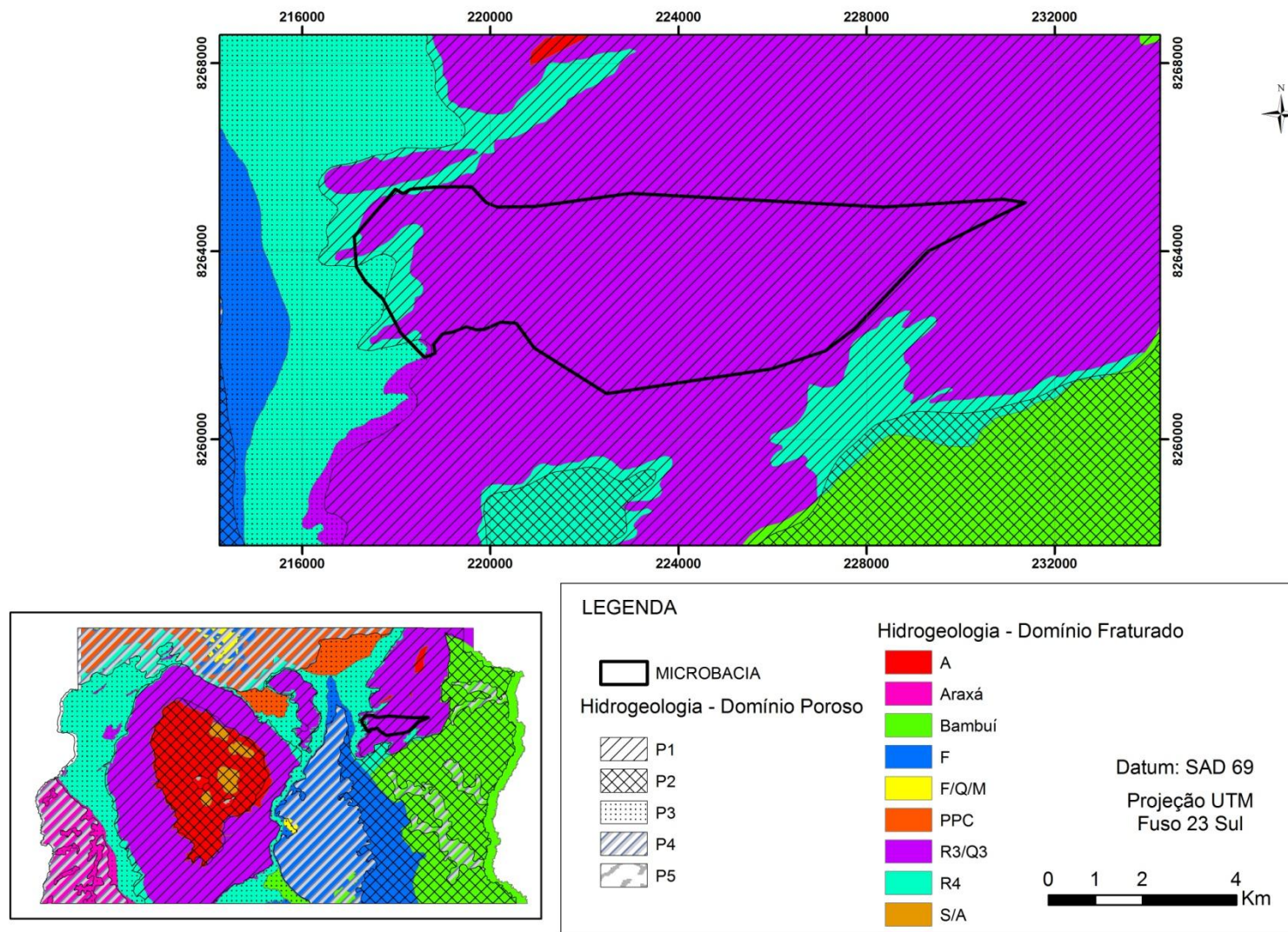


Figura 7 Mapa hidrogeológico da APM do Córrego Quinze (Campos e Freitas-Silva, 1998)

3.6.1 Caracterização Hidroquímica das Águas dos Subsistemas Q3/R3 e R4

O Subsistema R3/Q3 é representado por águas cloretadas magnesianas com potencial hidrogeniônico inferior a 5,0. Geologicamente, as rochas deste subsistema são inertes ou pouco reativas e, portanto, a composição das águas subterrâneas pode indicar a composição original das águas de infiltração, comumente enriquecidas em cloreto (Arraes et al., 2006). Já o subsistema R4, possui águas cloretadas cálcico-magnesianas, cloretadas cálcicas e bicarbonatadas cálcicas com potencial hidrogeniônico médio de 5,5. A presença dos cátions cálcio e magnésio e do ânion bicarbonato se devem à participação de carbonato nos pelitos desse subsistema. Já a presença do cloreto pode ter origem nas águas de infiltração (Arraes et al., 2006).

Boaventura e Freitas (2006) definem como discriminantes geoquímicos para as águas não alteradas do domínio fraturado dos subsistemas Q3/R3 e R4, os baixos valores de potencial hidrogeniônico (inferiores a 5, com média de 4,4) de condutividade elétrica (inferiores a 18 $\mu\text{S}/\text{cm}$, sendo que a maioria dos valores encontra-se na faixa de 10 $\mu\text{S}/\text{cm}$).

3.7 Distribuição dos Solos

O trabalho realizado pelo Serviço Nacional de Levantamento de Solos (Embrapa, 1978), no qual foi elaborado o mapa de levantamento de reconhecimento de solos do Distrito Federal, na escala 1:100.000, considera que os solos do DF representam bem os solos do bioma do Cerrado. Ainda segundo Embrapa (1978) o DF apresenta três classes de solos mais importantes, o Latossolo Vermelho, o Latossolo Vermelho-Amarelo e o Cambissolo, tendo essas classes de solo uma representatividade territorial de 85,5%.

As outras classes que ocorrem no DF cobrem 9,06% do total da área, representadas por: Argissolos (4,09%), Chernossolos e Nitossolos (0,09%), Neossolos Flúvicos (0,19%), Gleissolos (4,16%), Neossolos Quartzarênicos (0,53%) e Plintossolos. O restante da área é constituída por superfícies aquáticas e áreas urbanas.

Como se pode visualizar na figura 8, na área de estudo predominam os Latossolos mas a presença do Cambissolo e dos solos Hidromórficos na Preservação Permanente é marcante. De acordo com a Embrapa (2001) os solos de ocorrência em Matas Ciliares /Galeria, no Distrito Federal, estão representados em uma escala regional

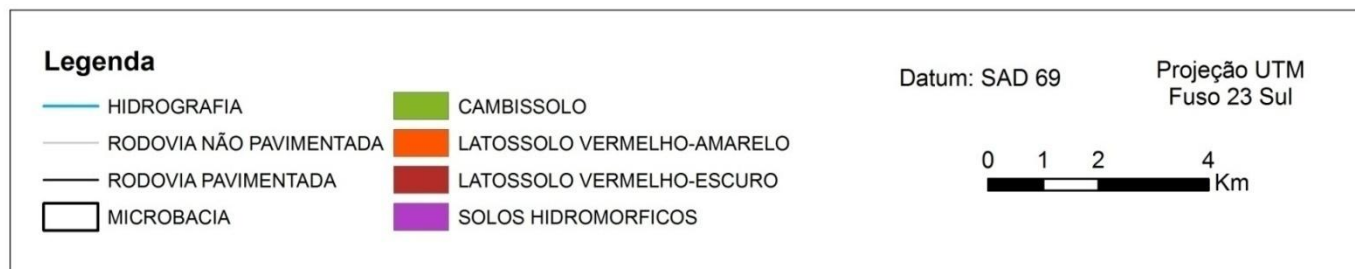
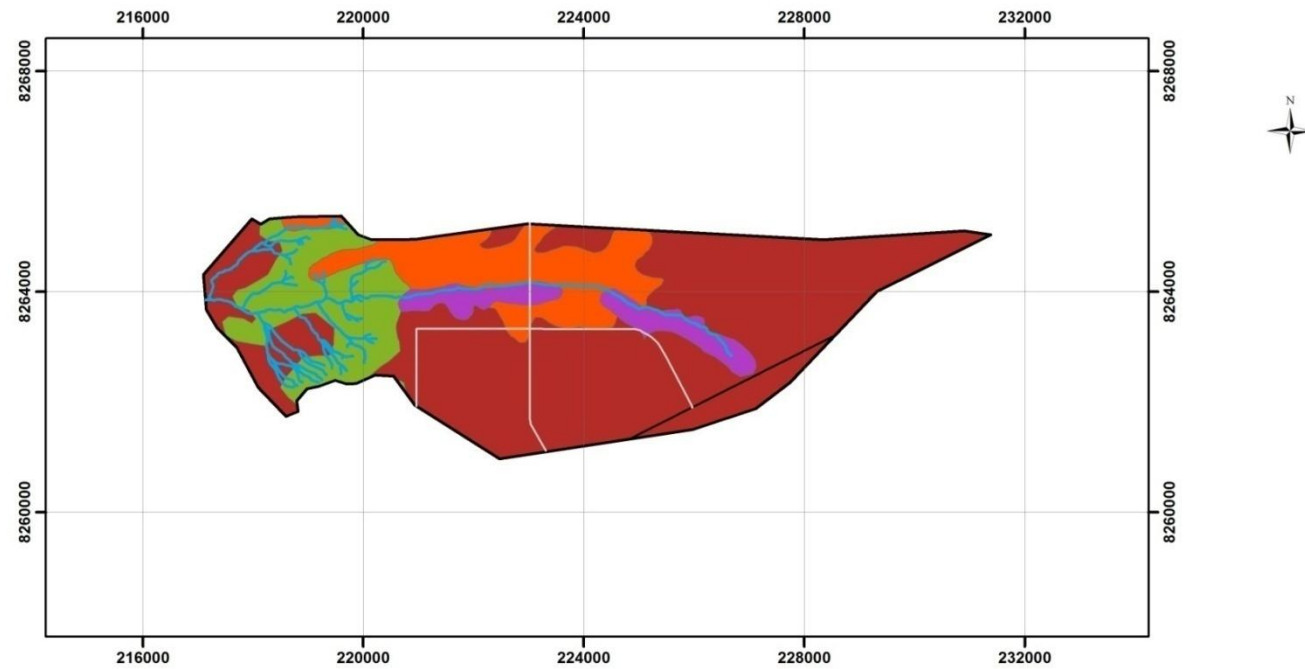


Figura 8: Mapa de distribuição dos solos da APM do Córrego Quinze (Embrapa, 1978).

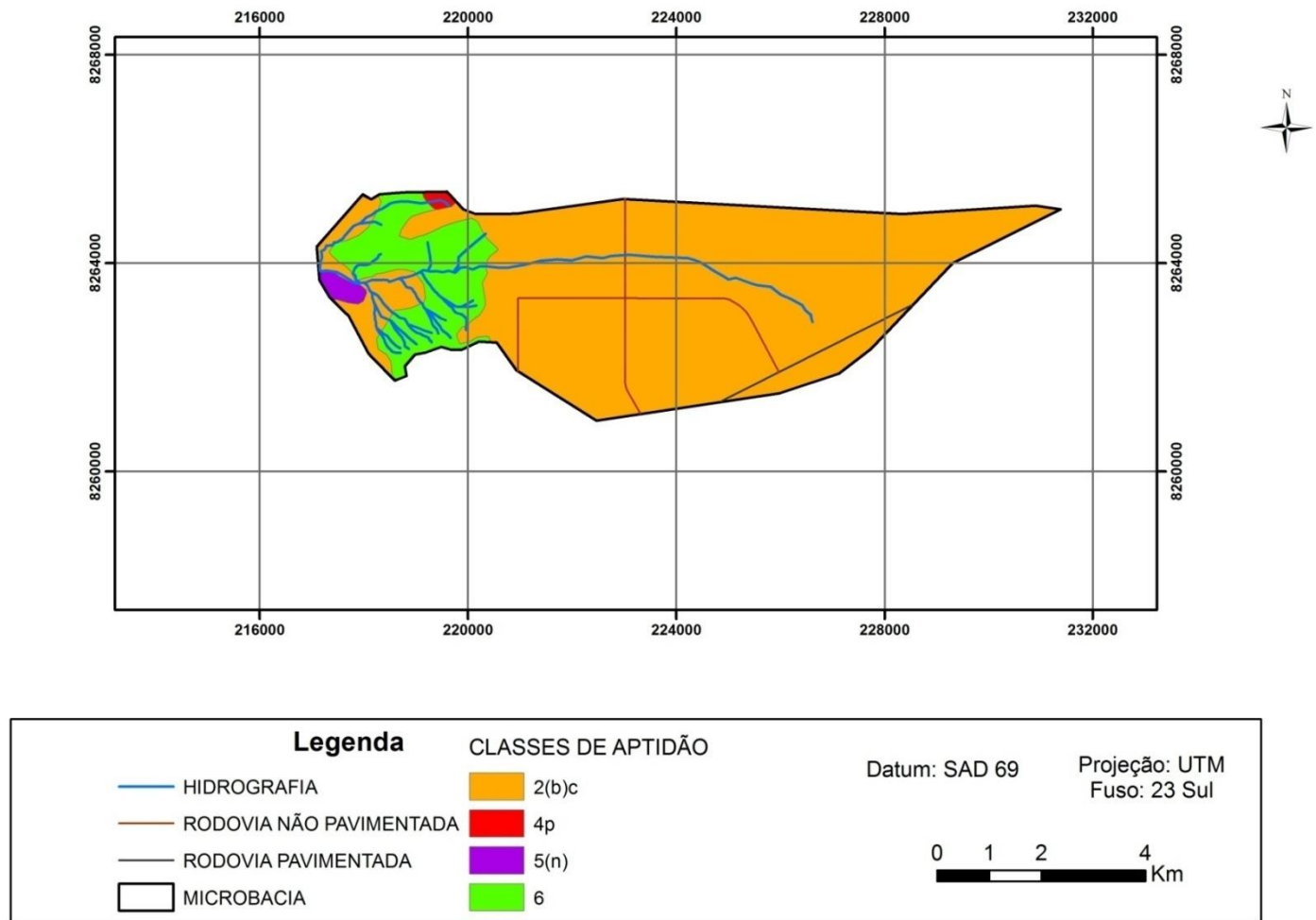


Figura 9: Mapa de aptidão agrícola das terras da APM do Córrego Quinze (Ramalho e Beek, 1995).

por solos Hidromórficos indiscriminados álicos e alguns alumínicos e os Cambissolos nessa fitofisionomia são distróficos.

3.8 Aptidão Agrícola das Terras

A microbacia do Córrego Quinze apresenta quatro classes de aptidão agrícola das terras, de acordo com Ramalho e Beek (1995).

A figura 9 apresenta o mapa de aptidão agrícola das terras da microbacia estudada. Onde:

2 (b)c - aptidão agrícola é regular para lavouras com nível de manejo C e restrita para o nível de manejo B, inapta para o nível de manejo A;

4 p - aptidão regular para pastagem plantada;

5(n) - sem aptidão para silvicultura, restrita para pastagem natural;

6 - sem aptidão agrícola: deve ser estabelecida ou mantida a cobertura vegetal. Preservação da fauna e da flora.

3.9 Bacias Hidrográficas

A região do Distrito Federal, com uma área de 5.822,1 Km², é drenada por cursos d'água pertencentes a três das mais importantes bacias hidrográficas brasileiras: São Francisco (rio Preto), Tocantins/Araguaia (rio Maranhão) e Paraná (rios São Bartolomeu e Descoberto). Esses rios são descritos como rios de planalto, e suas bacias identificadas por um padrão de drenagem radial. Pela disposição da drenagem, observa-se que dois de seus cursos de água são delimitadores do território do Distrito Federal: a Leste, o rio Preto; e, a Oeste, o rio Descoberto.

A Região Hidrográfica do Paraná é responsável pela maior área drenada do Distrito Federal, ocupando, aproximadamente, uma área de 3.658 km² com uma descarga média de 64 m³/s. Essa região é constituída pelas bacias hidrográficas do rio São Bartolomeu, do Lago Paranoá, do rio Descoberto, do rio Corumbá e do rio São Marcos (figura 10). Por ter a maior área de drenagem, cerca de 65% de toda porção territorial do Distrito Federal, a região hidrográfica do Paraná é de grande importância para a região, pois nela estão localizadas as principais áreas urbanas e captações de água para abastecimento público (Isaias, 2008).

A microbacia do Córrego Quinze tem predominância de atividades agrícolas e sua captação atende exclusivamente ao bairro do Vale do Amanhecer, na região de Planaltina.

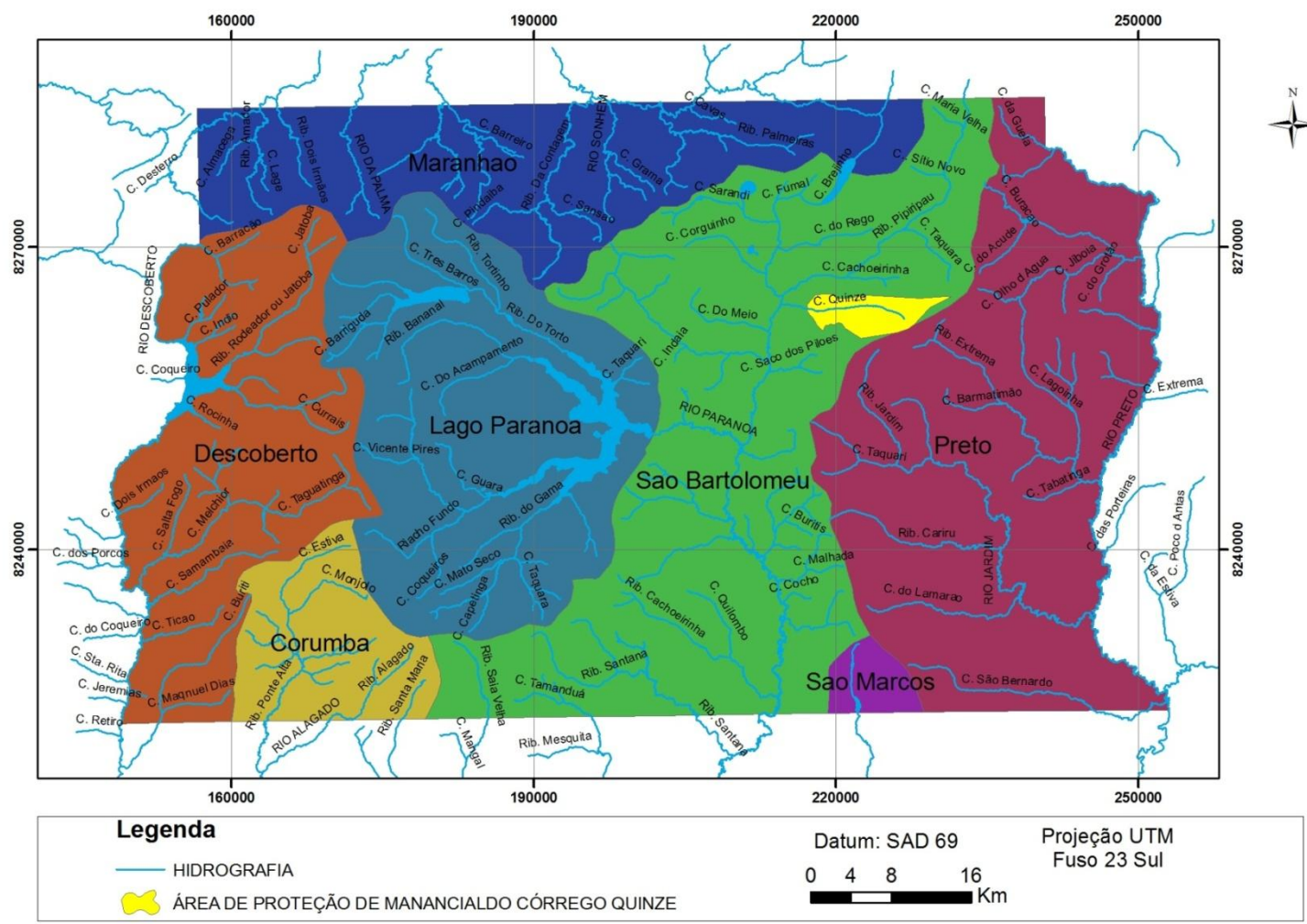


Figura 10: Mapa das bacias hidrográficas do Distrito Federal

3.10 Contextualização da Área de Estudo

3.10.1 Núcleo Rural Santos Dumont

A principal ocupação do solo da Região Administrativa de Planaltina é a agricultura, sendo que grande parcela dessa ocupação é composta por agricultura familiar, contribuindo assim para que Planaltina apresente a maior população rural do Distrito Federal. O setor agrícola da Capital exporta seus produtos para outros centros e ganha cada vez mais destaque na região centro-oeste. Em Planaltina os núcleos rurais de maior importância são Tabatinga, Rio Preto, Pípiripau, Taquara e Santos Dumont.

Parte do núcleo rural Santos Dumont está inserida na microbacia em estudo. Esse Núcleo é dividido em duas partes, uma chamada parte alta e outra parte baixa sendo que a microbacia do Córrego Quinze localiza-se na parte baixa.

Oliveira (2006), em sua pesquisa sobre a agricultura e sustentabilidade nos núcleos rurais da bacia hidrográfica do Ribeirão Pípiripau, relata que na época de criação do núcleo rural Santos Dumont, a CAESB que, por força do decreto de sua criação, decreto nº 524 de 1969, possuía juntamente com outros órgãos, a responsabilidade pela conservação, proteção e fiscalização das bacias hidrográficas ou reservadas para fins de abastecimento urbano e o controle de poluição das águas no âmbito do Distrito Federal, enumerou algumas restrições que deveriam ser obedecidas na implantação da parte do núcleo rural Santos Dumont que coincidissem com a microbacia do Córrego Quinze. Algumas dessas restrições foram: veto à implantação de qualquer indústria considerada altamente poluidora, bem como, abatedouro de aves, suínos, bovinos etc.; estabelecimento de uma zona de proteção sanitária em torno das nascentes e olhos d'água; proibição do uso de determinados agrotóxicos, como por exemplo, os organo-clorados e organo-mercuriais, por serem altamente tóxicos e seria importante adotar a rotação de culturas que consiste em fazer o rodízio das espécies cultivadas, dentre outras medidas que visavam à proteção dos recursos hídricos daquela localidade (Distrito Federal, 1969).

A região do Santos Dumont possui uma boa infra-estrutura de apoio, com malha viária, rede elétrica, escolas, telefonia e setor comercial. Porém, os setores de saúde, transporte e segurança ainda precisam de investimento no que diz respeito ao atendimento da comunidade rural. A proximidade da área rural com o setor urbano facilita o escoamento dos produtos, trazendo cada vez mais expansão das terras agrícolas.

O Núcleo possui unidades rurais com áreas de diversos tamanhos, entre pequenos, médios e grandes produtores. A agricultura é diversificada entre grãos, hortaliças e frutíferas em menor proporção, sendo que na parte alta cultivam-se mais grãos como a soja, milho, feijão, café e algodão. Na atividade pecuária, destaca-se a bovinocultura, a avicultura de corte, a suinocultura e a ovinocultura.

Cabe salientar que, no núcleo rural Santos Dumont até recentemente, vivia uma situação de conflitos pela utilização dos recursos hídricos do ribeirão Pípiripau entre os produtores rurais e a CAESB e também entre os próprios produtores, conforme consta no trabalho realizado por Oliveira (2003), onde ficou constatado a existência de um conflito manifesto no Santos Dumont e, um conflito potencial no âmbito da bacia como um todo, caso medidas não fossem tomadas para minimizar a situação existente. Hoje, a situação encontra-se amenizada devido, principalmente, à regularização dos usuários dos recursos hídricos do ribeirão Pípiripau realizado no ano de 2004 pela Agência Nacional de Águas (ANA). A partir de um cadastramento, os próprios usuários passaram a adotar medidas visando o uso racional do recurso hídrico, como o revestimento de concreto em parte do canal de irrigação do Núcleo, uma vez que foi constatada a perda de recurso por falta de manutenção desse canal. Uma das grandes dificuldades para se adotar medidas conservacionistas está relacionada a investimentos financeiros.

Segundo relatório realizado pela Semarh/DF (2002), esse Núcleo é considerado semi-urbano, pois está situado ao lado da cidade de Planaltina, além de fazer divisa com o Vale do Amanhecer e o Condomínio Arapoangas, essas áreas possuem um grande contingente populacional e não tem estrutura adequada para atender essa população.

Em relação aos corpos d'água, o Córrego Quinze é um dos principais drenos local, recebendo água dos afluentes Grota da Vereda e Quatis. A vegetação típica é o Cerrado, incluindo Veredas com a presença de buritis, onde o solo é Hidromófico, possuindo Mata Ciliar, acompanhando os drenos permanentes (Oliveira, 2006).

Um dos grandes problemas do núcleo rural Santos Dumont atinge diretamente a região de nascentes, onde são vários os drenos feitos pelos moradores com diversos fins, entre eles a captação de água para uso agropecuário. Suas margens estão sendo degradadas, em função da constante presença de pessoas sem o devido controle, fiscalização e monitoramento, principalmente nos finais de semana.

3.10.2 Pesquisas realizadas na mesma área

O trabalho de Isaias (2008) propôs calcular o Índice de Sustentabilidade de Bacias Hidrográficas (ISBH) de 11 microbacias do Distrito Federal. O ISBH proposto é composto por quatro dimensões, a saber: ambiental; de qualidade da água; socioeconômica e político institucional. Das 11 microbacias estudadas por Isaias, cinco apresentaram comprometimento significativo da sustentabilidade no período estudado (1984, 1995 e 2006) dentre elas está a microbacia do Córrego Quinze. Isaias relata que a aplicação do ISBH na microbacia do córrego Quinze apontou uma queda da sustentabilidade no período estudado sendo que os indicadores que mais contribuíram para essa queda foram: a cobertura vegetal; o risco de erosão; e o aumento de áreas impermeabilizadas na microbacia. Por conseguinte, a dimensão de qualidade da água apresentou os reflexos da queda dos indicadores ambientais que ocorreram no período de 1984 a 1995, a partir de 2006.

Assim, segundo Isaias, ao analisar o mapa de uso do solo da microbacia do Quinze é possível constatar o severo processo de desmatamento pelo qual essa microbacia passou, notadamente entre 1984 e 1995 e ao comparar o ISBH do Quinze com o de outras microbacias estudadas pode-se concluir que principal fator de pressão na APM do Quinze é exercido pela intensa expansão da atividade agrícola.

Bilich (2007) com o objetivo de avaliar o uso e ocupação das terras e a qualidade da água na microbacia do ribeirão Mestre D'Armas, classificou a APM do Quinze como sendo uma sub-microbacia dela que possui usos e ocupações das terras variadas, porém com atividades agrícolas na maior parte da área, principalmente plantio de culturas anuais. Bilich constatou que dentre as captações do ribeirão Mestre D'Armas, a localizada no Córrego Quinze foi a que apresentou no período estudado (1996, 2000, 2003 e de janeiro a julho do ano 2005) os melhores índices de qualidade de água quando comparada com outras duas captações com uso semelhante do solo.

Apesar de Isaias (2008) ressaltar queda no IQA da captação do Córrego Quinze ao longo dos anos enquanto Bilich (2007) ressalta que o IQA do mesmo local foi pouco afetado se comparado a outras microbacias semelhantes no uso do solo, ambos autores mencionados observaram que há problemas ambientais envolvendo a ocupação inadequada das terras, com consequência negativa para os recursos hídricos, em algumas captações da CAESB e apontam que se faz necessário um maior monitoramento dos recursos naturais, em especial a água.

4 MATERIAL E MÉTODOS

Esta pesquisa foi realizada dentro da cooperação técnico científica entre a UnB e a Universidade Técnica de Dresden da Alemanha (UTD) por intermédio do Projeto Água DF e em paralelo com a pesquisa de outro aluno do mestrado do Instituto de Geociência que trabalhou com a mesma área, porém com foco nas áreas de Reserva Legal e indicadores de qualidade de solo, a qual foi intitulada: Eficácia dos indicadores de qualidade do solo em reservas legais, na Área de Proteção de Mananciais do Córrego Quinze, Distrito Federal.

4.1 Aquisição dos Dados de Qualidade de Água

A CAESB monitora periodicamente os pontos de captação de água, através de análises físicas, químicas e biológicas da água. A aquisição dos dados foi obtida por meio da solicitação formal junto a essa Companhia. Esses dados são oficiais e possibilitaram o estudo de uma série temporal de três anos de monitoramento do Córrego Quinze. Os métodos de coleta, preservação e análise das amostras de água pela CAESB seguem normas de procedimentos operacionais definidos pela empresa e estão disponíveis no anexo desse estudo.

4.1.1 Seleção dos Parâmetros

A CAESB disponibilizou os resultados das análises físicas, químicas, biológicas e os valores do Índice de Qualidade de Água do ponto de captação de água do Córrego Quinze referentes anos de 2007, 2008 e 2009 (meses: fevereiro, abril, junho, agosto, outubro e dezembro).

Os parâmetros utilizados neste trabalho foram selecionados em função da importância no estudo ambiental e que pudessem servir de indicadores para possíveis alterações no meio ambiente, decorrentes do tipo de ocupação das terras na microbacia em estudo.

Os parâmetros usados no estudo foram químicos: oxigênio dissolvido, ferro total, fósforo total, o cloreto, a condutividade, o pH, a demanda química de oxigênio; físico: a turbidez e sólidos dissolvidos totais; biológico: os coliformes fecais e por fim o próprio Índice de Qualidade da Água.

Além dos dados de monitoramento da qualidade da água nesses pontos de captação, foram solicitados à CAESB os dados referentes ao volume de chuva mensal precipitado dos anos de 2007, 2008 e 2009, registrados na estação pluviométrica

Colégio Agrícola, localizado nas coordenadas UTM (fuso 23), 210.931m e 8.267.143m, portanto muito próximo da área em estudo o que torna seus dados bastante significativos. Todos os dados cedidos pela Caesb estão disponibilizados no anexo deste estudo.

Os dados dos parâmetros de qualidade de água foram analisados em função do volume de chuva mensal precipitado e da Resolução do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA) nº 357, de 17 de março de 2005 (Brasil, 2005). Apesar de ainda não existir o Comitê de Bacia para debater as questões referentes à gestão dessa água, optou-se nesse estudo por comparar os parâmetros em função dos limites estabelecidos para águas Classe 2 por ser uma categoria exigente em qualidade de água.

A legislação brasileira, por meio da Resolução nº 357/05 do Conselho Nacional do Meio Ambiente, estabelece parâmetros de qualidade para águas doces, salinas e salobras. No caso das águas doces as classificações são: Classe especial, Classe 1, Classe 2, Classe 3 e Classe 4 (Brasil, 2005).

Águas doces Classe 2 são aquelas que podem ser destinadas (Brasil, 2005):

- (a) ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional;
- (b) à proteção das comunidades aquáticas;
- (c) à recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho, conforme Resolução CONAMA nº 274 de 2000 (Brasil, 2000b);
- (d) à irrigação de hortaliças, plantas frutíferas e de parques, jardins, campos de esporte e lazer, com os quais o público possa vir a ter contato direto; e
- (e) à aquicultura e à atividade de pesca.

4.2 Caracterização das Áreas de Coleta de Solo

Para a realização do estudo de solos foram selecionadas duas áreas com distintos sistemas de uso do solo, a saber: área I, preservação da Mata Ciliar, porém sem averbação da Reserva Legal (APP) e área II, preservação da Mata Ciliar e inserida no Parque Ecológico Pequizeiros, essas áreas podem ser observadas na figura 11.

4.2.1 Descrição das Áreas

- **Área I**

Na área I, a preservação da Mata Ciliar se faz presente, porém não há o cumprimento da legislação referente à APP, que diz que é proibida a circulação de animais domésticos e pessoas na APP, ou seja, ela deve ser isolada. Nessa área não

ocorre o isolamento mencionado. Nesta área a situação é de total exposição às atividades agrícolas que são realizadas nas suas adjacências.

Falta na área I, a averbação da Reserva Legal (RL) que é exigência do art. 16, § 8º do Código Florestal Brasileiro. Se houve esse dispositivo averbado em cartório, a APP e a RL estariam lado a lado, uma vez que, uma das premissas para o órgão ambiental competente realizar a averbação da área de RL é observar se há APP no local de maneira que, deve arquitetá-las de modo a trazer maior conservação da biodiversidade, vegetal e animal, conforme art. 16, § 4º, inciso V da lei nº 4.771, de 1965 que institui o novo Código Florestal (Brasil, 2001).

- **Área II**

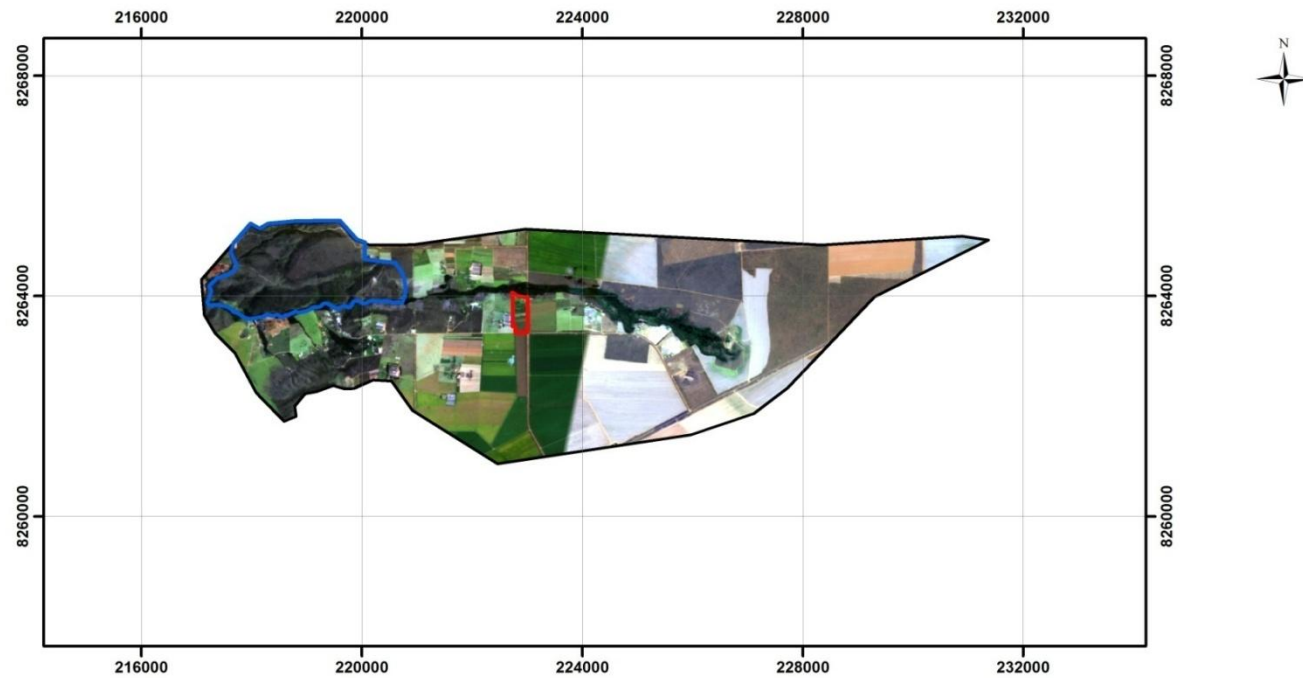
A área II está completamente inserida no Parque Ecológico Pequizeiros que é administrado pelo Instituto do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos do Distrito Federal (IBRAM), órgão ambiental do Distrito Federal ao qual compete à averbação das Áreas de Reserva Legal no DF.

Há registros de que essa área está completamente preservada há aproximadamente 11 anos, desde que foi criado o Parque, através da lei nº 2.279, de 1999. O Parque Pequizeiros, em Planaltina, é o maior do DF, com 783 hectares (Distrito Federal, 1999).

Esse Parque foi criado abrangendo a Reserva Legal do núcleo rural Santos Dumont e objetiva conservar os ecossistemas naturais locais; estimular o ecoturismo, a educação ambiental e as atividades de lazer integradas ao ambiente natural; propiciar o desenvolvimento de pesquisas sobre os ecossistemas locais e promover a recuperação de áreas degradadas (Distrito Federal, 1999). Apesar da lei de criação do Parque não mencionar as APPs, suas matas são bem preservadas e isoladas, ou seja, não há circulação de pessoas e animais domésticos, salvo, em uma cachoeira visitada pela população nos finais de semana.

De acordo com a lei de criação (Distrito Federal, 1999), o Parque Ecológico Pequizeiros contaria com Conselho Deliberativo, constituído por representantes do Distrito Federal e da Associação dos Produtores Rurais do Santos Dumont, porém até o ano de 2010 não há registro de criação desse conselho.

O Parque tem poligonal definida, mas não há qualquer infra-estrutura implantada. Abrange área de encosta, que incluem nascentes e vegetação de cerrado



Legenda

- ÁREA I
- ÁREA II
- MICROBACIA

Datum: SAD 69

Projeção UTM
Fuso 23 Sul

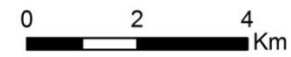


Figura 11: Mapa de localização das Áreas I e II inseridas na APM do Córrego Quinze.

bastante conservada em sua fisionomia natural. Situa-se ao lado do canal de irrigação proveniente do Córrego Pipiripau, que abastece o Núcleo Rural Santos Dumont.

4.2.2 Coleta, Preparação e Armazenagem das Amostras

Para o estudo dos dois tipos de solo presentes na região de APP do Córrego Quinze foram selecionadas duas áreas, conforme item 4.2.1. Fez-se a inspeção em campo para identificar os diferentes tipos de solo nas regiões de APP de cada área, observou-se que apesar de o solo da área I ser diferente do solo da área II em suas extensões apresentavam-se homogêneos, em função disso, optou-se por retirar de cada área apenas três amostras para análises físicas, químicas e de matéria orgânica. As observações feitas em campo consideraram coloração e textura do solo, relevo e vegetação.

As amostras de solo foram realizadas no período seco, em julho de 2010.

As amostras deformadas foram retiradas para realização das análises químicas, de textura e de matéria orgânica de rotina. Para cada uma das duas áreas estudadas foram feitos três pontos de coleta, sendo que em cada ponto foi coletada uma amostra composta na profundidade 0-10 cm e outra na de 10-20 cm. Os pontos de coleta distanciaram-se entre si 50 metros. Para cada um dos pontos foram coletadas 5 amostras simples aleatórias ao redor do ponto de amostragem, estas foram homogeneizadas, com a finalidade de obter uma amostra composta. O produto final da coleta foi para cada área 3 amostras compostas na coleta de amostra de solo deformada.

Enquanto a coleta das amostras indeformadas de solo foi realizada nas profundidades de 0-10 cm e 10-20 com o auxílio do amostrador tipo Uhland, para realização das análises de umidade e densidade. Foram retiradas 12 amostras na profundidade de 0-10 cm e igualmente 12 amostras na profundidade de 10-20 cm, ou seja, para cada área foram retiradas 24 amostras indeformadas em anéis volumétricos tipo Kopecky. Foram quatro pontos de amostragem sendo que cada ponto teve três repetições em duas profundidades, totalizando assim as 24 amostras referidas anteriormente.

4.2.3 Análises Químicas

As análises químicas foram feitas pela empresa Campo Análise no Laboratório de Fertilidade do Solo e Nutrição Vegetal em Paracatu, MG. O pH do solo foi medido com um eletrodo de vidro em solução do solo com relação 1:2,5 em água destilada e

KCl 1 M. O cálcio (Ca^{2+}), magnésico (Mg^{2+}) e alumínio (Al^{3+}) foram extraídos por KCl 1 mol/L e determinados por espectrometria de absorção atômica. Para o fósforo (P), potássio (K), ferro (Fe), zinco (Zn) e manganês (Mn) o extrator utilizado foi Mehlich-1 e para H+Al o extrator foi acetato de cálcio 0,5 mol/L – pH 7,0. Na análise de todos os elementos descritos a metodologia utilizada foi de acordo com Embrapa (1997).

Com base nos resultados obtidos, foram determinadas a capacidade de troca catiônica (CTC), saturação por bases (V) e saturação por alumínio (m).

A matéria orgânica do solo (MOS) foi obtida pelo teor de carbono orgânico, mediante oxidação da matéria orgânica via úmida com dicromato de potássio ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$) em meio ácido (H_2SO_4) e titulação pelo $\text{Fe}(\text{NH}_4)_2(\text{SO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 0,1N com difenilamina como indicador (Embrapa, 1997).

4.2.4 Análises Físicas

Umidade

Para a determinação da umidade do solo foi usado o método termogravimétrico, conforme Embrapa (1997), que consiste em pesar a massa de solo úmido (Mu) e em seguida secá-lo em estufa a 105 – 110°C por 24 horas, e após, determinar sua massa seca (Ms). A partir da equação 1, calculou-se a umidade do solo.

$$U(\%) = \frac{Mu - Ms}{Ms} \times 100$$

Em que:

U = Umidade do solo, %

Mu = Massa do solo úmido, g

Ms = Massa do solo seco em estufa, g

Densidade

A densidade do solo (Ds) foi determinada pelo método do anel volumétrico, conforme Embrapa (1997), o qual se fundamenta no uso de um anel com capacidade interna conhecida. A verificação da densidade do solo ocorreu no final do período de avaliação da umidade. O volume do anel é conhecido (100 cm^3), assim cravaram-se os anéis no solo, por meio de percussão, até seu preenchimento total, às profundidades de 0-10 e 10-20 cm. Posteriormente, removeu-se o excesso de solo, até igualar as bordas do anel. O solo obtido dentro do anel levado para secar em uma estufa a 105-110°C, por 24h, visando obter sua massa. Após esse período, determinou-se a Ds através da equação 2 em que:

$$Ds = \frac{Ms}{Vc}$$

Ds = Densidade do solo, g cm⁻³

Ms = massa de solo seco; g

Vc = volume do anel, cm³

Índice de Flocculação

A textura do solo e a argila dispersa em água (ADA) foram determinadas pelo método do Densímetro de Bouyoucos. O Índice de Flocculação foi calculado de acordo com a equação 4:

$$IF = \frac{AT - ADA}{AT} \times 100$$

Em que:

IF = Índice de Flocculação

AT = Argila Total

ADA = Argila Dispersa em Água

4.3 Sensoriamento Remoto e Sistemas de Informações Geográficas

No estudo da ocupação das terras na microbacia do Córrego Quinze foi utilizada uma imagem digital obtida em 2008 do satélite, japonês, *Advanced Land Observing Satellite* (ALOS) sensor *Advanced Visible and Near-Infrared Radiometer, Type 2* (AVNIR-2), com 4 bandas espectrais abrangendo a região do visível e infravermelho próximo (tabela 5), com resolução espacial de 10m. Sua resolução radiométrica é de 8 bits. As imagens deste sensor são úteis para o mapeamento do uso e cobertura do solo para fins de monitoramento ambiental regional.

Tabela 5: Bandas espectrais do satélite ALOS e suas respectivas resoluções espaciais

	Bandas espectrais (µm)	Resolução espacial (m)
Banda 1	0,42 – 0,50	10
Banda 2	0,52 – 0,60	10
Banda 3	0,61 – 0,69	10
Banda 4	0,76 – 0,77	10

Fonte: Jaxa (2007)

A imagem, previamente georreferenciada, foi cedida pelo órgão distrital, Departamento de Estradas e Rodagem do DF. Os softwares utilizados para confecção do

mapa de uso e ocupação e o de adequabilidade do uso das terras foram o ENVI 4.5 e ArcGIS 9.3.

4.3.1 Recorte da Imagem de Satélite

A área da microbacia do Córrego Quinze corresponde a mesma da APM do Quinze, como a poligonal da APM do Quinze é oficial foi feito o recorte da imagem de satélite no software ArcGis 9.3, por meio da função *clip* usando a imagem ALOS e a poligonal da APM do Quinze. O *shape* que corresponde a poligonal da APM foi adquirido através do Ibram.

4.3.2 Classificação da Imagem

A área estudada é relativamente pequena e bem representada na imagem, por isso optou-se por fazer a classificação da imagem através da interpretação visual. Essa metodologia foi possível pelos seguintes fatores: a microbacia estudada é relativamente pequena; a imagem utilizada na pesquisa possui boa resolução espacial e espectral; e o pesquisador possui satisfatório conhecimento da área de estudo.

O mapa de uso e ocupação atual da microbacia do Córrego Quinze foi feito de maneira direta, através da observação da reflectância dos alvos. A mensuração dessa reflectância foi feita através do software ENVI 4.5, com o auxílio da função *Z profile* (*spectrum*), que permite reconhecer a assinatura espectral dos alvos e identificá-los corretamente também foi realizado no *shape* de hidrografia um *Buffer* através da ferramenta *Analysis tools*, função *Buffer* encontrada na extensão *Proximity*, para calcular a Área de Preservação Permanente que deveria existir no local respeitando a Instrução Normativa SEMA/SEC/CAP/ N° 02 e o Código Florestal (Brasil, 1988b, 2001).

Para construção do mapa de uso e ocupação foi utilizado o software ArcGis 9.3 onde, com o emprego do ArcToolbox e do Arc Catalog foi possível configurar o *shapes* das áreas das classes de uso identificadas.

A escala utilizada no mapeamento foi de 1:100.000. As classes definidas de uso e ocupação das terras foram as seguintes:

- (a) Agricultura maior que 20 ha - agrícola grande porte, envolve as áreas destinadas à atividade agrícola e onde a produção principal é destinada ao cultivo de grãos e pastagem;

- (b) Agricultura menor que 20 ha - abrange as áreas com propriedades de pequeno e médio porte onde a principal atividade é o cultivo de hortifrutigranjeiros;
- (c) Cerrado - fitofisionomias do cerrado de porte alto, o cerrado *sensu stricto*, e as matas mesofíticas e de encosta e vegetação natural de porte médio a baixo constituída por árvores e arbustos tortuosos;
- (d) Mata Ciliar - vegetação nativa de formação arbórea alta e sempre verde, que ocorre ao longo de cursos d'água, as quais podem apresentar larguras variáveis em função das condições do ambiente natural, ou seja, solo, relevo e atividades antrópicas.
- (e) Solo exposto - envolve as áreas com solo exposto decorrente de ações diversas como, preparo para plantio, agricultura abandonada entre outras;
- (f) Rodovia não pavimentada - corresponde a DF- 353 e a DF - 129
- (g) Rodovia pavimentada - corresponde a DF- 250
- (h) Hidrografia - corresponde ao Córrego Grota de Vereda e ao Córrego Quinze e suas diversas ramificações.

Após a classificação da imagem ALOS, foram realizadas campanhas de campo para a verificação da legenda preliminar adotada. Utilizando os dados de campo os *shapes* correspondentes a cada uso foram ajustados de forma a eliminar classificação discordante do uso real. Posteriormente foi utilizada a função merge para unir os *shapes* e formar um mapa único. Foi então realizado o cálculo das áreas de cada classe de ocupação na microbacia do Córrego Quinze com adição de um campo do tipo *double* à tabela de atributos do *shape* e, utilizando as opções de edição de tabelas, escolhendo a opção *Calculate Geometry*.

4.3.3 Adequabilidade do Uso das Terras

Para a avaliação de adequabilidade do uso e ocupação das terras realizou-se o cruzamento entre os mapas temáticos de uso e ocupação das terras de 2008, gerado neste trabalho, e o mapa de aptidão agrícola das terras de acordo com Ramalho Filho e Beek (1995), utilizando o software ArcGis 9.3 através dos parâmetros descritos na tabela 6. A avaliação da adequabilidade de uso das terras neste trabalho foi baseada no sistema de aptidão agrícola das terras proposto por Ramalho Filho e Beek posto que se trata de uma área rural e que o uso das terras objetiva a produção agrícola.

Para o cruzamento, os *shapes* correspondentes a cada classe de aptidão agrícola foram individualizados e utilizando a função *clip* do software foram recortadas no mapa

de uso e ocupação as áreas correspondentes a cada aptidão. Em seguida, essa fragmentação foi reclassificada, agora, de acordo com a adequabilidade do uso à aptidão agrícola das terras de acordo com a tabela a seguir:

Tabela 6: Parâmetros para classificação das terras quanto à sua adequabilidade.

	Classe de aptidão agrícola das terras				
	2(b)c	4p	5(n)	6	
Classe de uso e ocupação das terras	Agricultura maior que 20 ha	Uso adequado	Uso acima do potencial	Uso acima do potencial	Uso acima do potencial
	Agricultura menor que 20 ha	Uso acima do potencial	Uso acima do potencial	Uso acima do potencial	Uso acima do potencial
	Cerrado	Preservação da cobertura natural	Preservação da cobertura natural	Preservação da cobertura natural	Preservação da cobertura natural
	Mata Ciliar	Preservação da cobertura natural	Preservação da cobertura natural	Preservação da cobertura natural	Preservação da cobertura natural
	Solo exposto	Uso abaixo do potencial	Uso abaixo do potencial	Uso abaixo do potencial	Uso abaixo do potencial

Com esse cruzamento foi gerado o mapa de adequabilidade de uso, com a identificação dos seguintes categorias de uso proposto neste estudo:

- (a) Preservação da cobertura vegetal- áreas que mantiveram a cobertura vegetal natural, não há que se falar neste caso em uso acima ou abaixo do potencial, uma vez que esses parâmetros são analisados para fins agrônômicos que não é o objetivo quando se trata de preservação ambiental;
- (b) Uso adequado- uso de acordo com sua aptidão agrícola;
- (c) Uso abaixo do potencial- uso menos intensivo que sua aptidão agrícola;
- (d) Uso acima do potencial- uso mais intensivo do que sua aptidão agrícola.

4.4 Tratamento Estatístico

A estatística utilizada neste estudo foi necessária para organizar, analisar e descrever os dados tanto de água quanto de solo. Os dados de água e solo foram trabalhados de formas distintas.

Para resumir os dados de solo recorreu-se a estatística descritiva que por meio do cálculo da média e da variância permitiu a confecção de uma tabela, que pode ser conferida no item 5.3, onde são apresentados os valores resumidos para cada uma dos parâmetros estudados.

Os dados químicos, físicos e biológicos de água fornecidos pela CAESB dos anos de 2007, 2008 e 2009 apresentavam uma frequência bimestral de amostragem e os dados de precipitação apresentavam frequência mensal e podem ser conferidos no anexo deste estudo.

Os parâmetros de qualidade de água estudados são dados com diferentes unidades de medida. Logo, para confecção de gráficos que permitissem compará-los diretamente, recorreu-se a técnica de padronização através do cálculo do número de desvios-padrão que cada valor se distanciou de sua média. Assim, foi possível observar a tendência de um dado em relação a outro mesmo com unidades de medida diferentes e representá-los juntos em um mesmo gráfico.

O cálculo do coeficiente de correlação entre os parâmetros de qualidade de água foi feito através da correlação de *Spearman*, pois ao contrário da correlação de *Pearson* não requer que a suposição que a relação entre as variáveis é linear. Contudo devido ao baixo número de amostras para cada parâmetro de qualidade de água, apenas 18 amostras, foi utilizada a técnica de interpolação de pontos com método *Spline* natural antes da aplicação da correlação de *Spearman*. O fator de expansão foi de 4:1, ou seja, entre o primeiro e o segundo ponto foram calculados 3 pontos que seriam intermediários, descartando-se as extremidades. A técnica consistiu em criar 69 amostras para cada parâmetro formando uma curva suave entre os dados reais de coleta em campo. A técnica foi usada para melhor sensibilizar as correlações calculadas na série e seus valores podem ser conferidos no anexo desse estudo.

O software usado para a estatística e análise dos dados foi o SAS 9.2.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Avaliação da Qualidade de Água na Microbacia do Córrego Quinze

5.1.1 Vazão

A figura 12 mostra a relação entre o aumento da precipitação e o aumento da vazão nos anos de 2007, 2008 e 2009 e a figura 13 mostra o valor da vazão em m³/s para o mesmo período. As estações chuvosas e secas estão bem caracterizadas nas figuras. A estação chuvosa se inicia no mês de outubro e termina em abril enquanto a estação seca se estende de maio a setembro.

A tendência lógica de a vazão aumentar e diminuir juntamente com o volume de água precipitada é bem clara na figura 12, portanto é importante ressaltar que os dados da estação pluviométrica Colégio Agrícola são condizentes com a medição da vazão do Córrego Quinze.

Dos três anos analisados o de menor precipitação acumulada foi o ano de 2007 com apenas 818,3 mm e o de maior precipitação acumulada foi o de 2009 com um total de 1.747,4 mm.

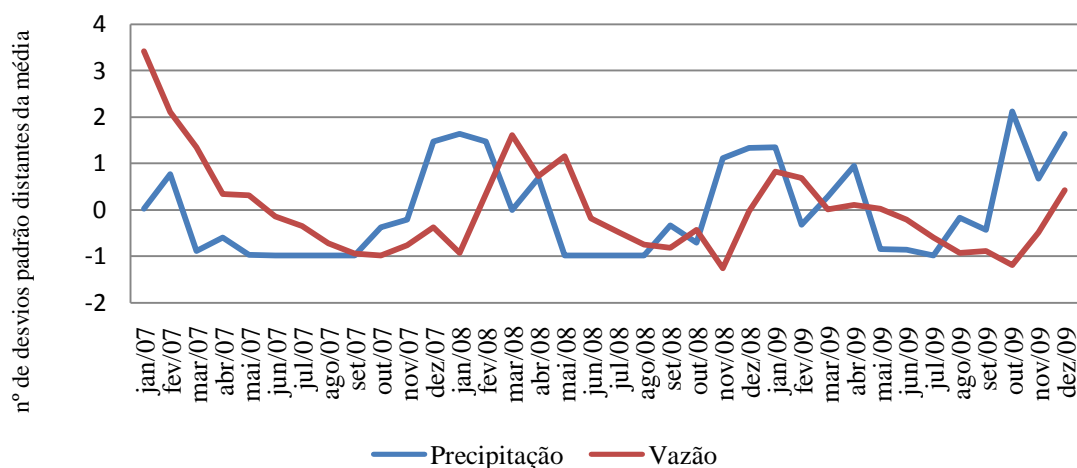


Figura 12: Padronização das unidades de medida de Precipitação e Vazão na captação do Córrego Quinze nos anos de 2007, 2008 e 2009

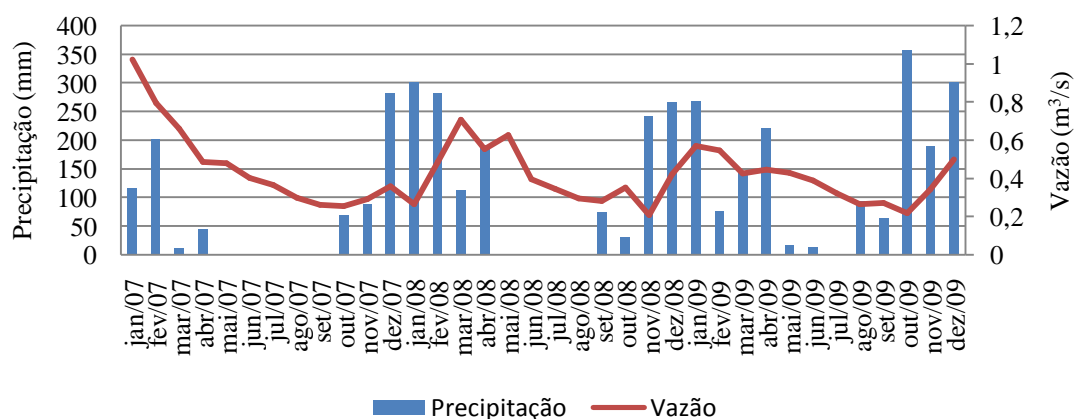


Figura 13: Vazão na captação do Córrego Quinze nos anos de 2007, 2008 e 2009.

5.1.2 Índice de Qualidade de Água (IQA)

Bilich e Lacerda (2005) avaliaram a qualidade de água em todos os pontos de captação de água da Companhia de Saneamento Ambiental do Distrito Federal e estabeleceram cinco classes de qualidade, em um padrão semelhante ao utilizado pela

Companhia de Tecnologia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB) para enquadrar o IQA em um determinado nível de qualidade de água para consumo humano. Assim as autoras estabeleceram as classes de qualidade constantes da tabela 7, a seguir:

Tabela 7: Classes de qualidade estabelecidas e seus respectivos intervalos.

Classes de qualidade	Intervalos
Excelente	$90 < \text{IQA} \leq 100$
Boa	$70 < \text{IQA} \leq 90$
Média	$50 < \text{IQA} \leq 70$
Ruim	$25 < \text{IQA} \leq 50$
Muito ruim	$0 < \text{IQA} \leq 25$

Considerando essas classes de qualidade de água, observa-se que durante todo o período estudado o IQA do Córrego Quinze esteve dentro da classe de qualidade Boa, com valores de IQA entre 70 e 90, exceto em fevereiro de 2007 e abril do ano de 2008, quando os índices caíram para classe de qualidade Média, chegando aos valores de 68 e 66,3, respectivamente. Se observarmos o volume de precipitação desses dois meses podemos ver que foram meses com volume significativo de chuva, em fevereiro de 2007 a precipitação média foi de 202,4 mm e em abril de 2008 foi de 191,6 mm (figura 13). Sabe-se que altos volumes de chuva podem alterar parâmetros de qualidade da água utilizados no cálculo do IQA, como por exemplo a turbidez que pode aumentar devido ao carreamento de materiais ao curso d'água. O escoamento superficial da água da chuva leva consigo partículas de solo, além de fertilizantes e defensivos agrícolas para o curso d'água. Bilich (2005) estudando os pontos de captação do Córrego Quinze e dos Ribeirões Pipiripau e Mestre D'Armas também constatou uma diminuição do IQA em função do aumento de precipitação.

A relação entre chuva e IQA deve-se ao fato da água da chuva transportar materiais para o curso d'água. A atividade agrícola neste caso é a principal responsável pela diminuição do IQA nos meses de maior precipitação (figuras 14 e 15), pois a agricultura retira a vegetação natural, deixando mais solo exposto fazendo com que o material poluente seja carregado mais facilmente. Para que esse problema seja amenizado as atividades agrícolas realizadas, principalmente, nas APMs necessitam atender critérios que visam à manutenção da qualidade ambiental, no que diz respeito ao uso do solo, como uso adequado de fertilizantes e defensivos agrícolas, práticas

conservacionistas e respeito à legislação ambiental principalmente no que concerne a Áreas de Preservação Permanente, uma vez que essas funcionam como barreiras protetoras contra esses poluentes.

O valor de IQA encontrado em quase todo período analisado pode demonstrar que apesar desse índice não ser o melhor possível, a APM estudada conserva ainda boa parte de sua mata nativa, conforme pode ser observado no mapa de uso e ocupação (figura 35), já que a qualidade de água está Boa mesmo se tratando de uma área rural. Dois fatores que devem ser destacados para se entender a qualidade da água do Córrego Quinze, são eles:

- (a) Não há a presença marcante de atividades de horticultura dentro da área da APM, como no caso de outras regiões de Planaltina. A horticultura é uma atividade que requer uso mais intensivo de insumos, como fertilizantes e agrotóxicos, assim o Córrego Quinze está menos sujeito a essa contaminação que outros vizinhos como o Pipiripau, por exemplo (Bilich, 2007).
- (b) Observando o mapa de adequabilidade de uso das terras, figura 37, percebemos que apenas 2,87% das terras estão com uso acima do seu potencial e que a classe de aptidão com maior restrição de uso concentra uma parte significativa com preservação da cobertura natural. Isso contribui para o que o IQA seja menos afetado mesmo sendo uma área com atividades de agricultura ao redor do curso d'água.

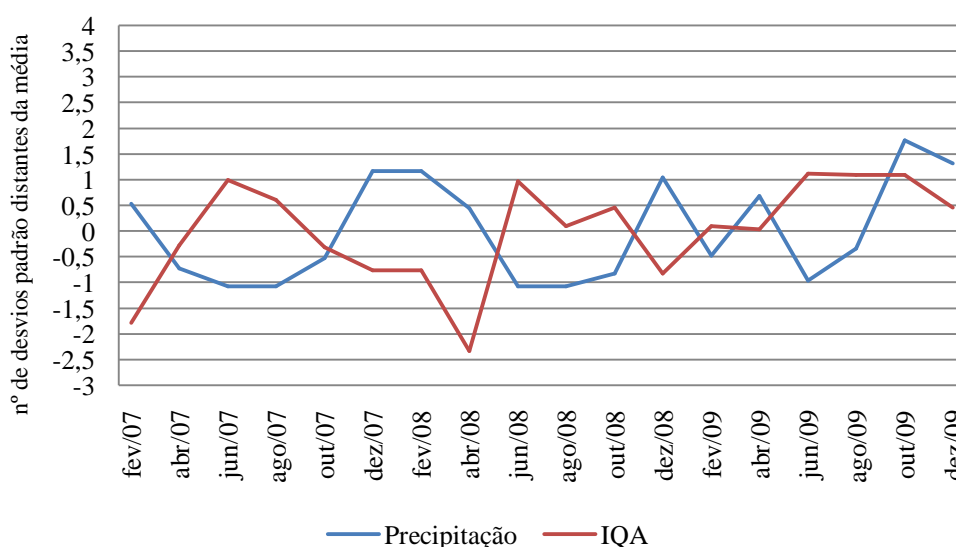


Figura 14: Padronização das unidades de medida de Precipitação e Índice de Qualidade da Água na captação do Córrego Quinze nos anos de 2007, 2008 e 2009.

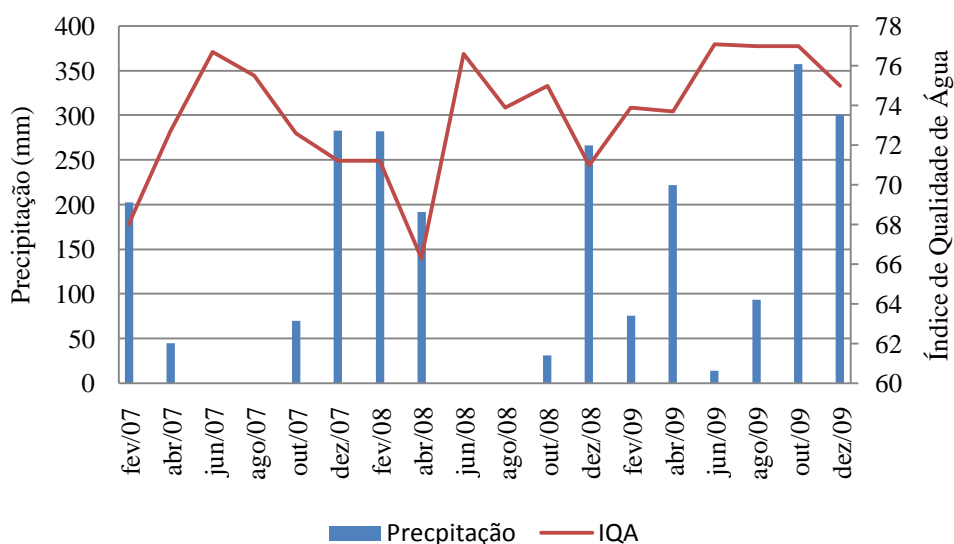


Figura 15: Índice de Qualidade da Água (IQA) na captação do Córrego Quinze nos anos de 2007, 2008 e 2009.

5.1.3 Turbidez

Na figura 16, está representada a tendência do aumento e diminuição da turbidez em relação à precipitação para o período estudado. Percebe-se claramente que há uma tendência da turbidez aumentar quando aumenta o volume de chuva assim como há uma tendência da turbidez diminuir quando as chuvas diminuem, em alguns pontos essa relação chega a ser proporcional. Em dezembro de 2008 quando a turbidez chegou a 11,4 UNT a precipitação foi de 266,6 mm, portanto a segunda maior para o ano. O mês de novembro de 2008, não representado na figura 17, também teve um volume significativo de chuva correspondente a 241,8 mm, sendo que os dias de maior precipitação se deram a partir da segunda metade do mês, favorecendo assim para o aumento da turbidez na medição realizada em dezembro de 2008.

A Resolução CONAMA nº 357/05, estabelece como padrão para classe 2 valor igual ou menor que 100 UNT (Brasil, 2005). Os valores medidos no Córrego Quinze estão dentro desse padrão, figura 17, apesar de ser uma área agrícola os valores de turbidez podem demonstrar que o solo nesta microbacia não fica por grandes períodos exposto. Em muitas situações, a turbidez elevada pode significar processos erosivos, manejo inadequado do solo e lançamento de despejos industriais e domésticos na bacia e a retirada da Mata Ciliar/Galeria.

No caso do Córrego Quinze os valores dentro do padrão de turbidez podem ser explicados também pela observação da adequabilidade de uso do solo, se observarmos a

figura 37, veremos que o uso adequado do solo juntamente com a preservação da cobertura natural são as classes predominantes para esta microbacia. Isto diminui os riscos de erosão e indica que, até o momento, em muitos pontos da microbacia o manejo do solo pode estar adequado.

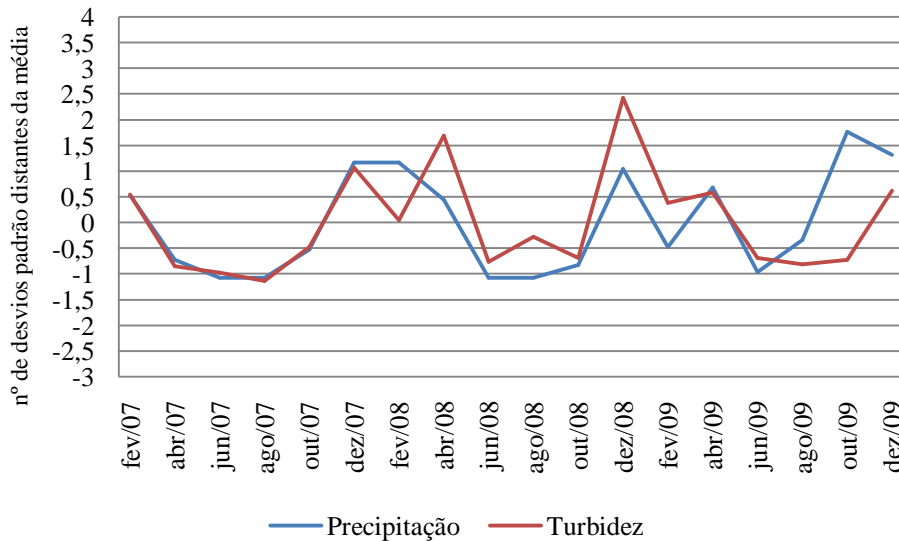


Figura 16: Padronização das unidades de medida de Precipitação e Turbidez na captação do Córrego Quinze nos anos de 2007, 2008 e 2009.

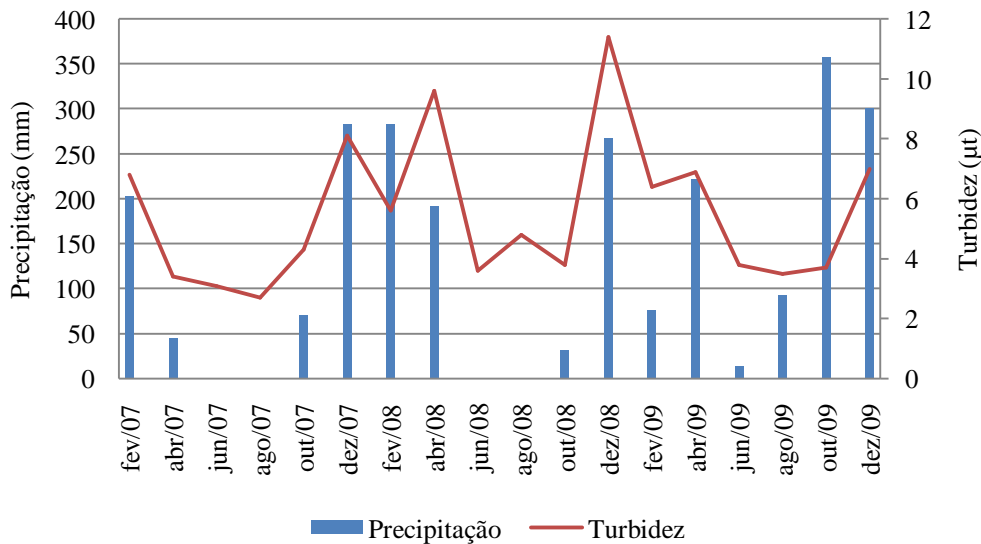


Figura 17: Turbidez na captação do Córrego Quinze nos anos de 2007, 2008 e 2009.

5.1.4 Condutividade Elétrica

A condutividade elétrica do meio é bastante restrita e condicionada pelas características hidrogeológicas e estruturais. Pompêo (1997) em seu estudo das condições físicas e químicas da água na zona de desembocadura do rio Paranapanema na represa

de Jurumirim, SP, constatou que no período chuvoso, devido à entrada de material alóctone, incluindo íons, deveria haver aumento da condutividade elétrica, porém a maior entrada de água resultou numa diminuição das concentrações de íons e, conseqüentemente, na condutividade elétrica, caracterizando um efeito de diluição. Percebe-se o mesmo efeito de diluição causado pelas chuvas no caso do Córrego Quinze, figura 18

De acordo com a figura 19, os valores de condutividade elétrica permaneceram entre 8,8 e 3,5 μscm^{-1} . O trabalho de Arcova e Cicco (1999) mostra valores de condutividade abaixo de 20 μscm^{-1} e os autores atribuíram esses valores aos solos quimicamente pobres da região de estudo e ao substrato rochoso resistente à intemperização. Para o Córrego Quinze os baixos valores devem-se as características hidrogeologias da região. O limite máximo estabelecido para águas naturais classe 2, é de 100 μscm^{-1} (CETESB, 2010).

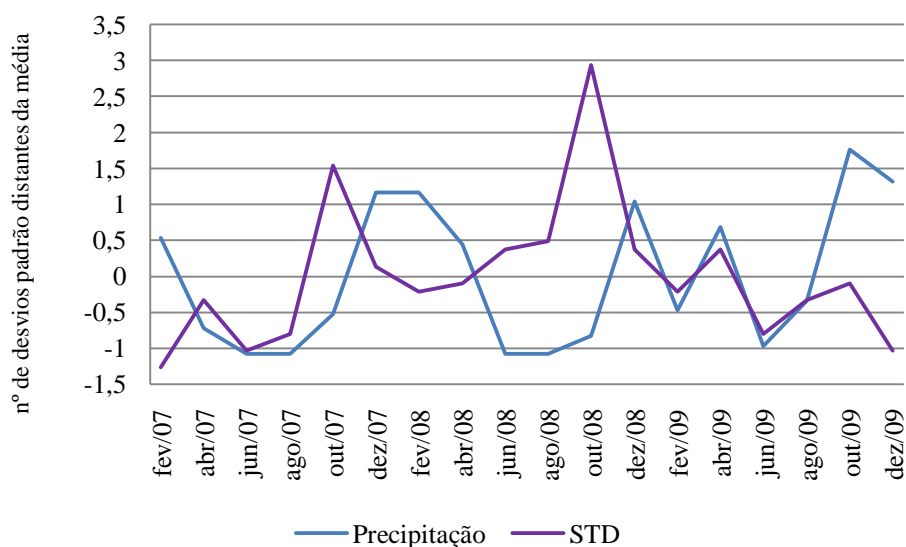


Figura 18: Padronização das unidades de medida de Precipitação e Condutividade elétrica na captação do Córrego Quinze nos anos de 2007, 2008 e 2009.

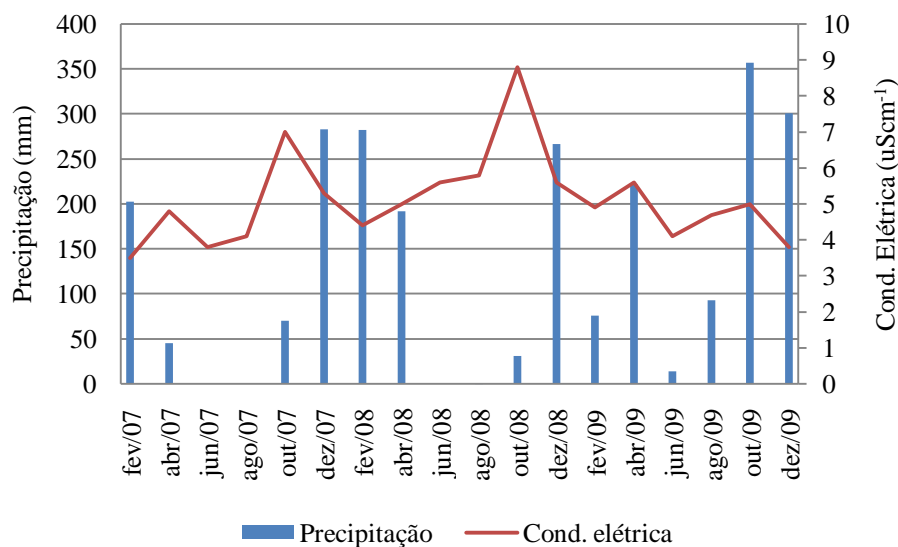


Figura 19: Condutividade elétrica na captação do Córrego Quinze nos anos de 2007, 2008 e 2009.

5.1.5 Temperatura

Observa-se na figura 20 que os valores médios de temperatura para os anos estudados variaram de 17,3°C a 23,8°C. As oscilações de temperatura são parte do regime climático normal, corpos d'água naturais apresentam variações sazonais e diurnas, bem como estratificação vertical.

Arcova et al. (1993) afirmam que a principal variável que controla a temperatura da água de pequenos rios, é a radiação solar. Sabara (1999), estudando córregos no médio Rio Doce, MG, afirmou que o comportamento da temperatura da água foi afetado pelo uso do solo, com tendência de apresentar menores valores nas áreas florestais provavelmente pela condição de cobertura dos córregos, enfatizando o papel significativo da Mata Ciliar/Galeria.

No Córrego Quinze os baixos valores de temperatura devem-se principalmente a proteção da Mata Ciliar, impedindo que a radiação solar incida diretamente no curso d'água.

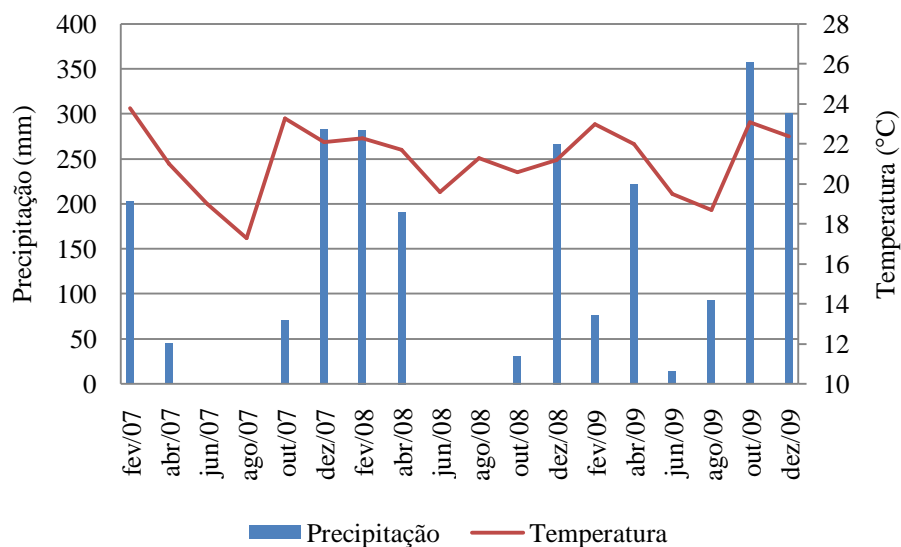


Figura 20: Temperatura da água na captação do Córrego Quinze nos anos de 2007, 2008 e 2009.

5.1.6 Potencial Hidrogeniônico (pH)

A variação do pH num corpo hídrico depende de vários fatores naturais, como clima, geologia e vegetação. Mudanças que ocorrem ao longo do tempo no pH devem ser melhor analisadas. O valor do pH afeta de maneira significativa outras variáveis como o aumento da solubilidade de metais, redução da disponibilidade de nutrientes e processos biológicos (Porto et al, 1991). O pH pode ser considerado como uma das variáveis ambientais mais importantes, assim como uma das mais difíceis de interpretar. Esta complexidade na interpretação dos valores de pH se deve ao grande número de fatores que podem influenciá-lo. (RIPSA, 2000).

A influência do pH sobre os ecossistemas aquáticos naturais dá-se diretamente em razão de seus efeitos sobre a fisiologia das diversas espécies. Os organismos aquáticos estão geralmente adaptados às condições de neutralidade, sendo que alterações bruscas ou intensas do pH podem acarretar alterações severas no ecossistema aquático (ANA, 2005).

O manejo adotado em algumas regiões agrícolas podem alterar o pH, aumentando seu valor. Segundo Boaventura e Freitas (2006) de as regiões cuja soma das concentrações de sódio e potássio seja menor que a soma das concentrações de cálcio e magnésio são correlacionadas pelos autores a áreas onde haja aplicação de corretivos de solo, calagem e lodo de esgoto. Nestes locais há mudança nas condições físico-químicas e a relação entre os elementos se altera. Segundo os mesmos, nestas

áreas, as águas pertencentes ao domínio poroso são enriquecidas em cálcio, magnésio, nitrato, zinco e manganês. Estes elementos indicam o uso de fertilizantes, adubos orgânicos entre outros insumos. Neste caso, o potencial hidrogeniônico é superior, assim como a concentração de cromo, pois este elemento forma um óxido cuja solubilidade aumenta com o potencial hidrogeniônico. À medida que o potencial hidrogeniônico sobe, as concentrações dos elementos de transição caem.

No Distrito Federal onde há predominância de Latossolo, como na microbacia do Córrego Quinze, a aplicação de calcário para correção do solo é prática comum e necessária. Logo na região do Córrego Quinze há a aplicação de calcário, porém não com a mesma intensidade que se faz para as culturas olerícolas. Como não foram analisados nesse estudo os teores de sódio, potássio, cálcio e magnésio não se pode afirmar com precisão o quanto a correção de solo é responsável pelas alterações de pH mas pode-se dizer que parte do calcário aplicado foi carregado para o curso d'água, principalmente no período das chuvas, deixando o pH um pouco mais básico (figura 21). No caso específico da APM do Quinze onde o cultivo de olerícolas é pequeno, o manejo da agricultura afeta o pH de forma menos significativa.

Para o período estudado, o pH variou de 6,0 a 7,7 (figura 22), sendo que a legislação permite padrões de 6,0 a 9,0. Portanto, o limite inferior chegou a ser atingido, mas ficou dentro do permitido. Ressalta-se que valores naturais para a região hidrográfica são inferiores a 5, com média 4,4 (Boaventura e Freitas, 2006).

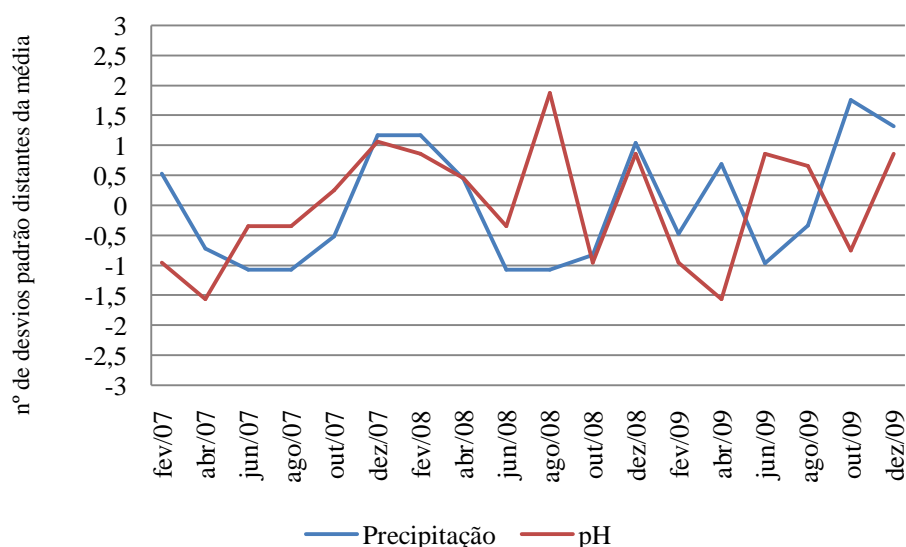


Figura 21: Padronização das unidades de medida de Precipitação e Potencial Hidrogeniônico na captação do Córrego Quinze nos anos de 2007, 2008 e 2009.

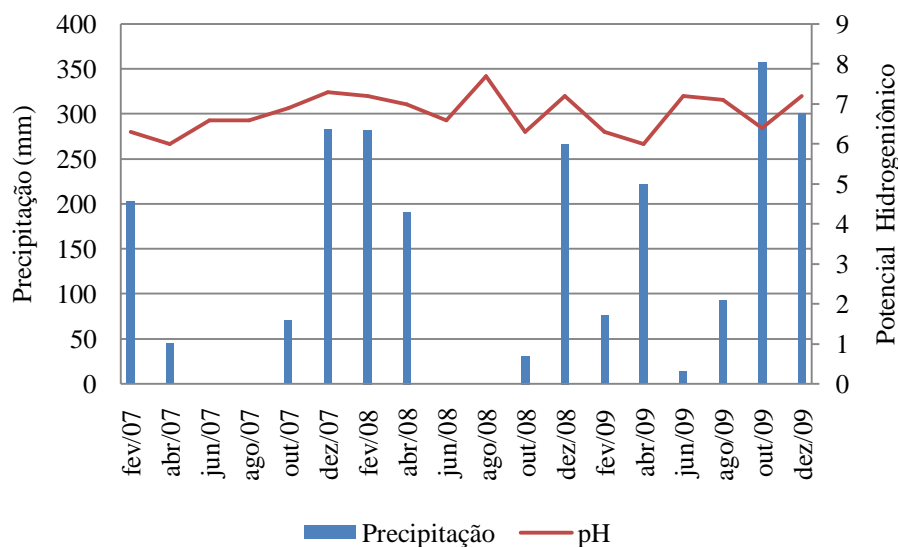


Figura 22: Potencial Hidrogeniônico na captação do Córrego Quinze nos anos de 2007, 2008 e 2009.

5.1.7 Sólidos Dissolvidos Totais (SDT)

A análise da figura 23 não permite concluir que o aumento do valor de SDT esteja ligado ao aumento da precipitação. A Caesb responsável pela metodologia de análise dos dados estima os valores de SDT a partir dos valores de condutividade elétrica.

A região caracteriza-se predominantemente pelo subsistema Q3/R3, essas unidades compõem porções topograficamente mais elevadas com presença principalmente de quartizitos, que são litologias menos susceptíveis aos processos de intemperismo. Esse fator é significativo para explicar os baixos valores de SDT encontrados no Córrego Quinze. Assim, valores estão muito abaixo do limite estabelecido na legislação para o padrão classe 2 de qualidade de água que segundo a Resolução CONAMA nº 357/05, é de 500 mg/L, a figura 24 demonstra os valores encontrados (Brasil, 2005).

Um dos fatores que podem contribuir para o aumento dos sólidos dissolvidos totais é a retirada da Mata Ciliar/Galeria, principalmente no período chuvoso, uma vez que sem essa proteção há lixiviação do solo, carregando sedimentos para o curso d'água. Com o aumento da concentração de sólidos e da descarga sólida nos mananciais, pode ocorrer, com o tempo, o assoreamento, que além de modificar ou deteriorar a qualidade da água, a fauna e a flora (Carvalho, 1994).

O Córrego Quinze ainda conserva considerável parcela de suas Matas Ciliares, o que pode ter contribuído também para os níveis baixos de SDT no período analisado.

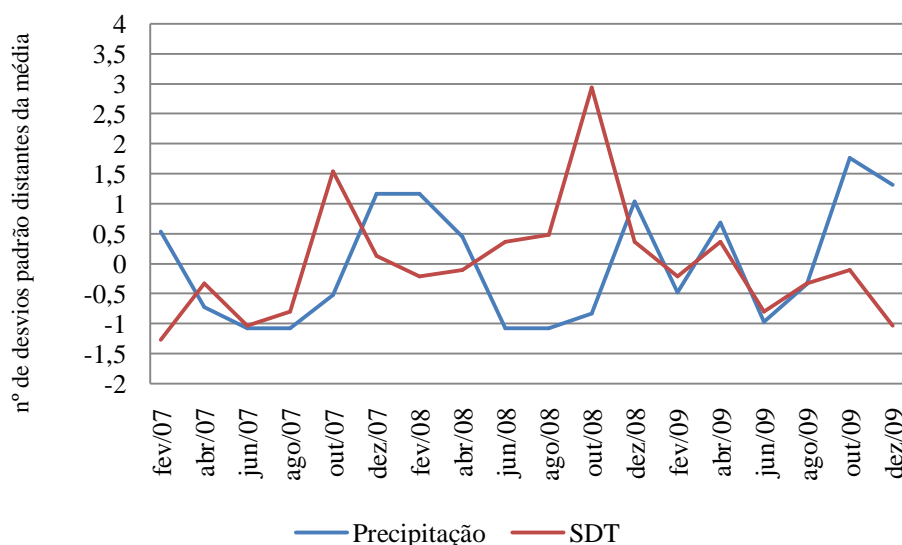


Figura 23: Padronização das unidades de medida de Precipitação e Sólidos Dissolvidos Totais na captação do Córrego Quinze nos anos de 2007, 2008 e 2009.

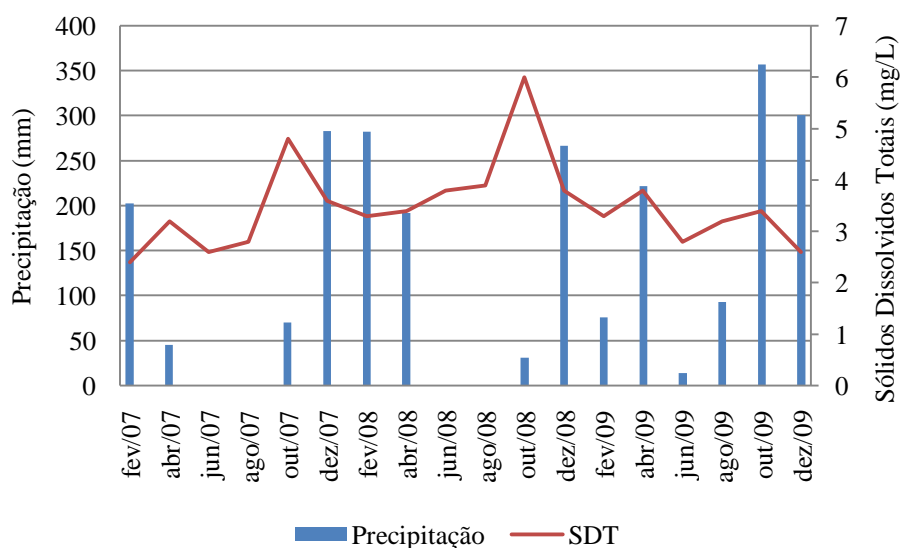


Figura 24: Sólidos Dissolvidos Totais (SDT) na captação do Córrego Quinze nos anos de 2007, 2008 e 2009.

5.1.8 Oxigênio Dissolvido (OD)

A concentração de oxigênio dissolvido nos corpos da água depende da temperatura, salinidade, turbulência, atividade fotossintética e pressão do oxigênio na atmosfera. É essencial para todas as formas de vida aquática e tem papel fundamental

no processo de autodepuração. A sua concentração na água é bastante variável tanto a nível espacial quanto temporal biológicos (Porto et al, 1991).

As variações na quantidade de oxigênio dissolvido que ocorreram ao longo do período estudado no Córrego devem-se principalmente a variações no teor de matéria orgânica no sistema. O lançamento de carga orgânica no curso d'água pode provocar a proliferação de seres vivos na água provocando um maior consumo de oxigênio que ocasionará a diminuição de oxigênio dissolvido, provavelmente foi o que ocorreu nos meses de outubro, novembro e dezembro de 2008, período que a quantidade de *Escherichia coli* aumentou consideravelmente enquanto a quantidade de oxigênio dissolvido na água diminuiu, figura 25.

Em fevereiro 2008 ocorreu o pico de maior concentração de oxigênio dissolvido chegando a 9,1 mg/L , período que coincide com a diminuição da população de *E. coli* que apresentava valores de 307,6 NMP/100 mL, conforme figura 25.

De acordo com a Resolução CONAMA nº 357/05, para classe 2, o teor de oxigênio dissolvido na água deve ser superior ou igual a 5mg/L (Brasil, 2005). O Córrego Quinze apresentou ao longo do período estudado valores sempre superiores a 6,3 mg/L, figura 26, de forma que está dentro do padrão permitido para essa classe de qualidade de água.

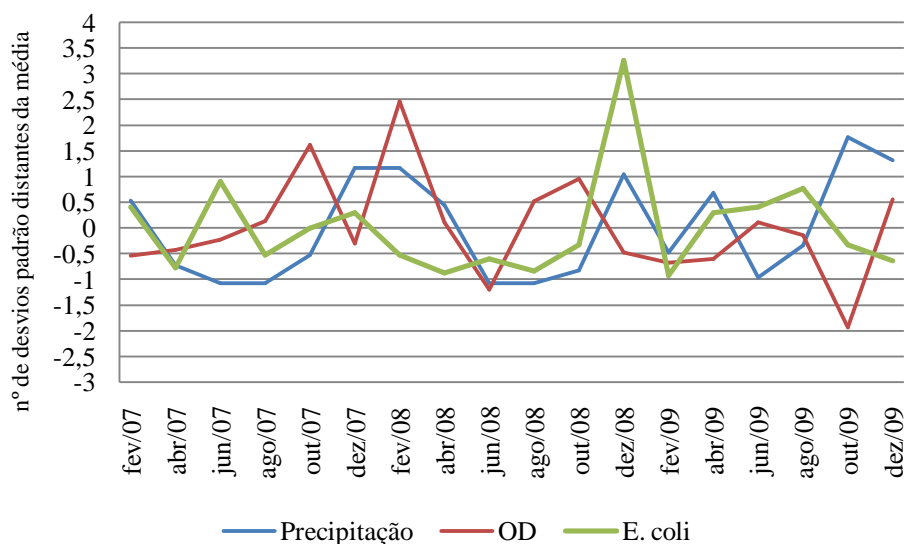


Figura 25: Padronização das unidades de medida de Precipitação, Oxigênio Dissolvido e *Escherichia coli* na captação do Córrego Quinze nos anos de 2007, 2008 e 2009.

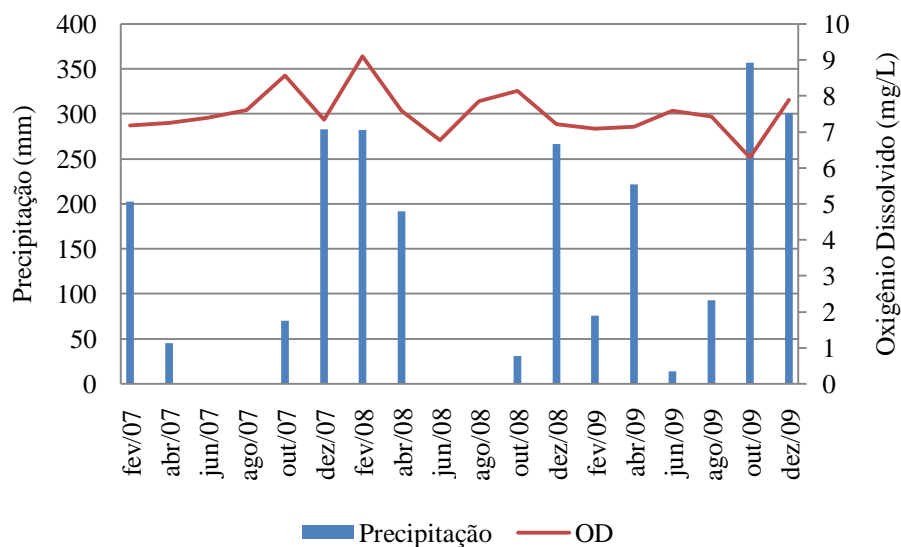


Figura 26: Oxigênio Dissolvido (OD) na captação do Córrego Quinze nos anos de 2007, 2008 e 2009.

5.1.9 Demanda Química de Oxigênio (DQO)

A DQO é uma medida indireta da quantidade de material orgânico e inorgânico, susceptível à oxidação química por um oxidante energético. Não é uma variável específica, pois não possibilita identificar as espécies que foram oxidadas e nem fazer a distinção entre materiais orgânicos e inorgânicos. Valores elevados de DQO podem indicar problemas de contaminação dos corpos hídricos por despejos industriais (Porto et al, 1991).

O aumento da DQO acompanhou o aumento da precipitação (figura 27). No período chuvoso, materiais orgânicos podem ser transportados para os cursos d'água juntamente com a água da chuva escoada e com isso elevar a demanda química de oxigênio. De acordo com a média de DQO obtida na captação do Córrego Quinze, nos anos de 2007, 2008 e 2009 apresentados na figura 28, o valor de DQO variou de 5,9 a 2,43 mg/L

Bilich (2005) e Carvalho et al. (2000) constataram em seus estudos alterações na DQO da água em função das atividades realizadas nas regiões estudadas, mostrando que a amplitude dos valores de DQO são superiores nas captações dos córregos e ribeirões localizados em áreas antropizadas em relação aos valores encontrados nas captações das microbacias com vegetação nativa preservada.

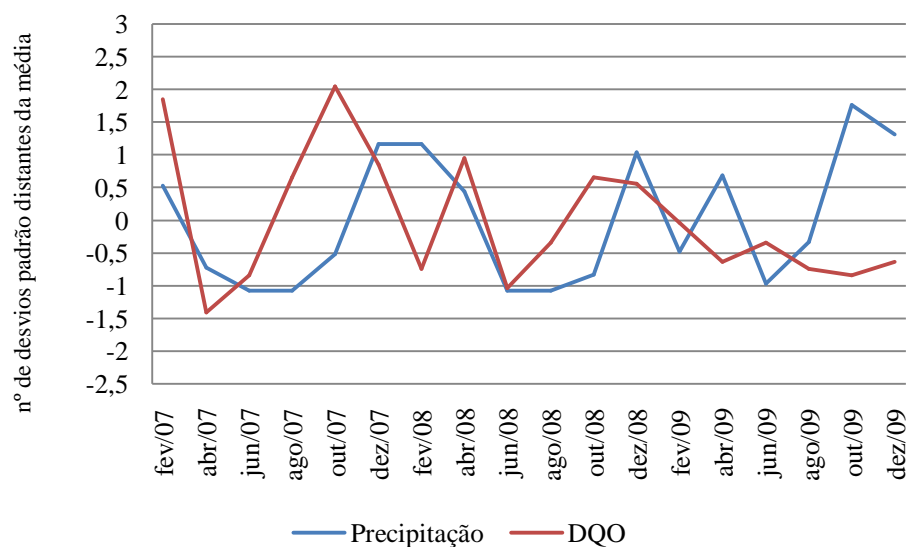


Figura 27: Padronização das unidades de medida de Precipitação e Demanda Química de Oxigênio na captação do Córrego Quinze nos anos de 2007, 2008 e 2009.

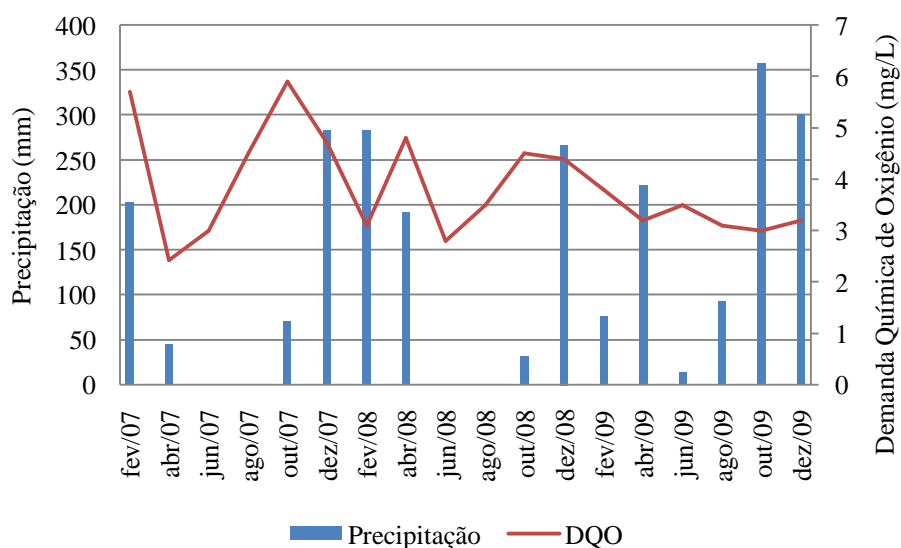


Figura 28: Demanda Química de Oxigênio (DQO) na captação do Córrego Quinze nos anos de 2007, 2008 e 2009.

5.1.10 Ferro Total (Fe total) e Fósforo Total (P total)

Os valores de ferro apresentaram grandes variações ao longo dos três anos, sempre aumentando quase que proporcionalmente com o aumento da precipitação, conforme figura 29. Os valores de fósforo, por sua vez permaneceram mais constantes ao longo do período estudado e apresentaram também um pequeno aumento na estação chuvosa.

Os níveis de tolerância para classe 2 de qualidade da água dos elementos ferro e fósforo são respectivamente: 0,3 mg/L e 0,025mg/L (Brasil, 2005). Na figura 30 pode-se perceber valores acima do regulamentado para o elemento ferro, chegando ao pico de 0,542 mg/L, assim como para o elemento fósforo que em seu pico ultrapassa o regulamentado, chegando a registrar em abril de 2009 uma concentração de 0,053 mg/L. Vale ressaltar que os valores encontrados estão dentro do esperado por se tratar de uma região agrícola com predominância de Latossolos.

A fonte do teor de ferro pode ser o próprio solo que é rico nesse elemento. Para o fósforo pode-se dizer que a maior fonte na microbacia em estudo são os fertilizantes agrícolas, usado principalmente na formulação NPK.

O ferro, apesar de não se constituir em um tóxico, traz diversos problemas para o abastecimento público de água. Confere cor e sabor à água, provocando manchas em roupas e utensílios sanitários. Também traz o problema do desenvolvimento de depósitos em canalizações e de ferro-bactérias, provocando a contaminação biológica da água na própria rede de distribuição, já elevadas concentrações de fósforo indicam poluição que pode estar relacionada a despejos domésticos ou industriais (CETESB, 2010).

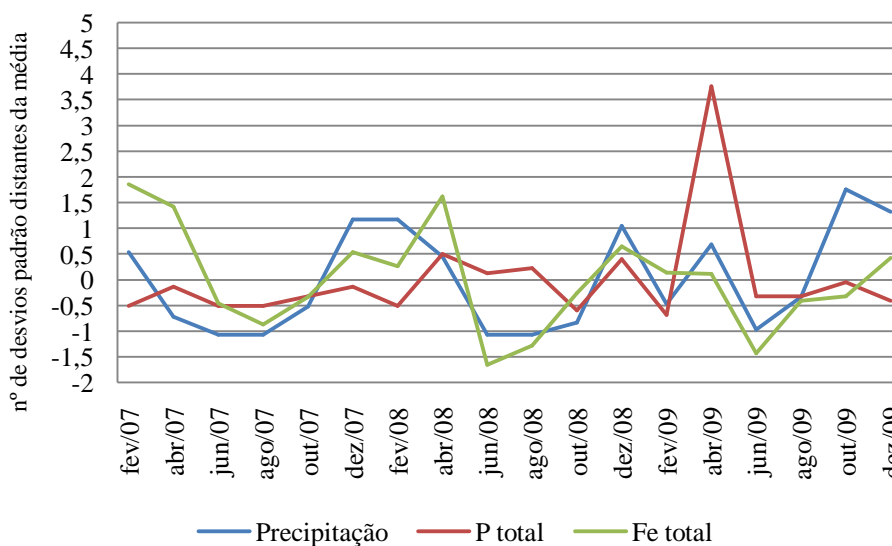


Figura 29: Padronização das unidades de medida de Precipitação, Ferro total e P total na captação do Córrego Quinze nos anos de 2007, 2008 e 2009.

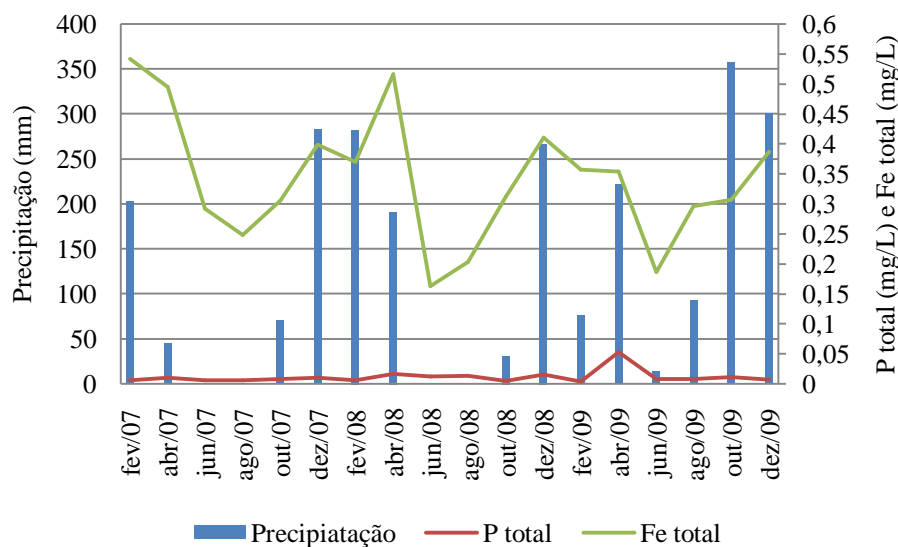


Figura 30: Ferro total na captação do Córrego Quinze nos anos de 2007, 2008 e 2009.

5.1.11 Cloretos

A relevância da medida de concentração de cloretos na água esta no fato de ser um elemento conservativo podendo ser relacionado com processos de poluição por esgotos.

A figura 31 mostra a relação entre precipitação e a concentração de cloreto, pode-se verificar que há uma tendência de aumento da concentração de cloreto quando há aumento da precipitação.

A Resolução CONAMA (Brasil, 2005), estabelece o limite de 250 mg/L e como podemos observar na figura 32 para todo período estudado os valores registrados encontram-se bem abaixo do máximo permitido, com a peculiaridade do mês de dezembro do ano de 2009 onde a concentração de cloreto chegou a 0,01 mg/L mesmo com alta precipitação, 301 mm, o que não justificaria esse valor de cloreto.

Boaventura e Freitas (2006) sugerem que nos locais onde há intensa ocupação urbana, com largo uso de fossas negras e valas para a destinação de águas residuárias, a há entrada de efluentes no domínio poroso e sua posterior diluição e infiltração no domínio fraturado. Os efluentes também contribuem com a entrada de metais, nitrato, amônia, sulfato, cloreto, sódio, potássio, magnésio e cálcio no sistema. Quando a aumento desses elementos fica claro que as condições naturais destes sítios hidrogeológicos.

Assim, uma possível explicação para os baixos valores de cloreto pode ser justamente o uso e ocupação das terras, uma vez que o teor desse elemento é

naturalmente baixo. Por se tratar de uma área totalmente rural, não há expressão de uma ocupação urbana desestruturada. Bilich (2005) observou o efeito do aumento do teor de cloreto no curso d'água em função da expansão urbana desordenada na captação Mestre D'Armas que se situa na Região de Administrativa de Planaltina, próxima ao Córrego Quinze.

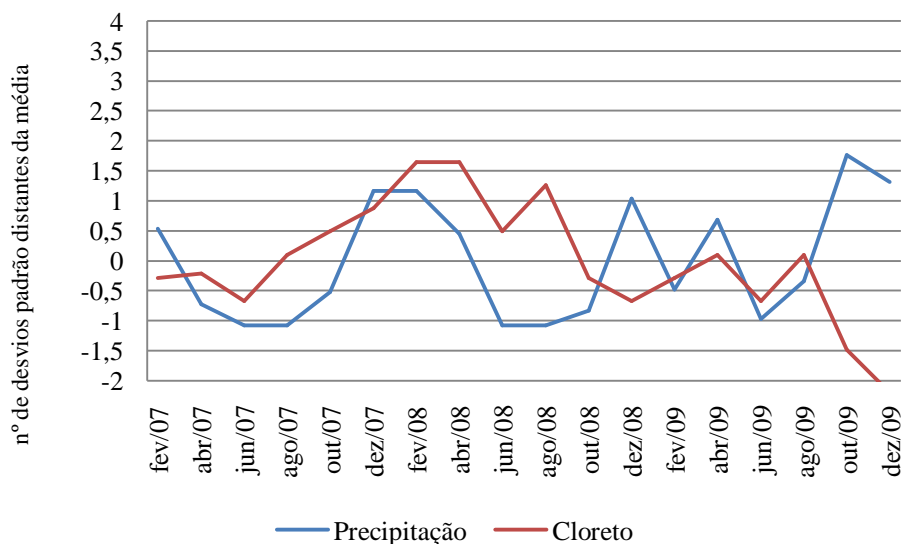


Figura 31: Padronização das unidades de medida de Precipitação e Cloreto na captação do Córrego Quinze nos anos de 2007, 2008 e 2009.

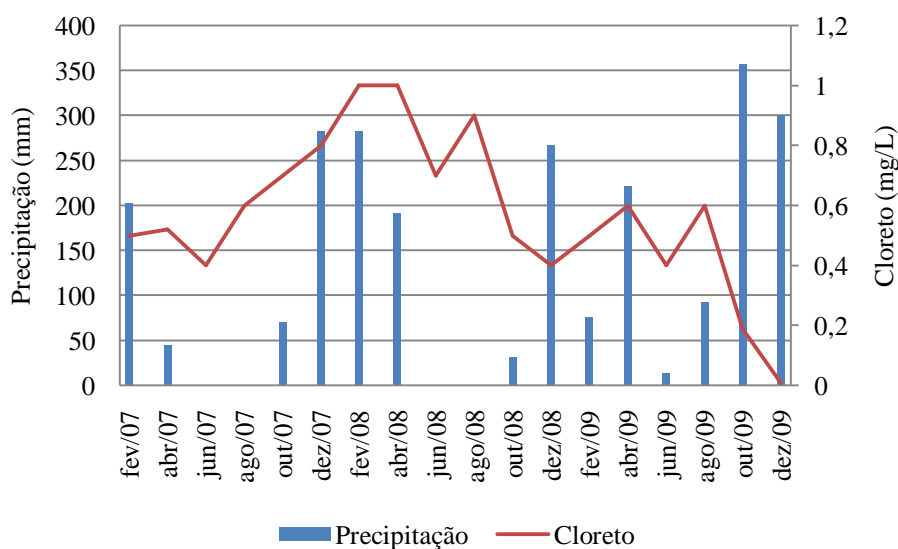


Figura 32: Cloreto na captação do Córrego Quinze nos anos de 2007, 2008 e 2009.

5.1.12 *Escherichia coli* (*E. coli*)

Para atender a legislação, o valor de coliformes totais deve ser menor do que 5.000 NMP/100 mL para águas classe 2 (Brasil, 2005). O valor de coliformes totais

encontrados na água nos três anos analisados foi constante, sendo de 2.419,6 NMP/100 mL durante todos os anos desse estudo, porém a concentração de *E. coli* variou ao longo do tempo mostrando-se tendenciosa a aumentar com o aumento da precipitação, conforme figura 33. Verifica-se na figura 34 que o maior valor de *E. coli* registrado foi em dezembro de 2008 quando chegou a 1.413,6 NMP/100 mL.

As bactérias do grupo coliforme são consideradas os principais indicadores de contaminação fecal. O grupo coliforme é formado por um número de bactérias que inclui os gêneros *Klebsiella*, *Escherichia*, *Serratia*, *Erwenia* e *Enterobactéria*. Todas as bactérias coliformes são gran-negativas manchadas, de hastes não esporuladas que estão associadas com as fezes de animais de sangue quente e que ocorrem também nos solos (ANA, 2005).

Nessa região os maiores responsáveis pela concentração de *E. coli* são os animais de sangue quente, bovinos e eqüinos, que defecam nos pastos e com as chuvas essas fezes são lixiviadas para dentro do curso d'água.

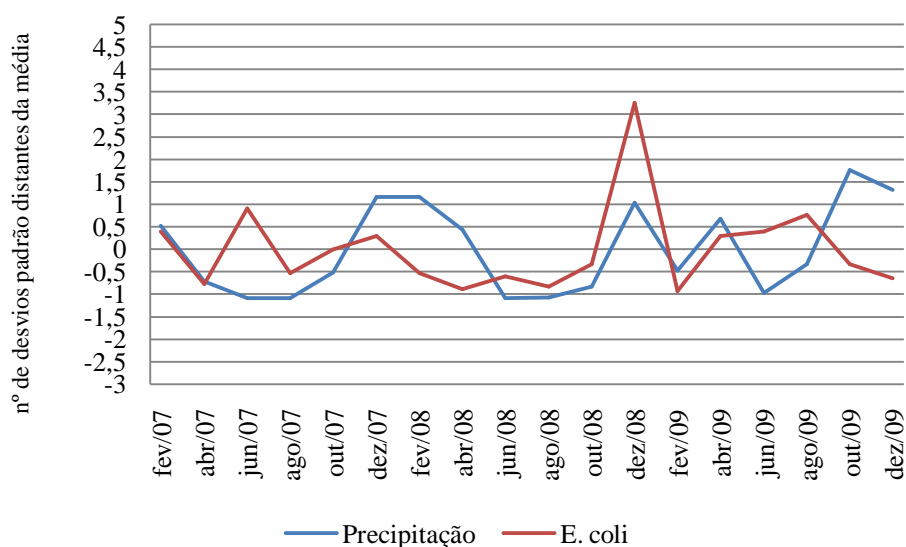


Figura 33: Padronização das unidades de medida de Precipitação e *Escherichia coli* na captação do Córrego Quinze nos anos de 2007, 2008 e 2009.

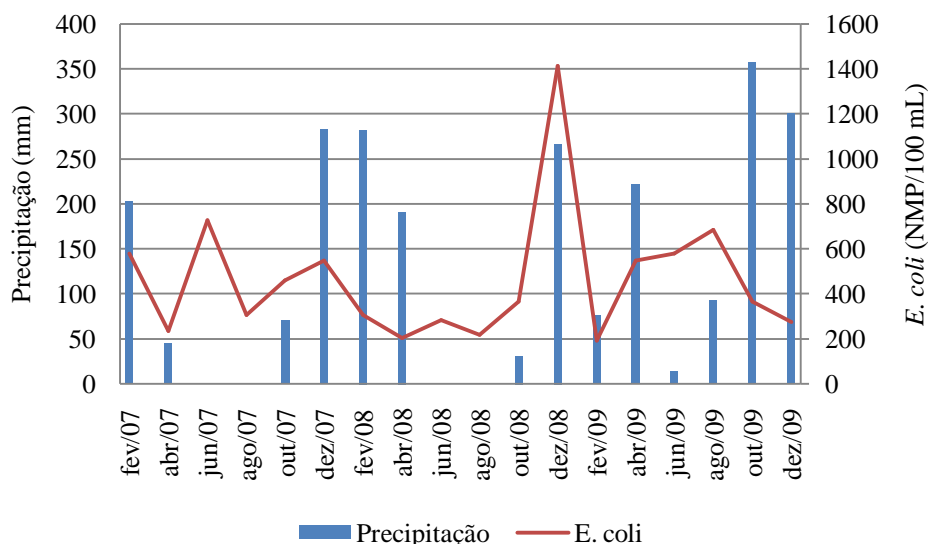


Figura 34: *Escherichia coli* na captação do Córrego Quinze nos anos de 2007, 2008 e 2009.

5.2 Avaliação das Correlações dos Parâmetros de Qualidade da Água

A precipitação mostrou uma correlação positiva entre a turbidez e o teor de Fe total, conforme tabela 8, isso pode ter ocorrido devido ao escoamento superficial do solo para o leito do Córrego durante as chuvas. A região caracteriza-se pela predominância do Latossolo rico em Fe, assim a chuva pode ter levado com suas águas parte do solo para o leito do Córrego e essa correlação ainda deve-se a intensidade das chuvas na região que muitas vezes é grande carregando para o curso d'água diversos detritos provocando o aumento da turbidez.

A turbidez também apresentou correlação significativa e positiva com o teor de P total, Fe total além da já mencionada precipitação, sugerindo a entrada de material terrígeno e fertilizantes agrícolas.

Com relação à condutividade, os sólidos dissolvidos totais e o P total, apresentam correlação positiva. Como o teor de SDT é estimado a partir da condutividade a correlação é quase perfeita. O fósforo é um íon, logo propicia o aumento da condutividade. Ainda observando a correlação da condutividade com os outros parâmetros percebemos que esta apresentou correlação fraca e negativa com a precipitação o que corrobora com a hipótese de diluição dos íons presentes na água na estação chuvosa.

O cloreto mostrou-se negativamente correlacionado com a presença de *E. coli*, isso indica que os valores de cloreto não estão relacionados a contaminação do esgoto

Tabela 8: Correlação de *Spearman* dos parâmetros de qualidade de água e precipitação na captação Córrego Quinze ($p < 0,05$; $N=69$).

	pH	Turb.	Cond.	SDT	OD	DQO	Cloreto	Fe Total	P Total	E. coli	Prec.
pH	1,000	0,201	-0,003	0,067	0,499*	0,191	0,359	-0,217	-0,118	0,109	0,017
Turb.		1,000	0,234	0,267	-0,072	0,377	0,168	0,624*	0,469*	0,000	0,653*
Cond.			1,000	0,986*	0,065	0,315	0,287	-0,096	0,414*	-0,164	-0,036
SDT				1,000	0,157	0,343	0,372	-0,085	0,422*	-0,176	0,011
OD					1,000	0,424*	0,417*	-0,068	-0,365	-0,043	-0,161
DQO						1,000	0,260	0,211	-0,080	0,038	0,054
Cloreto							1,000	0,015	0,163	-0,488*	-0,116
Fe Total								1,000	0,173	-0,040	0,623*
P Total									1,000	-0,154	0,270
E. coli										1,000	0,104
Prec.											1,000

*Correlação significativa (moderada/forte)

Turb.: Turbidez

Cond.: Condutividade

Prec.: Precipitação

doméstico sanitário mas que são oriundos da percolação da água através de solos que apresenta algum teor de cloreto em virtude das sucessivas aplicações de fertilizantes. Além disso, a correlação positiva entre o oxigênio dissolvido e o cloreto deixa claro que a fonte de cloreto não é sanitária.

A as variações de pH foram pequenas não sendo significativa para avaliação da correlação.

Por fim, a correlação apresentada entre a demanda química de oxigênio e o oxigênio dissolvido se deve ao fato de que a maior disponibilidade de oxigênio vai propiciar um maior consumo de oxigênio.

5.3 Avaliação da Qualidade do Solo

Os solos encontrados nas APPs são desenvolvidos sobre sedimentos que se depositam pelas águas. Machado et. al (1996) afirmam que estes sedimentos apresentam composição granulométrica e mineralógica bem diversificada, com variação de características entre um local e outro e proporcionam modificações na paisagem.

A escala do mapa de solos usada nesta pesquisa é de 1:100.000 mas sabe-se que a escala de trabalho em levantamentos pedológicos é bastante relevante, a medida que se aumenta o nível de detalhes, amplia-se a escala, e a variabilidade de classes de solos. Para conhecer as condições dos dois tipos de solo predominantes nas Áreas de Preservação Permanente na região da APM do Córrego Quinze foram recolhidas amostras das duas áreas estudadas, sendo que na área I o solo foi classificado como Hidromórfico, e na área II como Cambissolo, segundo levantamentos da Embrapa, 1978. A confirmação da distinção entre os solos pode ser verificada na categorização da textura, enquanto o solo da área I apresentou uma textura franco-siltosa o solo da área II apresentou textura franco-arenosa. Um importante indício que aponta que os solos são diferentes nesta região é a configuração do relevo que varia de plano a ondulado, respectivamente áreas I e II.

As semelhanças entre esses solos estão no fato de ambos serem solos distróficos, possuem saturação por alumínio alta, maior que 50%, e serem pobres em cálcio e ao mesmo tempo possuem alto teor de alumínio tóxico para as raízes, porém não chegam a ser álico pelo fato do teor de alumínio extraível estar abaixo de 5cmolc/kg de solo, conforme Sistema Brasileiro de Classificação de Solos da Embrapa, 1999.

Na tabela 9 podem ser observados os valores dos atributos químicos, físicos e do teor de matéria orgânica do solo encontrados nos dois solos estudados.

Tabela 9: Atributos químicos, físicos e matéria orgânica do solo das áreas I e II nas profundidades de 0-10 cm e 10-20 cm referentes ao ano de 2009.

		SOLO 01		SOLO 02	
		prof. 0-10	prof. 10 -20	prof. 0-10	prof. 10 -20
Macronutrientes					
PH	água	4,867	4,900	5,233	5,200
MOS	dag/kg	27,667	26,200	4,867	4,333
P	mg/dm ³	5,967	4,500	4,000	1,500
S	mg/dm ³	3,767	2,833	3,033	2,967
K	mg/dm ³	69,000	58,667	75,333	77,333
K+	mg/dm ³	0,167	0,167		
Ca 2+	cmolc/dm ³	1,000	0,333	0,900	0,433
Mg 2+	cmolc/dm ³	0,400	0,267	0,433	0,267
Al 3+	cmolc/dm ³	2,800	2,500	1,867	1,933
H+AL	cmolc/dm ³	20,467	19,733	10,167	9,433
Saturação do complexo de troca					
K	%	0,800	0,733	2,000	2,333
Ca	%	4,367	1,567	7,333	4,000
Mg	%	1,800	1,333	3,667	2,667
H+AL	%	93,033	96,333	87,000	91,000
CTCt	cmolc/dm ³	22,033	20,500	11,700	10,333
V	%	6,967	3,667	12,333	8,333
m	%	66,533	76,700	58,333	70,333
Micronutrientes					
B	mg/dm ³	0,467	0,367	0,633	0,833
Zn	mg/dm ³	1,200	0,667	0,633	0,467
Fe	mg/dm ³	25,667	24,333	133,667	163,667
Mn	mg/dm ³	8,233	4,100	24,800	16,700
Cu	mg/dm ³	0,167	0,167	0,200	0,233
Parâmetros Físicos					
IF	%	62,269	45,185	47,090	56,397
Densidade	g/cm ³	0,362	0,390	0,695	0,623
Umidade	%	41,104	43,536	39,216	46,296
Textura					
Areia	%	16,667	16,333	50,333	50,000
Silte	%	66,000	65,000	29,667	29,333
Argila	%	17,333	18,667	20,000	20,667

5.3.1 Macronutrientes

Os solos Hidromorficos, ocupam geralmente porções mais baixas e estão sujeitos a inundações, como no caso da área I deste estudo, onde o solo além de mal drenado apresenta espessa camada escura de matéria orgânica. Conforme tabela 9 foi

observado alto teor de matéria orgânica, quase 28 dag/kg na camada mais superficial, resultante de ambiente de oxirredução. As condições de ambiente redutor decorrem da permanente saturação destes grupos de solos, que se manifesta pelo destaque e predominância dos tons acinzentados nas profundidades estudadas. Considerando que a textura do solo da área II é franco-arenosa os teores de MOS encontrados no solo dessa área são considerados igualmente altos. É natural que solos com uso de cobertura natural em comparação aos solos com uso agrícola apresentem valores mais elevados de MOS.

Solos que não sofrem intervenção humana em sua fertilização, ou seja, que não foram preparados para o plantio com uso de fertilizantes e corretivos apresentarão naturalmente valores de macronutrientes mais baixos e pH ácido. Como pode ser visto na tabela 9, o pH dos solos estudados é ácido. Destaca-se a combinação da presença de água, ferro e alumínio, a água lixivia os nutrientes básicos do solo substituindo-os por elementos ácidos (Al^{3+} e Fe^{2+}) deixando o pH do solo mais baixo. A importância de um pH entre 5,5 e 6,5 está no fato de muitos cátions nutrientes serem solúveis e disponíveis para absorção das plantas nesta faixa, porém esses elementos quando se tornam excessivamente disponíveis podem causar toxidez, trazendo prejuízos na nutrição das plantas.

5.3.2 Saturação do Complexo de troca

Sabe-se que de maneira geral quanto mais ácido é um solo, maior é a percentagem de Al trocável, menores os teores de Ca, Mg e K, menor a soma de bases (V%) e maior a percentagem de saturação por alumínio (m%). Em ambos os solos estudados essa relação é percebida e observando os teores de K, Ca, Mg e H+Al, a alta percentagem de saturação por alumínio indica um forte impedimento ao desenvolvimento das plantas. Esses solos são naturalmente ácidos e apresentam teores esperados de nutrientes trocáveis.

Os solos apresentaram CTC efetiva alta. Essa está associada aos valores de Al^{3+} uma vez que os valores de soma de bases são baixos.

5.3.3 Micronutrientes

Segundo os critérios de interpretação de análises químicas para avaliação da fertilidade dos solos da região dos cerrados de Sousa e Lobato (2002), os teores de B, Zn no solo 01 estão médios, os teores de Cu baixos e os de Mn estão altos. Enquanto no solo 02 os teores de Zn e Cu estão baixos e os de B e Mn estão altos. Uma das

características desses dois tipos de solo que afeta diretamente a disponibilidade dos micronutrientes é o elevado teor de MOS, em geral ele é a principal reserva de B e permite a formação de complexos estáveis com íons metálicos como o Fe, Mn e Zn. Ambos os solos apresentaram elevados teores de íons de Fe o que contribui para a toxidez do solo, na região do cerrado o teor elevado desse elemento é natural. Os teores de micronutrientes desses dois solos não foram menores pela forte presença da MOS.

5.3.4 Parâmetros Físicos e Textura

A geologia das duas regiões é distinta, o solo estudado na área I tem como rocha de formação predominância de Metarritimitos arenosos já na área II são os Quartizitos. De forma geral, solos originados de rochas quartzíticas são pobres em macro e micronutrientes e em matéria orgânica. São muito porosos e de estrutura solta, característica que lhes conferem suscetibilidade à erosão hídrica e eólica, especialmente quando destituídos de vegetação (Sano, 1998). Essa constatação corrobora com a idéia que além de importantes serviços biológicos as APPs desempenham uma importância física crucial na conservação do solo contra erosão na APM do Córrego Quinze. Potencialmente estes solos deveriam ser destinados à preservação, pois além de encontrarem-se em relevos mais ondulados são mais rasos. Ainda considerando o alto teor de areia desse solo e o terreno declivoso, podemos dizer que os limites de APP exigidos pelo Código Florestal são insuficientes para cumprir o papel de proteção dos recursos hídricos ao qual se destina, pois esses solos têm baixa função filtro. Felizmente na APM do Córrego Quinze esse tipo de solo está concentrado no Parque Ecológico do Pequizeiro o que proporciona uma boa barreira de contenção de contaminantes para o manancial devido a conservação da cobertura natural encontrada no Parque.

O solo encontrado na área I está mais sujeito a contribuição de materiais transportados das posições mais elevadas do que o solo da área II. A grande importância da preservação de solos Hidromórficos está em não comprometer o reservatório hídrico, neste sentido não se recomenda sua drenagem uma vez que podem endurecer e tornar-se fortemente ácidos. Além disso, a textura franco-siltosa evidencia a instabilidade do material sedimentar. Esta constituição física define um material friável, mediante ação erosiva da água superficial e subsuperficial, favorecendo a erosão.

Para os solos das áreas I e II os altos valores de Índice Floculação podem ser explicados pela grande quantidade de matéria orgânica presente nestes solos tanto na camada de 0-10 quanto na de 10-20 cm, a MOS tem acentuada influência na agregação

do solo. Resultados semelhantes foram observados por Campos (1995) em estudo de solos com cobertura natural.

A densidade do solo da área I tem valores bem menores do que o solo da área II, devido ao elevado teor de matéria orgânica que diminui consideravelmente a densidade do solo. No solo da área II observa-se um aspecto interessante, a profundidade de 0-10 cm apresenta uma compactação um pouco maior do que a camada de 10- 20 cm, isso se deve ao fato dessa área ser totalmente preservada, não houve qualquer revolvimento desse solo, o que explica a ligeira compactação na camada de 0-10 cm são os fatores climáticos, chuva, vento e os animais silvestres que por lá vivem.

A umidade atual do solo é muito calcula na agricultura para a realização da irrigação uma vez que indica suas condições hídricas, mas no caso deste estudo ela foi calculada para caracterizar o papel da Mata Ciliar. Podemos observar na tabela 9 valores de umidade variando de 39 a 46%, vale destacar o Cambissolo (área II) que apresentou valores muito próximos ao solo Hidromórfico (área I) sendo que se esperavam valores um pouco abaixo daquele, é possível explicar esse valor pelo fato do Cambissolo se encontrar inserido no Parque Ecológico Pequiizeiros onde a preservação da cobertura natural favorece significativamente a manutenção da umidade do solo.

5.4 Uso e Ocupação das Terras da Microbacia do Córrego Quinze

O mapa de uso e ocupação das terras, gerado por meio da classificação visual, da microbacia do Córrego Quinze encontra-se apresentado na figura 35.

A microbacia do Córrego Quinze possui 3.900 ha de área e apresenta ocupação das terras diversificada, porém sem a presença de áreas urbanas e com destaque para áreas agrícolas e áreas com a preservação da vegetação nativa. A captação de água da CAESB localiza-se nas coordenadas UTM (fuso 23) do ponto de captação são: 217.172 m e 8.263.849 m (CAESB, 2005).

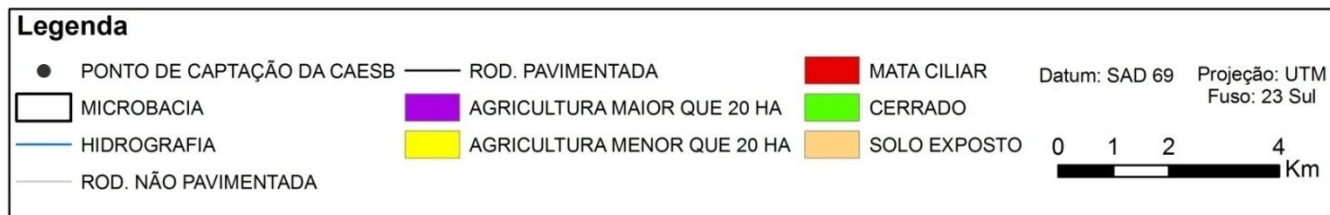
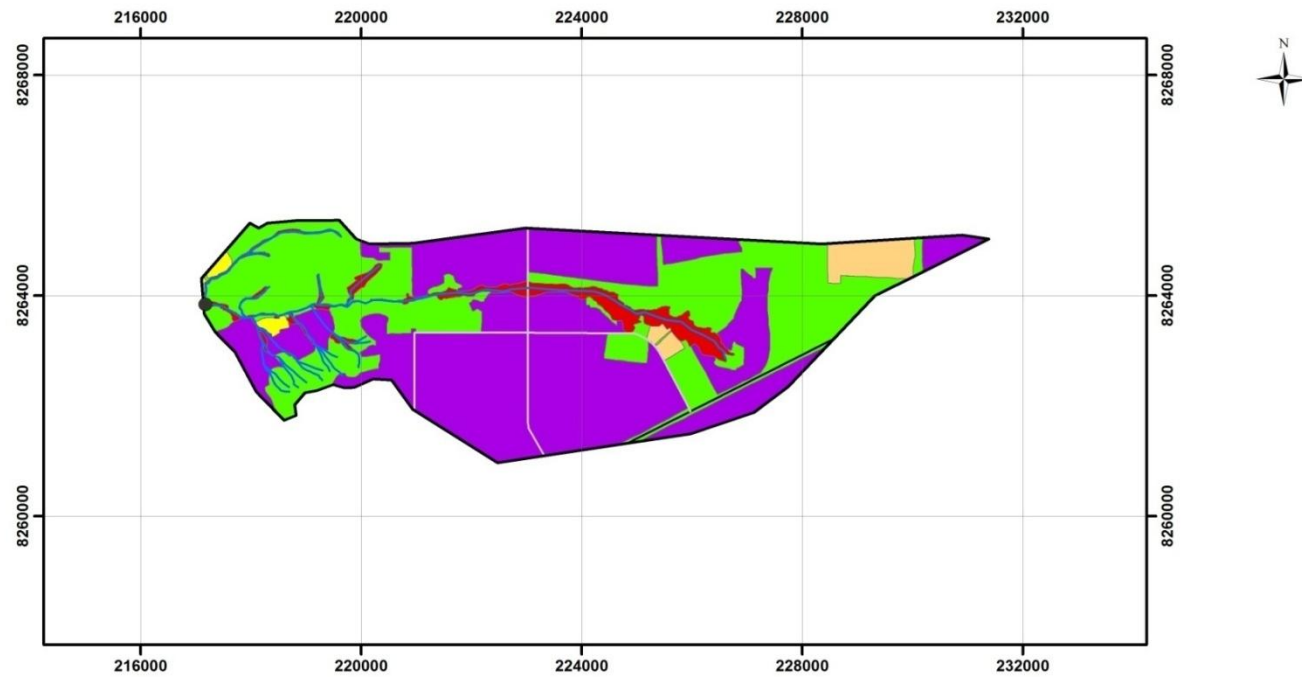


Figura 35: Mapa de uso e ocupação das terras da APM do Córrego Quinze

De acordo com o mapa de uso e ocupação as áreas de solo exposto representam 3,28 % da área o que corresponde a 127,74 ha e como tal são pequenas em relação às áreas das demais classes de ocupação, isto, se considerarmos a agricultura maior que 20 ha e menor que 20 ha como sendo um único uso. As áreas de preservação da vegetação nativa estão concentradas no Parque Ecológico Pequizeiros, o que pode ser explicado pelo fato desta área representar a Reserva Legal de todo o Núcleo Rural Santos Dumont, conforme art. 1º da lei de criação do Parque (Distrito Federal, 1999).

Dentre as classes de uso e ocupação das terras encontradas na microbacia, há o predomínio da agricultura ocupando 52,67% do território, sendo que a agricultura maior que 20 ha representa 52,01% da área, ou seja, 2.028,20 ha, enquanto a agricultura menor que 20 ha representa 0,66% da área (25,65 ha), conforme a tabela 10. A classe Cerrado ocupa 38,63% da microbacia, perfazendo 1.506,65 ha, já as áreas de Mata Ciliar abrangem 5,43% da área, contando com um total de 211,76 ha. São, portanto, 44,06% da APM com preservação da mata nativa.

Tabela 10: Quantificação das áreas classificadas de uso e ocupação das terras na microbacia do Córrego Quinze.

Uso e Ocupação das terras	Área (ha)	Área (%)
Mata Ciliar	211,76	5,43
Cerrado	1506,65	38,63
Solo exposto	127,74	3,28
Agricultura maior que 20 ha	2028,20	52,01
Agricultura menor que 20 ha	25,65	0,66
Total	3900	100

As áreas de mananciais são mais sensíveis, são locais que tratam de água doce utilizadas para abastecimento humano e manutenção de atividades econômicas. Um importante avanço no sentido da proteção dos mananciais ocorreu após o estabelecimento do PDOT/DF, que em seu art. 30 criou as Áreas Especiais de Proteção de Mananciais, contexto posteriormente regulamentado pelo decreto nº 18.585, de 09 de setembro de 1997 e atualmente pelo art. 95 da lei complementar nº 803 de 2009 (Distrito Federal, 1997a, 2009). A partir da edição desses instrumentos legais, todas as bacias de contribuição das captações da CAESB passaram a contar com normas específicas para a priorização de sua proteção (CAESB, 2004).

Essa microbacia, apesar de ser uma APM, está em desacordo com a legislação ambiental. Verificou-se que se a legislação fosse atendida corretamente haveria uma

área total de APP de 373,97 há, porém conforme o mapa de uso atual das terras o total de terra preservada com APP é de 335,96 ha. Percebe-se que a diferença entre o exigido pela legislação e o uso é de apenas 38,01 ha, ou seja 10,16% do total, mas essa diferença apesar de quantitativamente ser pequena em termos qualitativos torna-se grande (tabela 11).

Tabela 11: Uso e ocupação das Áreas de Proteção Permanente em hectares e percentagem

Uso e Ocupação das APPs	Área (ha)	Área (%)
Cerrado	225,64	60,34
Mata Ciliar	110,32	29,50
Agricultura menor que 20 ha	3,16	0,85
Agricultura maior que 20 ha	34,85	9,32
Total	373,97	100

A legislação exige que se preserve uma faixa de vegetação nativa de 50 m de Cerrado as margens do córrego, o que promove uma barreira protetora ao redor do mesmo, isolando-o e impedindo várias interferências externas, que trazem prejuízo, como assoreamento, contaminação da água entre outros. O prejuízo está na localização da vegetação preservada atualmente, uma vez que em determinados pontos a preservação concentra-se garantindo uma boa barreira, porém deixando outros pontos do leito do córrego completamente desprotegidos. Além disso, as áreas onde não existe preservação encontram-se degradadas e com uso agrícola das terras.

Vale destacar que Isaias (2008) confeccionou os mapas de uso do solo da microbacia do Quinze para os anos de 1984, 1995 e 2006 e constatou um severo processo de desmatamento pelo qual essa microbacia passou, notadamente entre 1984 e 1995. A criação das Áreas de Proteção dos Mananciais datam de 1997, o que provavelmente, freou a substituição da vegetação natural por áreas agrícolas nesta e em outras microbacias.

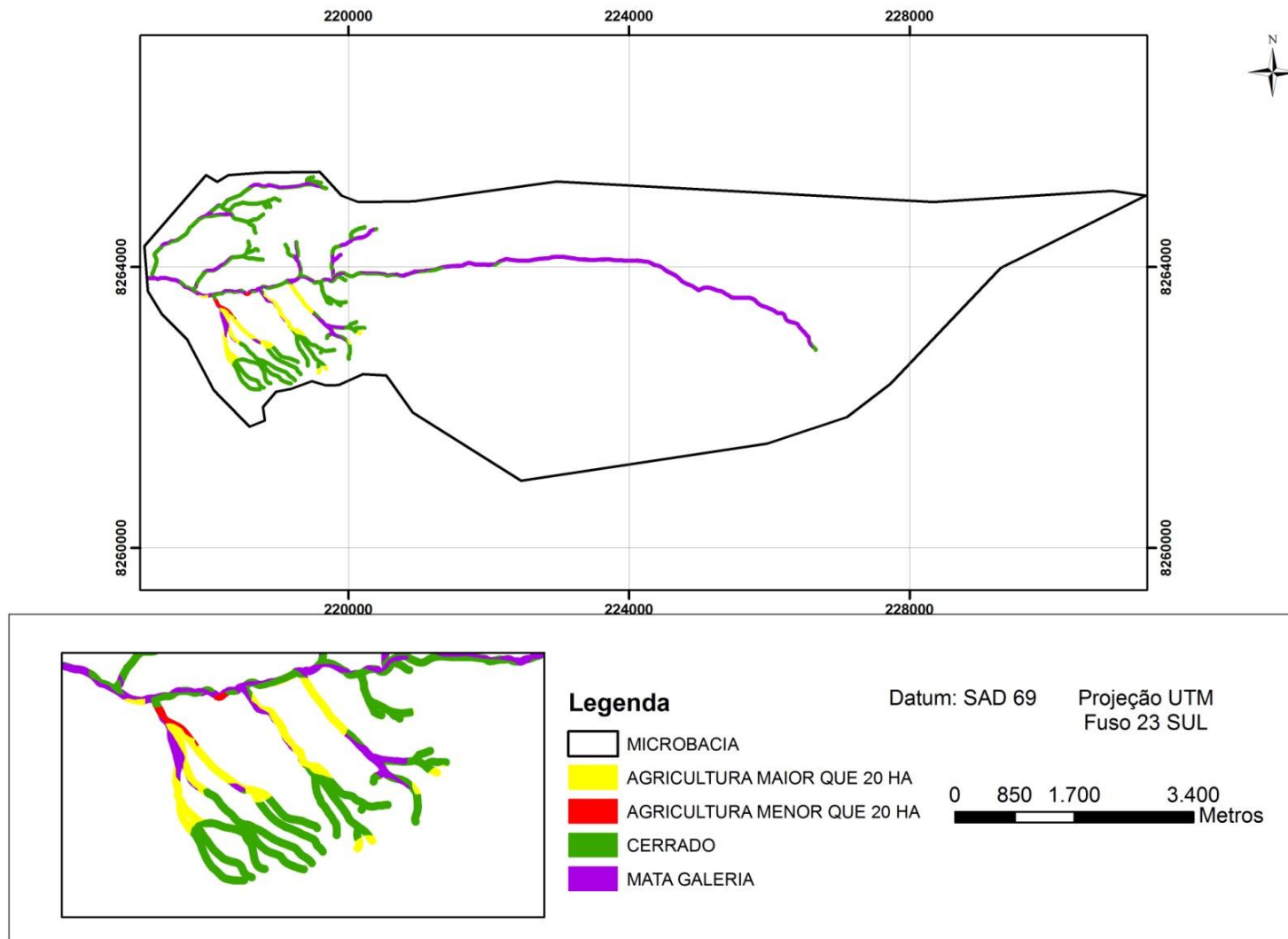


Figura 36: Mapa de uso e ocupação das Áreas de Preservação Permanente da APM do Córrego Quinze

5.5 Avaliação da Adequabilidade de Uso e Ocupação das Terras

A Tabela 12 apresenta os valores em hectares e as respectivas percentagens da cobertura que cada classe de adequabilidade possui na APM do Córrego Quinze. Essa tabela permite ter uma visão panorâmica da situação das terras.

Tabela 12: Cobertura em hectares e percentagem das classes de adequabilidade de uso das terras da APM do Córrego Quinze.

Classes	Área em ha	Área em %
Preservação da cobertura natural	1.718,41	44,06
Uso adequado	1.942,82	49,82
Uso acima do potencial	111,23	2,85
Uso abaixo do potencial	127,54	3,27
Total	3.900,00	100

A Tabela 13 detalha melhor os dados uma vez que apresenta os valores em área referentes à adequabilidade de uso das terras para cada uma das classes de aptidão agrícola das terras.

Tabela 13: Cobertura em hectares e percentagem das classes de adequabilidade de uso das terras da APM do Córrego Quinze por classe específica de aptidão agrícola das terras.

Aptidão	2(b)c		4p		5(n)		6	
	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%
Pres. da cobertura natural	1222,43	36,83	16,405	100	19,01	53,46	460,57	87,01
Uso adequado	1942,82	58,54	0,000	0	0,00	0	0,00	0
Uso acima do potencial	25,94	0,78	0,000	0	16,55	54	68,74	12,99
Uso abaixo do potencial	127,54	3,84	0,000	0	0,00	0	0,00	0
Total	3318,73	100	16,41	100	35,55	100	529,31	100

O mapa gerado de adequabilidade de uso das terras pode ser visualizado na figura 37. A análise deste mapa permite fornecer dados para a verificação da sustentabilidade dos diversos usos verificados na área estudada. A confecção de mapa de adequabilidade de uso das terras com cruzamento dos mapas de uso e ocupação dos solos com mapas de aptidão agrícola das terras tem sido utilizada por diversos autores, entre eles Dias (2005), Chaves (2005) e Ferreira (2006).

A atividade agrícola na área não acontece de forma homogênea, pois existem as diferenciações de níveis tecnológicos de manejo. Através de observação em campo percebeu-se que em geral os proprietários de áreas de agricultura maiores que 20 ha utilizam um nível de manejo desenvolvido, ou seja, C enquanto as áreas de agricultura menor do que 20 ha utilizam um nível de manejo pouco desenvolvido ou primitivo, respectivamente B e A. Ferreira (2006) aponta que na bacia do São Bartolomeu a maioria das propriedades planta desmatando toda a cobertura vegetal natural, até bem próximo as áreas de Mata Ciliar/Galeria e que são poucas propriedades que fazem uso de um manejo conservacionista, em algumas propriedades usa-se a técnica de plantio direto, porém só a aplicação desse sistema não garante manutenção sustentável das terras.

Analisando separadamente cada classe de aptidão agrícola da APM, temos que para aptidão 2(b)c prevalecem as classes de uso adequado e preservação da cobertura natural. O uso acima do potencial deu-se em regiões agrícolas com menos de 20 ha, onde o nível de manejo é insuficiente para o tipo de solo. Para os solos com aptidão 2(b)c o manejo com nível B deixa a aptidão restrita e com nível de manejo A o solo é inapto para agricultura. Para a classe uso abaixo do potencial, na aptidão 2(b)c, destaca-se o uso das terras com solo exposto. Em regiões agrícolas o solo exposto pode significar entre outros, solo preparado para plantio ou vegetação degradada. No caso da microbacia do Córrego Quinze, para a imagem utilizada, os pontos de solo exposto correspondem tanto a regiões de solo preparado para cultivo quando de áreas com vegetação degradada, estas em menor proporção.

Nos solos de aptidão agrícola 4p, encontramos unicamente a classe de preservação da cobertura natural, vale ressaltar que esta classe de aptidão corresponde a uma área muito pequena da microbacia estudada, representando apenas 0,42% da área total da APM.

A aptidão agrícola 5(n) é aquela em que não se fala em uso para lavouras, ela é restrita para pastagem natural e sem aptidão para silvicultura e na microbacia do Quinze vem sendo usada tanto para preservação da cobertura natural como para cultivo, o que torna parte de seu uso insustentável, para essa aptidão observamos 46,54% do seu uso acima do adequado.

Por fim, observa-se a classe de aptidão 6 que deveria servir apenas para preservação da fauna e flora e está servindo além disso, para cultivo, tendo quase 13% das suas áreas diagnosticada, neste estudo, com uso acima do potencial.

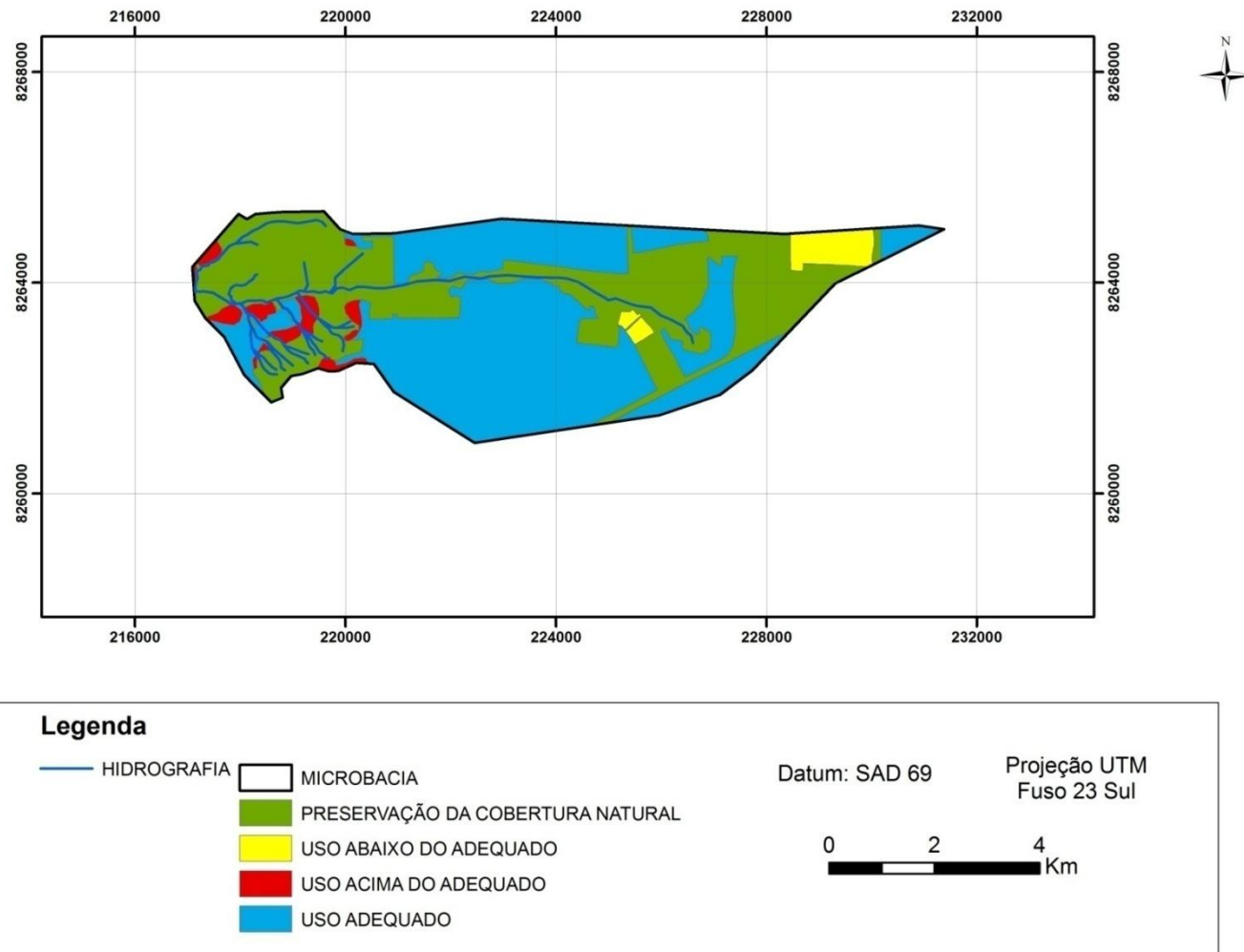


Figura 37: Mapa de adequabilidade de uso das terras da APM do Córrego Quinze

O que garante, nas áreas de aptidão agrícola 6, considerável preservação da cobertura vegetal é a declividade do terreno que dificulta as modificações de uso. Se considerarmos toda a APM o fator de maior relevância para preservação da cobertura natural é a presença do Parque Ecológico do Pequiizeiro, como unidade de conservação da natureza.

Ferreira (2006) em uma visão mais macro estudou a bacia do São Bartolomeu e diagnosticou a importância da Estação Ecológica de Águas Emendadas (ESECAE), como uma barreira de contenção do processo de desmatamento na bacia.

A sustentabilidade das terras da Área de Proteção de Manancial do Córrego Quinze apresentou segundo o mapa de adequabilidade pontos de alerta que devem despertar maior atenção dos proprietários das terras e do poder público. O uso das terras acima do potencial em regiões de mananciais se torna mais grave do que em outras áreas, uma vez que estas regiões devem manter-se com a existência de um sistema especial de proteção, principalmente da vegetação. Apesar do uso acima do potencial representar apenas 2,85% do total da APM, são 111,23 ha de terras com uso não sustentável sendo 61,80% deste uso em terras que deveriam ser usadas apenas para preservação por causa de suas características.

5.6 Legislação Ambiental

5.6.1 Desafios à Fiscalização das APPs e RL

Ramos et al. (2003) estabelecem uma síntese dos desafios institucionais relativos aos mecanismos compulsórios (RLs e APPs): a) burocracia e altos custos para implantar planos de manejo florestal em pequenas áreas de RLs; b) não-aplicação da averbação em cartório, por omissão dos proprietários c) longo prazo (trinta anos, 1/10 a cada três anos) para se obrigar à recomposição de RLs degradadas; d) sobreposição de áreas, por força da descontinuidade e má aplicação das políticas ambientais em diversas esferas; e) submissão de órgãos públicos locais, regionais ou mesmo federais a interesses degradadores, com notória insuficiência dos serviços de licenciamento, controle e fiscalização; f) a questionável titularidade da propriedade da terra, em locais onde os processos de grilagem antecederam as políticas de ocupação territorial.

Além disso, os autores citados apontam os dois principais entraves não-institucionais. São eles:

- (a) A diminuta parcela de produtores está sensibilizada com questões ambientais. Pequenos agricultores insistem, ano após ano, em práticas

arcaicas de cultivo, como a queimada de florestas e de capoeiras - áreas de vegetação original em recuperação. Acreditam que estão diminuindo a incidência de pragas nas plantações. Os médios e grandes produtores, mais ligados à contabilidade empresarial e maximização dos lucros, investem alto em mecanização, mão-de-obra mais qualificada e, com isso, não resistem ao desmatamento das RLs.

- (b) A falta de informação e de incentivo a usos alternativos, conciliados à atividade principal do proprietário, como a produção de mel, a criação de animais silvestres, o cultivo de plantas ornamentais e medicinais e práticas de agroflorestas para produção orgânica voltada ao consumo (ou venda, se for possível a certificação do empreendimento).

Mais um fator a ser observado nos desafios à fiscalização de áreas de RL e APP é a aplicação do direito penal aos infratores com as devidas sanções, sem a utilização de subterfúgios que visam configurar infrações ambientais como de potencial ofensivo mínimo buscando sempre descaracterizar a gravidade da não observância a tutela ambiental.

A efetividade da Lei de Crimes Ambientais (lei nº 9.605/98) deve ser buscada em todas as instâncias e esferas administrativas, em interpretações judiciais sempre atentas ao direito fundamental previsto no art. 225 da Constituição Federal (Brasil, 1998, 1988a). Embora seja um texto normativo criticado, a vigência da lei nº 9.605/98 “reformulou as práticas brasileiras no cuidado ao meio ambiente. Para melhor, sem dúvida” (Freitas, 2007).

Destaca-se que o decreto presidencial nº 7.029, estende a data para registro de áreas de RL e APP, até 11 de junho de 2011 (Brasil, 2009b). Este decreto institui o Programa Federal de Apoio à Regularização de Imóveis Rurais, denominado Programa Mais Ambiente. O decreto nº 7.029 prorrogou o prazo de averbação dessas áreas protegidas já estipulado anteriormente, em que prazo para averbação dessas áreas protegidas era até 11 de dezembro de 2009.

As regras do jogo são constantemente alteradas o que causa confusão e descontentamento. O último decreto publicado foi benéfico aos proprietários de terras rurais e estes vêm sendo orientados por advogados a não averbarem ainda suas terras por dois motivos principais: primeiro, porque o governo não tem a estrutura necessária para atender a demanda dos produtores e segundo porque discussões no Congresso Nacional a respeito do atual Código Florestal estão caminhando e podem reformular o

conceito principalmente de Reserva Legal. Esclarece-se que os produtores que não averbarem RL ou APP estão passíveis de receber multas, em decorrência do decreto nº 6.514 (Brasil, 2008).

5.6.2 Mudanças no Código Florestal Referentes à RLs e APPs

Desde que o primeiro Código Florestal foi editado em 1934 e posteriormente o “novo” Código Florestal em 1965 através da lei federal nº 4.771 várias mudanças pontuais ocorreram (Brasil, 2001). Essencialmente os debates sobre as mudanças ocorrem em torno das figuras jurídicas, Reserva Legal e Área de Preservação Permanente, e os atores são de um lado ruralistas e de outros ambientalistas.

Recentemente as mudanças que serão votadas no Plenário da Câmara dos Deputados e no Senado que já foram aprovadas pela Comissão Especial da Câmara dos Deputados prevêm:

1. Diminuição das APPs, onde a faixa mínima de vegetação preservada nas margens de rio com menos de cinco metros de largura deve cair de 30 para 15 metros e dá poder aos estados para aumentar ou reduzir em até 50% as faixas mínimas de APP nas margens de rio. Topos de morro e áreas com altitude superior a 1.800 metros deixam de ser protegidas. Veredas passam a ser consideradas, expressamente, como APPs. As demais áreas, embora continuem sendo formalmente protegidas, podem ser ocupadas por plantações, pastagens ou construções caso tenham sido desmatadas até 2008 e sejam consideradas pelos governos estaduais como “áreas consolidadas”. A largura da Mata Ciliar seria contada a partir do nível mais baixo do rio, atualmente o Código prevê que seja definida a partir do leito maior, ou seja, no período da cheia. Além do fato de que as APPs serão incluídas no cômputo das áreas de RL.

A nova proposta do Código Florestal Brasileiro descaracteriza as Áreas de Preservação Permanente, reduzindo a proteção ao longo dos rios e corpos d'água, além de excluir as restingas, topos de morro e várzeas. Isso provocará especulação imobiliária ainda maior nas poucas restingas que restam no litoral brasileiro; reduzirá a reposição e os estoques de água no lençol freático e, progressivamente, a capacidade de irrigação das culturas. A ocupação legalizada de áreas alagadas somente agravará as tragédias que já ocorrem nesses locais, pois as enchentes afetarão cada vez mais as populações que as ocupam (Metzger et al, 2010).

2. Fim da obrigatoriedade da Reserva Legal em propriedades de até quatro módulos fiscais, as propriedades com até quatro módulos fiscais (20 a 440 hectares, dependendo da região do país) não precisam recuperar a área caso ela tenha sido desmatada até a promulgação da lei. Nas demais propriedades ela deve ser recuperada, mas será menor do que atualmente, pois não será calculada com base na área total do imóvel, mas apenas na área que exceder 4 módulos fiscais (se tiver 10 módulos, será calculada sobre 6) e poderão ser recuperadas com plantações de espécies exóticas (sem fixar nenhuma proporção mínima de preservação ou recomposição de vegetação nativa), e a exploração econômica dessas áreas será feita conforme parâmetros estabelecidos por cada estado ou município.

É importante esclarecer que a grande maioria dos imóveis rurais no Brasil tem até quatro módulos fiscais, boa parte deles estão no sul e sudeste. Assim, ficaremos com uma parte do país onde não haverá mais áreas nativas de vegetação, uma vez que são nestas regiões onde se encontram o maior número de APPs com ocupação “consolidada”. O maior agravante é de que propriedades maiores sejam artificialmente divididas nos cartórios para serem isentas de recuperar. A proposta de reformulação proíbe a fragmentação das propriedades, porém, a fiscalização e coibição são extremamente difíceis e, por isso, a anistia não ficará restrita às pequenas propriedades.

3. Anistia para quem desmatou, os estados terão cinco anos, a partir da publicação da lei, para criar programas de regularização. Nesse período, ninguém pode ser multado, e as multas já aplicadas até 22 de julho de 2008 ficam suspensas. Os que aderirem à regularização podem ser dispensados em definitivo do pagamento de multas e inclusive da recuperação das áreas ilegalmente desmatadas.

O saldo de todas essas mudanças Metzger e Lewinsohn (2010) destacam em seu estudo como sendo a ampla legalização do desmatamento, após uma curta moratória de 5 anos. As estimativas preliminares são de que 70 milhões de hectares serão desmatados, e outros 40 milhões de hectares de RL deixarão de ser recuperados, o que levará a uma emissão de pelo menos 25 a 31 bilhões de toneladas de gases de efeito estufa – inviabilizando a meta assumida pelo Brasil em Copenhague de reduzir suas emissões em 39% até 2020. Ademais, uma estimativa simples, baseada na relação entre o número de espécies e a área perdida, projeta a extinção de mais de 100 mil espécies.

Não há precedente histórico recente de autorização legal para um extermínio biológico nessa escala.

O que se depreende dessas sugestões de mudança no Código Florestal Brasileiro é que as preocupações ecológicas que buscam a sustentabilidade do uso das terras, dos recursos hídricos e da preservação da fauna e flora não são importantes e que as questões econômicas estão acima de qualquer instrumento de tutela ambiental.

Young (2010) adverte, todavia, que alterações no Código Florestal resultam em ganhos econômicos pouco expressivos, se comparados aos danos aos ecossistemas afetados. “É provável, inclusive, que ocorra o contrário: o maior desmatamento poderá reduzir o alcance dos serviços ambientais prestados pelos remanescentes florestais, resultando em perda de produção e emprego nas áreas rurais brasileiras”.

Na contramão dos projetos de lei que visam reduzir as áreas de vegetação natural a serem preservadas, o projeto de lei nº 5.586/2009 cria a Redução Certificada de Emissões do Desmatamento e da Degradação (RCEDD) (Brasil, 2009c). A RCEDD seria uma forma de recompensar os proprietários de terras que evitem o desmatamento e reduzirem as emissões de carbono.

As remunerações seriam por meio de crédito de carbono negociados em mercado. A RCEDD seria um título de valor mobiliário, representativo de uma unidade padrão de gases de efeito estufa em área de preservação florestal. Depois de emitida, será negociada na bolsa de valores ou de mercado futuro.

Hoje, os proprietários rurais acreditam que as áreas destinadas à RL e APP são um limite ao direito de propriedade. O que não é verdade, pois a própria Constituição preconiza o direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, art. 225. Assim, também a nossa Carta Magna atribui à propriedade o princípio da função social. No caso de propriedade rural, a função social da propriedade está explicitamente vinculada à utilização adequada dos recursos naturais disponíveis e preservação do meio ambiente, art. 186, II (Brasil, 1988a).

5.6.3 A Regularização Ambiental na Microbacia do Córrego Quinze

Reconhecido o devido valor das áreas ambientalmente protegidas para a sustentabilidade da agricultura e das atividades urbanas, é fundamental que sejam conhecidas, as causas e os efeitos da violação a essas áreas e o primeiro passo para a transformação do ambiente é a regularização à legislação.

A análise da regularização da microbacia não deve levar em consideração apenas sua delimitação física, mas considerar também o seu entorno. Assim, foi observado no entorno da APM do Córrego Quinze pressões ambientais que podem levar a um desenvolvimento não sustentável (figura 38).



Figura 38: Imagem do satélite ALOS da microbacia do Córrego Quinze, ano de 2008.

A extinta Secretaria Especial do Meio Ambiente (SEMA), no ano de 1988, formulou a Instrução Normativa SEMA/SEC/CAP/ N° 02 onde são definidos sistemas de uso de terra para a Área de Proteção Ambiental do Rio São Bartolomeu, onde se insere a microbacia do Córrego Quinze (Brasil, 1988b). Cada sistema criado possuía usos compatíveis e restrições, devido à grande importância da preservação desse manancial que é considerado importante para o futuro abastecimento de água do DF. Ocorre que essa APA, segundo o Distrito Federal, é a que possui maior quantidade de parcelamento irregular de solo que não coadunam com o sistema de uso de terra. Para solucionar parte desse problema a APA sofreu novo zoneamento, que pode ser consultado na lei distrital n° 1.149 de 1996 (Distrito Federal, 1996). Esse novo zoneamento permite possibilidades de ocupação para fins urbanos dentro da APA, isso foi feito para tentar regularizar casos que apresentavam níveis de consolidação elevada.

Apesar do zoneamento da Instrução Normativa SEMA/SEC/CAP/ N° 02 ter sido substituído pelo da lei 1.1149/96 as normas que visam a proteção da vida silvestre, a manutenção de banco genéticos de espécies raras de biota regional e dos recursos naturais permanecem. Dentre essas normas há as que visam a proteção da água e nessas o destaque está na faixa de proteção da cobertura natural onde deve-se estabelecer uma faixa de 50 m às margens dos cursos d'água, medidos na horizontal, onde é permitida apenas a silvicultura com espécies nativas, ou seja, as APPs na APA do São Bartolomeu sofreram uma ampliação da faixa de proteção devido a grande importância ambiental dessa região (Brasil, 1988b).

O Código Florestal Brasileiro surgiu há 45 anos mas são poucos os que o conhecem e o consideram como um instrumento jurídico válido e legítimo para a proteção das florestas e menos ainda os que conhecem as leis que particularizam determinadas situações como no caso da maior proteção dada à APA do Rio São Bartolomeu.

A microbacia do Córrego Quinze deveria passar por um processo de regularização à legislação ambiental no que se refere à averbação de áreas de Reserva Legal. Segundo o IBRAM (2010), apenas uma propriedade no curso do rio averbou a RL. Fato preocupante, uma vez que se trata de uma Área de Proteção de Manancial responsável pelo abastecimento público de água do Vale do Amanhecer.

As Áreas de Proteção de Manancial regem-se por restrições de uso especiais garantidas no Plano Diretor de Ordenamento Territorial (PDOT), porém suas terras são classificadas em zonas de uso como outras áreas ordinárias para caso sejam extintas como APM, sejam aplicadas as diretrizes de uso definidas para as respectivas zonas em que se inserem, podendo ser estabelecidas diretrizes mais restritivas para sua ocupação, mesmo depois de destituídas como APM, mediante estudos ambientais específicos.

A APM do Quinze situa-se segundo o PDOT em Zona Rural de Uso Controlado, conforme figura 39 mas se observarmos o mapa do Plano Diretor de Ordenamento Territorial do Distrito Federal vigente em 1997 e a revisão de 2009 podemos perceber que no ano de 1997 a zona situada à noroeste da APM em estudo já possuía a classificação de Zona Urbana de Uso Controlado, que caracteriza-se por restrição de uso em razão, principalmente, de restrições ambientais. Ressalta-se a expansão dessa classe de zona urbana, que hoje faz fronteira com a Área de Proteção de Manancial. Apesar

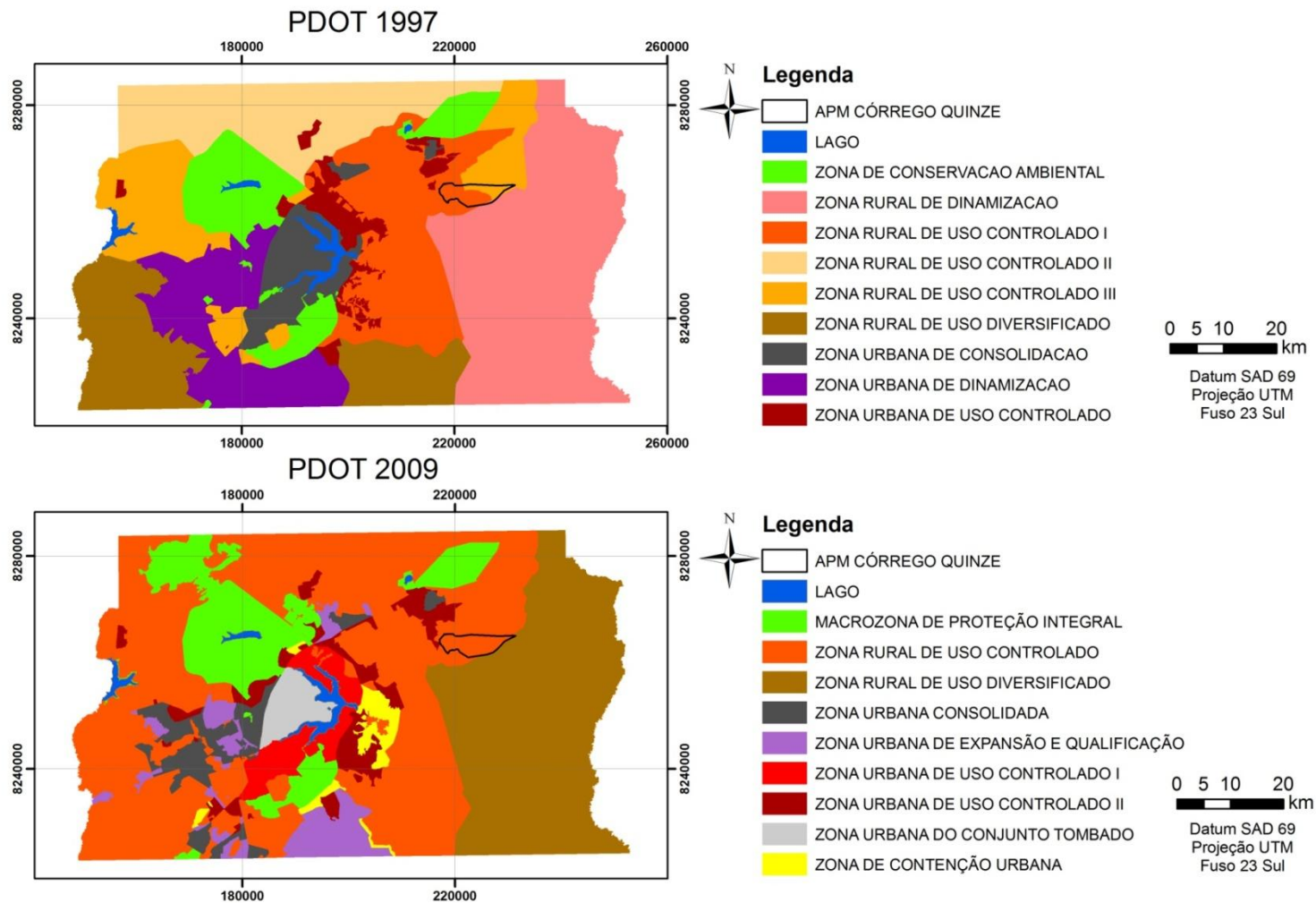


Figura 39: Mapa do Plano Diretor de Ordenamento Territorial do Distrito Federal dos anos de 1997 e 2009.

das restrições de uso essas áreas em expansão passaram de rurais a urbanas e encontram-se entre duas importantes áreas de conservação ambiental, que são: o Parque Pequizeiros e Águas Emendadas, prejudicando assim o corredor ecológico entre essas áreas.

As pressões observadas na região da APM são geradas pelas atividades humanas exercidas no entorno da microbacia. Essas atividades são de duas naturezas: urbana e rural. Na primeira temos o Vale do Amanhecer e o Condomínio Arapoanga que estão localizados muito próximos à APM e sofrem com a falta de saneamento básico, podendo facilmente provocar a contaminação das águas enquanto na segunda pressão temos os parcelamentos de solo localizados na parte alta do Núcleo Rural Santos Dumont que se caracterizam por lotes rurais com área média de 7 hectares cada, utilizados principalmente para a olericultura. Sabe-se que o uso excessivo de fertilizantes nessa atividade é muito comum e ocasiona maiores chances de contaminação dos cursos d'água. Vale ressaltar que esses parcelamentos em determinados pontos encontram-se na área oficial da APM e que isso é proibido segundo o art. 97, inciso IV do atual PDOT (Distrito Federal, 2009).

Muitas vezes mais importante do que delimitar diretrizes para o uso das terras é necessário conduzir bem a operacionalização dessas diretrizes e manter um monitoramento constante, pois a tendência natural das áreas não fiscalizadas é desviar sua finalidade em função de interesses econômicos, aparentemente, mais urgentes do que os ambientais.

Em relação às Matas Ciliares do Córrego Quinze sua preservação foi considerada insuficiente. Diante da falta de regularização das APPs, perante o órgão ambiental, a situação que se instala é de insegurança em relação a essa preservação para os próximos anos, uma vez que a averbação em cartório das áreas protegidas permite tornar pública a identificação da área destinada à preservação ambiental, tornando-a certa e localizada, garantindo a sua imutabilidade e sua manutenção nos futuros negócios envolvendo o imóvel rural.

Nas áreas de uso irregular de solo das APPs, existe a necessidade de recuperação da vegetação mas há ainda a questão dos parcelamentos irregulares de solo que devem ser erradicados mas de forma que se possa garantir as famílias que vivem nesses locais o direito a moradia e ao mesmo tempo promover a sobrevivência desses agricultores. Como essas questões são muito complexas e envolvem o direito fundamental a moradia, os órgãos de fiscalização preferem em muitos casos se omitir a tentar regularizar a

situação. A legislação para essa região é clara e facilmente disponível, o que falta para sua efetivação é a fiscalização das áreas.

As atividades de forte impacto dos recursos hídricos são proibidas em Áreas de Preservação de Mananciais segundo art. 97 da lei Complementar nº 803 de 2009, porém na APM do Córrego Quinze podem ser observados diversos galpões para atividade de avicultura (Brasil, 2009). Cabe ao poder público à fiscalização dessas áreas e cobrança das devidas licenças ambientais.

Um fator positivo e relevante na questão das APPs nessa microbacia é a extensão das matas a serem preservadas. Lia Dornelles (2002) pesquisou a existência ou não de critérios científicos para a fixação da distância a ser protegida nas margens de curso d'água. Concluiu que não havia, antes de 1965, ano de promulgação do Código Florestal, estudos técnico-científicos que sugerissem os limites ideais dessas áreas, embora muitos estudos demonstrassem, antes e principalmente depois, os efeitos nocivos da degradação de APPs. Trabalho recente realizado por Chaves et al.(2007), avaliou a eficiência da contenção de sedimentos em matas Ciliares nos Cerrados através de modelos matemáticos para prever a sedimentação e a erosão. Nesse trabalho determinou-se a partir de diferentes formas de utilização da terra e diferentes abordagens de manejo, qual a extensão necessária de florestas de galeria para evitar o assoreamento e poluição de um curso d'água com até 10 metros de largura, semelhante, portanto ao Córrego Quinze. Os pesquisadores citam que a extensão ideal para esses fins seria, em cada margem, de 38 metros, para vegetação de Cerrado, 54 metros, para pastagens e 120 metros, para agricultura.

Atualmente, os dados científicos não só reforçam a importância das APPs como evidenciam que elas deveriam ter limites maiores que os estabelecidos pelo Código Florestal. Jean Paul Metzger (2010) realizou um levantamento sobre a bibliografia disponível, relativamente à extensão mínima da vegetação ripária a ser conservada e mostrou que os limites legais são insuficientes para que as APPs ribeirinhas cumpram todas as suas funções ambientais. Conforme ele ressalta, a largura da APP deveria ser estabelecida para atender à função mais exigente, no caso, a manutenção de corredores ecológicos. Baseado nessa diretriz e em estudos de diversidade genética das matas ripárias nos biomas Mata Atlântica, Amazônia, Cerrado e Caatinga, concluiu que as faixas de APP não deveriam ser inferiores a 50 m de cada lado do curso d'água.

Esses trabalhos ressaltam a importância de uma faixa de proteção das matas ciliares às margens dos cursos d'água de no mínimo 50 m quando se faz uso desse solo

para fins agrícolas como é o caso da APM do Quinze. Assim, constatamos que a legislação ambiental para essa área é muito coerente com o fim a que se destina que é a preservação, o que falta é o cumprimento da legislação e a devida fiscalização por parte dos órgãos ambientais.

6 CONCLUSÕES

1. A água do Córrego Quinze foi classificada como boa sendo que essa qualidade pode ser ligeiramente alterada na estação chuvosa devido principalmente as atividades agrícolas da região, portanto a manutenção da qualidade da água nessa microbacia depende da presença da Mata Ciliar;

2. Em Áreas de Preservação Permanente em sistemas de produção agrícola, identificar e avaliar os riscos ambientais, além de monitorar os meios abióticos é necessário e fundamental para a tomada de decisão pelos órgãos ambientais no gerenciamento dos recursos hídricos.

3. O solo Hidromorfo da Área de Preservação Permanente dessa APM está sob influência direta das atividades exercidas nas porções mais elevadas da microbacia e apresenta em sua configuração certa instabilidade que favorece a erosão;

4. O Cambissolo da Área de Preservação Permanente encontra-se em regiões mais declivosas, mas que estão protegidas pelas fronteiras do Parque Ecológico Pequizeiros, assim garante-se nesse solo uma considerável estabilidade às margens do Córrego;

5. A microbacia tem uso essencialmente agrícola com preservação de 44,06% da mata nativa, porém essa preservação é concentrada na área do Parque Ecológico Pequizeiros;

6. As Áreas de Preservação Permanente não são respeitadas, foi identificado que 10,16% dessas áreas apresentaram uso irregular;

7. São 2,85% das terras com uso e ocupação acima da sua aptidão agrícola que localizam-se em solos que deveriam ser usados apenas para preservação devido suas características;

8. O olhar em escala de paisagem mostrou que o parcelamento de solo da parte alta do Núcleo Rural Santos Dumont assim como o Vale do Amanhecer e o Condomínio Arapoanga são localidades potencialmente poluidoras e devem ser monitorados para garantir maior integridade da Área de Proteção de Manancial do Córrego Quinze;

9. A legislação criou para essa microbacia restrições de uso e ocupação importantes, porém por falta de fiscalização adequada não são cumpridas em sua integralidade;

10. Essa região exige uma ação mais sistemática do poder público, uma vez que, as conseqüências das alterações ambientais na microbacia afeta diretamente as atividades de captação da água pela Caesb. Sendo que, reside além da preocupação ambiental a relevante função social de assegurar a qualidade de água para abastecimento, portanto a observância das normas ambientais também diminuiria os custos de operação pela companhia de água.

11. Minimizar os desajustes em relação à preservação ambiental, pontuados ao longo desse estudo, é possível por meio de ações tanto dos órgãos ambientais quanto da conscientização dos proprietários de terras na microbacia, com o apoio do geoprocessamento, as ações devem priorizar a regularização fundiária e o cumprimento dos dispositivos legais Reserva Legal e Áreas de Proteção Permanente.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACTON, D. F.; GREGORICH, L. J. **The health of our soils: toward sustainable agriculture in Canada**. Ottawa: Canadá Center for Land and Biological Resources, 1995. 138 p.

ADASA. **Plano de Gerenciamento Integrado de Recursos Hídricos do Distrito Federal**. Brasília: 2002.

ANA. Indicadores de Qualidade de Água. Disponível em: <<http://pnqa.ana.gov.br/IndicadoresQA/IndiceQA.aspx>>. Acessado em 30 out. 2010

ANA. **Panorama da Qualidade das Águas Superficiais no Brasil**. Brasília: 2005. 265p.

ARAUJO, A. E. M., **Avaliação dos parâmetros físicos, químicos e índice de qualidade da água no rio Saúde, em razão da precipitação (maio a dezembro de 2004): estudo de caso**. 2006. 92p. Dissertação de Mestrado - Instituto de Ciências Atmosféricas, Universidade Federal de Alagoas, Maceió.

ARAUJO, A. S. F.; MONTEIRO, R. T. R. Indicadores Biológicos da Qualidade do Solo. **Bioscience Journal**, v. 23, n. 3, p.66-75, 2007.

ARAUJO, R. **Avaliação da qualidade do solo em áreas sob diferentes usos**. 2004. 77p. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias) - Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, Brasília.

ARCOVA, F. C. S.; CESAR, S.F.; CICCIO, V. Qualidade da água e dinâmica de nutrientes em bacia hidrográfica recoberta por floresta de mata atlântica. **Revista do Instituto Florestal**, São Paulo, v.5, n.1, 1993. p.1-20.

ARCOVA, F. C. S.; CICCIO, V. Qualidade da água de microbacias com diferentes usos do solo na região de Cunha, estado de São Paulo. **Scientia Forestalis**, v. 56, dez., 1999. p. 125-134.

ARRAES, T. M. ; MAIA JR., F. J. P. ; COSTA, P. N. ; CAMPOS, J. E. G. **Caracterização hidroquímica das águas subterrâneas profundas do Distrito Federal**. In: XLIII CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, ARACAJÚ, 2006. 16p.

ASSAD, E. D., **Chuva nos cerrados. Análise e espacialização**. Brasília: Embrapa SPI., 1994. 423p.

ASSAD, E. D.; SANO, E. E. **Sistema de Informações Geográficas - Aplicações na Agricultura**. 2 ed. Brasília: Embrapa SPI, 1998. 434p.

BALDOCK, J. A.; NELSON, P. N. Soil organic matter. In: SOMENER, M. E. (Ed.) **Handbook of soil science**. Boca Raton: CRC Press, 2000. p.b25-b84.

BAPTISTA, G. M. M. Caracterização climatológica do Distrito Federal. In: Inventário Hidrogeológico e dos Recursos Hídricos Superficiais do Distrito Federal. Brasília: IEMA/SEMATEC/UnB, ed. 1, 1998. p. 187-208.

BASTOS NETO, J. **As Áreas de Preservação Permanente do rio Itapicuru-açu: impasses e pertinência legal.** 2008. 223p. Dissertação de mestrado - Centro de Desenvolvimento Sustentável, Universidade de Brasília, Brasília.

BENEDITO, C. **O município e o meio ambiente: das Áreas de Preservação Permanente.** 2001. 29 p. Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso) – Escola de Engenharia de Piracicaba, Fundação Municipal de Ensino de Piracicaba, Piracicaba.

BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. **Conservação do solo.** Livro ceres: Piracicaba, SP, 1999.

BILICH M. R.; LACERDA M. P. C. Avaliação da qualidade da água do Distrito Federal (DF), por meio de geoprocessamento. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 2005, Goiânia. **Anais XII...**Goiânia: INPE, 2005. p. 2059-2065.

BILICH, M. R. **Ocupação das terras e a qualidade da água na microbacia do ribeirão Mestre D'Armas, Distrito Federal.** 2007. 134 p. Dissertação de Mestrado - Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, Brasília.

BOAVENTURA, G. R.; FREITAS, A. L. S. Inorganic parameters as water quality indicators in acidic groundwater in a tropical region – Brasilia DF (Brazil). **Water, Air, and Soil Pollution**, p.135-151. 2006.

BRASIL. Decreto de 29 de abril de 2009: Dá nova redação aos arts. 5o, 7o, 8o, 10 e 12do Decreto de 10 de janeiro de 2002, que cria a Área de Proteção Ambiental - APA do Planalto Central, no Distrito Federal e no Estado de Goiás. Brasília, DF: Poder executivo, 2009a.

BRASIL. Decreto Presidencial nº 7029, de 10 de novembro de 2009: Institui o Programa Federal de Apoio à Regularização Ambiental de Imóveis Rurais, denominado "Programa Mais Ambiente". Brasília, DF: Poder executivo, 2009b.

BRASIL. Projeto de Lei Federal nº 5.586, de 2009, Institui a Redução Certificada de Emissões do Desmatamento e da Degradação (RCEDD). Brasília, DF: Poder Legislativo, 2009c.

BRASIL. Decreto nº 6.514, de 22 de julho de 2008: Dispõe sobre as infrações e sanções administrativas ao meio ambiente, estabelece o processo administrativo federal para apuração destas infrações, Brasília, DF: Congresso Nacional, 2008.

BRASIL. Resolução do CONAMA 357, de 17 de março de 2005, Dispõe sobre a classificação dos corpos de água ediretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes. Brasília, DF: Congresso Nacional, 2005.

BRASIL. Decreto de 10 de janeiro de 2002: Cria a Área de Proteção Ambiental - APA do Planalto Central, no Distrito Federal e no Estado de Goiás, Brasília, DF: Congresso Nacional, 2002a.

BRASIL. Resolução do CONAMA 303, de 20 de março de 2002, Dispõe sobre os parâmetros, definições e limites de Áreas de Preservação Permanente. Brasília, DF: Congresso Nacional, 2002b.

BRASIL. Resolução do CONAMA 302, de 20 de março de 2002, Dispõe sobre os parâmetros, definições e limites de Áreas de Preservação Permanente de reservatórios artificiais e o regime de uso do entorno. Brasília, DF: Congresso Nacional, 2002c.

BRASIL. Lei Federal nº 4.771/65, de 15 de setembro de 1965, alterada pela lei 7.803 de 15 de agosto de 1989 e alterada pela Medida Provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001. Brasília, DF: Congresso Nacional, 2001.

BRASIL. Lei Federal nº 9.985, de 18 de julho de 2000: Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza. Brasília, DF: Congresso Nacional, 2000a.

BRASIL. Resolução do CONAMA 274, de 29 de novembro de 2000, Dispõe sobre a classificação das águas doces, salobras e salinas, em todo o Território Nacional, bem como determina os padrões de lançamento. Brasília, DF: Congresso Nacional, 2000b.

BRASIL. Lei Federal nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998. Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente. Brasília, DF: Congresso Nacional, 1998.

BRASIL. **Constituição Federal (1998)**: artigo 225. Título VIII, capítulo VI Do Meio Ambiente. Brasília, DF: Congresso Nacional, 1988a.

BRASIL. Instrução Normativa SEMA/SEC/CAP nº 02, de 22 de abril de 1988. DF. Secretaria do Meio Ambiente, 1988b.

BRASIL. Resolução do CONAMA nº 4, de 18 de setembro de 1985. Dispõe sobre Reservas Ecológicas. Brasília, DF: Congresso Nacional, 1985.

BRASIL. Lei Federal nº 6.938, de 31 de agosto de 1981: Política Nacional de Meio Ambiente, DF: Congresso Nacional, 1981.

BRASIL. Decreto lei nº 524, de 08 de abril de 1969. Autoriza o Prefeito do Distrito Federal a Constituir a Companhia de Água e Esgotos de Brasília, Brasília, DF. Poder Executivo, 1969.

CAESB. **Sinopse da Situação Ambiental das Captações Superficiais da CAESB**. Brasília, 2005.

CAESB. **Programa de Conservação e Proteção de Mananciais**. Documento interno - Companhia de Saneamento Ambiental do Distrito Federal. Brasília, 2004.

CÂMARA, G. E DAVIS Jr., C. A. **Introdução à Ciência da Geoinformação**, CÂMARA, G. E DAVIS Jr., C. A., MONTEIRO, A. M. V. (Organizadores). Disponível em <<http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livro/introd/>> Acessado em 17 set. 2010.

CAMPOS, B. C.; REINERT, D. J.; NICOLODI, R.; RUEDELL, J.; PETRELLE, C. Estabilidade estrutural de um Latossolo Vermelho-Escuro distrófico após sete anos de rotação de culturas e sistemas de manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 19, 1995. p. 121-126.

CAMPOS, J. E. G. Hidrogeologia do Distrito Federal: Bases para Gestão dos Recursos Hídricos Subterrâneos. **Revista Brasileira de Geociências**. Brasília, v 34, n. 1, 2004. P. 41-48

CANTARELLA, H.; ABREU, C. A. & BERTON, R. S. Fornecimento de nutrientes pela matéria orgânica do solo. In: GUERINI, I. A. (Ed.). ENCONTRO SOBRE MATÉRIA ORGÂNICA DO SOLO – PROBLEMAS E SOLUÇÕES, 1992, Botucatu, **Anais...Botucatu: Faculdade de Ciências Agrônômicas**, 1992 p. 63-122.

CARVALHO, A. R.; SCHLITTLER, F. H. M.; TORNISIELO, V. L. Relações da atividade agropecuária com parâmetros físico químicos da água. **Química Nova**, v. 23 (n.5), 2000.

CARVALHO, P. R. de S. A expansão urbana na bacia do ribeirão Mestre D'Armas (DF) e a qualidade da água. **Estudos Geográficos**, Rio Claro, v. 3, n. 1, p. 71-91 , 2005 Disponível em: <www.rc.unesp.br/igce/grad/geografia/revista.htm>. Acessado em 17 dez. 2009.

CARVALHO, R. **Níveis de cobertura vegetal e qualidade do solo sob pastagem em áreas d cerrado**. 2007. 90 p. Dissertação de mestrado - Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, Brasília.

CETESB. Variáveis de Qualidade de Água. Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br/agua/rios/variaveis.asp>>. Acessado em: 20 nov. 2010.

CHAVES, A. A. A. **Avaliação do uso e qualidade do solo e da água da região de nascentes do Rio Descoberto, DF**. 2005. 92p. Dissertação de Mestrado - Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, Brasília.

CHAVES, H. L.R.; CULTURA J. W.; VERÍSSIMO, S. M. **Evaluation of the sediment trapping efficiency of gallery forests through sedimentation modeling**. 2007 p. 323 a 327.

CORREIA, J. R.; REATTO, A; SPERA, S. T. Solos e suas relações com o uso e manejo. In: SOUSA, D. M. G. de; LOBATO, E. **Cerrado: correção do solo e adubação**. 2 ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2004. p. 29-58.

DIAS, N. W. **Estudo da adequabilidade de uso do solo e viabilidade econômico-ambiental: o caso da Fazenda Camburi**. 2005. São Paulo: Universidade de Taubaté, 2005. 39p. Disponível em:http://www.agro.unitau.br:8080/dspace/bitstream/2315/59/1/Adequa_Camburi.pdf Acessado em: 09 de set de 2010

DISTRITO FEDERAL. Relatório de Avaliação Ambiental Estratégica, 2010. Disponível em: < <http://www.st.df.gov.br/sites/100/167/00000358.PDF>>. Acessado em: 05 ago. 2010a.

DISTRITO FEDERAL. Anuário Estatístico. Brasília Distrito Federal, 2001. Disponível em: < http://www.districtofederal.df.gov.br/sites/000/56/menu_cidadao/CAP16.PDF> Acessado em: 18 set. 2010b.

DISTRITO FEDERAL. Lei Complementar nº 827, de 22 de julho de 2010. Regulamenta o art. 279, I, III, IV, XIV, XVI, XIX, XXI, XXII, e o art. 281 da Lei Orgânica do Distrito Federal, instituindo o Sistema Distrital de Unidades de Conservação da Natureza – SDUC, Brasília, DF, Câmara Legislativa, 2010c.

DISTRITO FEDERAL. Lei Complementar nº 803, de 25 de abril de 2009. Aprova a revisão do Plano Diretor de Ordenamento Territorial do Distrito Federal — PDOT. Brasília, DF: Câmara Legislativa, 2009.

DISTRITO FEDERAL. Lei Nº 2279, de 07 de janeiro de 1999. Dispõe sobre a criação do Parque Ecológico dos Pequizeiros, na Região Administrativa de Planaltina - RA VI. Brasília, DF: Câmara Legislativa, 1999.

DISTRITO FEDERAL. Lei Complementar nº 17, de 28 de janeiro de 1997. Aprova o Plano Diretor de Ordenamento Territorial do Distrito Federal - PDOT e dá outras providências. Brasília, DF: Câmara Legislativa, 1997a.

DISTRITO FEDERAL. Decreto nº 18.585, de setembro de 1997: Regulamenta o Art. 30 de Lei Complementar nº17, de 28/01/1997, o qual trata dês Áreas de Proteção de Mananciais criadas pelo Plano Diretor de Ordenamento Territorial do DF. Brasília, DF: Câmara Legislativa, 1997b.

DISTRITO FEDERAL. Lei nº 1.149 de 11 de julho de 1996, que instituiu oficialmente o rezonamento da Área de Proteção Ambiental do São Bartolomeu, DF, Câmara Legislativa, 1996.

DISTRITO FEDERAL. Lei Orgânica do Distrito Federal, 8 de junho de 1993, DF, Câmara Legislativa, 1993.

DORAN, J. W. & PARKIN, T. B. Quantitative indicators of soil quality: a minimum data set. In: DORAN, J. W. & PARKIN, T. B., eds. **Methods for assessing soil quality**. Madison, Soil Science of America, Inc, 1996. p. 25-37. (SSSA Special Publication Number 49)

DORAN, J.W.; PARKIN, T.B., Defining and assessing soil quality. In: DORAN, J.W.; COLEMAN, D.C.; BEZDICEK, D.F.; STEWART, B.A. (eds). **Defining soil quality for a sustainable environment**. SSSAJ, Madison, 1994. p.3-22. (Publication Number 35).

DORAN, J. W.; ZEISS, M. R. Soil health and sustainability: managing the biotic component of soil quality. **Applied Soil Ecology**, v. 15, n.1, 2000. p. 3-11.

DORNELLES, L. D. C. **O regime jurídico das margens dos corpos d'água como áreas de preservação permanente e o direito de propriedade**. 2002. 115 p. Dissertação de mestrado - Centro de Desenvolvimento Sustentável, Universidade de Brasília, Brasília.

DUMANSKI, J.; PIERE, C. Land quality indicators: research plan. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v. 81, 2000. p. 155-162.

EMBRAPA CERRADOS, **Cerrado: Ecologia e Caracterização**. AGUIAR, L. M. S., CAMARGO, A. J. A. (Ed. Tec.). Planaltina, DF, 2004. 249p

EMBRAPA, **Cerrado: Caracterização e recuperação de matas de galeria**. Editores José Felipe Ribeiro, Carlos Eduardo Lazarini da Fonseca, José Carlos Sousa-Silva. Planaltina-DF, 2001, 899p.

EMBRAPA, Centro Nacional de Pesquisa de Solo, **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1999, 412p.

EMBRAPA, Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análise de solo**. 2 ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1997. 212p.

EMBRAPA, Levantamento de reconhecimento dos solos do Distrito Federal. Rio de Janeiro: **Boletim técnico, n. 53**, SNLCS, 1978.

EIGER, S., DE LUCA, S. J., NOGUEIRA, V. P. Q. & PORTO, M. F. A (eds.). **Hidrologia ambiental**. São Paulo. ABRH/EDUSP, 1991. 27-66p.

FARIA, A. L. L.; SILVA, J. X.; GOES, M. H. B. Análise ambiental por geoprocessamento em áreas com susceptibilidade à erosão do solo na bacia hidrográfica do ribeirão Espírito Santo, Juiz de Fora (MG). **Revista Caminhos da Geografia**, v. 4, 2003. p. 50-65.

FELFILI, J. M.; SANTOS, A. A. B. **Legislação ambiental – APA Gama e Cabeça de Veado**. Departamento de Engenharia Florestal, Universidade de Brasília. Brasília, 2002, 59p.

FELIZOLA, E. (Coord.). **RIAC, Residencial Jardim dos Eucaliptos – Setor Habitacional Jardim Botânico**. BDC Consultoria, Brasília, 2009.

FELIZOLA, E.R.; SORIANO LAGO, F.P.L.; GALVÃO, W.S. Avaliação da dinâmica da paisagem no Distrito Federal. Projeto da Reserva da Biosfera do Cerrado – Fase I. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 10., 2001, Foz do Iguaçu. **Anais...** Foz do Iguaçu: INPE, 2001. p. 1593-1600

FERREIRA, C. S. **Avaliação Temporal do uso e Ocupação das Terras na Bacia do Rio São Bartolomeu, DF. Brasília**. 2006. 120 p. Dissertação de Mestrado - Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, Brasília.

FERREIRA, M. M. **Física do solo, Curso de especialização em solos e meio ambiente por tutoria à distância**, Lavras: UFLA-FAEPE, 1988. 63 p.

FRANCISCO, C. E. S. **Áreas de Preservação permanente na bacia do ribeirão das Anhumas: estabelecimento de prioridades para recuperação por meio de análise multicriterial**, 2006. p. 108. Dissertação de mestrado – Instituto Agrônomo, Campinas.

FREITAS – SILVA, F. H.; CAMPOS, J. E. G. Geologia do Distrito Federal. In: **Inventário Hidrogeológico e dos Recursos Hídricos Superficiais do Distrito Federal**, vol. 1, Brasília, IEMA/SEMATEC/UnB, 1998, p. 01-87.

FREITAS, V. P. A. **Contribuição da Lei dos Crimes Ambientais na defesa do meio ambiente**. In: CONCEIÇÃO, Maria Collares F. (coord.). Os quarenta anos do Código Florestal Brasileiro. Rio de Janeiro: EMERJ, 2007.

GALETI, P. A. **Guia Técnico Agropecuário: Solos**. Instituto Campineiro de Ensino Agrícola Campinas, 1989. 142 p.

GANEM R. S.; LEAL Z. M. **Parques do Distrito Federal**. Câmara Legislativa do Distrito Federal. Brasília, DF, 2000, 163 p.

GOEDERT, W. J. Qualidade do solo em sistemas de produção agrícola. In. CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, XXX, 2005. **Anais...**, Recife, PE.

HOUAISS, A. (Ed.). **Dicionário Houaiss da língua portuguesa**. 1 ed. Rio de Janeiro: Objetiva, 2001. p.183

IBGE, Dados do censo 2010 publicado no **Diário Oficial da União** em 04 out. 2010. Disponível em: < http://www.ibge.gov.br/censo2010/dados_divulgados/index.php>. Acesso em: 09 dez. 2010a.

IBGE, Dados da Resolução da Presidência do IBGE de nº 5 (R.PR-5/02) de 10 de outubro de 2002, publicados no **Diário Oficial da União** em 11 de outubro de 2002. Disponível em <http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/cartografia/default_territ_area.shtm>. Acesso em 09 dez 2010b

IBRAM, Unidade de Conservação. Disponível em <<http://www.ibram.df.gov.br>>. Acessado em 09 de out de 2010

ISAIAS, F. B. **A Sustentabilidade da água: proposta de um índice de sustentabilidade de bacias hidrográficas, DF**. 2008. 168p. Dissertação de mestrado - Centro de Desenvolvimento Sustentável, Universidade de Brasília, Brasília.

JAXA. ALOS Product Format Description. 2007. Disponível em: <http://www.eorc.jaxa.jp/ALOS/en/doc/format.htm>. Acesso em 10 de novembro de 2010.

LAL, R.L. **Métodos para avaliação do uso sustentável dos recursos solo e água nos trópicos**. Tradução e adaptação de MEDUGNO, C.C.; DYNIA, J.F. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 1999. 97p. (Embrapa Meio Ambiente – Documento, 03).

LEPSCH, I.F.; BELINAZZI, R.; BERTOLINI, D.; ESPINDOLA, C.R. **Manual para levantamento utilitário do meio físico e classificação de terras**. Campinas: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1983.175 p.

LEUZINGER, M. D. **Meio ambiente, propriedade e repartição constitucional de competências**. 2007. Dissertação de mestrado - Faculdade de Direito, Universidade de Brasília, Brasília.

LIBÂNIO, M. **Fundamentos de qualidade e tratamento de água**. Campinas, SP: Editora Átomo, 2005.

LOBO, G. A. S. **Aplicação de geotecnologias no planejamento de uso de áreas rurais**. 2002, 144p. Dissertação de mestrado - Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, Brasília.

MACHADO, R. L.T.; TURATTI, A.L.; MACHADO, A. L. T.; ALONÇO A. dos S. R., ANGELO, V.; Estudo de Parâmetros Físicos em solo de várzea, antes e após escarificação. **Ver. Bras. De Agrociência**, v. 2, nº3, 1996. p. 175-178.

MARTINS, E. S. **Sistemas Pedológicos do Distrito Federal. In: Inventário Hidrogeológico e dos Recursos Hídricos Superficiais do Distrito Federal**. vol. 1, Brasília: IEMA/SEMATEC/UnB, 1998. p.139-163.

MELLO, F. A. F.; SOBRINHO, M. O. C.; ARZOLLA, S.; SILVEIRA. R. I.; NETTO. A. C. & KIEHL, J.C. **Fertilidade do solo**. Piracicaba, SP. 1983. 400p.

MENESES, P. A. ; MADEIRA NETTO, J. S. (Coord.) **Sensoriamento remoto: reflectância dos alvos naturais**. Brasília: Editora. Universidade de Brasília: EMBRAPA, 2001. 262 p.

MERTEN, G. H.; MINELLA, J. P. Qualidade da água em bacias hidrográficas rurais: um desafio atual para a sobrevivência futura. **Agroecol. e Desenvol. Rur. Sustent.** Porto Alegre, v.3, n.4, out/dez

METZGER J. P.; LEWINSOHN T. M. **Código do desflorestamento**. Disponível em: <<http://www.ecodebate.com.br>>. Acessado em 03 dez de 2010.

MILARÉ, É., **Direito do Ambiente: a gestão ambiental em foco**. São Paulo: RT, 2007. 691p.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, **Cerrado: Ecologia, Biodiversidade e Conservação**. Aldicir Scariot, José Carlos Sousa-Silva, Jeanine M. Felfili (Org.). Brasília, 2005. 439p.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, SNUC - Sistema Nacional de Unidades de Conservação, Brasília, 2000. Disponível em :<<http://www.mma.gov.br/sitio/>>. Acessado em 04 de mar de 2011.

MIRANDA, E.E. de; DORADO, A.J.; GUIMARÃES, M.; MANGABEIRA, J.A.; MIRANDA, J.R. **Sistema de informaciones geograficas como instrumento complementario para La evaluacion de sistema de produccion sostenibles: informe final.** Campinas: ECOFUERZA Investigación y Desarrollo/UNICAMPNUCATE/EMBRAPA- NMA, 1995. 220p.

MOREIRA, M. A. **Fundamentos do Sensoriamento Remoto e Metodologias de Aplicação.** 3.ed. Viçosa: Editora UFV, 2005. 314

NOBRE Jr., A. de A. **Gestão de recursos hídricos para o desenvolvimento sustentável no Distrito Federal.** 2000. Dissertação de Mestrado – Centro de Desenvolvimento Sustentável, Universidade de Brasília, Brasília.

NOVAES PINTO, M. **Caracterização geomorfológica do Distrito Federal.** In: M. Novaes Pinto (Org.), Cerrado: caracterização, ocupação e perspectivas. 2ª. ed., Brasília: UnB/SEMATEC, cap. 9, 1994, p. 285-344.

NOVO, E. M. **Sensoriamento Remoto – Princípios e Aplicações.** Editora Edgard Blucher Ltda. São Paulo. 1989. 308p.

OLIVEIRA, M. N. S. **Agricultura e sustentabilidade nos núcleos Rurais da Bacia Hidrográfica do Ribeirão Pipiripau.** 2006, 123p. Dissertação de mestrado - Centro de Desenvolvimento Sustentável, Universidade de Brasília, Brasília.

OLIVEIRA, M. N. S. **O conflito pelo uso da água no núcleo Rural Santos Dumont: o caso da Bacia do ribeirão Pipiripau.** 2003, 53 p. Monografia de especialização - Centro de Desenvolvimento Sustentável, Universidade de Brasília, Brasília.

POMPÊO, M. L. M.; Henry, R.; Moschini-Carlos, V.; Padovani, C. R.. A influência da macrófita aquática *Echinochloa polystachya* (H.B.K.) Hitchcok nas condições físicas e químicas da água na zona de desembocadura do rio Paranapanema na represa de Jurumirim – SP. **Revista Brasileira de Ecologia**, 1997. 44-53p.

PORTO, M. F. A., BRANCO, S. M. & DE LUCA, S. J. 1991. **Caracterização da qualidade da água.** In: BRANCO, S. M., PORTO, F. L., CLEARY, R. W., COIMBRA, K. R. M., EIGER, S., DE LUCA, S. J., NOGUEIRA, V. P. Q. & PORTO, M. F. A (eds.). Hidrologia ambiental. São Paulo. ABRH/EDUSP, 1991. 27-66p.

RAMALHO FILHO, A., BEEK, K. S. **Sistema de avaliação da aptidão agrícola das terras.** 3. ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA-CNPS, 1994. 65 p.

RAMOS, A. C. B. et al. **Mecanismos de proteção ambiental em áreas particulares.** In: LITTLE, Paul E. (org). Políticas Ambientais no Brasil – análises, instrumentos e experiências. Brasília: IIEB, 2003. p. 169-192.

REATTO, A.; CORREIA, J. R.; SPERA, S. T. **Solos do bioma Cerrado** In: SANO, S. M.; ALMEIDA, S. P., Ed Cerrado: ambiente e flora. Planaltina: EMBRAPA-CPAC, 1998. p.87-86

RIPSA. **Conceitos Básicos de Sistemas de Informação Geográfica e Cartografia aplicados à Saúde**. Org: Carvalho, M.S; Pina, M.F; Santos, S.M. Brasília: Organização Panamericana da Saúde, Ministério da Saúde, 2000.

ROCHA, C. H. B. **Geoprocessamento: tecnologia transdisciplinar**. Juiz de Fora, MG ed. do autor, 2000. 220p.

SABARA, M.G. **Comparação ecológica entre rios de menor ordem, drenando bacias cobertas por plantios agrícolas, pastagens e plantios de Eucalyptus grandis, na região do médio Rio Doce (MG)**. 1999. 259 p. Tese Doutorado em Ecologia e Recursos Naturais - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos.

SANO, S. M.; ALMEIDA, S.P., ed. **Cerrado: ambiente e flora**. Planltina, DF: EMBRPA-CPAC, 1998. p.556

SCHENEIDER, P. **Classificação da aptidão agrícola das terras: um sistema alternativo**. Guaíba: Agrolivros, 2007. p.72.

SEMARH/DF. Minuta do relatório do Ribeirão Pipiripau. Distrito Federal, Secretaria de Meio Ambiente e Recursos Hídricos. Brasília, 2002. Pág. 2-4

SKORUPA, L. A. **Áreas de Preservação Permanente e Desenvolvimento Sustentável**. EMBRAPA Meio Ambiente. Jaguariúna, 2003.

SOUSA, D. M. G.; LOBATO, E. ed. **Cerrado : correção do solo e adubação**. Planaltina, DF: EMBRAPA Cerrados, 2002. p. 416

STEIN, D.P., Geólogo, consultor ambiental.
Entrevistador: Carlos Eduardo da Silva Francisco. Campinas, 4 de abr. 2006.

STELLE, J.G. **Soil survey interpretation and its use**. Rome: FAO, 1967. 34 p. (Soils Bulletin, 8).

SWIFT JR., L.M.; MESSER, J.B. Forest cuttings raise temperatures of small streams in the southern Appalachians. **Journal of Soil and Water Conservation**. Ankeny: v.26, n.23, 1971. p.111-17.

USDA NATURAL RESOURCES CONSERVATION SERVICE. Indicators for Soil Quality Evaluation. **Soil Quality Information Sheet**. 1996

VILELA, L.; SOUZA, D. M. G. & SILVA, J. E. **Adubação Potássica**. IN: SOUZA, D. M. G. & LOBATO, E. Cerrado: correção do solo e adubação. 2ª Ed. Brasília. Embrapa Informações e Tecnológica, 2004. p. 169-182.

YOUNG, Carlos E. F. **Desenvolvimento e meio ambiente: uma falsa incompatibilidade**. Instituto de Economia da UFRJ. Disponível em: <<http://www.ie.ufrj.br/>>. Acesso em 03 dez 2010.

ANEXOS

Anexo 1 Medidas Bimestrais dos parâmetros de qualidade de água da Captação Quinze dos anos de 2007, 2008 e 2009, fornecidos pela Companhia de Saneamento Ambiental do Distrito Federal

Data	T.Água (°C)	pH	Cor	Turb.	Cond. (uScm)	SDT (mg/L)	SS (mg/L)	OD (mg/L)	DQO/OC (mg/L)	Cloreto (mg/L)	Fe Tot. (mg/L)	P Total (mg/L)	Coli Total (NMP/100 mL)	<i>E.coli</i> (NMP/100 mL)	IQA	Precipitação (mm)
16/02/07	23,8	6,3	28	6,8	3,5	2,4	6,0	7,2	5,70	0,50	0,542	0,006	2.419,6	579,4	68,0	202,4
04/04/07	21,0	6,0	15	3,4	4,8	3,2	3,8	7,3	2,43	0,52	0,495	0,010	2.419,6	235,9	72,7	45,0
05/06/07	19,0	6,6	14	3,1	3,8	2,6	1,0	7,4	3,00	0,40	0,292	0,006	2.419,6	727,0	76,7	0,0
01/08/07	17,3	6,6	14	2,7	4,1	2,8	1,2	7,6	4,50	0,60	0,248	0,006	2.419,6	307,6	75,5	0,0
02/10/07	23,3	6,9	23	4,3	7,0	4,8	3,4	8,6	5,90	0,70	0,306	0,008	2.419,6	461,1	72,6	70,0
04/12/07	22,1	7,3	13	8,1	5,3	3,6	5,6	7,3	4,70	0,80	0,399	0,010	2.419,6	547,5	71,2	282,8
01/02/08	22,3	7,2	14	5,6	4,4	3,3	2,2	9,1	3,10	1,00	0,370	0,006	2.419,6	307,6	71,2	282,2
08/04/08	21,7	7,0	20	9,6	5,0	3,4	-	7,6	4,80	1,00	0,516	0,017	2.419,6	204,6	66,3	191,6
03/06/08	19,6	6,6	11	3,6	5,6	3,8	0,8	6,8	2,80	0,70	0,163	0,013	2.419,6	285,1	76,6	0,0
29/08/08	21,3	7,7	12	4,8	5,8	3,9	2,4	7,9	3,50	0,90	0,204	0,014	2.419,6	218,7	73,9	0,2
17/10/08	20,6	6,3	20	3,8	8,8	6,0	2,4	8,1	4,50	0,50	0,313	0,005	2.419,6	365,4	75	31,2
17/12/08	21,2	7,2	23	11,4	5,6	3,8	-	7,2	4,4	0,40	0,411	0,016	2.419,6	1.413,6	71	266,6
09/02/09	23,0	6,3	19	6,4	4,9	3,3	-	7,1	3,8	0,50	0,357	0,004	2.419,6	191,8	73,9	75,8
13/04/09	22,0	6,0	20	6,9	5,6	3,8	-	7,2	3,2	0,60	0,354	0,053	2.419,6	547,5	73,7	221,9
08/06/09	19,5	7,2	7	3,8	4,1	2,8	1,4	7,6	3,5	0,40	0,187	0,008	2.419,6	579,4	77,1	13,8
03/08/09	18,7	7,1	13	3,5	4,7	3,2	0,8	7,4	3,1	0,60	0,297	0,008	2.419,6	686,7	77	93
19/10/09	23,1	6,4	13	3,7	5,0	3,4	1,2	6,3	3,0	0,19	0,307	0,011	2.419,6	365,4	77	357
09/12/09	22,4	7,2	15	7,0	3,8	2,6	-	7,9	3,2	0,01	0,387	0,007	2.419,6	275,5	75	301

Anexo 2 Dados de precipitação da Captação Quinze dos anos de 2007, 2008 e 2009, fornecidos pela Companhia de Saneamento Ambiental do Distrito Federal

ANO 2007

ESTAÇÃO: COLÉGIO AGRÍCOLA	Coordenadas UTM (fuso 23) 210.931m e 8.267.143m											
DIA	JANEIRO	FEVEREIRO	MARÇO	ABRIL	MAIO	JUNHO	JULHO	AGOSTO	SETEMBRO	OUTUBRO	NOVEMBRO	DEZEMBRO
TOTAL	116,2	202,4	11,9	45	1,8	0	0	0	0	70	88,2	282,8
MÁXIMA	18,2	27,6	7,2	15	1,8	0	0	0	0	24	19,8	66,8
DIA	2	4	17	10	24	-	-	-	-	23	5	14

ANO 2008

ESTAÇÃO: COLÉGIO AGRÍCOLA	Coordenadas UTM (fuso 23) 210.931m e 8.267.143m											
DIA	JANEIRO	FEVEREIRO	MARÇO	ABRIL	MAIO	JUNHO	JULHO	AGOSTO	SETEMBRO	OUTUBRO	NOVEMBRO	DEZEMBRO
TOTAL	301,4	282,2	112,9	191,6	0	0	0	0,2	75	31,2	241,8	266,6
MÁXIMA	44	64,2	22	59,4	0	0	0	0,2	32,4	14,4	56,2	70,2
DIA	18	28	2	4	-	-	-	31	26	1	27	23

ANO 2009

ESTAÇÃO: COLÉGIO AGRÍCOLA	Coordenadas UTM (fuso 23) 210.931m e 8.267.143m											
DIA	JANEIRO	FEVEREIRO	MARÇO	ABRIL	MAIO	JUNHO	JULHO	AGOSTO	SETEMBRO	OUTUBRO	NOVEMBRO	DEZEMBRO
TOTAL	268,2	75,8	146	221,9	15,4	13,8	0	93,2	64,2	357,3	190,4	301,2
MÁXIMA	69	33	47	85,8	9	10,6	0	85,4	39,4	50,3	45,2	90
DIA	19	14	14	4	1	1	-	24	23	29	19	1

Anexo 3 Dados obtidos pelo método *Spline* aplicados aos dados fornecidos pela Companhia de Saneamento Ambiental do Distrito Federal

Tempo	T.Água (°C)	pH	Cor	Turb.	Cond. (uScm)	SDT (mg/L)	OD (mg/L)	DQO/OC (mg/L)	Cloreto (mg/L)	Fe Tot. (mg/L)	P Total (mg/L)	Coli Total (NMP/100 mL)	Precipitação (mm)
0	23,80	6,30	28,00	6,80	3,50	2,40	7,19	5,70	0,50	0,5420		579,40	202,40
0,25	23,01	6,16	23,95	5,75	3,97	2,69	7,20	4,65	0,52	0,5424		423,24	156,67
0,5	22,26	6,04	20,22	4,78	4,39	2,94	7,21	3,70	0,53	0,5379		295,19	113,49
0,75	21,58	5,98	17,13	3,97	4,68	3,12	7,23	2,93	0,54	0,5237		223,37	75,42
1	21,00	6,00	15,00	3,40	4,80	3,20	7,26	2,43	0,52	0,4950	0,0100	235,90	45,00
1,25	20,54	6,12	14,03	3,12	4,70	3,15	7,30	2,26	0,48	0,4493	0,0088	345,81	23,99
1,5	20,13	6,29	13,85	3,05	4,45	3,00	7,35	2,37	0,44	0,3938	0,0076	505,85	10,97
1,75	19,65	6,47	14,01	3,08	4,12	2,80	7,38	2,64	0,41	0,3382	0,0067	653,69	3,72
2	19,00	6,60	14,00	3,10	3,80	2,60	7,39	3,00	0,40	0,2920	0,0060	727,00	0,00
2,25	18,15	6,65	13,53	3,03	3,57	2,45	7,37	3,36	0,43	0,2626	0,0057	683,44	0,00
2,5	17,37	6,65	12,99	2,91	3,50	2,39	7,37	3,71	0,48	0,2482	0,0056	560,63	0,00
2,75	16,97	6,62	12,96	2,78	3,65	2,49	7,44	4,09	0,54	0,2447	0,0058	416,15	0,00
3	17,30	6,60	14,00	2,70	4,10	2,80	7,62	4,50	0,60	0,2480	0,0060	307,60	0,00
3,25	18,53	6,62	16,42	2,73	4,86	3,33	7,94	4,95	0,64	0,2549	0,0063	278,15	4,17
3,5	20,29	6,69	19,43	2,96	5,76	3,95	8,29	5,38	0,67	0,2658	0,0067	313,25	14,24
3,75	22,06	6,78	21,98	3,45	6,55	4,50	8,54	5,72	0,69	0,2824	0,0072	383,89	34,68
4	23,30	6,90	23,00	4,30	7,00	4,80	8,56	5,90	0,70	0,3060	0,0080	461,10	70,00
4,25	23,65	7,03	21,79	5,50	6,95	4,74	8,27	5,86	0,72	0,3365	0,0090	520,43	122,09
4,5	23,32	7,15	19,04	6,78	6,53	4,42	7,83	5,63	0,74	0,3676	0,0099	555,70	182,37
4,75	22,68	7,24	15,77	7,77	5,91	3,99	7,45	5,23	0,76	0,3911	0,0104	565,27	239,67
5	22,10	7,30	13,00	8,10	5,30	3,60	7,34	4,70	0,80	0,3990	0,0100	547,50	282,80
5,25	21,86	7,31	11,56	7,58	4,85	3,37	7,64	4,09	0,85	0,3873	0,0086	502,91	303,59
5,5	21,90	7,28	11,41	6,61	4,57	3,28	8,20	3,52	0,90	0,3680	0,0069	440,57	305,87
5,75	22,09	7,24	12,31	5,76	4,43	3,28	8,76	3,15	0,95	0,3569	0,0057	371,72	296,46
6	22,30	7,20	14,00	5,60	4,40	3,30	9,10	3,10	1,00	0,3700	0,0060	307,60	282,20
6,25	22,41	7,18	16,19	6,49	4,46	3,31	9,04	3,46	1,04	0,4159	0,0082	257,58	268,01
6,5	22,36	7,16	18,32	7,92	4,59	3,31	8,68	4,04	1,06	0,4740	0,0116	223,64	251,22
6,75	22,14	7,11	19,79	9,19	4,78	3,33	8,14	4,57	1,05	0,5166	0,0149	205,94	227,28

7	21,70	7,00	20,00	9,60	5,00	3,40	7,60	4,80	1,00	0,5160	0,0170	204,60	191,60
7,25	21,06	6,82	18,57	8,67	5,24	3,52	7,17	4,54	0,91	0,4543	0,0171	218,51	142,12
7,5	20,37	6,63	16,07	6,88	5,45	3,67	6,88	3,96	0,82	0,3535	0,0157	241,50	86,76
7,75	19,82	6,53	13,28	4,95	5,59	3,78	6,75	3,30	0,73	0,2457	0,0141	266,17	35,91
8	19,60	6,60	11,00	3,60	5,60	3,80	6,77	2,80	0,70	0,1630	0,0130	285,10	0,00
8,25	19,82	6,89	9,85	3,33	5,48	3,72	6,95	2,65	0,74	0,1292	0,0133	291,86	0,00
8,5	20,33	7,28	9,78	3,81	5,36	3,62	7,24	2,79	0,81	0,1359	0,0142	284,01	0,00
8,75	20,90	7,61	10,57	4,48	5,41	3,64	7,56	3,12	0,88	0,1664	0,0148	260,11	0,00
9	21,30	7,70	12,00	4,80	5,80	3,90	7,86	3,50	0,90	0,2040	0,0140	218,70	0,00
9,25	21,36	7,46	13,85	4,41	6,61	4,46	8,08	3,85	0,85	0,2356	0,0113	166,40	0,00
9,5	21,16	7,01	15,93	3,71	7,60	5,15	8,21	4,14	0,74	0,2616	0,0079	142,11	0,00
9,75	20,86	6,56	18,05	3,31	8,44	5,74	8,23	4,36	0,61	0,2861	0,0053	192,79	0,00
10	20,60	6,30	20,00	3,80	8,80	6,00	8,14	4,50	0,50	0,3130	0,0050	365,40	31,20
10,25	20,50	6,37	21,61	5,55	8,45	5,77	7,95	4,56	0,43	0,3445	0,0079	678,76	96,92
10,5	20,58	6,65	22,74	7,95	7,60	5,18	7,69	4,55	0,40	0,3758	0,0124	1039,16	175,39
10,75	20,81	6,99	23,24	10,18	6,55	4,46	7,44	4,50	0,39	0,4001	0,0159	1324,72	240,62
11	21,20	7,20	23,00	11,40	5,60	3,80	7,23	4,40	0,40	0,4110	0,0160	1413,60	266,60
11,25	21,71	7,17	21,98	11,04	5,00	3,38	7,12	4,28	0,41	0,4044	0,0115	1228,09	236,98
11,5	22,24	6,95	20,62	9,58	4,73	3,19	7,08	4,14	0,44	0,3870	0,0052	867,19	174,02
11,75	22,71	6,63	19,45	7,78	4,73	3,18	7,09	3,98	0,46	0,3681	0,0014	474,04	109,65
12	23,00	6,30	19,00	6,40	4,90	3,30	7,10	3,80	0,50	0,3570	0,0040	191,80	75,80
12,25	23,04	6,05	19,58	5,98	5,17	3,49	7,10	3,60	0,55	0,3596	0,0154	124,75	94,04
12,5	22,85	5,91	20,54	6,24	5,45	3,68	7,10	3,41	0,59	0,3677	0,0314	221,72	144,57
12,75	22,49	5,88	20,97	6,70	5,63	3,81	7,11	3,26	0,61	0,3697	0,0459	392,65	197,24
13	22,00	6,00	20,00	6,90	5,60	3,80	7,15	3,20	0,60	0,3540	0,0530	547,50	221,90
13,25	21,43	6,26	17,08	6,48	5,31	3,61	7,24	3,24	0,55	0,3137	0,0485	617,69	197,41
13,5	20,81	6,59	13,10	5,61	4,86	3,31	7,35	3,34	0,48	0,2610	0,0359	620,55	138,64
13,75	20,16	6,93	9,33	4,62	4,41	3,01	7,48	3,45	0,42	0,2131	0,0207	594,85	69,48
14	19,50	7,20	7,00	3,80	4,10	2,80	7,60	3,50	0,40	0,1870	0,0080	579,40	13,80
14,25	18,88	7,34	6,99	3,40	4,04	2,76	7,69	3,46	0,44	0,1943	0,0020	601,90	0,00
14,5	18,44	7,35	8,67	3,32	4,18	2,85	7,71	3,36	0,51	0,2253	0,0017	645,74	0,00
14,75	18,33	7,27	11,01	3,41	4,43	3,02	7,64	3,22	0,58	0,2646	0,0045	683,24	35,55

15	18,70	7,10	13,00	3,50	4,70	3,20	7,44	3,10	0,60	0,2970	0,0080	686,70	93,20
15,25	19,64	6,88	13,87	3,48	4,91	3,34	7,11	3,02	0,55	0,3113	0,0104	637,18	166,12
15,5	20,90	6,65	13,84	3,43	5,04	3,43	6,73	2,98	0,44	0,3120	0,0114	550,65	242,89
15,75	22,16	6,48	13,39	3,46	5,08	3,45	6,43	2,98	0,31	0,3077	0,0115	451,82	310,83
16	23,10	6,40	13,00	3,70	5,00	3,40	6,30	3,00	0,19	0,3070	0,0110	365,40	357,30
16,25	23,48	6,46	13,04	4,24	4,81	3,27	6,44	3,04	0,11	0,3164	0,0102	310,44	373,15
16,5	23,39	6,64	13,47	5,02	4,52	3,08	6,80	3,08	0,06	0,3349	0,0092	283,33	363,40
16,75	22,97	6,90	14,17	5,97	4,18	2,85	7,31	3,14	0,03	0,3594	0,0082	274,77	336,57
17	22,40	7,20	15,00	7,00	3,80	2,60	7,89	3,20	0,01	0,3870	0,0070	275,50	301,20

Anexo 4: Metodologia utilizada na análise de qualidade de água

Parâmetro	Procedimento Operacional CAESB	Referência	Método
Oxigênio Dissolvido	PO.SGH-002 - Coletas e Preservação de amostras de água e análises realizadas em campo, revisões 00 e 01	Standard Methods for examination of water and wastewater, APHA/AWWA, 21ª ed.	SMWW - 4500-O G MEMBRANE ELECTRODE METHOD
Ferro Total	PO.SGH-038 - Determinação de ferro em água, revisões 00 e 01	Standard Methods for examination of water and wastewater, APHA/AWWA, 21ª ed.	SMWW - 3500-Fe B - PHENANTHROLINE METHOD
Fósforo total	PO.SGH-047 - Determinação de fósforo em água pelo método do ácido ascórbico, revisões de 00 a 03	Standard Methods for examination of water and wastewater, APHA/AWWA, 21ª ed.	SMWW - 4500-P E - ASCORBIC ACID METHOD
Cloreto	PO.SGH-035 - Determinação de cloretos em água, revisões 00 e 01	ABNT NBR 13797	Titulométrico de Nitrato de Mercúrio
Condutividade	PO.SGH-029 - Determinação de condutividade em água, revisão 00	Standard Methods for examination of water and wastewater, APHA/AWWA, 21ª ed.	SMWW - 2510B LABORATORY METHOD
pH	PO.SGH-031 - Determinação de pH em água, revisões de 00 a 04	Standard Methods for examination of water and wastewater, APHA/AWWA, 21ª ed.	SMWW - 4500-H+ B ELECTROMETRIC METHOD
Demanda Química de Oxigênio	PO.SGH-066 - Determinação de demanda química de oxigênio, revisões 00 a 02	Standard Methods for examination of water and wastewater, APHA/AWWA, 21ª ed.	SMWW - 5220B OPEN REFLUX METHOD
Turbidez	PO.SGH-030 - Determinação de turbidez em água, revisões 00 e 01	Standard Methods for examination of water and wastewater, APHA/AWWA, 21ª ed.	SMWW - 2130B NEPHELOMETRIC METHOD
Sólidos Dissolvidos Totais	PO.SGH-049 - Determinação de sólidos em água, revisões 00 a 02		CÁLCULO A PARTIR DA CONDUTIVIDADE
Coliformes Fecais	PO.SGH-105 - Determinação de coliformes termotolerantes pela técnica de tubos múltiplos, revisões 00 e 01	Standard Methods for examination of water and wastewater, APHA/AWWA, 21ª ed.	SMWW - 9221E FECAL COLIFORM PROCEDURE
<i>E coli</i>	PO.SGH-119 - Determinação de coliformes totais e <i>E coli</i> pelo método do substrato enzimático, revisões 00 a 05	Standard Methods for examination of water and wastewater, APHA/AWWA, 21ª ed.	SMWW - 9223B ENZYME SUBSTRATE TEST



Anexo 5: Imagem de 14 de março de 2011 das Áreas de Preservação Permanente do Córrego Quinze, DF.



Anexo 6: Imagens das placas de sinalização da APM do Córrego Quinze e do Parque Ecológico Pequizeiros (14 de março de 2011).