



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA

FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA

**QUALIDADE DA ÁGUA E SUA RELAÇÃO COM O USO E OCUPAÇÃO DAS
TERRAS NA MICROBACIA DO RIBEIRÃO MESTRE D'ARMAS, DF**

FERNANDO ARTHUR SANTOS LIMA

MONOGRAFIA DE GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

BRASÍLIA/DF

AGOSTO/2012

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA

**QUALIDADE DA ÁGUA E SUA RELAÇÃO COM O USO E OCUPAÇÃO DAS
TERRAS NA MICROBACIA DO RIBEIRÃO MESTRE D'ARMAS, DF**

FERNANDO ARTHUR SANTOS LIMA

MONOGRAFIA DE GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

BRASÍLIA/DF
AGOSTO/2012

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA

QUALIDADE DA ÁGUA E SUA RELAÇÃO COM O USO E OCUPAÇÃO DAS
TERRAS NA MICROBACIA DO RIBEIRÃO MESTRE D'ARMAS, DF

FERNANDO ARTHUR SANTOS LIMA

MONOGRAFIA DE GRADUAÇÃO SUBMETIDA À FACULDADE DE AGRONOMIA E
MEDICINA VETERINÁRIA DA UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA, COMO PARTE DE
REQUISITOS NECESSÁRIOS À OBTENÇÃO DO GRAU DE ENGENHEIRO
AGRÔNOMO.

APROVADA POR:

MARILUSA PINTO COELHO LACERDA, Dra. Prof^ª Associado (FAV – UnB)
(ORIENTADORA); e-mail: marilusa@unb.br

MARINA ROLIM BILICH NEUMANN, Dra. Prof^ª Adjunta (FAV – UnB)
(EXAMINADOR INTERNO); e-mail: unbmarina@gmail.com

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

AGRADECIMENTOS

Ao meu avô Murilo e aos meus pais, que me ensinaram, além dos valores dos estudos, morais e éticos, a maior das leis: “Amai ao próximo, assim como ama a si mesmo”.

À Associação Francisco de Assis, cujo trabalho me inspira a lutar por um mundo melhor.

Ao Alex, pela grande amizade e incentivo.

Aos meus irmãos Alexander, Yan, Iago, Carolina e Juliana, que tanto amo.

Ao Everton, à Micaela, ao Victor e ao Rodrigo; que tornaram o meu período de graduação inesquecível.

À Taís, à Rosana e à Fabiana, pelos momentos de alegria e de aprendizado no laboratório de geoprocessamento da Universidade de Brasília.

Ao Erick, ao Fernando, ao Gustavo e ao Guilherme; que estiveram ao meu lado em um importante momento.

Ao Miguel e à Isabela, pela amizade e por tornar minha vida mais alegre.

Ao Marcos Victor, por me apoiar e estar sempre presente em minha vida.

À professora Marilusa, pela orientação e pela oportunidade de trabalhar com o geoprocessamento e com o meio ambiente.

Ao Manuel e à professora Marina, pelos ensinamentos acerca da qualidade da água e do meio ambiente.

À CAESB pelo fornecimento dos dados sobre a qualidade da água.

A Deus, que me permitiu estudar na Universidade de Brasília e estar ao lado dessas pessoas fantásticas.

SUMÁRIO

I – INTRODUÇÃO	1
II – REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	2
II.1 – Importância da manutenção da qualidade de água	2
II.2 – Aptidão agrícola das terras	4
II.2.1 – Sistema de aptidão agrícola	4
II.3 – Geoprocessamento	8
II.3.1 – Sensoriamento Remoto	8
II.3.2 – Sistemas de Informações Geográficas – SIG	10
II.3.3 – Processamento digital de imagens	11
II.4 – Parâmetros de qualidade de água e o Índice de Qualidade da água	12
II.4.1 – Índice de Qualidade da Água	12
II.4.2 – Parâmetros físicos de qualidade da água	13
II.4.2.1 – Turbidez	13
II.4.2.2 – Condutividade elétrica	14
II.4.3 – Parâmetros químicos de qualidade da água	14
II.4.3.1 – Amônia	14
II.4.3.2 – Demanda Química de Oxigênio	15
II.4.3.3 – pH	15
II.4.3.4 – Cloretos	16
II.4.4 – Parâmetros biológicos de qualidade da água	16
II.4.4.1 – Coliformes Fecais	16
III – MATERIAL E MÉTODOS	17
III.1 – Caracterização da área de estudo	17
III.1.1 – Localização	17
III.1.2 – Hidrografia	19
III.1.3 – Clima	19
III.1.4 – Geologia	22
III.1.5 – Geomorfologia	25
III.1.6 – Distribuição de solos	27

III.1.7 – Aptidão agrícola das terras	30
III.1.8 – Uso e ocupação das terras	32
III.2 – Seleção dos pontos de captação de água e série histórica estudada	33
III.3 – Aquisição e seleção dos dados de qualidade da água da área de estudo	33
III.4 – Tratamento dos dados	34
III.5 – Atividades de geoprocessamento	35
III.5.1 – Imagem de satélite utilizada	35
III.5.2 – Definição da área de estudo	35
III.5.3 – Recorte da imagem de satélite	36
III.5.4 – Processamento das imagens	36
III.5.4.1 – Classificação das imagens	36
III.6 – Avaliação do uso e ocupação das terras e sua relação com a qualidade da água	37
IV – RESULTADOS E DISCUSSÃO	38
IV.1 – Avaliação do uso e ocupação das terras	38
IV.1.1 – Captações de água localizadas em sub-microbacias com predomínio de áreas preservadas	38
IV.1.1.1 – Uso e ocupação das terras da sub-microbacia do Córrego Corguinho	38
IV.1.1.2 – Uso e ocupação das terras da sub-microbacia do Córrego Brejinho	41
IV.1.1.3 – Uso e ocupação das terras da sub-microbacia do Córrego Fumal	45
IV.1.2 – Captações de água localizadas em áreas com predomínio de áreas agrícolas e urbanas.	47
IV.1.2.1 – Uso e ocupação das terras da sub-microbacia do Ribeirão Mestre D’ Armas	47
IV.1.2.2 – Uso e ocupação das terras da sub-microbacia do Ribeirão Pípiripau	52
IV.1.2.3 – Uso e ocupação das terras da sub-microbacia do Córrego Quinze	57
VI.2 – Precipitação Pluviométrica	59
VI.3 – Parâmetros físicos de qualidade da água	62
VI.3.1 – Turbidez	62
V.3.1.1 – Avaliação da turbidez nas captações localizadas em sub-microbacias com predomínio de áreas preservadas	63
V.3.1.2 – Avaliação da turbidez nas captações localizadas em sub-microbacias com predomínio de áreas antropizadas	65

IV.3.2 – Condutividade elétrica	67
V.3.2.1 – Avaliação da condutividade elétrica nas captações localizadas em sub-microbacias com predomínio de áreas preservadas	69
V.3.2.2 – Avaliação da condutividade elétrica nas captações localizadas em sub-microbacias com predomínio de áreas antropizadas	70
VI.4 – Parâmetros químicos de qualidade de água	72
VI.4.1 – Amônia	72
VI.4.1.1 – Avaliação da amônia nas captações localizadas em sub-microbacias com predomínio de áreas preservadas	73
VI.4.1.2 – Avaliação da amônia nas captações localizadas em sub-microbacias com predomínio de áreas antropizadas	74
VI.4.2 – Demanda química de oxigênio	75
VI.4.2.1 – Avaliação da Demanda química de oxigênio nas captações localizadas em sub-microbacias com predomínio de áreas preservadas	77
VI.4.2.2 – Avaliação da Demanda química de oxigênio nas captações localizadas em sub-microbacias com predomínio de áreas antropizadas	78
IV.4.3 – pH	80
IV.4.3.1 – Avaliação do pH nas captações localizadas em sub-microbacias com predomínio de áreas preservadas	81
IV.4.3.2 – Avaliação do pH nas captações localizadas em sub-microbacias com predomínio de áreas antropizadas	82
VI.4.4 – Cloretos	84
VI.4.4.1 – Avaliação de cloretos nas captações localizadas em sub-microbacias com predomínio de áreas preservadas	85
VI.4.4.2 – Avaliação de cloretos nas captações localizadas em sub-microbacias com predomínio de áreas antropizadas	86
IV.5 – Parâmetros biológicos	87
IV.5.1 – Coliformes Fecais	87
IV.5.1.1 – Avaliação dos coliformes fecais nas captações localizadas em sub-microbacias com predomínio de áreas preservadas	88

IV.5.1.2 – Avaliação dos coliformes fecais nas captações localizadas em sub-microbacias com predomínio de áreas antropizadas	90
IV.6 – Índice de qualidade da água – IQA	93
IV.6.1 – Avaliação do Índice de Qualidade da Água- IQA nas captações localizadas em sub-microbacias com predomínio de áreas preservadas	94
IV.6.2 – Avaliação da Qualidade da água - IQA nas captações localizadas em sub-microbacias com predomínio de áreas antropizadas	95
V – CONCLUSÕES	96
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	97
ANEXO	108

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Simbologia correspondente às classes de aptidão agrícola das terras, nos diferentes tipos de utilização e níveis de manejo considerados (Fonte: Ramalho Filho e Beek, 1995).	7
Tabela 2 - Classes de Qualidade da água (Fonte: CAESB, 2012).	13

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Registro fotográfico de canal que leva as águas do Ribeirão Pípiripau até o núcleo rural Santos Dumont. (Lima, F. A. S. 23/05/2012).	3
Figura 2 – Alternativas de utilização das terras de acordo com os grupos de aptidão (Fonte: Ramalho Filho e Beek, 1995).	6
Figura 3 – Mapa de localização da microbacia do Ribeirão Mestre D’Armas, Distrito Federal	18
Figura 4 – Mapa de hidrografia da microbacia do Ribeirão Mestre D’Armas, DF. (Fonte: CODEPLAN/SICAD, 1991)	21
Figura 5 – Mapa geológico da microbacia do Ribeirão Mestre D’Armas, DF. (Fonte: Freitas-Silva e Campos, 1998)	24
Figura 6 – Mapa geomorfológico da microbacia do Ribeirão Mestre D’Armas, DF. (Fonte: CODEPLAN, 1984).	26
Figura 7 – Mapa de solos da microbacia do Ribeirão Mestre D’Armas, DF. (Embrapa, 1978).	29
Figura 8 – Mapa de aptidão agrícola da microbacia do Ribeirão Mestre D’Armas, DF. (Ramalho Filho e Beek, 1995).	31
Figura 9 – Mapa de uso e ocupação das terras da sub-microbacia do Córrego Corguinho, DF, de 2010.	39
Figura 10 – Registro fotográfico da sub-microbacia do Córrego Corguinho com a ocorrência de Matas e do Cerrado (Lima, F. A. S. 23/05/2012).	40
Figura 11 – Registro fotográfico da sub-microbacia do Córrego Corguinho com a ocorrência do reflorestamento por pinus (Lima, F. A. S. 23/05/2012).	40
Figura 12 – Mapa de uso e ocupação das terras da sub-microbacia do Córrego Brejinho, DF, de 2010	42
Figura 13 – Registro fotográfico de um dos canais que drenam as águas das áreas de Campo, de pastagem e de agricultura para a sub-microbacia do Córrego Brejinho (Lima, F. A. S. 23/05/2012).	43
Figura 14 – Registro fotográfico de um dos canais que drenam águas das áreas de Campo, de pastagem e de agricultura para a sub-microbacia do Córrego Brejinho (Lima, F. A. S. 23/05/2012).	44
Figura 15 – Registro fotográfico da sub-microbacia do Córrego Brejinho onde se verificam as áreas de campo e de pastagem cujas águas são drenadas pelos canais para a sub-microbacia do Córrego Brejinho. Destaque para a utilização de práticas conservacionis	45

Figura 16 – Mapa de uso e ocupação das terras da sub-microbacia do Córrego Fumal, DF, de 2010.	46
Figura 17 – Mapa de uso e ocupação das terras da sub-microbacia do Ribeirão Mestre D’Armas, DF, de 2010.	48
Figura 18 – Registro fotográfico do uso e ocupação das terras ao redor da Lagoa Bonita por Matas de Galeria, Cerrado e Campo na sub-microbacia do Ribeirão Mestre D’Armas (Lima, F. A. S. 23/05/2012).	49
Figura 19 – Registro fotográfico mostrando a presença de ocupações antrópicas e deposição de lixo próximas aos cursos d’ água (ao fundo) da sub-microbacia do Ribeirão Mestre D’Armas. (Lima, F. A. S. 23/05/2012).	50
Figura 20 – Registro fotográfico de áreas com ocupação antrópica próximas aos cursos d’água na sub-microbacia do Ribeirão Mestre D’Armas. (Lima, F. A. S. 23/05/2012).	51
Figura 21 – Registro fotográfico de áreas com retirada de Matas Ciliares e de Galeria nos curso d’água pertencente à sub-microbacia do Ribeirão Mestre D’Armas. (Lima, F. A. S. 23/05/2012).	52
Figura 22 – Mapa de uso e ocupação da sub-microbacia do Ribeirão Pípiripau, DF, de 2010.	53
Figura 23 – Registro fotográfico de uma área de pastagem degradada na sub-microbacia do Ribeirão Pípiripau (Lima, F. A. S. 23/05/2012).	54
Figura 24 – Registro fotográfico do uso e ocupação na sub-microbacia do Ribeirão Pípiripau, mostrando a predominância de áreas com atividades agropecuárias e reflorestamento (Lima, F. A. S. 23/05/2012).	55
Figura 25 – Registro fotográfico da Agrovila, área urbana, localizada próxima ao Córrego Taquara na sub-microbacia do Ribeirão Pípiripau (Lima, F. A. S. 23/05/2012).	56
Figura 26 – Registro fotográfico mostrando a presença de animais bovinos na Agrovila próxima ao Córrego Taquara na sub-microbacia do Ribeirão Pípiripau (Lima, F. A. S. 23/05/2012).	56
Figura 27 – Mapa de uso e ocupação das terras da sub-microbacia Córrego Quinze, DF, 2010.	58
Figura 28 – Precipitação pluviométrica registrada na área estudada no posto Taquara ao longo dos anos avaliados.	61
Figura 29 – Valores médios de turbidez dos anos de 1996, 2000, 2003 e 2005 nas captações das sub-microbacias do Brejinho, Fumal, Corguinho, Pípiripau, Mestre D’Armas e Quinze.	62
Figura 30 – Valores médios de turbidez dos anos de 2010 e 2011 nas captações das sub-microbacias do Brejinho, Fumal, Corguinho, Pípiripau, Mestre D’Armas e Quinze.	62

Figura 31 – Voçoroca no Núcleo Rural Taquara, localizada na sub-microbacia do Pípiripau. (Fonte: Secretaria de Agricultura, Pecuária e Abastecimento do DF,2008).	65
Figura 32 – Valores médios de condutividade elétrica dos anos de 1996, 2000, 2003 e 2005 nas captações das sub-microbacias do Brejinho, Fumal, Corguinho, Pípiripau, Mestre D’Armas e Quinze.	68
Figura 33 – Valores médios de condutividade elétrica dos anos de 2010 e 2011 nas captações das sub-microbacias do Brejinho, Fumal, Corguinho, Pípiripau, Mestre D’Armas e Quinze.	68
Figura 34 – Valores médios de amônia dos anos de 1996, 2000, 2003 e 2005 nas captações das sub-microbacias do Brejinho, do Fumal, do Corguinho, do Pípiripau, Mestre D’Armas e do Quinze.	72
Figura 35 – Valores médios de amônia dos anos de 2010 e de 2011 nas captações das sub-microbacias do Brejinho, do Fumal, do Corguinho, do Pípiripau, Mestre D’Armas e do Quinze.	73
Figura 36 – Valores médios de demanda química de oxigênio (DQO) dos anos de 1996, 2000, 2003 e 2005 nas captações das sub-microbacias do Brejinho, do Fumal, do Corguinho, do Pípiripau, Mestre D’Armas e do Quinze.	76
Figura 37 – Valores médios de demanda química de oxigênio (DQO) dos anos de 2010 e de 2011 nas captações das sub-microbacias do Brejinho, do Fumal, do Corguinho, do Pípiripau, Mestre D’Armas e do Quinze.	76
Figura 38 – Valores médios de pH dos anos de 1996, 2000, 2003 e 2005 do nas captações das sub-microbacias do Brejinho, do Fumal, do Corguinho, do Pípiripau, Mestre D’Armas e do Quinze.	80
Figura 39 – Valores médios do pH dos anos de 2010 e de 2011 nas captações das sub-microbacias do Brejinho, do Fumal, do Corguinho, do Pípiripau, Mestre D’Armas e do Quinze.	81
Figura 40 – Valores médios de cloretos dos anos de 1996, 2000, 2003 e 2005 nas captações das sub-microbacias do Brejinho, do Fumal, do Corguinho, do Pípiripau, Mestre D’Armas e do Quinze.	84
Figura 41 – Valores médios de cloretos dos anos de 2010 e de 2011 nas captações das sub-microbacias do Brejinho, do Fumal, do Corguinho, do Pípiripau, Mestre D’Armas e do Quinze.	84
Figura 42 – Valores médios de coliformes fecais dos anos de 1996, 2000, 2003 e 2005 nas captações das sub-microbacias do Brejinho, do Fumal, do Corguinho, do Pípiripau, Mestre D’Armas e do Quinze.	88
Figura 43 – Valores médios de coliformes dos anos de 2010 e 2011 nas captações das sub-microbacias do Brejinho, do Fumal, do Corguinho, do Pípiripau, Mestre D’Armas e do Quinze.	88

Figura 44 – Valores médios do Índice de Qualidade da Água – IQA dos anos de 1996, 2000, 2003 e 2005 nas captações das sub-microbacias do Brejinho, do Fumal, do Corguinho, do Pípiripau, Mestre D’Armas e do Quinze. 93

Figura 45 – Valores médios do Índice de Qualidade da Água – IQA dos anos de 2010 e 2011 nas captações das sub-microbacias do Brejinho, do Fumal, do Corguinho, do Pípiripau, Mestre D’Armas e do Quinze. 93

I – INTRODUÇÃO

Uma das funções das companhias de distribuição de água é fornecer, além da quantidade demandada, água de qualidade à população. Isso pode ser observado no artigo 2º da lei 9433/97, que institui a Política Nacional dos Recursos Hídricos, na qual um de seus objetivos é o de “assegurar à atual e às futuras gerações a necessária disponibilidade de água, em padrões de qualidade adequados aos respectivos usos” (Brasil,1997).

O fornecimento de água de qualidade é fundamental para a saúde da população. Segundo Leser et al. (1985), doenças diarreicas de veiculação hídrica, como febre tifoide, cólera, salmonelose, shigelose e outras gastroenterites, poliomielite, hepatite A, verminoses, amebíase e giardíase podem ser evitadas quando se fornece à população água de qualidade.

Os diversos componentes presentes na água, que alteram o seu grau de pureza, podem ser retratados de uma maneira ampla e simplificada com base em suas características físicas, químicas e biológicas. Essas características podem ser utilizadas como parâmetros de qualidade da água, que, geralmente, estão relacionados ao uso e ocupação das terras (Sperling, 2005).

A evolução dos parâmetros de qualidade da água analisados em uma bacia hidrográfica, ao longo de um determinado tempo, representa um estudo de grande importância, já que alterações nestes podem indicar um manejo ambiental inadequado na bacia hidrográfica em estudo, e, portanto, sugerir a necessidade de sua recuperação (CAESB, 2010).

Uma metodologia que pondera os diversos parâmetros considerados de qualidade é o Índice de Qualidade de Água - IQA. Por meio deste índice, é possível estabelecer níveis e padrões de qualidade que possibilitam o enquadramento de cursos d' água em classes ou níveis de qualidade (Bilich e Lacerda, 2005).

Para a integração das informações utilizadas nos estudos de avaliação dos recursos naturais superficiais, tais como a qualidade da água e suas relações com o uso e ocupação das terras, os Sistemas de Informações Geográficas (SIGs) e a tecnologia de Sensoriamento Remoto constituem ferramentas muito úteis (Moreira, 2001). O Sistema de Informações Geográficas – SIG é uma importante ferramenta, pois possibilita o fornecimento de elementos e características próprias, que possibilitam analisar e comparar informações, a partir de dados georreferenciados, devidamente estruturados e interligados, sobre uma determinada região,

servindo para analisar, armazenar e manipular dados geográficos, podendo ser utilizado, ainda, como meio para produção de mapas (Martins et al., 2007).

O uso de técnicas de sensoriamento remoto, aliado ao geoprocessamento consiste em uma ferramenta importante para a realização dos estudos ambientais. Os dados adquiridos através do sensoriamento remoto consistem em obter informações de forma rápida e confiável sem manter um contato direto com o objeto, permitindo assim o levantamento e mapeamento de uso e ocupação da porção do espaço geográfico (Rosa, 1996).

A microbacia do Ribeirão Mestre D'Armas, um dos importantes tributários do Rio São Bartolomeu, localiza-se na região administrativa de Planaltina, no Distrito Federal. Além de um significativo crescimento da cidade Planaltina, essa região administrativa tem como característica, o fato de ser uma área com forte presença de atividades agropecuárias (Carvalho, 2005).

Dados sobre o perfil socioeconômico do Distrito Federal (1999) demonstram que Planaltina é a Região Administrativa (RA) da Capital Federal que apresenta a maior produção agrícola, em vários segmentos, principalmente a olericultura e possui também a maior área rural do Distrito Federal.

Essas atividades agropecuárias, por vezes, são conduzidas de forma não sustentável, devido à pressão na produção de alimentos em função do grande desenvolvimento populacional do Distrito Federal, podendo provocar degradação ambiental com impactos na qualidade da água e do solo nesta microbacia.

Diante deste cenário, o objetivo deste estudo foi a avaliação da qualidade da água e sua relação com o uso e ocupação das terras, ao longo de uma série histórica, em seis pontos de captação de água da Companhia de Saneamento Ambiental do Distrito Federal (DF) – CAESB localizados na microbacia do Ribeirão Mestre D'Armas, DF.

II – REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

II.1 – Importância da manutenção da qualidade de água

No Distrito Federal, o abastecimento de água é realizado pela CAESB – Companhia de saneamento ambiental do Distrito Federal. É realizada a captação tanto de águas superficiais (majoritária) quanto de águas subterrâneas, sendo que apenas as cidades de São Sebastião e Sobradinho recebem água dessa última origem. Os principais sistemas produtores que integram o Sistema de Abastecimento de Água do Distrito Federal são: Sistema Santa

Maria/Torto, Sistema Planaltina/Sobradinho, Sistema Rio Descoberto, Sistema Capão da Onça/Barroão, Sistema Alagado/Ponte de Terra/Crispim/Olho D'água e o Sistema São Sebastião (CAESB, 2011)

O Sistema Planaltina/Sobradinho, onde se insere a microbacia do Ribeirão Mestre D'Armas, conta com diversos pontos de captação de água, que abastecem essas duas cidades. Nesta microbacia localizam-se as captações de água dos Ribeirões Pípiripau, nascentes do Ribeirão Mestre D'Armas, Córregos Fumal, Brejinho, Corguinho e Quinze. A captação do Ribeirão Pípiripau abastece as cidades de Planaltina e Sobradinho. Já as captações dos Córregos Corguinho, Fumal, Brejinho e nascentes do Ribeirão Mestre D' Armas são responsáveis pelo abastecimento de água de Planaltina e a captação do Córrego Quinze é responsável pelo abastecimento de água do Vale do Amanhecer, que fica em Planaltina (CAESB, 2011).

Além do abastecimento dessas áreas urbanas, a água dos cursos d' água da microbacia do Ribeirão Mestres D'Armas também é utilizada para atividades agrícolas. Na figura 1, verificou-se a existência de um canal, que transporta as águas do Ribeirão Pípiripau até o núcleo rural Santos Dumont para a irrigação (CAESB, 2011).



Figura 1 – Registro fotográfico de canal que leva as águas do Ribeirão Pípiripau até o núcleo rural Santos Dumont. (Lima, F. A. S. 23/05/2012).

Observa-se a importância na manutenção da qualidade das suas águas, que pode afetar a saúde de um grande número de pessoas. Não afeta somente os 221 mil habitantes atendidos pela CAESB na cidade de Planaltina, que está inserida na microbacia de estudo, pode afetar, também, parte dos 200 mil habitantes atendidos na cidade de Sobradinho e ainda outras inúmeras pessoas de outras cidades do Distrito Federal e ainda de outros estados, já que as águas dessa microbacia são utilizadas para irrigação de produtos agrícolas, que são consumidos pelo Distrito Federal e ainda por outros estados (CAESB, 2010).

A manutenção da qualidade da água também visa à eficiência na utilização de recursos públicos. Quando se realizam planejamentos urbanos e rurais adequados, com a utilização de práticas conservacionistas por parte da agricultura e com a fiscalização dos órgãos responsáveis sobre o respeito da legislação em relação ao uso e ocupação das terras, economiza-se grande volume de recursos públicos que podem ser aplicados para diversos fins.

Adotar políticas que impeçam a degradação ambiental é, sem dúvidas, preferível a reverter um panorama de degradação ambiental. Exemplo desse fato é a despoluição do rio Tietê que, desde o início do programa de despoluição em 1992, já foram gastos mais de US\$ 1,5 bilhão de dólares (Grosso et al., 2008).

II.2 – Aptidão agrícola das terras

II.2.1 – Sistema de aptidão agrícola

A avaliação da aptidão agrícola permite estimar o potencial de produção das terras de forma qualitativa. É um sistema aplicável na interpretação dos levantamentos de solos e atende às condições tecnológicas, atualmente preconizadas. Leva em consideração as condições do meio ambiente, propriedades físicas e químicas das diferentes classes de solo, nível tecnológico, assim como a viabilidade de melhoramento relativo a cinco fatores limitantes: fertilidade natural, excesso de água, deficiência de água, suscetibilidade à erosão e impedimentos ao uso de implementos agrícolas (Ramalho Filho e Beek, 1995).

A adoção de níveis de manejo no sistema de avaliação da aptidão agrícola das terras é considerada como um procedimento altamente válido, sobretudo em países como o Brasil, onde, numa mesma região, existe uma grande variedade de condições técnicas e socioeconômicas e, conseqüentemente, diferenciados níveis de manejo lado a lado (Bennema et al., 1964; Resende et al., 2007).

De acordo com o Sistema Brasileiro de Avaliação da Aptidão Agrícola das Terras, desenvolvido por Ramalho Filho e Beek (1995), tendo em vista práticas agrícolas ao alcance da maioria dos agricultores, há a definição de três níveis tecnológicos de manejo: manejo A, manejo B e manejo C.

O manejo A é baseado em práticas agrícolas que refletem baixo nível tecnológico. Praticamente não há aplicação de capital para o manejo, melhoramento e conservação das condições do solo e das lavouras. As práticas agrícolas estão na dependência do trabalho braçal, podendo, entretanto, ser utilizada alguma tração animal, mediante o uso de implementos simples.

O manejo B é baseado em práticas agrícolas que refletem o nível tecnológico médio. Caracteriza-se pela aplicação modesta de capital e de resultados de pesquisa para o manejo, melhoramento e conservação das condições do solo e das lavouras. As práticas agrícolas estão na dependência do trabalho animal.

O manejo C é baseado em práticas agrícolas de alto nível tecnológico. Caracteriza-se pela aplicação intensiva de capital e de resultados de pesquisa para manejo, melhoramento e conservação das condições do solo e das lavouras. Observa-se a mecanização em quase todas as fases da operação agrícola.

Além disso, o sistema considera os seguintes tipos de utilização:

- Lavouras com níveis de manejo A, B ou C.
- Pastagens Plantadas com nível de manejo B.
- Silvicultura com nível de manejo B.
- Pastagens naturais com nível de manejo A
- Preservação da Fauna e da flora, que não se enquadra em nenhum dos níveis de manejo A, B ou C.

Para permitir a representação dos diferentes tipos de uso, conforme os níveis de manejo, o sistema de classificação é estruturado em grupos, sub-grupos e classes de aptidão.

O grupo de aptidão agrícola identifica o tipo de utilização mais intensivo das terras, ou seja, sua melhor aptidão. São reconhecidos seis grupos, representados pelos algarismos de 1 a 6, em escala decrescente, segundo as possibilidades de utilização das terras. Os grupos de aptidão 1, 2 e 3 indicam as terras mais adequadas para lavouras, além de representar, no subgrupo, as melhores classes. 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. Na Figura 2, observam-se as alternativas de utilização das terras de acordo com os grupos de aptidão agrícola.

Grupo de aptidão agrícola	Aumento da intensidade do Uso >>					
	Preservação da Flora e da Fauna	Silvicultura e/ou pastagem Natural	Pastagem Plantada	Lavouras		
				Aptidão Restrita	Aptidão Regular	Aptidão Boa
1						
2						
3						
4						
5						
6						

Figura 2 – Alternativas de utilização das terras de acordo com os grupos de aptidão (Fonte: Ramalho Filho e Beek, 1995).

O subgrupo relaciona o tipo de utilização com o nível de manejo. É o resultado da intensidade de uso de acordo com o nível de manejo considerado.

As classes expressam a aptidão das terras para um determinado tipo de utilização no nível de manejo definido no subgrupo de aptidão agrícola. As classes de aptidão referem-se ao grau de intensidade com que as limitações afetam o uso das terras.

Na classe boa, se enquadram as terras sem limitações significativas para a produção sustentada de um determinado tipo de utilização, observando-se o nível de manejo considerado. As restrições ao uso são mínimas, não reduzindo a produtividade ou os benefícios. E, não aumentam a necessidade de insumos, acima de um nível aceitável.

Na classe regular se enquadram as terras com limitações moderadas para a produção sustentada de um determinado tipo de utilização, observando-se o nível de manejo considerado. As limitações já reduzem a produtividade ou os benefícios, elevando a necessidade de uso de insumos.

Na classe restrita se enquadram as terras que apresentam limitações fortes para a produção sustentada de um determinado tipo de utilização, observadas as condições do manejo considerado. As limitações reduzem consideravelmente a produtividade ou os

benefícios, ou então, aumentam os insumos necessários, de tal maneira, que os custos só seriam justificados marginalmente.

Na classe inapta se enquadram as terras nas quais as limitações são tão fortes que impedem a produção sustentada do tipo de utilização considerado.

A simbologia adotada tem como objetivo permitir a apresentação, em um só mapa, da classificação da aptidão agrícola das terras para diversos tipos de utilização, sob três níveis de manejo. Nessa representação são utilizados, em conjunto, números e letras.

Os algarismos de 1 a 6, como anteriormente mencionado, referem-se aos grupos de aptidão agrícola e indicam o tipo de utilização mais intensivo permitido.

As letras que acompanham os algarismos são indicativas das classes de aptidão, de acordo com os níveis de manejo, como indicação dos diferentes tipos de utilização. As letras A, B e C referem-se à lavoura, P à pastagem plantada e N à pastagem natural, e podem aparecer nos subgrupos em maiúsculas, minúsculas ou minúsculas entre parênteses, representando, respectivamente, a classe de aptidão boa, regular ou restrita para o tipo de utilização considerado. Ao contrário das demais, a classe inapta não é representada por símbolos. Sua indicação é feita pela ausência das letras. Observa-se, na Tabela 1, a simbologia correspondente às classes de aptidão agrícola das terras, nos diferentes tipos de utilização e níveis de manejo considerados.

Tabela 1 – Simbologia correspondente às classes de aptidão agrícola das terras, nos diferentes tipos de utilização e níveis de manejo considerados (Fonte: Ramalho Filho e Beek, 1995).

Classe de aptidão agrícola	Tipo de utilização					
	Níveis de Manejo			Pastagem Plantada	Silvicultura	Pastagem Natural
	A	B	C	Nível B	Nível B	Nível A
Boa	A	B	C	P	S	N
Regular	a	b	C	p	s	n
Restrita	(a)	(b)	(c)	(p)	(s)	(n)
Inapta	-	-	-	-	-	-

II.3 – Geoprocessamento

Na segunda metade do século XX a tecnologia de informática possibilitou o armazenamento e representação de informações em ambiente computacional, com análises combinando diversos mapas e dados, abrindo, desta forma, espaço para o advento do geoprocessamento (Câmara et al., 2004).

O geoprocessamento utiliza técnicas matemáticas e computacionais para o tratamento da informação geográfica e que vem influenciando de maneira crescente as áreas de cartografia, análise de recursos naturais, transportes, comunicações, energia e planejamento urbano e regional (Câmara et al., 2004).

As ferramentas computacionais para geoprocessamento, denominadas de Sistemas de Informações Geográficas (SIG), permitem realizar análises complexas, ao integrar dados de diversas fontes e ao criar bancos de dados georreferenciados. Tornam ainda possível automatizar a produção de documentos cartográficos (Câmara et al., 2004).

II.3.1 – Sensoriamento Remoto

Novo (2008) define o sensoriamento remoto como sendo a utilização conjunta de sensores, equipamentos para processamento de dados, equipamentos de transmissão de dados colocados a bordo de aeronaves, espaçonaves, ou outras plataformas, com o objetivo de estudar eventos, fenômenos e processos que ocorrem na superfície do planeta Terra a partir do registro e análise das interações entre a radiação eletromagnética e as substâncias que o compõem em suas mais diversas manifestações.

Ocorrem diversas aplicações para os dados dos sensores a bordo dos satélites. Dentre elas, na área da agricultura, observa-se a discriminação de culturas, tipos de vegetação, tipos de florestas cultivadas, sendo otimizada a classificação do uso das terras (Novo, 2008).

Segundo Fitz (2008), os sensores podem ser classificados de formas diferenciadas. Com relação à origem da fonte de energia, podem ser ativos ou passivos:

Os sensores ativos são aqueles que possuem uma fonte de energia própria. Eles mesmos emitem uma quantidade suficiente de energia na direção dos alvos para captar a sua reflexão. O radar, que designa um equipamento utilizado para gerar ou receber dados por meio de ondas de rádio, é um exemplo.

Os sensores passivos não possuem fonte de energia e necessitam de fontes externas para a captação da reflexão dos alvos, como a energia solar.

Outra forma de classificação, segundo Fitz (2008), é em função do produto gerado. Os sensores não imageadores traduzem os dados coletados sob a forma de gráficos e dados digitais diversos.

Os sensores imageadores são aqueles que traduzem a informação coletada na forma de uma imagem. Esses sensores podem adquirir a imagem de uma determinada região instantaneamente, como com relação ao sistema fotográfico e por quadro (*frames*) ou por varredura (*scanning*), quando a área a ser imageada é “varrida” faixa por faixa pelo sistema sensor.

Os sensores imageadores podem ainda ser classificados em função das resoluções temporal, espacial, espectral, radiométrica e digital (Fitz, 2008):

- resolução temporal: é o espaço de tempo que o sensor leva para a obtenção de cada cena. O satélite sino-brasileiro Cbers-2, por exemplo, capta imagens de 26 em 26 dias. Sua resolução temporal é, portanto, de 26 dias;

- resolução espacial: é a capacidade óptica do sensor em função do seu campo de visada, o *Instantaneous Field of View* (Ifov). Essa resolução pode ser traduzida como a área real abrangida no terreno por cada pixel correspondente na imagem. No caso de satélites, o Ifov varia principalmente em função da finalidade na utilização das imagens. Por exemplo, o Cbers-2 apresenta uma câmera imageadora com alta resolução espacial (20m), ou seja, cada pixel da imagem representa uma dimensão do terreno de 20m por 20m;

- resolução espectral: dada pela banda espectral suportada pelo equipamento, ou seja, pela capacidade de absorção (número de canais) do sensor utilizado em função do intervalo do comprimento de onda utilizado em função do intervalo de comprimento de onda utilizado pelo mesmo. Por exemplo, o Cbers-2 possui 5 bandas, ao passo que o Landsat TM5 possui 7;

e

- resolução radiométrica: relacionada com a quantidade de níveis digitais presentes em uma imagem, vinculando-se com a qualidade desejada da imagem: quanto maiores forem os níveis digitais, tanto maior será a resolução radiométrica. Esse atributo digital, representado pelos níveis de cinza (ou cores) de uma imagem, é normalmente apresentado na forma de valores binários, ou *bits*, necessários para o seu armazenamento.

O ENVI® é um sistema para processamento de imagens desenvolvido para a visualização e análise de dados de sensoriamento remoto de satélites e aeronaves. O ENVI

providencia um ambiente extremamente poderoso e amigável para o usuário, que permite exibir e analisar imagens de vários tamanhos e formatos (ENVI, 1997).

II.3.2 – Sistemas de Informações Geográficas – SIG

Burrough (1989) define o SIG como o conjunto poderoso de ferramentas para coletar, armazenar, recuperar, transformar e visualizar dados sobre o mundo real. Já Marble (1984) o define como sistemas voltados à aquisição, análise, armazenamento, manipulação e apresentação de informações referenciadas espacialmente.

Segundo Casanova (2005), a principal diferença de um SIG para um sistema de informação convencional é sua capacidade de armazenar tanto os atributos descritivos como as geometrias dos diferentes tipos de dados geográficos.

Medeiros e Câmara (2002) citam as principais características de sistemas de informação Geográfica, que seriam a de inserir e integrar, numa única base de dados, informações espaciais provenientes de dados cartográficos, dados censitários e cadastro urbano e rural, imagens de satélite, redes e modelos numéricos de terreno; e a de oferecer mecanismos para combinar as várias informações, por meio de algoritmos de manipulação e análise, bem como para consultar, recuperar, visualizar e plotar o conteúdo da base de dados georreferenciados.

Os SIGs podem trabalhar com dados geocodificados; superposição de informações temáticas das mais variadas áreas; estruturação de dados geoambientais, políticos, sociais e econômicos; definição do uso das terras; avaliação da percentagem de cobertura temática (agricultura, floresta, campos, lâmina de água, entre outras) em determinada região; determinação de locais para instalação de complexos industriais, portos, barragens e avaliação da tendência de crescimento urbano (Bolfé, 2001).

Rocha (2000) argumenta que todos os dados são armazenados e processados, subdividindo o SIG em dois subsistemas distintos: dados gráficos (espaciais e geográficos), que descrevem as características geográficas da superfície (forma e posição) e dados não-gráficos (descritivos), que descrevem os atributos das características geográficas em avaliação.

O ArcGis® representa uma família de software que constitui um SIG desenvolvido para a criação, gestão, integração e análise de dados geográficos. Oferece uma grande flexibilidade por ser possível adquirir módulos do sistema para realizar operações específicas

e por poder ser instalado num único posto de trabalho ou numa rede global de utilizadores (Holanda,2008).

II.3.3 – Processamento digital de imagens

A função primordial do processamento de imagens é a de fornecer ferramentas para facilitar a identificação e a extração das informações contidas nas imagens, para posterior interpretação. Nesse sentido, sistemas especializados de computação são utilizados para atividades interativas de análises e manipulação de imagens brutas. O resultado desse processo é a produção de outras imagens, estas já contendo informações específicas, extraídas e realçadas a partir de imagens brutas (Crósta, 1992).

Segundo Fitz (2008), uma das principais ferramentas de análise de imagens multiespectrais diz respeito aos métodos de classificação dessas imagens. Tais procedimentos se vinculam diretamente à sua aplicação nas técnicas de geoprocessamento e, decorrentemente, de análises geográficas.

A classificação de uma imagem é a identificação de determinados elementos nela presentes, pela associação de cada um de seus *pixels* a uma determinada classe pré-estabelecida. A comparação é realizada, em geral, entre pelo menos duas bandas do espectro, para que se possa comparar o mesmo pixel por meio de possíveis diferentes respostas. A classificação de imagens permite, assim, a criação de imagens virtuais da área para a realização de um posterior cruzamento das informações obtidas, ou mesmo para a elaboração de mapas temáticos. Os métodos de classificação podem ser supervisionados ou não supervisionados (Fitz, 2008).

A Classificação supervisionada diz respeito ao método que faz uso da capacidade interpretativa do técnico. Assim, uma imagem será classificada com base em determinados parâmetros definidos pelo profissional que, necessariamente, deverá ter conhecimento das características da área de trabalho. Na classificação supervisionada podem ser utilizados métodos diversos, como o do paralelepípedo, da distância mínima e da máxima verossimilhança (Fitz, 2008).

O método da Máxima verossimilhança ou MAXVER baseia-se na escolha de áreas que possam ser representativas de determinadas feições conhecidas. Nesse método, são utilizadas a média e a covariância dos *pixels* amostrados, sendo calculada a probabilidade de um *pixel* externo a essas amostras pertencer a elas (Fitz, 2008).

A classificação não supervisionada normalmente é realizada com o uso de *clusters* (ou nuvens, agrupamentos). Nesse caso, o próprio *software* procurará estabelecer padrões específicos nos *pixels* que compõem a imagem. Os agrupamentos ou *clusters* são, assim, automaticamente identificados pela máquina e classificados a partir de comparações espectrais com as demais. O método, portanto, classifica os *pixels* de forma automática por meio de uma padronização de sua refletância (Fitz, 2008).

Em termos gerais, esse método é utilizado para atividades em que não se tem acesso à área trabalhada, isto é, não se tem certeza do comportamento dos alvos. Tal situação implica incertezas quanto aos produtos gerados, pois não se tem controle sobre os agrupamentos selecionados (Fitz, 2008).

II.4 – Parâmetros de qualidade de água e o Índice de Qualidade da água

II.4.1 – Índice de Qualidade da Água

A ideia básica dos índices de qualidade de água é agrupar uma série de variáveis (físicas, químicas e biológicas) numa escala comum, combinando-as em um único valor (Lohani e Musthapha, 1982). House e Ellis (1980) destacam a importância dos índices como ferramenta de informação ao público, promovendo um melhor entendimento entre a população leiga e as pessoas que gerenciam o ambiente.

O IQA da CAESB é calculado por meio de uma equação empírica aritmética simples, que utiliza os seguintes parâmetros com seus respectivos pesos: coliformes fecais (0,2), turbidez (0,15), cor (0,1), amônia (0,15), ferro (0,15), cloreto (0,1), pH (0,05) e DQO (0,1) (Sabbag e Alves 2003). A fórmula para o cálculo do Índice de Qualidade de Água utilizado pela CAESB está apresentada na equação 1.

$$IQA = \sum_{i=1}^n Qi \times Wi$$

Onde:

n = número de parâmetros;

Qi = valor do índice na curva de qualidade para o parâmetro i ;

Wi = peso do parâmetro i .

De acordo com a CAESB (2012), esse índice varia de 0 a 100, e a qualidade da água é enquadrada nas seguintes classes como se verifica pela Tabela 2.

Tabela 2 - Classes de Qualidade da água (Fonte: CAESB, 2012).

IQA	Classificação
91-100	Ótima
80-90	Muito Boa
52-79	Boa
37-51	Aceitável
20-36	Imprópria para tratamento convencional
0-19	Imprópria

II.4.2 – Parâmetros físicos de qualidade da água

II.4.2.1 – Turbidez

De acordo com Sperling (2005), a turbidez representa o grau de interferência com a passagem da luz através da água, conferindo-lhe uma aparência turva. Utiliza-se o “ μt ” como unidade padrão para a turbidez. A sua origem pode ocorrer de forma natural, por partículas de rocha, silte e argila ou algas e outros micro-organismos, ou pode ocorrer de forma antropogênica, por despejos industriais, despejos domésticos, micro-organismos ou pela erosão.

Quando a origem da turbidez é natural, não há inconvenientes diretos. No entanto, é esteticamente desagradável na água potável, e os sólidos em suspensão podem, ainda, servir de abrigo a micro-organismos patogênicos. Quando a origem da turbidez é antropogênica, pode-se verificar a redução da penetração da luz, prejudicando a fotossíntese (Sperling, 2005).

Em termos de tratamento e abastecimento público, numa água com turbidez igual a 10 μt , ligeira nebulosidade pode ser notada; com turbidez igual a 500 μt , a água é praticamente opaca (Sperling, 2005).

II.4.2.2 – Condutividade elétrica

A condutividade elétrica é a 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. Utiliza-se o “ μScm^{-1} ” como unidade padrão para a condutividade elétrica. (Sperling, 2005).

Em geral, níveis superiores a $100 \mu\text{Scm}^{-1}$ indicam ambientes impactados. A condutividade também fornece uma boa indicação das modificações na composição de uma água, especialmente na sua concentração mineral, mas não fornece nenhuma indicação das quantidades relativas dos vários componentes. A condutividade da água aumenta à medida em que mais sólidos dissolvidos são adicionados. Altos valores podem indicar características corrosivas da água (Branco e Rocha, 1977).

II.4.3 – Parâmetros químicos de qualidade da água

II.4.3.1 – Amônia

Segundo Sperling (2005), dentro do ciclo do nitrogênio na biosfera, este se alterna entre várias formas e estados de oxidação. No meio aquático, o nitrogênio pode ser encontrado nas seguintes formas: nitrogênio molecular (N_2), escapando para a atmosfera, nitrogênio orgânico (dissolvido e em suspensão), amônia (livre NH_3 e ionizada NH_4^+), nitrito (NO_2^-) e nitrato (NO_3^-). Utiliza-se o “ mg.L^{-1} ” como unidade padrão de medida para a amônia.

Sua origem natural está relacionada ao fato de ser constituinte de proteínas e de vários outros compostos biológicos. Sua origem antropogênica está relacionada aos despejos domésticos e industriais, excrementos de animais e fertilizantes (Sperling, 2005).

Sua presença em águas brutas é prejudicial, pois, reagindo com o cloro usado no tratamento de água, reduz muito a eficiência deste como desinfetante. Além disso, sua presença é indicadora de poluição recente. Sua concentração é, normalmente, baixa, não causando nenhum dano fisiológico aos seres humanos e animais. Grandes quantidades de amônia podem causar sufocamento de peixes (Branco e Rocha, 1977).

II.4.3.2 – Demanda Química de Oxigênio

Segundo Sperling (2005), a matéria orgânica presente nos corpos d'água e nos esgotos é uma característica de primordial importância, sendo causadora do principal problema de poluição das águas: o consumo de oxigênio dissolvido pelos micro-organismos nos seus processos metabólicos de utilização e estabilização da matéria orgânica.

Há uma grande dificuldade na determinação laboratorial dos diversos componentes da matéria orgânica nas águas residuárias, face à multiplicidade de formas e compostos que esta pode se apresentar. Em assim sendo, utilizam-se métodos indiretos para a quantificação da matéria orgânica. A medição do consumo de oxigênio pela Demanda química de oxigênio é um deles (Sperling, 2005).

A demanda química de oxigênio é a quantidade de oxigênio necessária para oxidação da matéria orgânica por intermédio de um agente químico (Branco e Rocha, 1977). Utiliza-se o mg.L^{-1} como unidade padrão. Sua origem pode ser natural, por meio da matéria orgânica vegetal e animal e dos micro-organismos, ou antropogênica, mediante despejos domésticos e industriais. A DQO é um dos parâmetros de maior importância na caracterização do grau de poluição de um corpo d'água. A DQO dos esgotos domésticos está em torno de 600mg.L^{-1} (Sperling, 2005).

II.4.3.3 – pH

De acordo com Sperling (2005), o potencial hidrogeniônico representa a concentração de íons hidrogênio H^+ (em escala antilogarítmica), dando uma indicação sobre a condição de acidez, neutralidade ou alcalinidade da água. A faixa de pH é de 0 a 14 sendo $\text{pH} < 7$ ácido, $\text{pH} = 7$ neutro e $\text{pH} > 7$ básico.

Sua origem natural está associada à dissolução de rochas, absorção de gases da atmosfera, oxidação da matéria orgânica e fotossíntese. Já a origem antropogênica está associada a despejos domésticos (oxidação da matéria orgânica) e a despejos industriais (ex: lavagem ácida de tanques) (Sperling, 2005).

O pH não possui implicações em termos de saúde pública, a menos que os valores sejam extremamente baixos ou elevados, a ponto de causar irritação na pele ou nos olhos.

O baixo pH pode implicar o potencial para a corrosividade e agressividade nas tubulações e peças das águas de abastecimento. Já com o pH elevado, há possibilidade de incrustações nas tubulações e peças das águas de abastecimento. Valores de pH afastados da

neutralidade podem afetar a vida aquática, como os peixes. Com a diminuição do pH da água (por exemplo, por meio do despejo de ácidos), os peixes apresentarão uma maior frequência respiratória, passando a buscar o ar na superfície; em pH extremamente alto, têm morte imediata (Branco e Rocha, 1977). Os micro-organismos responsáveis pelo tratamento biológico dos esgotos também são afetados pelo pH ácido (Sperling, 2005).

II.4.3.4 – Cloretos

Segundo Sperling (2005), todas as águas naturais, em maior ou menor escala, contêm íons resultantes da dissolução de minerais. Os cloretos (Cl^-) são advindos da dissolução de sais como o cloreto de sódio. Utiliza-se o “ mg.L^{-1} ” como unidade padrão para o cloreto.

Sua origem natural relaciona-se com a dissolução de minerais e com a intrusão de águas salinas. Já sua origem antropogênica relaciona-se com o despejo doméstico, industrial e águas utilizadas em irrigação. Os cloretos, em determinadas concentrações, pode imprimir um sabor salgado à água (Sperling, 2005).

Cada pessoa expele por meio da urina cerca 4 g de cloreto por dia, que representam cerca de 90 a 95% dos excretos humanos. O restante é expelido pelas fezes e pelo suor. Tais quantias fazem com que os esgotos apresentem concentrações de cloreto que ultrapassam 15 mg/L (Branco e Rocha, 1977).

II.4.4 – Parâmetros biológicos de qualidade da água

II.4.4.1 – Coliformes Fecais

Segundo a resolução CONAMA nº 274, de 29 de novembro de 2000 (CONAMA,2000), os coliformes fecais (termotolerantes) são bactérias pertencentes ao grupo dos coliformes totais caracterizadas pela presença da enzima β -galactosidade e pela capacidade de fermentar a lactose com produção de gás em 24 horas à temperatura de 44-45°C em meios contendo sais biliares ou outros agentes tenso-ativos com propriedades inibidoras semelhantes. Além de presentes em fezes humanas e de animais podem, também, ser encontradas em solos, plantas ou quaisquer efluentes contendo matéria orgânica. O grupo coliforme é constituído por um número de bactérias que inclui os gêneros *Klebsiella*,

Escherichia, *Serratia*, *Erwenia* e *Enterobactéria*. Utiliza-se o “NMP.100mL⁻¹ como unidade padrão.”

As bactérias do grupo coliforme são consideradas os principais indicadores de contaminação fecal. Os coliformes fecais podem ser considerados indicadores de poluição fecal recente. A determinação da concentração de coliformes é importante indicador da possibilidade da existência de microorganismos patogênicos, responsáveis pela transmissão de doença de veiculação hídrica, tais como febre tifoide, febre paratifoide, disenteria bacilar e cólera (Branco e Rocha, 1977).

III – MATERIAL E MÉTODOS

III.1 – Caracterização da área de estudo

III.1.1 – Localização

A microbacia do Ribeirão Mestre D’Armas (Figura 3), localiza-se na porção nordeste do Distrito Federal (DF) e possui uma área de 46.144,98 ha e está delimitada pelas coordenadas UTM (fuso 23S): 200.424,24 m a 235.827,3 m e 8.259.333,51 m a 8.284.701,18 m.

Nesta microbacia podem ser individualizadas as sub-microbacias dos Córregos Fumal, Brejinho, Corguinho, Quinze, Ribeirão Pipiripau e nascentes do Ribeirão Mestre D’Armas, apresentadas no mapa de hidrografia da microbacia do Ribeirão Mestre D’Armas (Figura 4), na qual também estão localizados os seis pontos avaliados de captação de água da Companhia de Saneamento Ambiental do Distrito Federal – CAESB, ou seja: Fumal, Brejinho, Corguinho, Pipiripau, Quinze e Mestre D’ Armas.

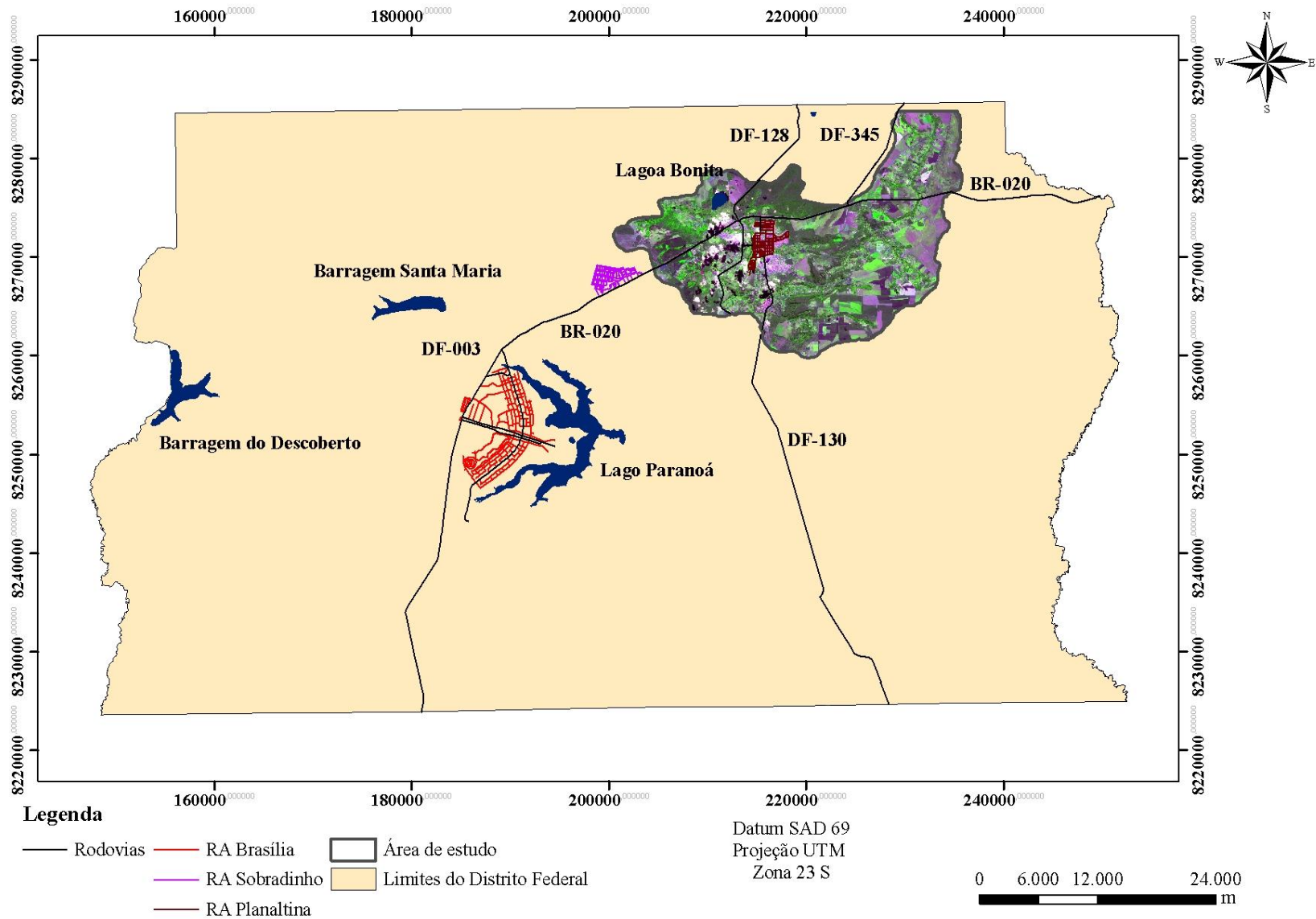


Figura 3 – Mapa de localização da microbacia do Ribeirão Mestre D’Armas, Distrito Federal

III.1.2 – Hidrografia

As principais bacias hidrográficas do Distrito Federal são representadas pelas bacias do Rio São Bartolomeu, do Rio Preto, do Rio Descoberto e do Rio Maranhão, que drenam cerca de 95% do território do DF, alimentando as grandes bacias dos rios Paraná, Tocantins e São Francisco. As outras bacias existentes no Distrito Federal são as do Rio Corumbá e Rio São Marcos (CODEPLAN, 2006).

A bacia do Rio São Bartolomeu, onde se insere a microbacia do Ribeirão Mestre D'Armas, em sua porção norte, é a maior dentro do Distrito Federal, com aproximadamente 50% da área total, equivalente a 2.864,05 km². A bacia do Rio Preto ocupa 23% da área total do DF e drena 1.343,75 km²; a do Rio Descoberto, perfaz 14% da área total do DF e drena 825 km² e a do Rio Maranhão, que constitui 13% da área do DF, drena 750 km² (CODEPLAN, 2006).

Na Figura 4, os principais córregos e rios, assim como as lagoas da microbacia de estudo podem ser observados. Há três lagoas: a Lagoa Bonita, que possui 5 km de perímetro e aproximadamente 800 m de largura e localiza-se ao norte da microbacia de estudo. Há também a Lagoa Joaquim Medeiros e a Lagoinha dos Cares, que se localiza à direita da Lagoa Joaquim Medeiros (CODEPLAN, 2006).

III.1.3 – Clima

O clima do Distrito Federal é marcado pela forte sazonalidade, com dois períodos distintos bem caracterizados. Um período seco, com baixa taxa de precipitação, baixa nebulosidade, alta taxa de evaporação e com baixas umidades relativas do ar. Essa estação seca varia de maio a setembro. Já o período chuvoso, entre outubro e abril, os parâmetros climáticos são contrastantes em relação ao período seco (Campos, 2004).

A estação chuvosa começa em outubro e termina em abril, representando 84% da precipitação total anual, sendo que o mês de dezembro é considerado o mês de maior precipitação do ano. A precipitação média no Distrito Federal varia entre 1.200 mm a 1.700 mm. Esses índices apresentam uma relação direta com a variação de altitude sendo que as menores alturas pluviométricas anuais ocorrem na porção leste e as taxas mais elevadas estão concentradas a sudoeste e noroeste do DF (Baptista, 1998).

Segundo a classificação de Köppen, o clima na área de estudo é Aw, ou seja, tropical de savana, apresentando duas estações bem definidas, uma fria e seca, entre maio e setembro, e outra quente e úmida, entre outubro e abril. A temperatura média situa-se acima de 20°C (SEMATEC, 1992).

Há diversas estações meteorológicas no Distrito Federal, que são responsáveis pela verificação de dados, como a precipitação pluviométrica. Nesse trabalho, considerou os dados da estação meteorológica do Taquara, localizada na microbacia do Ribeirão Mestre D'Armas, nas coordenadas UTM (fuso 23S): 230.167,53 m e 8.271.857,42 m (Figura 4).

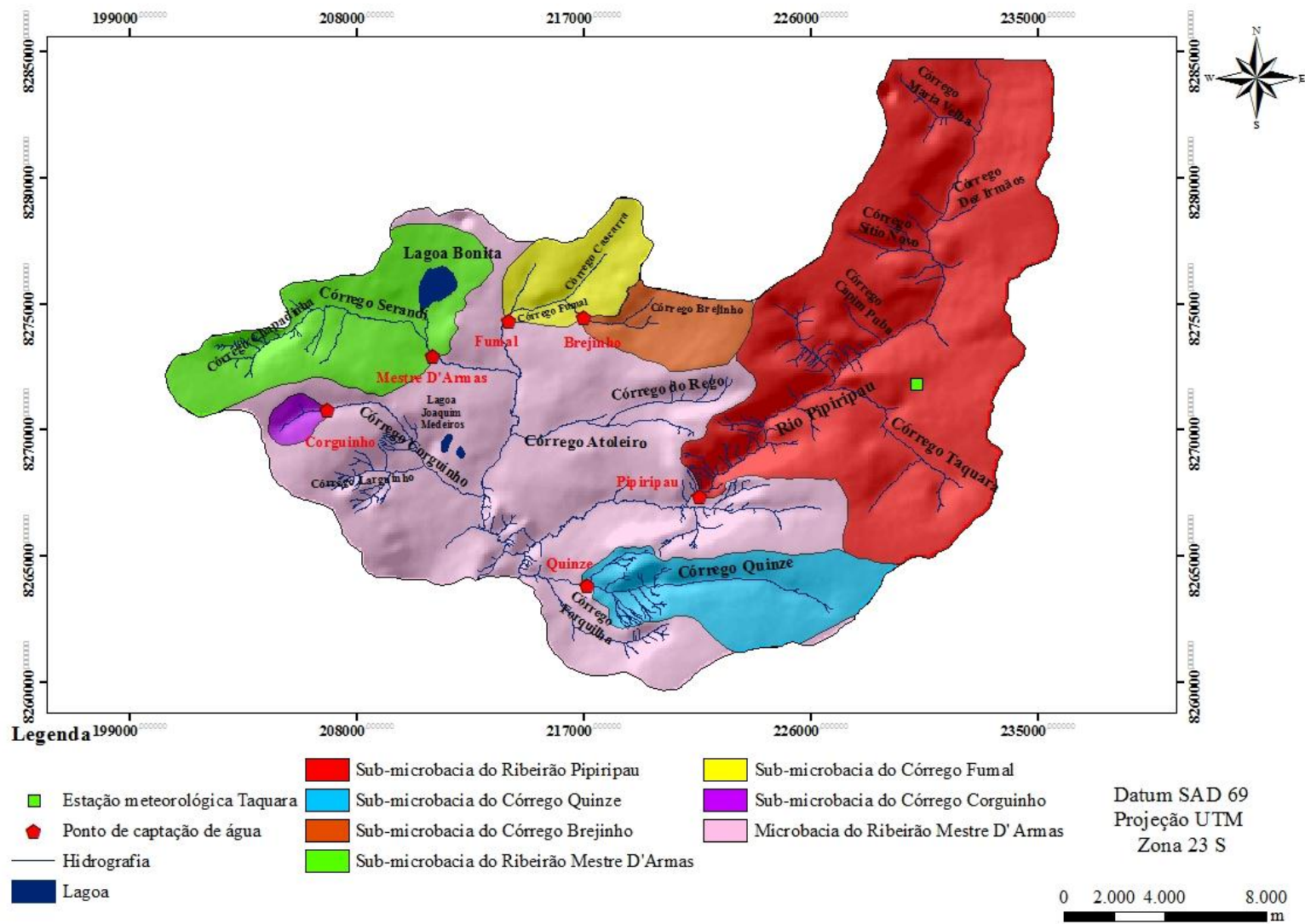


Figura 4 – Mapa de hidrografia da microbacia do Ribeirão Mestre D'Armas, DF. (Fonte:CODEPLAN/SICAD, 1991)

III.1.4 – Geologia

Segundo Freitas-Silva e Campos (1998), na microbacia do Ribeirão Mestre D'Armas, estão presentes litologias dos Grupos Paranoá, Canastra e Bambuí (Figura 5).

O Grupo Paranoá ocupa cerca de 65% da área total do Distrito Federal, sendo possível caracterizar sete unidades litoestratigráficas correlacionáveis, da base para o topo, com as seqüências deposicionais Q2 (Quartzitos médios), S (Metassiltitos), A(Ardósias), R3 (Metarritmitos Arenosos), Q3 (Quartzitos Finos a Médios), R4(Metarritmitos Argilosos) e PPC (Litogias psamo-pelito carbonatadas) (Freitas-Silva e Campos, 1998; Faria, 1995).

Freitas-Silva e Campos (1998) descrevem na microbacia do Ribeirão Mestre D'Armas, a ocorrência de cinco das sete unidades litoestratigráficas presentes no Distrito Federal: R3, Q3, R4, PPC e A.

Os metarritmitos da Unidade R3 são caracterizados por intercalações heterogêneas de quartzitos finos, brancos e laminados com camadas de metassiltitos, de metalamitos e de metassiltitos argilosos, com cores cinza escuros, quando frescos, que passam a tons rosados a avermelhados, quando próximo à superfície. Segundo Fonseca (2007), essa unidade ocorre de forma restrita na porção oeste do Domo Estrutural do Pípiripau (Chapada do Pípiripau) e na porção leste do Domo Estrutural de Sobradinho.

A Unidade Q3 é composta por quartzitos finos e médios, branco ou rosados, silicificados e intensamente fraturados. Sua distribuição segue praticamente o mesmo padrão da unidade anterior, sustentando o relevo de chapadas elevadas em cotas superiores a 1.200 metros (Freitas-Silva e Campos, 1998).

Os metarritmitos argilosos da Unidade R4 ocorrem sobrepondo a Unidade Q3. São constituídos por intercalações regulares de quartzitos e de metapelitos, com espessuras regulares entre 1 a 3 centímetros. Segundo Fonseca (2007), essa unidade ocupa toda a porção central da microbacia do Ribeirão Mestre D'Armas.

A Unidade Psamo Pelito Carbonatada é composta por lentes de metacalcários e camadas e lentes de quartzitos, interdigitados com metassiltitos e matargilitos, com cores amareladas que passam a tons rosados quando alterados. Segundo Fonseca (2007), essa unidade ocupa a porção norte da microbacia de estudo, sendo a Lagoa Bonita uma feição cárstica relacionada aos carbonatos desta seqüência deposicional.

A Unidade A é constituída por um expressivo conjunto de ardósias roxas, homogêneas, dobradas, com forte clivagem ardosiana e com ocasionais lentes irregulares de

quartzitos, que ocupam variadas posições estratigráficas. As ardósias são cinza-escuras, quando frescas, e intensamente fraturadas em afloramentos. O acamamento primário é a única estrutura sedimentar observada em afloramentos. Na área de estudo, essa unidade encontra-se presente na sub-microbacia do Pipiripau (Figura 5).

O Grupo Canastra ocupa cerca de 15% da área total do DF, sendo distribuído pelos vales dos rios São Bartolomeu (na porção central do DF) e Maranhão (na porção Centro-Norte do DF). É constituído essencialmente por filitos variados, os quais incluem clorita filitos, quartzo-fengita filitos e clorita-carbonato filitos. Além dos filitos, ocorrem subordinadamente, na forma de lentes decamétricas, mármore finos cinza-claros e quartzitos finos silicificados e cataclasados (Freitas-Silva e Campos, 1998). Na microbacia do Ribeirão Mestre D'Armas, encontra-se presente na sua região central (Figura 5).

O Grupo Bambuí se distribui por cerca de 15% da área total do DF, sendo observado na porção Leste, ao longo do Vale do Rio Preto. É composto por metassiltitos laminados, metassiltitos argilosos e bancos de arcóseos, com cor de alteração rosada/avermelhada e com cor de rocha fresca em vários tons de verde. Esse conjunto litoestratigráfico corresponde às formações Serra da Saudade e Três Marias do topo do Grupo Bambuí (Freita-Silva e Campos, 1998). Na microbacia do Ribeirão Mestre D'Armas, as litologias desse grupo ocorrem de maneira restrita na região nordeste da mesma (Figura 5).

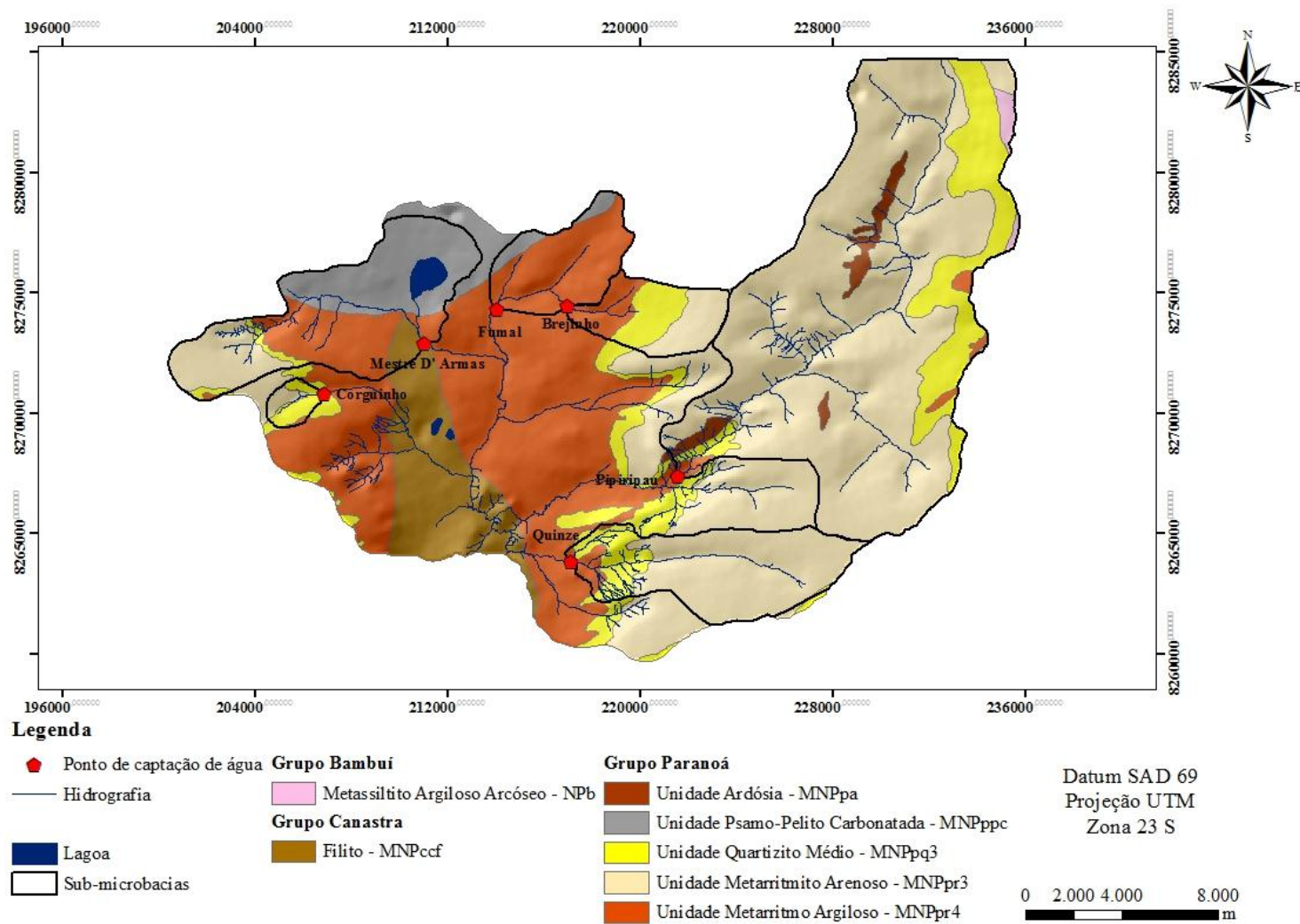


Figura 5 – Mapa geológico da microbacia do Ribeirão Mestre D' Armas, DF. (Fonte: Freita-Silva e Campos, 1998)

III.1.5 – Geomorfologia

No Distrito Federal e na microbacia do Ribeirão Mestre D'Armas, são observados quatro compartimentos geomorfológicos, denominados de Pediplano Contagem-Rodeador, Pediplano Brasília, Depressões Interplanálticas e Planícies Dissecadas (Figura 6). De acordo com CODEPLAN (1984), tais compartimentos foram individualizados segundo critérios genéticos e morfológicos:

- Pediplano Contagem-Rodeador: representa a superfície aplainada mais antiga da região, delimitada por escarpas erosivas e escarpas adaptadas a falhas e sustentadas por quartzitos. Tal superfície, elaborada em condições climáticas secas com predomínio de desagregação mecânica, é representada por chapadas, chapadões e interflúvios tabulares que ocorrem entre as altitudes de 1.200 e 1.400 m.

- Pediplano Brasília: ocupa extensas áreas onde predominam chapadas, chapadões e interflúvios tabulares, com cotas que variam de 950 a 1.200m.

- Depressões Interplanálticas e o Planalto Dissecado do Alto Maranhão: compreendem feições geomorfológicas que se encontram desde 750 a 950 m de altitude, caracterizados por colinas e interflúvios tabulares (Bacias do Rio São Bartolomeu, do Rio Preto e do Rio Maranhão) e com elevações isoladas de aspecto tubular.

- Planícies Aluviais e Alveolares: correspondem a feições recentes, do ponto de vista geológico e representam formas planas elaboradas sobre sedimentos fluviais. As planícies alveolares diferenciam-se das aluviais em relação à forma. As alveolares apresentam-se alargadas, penetrando na rede de drenagem a montante, e as aluviais são justapostas ao fluxo fluvial.

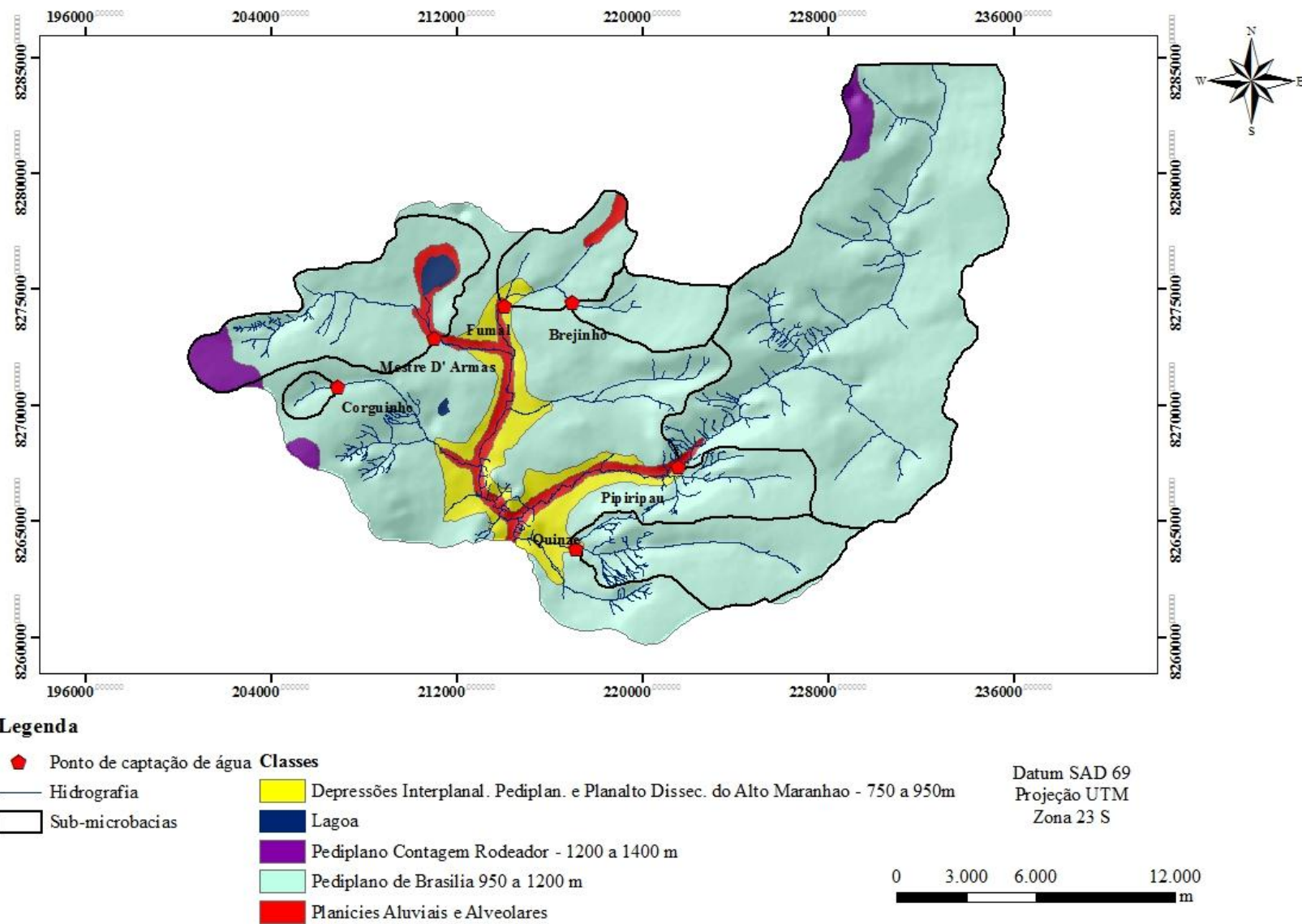


Figura 6 – Mapa geomorfológico da microbacia do Ribeirão Mestre D’Armas, DF. (Fonte: CODEPLAN,1984).

III.1.6 – Distribuição de solos

De acordo com o Levantamento de reconhecimento dos solos do Distrito Federal (Embrapa, 1978), verificam-se as seguintes classes de solos na microbacia do Ribeirão Mestre D'Armas: Neossolos Quartzarênicos, Cambissolos, Plintossolos, Latossolos Vermelho-Amarelos e Vermelhos, Gleissolos e os Nitossolos Vermelhos (Figura 7), que possuem as seguintes características, conforme Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (Embrapa, 2006).

- Neossolos Quartzarênicos: são solos sem contato lítico dentro de 50 cm de profundidade, com sequência de horizontes A-C, porém apresentando textura areia ou areia franca em todos os horizontes até, no mínimo, a profundidade de 150 cm a partir da superfície do solo ou até o contato lítico; são essencialmente quartzosos, tendo nas frações areia grossa e areia fina 95% ou mais de quartzo, calcedônia e opala e, praticamente, ausência de minerais primários alteráveis (menos resistentes ao intemperismo).

- Cambissolos: são solos constituídos por material mineral com horizonte B incipiente subjacente a qualquer tipo de horizonte superficial, exceto hístico, com 40 cm ou mais de espessura, ou horizonte A chernozêmico, quando o B incipiente apresentar argila de atividade alta e saturação por bases alta. Plintita e petroplintita, horizonte glei e horizonte vértico, se presentes, não satisfazem os requisitos para Plintossolos, Gleissolos e Vertissolos, respectivamente.

- Plintossolos: são solos constituídos por material mineral, apresentando horizonte plíntico ou litoplíntico ou concrecionário, em uma das seguintes condições: ou começando dentro de 40 cm da superfície; ou começando dentro de 200 cm da superfície quando precedido de horizonte glei, ou imediatamente abaixo do horizonte A, ou E, ou de outro horizonte que apresente cores pálidas, variegadas ou com mosqueados em quantidade abundante.

- Latossolos: são solos constituídos por material mineral, apresentando horizonte B latossólico imediatamente abaixo de qualquer tipo de horizonte A, dentro de 200 cm da superfície do solo ou dentro de 300 cm, se o horizonte A apresentar mais que 150 cm de espessura. Os Latossolos Vermelhos são solos com matiz 2,5YR ou mais vermelho na maior parte dos primeiros 100 cm do horizonte B (inclusive BA). Já os Latossolos Vermelho-Amarelos são outros solos de cores vermelho-amareladas e amarelo-avermelhadas que não se

enquadram nas outras subclasses dos Latossolos. Há a predominância dos Latossolos na área de estudo.

- Gleissolos: são solos constituídos por material mineral com horizonte glei iniciando-se dentro de 150 cm da superfície, imediatamente abaixo de horizontes A ou E, ou de horizonte hístico com menos de 40 cm de espessura e não apresentando horizonte vértico ou horizonte B textural com mudança textural abrupta acima ou coincidente com horizonte glei, tampouco qualquer outro tipo de horizonte B diagnóstico acima do horizonte glei, ou textura exclusivamente areia ou areia franca em todos os horizontes até a profundidade de 150 cm da superfície do solo ou até um contato lítico. Horizonte plíntico se presente deve estar à profundidade superior a 200 cm da superfície do solo.

- Nitossolos: são solos constituídos por material mineral, com 350 g/kg ou mais de argila, inclusive no horizonte A, que apresentam horizonte diagnóstico B nítico imediatamente abaixo do horizonte A, dentro de 150 cm da superfície do solo. Os Nitossolos Vermelhos são solos com matiz 2,5YR ou mais vermelho na maior parte dos primeiros 100 cm do horizonte B.

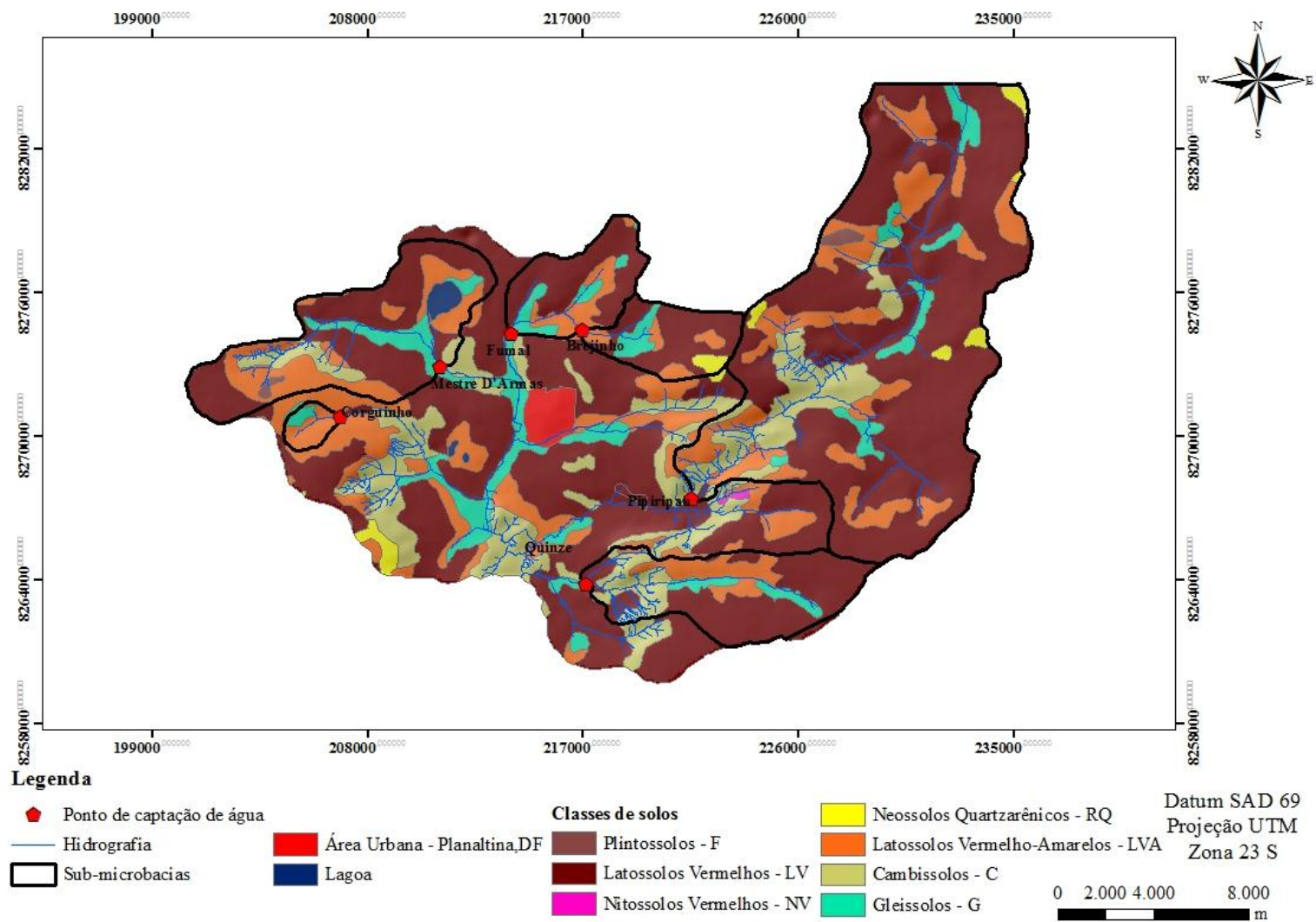


Figura 7 – Mapa de solos da microbacia do Ribeirão Mestre D’Armas, DF. (Embrapa,1978).

III.1.7 – Aptidão agrícola das terras

De acordo com o Sistema Brasileiro de Avaliação da Aptidão Agrícola das Terras, desenvolvido por Ramalho Filho e Beek (1995), observam-se 10 classes de aptidão agrícola presentes na área de estudo (Figura 8). Verifica-se a predominância da classe 2(b)c, terras pertencentes à classe de aptidão regular para lavoura no nível de manejo C, restrita no nível de manejo B, e inapta no nível de manejo A.

Interessante a observação, na figura 8, de que a área com aptidão agrícola da classe 6, onde as terras não possuem aptidão agrícola e devem ser destinadas à preservação da fauna e da flora, é pequena quando se considera a área total ocupada pela microbacia do Ribeirão Mestre D' Armas. Portanto, verifica-se uma forte aptidão para a agropecuária da área de estudo.

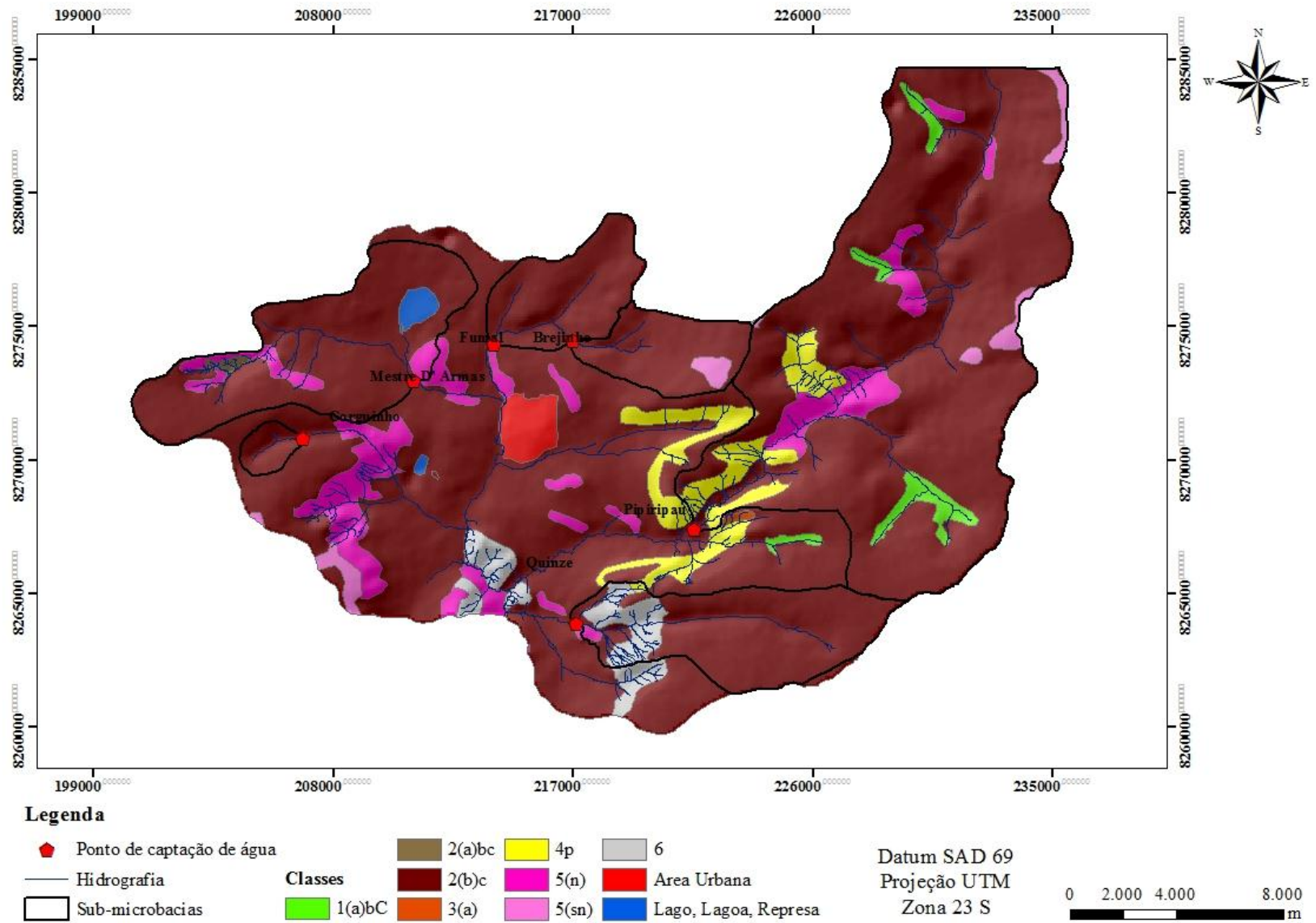


Figura 8 – Mapa de aptidão agrícola da microbacia do Ribeirão Mestre D’Armas, DF. (Ramalho Filho e Beek,1995).

III.1.8 – Uso e ocupação das terras

A microbacia do Ribeirão Mestre D'Armas está inserida em uma área heterogênea quanto ao uso e ocupação das terras (Silva, 2007). Na área rural produtora destacam-se aos Núcleos Rurais Pípiripau, Santos Dumont, Taquara, Córrego do Atoleiro e Mestre D'Armas (CODEPLAN, 2006).

A sub-microbacia do Fumal e do Brejinho fazem parte de uma unidade de conservação, denominada de Estação Ecológica de Águas Emendadas. A Estação Ecológica de Águas Emendadas foi criada com a intenção de proteger a nascente de duas das mais importantes bacias hidrográficas brasileiras, a do Rio Tocantins e a do Rio Paraná, por isso o seu nome Águas Emendadas (SEDUMA-DF, 2006).

Essa unidade de conservação é localizada na porção norte da microbacia de estudo, a 50 km de Brasília, e foi criada pelo decreto Distrital nº 771 como Reserva Biológica. A condição de Estação Ecológica foi alcançada em 1988 por meio do decreto Distrital nº 11137 (SEDUMA-DF, 2006). Segundo Horowitz e Jesus (2008), contempla um fragmento de 10.500 ha de Cerrado composto por diversas fitofisionomias deste.

Segundo Bilich (2007), na sub-microbacia do Córrego Corguinho, observa-se boa preservação das matas de galeria e ainda grande parte de sua área ocupada por campo nativo.

Já as sub-microbacias dos Ribeirões Pípiripau e Mestre D'Armas e Córrego Quinze apresentam suas áreas ocupadas em grande parte por áreas urbanas e agrícolas. A sub-microbacia do Ribeirão Pípiripau destaca-se como uma área produtora de hortifrutigranjeiros, com uma produção bastante significativa no abastecimento do Distrito Federal: possui uma área de quase 6.000 ha produzindo grãos, principalmente no cultivo da soja, milho, feijão e arroz; 380 ha estão sendo cultivados com hortaliças e 150 ha com fruticultura, segundo dados da EMATER-DF (2005).

Na sub-microbacia do Pípiripau, destaca-se o núcleo rural do Taquara, que é reconhecido como um dos mais importantes do Brasil em termos de produção de pimentão. Somente os cooperados do COOTAQUARA comercializam cerca de 40 toneladas mensais de 60 produtos olerícolas (EMATER-DF, 2008).

Em relação à sub-microbacia do Córrego Quinze, destaca-se, também, a presença do Parque Ecológico dos Pequizeiros. A sua criação ocorreu pela lei 2.279, de 7 de janeiro de 1999 (Distrito Federal, 1999). Um de seus objetivos foi constituir a reserva legal das

propriedades do núcleo rural Santos Dumont em condomínio, dispositivo previsto no art. 16 da lei 12.651, de 25 de maio de 2012 (Brasil, 2012).

Na sub-microbacia do Ribeirão Mestre D'Armas, destaque é dado à ocupação por áreas urbanas. Há a ocorrência de áreas urbanas próximas ao ponto de captação de água avaliado. Carvalho (2005) evidenciou um crescimento consolidado da área urbana e de loteamentos nessa área entre 1993 e 2000.

III.2 – Seleção dos pontos de captação de água e série histórica estudada

Os pontos de captação de água selecionados para o estudo foram os dos Córregos Quinze, Fumal, Brejinho, Corguinho, e Ribeirões Mestre D'Armas e Pipiripau, todos localizados na microbacia do Ribeirão Mestre D'Armas, ao longo dos anos de 1996, 2000, 2003, 2005, 2010 e 2011. Foram utilizados os dados de qualidade da água dos anos de 1996, 2000, 2003 e 2005 (janeiro a julho), avaliados por Bilich (2007), na sua dissertação de mestrado. Foram acrescentados os anos de 2005 (julho a dezembro), 2010 e 2011 com o intuito de atualizar a série histórica estudada por Bilich (2007) para realizar um diagnóstico atual da qualidade da água na microbacia de estudo.

O trabalho desenvolvido por Bilich (2007) já havia mostrado problemas na qualidade da água relacionados com o uso e ocupação das terras na microbacia em pauta.

III.3 – Aquisição e seleção dos dados de qualidade da água da área de estudo

O monitoramento realizado pela Companhia de Saneamento Ambiental do Distrito Federal - CAESB realiza análises periódicas de diversos parâmetros físicos, químicos e biológicos da água nos diversos pontos de captação distribuídos pelo Distrito Federal.

Os resultados das análises físicas, químicas e biológicas e o índice de qualidade da água dos anos de 1996, 2000, 2003, 2005, 2010 e 2011 dos seis pontos de captação, assim como os dados mensais de precipitação registrados pela estação climatológica da CAESB denominada Taquara, foram disponibilizados pela Companhia de Saneamento Ambiental do Distrito Federal - CAESB. Nos anos de 1996 e 2000, as análises pela CAESB dos parâmetros de qualidade de água eram realizadas mensalmente e a partir dos anos de 2003, 2005, 2010 e 2011, as análises dos parâmetros de qualidade de água passaram a ser realizadas bimestralmente.

Para o estudo, foram selecionados o índice de qualidade da água (IQA) e os seguintes parâmetros de qualidade de água: turbidez e condutividade elétrica (parâmetros físicos); pH, demanda química de oxigênio, cloreto e amônia (parâmetros químicos); e coliformes fecais (parâmetro biológico).

Estes parâmetros e o IQA foram selecionados para o estudo, uma vez que Bilich (2007) mostrou que estes foram os melhores indicadores para avaliação de possíveis alterações no meio ambiente, decorrentes do tipo de uso e ocupação das terras nas sub-microbacias em estudo.

III.4 – Tratamento dos dados

Os dados mensais de precipitação e os parâmetros de qualidade de água selecionados foram estruturados e avaliados estatisticamente no Microsoft® Excel 2007, assim como a construção dos gráficos correspondentes.

Foram calculadas as médias totais dos períodos secos e dos períodos chuvosos de cada parâmetro e do índice de qualidade de água. Para o cálculo destas médias foram agrupados os anos avaliados em um período mais antigo (1996, 2000, 2003 e 2005) que corresponde ao período avaliado por Bilich (2007) e em um período mais atual, representados pelos anos de 2010 e 2011. Este agrupamento foi realizado com o objetivo de melhor retratar a evolução da qualidade da água na microbacia de estudo.

No cálculo das médias dos parâmetros e do índice de qualidade da água nos períodos chuvosos e secos, considerou-se a definição feita por Martins (1998) na qual os meses do período chuvoso se iniciam no mês de outubro e terminam em abril e os meses do período seco se iniciam no mês de maio e terminam em setembro.

Os dados de 1996 e 2000 foram estruturados sem alterações, pois as análises dos parâmetros selecionados para o estudo foram realizadas mensalmente. No entanto, para os dados dos anos de 2003, 2005, 2010 e 2011, cujos parâmetros foram analisados em forma bimestral, foram realizados dois tratamentos estatísticos para os meses nos quais não havia dados.

No primeiro tratamento, quando o dado inexistente situava-se entre dois meses com dados existentes, calculava-se a média aritmética resultante dos respectivos meses e atribuía-se ao mês com dado inexistente a média calculada. No entanto, havia dados inexistentes que não se situavam entre dois meses com dados existentes. Neste caso, foi aplicado o segundo

tratamento, no qual consistiu no preenchimento dos dados inexistentes com a média aritmética calculada da série histórica dos seis anos em estudo, para cada parâmetro e em cada captação.

III.5 – Atividades de geoprocessamento

III.5.1 – Imagem de satélite utilizada

Foram utilizadas duas cenas datadas de maio de 2010 do satélite japonês ALOS (*Advanced Land Observing Satellite*) do sensor AVNIR-2 (*Advanced Visible and Near-Infrared Radiometer – Type 2*) que recobrem o Distrito Federal, obtidas pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE. A imagem foi previamente corrigida geometricamente no laboratório de geoprocessamento da Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade de Brasília. As duas cenas foram mosaicadas pelo software ENVI 4.4 na função *map/mosaicking/georeferenced*. O sensor AVNIR-2 possui 4 faixas espectrais: azul (0,42-0,50 μ m), verde (0,52-0,60 μ m), vermelho (0,61-0,69 μ m) e infravermelho próximo (0,76-0,89 μ m), com resolução espacial de 10m.

III.5.2 – Definição da área de estudo

O *software* ArcGIS 9.3 foi utilizado para a individualização da microbacia do Ribeirão Mestre D'Armas e das suas seis sub-microbacias. A definição foi realizada por intermédio de mapas vetoriais de hidrografia e curvas de nível do Distrito Federal extraídos das cartas planialtimétricas do Distrito Federal elaboradas pela CODEPLAN/SICAD (1991), em escala 1:10.000.

A delimitação das sub-microbacias também foi realizada por intermédio de mapas vetoriais de hidrografia e curvas de nível do Distrito Federal extraídos das cartas planialtimétricas do Distrito Federal (CODEPLAN/SICAD, 1991), em escala 1:10.000. Todas as sub-microbacias foram delimitadas a montante do ponto correspondente de captação da CAESB. Foram também utilizados mapas vetoriais de estradas, que em algumas sub-microbacias podem atuar como delimitadores artificiais do escoamento das águas, fato verificado por meio de análises nas imagens de satélite e em “loco” em campanhas de campo

III.5.3 – Recorte da imagem de satélite

Com o arquivo vetorial do limite da microbacia do Ribeirão Mestre D'Armas e de suas seis sub-microbacias, as cenas mosaicadas do satélite ALOS foram recortadas no *software* ENVI 4.4, por intermédio de geração e aplicação de máscara.

III.5.4 – Processamento das imagens

III.5.4.1 – Classificação das imagens

Primeiramente, por intermédio de campanhas de campo e da interpretação visual em cada um dos seis recortes das imagens, correspondentes às sub-microbacias de estudo, observaram-se as variações dos alvos existentes na área de estudo e, então, foram estabelecidas as seguintes classes de uso e ocupação das terras:

- Estradas;
- Barragem;
- Lagoas;
- Matas: formações que ocorrem, geralmente, ao longo dos cursos d'água (Matas Ciliares ou de Galeria). Apresentam largura variável em função das condições de solo e de relevo. Constituem florestas perenifólias, com formação arbórea alta e sempre verde;
- Cerrado: compreende as fitofisionomias do Cerrado de porte alto como o Cerradão e as Matas mesofíticas de encosta e as fitofisionomias de porte médio a baixo constituídas por árvores e arbustos tortuosos (Cerrado típico);
- Campo/pastagem: vegetação com predomínio do estrato herbáceo-subarbustivo com no máximo de 3 m de altura, onde espécies de gramíneas se sobressaem, podendo ter o uso de pastagem natural. Associa-se à pastagem plantada;
- Reflorestamento: áreas reflorestadas com predomínio das espécies de eucalipto ou pinus.
- Agricultura: áreas com o cultivo de culturas anuais e perenes com ou sem irrigação;
- Solo em pousio: áreas com o terreno em preparo para o cultivo;
- Áreas urbanas: áreas ocupadas pela urbanização e outras áreas antrópicas isoladas das concentrações urbanas e estradas com ou sem revestimento asfáltico.

Estabelecidas as classes de ocupação das terras na área de estudo, foi realizado o processo de classificação automático das imagens de satélite em composição colorida com as bandas 3, 4 e 5 em RGB.

O algoritmo utilizado foi o da Máxima Verossimilhança (MAXVER), que assume que um vetor de observação pertence à determinada classe se a probabilidade que associa este pixel à esta classe for maior que a probabilidade que associa o pixel a qualquer outra classe (Ribeiro e Centero, 2001).

Para geração do processo de classificação utilizando o algoritmo da Máxima Verossimilhança (MAXVER), inicialmente foram obtidas as amostras de classes estabelecidas de uso e ocupação, por meio do software ENVI 4.4, na função *região de interesse (roi)*, com amostras de 800 a 1000 *pixels* para cada classe.

Estabelecidas as *regiões de interesse (rois)*, foi feita a classificação de cada uma dos recorte das imagens ALOS, correspondentes às sub-microbacias de estudo, por meio da função classificação/supervisionada/MAXVER. As imagens classificadas foram posteriormente editadas pelo ENVI 4.4 na função *overlay/classification* para corrigir o problema dos “pixels isolados”, cuja classificação das classes de uso e ocupação das terras estava incorreta.

Concluído o processo de classificação, as imagens foram vetorizadas no ENVI 4.4 e implementadas no *software* ArcGis 9.3. Por meio de campanhas de campo, foi realizada a validação dos mapas de uso e da ocupação das terras das sub-microbacias de estudo.

III.6 – Avaliação do uso e ocupação das terras e sua relação com a qualidade da água

Por intermédio dos mapas de uso e ocupação das terras das seis sub-microbacias de estudo, realizou-se o agrupamento das sub-microbacias que apresentam maior proporção de áreas preservadas (sub-microbacias dos Córregos Fumal, Brejinho e Corguinho) e das sub-microbacias onde se destacam áreas agrícolas e urbanas. Essa divisão foi realizada de forma a melhor visualizar os impactos provocados pelo predomínio de atividades agropecuárias e de urbanização na qualidade da água, de acordo com a metodologia utilizada por Bilich (2007), a fim de uniformizar o tratamento dos dados da série histórica avaliada.

A avaliação do uso e ocupação das terras e sua relação com a qualidade da água compreendeu, portanto, a análise das médias totais, dos períodos chuvosos e dos períodos

secos para cada parâmetro de qualidade de água e suas relações com o uso e ocupação das terras nas sub-microbacias agrupadas em áreas preservadas e em áreas agrícolas e urbanas.

IV – RESULTADOS E DISCUSSÃO

IV.1 – Avaliação do uso e ocupação das terras

IV.1.1 – Captações de água localizadas em sub-microbacias com predomínio de áreas preservadas

IV.1.1.1 – Uso e ocupação das terras da sub-microbacia do Córrego Corguinho

Na figura 9 é mostrado o mapa de uso e ocupação das terras do ano de 2010, gerado por meio da classificação supervisionada do recorte da imagem do satélite ALOS correspondente à sub-microbacia do Córrego Corguinho.

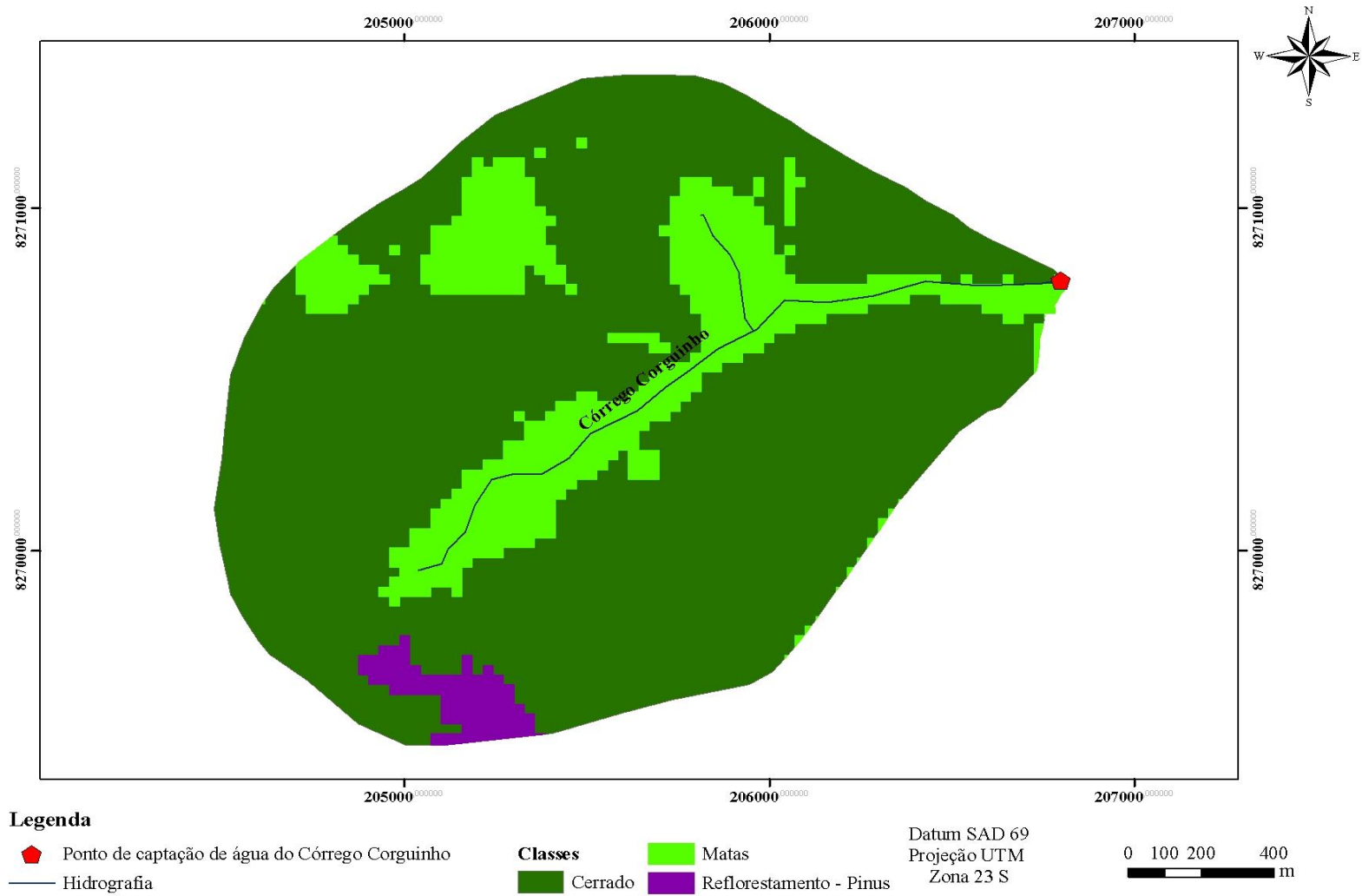


Figura 9 – Mapa de uso e ocupação das terras da sub-microbacia do Córrego Corguinho, DF, de 2010.

Por meio de campanhas de campo verificou-se a presença do Cerrado e das Matas, apresentado na figura 10. Já na Figura 11, verifica-se a presença de reflorestamento com *pinus*.



Figura 10 – Registro fotográfico da sub-microbacia do Córrego Corguinho com a ocorrência de Matas e do Cerrado (Lima, F. A. S. 23/05/2012).



Figura 11 – Registro fotográfico da sub-microbacia do Córrego Corguinho com a ocorrência do reflorestamento por pinus (Lima, F. A. S. 23/05/2012).

Observa-se, por intermédio da figura 10, a predominância de vegetação nativa de fitofisionomias do Cerrado. Observa-se a boa extensão das Matas de Galeria que acompanham os cursos d' água, o Cerrado também se encontra bastante preservado e há a presença de uma área pequena com reflorestamento.

O estudo do uso e ocupação dessa sub-microbacia também foi realizado por Bilich (2007) que destacou a boa preservação da vegetação nativa e das Matas de Galeria que acompanham o Córrego.

IV.1.1.2 – Uso e ocupação das terras da sub-microbacia do Córrego Brejinho

Na figura 12 é mostrado o mapa de uso e ocupação das terras do ano de 2010, gerado por meio da classificação supervisionada do recorte da imagem ALOS da sub-microbacia do Córrego Brejinho.

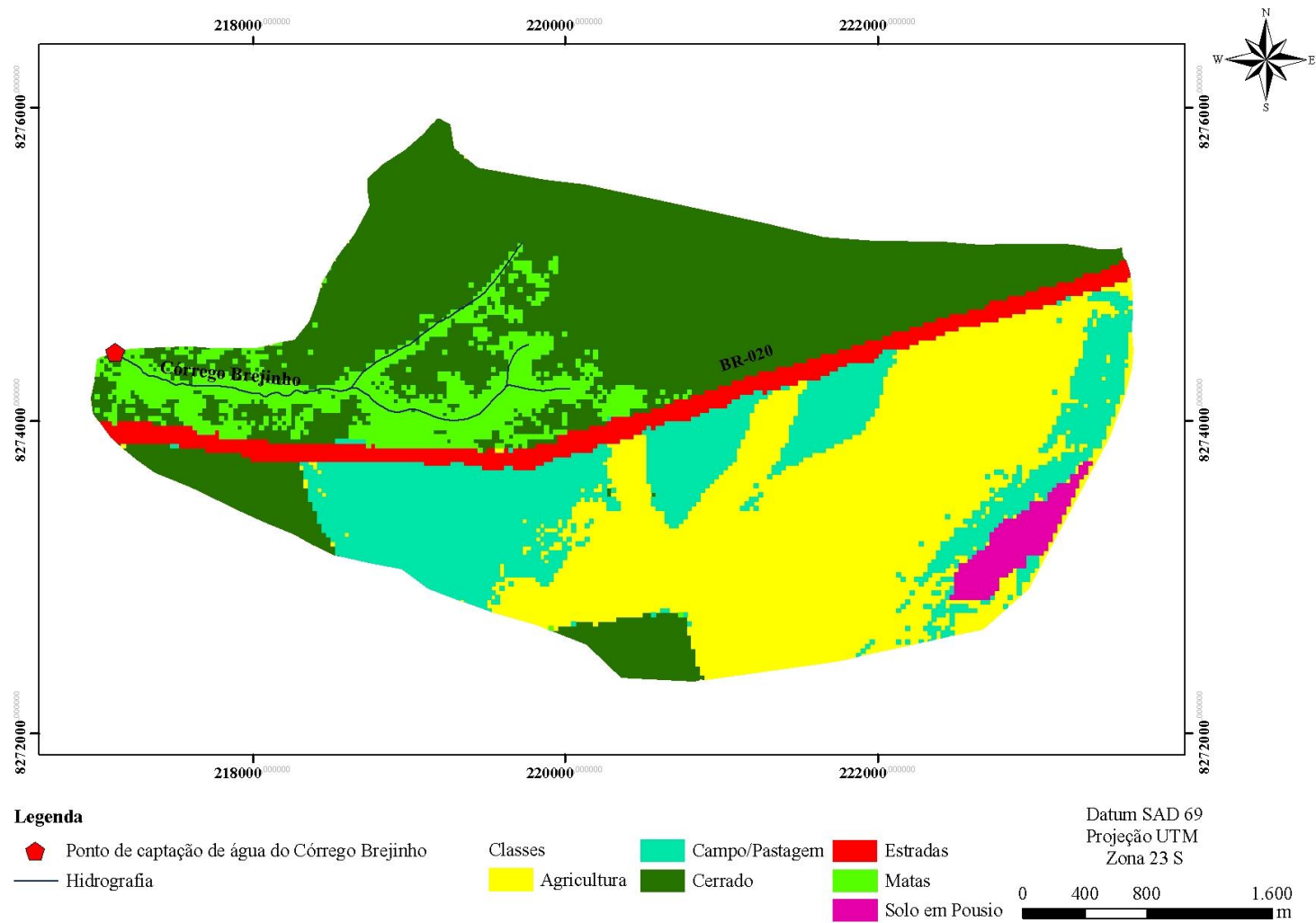


Figura 12 – Mapa de uso e ocupação das terras da sub-microbacia do Córrego Brejinho, DF, de 2010

Pode-se observar, pela figura 12, a boa preservação do Cerrado e das Matas de Galeria que acompanham o Córrego Brejinho localizado dentro da área da Estação Ecológica de Águas Emendadas - ESECAE.

A rodovia BR 020 deveria atuar como delimitador de águas entre a ESECAE, localizada a norte desta rodovia, e as áreas de agricultura e pastagem, dispostas ao sul desta, como pode ser observado pela figura 12. No entanto, mediante campanhas de campo, observou-se a existência de canais que drenam a água dessas áreas para o Córrego Brejinho, o que proporcionou o aumento desta sub-microbacia ao sul da BR 020. Nas Figuras 13 e 14, observam-se esses canais.



Figura 13 – Registro fotográfico de um dos canais que drenam as águas das áreas de Campo, de pastagem e de agricultura para a sub-microbacia do Córrego Brejinho (Lima, F. A. S. 23/05/2012).



Figura 14 – Registro fotográfico de um dos canais que drenam águas das áreas de Campo, de pastagem e de agricultura para a sub-microbacia do Córrego Brejinho (Lima, F. A. S. 23/05/2012).

Já na figura 15, observam-se áreas de campo e de pastagem cujas águas são drenadas pelos canais.

Verificou-se que nas áreas de agricultura e de pastagem, há a utilização de práticas conservacionistas. Na figura 15, visualiza-se a utilização de terraços. Além disso, pelo mapa de uso e ocupação das terras, verifica-se a distância das áreas antropizadas para o Córrego Brejinho, reduzindo, portanto, o impacto de atividades agropecuárias na qualidade da água.



Figura 15 – Registro fotográfico da sub-microbacia do Córrego Brejinho onde se verificam as áreas de campo e de pastagem cujas águas são drenadas pelos canais para a sub-microbacia do Córrego Brejinho. Destaque para a utilização de práticas conservacionis

IV.1.1.3 – Uso e ocupação das terras da sub-microbacia do Córrego Fumal

Na figura 16 é mostrado o mapa de uso e ocupação das terras do ano de 2010, gerado por meio da classificação supervisionada do recorte da imagem ALOS correspondente à sub-microbacia do Córrego Fumal.

A sub-microbacia do Córrego Fumal também está inserida na Estação Ecológica de Águas Emendadas. Verifica-se, por meio da figura 16, a predominância de áreas de Cerrado e a boa conservação das Matas Ciliares e de Galeria.

No entanto, há pequenas áreas com ocupação antrópica na área da ESECAE, como mostra a figura 16, com presença de áreas ocupadas por pastagem. Estas áreas constituem pequenas propriedades já existentes na área da ESECAE antes do decreto Distrital nº 771 que decretou a área como Reserva Biológica (Bilich, 2007). Houve tentativas para desapropriar essas áreas, mas não houve acordo e o processo se encontra na justiça.

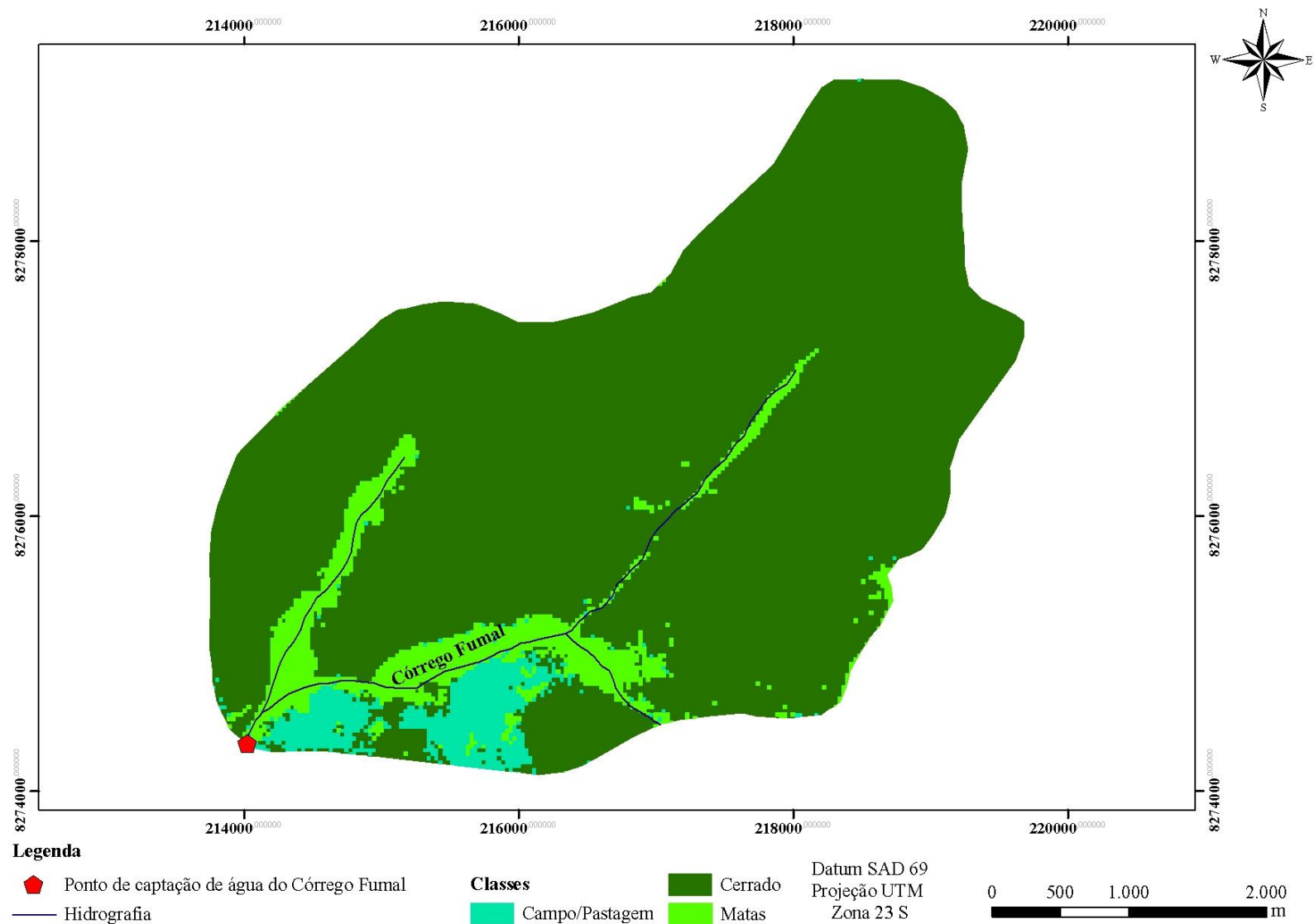


Figura 16 – Mapa de uso e ocupação das terras da sub-microbacia do Córrego Fumal, DF, de 2010.

Bilich (2007) verificou ainda a presença de animais bovinos e de famílias vivendo próximas ao Córrego Fumal de forma irregular. Observou, ainda, áreas cujas Matas de Galerias se encontram degradadas. No entanto, a predominância de áreas de Cerrado também foi descrita no trabalho desta autora.

IV.1.2 – Captações de água localizadas em áreas com predomínio de áreas agrícolas e urbanas.

IV.1.2.1 – Uso e ocupação das terras da sub-microbacia do Ribeirão Mestre D'Armas

Na figura 17 é mostrado o mapa de uso e ocupação das terras do ano de 2010, gerado por meio da classificação supervisionada do recorte da imagem ALOS da sub-microbacia do Ribeirão Mestre D'Armas.

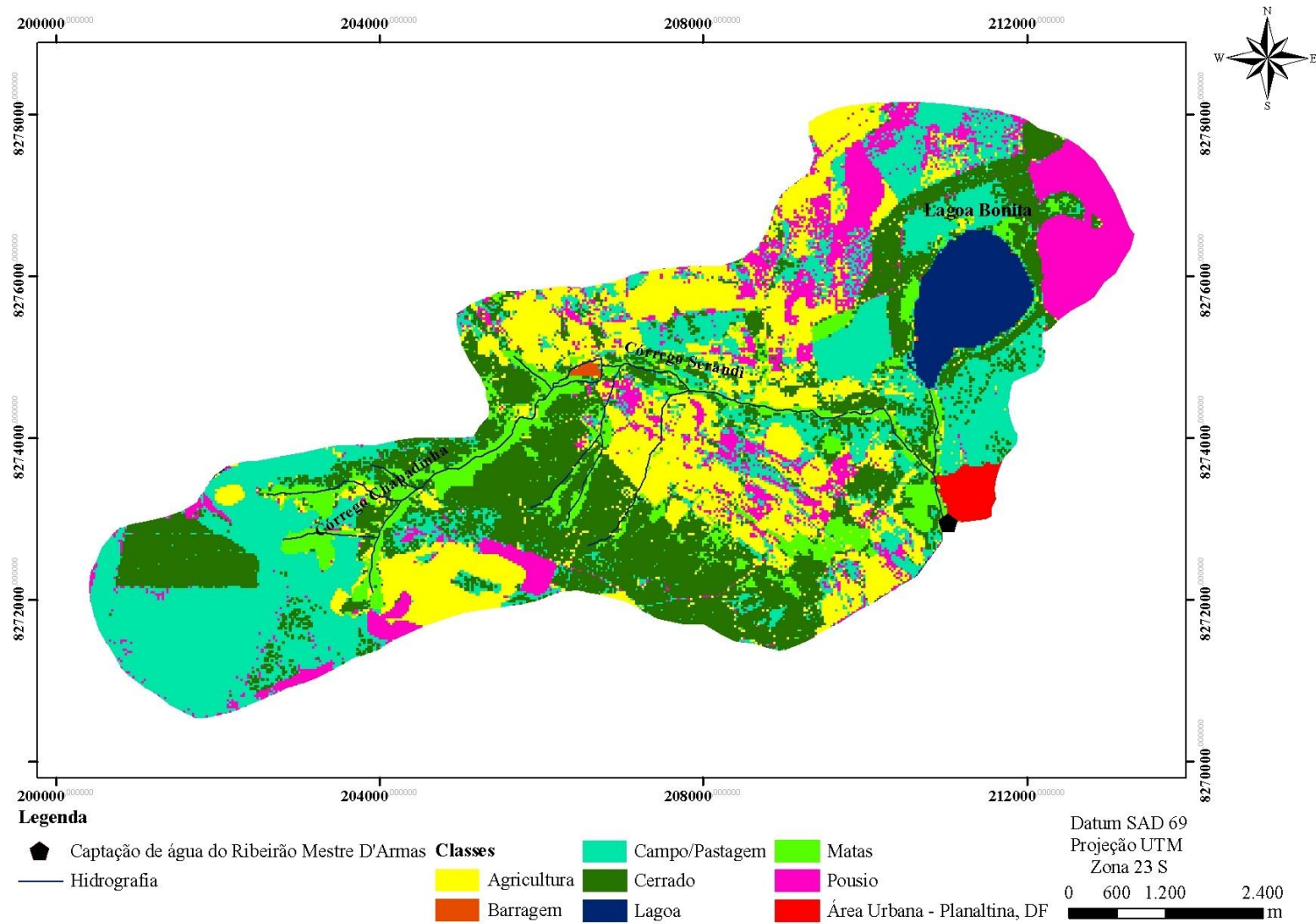


Figura 17 – Mapa de uso e ocupação das terras da sub-microbacia do Ribeirão Mestre D’Armas, DF, de 2010.

Ao redor da Lagoa Bonita, verifica-se a presença de Campo, Matas de Galeria e Cerrado, que pode ser observada pelo mapa de uso e ocupação das terras desta sub-microbacia, apresentado na figura 17, em detalhe fotográfico apresentado na figura 18.



Figura 18 – Registro fotográfico do uso e ocupação das terras ao redor da Lagoa Bonita por Matas de Galeria, Cerrado e Campo na sub-microbacia do Ribeirão Mestre D’Armas (Lima, F. A. S. 23/05/2012).

Mediante campanhas de campo na sub-microbacia do Ribeirão Mestre D’Armas foi verificada a existência de áreas com ocupação antrópica próximas aos cursos d’água e de lixo, com mostra as figuras 19 e 20. Também foi verificada a retirada das Matas Ciliares e de Galeria nas margens do Ribeirão Mestre D’Armas, como mostra a figura 21.



Figura 19 – Registro fotográfico mostrando a presença de ocupações antrópicas e deposição de lixo próximas aos cursos d' água (ao fundo) da sub-microbacia do Ribeirão Mestre D'Armas. (Lima, F. A. S. 23/05/2012).



Figura 20 – Registro fotográfico de áreas com ocupação antrópica próximas aos cursos d'água na sub-microbacia do Ribeirão Mestre D'Armas. (Lima, F. A. S. 23/05/2012).



Figura 21 – Registro fotográfico de áreas com retirada de Matas Ciliares e de Galeria nos curso d'água pertencente à sub-microbacia do Ribeirão Mestre D'Armas. (Lima, F. A. S. 23/05/2012).

Pelo mapa de uso e ocupação das terras, apresentado na figura 17, observa-se a predominância de áreas de agricultura, solo em pousio e Campo/pastagem e da proximidade das áreas urbanas (Planaltina, DF) ao ponto de captação de água da CAESB.

Bilich (2007) também chama atenção para as áreas urbanas próximas aos cursos d'água e à captação de água da CAESB. Salienta o uso e ocupação predominantemente antrópico com grandes áreas utilizadas pela agricultura, por campo/pastagem e por solo em pousio nesta mesma sub-microbacia.

IV.1.2.2 – Uso e ocupação das terras da sub-microbacia do Ribeirão Pípiripau

Na figura 22 é mostrado o mapa de uso e ocupação das terras do ano de 2010, gerado por meio da classificação supervisionada do recorte da imagem ALOS da sub-microbacia do Ribeirão Pípiripau.

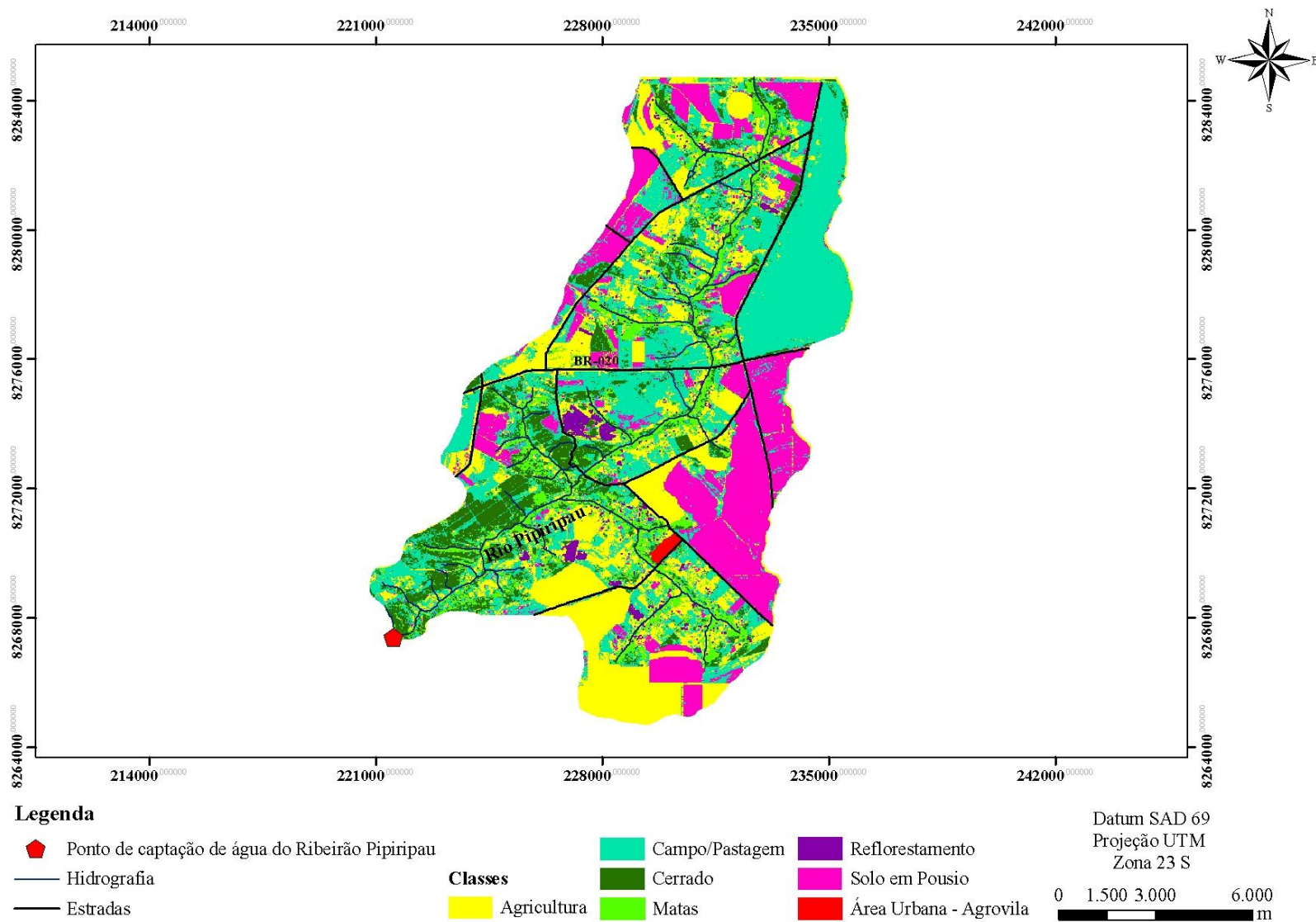


Figura 22 – Mapa de uso e ocupação da sub-microbacia do Ribeirão Pipiripau, DF, de 2010.

O destaque na sub-microbacia do Ribeirão Pípiripau são as grandes áreas ocupadas por atividades agropecuárias, que, geralmente, não fazem uso adequado de práticas que preservem o solo e a água. Segundo a EMATER-DF (2010). As áreas de agricultura somam, no total, uma área de 13.337 ha, representando 71% desta sub-microbacia. Na figura 23, verificou-se, por meio de campanhas de campo, por exemplo, a ocorrência de pastagens degradadas. Já na figura 24, verificou-se o uso e ocupação das terras por atividades agropecuárias, além de reflorestamento.



Figura 23 – Registro fotográfico de uma área de pastagem degradada na sub-microbacia do Ribeirão Pípiripau (Lima, F. A. S. 23/05/2012).



Figura 24 – Registro fotográfico do uso e ocupação na sub-microbacia do Ribeirão Pipiripau, mostrando a predominância de áreas com atividades agropecuárias e reflorestamento (Lima, F. A. S. 23/05/2012).

Além disso, há também a presença de uma área urbana no Núcleo Rural Taquara. Segundo a entrevista com o gerente da unidade Taquara da EMATER-DF, Paulo Ricardo da Silva Borges, essa área urbana, também conhecida como agrovila, possui cerca de quatro mil habitantes. Não há saneamento básico, o manejo do esgoto é realizado por intermédio de fossas negras, que podem contaminar o lençol freático que abastece o Córrego Taquara. Na figura 25, pode-se verificar o registro fotográfico dessa área urbana. Já na figura 26, verifica-se a criação de animais nesta Agrovila.



Figura 25 – Registro fotográfico da Agrovila, área urbana, localizada próxima ao Córrego Taquara na sub-microbacia do Ribeirão Pipiripau (Lima, F. A. S. 23/05/2012).



Figura 26 – Registro fotográfico mostrando a presença de animais bovinos na Agrovila próxima ao Córrego Taquara na sub-microbacia do Ribeirão Pipiripau (Lima, F. A. S. 23/05/2012).

Na figura 22, pode-se observar, no mapa de uso e ocupação das terras, a proximidade de áreas como a agricultura, de áreas urbanas e de Campo/pastagem aos cursos d'água. Um fator que pode ser um agravante na qualidade da água é o destaque para a grande produção de produtos olerícolas, que demandam grande quantidade de produtos agroquímicos, onde os solos são cultivados em praticamente ao longo de todo o ano, ao contrário, de áreas cultivadas por grandes culturas, que possuem, geralmente, duas safras por ano. Um exemplo da exigência de culturas olerícolas à correção do solo é dado pela saturação de bases exigida para a beterraba, cenoura, nabo, rabanete e salsa, que segundo Raij et al. (1997), a recomendação de correção dos solos com calcário para essas culturas deve ser suficiente para elevar a saturação de bases a 80%.

V.1.2.3 – Uso e ocupação das terras da sub-microbacia do Córrego Quinze

Na figura 27 é mostrado o mapa de uso e ocupação das terras do ano de 2010, gerado por meio da classificação supervisionada do recorte da imagem ALOS da sub-microbacia do Córrego Quinze.

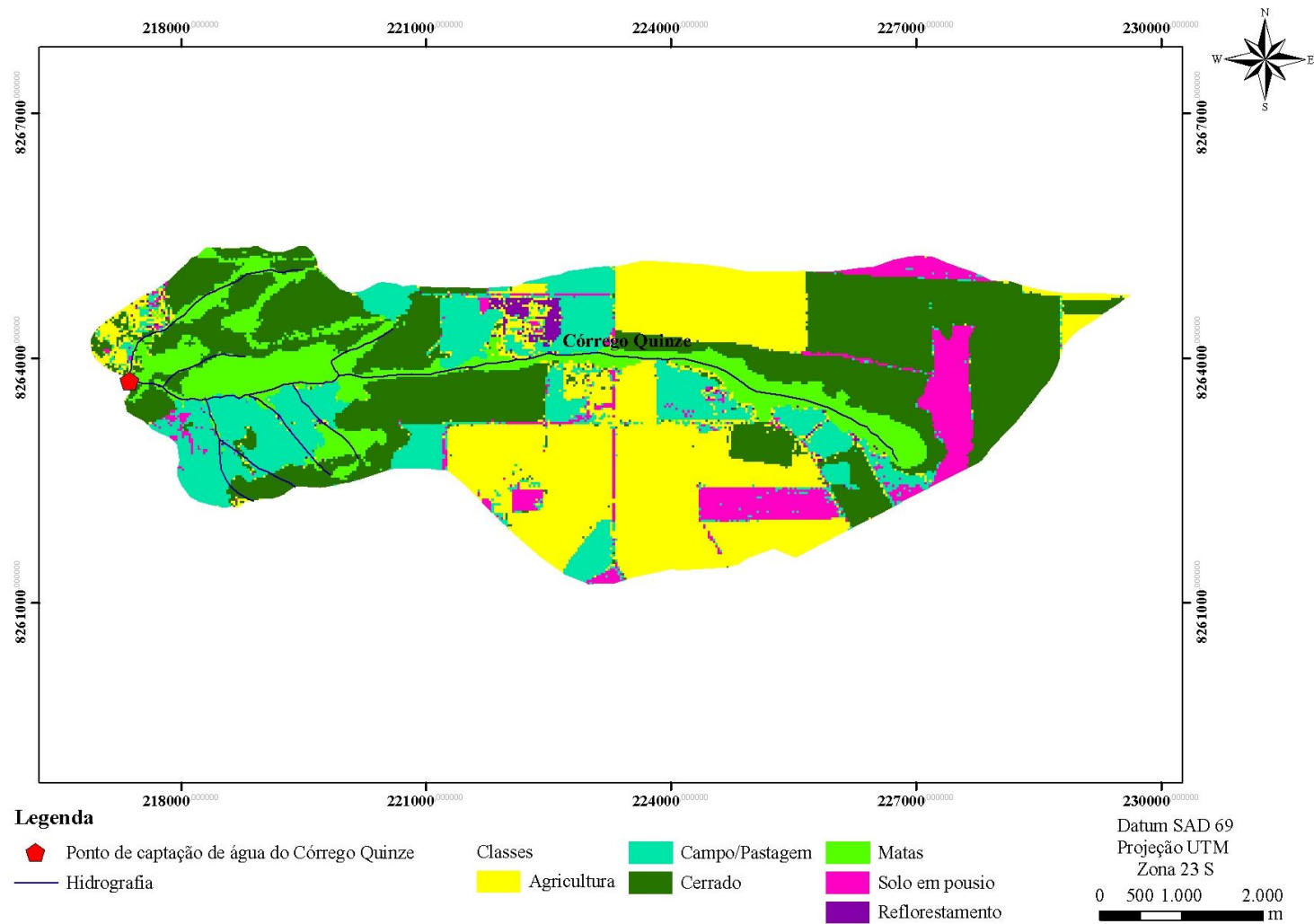


Figura 27 – Mapa de uso e ocupação das terras da sub-microbacia Córrego Quinze, DF, 2010.

Pelo mapa de uso e ocupação das terras (Figura 27) verifica-se a presença de uma extensa área de Cerrado preservado na região noroeste desta sub-microbacia. Essa área faz parte do Parque Ecológico dos Pequizeiros, criado pela lei 2.279 de janeiro de 1999. O Parque dos Pequizeiros é administrado pelo Instituto Brasília Ambiental - Ibram (Distrito Federal,1999).

Nas áreas não incluídas no Parque Ecológico dos Pequizeiros, mas que constituem a Área de Preservação de Manancial – APM do Córrego Quinze, verifica-se a presença de atividades agropecuárias. Pelo mapa de uso e ocupação das terras apresentado na figura 27, observa-se a proximidade dessas áreas aos cursos d'água.

Destaca-se o fato de que ao redor do ponto de captação de água do Córrego Quinze, verifica-se boa preservação da vegetação nativa, com Cerrado e Campo e não se verificam áreas urbanas. Portanto, espera-se que a qualidade de água seja superior à das sub-microbacias também de uso predominante antrópico como a dos Ribeirões Pipiripau e Mestre D'Armas.

Isaias (2008), por intermédio da confecção de mapas de uso e ocupação das terras na sub-microbacia do Córrego Quinze, constatou um severo processo de desmatamento pelo qual essa sub-microbacia passou, notadamente entre os anos de 1984 e 1995. Lousada (2011) constatou a predominância de agricultura, com aproximadamente 53% da área desta sub-microbacia. Já Bilich (2007) encontrou um predomínio ainda maior: 57%. Lousada (2011) destaca ainda as áreas de Cerrado, com 38,63%.

VI.2 – Precipitação Pluviométrica

Na figura 28, pode-se observar a precipitação pluviométrica registrada na estação meteorológica Taquara localizada na microbacia do Ribeirão Mestre D'Armas, mais especificamente na sub-microbacia do Ribeirão Pipiripau, (Figura 4), ao longo dos anos de 1996, 2000, 2003, 2005, 2010 e 2011.

Por meio dos dados da precipitação pluviométrica da área de estudo, pode-se verificar dois períodos distintos, um período seco e um período chuvoso, tal como descrito por Campos (2004). Esse comportamento é importante, pois pode refletir na variabilidade da qualidade da água nesses períodos, podendo ser superior ou inferior em cada um desses períodos, dependendo do parâmetro analisado e do uso e a ocupação das terras.

Quanto mais antropizada for a bacia de um determinado curso d'água e quanto menor for a utilização de práticas conservacionistas nas áreas ocupadas pela agropecuária e a falta de

implantação de planejamento urbano, maior será a influência do escoamento superficial, entre outros parâmetros de qualidade da água, como verificado por Zonta et al. (2008).

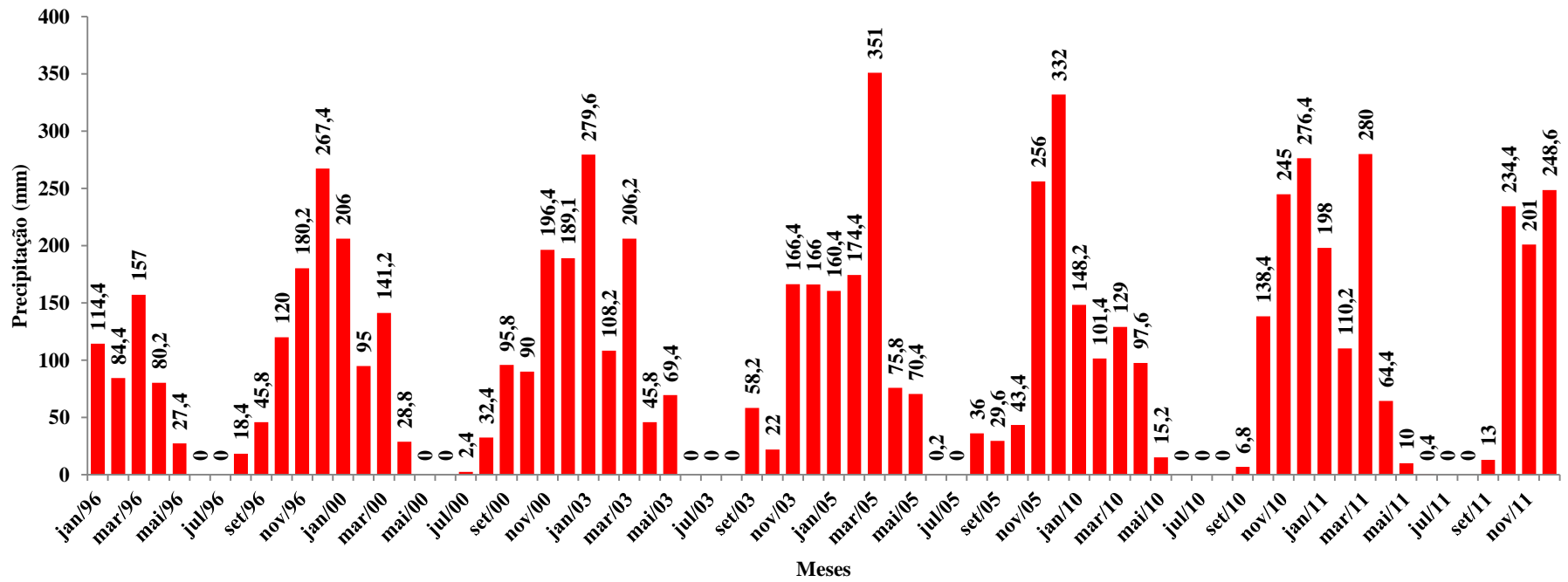


Figura 28 – Precipitação pluviométrica registrada na área estudada no posto Taquara ao longo dos anos avaliados.

VI.3 – Parâmetros físicos de qualidade da água

VI.3.1 – Turbidez

Nas figuras 29 e 30, são apresentados os valores de turbidez por intermédio das médias totais, dos períodos secos e dos períodos chuvosos dos anos agrupados de 1996, 2000, 2003 e 2005 e dos anos agrupados de 2010 e de 2011 nas captações das sub-microbacias dos Córregos Brejinho, Fumal, Corguinho e Quinze e dos Ribeirões Pípiripau e Mestre D'Armas.

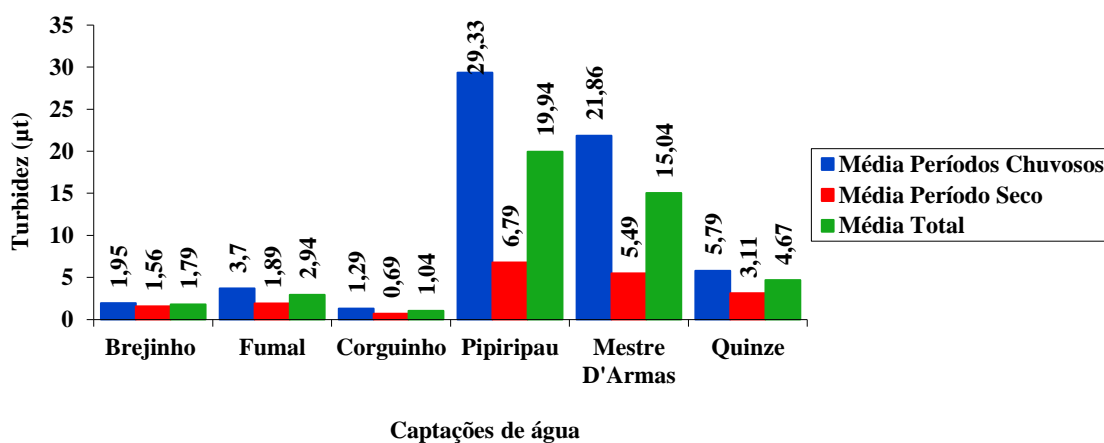


Figura 29 – Valores médios de turbidez dos anos de 1996, 2000, 2003 e 2005 nas captações das sub-microbacias do Brejinho, Fumal, Corguinho, Pípiripau, Mestre D'Armas e Quinze.

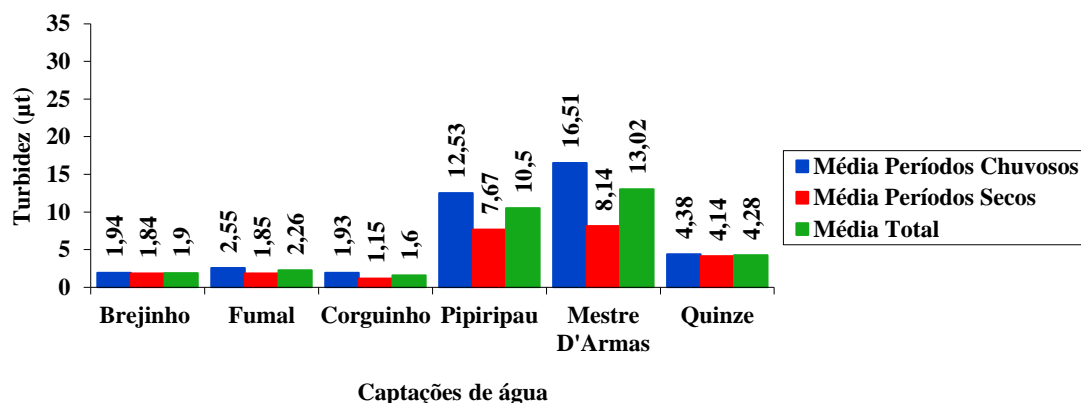


Figura 30 – Valores médios de turbidez dos anos de 2010 e 2011 nas captações das sub-microbacias do Brejinho, Fumal, Corguinho, Pípiripau, Mestre D'Armas e Quinze.

V.3.1.1 – Avaliação da turbidez nas captações localizadas em sub-microbacias com predomínio de áreas preservadas

Em relação às captações localizadas em áreas preservadas das sub-microbacias dos Córregos Brejinho, Fumal e Corguinho, pode-se observar que a captação do Córrego Fumal apresentou, de maneira geral, os maiores valores de turbidez e a captação do Córrego Corguinho, os menores valores, ao longo dos anos agrupados de 1996, 2000, 2003 e 2005. A média total desses anos para captação do Córrego Fumal e do Córrego Corguinho foram, respectivamente de 2,94 μt e de 1,04 μt .

Observou-se ainda, nesses anos, que, de maneira geral, a turbidez foi superior no período chuvoso para estas captações. Os aumentos nas médias dos períodos secos para as médias dos períodos chuvosos foram de 25,4%, de 96,2% e de 87,5% para as captações dos Córregos Brejinho, Fumal e Corguinho, respectivamente. Interessante observar que a média dos períodos secos na captação do Córrego Fumal, 1,89 μt , foi superior à média dos períodos chuvosos na captação do Córrego Corguinho, que foi de 1,29 μt .

Com relação a essas três sub-microbacias, nos anos de 2010 e de 2011, verificou-se um discreto aumento das médias de turbidez nas captações dos Córregos Brejinho e Corguinho em relação às médias dos anos de 1996 a 2005, os valores médios foram, respectivamente, 1,90 μt e 1,60 μt . Já na captação do Córrego Fumal, houve redução dos valores de turbidez, com o valor médio de 2,26 μt no período de 2010-2011 em relação ao valor médio de 2,94 μt no período de 1996-2005. Os aumentos do parâmetro turbidez verificados nas captações dos Córregos Brejinho e Corguinho indicam que não houve alterações significativas no manejo ambiental nas sub-microbacias correspondentes. No entanto, ressalta-se que os valores apesar do aumento constatado, estão em níveis baixos, quando se compara aos valores de turbidez das sub-microbacias localizadas em áreas antropizadas.

As médias totais mais elevadas de turbidez nas captações do Córrego Fumal e Córrego Brejinho em relação ao Córrego Corguinho podem ser atribuídas ao uso e ocupação das terras. Na sub-microbacia do Córrego Brejinho, observou-se a presença de áreas de pastagem e agricultura, apresentada na figura 15. Foi constatada por meio de campanhas de campo, a presença de canais de drenagem na rodovia BR-020 (Figuras 13 e 14), que drenam as águas da área ao sul desta para o Córrego Brejinho, cuja qualidade das águas sofre queda devido à influência dessas áreas antropizadas. A captação do Córrego Fumal sofre também esta influência, pois está à jusante do Córrego Brejinho.

Já em relação à captação do Córrego Corguinho, verificou-se pelo mapa de uso e ocupação das terras (Figura 9), e também por meio de campanhas de campo, que dentre as três sub-microbacias, a do Córrego Corguinho apresenta a menor influência de atividades antrópicas. Esse fato pode justificar menores médias totais de turbidez observadas em relação às outras duas captações.

Além disso, as médias totais de turbidez mais elevadas na captação do Córrego Fumal também podem ser atribuídas à ocupação antrópica irregular próximas às margens deste córrego. Bilich (2007) verificou em atividades de campo, retirada de partes da vegetação ripária e a presença de moradias e de criação de animais como bovinos próximos ao local de captação da água. A redução da turbidez verificada nessa captação, no período 2010-2011 em relação ao período 1996-2005, pode indicar a ação de órgãos ambientais na regularização desta situação, uma vez que esta captação encontra-se dentro da Estação Ecológica de Águas Emendadas. Mundaleski et al. (2008) relatam sobre a influência negativa da retirada das matas ciliares na turbidez das águas, constatando que nos locais onde há retirada destas matas, a turbidez é superior, já que a infiltração de água no solo é reduzida e ocorre o carreamento de partículas aos cursos d' água.

Pode-se observar ainda que, em relação aos anos de 2010 e 2011, também ocorreram valores superiores da média dos períodos chuvosos em relação à média dos períodos secos nas captações dos Córregos Fumal, Corguinho e Brejinho com acréscimo de 39,4%, 68,3% e 5,3%, respectivamente.

As maiores médias dos períodos chuvosos em relação aos períodos secos podem estar relacionadas com o carreamento de partículas pelas chuvas aos cursos d'água. Zillmer et al. (2007), no Ribeirão Salgadinho em Xavantina, MT, constataram que os maiores valores de turbidez foram observados no mês de janeiro, mês que teve a maior precipitação pluviométrica. Explicaram que o aumento está relacionado pelo aumento da matéria em suspensão que a água das chuvas carrega para o Ribeirão.

A hipótese do carreamento de partículas, que reduz a qualidade da água, no período chuvoso, é reforçada por meio dos valores apresentados da precipitação mensal registrada no posto Taquara. Verifica-se, por intermédio da figura 28, uma grande amplitude das precipitações dos meses dos períodos chuvosos em relação à precipitação dos meses dos períodos secos. Valores elevados de turbidez estão associados à alta precipitação nos períodos chuvosos. Por exemplo, na captação do Fumal, no mês de janeiro de 2000, verificou-se um valor de turbidez igual 18,9 μt com uma precipitação pluviométrica de 206 mm e nesta mesma captação, no mês

de julho de 2000, verificou-se um valor de turbidez de 1,99 μt com uma precipitação de 0 mm (Anexo 1)

V.3.1.2 – Avaliação da turbidez nas captações localizadas em sub-microbacias com predomínio de áreas antropizadas

Em relação às captações localizadas em sub-microbacias com ocorrência de áreas agrícolas e urbanas, como as do Córrego Quinze, Ribeirões Pipiripau e Mestre D' Armas, verificou-se que, nos anos agrupados de 1996, 2000, 2003 e 2005, a captação de água do Pipiripau apresentou as maiores médias de turbidez dentre as três captações estudadas, com média total de 19,94 μt , e o Quinze, a menor, com média total de 4,67 μt .

Observou-se ainda que os valores de turbidez destas três captações foram superiores aos valores das captações localizadas em áreas de preservação ambiental. O Córrego Quinze, cuja captação mostrou o menor valor dentre as sub-microbacias localizadas em áreas agrícolas e urbanas, apresentou uma média de 4,67 μt . Já o Fumal, captação com o maior valor dentre as sub-microbacias localizadas em áreas preservadas, apresentou uma média de 2,94 μt .

Tal fato pode estar relacionado com o uso e ocupação das terras. Nos mapas de uso e ocupação das terras destas sub-microbacias apresentados nas figuras 17, 22 e 27, é possível observar, a predominância de áreas antropizadas, que ficam próximas aos cursos d'água. Nessas áreas, em geral, é observado a ausência de práticas conservacionistas, que levam a perdas do solo, e da qualidade da água, podendo levar a formação de sulcos e voçorocas, como se observa na figura 31.



Figura 31 – Voçoroca no Núcleo Rural Taquara, localizada na sub-microbacia do Pipiripau. (Fonte: Secretaria de Agricultura, Pecuária e Abastecimento do DF,2008).

Um fato que demonstra a baixa conservação do solo e da água é a grande diferença observada nos valores de turbidez dos períodos secos e dos chuvosos. Nos períodos de seca, os valores de turbidez foram bem menores nessas captações. Nas captações do Ribeirão Pipiripau e Mestre D'Armas, houve aumentos de mais de 100% da média do período seco para o período chuvoso no período avaliado de 1996 a 2005.

Em relação às médias dos anos de 2010 e de 2011, observaram-se reduções nas médias totais nas captações do Ribeirão Mestre D'Armas e do Córrego Quinze, de 13,4% e 8,4%, respectivamente. Já na captação do Ribeirão Pipiripau observou-se uma redução expressiva, de 47,3% na média total deste período em relação à média total dos anos de 1996 a 2005. A queda desse parâmetro nessas sub-microbacias pode ser justificada por implantação de projetos como o Produtor de Água que visam à recuperação das bacias hidrográficas do Distrito Federal. Nesse projeto, que se iniciou em 2008, produtores agropecuários recebem mudas de espécies de vegetação nativa para a recuperação das Áreas de Preservação Permanente (APPs) dentro de suas propriedades (EMATER-DF, 2010).

Nos anos de 2010 e de 2011, apesar das reduções, os valores de turbidez continuaram muito superiores quando comparados aos valores das captações localizadas nas sub-microbacias consideradas preservadas. O menor valor de turbidez dentre as três captações localizadas em áreas agrícolas e urbanas, 3,2 μt , valor observado na captação do Córrego Quinze no período seco, foi semelhante ao valor máximo encontrado dentre as captações localizadas em sub-microbacias preservadas, 3,7 μt , valor observado no período chuvoso na captação do Córrego Fumal.

As médias totais de turbidez superiores nos Ribeirões Mestre D'Armas e Pipiripau à média total do Córrego Quinze refletem o tipo de uso e a ocupação das terras nestas sub-microbacias. Na sub-microbacia do Córrego Quinze, não ocorrem áreas urbanas próximas ao ponto de captação como se observa na captação do Ribeirão Mestre D'Armas. Já na sub-microbacia do Ribeirão Pipiripau, constata-se a forte presença das atividades agropecuárias, que acompanham quase todos os córregos dessa sub-microbacia. Na sub-microbacia do Quinze, ocorrem atividades agropecuárias, mas há a presença de áreas conservadas, como o Parque Ecológico dos Pequizeiros, que auxiliam na conservação dos solos e da água.

Nas sub-microbacias do Córrego Brejinho e Córrego Fumal, verifica-se, também, a influência de áreas antropizadas, porém as médias totais de turbidez foram muito inferiores, pois as áreas antropizadas são menores e há uma distância razoável entre as captações de água e essas áreas. As matas ciliares e de galeria ao redor dos cursos d'água se encontram bastante preservadas nestas captações. Além disso, observou-se a presença de práticas conservacionistas

nas áreas agrícolas da sub-microbacia do Córrego Brejinho por meio de campanhas de campos (Figura 15).

Nos períodos secos, os valores de turbidez continuaram sendo menores nessas três captações. As médias dos períodos chuvosos dos anos de 2010 e 2011 foram 63,4%, 203% e 6% maiores do que as médias dos períodos secos nas captações dos Ribeirões Pípiripau, Mestre D'Armas e Córrego Quinze, respectivamente. O grande aumento das médias no período chuvoso em relação às do período seco, demonstra a baixa utilização de práticas conservacionistas nas áreas ocupadas por atividades agropecuárias e está relacionado com o escoamento superficial. Zonta et al. (2008) observaram que, no Rio Alegre, Espírito Santo, no período chuvoso (dezembro 2003 e março 2004), houve uma queda no IQA, devido ao grande aumento da turbidez e sólidos totais da água, resultante do carreamento de partículas sólidas pelo escoamento superficial, constatando o problema de falta de práticas de conservação do solo e da água na bacia do Rio Alegre, com consequente perdas de solos.

A relação da precipitação pluviométrica com os valores de turbidez também corrobora a hipótese do escoamento superficial ser o fator responsável pela queda da qualidade da água em relação à turbidez nos períodos chuvosos. Por exemplo, na sub-microbacia do Pípiripau, no mês de dezembro de 2010, observou-se um dos maiores valores de precipitação, 276,6 mm e um dos maiores valores de turbidez, 14,3 µt. Já em agosto de 2010, observou-se o menor valor de turbidez com 5,10 µt com uma precipitação de 0 mm (Anexo 2).

Bilich (2007), na avaliação deste parâmetro de qualidade da água na microbacia do Mestre D'Armas, também verificou que nas sub-microbacias cujo uso e a ocupação das terras era predominantemente antrópicos, a turbidez apresentou a tendência de ser superior. Além disso, também observou a tendência de ser maior nos períodos chuvosos e atribuiu isso ao carreamento de partículas aos córregos pelas águas de chuva.

IV.3.2 – Condutividade elétrica

Nas figuras 32 e 33, são apresentadas as médias totais, dos períodos secos e dos períodos chuvosos dos anos de 1996, 2000, 2003 e 2005; e dos anos de 2010 e de 2011 da condutividade elétrica nas captações das sub-microbacias dos Córregos Brejinho, Fumal, Corguinho e Quinze, e Ribeirões Pípiripau e Mestre D'Armas.

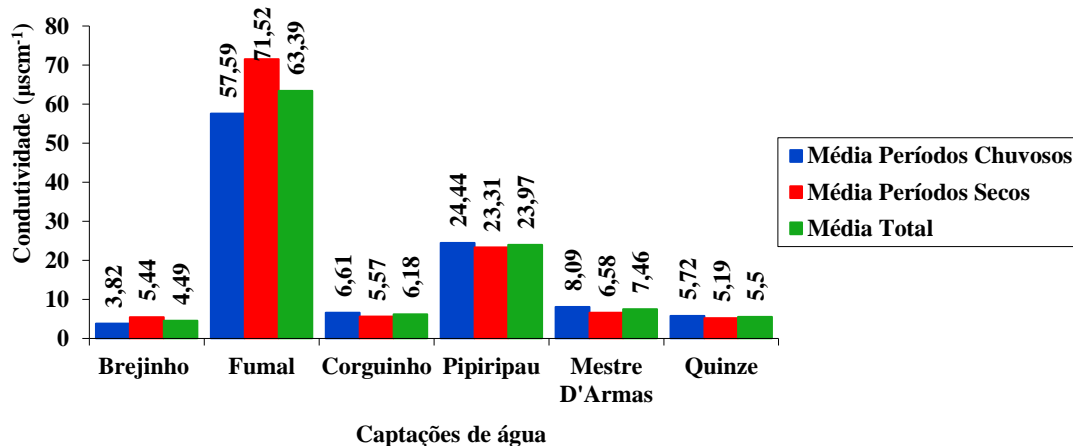


Figura 32 – Valores médios de condutividade elétrica dos anos de 1996, 2000, 2003 e 2005 nas captações das sub-microbacias do Brejinho, Fumal, Corguinho, Pipiripau, Mestre D'Armas e Quinze.

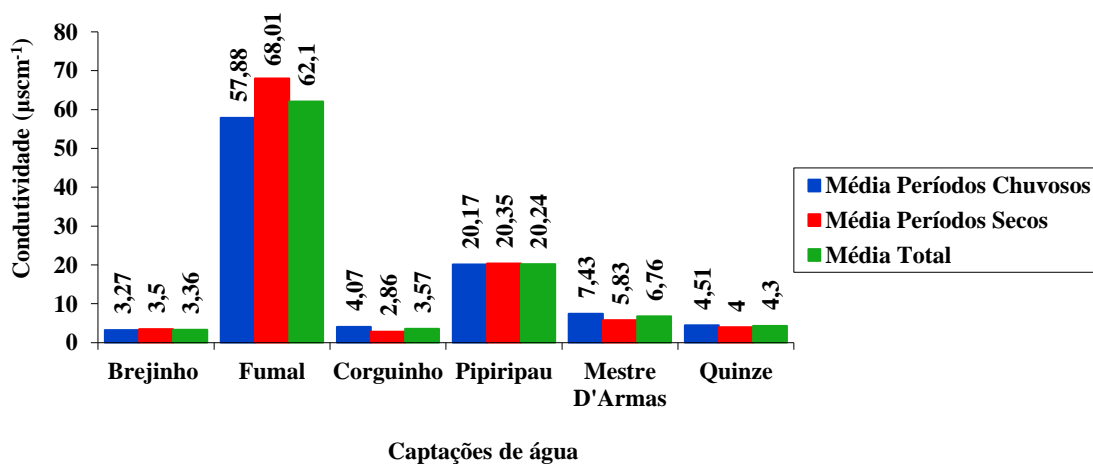


Figura 33 – Valores médios de condutividade elétrica dos anos de 2010 e 2011 nas captações das sub-microbacias do Brejinho, Fumal, Corguinho, Pipiripau, Mestre D'Armas e Quinze.

V.3.2.1 – Avaliação da condutividade elétrica nas captações localizadas em sub-microbacias com predomínio de áreas preservadas

Em relação às captações localizadas em áreas preservadas dos Córregos Brejinho, Fumal e Corguinho, constatou-se, nos anos de 1996, 2000, 2003 e 2005, assim como observado por Bilich (2007), que a captação do Córrego Fumal apresentou valores muito superiores de condutividade elétrica. As captações dos Córregos Brejinho e Corguinho apresentaram comportamentos semelhantes entre si, tanto ao longo desses anos quanto nas estações de seca e chuva, com valores inferiores de condutividade elétrica. Na captação do Córrego Fumal, observou-se um valor da média total de $63,39 \mu\text{scm}^{-1}$, já nas captações dos Córregos Brejinho e Corguinho, observaram-se médias totais de $4,49 \mu\text{scm}^{-1}$ e de $6,18 \mu\text{scm}^{-1}$, respectivamente.

Nas captações dos Córregos Brejinho e do Fumal, verificou-se aumento nos períodos secos e diminuição nos períodos chuvosos ao longo dos anos de 1996 a 2005. A média do período chuvoso foi 29,7% e 19,5% menor do que a média do período seco para as captações dos Córregos Brejinho e Fumal, respectivamente. Esse comportamento reflete maior concentração de íons em função da diminuição da vazão de água nos cursos d'água na estação seca, também foi verificado por Cruz et al. (2007) no estudo da qualidade da água na confluência dos Rios Poti e Parnaíba em Teresina, Piauí. Registraram os valores de condutividade entre 75 a $95 \mu\text{scm}^{-1}$ para o período chuvoso, e entre 150 a $200 \mu\text{scm}^{-1}$ para o período seco.

Observou-se redução na média total nos anos de 2010 e 2011 em relação à média total dos anos de 1996 a 2005 nas três captações localizadas em áreas preservadas. As reduções foram de 25,1%, 2,0% e 42,3% nos Córregos Brejinho, Fumal e Corguinho, respectivamente.

Observou-se ainda que nos anos de 2010 e 2011, a captação do Córrego Fumal continuou com valores de condutividade elétrica superiores aos dos Córregos Brejinho e Corguinho. A média desses anos foi de $62,10 \mu\text{scm}^{-1}$ na captação do Córrego Fumal, $3,36 \mu\text{scm}^{-1}$ na captação do Brejinho e de $3,57 \mu\text{scm}^{-1}$ na captação do Corguinho.

Os valores elevados no Córrego Fumal estão, possivelmente, relacionadas à geologia local, com ocorrência de rochas carbonáticas atribuídas à unidade Psamo-Pelito Carbonatada do Grupo Paranoá no local, que elevam a quantidade de íons na água, tal como constatado por Bilich (2007). Segundo a descrição feita por Freitas-Silva e Campos (1998), essa unidade é constituída por metargilitos e metassiltitos intercalados com lentes de calcários (às vezes dolomíticos).

A redução da condutividade elétrica na captação do Córrego Fumal, com variação na média total ($63,39 \mu\text{scm}^{-1}$) dos anos de 1996 à 2005 para a média total ($61,20 \mu\text{scm}^{-1}$) dos anos

de 2010 e 2011 de 2%, foi menor do que as reduções observadas nos Córregos Corguinho e Brejinho para esses períodos. Os valores no Córrego Fumal estão relacionados à geologia local que não sofre alterações com o manejo ambiental, que pode ter melhorado nas captações dos Córregos Brejinho e Corguinho e justificando, portanto, as maiores reduções nessas sub-microbacias.

Em relação à captação dos Córregos Corguinho e do Brejinho, essas apresentaram, nos anos de 2010 e 2011, médias totais muito semelhantes: $3,36 \mu\text{scm}^{-1}$ e $3,57 \mu\text{scm}^{-1}$.

Nas captações dos Córregos Fumal e do Brejinho foi observado, nos anos de 2010 e 2011, um aumento de condutividade elétrica nos períodos secos e queda nos períodos chuvosos. Tal fato pode estar relacionado ao maior volume de água dos córregos na estação chuvosa, ocasionando, então, a uma menor concentração dos íons na água, tal como discutido por Bilich (2007).

Verificou-se, por meio da precipitação pluviométrica do posto Taquara, que, no geral, nos meses de maior precipitação, encontraram-se os menores valores de condutividade elétrica. Por exemplo, na captação do Córrego Brejinho, verificou-se uma condutividade de $4,70 \mu\text{scm}^{-1}$ no mês de agosto cuja precipitação pluviométrica foi 0 mm, mas, no mês de novembro de 2010, a condutividade foi de $2,75 \mu\text{scm}^{-1}$ e uma precipitação de 201 mm (Anexo 8).

V.3.2.2 – Avaliação da condutividade elétrica nas captações localizadas em sub-microbacias com predomínio de áreas antropizadas

Em relação às captações localizadas em áreas agrícolas e urbanas do Ribeirão Pípiripau, Ribeirão Mestre D' Armas e do Córrego Quinze, nos anos de 1996, 2000, 2003 e 2005, constatou-se que a captação do Ribeirão Pípiripau apresentou valores muito superiores de condutividade elétrica, com a média total desses anos sendo até quatro vezes superior à média total da captação do Córrego Quinze, que foi a menor dentre essas três captações (média total de $5,50 \mu\text{scm}^{-1}$).

Observou-se, ainda, que nessas três captações, há um aumento da condutividade elétrica nos períodos chuvosos. A ocorrência das matas que acompanham os cursos d' água, em geral, degradadas; a não utilização de práticas de conservação do solo adequadas levando a uma menor infiltração da água no solo; e o uso excessivo de agroquímicos justificam os valores superiores nos períodos chuvosos. Apesar do volume de água maior nesses períodos, o forte carreamento de agroquímicos nesses períodos provocam aumento da condutividade elétrica em relação aos períodos secos.

Segundo a EMATER-DF (2010), na bacia do Pípiripau, deve ocorrer a recuperação ambiental de 1633 hectares de áreas de preservação permanentes (APPs) e de reservas legais demonstrando, portanto, o estado de degradação das matas que acompanham os cursos d' água.

Observaram-se reduções das médias totais de 2010 e 2011 em relação às médias totais dos anos de 1996 a 2005 na captação do Ribeirão Pípiripau, do Ribeirão Mestre D'Armas e do Córrego Quinze de 15,5%, 9,3% e de 21,9%, respectivamente. Essas reduções podem estar relacionadas aos esforços dos órgãos ambientais pela utilização de práticas conservacionistas. Outros parâmetros de qualidade da água que podem influenciar a condutividade elétrica, também sofreram reduções nos anos avaliados, tais como a amônia e os cloretos. No entanto, apesar das reduções constatadas, a média total (20,24 μscm^{-1}) apresentada pela captação do Ribeirão Pípiripau supera cerca de quatro vezes a média total da captação do Ribeirão Mestre D'Armas e do Córrego Quinze, com médias totais de 6,76 μscm^{-1} e 4,30 μscm^{-1} , respectivamente.

O valor de condutividade muito superior verificado na captação do Ribeirão Pípiripau em relação às outras captções pode estar relacionado à forte presença das atividades agropecuárias nessa região, realizadas, em geral, de forma não sustentável. Observa-se, na figura 26, a proximidade de áreas agropecuárias aos cursos d' água, desrespeitando as APPs. Segundo campanhas de campo realizadas na sub-microbacia do Ribeirão Pípiripau, no núcleo rural Taquara, verificou-se a presença de 103 propriedades agrícolas, somente ao longo do Córrego Taquara, que, em geral, trabalham com a produção de olerícolas, que demandam grandes quantidades de produtos agroquímicos. Por exemplo, na produção de Cenoura (*Daucus carota*), segundo a EMBRAPA (2008), a adubação com K_2O pode chegar a 600 kg por hectare dependendo do nível de potássio no solo e da classe de solo.

Na captação do Ribeirão Pípiripau, no ano de 2010 e de 2011, as médias dos períodos chuvosos e dos períodos secos foram praticamente idênticas: 20,17 μscm^{-1} nos períodos chuvosos e 20,35 μscm^{-1} nos períodos secos. Acredita-se que este fato ocorreu, pois no período chuvoso, há maior volume de água, mas há também um intenso escoamento superficial, que carrega íons provenientes dos produtos agroquímicos aos cursos d' água, que mantém níveis altos de condutividade. Essa hipótese também foi levantada por Bilich (2007) na avaliação da qualidade da água na microbacia do Ribeirão Mestre D'Armas.

Souza et al. (2010), na avaliação da qualidade da água em três pontos do Rio Paraíba do Sul no trecho do Município de Taubaté-SP, verificaram uma alteração do valor da condutividade elétrica nos meses de agosto e setembro, que pode estar relacionado com o cultivo de arroz inundado que é realizado nessa época do ano, possivelmente devido ao transporte de fertilizantes e matéria orgânica para o rio.

A influência do uso e ocupação das terras, também foi verificada pela diferença entre as médias totais das sub-microbacias cujas captações de água se localizam em áreas preservadas e das médias totais das sub-microbacias cujas captações de água se localizam em áreas antropizadas. Por exemplo, no Pípiripau, a média total de 20,27 μscm^{-1} em relação aos anos de 2010 e 2011 chega a ser seis vezes superior às médias verificadas na captação do Córrego Brejinho e Córrego Corguinho. A exceção é a sub-microbacia do Córrego Fumal, que, apesar da preservação da vegetação nativa, tem suas águas sobre a influência de rochas carbonáticas que elevam a condutividade elétrica. A constatação de valores de condutividade superiores em microbacias com o uso e ocupação das terras predominantemente por áreas antropizadas também foi realizada por Bilich (2007).

VI.4 – Parâmetros químicos de qualidade de água

VI.4.1 – Amônia

Nas figuras 34 e 35, são apresentadas as médias totais, dos períodos secos e dos períodos chuvosos dos anos de 1996, 2000, 2003 e 2005 e as médias totais, dos períodos secos e dos períodos chuvosos dos anos de 2010 e de 2011 da amônia nas captações das sub-microbacias dos Córregos Brejinho, Fumal, Corguinho e Quinze e dos Ribeirões Pípiripau e Mestre D'Armas.

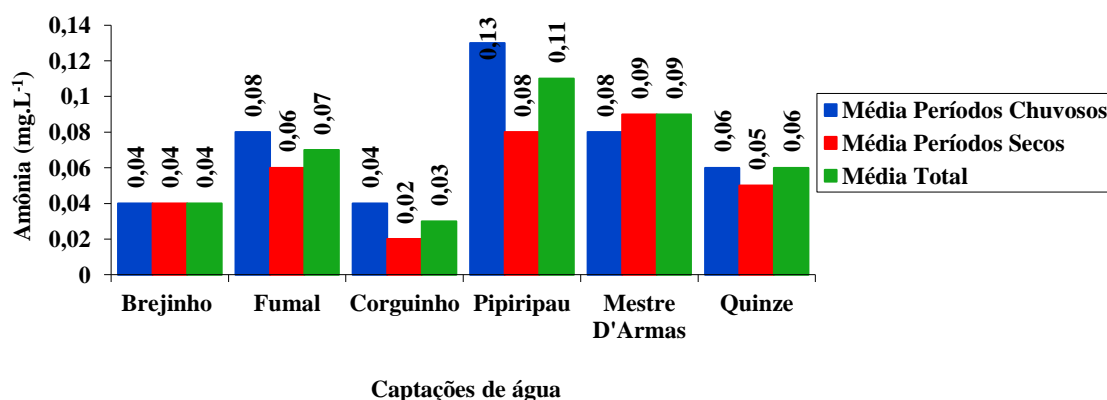


Figura 34 – Valores médios de amônia dos anos de 1996, 2000, 2003 e 2005 nas captações das sub-microbacias do Brejinho, do Fumal, do Corguinho, do Pípiripau, Mestre D'Armas e do Quinze.

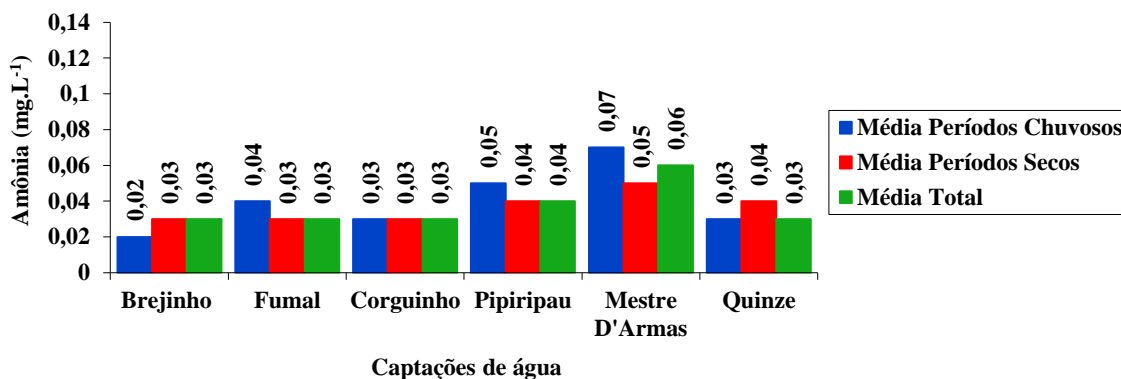


Figura 35 – Valores médios de amônia dos anos de 2010 e de 2011 nas captações das sub-microbacias do Brejinho, do Fumal, do Corguinho, do Pípiripau, Mestre D'Armas e do Quinze.

VI.4.1.1 – Avaliação da amônia nas captações localizadas em sub-microbacias com predomínio de áreas preservadas

Em relação às captações localizadas em áreas preservadas dos Córregos Brejinho, Fumal e Corguinho, verificou-se que, ao longo dos anos de 1996, 2000, 2003 e 2005, a captação localizada no Córrego Fumal apresentou, no geral, as maiores concentrações de amônia, enquanto que a captação do Córrego Corguinho, as menores concentrações. Verificou-se que as médias totais ao longo desses anos foram baixas: 0,04 mgL⁻¹, 0,07 mgL⁻¹ e 0,03 mgL⁻¹ para as captações dos Córregos Brejinho, Fumal e Corguinho, respectivamente.

As médias totais mais altas no Córrego Fumal podem ser atribuídas à ocupação antrópica irregular das margens deste córrego com a contaminação do mesmo por esgotos. Bilich (2007) verificou por meio de campanhas de campo, além da retirada de partes da vegetação nativa das zonas ripárias, a presença de moradias e de criação de animais como bovinos próximos ao local de captação da água.

Já em relação ao Córrego Corguinho, dentre as três captações, constata-se que é a que possui a melhor conservação de sua vegetação nativa como se verifica pelo mapa de uso e ocupação das terras (Figura 9), e é a que possui a menor influência de atividades antrópicas. Acredita-se, portanto, que esses fatores justificam a menor média total de amônia dentre as

captações localizadas em áreas preservadas já que há menores fontes de poluição por esgotos ou por fertilizantes como os adubos nitrogenados utilizados em áreas ocupadas pela agricultura.

Segundo Reis e Mendonça (2009), a amônia está presente naturalmente nos corpos d'água como produto da degradação de compostos orgânicos e inorgânicos do solo e da água, resultado da excreção da biota, redução do nitrogênio gasoso da água por micro-organismos ou por trocas gasosas com a atmosfera. A amônia é, também, constituinte comum no esgoto sanitário, resultado direto de descargas de efluentes domésticos e industriais, da hidrólise da ureia e da degradação biológica de aminoácidos e outros compostos orgânicos nitrogenados.

Verifica-se que os valores das três captações estiveram bem abaixo dos limites de amônia segundo a resolução nº 20 do CONAMA de 1986 publicada no Diário Oficial da União em 30/07/86 (CONAMA, 1986). A resolução estabelece um limite de 1 mgL^{-1} para águas na classe 3, águas destinadas ao abastecimento doméstico.

Nos anos de 2010 e de 2011, houve redução nas médias totais da amônia para as três captações localizadas em áreas preservadas, com médias totais iguais de $0,03 \text{ mgL}^{-1}$. Não houve variações significativas entre as médias dos períodos secos e chuvosos para essas três captações. Esses fatos demonstram que, nessas três captações, não há contaminações significativas por amônia, possivelmente com adoção de medidas mitigadoras com relação ao despejo esgotos sanitários, particularmente, na sub-microbacia do Córrego Fumal.

VI.4.1.2 – Avaliação da amônia nas captações localizadas em sub-microbacias com predomínio de áreas antropizadas

Em relação às captações localizadas em áreas agrícolas e urbanas, correspondentes às captações do Córrego Quinze e dos Ribeirões Pípiripau e Mestre D' Armas, foi verificado que, em relação aos anos de 1996, 2000, 2003 e 2005, a captação do Ribeirão Pípiripau apresentou a maior média, com $0,11 \text{ mgL}^{-1}$, e a do Córrego Quinze, a menor com $0,06 \text{ mgL}^{-1}$.

Importante ressaltar que os valores de amônia foram, geralmente, maiores nas captações localizadas em áreas agrícolas e urbanas do que aquelas localizadas em áreas preservadas ao longo dos anos avaliados. Esta constatação pode estar relacionada à contaminação por adubos nitrogenados nas sub-microbacias com atividades agrícolas e também pela contaminação pelo esgoto doméstico nas áreas urbanizadas.

Segundo Resende (2002), os fertilizantes nitrogenados minerais e os esterco manejados inadequadamente são apontados como as maiores fontes difusas de contaminação da água em áreas agrícolas. Lucas et. al. (2010) verificaram, além do aumento da concentração de amônia,

devido à lixiviação de adubos nitrogenados e da erosão do solo, a influência de fontes pontuais de esgoto doméstico na microbacia do Ribeirão dos Marins, afluente do Rio Piracicaba, SP.

Nos anos de 2010 e de 2011, observa-se uma queda de 60,5% entre a média total dos anos de 1996 a 2005 e a média total de amônia dos anos de 2010 e de 2011 na captação do Ribeirão Pípiripau. Houve quedas também nas médias da captação do Mestre D'Armas e do Quinze, de 30,4% e de 40,6%, respectivamente. O maior valor dentre esses anos foi observado na captação do Ribeirão Mestre D'Armas em outubro de 2010: $0,20 \text{ mgL}^{-1}$ (Anexo 4), portanto, ainda muito abaixo do limite exigido pela resolução nº 20 do CONAMA de 1986 publicada no Diário Oficial da União em 30/07/86 (CONAMA,1986), que é de 1 mgL^{-1} .

A queda observada nas médias totais de amônia pode estar relacionada ao manejo com esgotos sanitários, que pode estar melhorando. Outros importantes parâmetros de qualidade de água, que estão relacionados às contaminações por esgotos sanitários também apresentaram quedas como os coliformes fecais e os cloretos.

Ainda em relação a esses anos, a captação do Ribeirão Mestre D' Armas apresentou valores ligeiramente mais elevados do que os da captação do Ribeirão Pípiripau. Pelo mapa de uso e ocupação das terras, apresentado na figura 17, verificou-se a proximidade de áreas urbanas ao ponto de captação de água, além disso, é uma área com forte presença de atividades agropecuárias. Nas campanhas de campo, observaram-se moradias próximas ao córrego e a presença de pontos com retirada de vegetação ripária nas margens dos córregos (Figuras 19 e 20), que podem indicar a presença de fontes de esgoto doméstico e de carreamento de produtos agroquímicos aos córregos, elevando os níveis de amônia.

Já no Ribeirão Pípiripau, ressalta-se a entrevista realizada com o engenheiro agrônomo da EMATER-DF, Paulo Ricardo da Silva Borges, que comentou sobre a existência de fossas negras na área urbana próximo ao Córrego Taquara onde vivem, aproximadamente, quatro mil pessoas, que podem estar influenciando a qualidade da água mediante contaminação do lençol freático que irá abastecer o Córrego Taquara, afluente do Ribeirão Pípiripau. Além disso, há também o manejo com os adubos nitrogenados, que, se feito de forma incorreta, é carreado para os cursos d'água.

VI.4.2 – Demanda química de oxigênio

Nas Figuras 36 e 37, são apresentadas as médias totais, dos períodos secos e dos períodos chuvosos dos anos de 1996, 2000, 2003 e 2005 e as médias totais, dos períodos secos e dos

períodos chuvosos dos anos de 2010 e 2011 da demanda química de oxigênio nas captações das sub-microbacias dos Córregos Brejinho, Fumal, Corguinho e Quinze e dos Ribeirões Pipiripau e Mestre D'Armas.

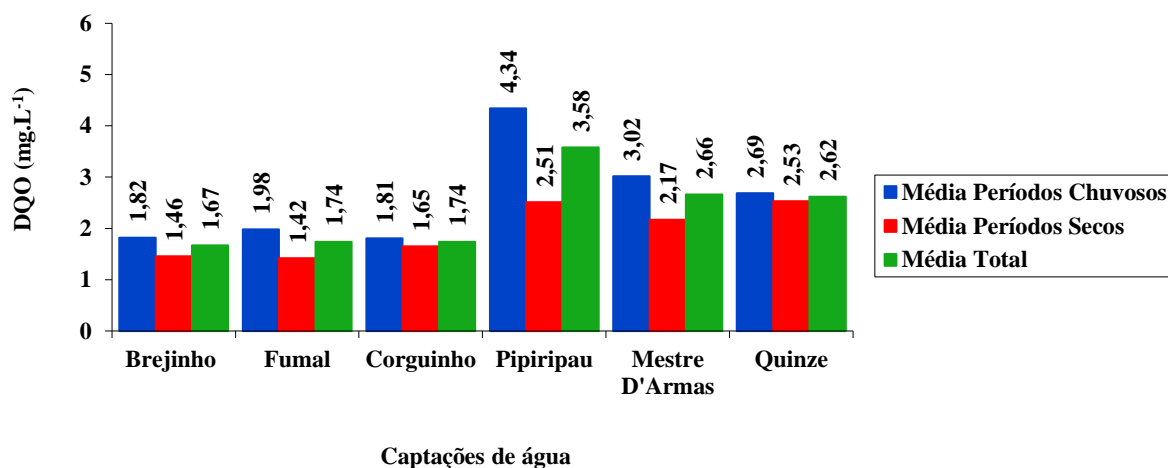


Figura 36 – Valores médios de demanda química de oxigênio (DQO) dos anos de 1996, 2000, 2003 e 2005 nas captações das sub-microbacias do Brejinho, do Fumal, do Corguinho, do Pipiripau, Mestre D'Armas e do Quinze.

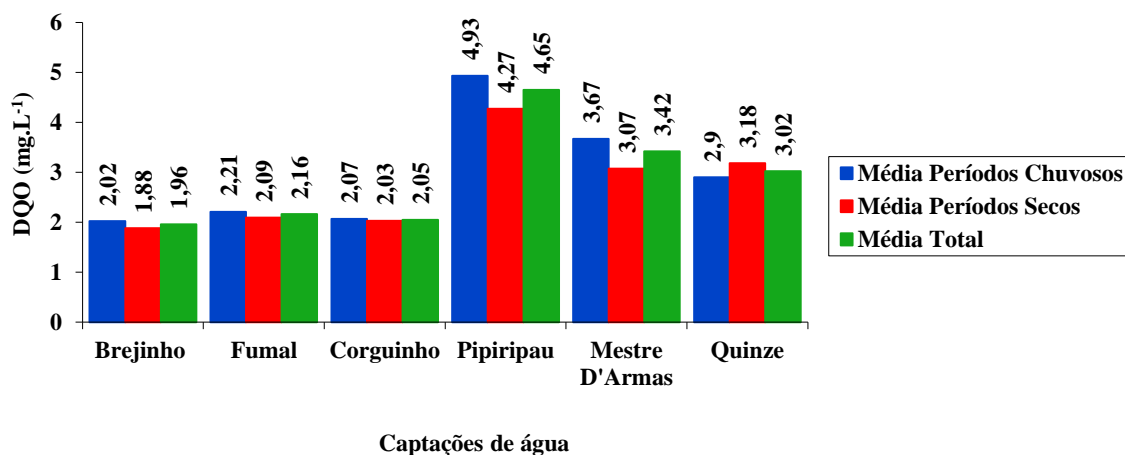


Figura 37 – Valores médios de demanda química de oxigênio (DQO) dos anos de 2010 e de 2011 nas captações das sub-microbacias do Brejinho, do Fumal, do Corguinho, do Pipiripau, Mestre D'Armas e do Quinze.

VI.4.2.1 – Avaliação da Demanda química de oxigênio nas captações localizadas em sub-microbacias com predomínio de áreas preservadas

Em relação às captações localizadas em áreas preservadas dos córregos Brejinho, Fumal e Corguinho, verificou-se que, em relação aos anos de 1996, 2000, 2003 e 2005, as captações do Fumal e do Corguinho apresentaram médias totais iguais, com valor de $1,74 \text{ mgL}^{-1}$. Já a captação do Brejinho, apresentou uma menor média total com $1,67 \text{ mgL}^{-1}$.

Ainda em relação a esses anos, foram também observados, valores superiores nos períodos chuvosos e inferiores nos períodos secos. As médias dos períodos chuvosos foram 25%, 39% e 9,4% superiores à média dos períodos secos nas captações do Brejinho, Fumal e Corguinho, respectivamente.

Nos anos de 2010 e de 2011, verificaram-se aumentos das médias em relação às médias dos anos de 1996 a 2005 nas três captações localizadas em áreas preservadas. Observaram-se aumentos de 17,4%, 23,7% e 17,9% para as captações dos córregos Brejinho, Fumal e Corguinho, respectivamente.

O aumento da DQO nas três captações pode estar relacionado com o maior aporte de matéria orgânica aos cursos d'água, não relacionados a esgotos domésticos, já que importantes parâmetros relacionados a esgotos domésticos como os coliformes fecais, os cloretos e a amônia indicaram queda. A turbidez também sofreu aumentos nos Córregos Brejinho e Corguinho com aumentos de 6,1% e 53,8%, respectivamente, da média total de 1996 à 2005 em relação à média total de 2010 e de 2011, sendo esse mais um indício de o aumento da DQO deve estar relacionado ao maior aporte de matéria orgânica aos cursos d'água. Bilich (2007) verificou, por meio de tratamento estatístico, a correlação positiva entre a turbidez e a DBO.

As maiores médias de DQO foram observadas no Córrego Fumal. Acredita-se que isso está relacionado às ocupações antrópicas irregulares e a criação de animais observados por Bilich (2007) no local, que degradam a vegetação que protegem as margens dos cursos d'água e que geram contaminação deste córrego por despejos de esgotos domésticos.

Esperava-se que as médias totais do Córrego Corguinho fossem menores do que as do Córrego Brejinho, que possui maior influência por atividades antrópicas. As médias do Córrego Corguinho podem estar ligeiramente maiores devido à matéria orgânica que é depositada naturalmente devido à vegetação nativa.

Verificou-se ainda para os anos de 2010 e de 2011 que as médias dos períodos chuvosos foram superiores às médias dos períodos secos. Observam-se aumentos de 7,7%, 6,0% e de 2,4%

na relação entre as médias do período seco e as médias do período chuvoso nas captações dos Córregos Brejinho, Fumal e Corguinho, respectivamente.

Esse comportamento já era esperado, pois, na estação chuvosa, há um transporte mais intenso de material orgânico ao curso d'água e, assim, há o aumento da DQO. Esteves et. al (2007) comentaram também o aumento da DQO na bacia hidrográfica do córrego Zerede, em Timóteo, Minas Gerais, devido ao aumento do escoamento superficial, no período chuvoso, provavelmente, pelo maior carreamento de nutrientes.

A precipitação pluviométrica registrada pelo posto Taquara corrobora a hipótese de o escoamento superficial ser um dos principais responsáveis pelo o aumento da DQO. No geral, a maior precipitação registrada nos meses chuvosos coincidem com os valores superiores da DQO. Por exemplo, em julho de 1996, na captação do Corguinho, registrou-se uma DQO de $0,3 \text{ mg.L}^{-1}$ e uma precipitação de 0 mm. Já em janeiro de 2000, registrou-se uma DQO de $3,17 \text{ mg.L}^{-1}$ e uma precipitação de 206 mm (Anexo 5).

VI.4.2.2 – Avaliação da Demanda química de oxigênio nas captações localizadas em sub-microbacias com predomínio de áreas antropizadas

Em relação às captações localizadas em áreas agrícolas e urbanas das captações dos Ribeirões Pípiripau e Mestre D' Armas e do Córrego Quinze, verificou-se que, nos anos de 1996, 2000, 2003 e 2005, a captação do Pípiripau apresentou os maiores valores de DQO. O maior valor foi do mês de dezembro de 2000, $16,86 \text{ mgL}^{-1}$ (Anexo 5).

Pode-se dizer, ainda em relação a esses anos, 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 sub-microbacias com vegetação nativa preservada. Observaram-se médias totais iguais a $3,58 \text{ mgL}^{-1}$, $2,66 \text{ mgL}^{-1}$ e $2,62 \text{ mgL}^{-1}$ para as captações dos Ribeirões Pípiripau e Mestre D' Armas e Córrego Quinze, respectivamente. Além disso, a DQO foi menor nos períodos de seca nessas três captações.

Nos anos de 2010 e de 2011, observaram-se aumentos das médias em relação às médias dos anos de 1996 a 2005. Foram observados aumentos de 30,1%, 28,5% e de 15,1% para os Ribeirões Pípiripau, e Mestre D'Armas e Córrego Quinze, respectivamente. A captação do Pípiripau apresentou ainda os maiores valores de DQO sendo que no mês de abril de 2010, observou-se um valor de $11,9 \text{ mgL}^{-1}$, valor somente inferior ao valor encontrado no mês de abril de 2000, também no Pípiripau, de $16,36 \text{ mgL}^{-1}$ (Anexos 5 e 6).

Apesar desse aumento, verificaram-se reduções em outros indicadores de contaminação por esgotos domésticos como a amônia, a condutividade e os coliformes fecais, portanto, acredita-se que esse aumento está relacionado a outros fatores como matéria orgânica animal ou vegetal. Os valores de DQO, apesar do aumento, continuaram baixos não demonstrando serem tão significativos como os coliformes fecais que sofreu fortes reduções.

Observou-se ainda, nos anos de 2010 e 2011, a tendência de que áreas antropizadas apresentam os maiores valores de DQO. A média total da captação do Córrego Quinze, menor média total dentre as três captções localizadas em áreas antropizadas, $3,02 \text{ mgL}^{-1}$, foi superior à maior média dentre as captções localizadas em áreas preservadas, a do Fumal com um valor de $2,16 \text{ mgL}^{-1}$.

Além disso, observaram-se maiores valores de DQO no período chuvoso. A média do período chuvoso na captação do Ribeirão Pipiripau chegou a ser 19,6% superior, que pode ser atribuído ao maior carreamento de partículas de solo e de material orgânico aos cursos d' água. Vasco et al. (2011) verificaram na sub-bacia do Rio Poxim, Sergipe, no estudo da demanda bioquímica de oxigênio - DBO, que é um parâmetro com comportamento semelhante à DQO, que em um ponto do curso d' água, a diluição proporcionada pelo aumento da vazão, no período chuvoso, não foi suficiente para reduzir a concentração de DBO. A justificativa seria que, nesse período, ocorre um maior lançamento de partículas de solo e material orgânico nos rios o que aumenta a carga orgânica e, conseqüentemente, o valor da DBO.

Merten e Minella (2002) explicam sobre a importância da Mata Ciliar para a redução do deflúvio superficial, que transporta produtos agroquímicos e matéria orgânica aos cursos d' água. A Mata Ciliar, em geral, nas sub-microbacias de uso antrópico se encontram degradadas. É possível observar sua pequena extensão, por vezes falhadas, por intermédio dos mapas de uso e ocupação das terras (Figuras 17, 22 e 27), assim como a proximidade das áreas agrícolas aos cursos d' água.

A observação da precipitação no posto Taquara é um indício do deflúvio superficial ser um dos grandes responsáveis pela perda da qualidade da água principalmente nos períodos chuvosos. No geral, os valores da DQO foram maiores quando houve uma maior precipitação. Por exemplo, na captação do Ribeirão Mestre do D'Armas, no mês de dezembro de 2010, observou-se uma DQO de 5 mg.L^{-1} e uma precipitação pluviométrica de 276,6 mm, porém, no mês de agosto desse mesmo ano, observou-se uma DQO de $2,4 \text{ mg.L}^{-1}$ e uma precipitação de 0 mm (Anexo 6)

Os valores mais elevados observados no Ribeirão Pipiripau podem ser atribuídos às intensivas práticas agropecuárias realizadas na sua sub-microbacia, que, geralmente, não

realizam práticas conservacionistas adequadas e a áreas urbanas que crescem de forma desorganizada como a Agrovila. Verifica-se, por meio da figura 22, a proximidade dessas áreas com os córregos da sub-microbacia do Pípiripau.

No caso da sub-microbacia do Ribeirão Mestre D' Armas, a média total elevada de DQO pode estar relacionada à proximidade de áreas urbanas aos cursos d'água, que podem ser visualizadas por meio da figura 17. Quando não é realizado um planejamento urbano adequado, é feito o despejo de esgoto sanitário nos córregos, que elevam a DQO.

Bilich (2007) também verificou na avaliação da qualidade da água na microbacia do Mestre D'Armas um aumento da DQO nos períodos chuvosos ocasionados pelo escoamento superficial, que carrega material orgânico aos cursos d' água. Além disso, verificou maiores valores de DQO em sub-microbacias com predomínio de atividades antrópicas.

IV.4.3 – pH

Nas figuras 38 e 39, são apresentadas as médias totais, dos períodos secos e dos períodos chuvosos dos anos de 1996, 2000, 2003 e 2005 e as médias totais, dos períodos secos e dos períodos chuvosos dos anos de 2010 e 2011 do pH nas captações das sub-microbacias dos Córregos Brejinho, Fumal, Corguinho e Quinze dos Ribeirões Pípiripau e do Mestre D'Armas.

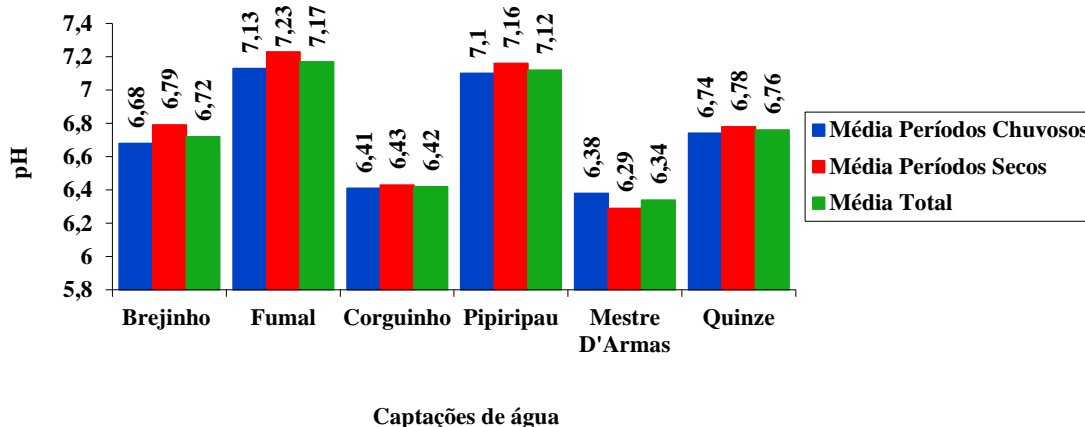


Figura 38 – Valores médios de pH dos anos de 1996, 2000, 2003 e 2005 do nas captações das sub-microbacias do Brejinho, do Fumal, do Corguinho, do Pípiripau, Mestre D'Armas e do Quinze.

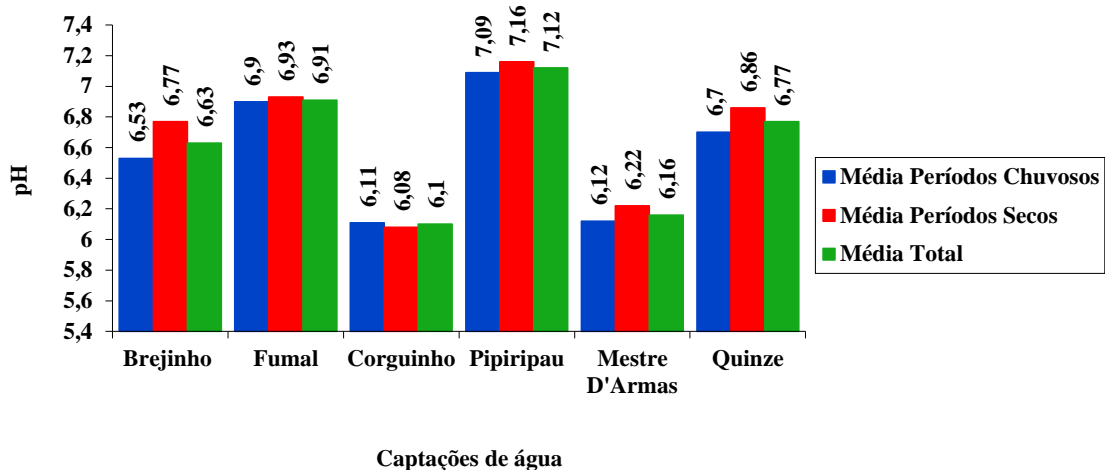


Figura 39 – Valores médios do pH dos anos de 2010 e de 2011 nas captações das sub-microbacias do Brejinho, do Fumal, do Corguinho, do Pípiripau, Mestre D'Armas e do Quinze.

IV.4.3.1 – Avaliação do pH nas captações localizadas em sub-microbacias com predomínio de áreas preservadas

Constatou-se que, nos anos de 1996, 2000, 2003 e 2005, a captação do Córrego Fumal apresentou os valores mais altos de pH, em comparação com as captações dos Córregos Brejinho e Corguinho. Constatou-se ainda que, assim como o comportamento observado na condutividade elétrica, as médias totais dos períodos secos foram superiores às médias totais dos períodos chuvosos nos Córregos Brejinho e Fumal.

Visto que se tratam de sub-microbacias preservadas, com poucas e pequenas áreas com atividades antrópicas, assim como foi explicado para a condutividade elétrica, o alto valor de pH na captação do Córrego Fumal pode estar relacionado com a geologia local, que contribui para um pH mais básico. Bilich (2007) constatou a presença de rochas carbonáticas atribuídas à unidade Psamo-Pelito Carbonatada do Grupo Paranoá no local, que elevam a quantidade de íons na água.

Ocorreram ligeiras reduções nas médias totais de 2010 e 2011 quando comparadas às médias totais dos anos de 1996 a 2005 nos três pontos de captação. Apesar das reduções, as médias totais continuam atendendo à exigência da resolução nº 20 do CONAMA de 1986 para as águas classe 3, que exige um pH entre 6 e 9 (CONAMA,1986).

Além disso, nos anos de 2010 e 2011, as médias dos períodos secos foram superiores às dos períodos chuvosos nos Córregos Brejinho e Fumal. Acredita-se que isso ocorreu devido ao

menor volume de água dos cursos d'água no período seco, que ocasiona uma maior concentração de íons.

Lira et al. (2007) observaram esse mesmo comportamento em um reservatório de abastecimento de água do estado de Pernambuco. Verificaram que a condutividade elétrica foi ligeiramente maior no período seco e que o pH apresentou um padrão similar à condutividade, com valores mais elevados no período seco. Bilich (2007) também cita a correlação positiva entre a condutividade elétrica e o pH na captação do Córrego Fumal.

Assim como no Córrego Fumal, onde foi verificado a presença de rochas carbonáticas e uma diferença entre os valores de pH encontrados nos períodos secos e chuvosos, Zillmer et al. (2007) também observaram que, no Ribeirão Salgadinho, em Xavantina, MT, o pH superior dos períodos secos em relação aos períodos chuvosos ocorre devido à maior concentração de íons em função do menor volume de água dos cursos d'água. Explicaram que ocorre intemperismo químico provocado pela água sobre as rochas carbonáticas, com a possibilidade de liberar Ca e Mg na solução, que se precipitam em carbonatos de cálcio e de magnésio que tendem a elevar o pH. Entretanto, no período de chuva, com o maior escoamento superficial da água, pode haver menor concentração destes elementos, o que tende a diminuir o pH.

Já o pH inferior da captação do Córrego Corguinho em relação a do Córrego Brejinho pode estar relacionado com o uso e a ocupação das terras. Na sub-microbacia do Córrego Brejinho, o pH da água pode estar discretamente mais alto devido à ocorrência de áreas agrícolas, cujo manejo químico pode estar influenciando nos valores de pH da água do Córrego Brejinho.

IV.4.3.2 – Avaliação do pH nas captações localizadas em sub-microbacias com predomínio de áreas antropizadas

Em relação às captações localizadas em áreas agrícolas e urbanas das captações do Córrego Quinze, Ribeirão Pípiripau e Ribeirão Mestre D'Armas, verificou-se que, nos anos de 1996, 2000, 2003 e 2005, o pH da captação do Ribeirão Pípiripau é básico na maioria dos meses (Anexo 9). Além disso, a média total do pH desse período nesse córrego foi 7,12. As médias totais desse período na captação do Córrego Quinze e do Ribeirão Mestre D'Armas foram ácidas, com valores de 6,76 e de 6,34, respectivamente.

O pH mais elevado do Ribeirão Pípiripau em relação às outras captações de água pode ser explicado pelo uso e ocupação das terras com domínio de área ocupada pela agricultura, especialmente pelas culturas olerícolas, que demandam grande quantidade de produtos

agroquímicos, especialmente o calcário, que podem não estar sendo aplicados de maneira adequada, contrariando as práticas conservacionistas dos solos. Segundo Figueira (2008), por exemplo, no tomate, *Lycopersicon esculentum*, em solos mais ácidos, a calagem é uma prática indispensável. No método de saturação por bases, utiliza-se $V = 70\%$, um valor considerado alto. Verifica-se por intermédio dos mapas de uso e ocupação da sub-microbacia do Ribeirão Pipiripau (Figura 22), a proximidade de áreas agrícolas às margens dos córregos, desrespeitando as APPs. Esses fatores podem explicar os altos valores de pH observados.

Quando há a utilização de produtos agroquímicos sem o planejamento adequado em consonância com o uso de correto de práticas conservacionistas, pode ocorrer seu carreamento para os cursos d'água, gerando alterações no pH da água. Fritzsos et. al (2009) chegaram a conclusão que o escoamento superficial do calcário foi o responsável pela alteração do pH e da alcalinidade do rio Capivari, região cárstica paranaense.

As médias totais do Córrego Quinze e do Ribeirão Mestre D'Armas foram ligeiramente inferiores às do Ribeirão Pipiripau, porém mais elevadas que as médias totais das sub-microbacias com predomínio de áreas preservadas. Os mapas de uso e ocupação das terras dessas duas sub-microbacias, apresentado nas figuras 17 e 27 demonstram, também, o predomínio de áreas com atividades agrícolas, que podem estar contaminando os cursos d'água, com aplicação excessiva de insumos agrícolas, sem o correto emprego de práticas conservacionistas e desrespeito à conservação das matas ciliares e de galeria nas APPs.

Em relação ao anos de 2010 e 2011, a média total da captação do Ribeirão Pipiripau ficou igual à média total do período de 1996 a 2005. Em relação às médias totais das captações do Mestre D' Armas e do Quinze, constatou-se que a média total do Quinze não sofreu alterações. Já no Mestre D' Armas, verificou-se um pequeno decréscimo.

Observou-se por meio dos dados da precipitação pluviométrica do posto Taquara, que, no geral, nos meses de maior precipitação, o pH foi superior ao pH dos meses dos períodos secos, coincidindo, portanto, com o período de preparo do solo para o cultivo. Por exemplo, em relação à captação do Ribeirão Pipiripau, no ano de 1996, verificou-se a maior precipitação pluviométrica no mês de dezembro, com 267,4 mm e um dos maiores valores de pH, 7,4 (Anexo 9).

Bilich (2007) em sua avaliação da qualidade da água na microbacia do Mestre D'Armas também cita o uso e ocupação nas terras predominantemente por atividades agropecuárias como um fator importante para a elevação do pH nestas captações. Cita, ainda, que o pH básico na captação do Ribeirão Pipiripau decorre principalmente do cultivo de culturas olerícolas, que demandam grande quantidade de adubos e corretivos de solos.

VI.4.4 – Cloretos

Nas figuras 40 e 41, são apresentadas as médias totais, dos períodos secos e dos períodos chuvosos dos anos de 1996, 2000, 2003 e 2005 e as médias totais, dos períodos secos e dos períodos chuvosos dos anos de 2010 e de 2011 de cloretos nas captações das sub-microbacias dos Córregos Brejinho, Fumal, Corguinho e Quinze e dos Ribeirões Pipiripau e Mestre D'Armas.

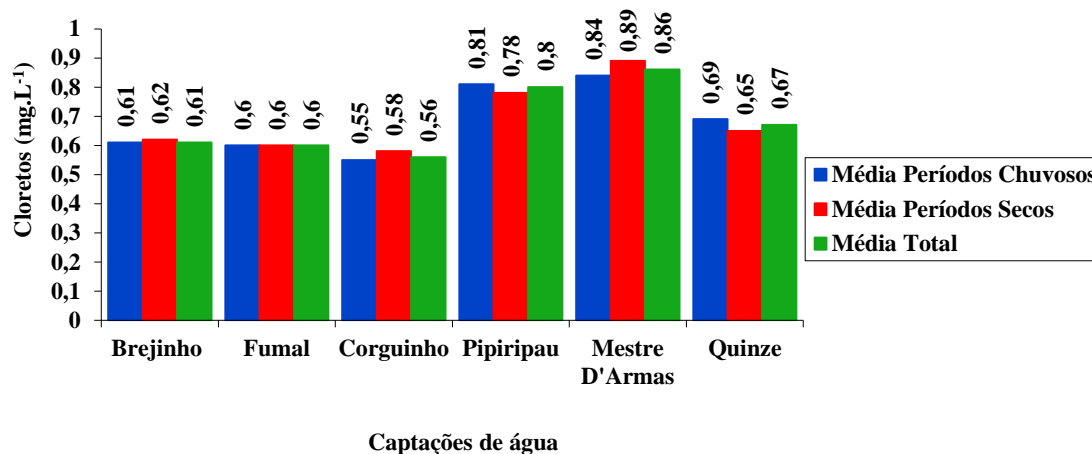


Figura 40 – Valores médios de cloretos dos anos de 1996, 2000, 2003 e 2005 nas captações das sub-microbacias do Brejinho, do Fumal, do Corguinho, do Pipiripau, Mestre D'Armas e do Quinze.

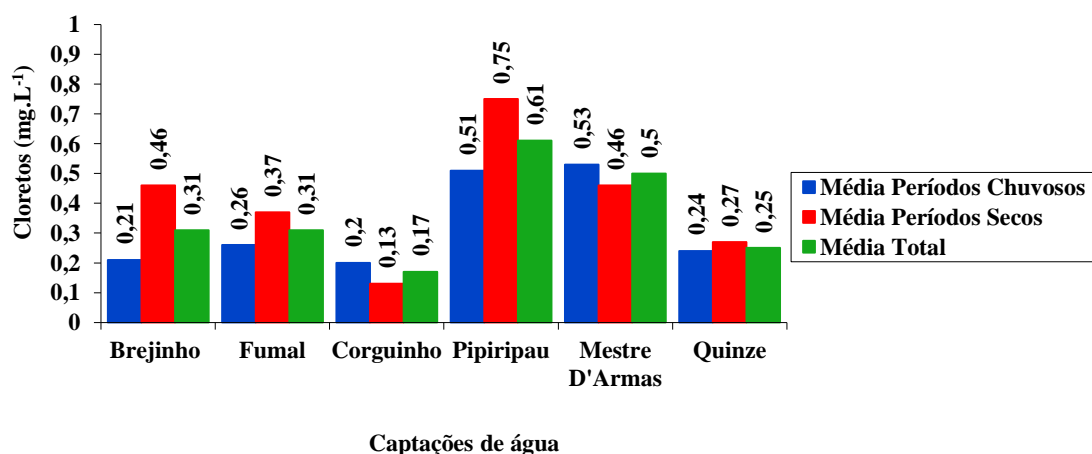


Figura 41 – Valores médios de cloretos dos anos de 2010 e de 2011 nas captações das sub-microbacias do Brejinho, do Fumal, do Corguinho, do Pipiripau, Mestre D'Armas e do Quinze.

VI.4.4.1 – Avaliação de cloretos nas captações localizadas em sub-microbacias com predomínio de áreas preservadas

Em relação às captações localizadas em áreas preservadas dos córregos Brejinho, Fumal e Corguinho, verificou-se que, nos anos de 1996, 2000, 2003 e 2005, as captações apresentaram comportamento muito semelhante ao longo dos anos em estudo, com valores baixos de cloretos. Essa constatação também foi realizada por Bilich (2007) nessas sub-microbacias. Segundo a resolução nº 20 do CONAMA de 1986 publicada no Diário Oficial da União em 30/07/86 (CONAMA,1986), é estabelecido um limite de 250 mg.L^{-1} para águas na classe 3, águas destinadas ao abastecimento doméstico. A captação do Córrego Brejinho apresentou o maior valor com média total de $0,61 \text{ mg.L}^{-1}$ e a do Corguinho, o menor com média total de $0,56 \text{ mg.L}^{-1}$. Verifica-se ainda, em relação a esses anos, que as médias dos períodos secos encontram-se muito próximas das médias dos períodos chuvosos nas captações dos Córregos Brejinho, Quinze e Corguinho.

Diferentemente do comportamento observado nos anos de 1996 a 2005, nos anos de 2010 e 2011, as médias dos períodos secos foram superiores às médias dos períodos chuvosos nas captações dos Córregos Brejinho e Fumal. Tal fato também foi constatado por Lima (2008) no estudo da qualidade da água do açude do Cajueiro em Ribeirópolis, Sergipe, onde atribuíram a maior concentração de íons, incluindo os cloretos, na estação seca, em função do menor volume de água nos córregos.

Nos anos de 2010 e de 2011, foram observadas reduções nas médias totais de cloretos em relação às médias totais dos anos de 1996 a 2005 nestas captações. A queda mais expressiva do teor de cloretos foi na captação do Córrego do Corguinho, que foi de 70,3% para a média total (Figuras 41 e 42). As quedas das médias totais (Figuras 41 e 42) nas captações dos Córregos Brejinho e Fumal foram também expressivas, correspondentes a 49% e 48,5%, respectivamente. A média total da captação do Brejinho é igual à média total do Córrego Fumal: $0,33 \text{ mgL}^{-1}$ nos anos de 2010 e de 2011. A média desse período para o Corguinho foi menor: $0,17 \text{ mgL}^{-1}$.

Uma vez que as sub-microbacias onde estão inseridas estas captações apresentam atividade agropecuária restrita, as quedas acentuadas podem indicar ações de órgãos ambientais em relação a despejos de esgotos domésticos, pois segundo Sperling (2005), os cloretos estão relacionados, principalmente, a esses despejos. A redução de cloretos ao longo dos anos avaliados associa-se a redução nas médias totais de parâmetros de qualidade da água, também avaliados neste trabalho, como os coliformes fecais e a amônia, que também estão relacionados a despejos de esgotos domésticos nos cursos d' água.

Acredita-se que, no Córrego Fumal, a presença de ocupação das margens do córrego por moradias irregulares que contaminam os cursos d'água por despejos de esgotos sanitários no Córrego Fumal, pode justificar os maiores valores quando comparados aos do Córrego Corguinho. A presença dessas moradias foi observada por Bilich (2007) em seu trabalho que avaliou a qualidade da água na microbacia do Ribeirão Mestre D'Armas. Segundo Piveli (2008), os esgotos sanitários são em geral fontes de carbono, sulfato, cloreto, fosfato, nitrogênio orgânico e amoniacal.

Já em relação à captação do Córrego Brejinho, os valores mais elevados em relação aos do Córrego Corguinho podem ser atribuídos à presença de áreas de agricultura e pastagem, onde o escoamento das águas chegam ao Córrego Brejinho por meio de canais de drenagem, que atravessam a BR-020 (Figuras 13 e 14).

Dentre as sub-microbacias localizadas em áreas preservadas, a do Córrego Corguinho é a sub-microbacia com a menor influência de atividades antrópicas e a que apresentou os menores valores de cloretos.

VI.4.4.2 – Avaliação de cloretos nas captações localizadas em sub-microbacias com predomínio de áreas antropizadas

Em relação às captações localizadas em áreas agrícolas e urbanas dos Córregos Quinze, dos Ribeirões Pípiripau e Mestre D' Armas, constatou-se que, nos anos de 1996, 2000, 2003 e 2005, a captação do Ribeirão Mestre D' Armas apresentou a maior média total nesse período, 0,86 mg.L⁻¹, já o Quinze, a menor, 0,67 mg.L⁻¹. A captação do Ribeirão Pípiripau apresentou média total semelhante a do Ribeirão Mestre D' Armas.

Houve reduções nas médias totais dos valores de cloretos dos anos 2010 e 2011 em relação às médias totais dos anos de 1996 a 2005 nas captações localizadas em áreas urbanas e agrícolas. Foram constatadas reduções de 41,7% na captação do Ribeirão Mestre D'Armas, 23,1% na do Ribeirão Pípiripau e 62,5% na do Córrego Quinze. A redução do lançamento de esgotos sanitários aos cursos d'água é a principal justificativa para que ocorram as reduções nos níveis de cloretos. Essa justificativa pode ser associada à redução dos coliformes fecais e da amônia, parâmetros também avaliados neste estudo, relacionados ao lançamento de esgotos domésticos.

Apesar das médias totais dos anos de 1996 a 2005 destas captações estarem baixas, com uma amplitude de 0,67 mg.L⁻¹ a 0,86 mg.L⁻¹ elas foram superiores às médias das captações localizadas em sub-microbacias com áreas preservadas. Segundo a resolução nº 20 do

CONAMA de 1986 publicada no Diário Oficial da União em 30/07/86 (CONAMA,1986), o limite permitido é de 250 mg.L⁻¹ para águas classe 3, destinada ao abastecimento doméstico. Essa tendência também foi observada em relação às médias dos anos de 2010 e de 2011.

A média total dos anos de 2010 e 2011 na captação do Ribeirão Pípiripau apresentou a concentração de cloretos praticamente duas vezes superior às médias totais observadas nas captações dos Córregos Fumal e Brejinho. Este fato indica a influência negativa do uso e ocupação predominantemente antrópico. Netto et al. (2011) verificaram a presença de cloro em grandes concentrações nas águas do Córrego Terra Branca, Uberlândia, Minas Gerais, em áreas antropizadas. A justificativa dos autores foi a localização de uma estação de tratamento de esgotos do bairro Ipanema em Uberlândia (ETE Ipanema) que lança seus efluentes nas águas desse Córrego e pela própria ocupação urbana presente nas proximidades da nascente.

As maiores médias totais nos anos de 2010 e 2011 nos Ribeirões Pípiripau e Mestre D'Armas podem ser atribuídas as áreas urbanas presentes nas correspondentes sub-microbacia, como se pode observar pelos mapas de uso e ocupação das terras gerado para estas sub-microbacias (Figura 17 e 22). Na Agrovila, núcleo urbano localizado na sub-microbacia do Ribeirão Pípiripau, ressalta-se a presença de fossas negras, que são construídas, geralmente, sem os devidos cuidados, podendo haver contaminações do lençol freático. Na sub-microbacia do Ribeirão Mestre D'Armas, verificaram-se áreas urbanas próximas aos cursos d'água, que realizam o despejo de esgoto sanitário nesses cursos d'água sem nenhum tratamento sanitário. Em campanhas de campo, verificou-se a presença de construções e de lixo lançados próximos aos cursos d'água nesta sub-microbacia (Figuras 19 e 20).

Bilich (2007) também constatou a relação entre o uso e ocupação das terras predominantemente antrópico e maiores níveis de cloreto. Na captação do Ribeirão Mestre D'Armas, os valores mais elevados de cloretos foram justificados pela grande expansão urbana, sem planejamento e sem infraestruturas sanitárias adequadas.

IV.5 – Parâmetros biológicos

IV.5.1 – Coliformes Fecais

Nas figuras 42 e 43, são apresentadas as médias totais, dos períodos secos e dos períodos chuvosos dos anos de 1996, 2000, 2003 e 2005 e as médias totais, dos períodos secos e dos

períodos chuvosos dos anos de 2010 e de 2011 dos coliformes fecais nas captações das sub-microbacias dos Córregos Brejinho, Fumal, Corguinho e Quinze e dos Ribeirões Pípiripau e Mestre D'Armas.

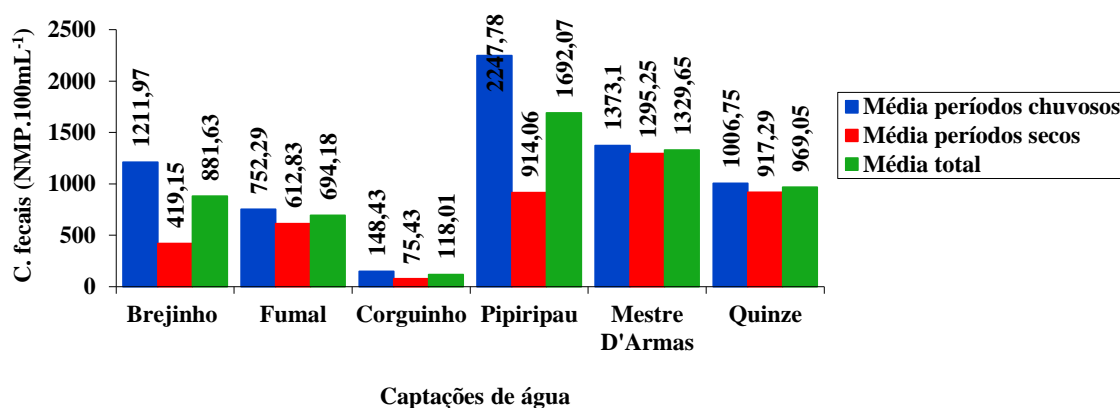


Figura 42 – Valores médios de coliformes fecais dos anos de 1996, 2000, 2003 e 2005 nas captações das sub-microbacias do Brejinho, do Fumal, do Corguinho, do Pípiripau, Mestre D'Armas e do Quinze.

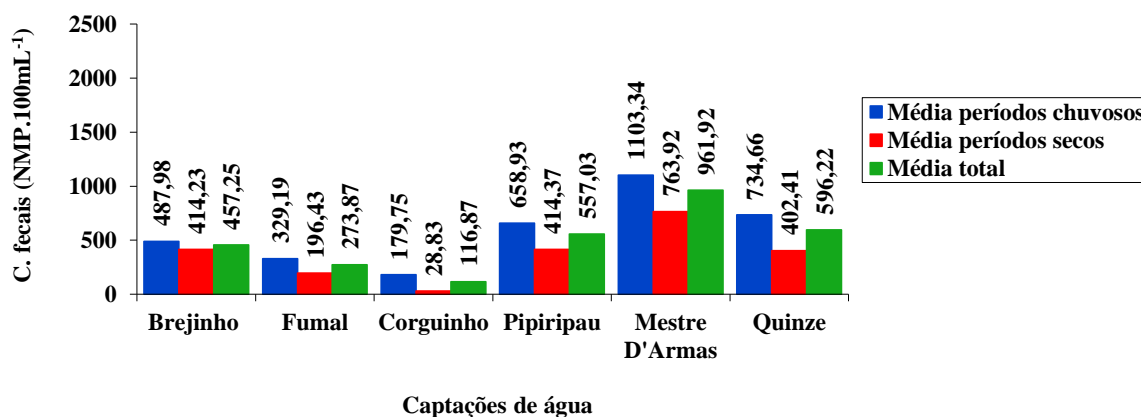


Figura 43 – Valores médios de coliformes dos anos de 2010 e 2011 nas captações das sub-microbacias do Brejinho, do Fumal, do Corguinho, do Pípiripau, Mestre D'Armas e do Quinze.

IV.5.1.1 – Avaliação dos coliformes fecais nas captações localizadas em sub-microbacias com predomínio de áreas preservadas

Em relação às captações localizadas em áreas preservadas dos córregos Brejinho, Fumal e Corguinho, observou-se que, nos anos de 1996, 2000, 2003 e 2005, as médias de coliformes

fecais foram distintas para as captações avaliadas. A captação de água do Córrego Brejinho apresentou a maior média total com 881,63 NMP.100ml⁻¹ e a do Corguinho, a menor, com 118,01 NMP.100ml⁻¹. A captação do Fumal apresentou uma média total igual a 694,18 NMP.100.ml⁻¹. Nesse período, observou-se o maior valor dentre as captações na do Córrego Brejinho no mês de março de 2003, ou seja: 13.000 NMP.100mL⁻¹ (Anexo 13).

Em relação aos anos de 1996 a 2005, as médias dos períodos chuvosos foram superiores nas três captações em relação aos períodos secos. Na captação do Córrego Brejinho, o aumento chegou a ser até 289% superior. A maior concentração de coliformes fecais no período chuvoso pode ser causada pelo maior carreamento para os cursos d'água de material orgânico (fezes de animais e humanas) e de efluentes diversos, tais como esgotos, neste período. Emiliani e González (1998) atribuíram também o aumento do número de coliformes às chuvas que aportam detritos do continente ou das margens para os cursos d' água.

Observou-se redução na média total dos anos de 2010 e 2011 em relação à média dos anos de 1996 a 2005 dos coliformes fecais nas três captações localizadas em áreas preservadas. Na captação do Córrego Fumal, observou-se a maior redução: 60,5%. Nas dos Córregos Brejinho e Corguinho, observaram-se reduções de 48,1% e 13,8%, respectivamente. Pode-se observar, também, que a captação do Brejinho manteve os maiores valores de coliformes fecais, com uma média total igual a 457,25 NMP.100mL⁻¹, já o Corguinho, permaneceu com a menor média total: 116,87 NMP.100mL⁻¹.

Bilich (2007) atribuiu o valor alto observado na captação do Córrego Fumal às ocupações irregulares próximas à captação de água. Ressalta, ainda, a presença de criação de bovinos. Portanto, o comportamento dos valores de coliformes fecais estão relacionados com a presença de fontes de despejo de esgoto doméstico e de escoamento de material orgânico (fezes de animais ou humanas) ao córrego. A diferença dos valores entre os períodos chuvosos e os secos deve estar relacionada ao maior ou menor escoamento superficial das águas de chuva, que carregam maior volume de matéria orgânica (fezes) aos cursos d'água no período chuvoso

Em relação ao Córrego Brejinho, verifica-se a influência de águas, possivelmente com alto teor de coliformes fecais, provenientes das áreas de agricultura e pastagem, que drenam para este córrego, mediante canais de drenagem (Figura 13 e 14).

Na sub-microbacia do Córrego Corguinho, verificou-se a boa preservação da vegetação nativa nas campanhas de campo. A menor influência de atividades antrópicas justifica, portanto, os menores valores de coliformes fecais. Apesar disso, os valores baixos ainda indicaram alguma fonte de contaminação.

Em relação aos anos de 2010 e de 2011, observou-se, também, que os coliformes fecais foram superiores nos períodos chuvosos nas três captações. Na captação do Córrego Corguinho, a média total do período chuvoso chegou a ser até 623,5% superior do que a do período seco.

A verificação da precipitação pluviométrica registrada no posto Taquara demonstra que, no geral, nos meses chuvosos, houve maiores valores de coliformes fecais. Nos meses de dezembro de 2011 e dezembro de 2010, por exemplo, na captação do Brejinho, verificaram-se precipitações de 248,6 mm com um valor de coliformes fecais de 740,17 NMP.100 mL⁻¹ e de 276,4 mm com um valor de coliformes fecais de 648,8 NMP.100mL⁻¹, respectivamente (Anexo 14). Já em meses secos como, no mês de junho de 2010, nessa mesma captação, observou-se uma precipitação de 0 mm com um valor de coliformes fecais de 32,3 NMP.100mL⁻¹ (Anexo 14).

As quedas dos valores de coliformes fecais do período de 1996 a 2005 em relação ao período de 2010 a 2011 nas captações do Brejinho e do Fumal foram expressivas, demonstrando prováveis ações dos órgãos ambientais responsáveis em relação aos despejos de esgotos domésticos. A constatação de decréscimo no mesmo período nos parâmetros de qualidade da água, também avaliados neste trabalho, tal como amônia e cloretos, parâmetros também relacionados aos despejos domésticos, é outra evidência de que as condições sanitárias foram melhoradas nas sub-microbacias correspondentes. No entanto, verifica-se que as médias totais ainda estão muito superiores à média do Corguinho. Isso demonstra que o manejo ambiental ainda deve ser aperfeiçoado em relação à contaminação dos cursos d'água por despejos domésticos, particularmente em relação à recuperação Matas ciliares e de galeria ao longo dos córregos. Bilich (2007) verificou que parte que das Matas de Galeria foram suprimidas perto da captação do Córrego Fumal, comprometendo a qualidade da água, especialmente em relação ao parâmetro coliformes fecais.

IV.5.1.2 – Avaliação dos coliformes fecais nas captações localizadas em sub-microbacias com predomínio de áreas antropizadas

Em relação às captações localizadas em áreas agrícolas e urbanas do Córrego Quinze e Ribeirões Pípiripau e Ribeirão Mestre D' Armas, verificou-se que, nos anos de 1996, 2000, 2003 e 2005, a maior média total foi verificada na captação do Ribeirão Pípiripau, sendo que no mês de dezembro de 2000, esta captação apresentou o maior valor de coliformes fecais, 16.000 NMP.100mL⁻¹ (Anexo 13).

Pode-se observar ainda, nesses anos, que as médias de coliformes fecais das captações localizadas em áreas preservadas são inferiores às das captações localizadas em áreas antropizadas. A média total da captação do Córrego Quinze, do período de 1996 a 2005, a menor dentre as médias totais das captações localizadas em áreas antropizadas, igual a 969,05 NMP.100mL⁻¹, foi superior à maior média total observada dentre as captações localizadas em áreas preservadas, no mesmo período, que foi a do Brejinho, com valor de 881,63 NMP.100mL⁻¹. Esse fato pode estar relacionado ao uso e ocupação das terras, predominantemente antrópico nas sub-microbacias do Córrego Quinze e Ribeirões Pípiripau e Ribeirão Mestre D' Armas,. Gonçalves et al. (2005) verificaram que, na microbacia hidrográfica do Arroio Lino, no Rio Grande do Sul, em quatro pontos representativos para a avaliação da qualidade da água, as maiores concentrações de coliformes fecais ocorreram nas águas coletadas nos pontos de maior influência de lavouras e estabelecimentos rurais.

Verificou-se queda dos valores de coliformes fecais dos anos de 1996 a 2005 em relação aos dos anos de 2010 e 2011 nessas três captações. A queda mais expressiva foi no Pípiripau, de 67,1%, em relação às médias totais.

Já no período de 2010 e 2011, a captação do Ribeirão Mestre D'Armas obteve a maior média total, com valor dentre os pontos de captação analisados, 961,92 NMP.100mL⁻¹. A média total dos coliformes fecais na captação do Ribeirão Pípiripau foi ligeiramente menor (557,03 NMP.100mL⁻¹) do que a média total da captação do Córrego Quinze (596,22 NMP.100mL⁻¹). Os valores superiores dos coliformes fecais na captação do Ribeirão Mestre D'Armas podem estar relacionado com a proximidade de áreas urbanas, que crescem de forma desordenada, aproximando-se do ponto de captação de água estudado. Por meio de campanhas de campos, verificou-se a proximidade das áreas urbanas ao Ribeirão Mestre D'Armas, além de deposição de lixo, tal como apresentado nas figuras 19 e 20. Silva (2007) também observou nessa sub-microbacia, a presença de residências próximas à margem do ribeirão, assim como deposição de lixo e entulho.

No Ribeirão Pípiripau, é possível ressaltar ainda a presença de áreas com cultivos de culturas olerícolas, onde se utilizam fertilizantes orgânicos, que podem conter coliformes fecais, muito próximas aos cursos d'água. Além disso, resalta-se a presença de núcleos urbanos, a Agrovila, localizada no núcleo rural Taquara. Por intermédio de campanhas de campo, foi verificado mediante entrevista com o gerente da unidade Taquara da EMATER-DF, Paulo Ricardo da Silva Borges, que há quatro mil pessoas, aproximadamente, vivendo próximas ao Córrego Taquara. Foi comentado que não há saneamento básico, há a utilização de fossas negras,

que muitas vezes são construídas sem a correta impermeabilização de forma que o esgoto atinja os lençóis freáticos que irão abastecer o Córrego Taquara, afluente do Ribeirão Pipiripau.

Na sub-microbacia do Córrego Quinze, verificam-se extensas áreas de uso antrópico próximas aos cursos d' água (Figura 27), que podem influenciar na qualidade de água em relação aos coliformes fecais.

Os decréscimos verificados de coliformes fecais ao longo dos anos estudados indicam a possível atuação de órgãos ambientais em relação aos despejos sanitários. Na entrevista realizada com o Sr. Paulo Ricardo da Silva Borges, foi constatado que a Agência Nacional de Águas está realizando estudos para implantação de obras relativas ao saneamento básico na Agrovila. As quedas nas médias de outros parâmetros de qualidade de água, avaliados neste trabalho, tal como os cloretos e amônia, relacionados com os esgotos sanitários, também indicam um aperfeiçoamento em relação ao manejo com os esgotos sanitários. No entanto, o manejo ainda deve melhorar, visto que há uma grande diferença das médias de coliformes fecais entre as sub-microbacias com uso e ocupação predominantemente antrópico e as sub-microbacias onde o uso e ocupação predominante é constituído por áreas preservadas.

Tanto as médias dos períodos chuvosos dos anos de 1996 a 2005 quanto as médias dos períodos chuvosos dos anos de 2010 e de 2011 foram superiores às médias dos períodos secos correspondentes nessas três captações (Figuras 42 e 43). Podem-se atribuir os valores superiores de coliformes fecais no período chuvoso em relação ao período seco devido ao maior carregamento de partículas orgânicas pela chuva aos cursos d' água na estação chuvosa, tal como descrito para as captações localizadas em sub-microbacias com predomínio de áreas preservadas, com maiores concentrações em função da maior utilização das terras por atividades agropecuárias e urbanas. Gonçalves et al. (2005) no estudo realizado na microbacia hidrográfica do Arroio Lino, no Rio Grande do Sul, observaram que os meses mais chuvosos coincidiram com as maiores contaminações microbiológicas, principalmente por coliformes fecais.

Por exemplo, no mês de novembro de 2011, verificou-se, através do registro do posto Taquara, uma alta precipitação de 201 mm e altos valores de coliformes fecais iguais a 1313,71 NMP.100mL⁻¹; 1207,14 NMP.100mL⁻¹; 844,77 NMP.100mL⁻¹ para as captações do Pipiripau, do Mestre D'Armas e do Quinze, respectivamente (Anexo 14). Já no mês de agosto de 2011, em pleno período seco, cuja precipitação foi 0mm, observou-se valores iguais a 387,3 NMP.100mL⁻¹; 461,1 NMP.100mL⁻¹ e 344,8 NMP.100mL⁻¹ para as captações do Pipiripau, do Mestre D'Armas e do Quinze, respectivamente (Anexo 14).

IV.6 – Índice de qualidade da água – IQA

Nas figuras 44 e 45, são apresentadas as médias dos anos de 1996, 2000, 2003 e 2005 e as médias dos anos de 2010 e 2011 do Índice de Qualidade de Água - IQA nas captações das sub-microbacias dos Córregos Brejinho, Fumal, Corguinho e Quinze e dos Ribeirões Pipiripau e Mestre D'Armas.

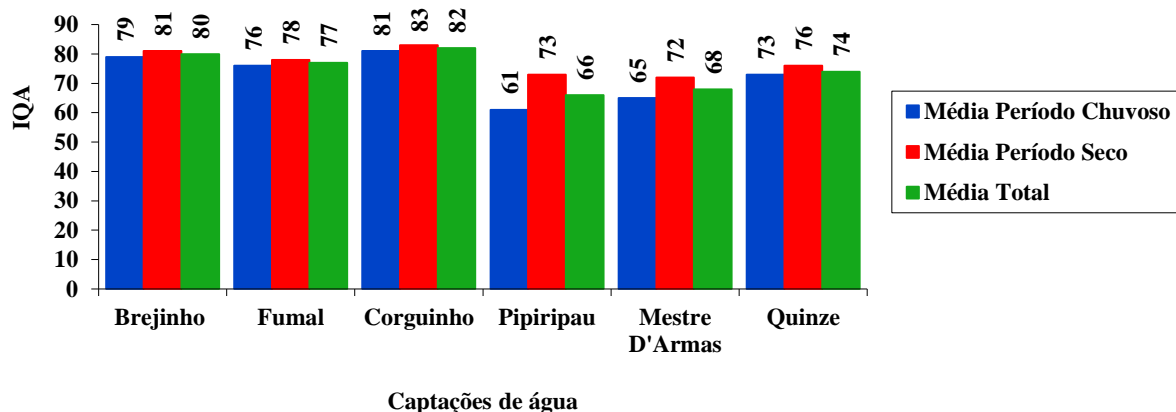


Figura 44 – Valores médios do Índice de Qualidade da Água – IQA dos anos de 1996, 2000, 2003 e 2005 nas captações das sub-microbacias do Brejinho, do Fumal, do Corguinho, do Pipiripau, Mestre D'Armas e do Quinze.

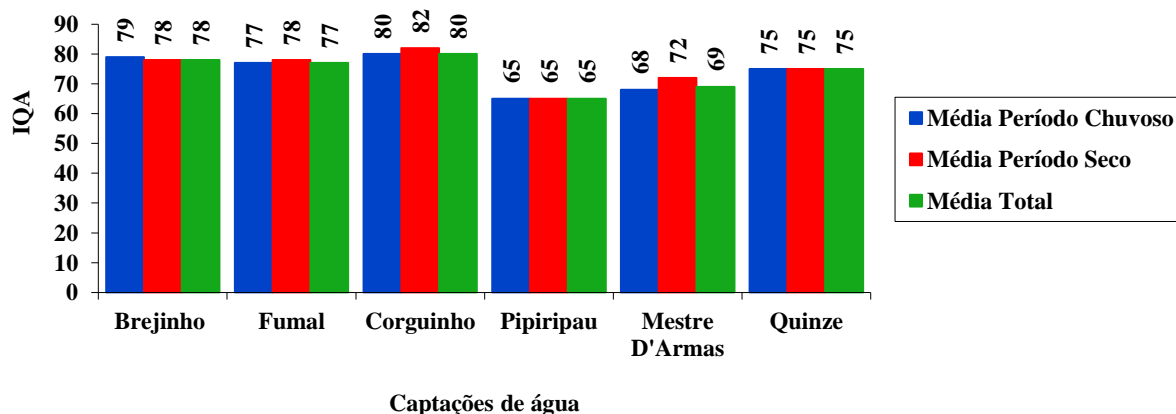


Figura 45 – Valores médios do Índice de Qualidade da Água – IQA dos anos de 2010 e 2011 nas captações das sub-microbacias do Brejinho, do Fumal, do Corguinho, do Pipiripau, Mestre D'Armas e do Quinze.

IV.6.1 – Avaliação do Índice de Qualidade da Água - IQA nas captações localizadas em sub-microbacias com predomínio de áreas preservadas

Em relação às captações localizadas em áreas preservadas dos Córregos Brejinho, Fumal e Corguinho, nos anos de 1996, 2000, 2003 e 2005, constatou-se valores semelhantes de IQA nas três captações avaliadas. A captação do Córrego Corguinho apresentou média total considerada como muita boa de acordo com CAESB (2012) que foi de 82, já as captações dos Córregos do Fumal e Brejinho apresentaram médias totais consideradas boas de acordo com CAESB (2012) que foram de 77 e 80, respectivamente.

Verificou-se ainda, em relação a esses anos, que as médias do IQA dos períodos chuvosos sofreram discretas reduções em relação às médias dos períodos secos nas três captações de água, como se verifica por meio dos dados apresentados na Figura 44.

Já, nos anos de 2010 e 2011, verificaram-se poucas variações nas médias totais dos valores de IQA em relação ao período de 1996 a 2005. No entanto, verificou discreto decréscimo nas médias totais do IQA nas captações dos Córregos Brejinho e Corguinho (Figuras 44 e 45).

A redução dos IQAs pode indicar queda de qualidade água relacionada a alguns dos parâmetros que são utilizados pelo cálculo do IQA pela CAESB, como a cor, e o ferro total, já que, com exceção da DQO, que aumentou, e do pH, que não teve elevadas alterações, os demais parâmetros como a turbidez, os cloretos, os coliformes fecais, e a amônia, indicaram, de modo geral, aumento da qualidade da água.

Além disso, em relação aos anos de 2010 e 2011, constatou-se a maior média total do IQA na captação do Córrego Corguinho com um IQA considerado como muito bom segundo CAESB (2012) com uma média total de 80 e a do Córrego Fumal apresentou a menor média total com um IQA considerado como bom segundo CAESB (2012) com uma média total de 77.

Apesar da pequena variação do IQA ao longo dos anos estudados, nos anos de 2010 e 2011, pode-se notar a maior média total no Córrego Corguinho e, portanto, a melhor qualidade da água, que pode ser atribuída a menor influência de atividades antrópicas na sub-microbacia correspondente. Já a captação do Córrego Fumal, constatou-se a menor média total do IQA, que pode estar relacionado à presença de ocupações antrópicas irregulares e a criação de animais, como observado por Bilich (2007), que afetam negativamente vários dos parâmetros de qualidade de água utilizados no cálculo do IQA.

Tal como observado nos anos de 1996 a 2005, nos anos de 2010 e 2011, as médias do IQA dos períodos chuvosos sofreram redução em relação às médias dos períodos secos nas captações dos Córregos Brejinho e Corguinho (Figura 45).

As reduções do IQA no período chuvosos podem estar relacionadas com o carreamento de partículas aos cursos d'água nos períodos chuvosos, que reduzem a qualidade de água. Bilich e Lacerda (2005), na avaliação da qualidade de água no Distrito Federal, verificaram que o padrão de qualidade da água foi bom ao longo de dez anos de estudo, ocorrendo redução da qualidade da água no período de chuva, em função do intenso escoamento superficial.

IV.6.2 – Avaliação da Qualidade da água - IQA nas captações localizadas em sub-microbacias com predomínio de áreas antropizadas

Em relação às captações localizadas em áreas agrícolas e urbanas do Córrego Quinze e dos Ribeirões Pípiripau e Mestre D' Armas, em relação aos anos de 1996, 2000, 2003 e 2005, verificou-se que a captação do Córrego Quinze apresentou a maior média total considerada como boa segundo CAESB (2012) com valor de IQA de 74 e a captação do Ribeirão Pípiripau, a menor média total considerada como boa de acordo com CAESB (2012) com valor de IQA de 66. Verificou-se, ainda, que a qualidade da água é, geralmente, menor nos períodos chuvosos (Figura 44).

Já em relação aos anos de 2010 e 2011, verificaram-se pequenas alterações no IQA sendo que o Córrego Quinze se manteve com a maior média total e o Ribeirão Pípiripau, com a menor. Segundo CAESB (2012), as médias totais verificadas podem ser classificadas como boas.

As maiores médias totais observadas na captação do Córrego Quinze podem estar relacionadas com o uso e a ocupação das terras da sua sub-microbacia. No Córrego Quinze, apesar da ocorrência de áreas agrícolas, a presença do Parque Ecológico dos Pequizeiros auxilia na preservação da vegetação nativa.

Já a captação do Ribeirão Pípiripau, apresenta as menores médias totais devido à ocorrência de amplas áreas ocupadas pelas atividades agropecuárias e pela presença de áreas urbanas, como a Agrovila. Por meio do mapa de uso e ocupação das terras, apresentado na figura 22, verifica-se a proximidade dessas áreas aos cursos d'água, que, geralmente, não fazem uso adequado de práticas conservacionistas do solo e da água.

Na captação do Ribeirão Mestre D'Armas, as médias totais inferiores às do Córrego Quinze e semelhantes às do Ribeirão Pípiripau, podem estar relacionadas à presença de áreas agrícolas e urbanas na sua sub-microbacia. Pelo mapa de uso e ocupação das terras (Figura 17), também foi constada a proximidade de áreas urbanas ao ponto de captação de água da CAESB.

Verificou-se, ainda, que as médias totais dos valores de IQA das captações localizadas nas sub-microbacias com predomínio de áreas agrícolas e urbanas são inferiores às das captações

localizadas em sub-microbacias com predomínio de áreas preservadas. Esse fato está relacionado ao uso e à ocupação das terras. Quanto mais preservado for a vegetação nativa às margens dos cursos d'água, menor será o escoamento de partículas, que reduzem a qualidade de água. Arcova e Cicco (1999) em um estudo com duas microbacias, onde predominam atividades de agricultura e pecuária extensiva, observaram queda na qualidade de água. As microbacias com agricultura tiveram valores de temperatura, turbidez e cor aparente da água superiores aos registrados nas microbacias florestadas. Além disso, a ausência de matas ciliares proporcionou o maior aquecimento das águas.

Tal como constatado para as captações localizadas em sub-microbacias com predomínio de áreas preservadas, verificou-se a tendência de menores médias de IQA nos períodos chuvosos em relação aos períodos secos. O escoamento superficial da água nas estações chuvosas que carregam agroquímicos e material orgânico pode ser o responsável pela queda da qualidade da água nas estações chuvosas. Merten e Minella (2002) citaram o impacto do deflúvio superficial em bacias hidrográficas com predomínio de atividades agropecuárias na qualidade da água na estação chuvosa.

A observação dos dados de precipitação pluviométrica do posto Taquara também demonstram que os maiores valores de IQA ocorreram no período seco. Por exemplo, na sub-microbacia do Ribeirão Pípiripau, no mês de agosto de 2010, verificou-se uma precipitação de 0 mm e uma IQA de 75. Já em dezembro desse mesmo ano, verificou-se uma precipitação de 276 mm e um IQA de 58 (Anexo 16).

V – CONCLUSÕES

1. O estudo da qualidade da água na microbacia do Ribeirão Mestre D'Armas, com exceção da DQO e da turbidez nas sub-microbacias do Corguinho e do Brejinho, que pioraram, e do pH, que se manteve estável; mostrou melhoras nos parâmetros analisados no período 1996-2005 a 2010-2011, indicando possíveis ações dos órgãos responsáveis na implantação de medidas de conservação do solo e da água.

2. Apesar da verificação das melhoras na maioria dos parâmetros de qualidade de água analisados, devem ser realizados novos estudos avaliando outros parâmetros. Além disso, deve-se realizar um monitoramento mais frequente dos parâmetros e em outros pontos dos córregos cujas águas serão captadas para o abastecimento para que seja melhor retratada a situação da qualidade de água na microbacia.

3. Apesar da melhora da qualidade da água na maioria dos parâmetros de qualidade de água analisados, não se observaram grandes alterações no IQA das captações estudadas. Verificou-se inclusive, queda do IQA nas sub-microbacias do Brejinho, Corguinho e Pipiripau. Portanto, acredita-se em um aumento em parâmetros como a cor e o ferro total já que os outros parâmetros que compõem o IQA se demonstraram estáveis ou apresentaram quedas.

4. Os parâmetros de qualidade da água turbidez, DQO, condutividade elétrica nas sub-microbacias localizadas em áreas antropizadas e o IQA demonstraram perda da qualidade da água nos períodos chuvosos em relação aos períodos secos dos anos avaliados, devido à ação do escoamento superficial das águas da chuva.

5. Os parâmetros de qualidade da água pH, cloretos e condutividade elétrica nas sub-microbacias localizadas em áreas preservadas apresentam perda na qualidade da água nos períodos secos em relação aos períodos chuvosos dos anos avaliados devido ao menor volume de água dos cursos d'água na estação seca que ocasionam maior concentração dos íons.

6. Nas captações localizadas em sub-microbacias com predomínio de atividades antrópicas, tanto com exploração agropecuária, quanto com urbanização, a qualidade da água mostrou-se inferior do que nas captações inseridas em sub-microbacias com domínio de áreas de preservação ambiental. O Córrego Corguinho, que possui a menor influência por atividades antrópicas, apresentou a melhor qualidade de água e os Ribeirões Pipiripau e Mestre D'Armas, que possuem grande influência de áreas agrícolas e urbanas, apresentaram a pior qualidade de água.

7. Observou-se que o desrespeito às normas ambientais, particularmente o avanço de atividades agropecuárias e urbanas em direção aos cursos d'água com a retirada ou degradação das matas ciliares ou de galeria comprometem a qualidade das águas da microbacia avaliada.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANA – Agência Nacional de Águas. **Panorama da Qualidade das Águas Superficiais no Brasil**, 2005. Disponível em: <http://arquivos.ana.gov.br/planejamento/estudos/sprteew/1/1-ANA.swf>. Acessado em: 17/05/2012.

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**. n. 56, p. 125-134, 1999.

BAPTISTA, G. M. M.; **Caracterização climatológica do Distrito Federal.** IN: IEMA/SEMATEC/UNB, INVENTÁRIO HIDROGEOLÓGICO E DOS RECURSOS HÍDRICOS SUPERFICIAIS DO DISTRITO FEDERAL. v. 1. Brasília, p. 187-208, 1998.

BARBOSA, C. C. F. **Álgebra de Mapas e suas Aplicações em Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento.** São José dos Campos: INPE, 1997. 150p. Dissertação de mestrado.

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

BILICH, M. R. **Ocupação das terras e a qualidade da água da água na Microbacia do Ribeirão Mestre D'Armas, Distrito Federal.** Brasília: Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, 2007. 119p. Dissertação de Mestrado.

BILICH, M. R; LACERDA, M. P. C. **Avaliação da qualidade da água do Distrito Federal (DF), por meio de geoprocessamento.** IN: XII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 2005, Anais, Goiânia, Brasil, 16-21, INPE, p. 2059-2065, 2005.

BOLFE, E. L. **Geoprocessamento aplicado à análise de Recursos Florestais, estudo de caso..** Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, 2001. Dissertação de Mestrado

BRANCO, S. M; ROCHA, A. A. **Poluição, proteção e usos múltiplos de represas.** São Paulo, SP. Edgard Blücher, CETESB, 1977. 185p.

BRASIL. **Lei 12.651, de 25 de maio de 2012.** Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nºs 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nºs 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória nº 2.166- 67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. Diário Oficial da União - Seção 1 - 28/05/2012 , Página 1.

BRASIL. **Lei 9.433, de 8 de janeiro de 1997.** Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que

modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. Diário Oficial da União - Seção 1 - 09/01/1997 , Página 470.

BURROUGH, P. Principles of Geography Information Systems for Land Resources Assessment. **Oxford: Clarendon Press**, p. 15-27, 1989.

CAESB – Companhia de saneamento ambiental do Distrito Federal. **Relatório da qualidade da água distribuída pela Caesb em 2011**. Disponível em: <http://www.caesb.df.gov.br/Arquivos/relatorio-anual-da-qualidade-da-agua-distribuida-pela-caesb-2012.pdf>. Acessado em: 11/05/2012.

CAESB – Companhia de saneamento ambiental do Distrito Federal. **Relatório anual da administração - 2010**. Brasília:CAESB. Disponível em: <http://www.caesb.df.gov.br/Arquivos/Relat%C3%B3rio%20Anual%20de%20Administra%C3%A7%C3%A3o%202010.pdf>. Acessado em 29/05/2012.

CÂMARA, G.; DAVIS, C; MONTEIRO, A. M. **Introdução à ciência da geoinformação**. São José dos Campos: INPE, 2004. Disponível em: <http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livros.html>. Acessado em 14/05/2012.

CAMPOS, J. E. G. (2004) Hidrogeologia do Distrito Federal: subsídios para a gestão dos recursos hídricos subterrâneos. **Revista Brasileira de Geociências**, n. 1, p. 41-48, 2004

CARVALHO, P. R. A expansão urbana na bacia do Ribeirão Mestre D'Armas (DF) e a qualidade da água. **Revista Estudos Geográficos**, Rio Claro, p. 71-91, 2005.

CASANOVA, M. **Bancos de Dados Geográficos**. Brasil, Ed. MundoGeo, Curitiba, PR, 2005, 506p.

CODEPLAN - Companhia de Desenvolvimento do Planalto Central. **Distrito Federal: síntese de informações socioeconômicas**, 2010. 89p.

CODEPLAN - Companhia de Desenvolvimento do Planalto Central. **Atlas do Distrito Federal**. 1ª ed. Brasília: GDF, 1984.

CODEPLAN. **Cartas Planialtimétricas em Formato Vetorial, na escala 1:25.000 e 10.000**, Sistemas Cartográfico do Distrito Federal – SICAD, com informações sobre sistemas viário, hidrografia, hipsometria, áreas urbanas. Brasília/DF, 1991.

CONAMA - Conselho Nacional do meio ambiente. **Resolução CONAMA nº20**, de 18 de junho de 1986. Dispõe sobre a classificação das águas doces, salobras e salinas do Território Nacional". - Data da legislação: 18/06/1986 - Publicação DOU, de 30/07/1986, p. 11356-11361.

CONAMA - Conselho Nacional do meio ambiente. **Resolução CONAMA nº274**, de 29 de novembro de 2000. Revisa os critérios de Balneabilidade em Águas Brasileiras - Data da legislação: 29/11/2000 - Publicação DOU nº 018, de 08/01/2001, p. 70-71

CRÓSTA, A. P. **Processamento digital de imagens de sensoriamento remoto**. Campinas: IG/UNICAMP, 1992. 170 p.

CRUZ, P.; REIS, L. BARROS, A.; NEVES, J.; CÂMARA, F. **Estudo comparativo da qualidade físico-química da água no período chuvoso e seco na confluência dos Rios Poti e Parnaíba em Teresina/PI.**, 2007. Disponível em: http://www.redenet.edu.br/publicacoes/arquivos/20080213_091110_MEIO-073.pdf. Acessado em 27/05/2012

DISTRITO FEDERAL, **Lei complementar nº803**, de 25 de abril de 2009. Aprova a revisão do Plano Diretor de Ordenamento Territorial do Distrito Federal. Brasília, DF, 2009.

DISTRITO FEDERAL. **Lei 2.279, de janeiro de 1999**. Dispõe sobre a criação do Parque Ecológico dos Pequizeiros, na Região Administrativa de Planaltina – RA IV. Brasília, DF, 1999.

EMATER-DF. **Relatório sobre as Principais Atividades Agropecuárias - 2004**, da RA Planaltina. Brasília, 2005. Disponível em: <http://www.emater.df.gov.br/sites/200/229/00002489.pdf>. Acessado em 10/07/2012.

EMATER-DF. **Cootaquara**, 2008. Disponível em:
http://www.emater.df.gov.br/005/00502001.asp?ttCD_CHAVE=15512. Acessado em
23/05/2012.

EMATER-DF - **Relatório de diagnóstico socioambiental da Bacia do Ribeirão Pípiripau**.
Janeiro de 2010. Disponível em:
http://www.emater.df.gov.br/003/00318005.asp?ttCD_CHAVE=27999. Acessado em
28/04/2012.

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

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2ª ed., Rio de Janeiro: EMBRAPA, 2006. 359p.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Cenoura (*Daucus carota*)**.
Embrapa Hortaliças, 2008. Disponível em:
http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Cenoura/Cenoura_Daucus_Carota/adubacao.html. Acessado em 20/05/2012.

EMILIANI, F.; GONZÁLES, S. M. P. Bacteriological quality of Bendetti Lake (Santo Tome, Santa Fé Province, Argentina) and associated environmental variables. **Revista Argentina de Microbiologia**, v.30, n.1, p. 30-38, 1998.

ENVI 3.0 user's guide: the environment for visualizing images. version 3.0, December 1997 edition. Lafayette: Better Solutions Consulting, 1993–1997. Under contract of Research Systems Inc.

ESTEVES, N. M.; DIAS H. C. .; PINHEIRO, J. A. C. **Análise temporal e espacial da qualidade da água na bacia hidrográfica do Zerede, Timóteo-MG**. IN: I SEMINÁRIO DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO PARAÍBA DO SUL: O EUCALIPTO E O CICLO HIDROLÓGICO, TAUBATÉ, IPABHI, Anais, p. 207-214, 2007.

FARIA, A. **Estratigrafia e sistemas deposicionais do Grupo Paranoá nas áreas de Cristalina, Distrito Federal e São João D'Aliança-Alto Paraíso de Goiás.** Brasília: Universidade de Brasília/Instituto de Geociências, 1995. 199p. Tese de doutorado.

FIGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de olericultura - agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças.** 3ª ed. Minas Gerais: UFV, 2008. 198p.

FITZ, R. F. **Geoprocessamento sem complicação.** 1ª ed. São Paulo, SP, Oficina de textos, 2008. 160p.

FONSECA, P. C. M. **Análise dos Instrumentos EIA e RIVI na gestão do espaço urbano: Sub-bacia do Ribeirão Mestre D'Armas.** Universidade de Brasília, Brasília, 2007. 164p. Dissertação de mestrado

FREITAS, F. H. S; CAMPOS, J. G. E. **Inventário Hidrológico e dos Recursos Hídricos Superficiais do Distrito Federal.** Relatório Técnico, Hidrogeologia do Distrito Federal, IEMA/UnB: Brasília, 1998.

FRITZSONS, E.; MANTOVANI, L. E.; NETO, A. C. HINDI, E. C. A influência das atividades mineradoras na alteração do pH e da alcalinidade em águas fluviais: o exemplo do Rio Capivari, região do Carste Paranaense. **Revista Engenharia Sanitária.** v.14 n.3. p. 381-390, 2009.

GONÇALVES, C. S.; RHEINHEIMER, D. S., PELLEGRINI, J. B. R; KIST, S. L. Qualidade da água numa microbacia hidrográfica de cabeceira situada em região produtora de fumo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental,** v.9, n.3, p. 391-399, 2005.

GROSSO, F. G.; MOURA, R. P.; RAYMUNDO, W. D.; BERNARDI, M. M. Toxicidade das águas do Rio Tietê coletadas na Grande São Paulo em peixes Danio rerio. **Revista do Instituto de Ciências da Saúde.** 26(4): 387-91, 2008.

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

HOROWITZ, C; JESUS, F. **Estação ecológica de Águas Emendadas**. IN: FONSECA, F. O. (ORG.) **ÁGUAS EMENDADAS**. BRASÍLIA: SECRETARIA DE DESENVOLVIMENTO URBANO E MEIO AMBIENTE – SEDUMA, p. 48-53, 2008

HOUSE, M. A.; ELLIS, J. B. Water quality indices: an additional management tool? **Prog. Wat. Technol**, v. 13, p. 213-423,1980.

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

LESER, W. S.; BARBOSA, V.; BARUZZI, R. G.; RIBEIRO, M. D. B. & FRANCO, L. J. **Elementos de Epidemiologia Geral**. 2^a ed. São Paulo: Atheneu, 1985, 180p.

LIMA, W. S.; GARCIA, C. A. B. Qualidade da Água em Ribeirópolis-SE: O Açude do Cajueiro e a Barragem do João Ferreira. **Scientia Plena**. v. 4, n. 12, 2008.

LIRA, G. A. S. T.; OLIVEIRA, M. C. B.; MOURA, A. N. Caracterização Ecológica da Comunidade Fitoplanctônica em um Reservatório de Abastecimento do Estado de Pernambuco. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 5, s. 2, p. 219-221, 2007

LOHANI, B. N. e MUSTAPHA, N. Índices for Water quality assessment in Rivers: a case study of the Linggi river in Malaysia. 1982 **Water supply & Management**, v. 6, p. 545-555, 1982

LOUSADA, B. M. S. **Eficácia de indicadores de qualidade de solo em reservas legais, na área de proteção de mananciais do Córrego Quinze, Distrito Federal**. Brasília: Instituto de geociências. Universidade de Brasília, 2011. 116p. Dissertação de mestrado.

LUCAS. A. T.; FOLEGATTI, M. V.; DUARTE, S. N. Qualidade da água em uma microbacia hidrográfica do Rio Piracicaba, SP. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental** v.14, n.9, p.937–943. Campina Grande, PB, UAEEA/UFCG, 2010

MARBLE, D. **Geographical Information System: an overview**. IN: PECORA CONFERENCE, 9., 1984, SIOUX FALLS. PROCEEDINGS. SIOUX FALLS, V.1, p. 18-24, 1984.

MARTINS, E. S. **Sistemas Pedológicos do Distrito Federal**. IN: INVENTÁRIO HIDROGEOLÓGICO E DOS RECURSOS HÍDRICOS SUPERFICIAIS DO DISTRITO FEDERAL. V. 1, BRASÍLIA: IEMA/SEMATEC/UNB, 1998. p.139-163.

MARTINS, R. N.; SOUZA, G. F.; YAMASHIRO, R, M, G.; FILHO, A. C. P. **Utilização do SIG como ferramenta para o planejamento territorial: o estudo de caso do município de Sonora (MS)**, 2007. Disponível em: http://www.abrh.org.br/novo/i_simp_rec_hidric_norte_centro_oeste64.pdf. Acessado em 23/03/2012.

MEDEIROS, J. S. DE; CÂMARA, G. **Curso “Geoprocessamento para Projetos Ambientais”**, 2002. Disponível em: http://www.dpi.inpe.br/gilberto/tutoriais/gis_ambiente/. Acessado em 19/03/2012.

MERTEN, G. H. ; MINELLA, J. P. Qualidade da água em bacias hidrográficas rurais: um desafio atual para a sobrevivência futura. **Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável**. Porto Alegre, v.3, n.4, 2002.

MOREIRA, M. A. **Fundamentos do Sensoriamento Remoto**. 1ª ed., São José dos Campos, INPE, 2001. 250p.

MUNDELESKI, E.; SCHMITZ, J. A. K.; BIONDO, E. Estudo Ambiental da Microbacia do Arroio Jacarezinho (Nova Bréscia e Encantado, RS) com ênfase na mata ciliar e na qualidade da água. **Caderno de Pesquisa Série Biologia**, Santa Cruz do Sul, v. 20, n. 3, 2008, p. 44-62, 2008.

NETTO, F. M. L.; DANELO, J. R. B.; RODRIGUES, S. C. Avaliação da qualidade da água e do uso da terra da bacia hidrográfica do Córrego Terra Branca – Uberlândia – MG. **Revista Geográfica Acadêmica**. v.5, n.2 (xii), 2011.

NOVO, E. M. L. M. **Sensoriamento Remoto. Princípios e aplicações.** 3^a ed. São Paulo: Blucher, 2008. 328p.

OLIVEIRA, M. A. G. **Análise geoambiental da bacia hidrográfica do Ribeirão Pibiripau, Distrito Federal,** 2003. Disponível em: <http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/abes22/cdlxiii.pdf>. Acessado em 11/5/2012

Perfil Socioeconômico do Distrito Federal. Governo do Distrito Federal - Secretaria de desenvolvimento econômico, 1999.

PIVELI, R.P. **Qualidade das águas e poluição: compostos de nitrogênio e fósforo em águas; sulfato, sulfeto, cloreto, cianeto; 4 estudos de controle da qualidade das águas,** ABES, 2008.

RAIJ, B. V.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A.; FURLANI, A.M.C. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo.** 2^a ed. revisada. Campinas: IAC. p.35-37. (Boletim Técnico, 100), 1997.

RAMALHO FILHO, A.; BEEK, K. J. **Sistema de Aptidão Agrícola das Terras.** 3^a ed. Revisada, Rio de Janeiro: Embrapa CNPS, 1995. 65p.

REIS, J. A. T.; MENDONÇA, A. S. F. Análise técnica dos novos padrões brasileiros para amônia em efluentes e corpos d'água. **Revista Engenharia Sanitária Ambiental.** v.14 n.3. p. 353-362, 2009.

RESENDE, A. V. **Agricultura e qualidade da água: contaminação por nitrato.** 1^a ed. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2002. 19p.

RESENDE, M.; CURI, N., REZENDE, S. B. D. & CORRÊA. G. F. **Pedologia: base para distinção de ambientes.** 5^a ed. Viçosa, MG, Sociedade Brasileira de Ciências do Solo, 2007. 322p.

RIBEIRO, S. R. A. e CENTENO, J. S. **Classificação do uso do solo utilizando redes neurais e o algoritmo MAXVER**. IN: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 10, 2001. ANAIS. FOZ DO IGUAÇU: INPE. p. 1341-1348, 2001.

ROCHA, C. H. B. **Geoprocessamento: Tecnologia Transdisciplinar**. 3^a ed. Juiz de Fora, MG, 2000. 220p.

ROSA, R. **A utilização de imagens TM/Landsat em levantamento de uso de solo**. IN: VI SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO. INPE: SÃO JOSÉ DO RIO PRETO. p. 419 – 425, 1996.

Secretaria de Agricultura, Pecuária e Abastecimento do Distrito Federal. **Reabilitação das Terras Rurais do Distrito Federal**, 2008. Disponível em: <http://www.emater.df.gov.br/sites/200/229/00002240.pdf>. Acessado em 31/05/2012.

SEDUMA – DF – Secretaria de Meio Ambiente e Recursos Hídrico do Distrito Federal. **Unidade de Conservação**, 2006. Disponível em: http://www.seduma.df.gov.br/001/00101001.asp?ttCD_CHAVE=162&bt. Acessado em: 23/05/2012

SEMATEC - Secretaria do Meio Ambiente Ciência e Tecnologia do Governo do Distrito Federal. **Mapa Ambiental do Distrito Federal**. Brasília, SEMATEC, 1992.

SILVA, N. T. C. **Macroinvertebrados bentônicos em áreas com diferentes graus de preservação ambiental na Bacia do ribeirão Mestre D'Armas, DF**. Brasília: Universidade de Brasília, 2007. 99p. Dissertação de mestrado.

SOUZA, C. F.; BACICURINSKI, I.; SILVA, Ê. F. F. Avaliação da qualidade da água do rio Paraíba do Sul no município de Taubaté- SP. **Revista Biociências**, UNITAU; v. 16, n.1, 2010.

SPERLING, M. V. **Princípios do tratamento biológico de águas residuárias. Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. 3^a Edição. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental – DESA - Universidade Federal de Minas Gerais, v. 1, 2005. 456p.

VASCO, A. N.; BRITTO, F. B.; PEREIRA, A. P. S.; MÉLLO JÚNIOR, A. V. M.; GARCIA, C. A. B.; NOGUEIRA, L. C. Avaliação espacial e temporal da qualidade da água na sub-bacia do rio Poxim, Sergipe, Brasil. **Ambiente e Água**, Taubaté, v.6, n.1, p. 118-130, 2011.

ZILLMER, T. A; VARELLA, R. F.; ROSSETE, A. N. Avaliação de algumas características físico-químicas da água do Ribeirão Salgadinho, Nova Xantina-MT. **HOLOS Enviroment**, v.7 n.2, p. 125, 2007

ZONTA, J. H.; ZONTA, J. B.; RODRIGUES, J. I. S.; REIS, E. F. Qualidade das águas do Rio Alegre, Espírito Santo. **Revista Ciência Agronômica**, v.39, n.1, 2008.

ANEXO

Anexo 1 – Turbidez nos anos de 1996, 2000, 2003 e 2005.

Meses	Turbidez (μt)					
	Brejinho	Fumal	Corguinho	Pipiripau	Mestre D'Armas	Quinze
jan/96	1,40	1,50	0,50	8,50	6,50	2,50
fev/96	1,50	1,30	0,44	7,70	4,50	3,10
mar/96	1,60	4,44	0,50	8,20	5,80	3,50
abr/96	1,50	2,26	0,50	4,50	7,00	3,00
mai/96	1,20	1,52	0,50	3,50	3,30	2,50
jun/96	2,10	1,60	0,51	3,90	3,10	2,60
jul/96	1,70	1,50	0,60	3,30	3,50	2,50
ago/96	1,40	2,08	1,20	3,00	14,70	2,80
set/96	1,40	1,85	0,83	2,89	7,20	2,80
out/96	2,12	2,08	1,10	138,70	5,14	3,70
nov/96	1,98	2,78	1,08	16,70	13,80	5,90
dez/96	4,20	9,50	0,90	8,30	9,50	3,55
jan/00	1,90	18,90	0,92	31,50	20,80	21,40
fev/00	2,24	6,83	1,48	9,94	33,77	5,48
mar/00	1,89	3,01	0,99	9,27	31,10	6,04
abr/00	1,72	2,58	0,79	6,62	7,34	3,80
mai/00	1,48	2,33	0,64	5,34	5,20	2,87
jun/00	1,25	1,99	0,49	4,70	4,90	2,35
jul/00	1,79	1,98	0,59	4,80	3,85	2,46
ago/00	1,40	1,53	0,61	3,77	3,07	3,01
set/00	1,41	2,05	0,57	5,92	4,87	3,50
out/00	1,33	2,00	0,64	4,10	4,36	2,43
nov/00	2,22	5,74	7,31	18,50	303,00	9,41
dez/00	1,67	3,12	2,41	389,00	20,20	20,60
jan/03	2,14	2,26	1,60	8,76	8,82	4,37
fev/03	1,84	2,50	0,78	11,88	7,58	5,04
mar/03	1,53	2,74	0,70	15,00	6,33	5,71
abr/03	1,62	2,46	0,61	11,88	5,19	4,49
mai/03	1,71	2,17	0,58	8,75	4,04	3,27
jun/03	1,48	1,77	0,55	6,18	4,41	2,80
jul/03	1,25	1,37	0,54	3,60	4,78	2,32
ago/03	1,43	1,39	0,52	4,55	6,19	3,26
set/03	1,60	1,40	0,76	5,50	7,60	4,20
out/03	1,80	1,80	1,00	8,25	10,25	4,80
nov/03	2,00	2,20	0,80	11,00	12,90	5,40
dez/03	1,90	2,20	0,60	9,20	7,35	4,55
jan/05	1,80	2,80	0,95	7,40	9,63	3,70
fev/05	2,20	3,45	1,30	11,45	11,90	5,30
mar/05	2,60	4,10	1,20	15,50	10,45	6,90
abr/05	2,40	3,40	1,10	21,31	9,00	5,70
mai/05	2,20	2,70	0,85	21,31	6,90	4,50
jun/05	1,85	2,35	0,60	21,31	6,20	4,00
jul/05	1,50	2,00	1,55	11,00	5,50	3,50
ago/05	1,50	2,05	0,60	7,80	5,50	3,50
set/05	1,50	2,10	0,70	4,60	5,00	3,50
out/05	1,75	2,35	0,80	5,30	4,50	3,55
nov/05	2,00	2,60	2,00	6,00	13,25	3,60
dez/05	1,82	2,72	3,20	16,79	22,00	4,54

Anexo 2 – Turbidez nos anos de 2010 e 2011.

Meses	Turbidez (μt)					
	Brejinho	Fumal	Corguinho	Pipiripau	Mestre D' Armas	Quinze
jan/10	1,82	2,72	1,23	16,79	14,36	4,54
fev/10	1,90	2,20	1,20	14,30	39,40	3,90
mar/10	2,05	2,80	1,15	14,20	23,80	3,85
abr/10	2,20	3,40	1,10	14,10	8,20	3,80
mai/10	2,35	2,80	1,20	10,50	9,20	4,35
jun/10	2,50	2,20	1,30	6,90	10,20	4,90
jul/10	2,05	1,90	1,30	6,00	8,40	4,05
ago/10	1,60	1,60	1,30	5,10	6,60	3,20
set/10	1,50	1,65	1,30	7,45	6,00	3,70
out/10	1,40	1,70	1,30	9,80	5,40	4,20
nov/10	1,75	2,40	3,00	12,05	15,85	4,85
dez/10	2,10	3,10	4,70	14,30	26,30	5,50
jan/11	2,35	3,10	3,85	12,40	20,35	4,90
fev/11	2,60	3,10	3,00	10,50	14,40	4,30
mar/11	2,10	2,40	1,90	9,15	14,45	4,15
abr/11	1,60	1,70	0,80	7,80	14,50	4,00
mai/11	1,85	1,95	0,90	10,00	10,85	4,45
jun/11	2,10	2,20	1,00	12,20	7,20	4,90
jul/11	1,70	1,65	1,00	8,40	7,75	4,25
ago/11	1,30	1,10	1,00	4,60	8,30	3,60
set/11	1,45	1,40	1,15	5,50	6,85	3,95
out/11	1,60	1,70	1,30	6,40	5,40	4,30
nov/11	1,82	2,72	1,23	16,79	14,36	4,54
dez/11	1,82	2,72	1,23	16,79	14,36	4,54

Anexo 3 – Amônia nos anos de 1996, 2000, 2003 e 2005.

Meses	Amônia (mg.L ⁻¹)					
	Brejinho	Fumal	Corguinho	Pipiripau	Mestre D' Armas	Quinze
jan/96	0,03	0,03	0,03	0,12	0,09	0,04
fev/96	0,03	0,05	0,03	0,06	0,10	0,03
mar/96	0,03	0,07	0,03	0,10	0,06	0,08
abr/96	0,03	0,03	0,03	0,08	0,03	0,03
mai/96	0,03	0,03	0,03	0,14	0,04	0,04
jun/96	0,03	0,03	0,03	0,07	0,04	0,03
jul/96	0,04	0,09	0,03	0,11	0,03	0,10
ago/96	0,03	0,03	0,03	0,03	0,09	0,35
set/96	0,03	0,03	0,03	0,05	0,09	0,05
out/96	0,04	0,05	0,03	0,56	0,03	0,12
nov/96	0,03	0,06	0,03	0,12	0,03	0,08
dez/96	0,03	0,09	0,03	0,04	0,03	0,06
jan/00	0,02	0,06	0,02	0,02	0,02	0,02
fev/00	0,02	0,06	0,05	0,02	0,02	0,05
mar/00	0,03	0,11	0,06	0,12	0,16	0,12
abr/00	0,02	0,02	0,04	0,09	0,06	0,04
mai/00	0,05	0,02	0,02	0,13	0,02	0,02
jun/00	0,06	0,04	0,02	0,10	0,07	0,06
jul/00	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,02
ago/00	0,03	0,02	0,02	0,10	0,02	0,02
set/00	0,02	0,02	0,02	0,07	0,02	0,05
out/00	0,02	0,02	0,02	0,04	0,02	0,02
nov/00	0,02	0,03	0,04	0,14	0,11	0,09
dez/00	0,37	0,40	0,03	0,67	0,06	0,11
jan/03	0,02	0,23	0,07	0,12	0,16	0,16
fev/03	0,03	0,13	0,11	0,09	0,25	0,11
mar/03	0,03	0,03	0,07	0,07	0,17	0,06
abr/03	0,03	0,02	0,03	0,05	0,09	0,04
mai/03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,21	0,02
jun/03	0,02	0,19	0,02	0,02	0,33	0,02
jul/03	0,02	0,35	0,02	0,02	0,18	0,02
ago/03	0,08	0,19	0,02	0,19	0,02	0,04
set/03	0,15	0,02	0,02	0,37	0,04	0,06
out/03	0,09	0,02	0,02	0,26	0,06	0,08
nov/03	0,04	0,02	0,02	0,15	0,04	0,10
dez/03	0,03	0,02	0,02	0,15	0,02	0,08
jan/05	0,02	0,02	0,02	0,15	0,02	0,05
fev/05	0,02	0,06	0,02	0,11	0,02	0,04
mar/05	0,02	0,09	0,04	0,08	0,10	0,02
abr/05	0,02	0,06	0,05	0,05	0,19	0,02
mai/05	0,02	0,02	0,04	0,02	0,24	0,02
jun/05	0,02	0,02	0,02	0,02	0,08	0,02
jul/05	0,02	0,02	0,03	0,02	0,08	0,02
ago/05	0,02	0,02	0,02	0,03	0,07	0,02
set/05	0,02	0,02	0,02	0,05	0,07	0,02
out/05	0,02	0,10	0,02	0,08	0,07	0,03
nov/05	0,02	0,18	0,07	0,11	0,14	0,04
dez/05	0,04	0,06	0,11	0,09	0,21	0,05

Anexo 4 – Amônia nos anos de 2010 e 2011.

Meses	Amônia (mg.L ⁻¹)					
	Brejinho	Fumal	Corguinho	Pipiripau	Mestre D' Armas	Quinze
jan/10	0,04	0,06	0,03	0,09	0,08	0,05
fev/10	0,02	0,04	0,03	0,09	0,06	0,04
mar/10	0,02	0,04	0,03	0,07	0,04	0,04
abr/10	0,02	0,05	0,02	0,05	0,02	0,04
mai/10	0,02	0,03	0,03	0,03	0,02	0,03
jun/10	0,02	0,02	0,05	0,02	0,02	0,02
jul/10	0,02	0,02	0,03	0,04	0,04	0,04
ago/10	0,03	0,03	0,02	0,05	0,06	0,07
set/10	0,02	0,02	0,02	0,04	0,13	0,04
out/10	0,02	0,02	0,02	0,02	0,20	0,02
nov/10	0,02	0,02	0,05	0,02	0,14	0,02
dez/10	0,02	0,02	0,07	0,02	0,08	0,02
jan/11	0,02	0,02	0,05	0,03	0,06	0,02
fev/11	0,02	0,02	0,02	0,04	0,04	0,02
mar/11	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,02
abr/11	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
mai/11	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
jun/11	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
jul/11	0,04	0,04	0,03	0,04	0,03	0,04
ago/11	0,06	0,06	0,05	0,06	0,05	0,05
set/11	0,06	0,07	0,05	0,06	0,06	0,05
out/11	0,05	0,08	0,05	0,05	0,07	0,05
nov/11	0,04	0,06	0,03	0,09	0,08	0,05
dez/11	0,04	0,06	0,03	0,09	0,08	0,05

Anexo 5 – Demanda química de oxigênio nos anos de 1996, 2000, 2003 e 2005.

Meses	Demanda química de oxigênio (mg.L ⁻¹)					
	Brejinho	Fumal	Corguinho	Pipiripau	Mestre D' Armas	Quinze
jan/96	0,80	0,50	0,40	2,40	1,00	1,50
fev/96	1,20	1,00	0,70	2,70	1,50	1,70
mar/96	1,50	2,23	1,70	3,70	2,20	2,10
abr/96	1,20	1,28	1,70	1,50	1,50	0,50
mai/96	1,00	1,13	1,10	1,70	1,60	1,40
jun/96	0,90	1,03	0,90	1,00	1,30	1,10
jul/96	0,70	0,59	0,30	0,70	0,60	0,50
ago/96	1,30	1,30	1,30	2,40	1,60	2,20
set/96	1,30	0,67	1,20	2,00	1,80	2,50
out/96	2,00	1,75	1,40	8,80	2,50	2,90
nov/96	1,25	1,13	1,20	4,70	2,80	3,20
dez/96	2,69	2,00	0,50	1,30	1,20	1,10
jan/00	4,13	4,52	3,17	5,54	4,98	3,46
fev/00	1,80	2,69	1,48	3,16	3,35	3,32
mar/00	2,06	2,88	0,74	3,23	3,17	2,74
abr/00	1,12	0,96	0,86	1,08	1,59	1,04
mai/00	3,65	2,38	2,03	4,97	1,34	2,26
jun/00	0,20	0,31	1,79	0,87	2,85	2,52
jul/00	0,35	0,45	0,71	2,56	1,76	0,66
ago/00	1,15	2,22	2,23	1,57	2,98	3,42
set/00	0,60	1,02	0,68	1,79	1,69	1,80
out/00	1,26	1,53	1,41	2,92	1,79	2,22
nov/00	1,35	2,04	2,99	5,32	6,75	2,90
dez/00	1,81	2,36	1,12	16,36	2,15	2,86
jan/03	1,68	1,29	1,21	2,23	2,57	1,98
fev/03	1,55	1,57	1,29	3,60	2,98	2,67
mar/03	1,42	1,85	1,15	4,96	2,32	3,36
abr/03	1,21	1,38	1,00	3,57	1,66	2,70
mai/03	1,00	0,91	1,13	2,18	1,93	2,04
jun/03	0,65	0,63	1,25	1,46	2,19	1,41
jul/03	0,29	0,34	1,11	0,73	1,64	0,77
ago/03	0,67	0,53	1,11	1,59	1,09	1,26
set/03	1,05	0,72	1,95	2,45	1,88	1,74
out/03	1,03	0,81	2,79	3,08	2,67	2,06
nov/03	1,00	0,89	1,96	3,71	1,62	2,37
dez/03	1,04	0,89	1,13	3,60	0,57	2,34
jan/05	1,08	1,62	1,21	3,48	1,72	2,30
fev/05	2,42	3,04	1,28	4,95	2,86	3,47
mar/05	3,76	4,46	2,64	6,42	4,47	4,63
abr/05	3,04	3,83	4,00	5,65	6,08	4,38
mai/05	2,32	3,20	3,15	4,88	4,00	4,12
jun/05	2,67	3,18	2,30	4,63	2,35	4,80
jul/05	3,02	3,16	1,90	4,38	2,35	5,48
ago/05	3,13	2,60	3,56	4,27	4,24	5,34
set/05	3,24	2,04	3,33	4,16	4,12	5,20
out/05	3,06	2,32	3,10	4,57	4,00	4,63
nov/05	2,87	2,60	3,85	4,98	6,15	4,05
dez/05	1,77	1,88	4,60	3,94	8,30	2,75

Anexo 6 – Demanda química de oxigênio nos anos de 2010 e 2011.

Meses	Demanda química de oxigênio (mg.L ⁻¹)					
	Brejinho	Fumal	Corguinho	Pipiripau	Mestre D' Armas	Quinze
jan/10	1,77	1,88	1,85	3,94	2,91	2,75
fev/10	3,80	3,00	1,30	4,30	4,80	3,70
mar/10	3,40	2,65	1,85	8,10	4,10	4,10
abr/10	3,00	2,30	2,40	11,90	3,40	4,50
mai/10	2,50	1,90	2,15	7,80	3,30	3,75
jun/10	2,00	1,50	1,90	3,70	3,20	3,00
jul/10	1,95	1,55	1,40	3,70	2,80	3,60
ago/10	1,90	1,60	0,90	3,70	2,40	4,20
set/10	2,10	2,55	1,00	4,65	2,25	3,90
out/10	2,30	3,50	1,10	5,60	2,10	3,60
nov/10	2,60	2,80	1,95	5,55	3,55	3,10
dez/10	2,90	2,10	2,80	5,50	5,00	2,60
jan/11	2,00	2,23	3,05	4,43	4,55	2,24
fev/11	1,09	2,35	3,30	3,36	4,10	1,87
mar/11	0,85	2,08	2,35	3,08	3,55	2,09
abr/11	0,60	1,80	1,40	2,80	3,00	2,30
mai/11	1,75	2,70	1,70	3,70	3,35	2,70
jun/11	2,90	3,60	2,00	4,60	3,70	3,10
jul/11	1,95	2,65	2,80	4,10	3,25	2,75
ago/11	1,00	1,70	3,60	3,60	2,80	2,40
set/11	0,75	1,10	2,80	3,10	3,65	2,35
out/11	0,50	0,50	2,00	2,60	4,50	2,30
nov/11	1,77	1,88	1,85	3,94	2,91	2,75
dez/11	1,77	1,88	1,85	3,94	2,91	2,75

Anexo 7 – Condutividade nos anos de 1996, 2000, 2003 e 2005.

Meses	Condutividade (μScm^{-1})					
	Brejinho	Fumal	Corguinho	Pipiripau	Mestre D' Armas	Quinze
jan/96	2,30	73,01	4,16	15,64	5,21	4,10
fev/96	2,11	65,18	4,29	15,05	4,38	3,80
mar/96	2,50	49,86	7,00	12,80	5,20	3,30
abr/96	2,03	66,68	4,40	14,20	4,60	3,70
mai/96	2,38	72,63	6,20	19,40	4,84	4,47
jun/96	2,50	81,30	6,39	16,60	4,50	3,70
jul/96	3,03	81,45	4,51	20,10	4,23	4,73
ago/96	2,70	84,80	5,75	24,00	4,19	3,96
set/96	2,48	73,67	4,83	26,10	3,82	3,32
out/96	2,92	74,95	4,77	23,80	4,42	3,76
nov/96	3,48	62,18	7,12	22,30	7,66	5,07
dez/96	5,24	56,63	9,76	24,05	5,18	5,11
jan/00	7,01	35,70	11,34	17,81	10,08	7,06
fev/00	3,30	48,36	5,96	18,67	8,14	5,73
mar/00	5,41	63,97	7,03	19,43	8,74	5,60
abr/00	3,39	72,90	6,85	21,90	7,28	5,57
mai/00	4,39	73,70	4,44	22,10	6,93	5,55
jun/00	4,10	76,10	4,89	27,30	6,20	5,18
jul/00	6,90	76,70	4,59	28,30	5,93	4,71
ago/00	5,17	88,20	4,80	31,40	6,30	5,28
set/00	42,60	70,50	23,90	6,26	6,37	5,55
out/00	6,40	65,50	7,10	30,40	6,85	5,66
nov/00	4,43	50,00	9,51	24,50	11,83	6,68
dez/00	8,75	57,60	12,64	23,90	8,91	9,34
jan/03	2,57	51,40	9,43	28,10	8,36	8,16
fev/03	3,08	52,90	6,21	25,90	7,80	7,67
mar/03	3,58	54,40	5,85	23,70	8,14	7,17
abr/03	3,06	57,85	5,48	22,55	8,48	6,63
mai/03	2,54	61,30	5,28	21,40	8,42	6,09
jun/03	3,94	66,45	5,08	26,15	8,35	6,65
jul/03	5,33	71,60	4,68	30,90	7,58	7,20
ago/03	3,83	73,60	4,28	31,20	6,81	6,49
set/03	2,32	75,60	5,29	31,50	6,61	5,77
out/03	2,57	74,20	6,30	29,45	6,40	5,78
nov/03	2,81	72,80	7,62	27,40	10,44	5,78
dez/03	4,31	72,80	8,93	41,60	14,48	6,34
jan/05	5,80	24,40	8,01	55,80	11,35	6,90
fev/05	4,30	33,55	7,09	38,00	8,22	6,65
mar/05	2,80	42,70	5,36	20,20	9,26	6,40
abr/05	3,30	46,40	3,62	18,60	10,29	5,60
mai/05	3,80	50,10	3,11	17,00	7,70	4,80
jun/05	3,24	58,80	2,60	19,50	7,33	5,11
jul/05	2,67	67,50	3,35	22,00	7,33	5,41
ago/05	2,49	64,60	3,80	22,30	10,20	5,11
set/05	2,30	61,70	3,70	22,60	8,05	4,80
out/05	2,55	61,80	3,60	22,80	5,90	4,10
nov/05	2,80	61,90	3,10	23,00	8,25	3,40
dez/05	4,12	62,96	2,60	22,72	10,60	5,10

Anexo 8 – Condutividade nos anos de 2010 e 2011.

Meses	Condutividade (μScm^{-1})					
	Brejinho	Fumal	Corguinho	Pipiripau	Mestre D' Armas	Quinze
jan/10	4,12	62,96	5,31	22,72	7,23	5,10
fev/10	2,30	52,00	3,00	15,30	7,30	3,10
mar/10	2,30	49,65	2,75	15,25	6,60	3,05
abr/10	2,30	47,30	2,50	15,20	5,90	3,00
mai/10	2,40	53,40	2,90	16,50	5,95	3,55
jun/10	2,50	59,50	3,30	17,80	6,00	4,10
jul/10	3,60	66,40	2,95	20,15	5,75	3,75
ago/10	4,70	73,30	2,60	22,50	5,50	3,40
set/10	3,60	68,05	4,10	25,15	7,60	4,50
out/10	2,50	62,80	5,60	27,80	9,70	5,60
nov/10	2,75	58,75	4,75	23,85	9,20	5,70
dez/10	3,00	54,70	3,90	19,90	8,70	5,80
jan/11	3,05	53,60	3,90	18,50	7,55	4,80
fev/11	3,10	52,50	3,90	17,10	6,40	3,80
mar/11	3,85	55,40	3,65	16,95	6,40	3,95
abr/11	4,60	58,30	3,40	16,80	6,40	4,10
mai/11	4,10	62,55	2,85	17,25	5,75	4,05
jun/11	3,60	66,80	2,30	17,70	5,10	4,00
jul/11	3,50	73,00	2,30	19,80	5,05	4,05
ago/11	3,40	79,20	2,30	21,90	5,00	4,10
set/11	3,55	77,85	3,00	24,70	6,60	4,50
out/11	3,70	76,50	3,70	27,50	8,20	4,90
nov/11	4,12	62,96	5,31	22,72	7,23	5,10
dez/11	4,12	62,96	5,31	22,72	7,23	5,10

Anexo 9 – pH nos anos de 1996, 2000, 2003 e 2005.

Meses	pH					
	Brejinho	Fumal	Corguinho	Pipiripau	Mestre D' Armas	Quinze
jan/96	6,50	7,70	6,80	7,40	6,20	6,50
fev/96	7,20	7,80	7,10	7,70	7,20	6,70
mar/96	6,50	7,01	6,70	7,30	6,00	6,70
abr/96	7,40	7,08	7,30	6,70	6,30	7,60
mai/96	7,20	7,40	7,10	7,80	6,70	7,60
jun/96	6,20	7,87	6,80	7,30	6,10	6,30
jul/96	7,00	7,68	7,40	7,50	6,60	6,50
ago/96	7,80	7,97	6,50	7,60	6,80	6,60
set/96	6,60	7,53	6,30	7,50	6,20	7,20
out/96	6,00	7,55	6,70	7,30	6,10	6,80
nov/96	6,40	7,38	6,53	7,20	6,30	6,40
dez/96	6,34	7,20	7,30	7,40	7,00	7,35
jan/00	6,27	7,41	6,63	6,27	6,05	6,31
fev/00	6,37	6,76	6,20	6,37	6,11	6,25
mar/00	6,86	6,94	5,72	6,86	6,12	6,19
abr/00	6,67	7,08	6,32	6,67	6,30	6,20
mai/00	6,93	7,21	6,14	6,93	6,10	6,38
jun/00	6,34	7,40	6,28	6,34	6,26	6,19
jul/00	7,39	7,33	6,32	7,39	6,24	6,61
ago/00	6,86	7,17	6,32	6,86	6,21	6,34
set/00	6,10	6,92	6,48	6,10	6,34	6,43
out/00	6,32	7,18	6,72	6,32	6,25	6,49
nov/00	6,29	6,92	6,21	6,29	5,94	6,23
dez/00	7,42	7,17	6,78	7,42	6,35	6,54
jan/03	6,68	7,46	6,70	7,52	8,36	6,45
fev/03	6,83	7,18	6,62	7,39	6,16	6,79
mar/03	6,98	6,89	6,54	7,25	6,16	7,13
abr/03	7,10	7,15	6,45	7,38	6,22	7,25
mai/03	7,21	7,40	6,25	7,51	6,28	7,36
jun/03	6,97	7,30	6,05	7,34	6,41	7,21
jul/03	6,73	7,20	6,37	7,16	6,54	7,06
ago/03	7,02	6,95	6,69	7,13	6,27	7,13
set/03	7,30	6,70	6,45	7,10	6,00	7,20
out/03	7,15	6,90	6,20	7,25	6,15	7,20
nov/03	7,00	7,10	5,90	7,40	6,30	7,20
dez/03	7,00	7,10	5,60	7,30	6,65	7,05
jan/05	7,00	7,10	6,05	7,20	6,63	6,90
fev/05	6,50	6,95	6,50	7,15	6,60	6,65
mar/05	6,00	6,80	6,15	7,10	6,25	6,40
abr/05	6,20	6,60	5,80	6,95	5,90	6,40
mai/05	6,40	6,40	6,00	6,80	6,00	6,40
jun/05	6,40	6,75	6,20	7,00	6,36	6,70
jul/05	6,40	7,10	6,35	7,20	6,36	7,00
ago/05	6,45	7,15	6,50	7,25	6,00	6,80
set/05	6,50	7,20	6,15	7,30	6,10	6,60
out/05	6,60	7,10	5,80	7,30	6,20	7,00
nov/05	6,70	7,00	6,00	7,30	6,35	7,40
dez/05	6,69	7,09	6,20	7,12	6,50	6,76

Anexo 10 – pH nos anos de 2010 e 2011.

Meses	pH					
	Brejinho	Fumal	Corguinho	Pipiripau	Mestre D' Armas	Quinze
jan/10	6,69	7,09	6,31	7,12	6,28	6,76
fev/10	6,00	6,90	5,70	7,10	5,80	6,40
mar/10	6,00	6,65	5,55	6,80	5,60	6,50
abr/10	6,00	6,40	5,40	6,50	5,40	6,60
mai/10	6,35	6,70	5,60	6,85	5,80	6,55
jun/10	6,70	7,00	5,80	7,20	6,20	6,50
jul/10	7,05	7,05	6,15	7,30	6,30	7,05
ago/10	7,40	7,10	6,50	7,40	6,40	7,60
set/10	7,15	7,05	6,55	7,35	6,45	7,15
out/10	6,90	7,00	6,60	7,30	6,50	6,70
nov/10	6,95	7,15	6,55	7,35	6,45	6,70
dez/10	7,00	7,30	6,50	7,40	6,40	6,70
jan/11	6,60	6,95	6,40	7,20	6,30	6,85
fev/11	6,20	6,60	6,30	7,00	6,20	7,00
mar/11	6,50	6,85	6,05	7,15	6,20	6,70
abr/11	6,80	7,10	5,80	7,30	6,20	6,40
mai/11	6,80	7,15	5,95	7,25	6,30	6,35
jun/11	6,80	7,20	6,10	7,20	6,40	6,30
jul/11	6,60	6,90	6,10	7,10	6,25	6,75
ago/11	6,40	6,60	6,10	7,00	6,10	7,20
set/11	6,40	6,55	5,95	6,90	5,95	7,10
out/11	6,40	6,50	5,80	6,80	5,80	7,00
nov/11	6,69	7,09	6,31	7,12	6,28	6,76
dez/11	6,69	7,09	6,31	7,12	6,28	6,76

Anexo 11 – Cloreto nos anos de 1996, 2000, 2003 e 2005.

Meses	Cloreto (mg.L ⁻¹)					
	Brejinho	Fumal	Corguinho	Pipiripau	Mestre D' Armas	Quinze
jan/96	0,51	0,30	0,61	0,61	0,66	0,61
fev/96	0,61	0,62	0,51	0,66	0,76	0,51
mar/96	0,61	0,59	0,51	0,91	0,45	0,61
abr/96	0,70	0,63	0,59	0,59	0,91	0,59
mai/96	0,54	0,54	0,59	0,70	0,65	0,70
jun/96	0,54	0,59	0,59	0,43	0,86	0,49
jul/96	0,49	0,57	0,43	0,70	0,43	0,59
ago/96	0,43	0,59	0,49	0,70	0,86	0,54
set/96	0,61	0,56	0,87	0,82	0,66	0,61
out/96	0,77	0,73	0,66	1,58	0,82	0,76
nov/96	0,64	0,57	0,72	0,71	0,61	0,56
dez/96	0,77	0,61	0,77	0,84	1,02	0,69
jan/00	0,90	0,80	0,85	0,90	0,95	0,80
fev/00	0,72	0,77	0,73	0,72	1,07	0,93
mar/00	0,33	0,30	0,40	0,33	0,60	0,50
abr/00	0,05	0,05	0,10	0,05	0,25	0,15
mai/00	0,45	0,50	0,60	0,45	0,80	0,55
jun/00	1,25	0,55	0,45	1,25	0,55	0,60
jul/00	0,80	0,85	0,75	0,80	1,20	1,10
ago/00	0,95	0,85	0,70	0,95	0,90	0,80
set/00	0,50	0,50	0,35	0,50	0,55	0,40
out/00	0,70	0,55	0,85	0,70	0,85	0,65
nov/00	0,50	0,70	0,50	0,50	0,80	0,45
dez/00	0,70	0,75	0,60	0,70	0,70	0,75
jan/03	0,65	0,60	0,50	0,80	0,68	0,85
fev/03	0,72	0,62	0,40	1,02	0,65	1,07
mar/03	0,79	0,64	0,43	1,23	0,72	1,28
abr/03	0,69	0,62	0,45	1,11	0,79	1,01
mai/03	0,59	0,59	0,64	0,99	1,10	0,74
jun/03	0,72	0,67	0,82	0,97	1,40	0,87
jul/03	0,85	0,75	0,66	0,95	1,25	1,00
ago/03	0,78	0,80	0,50	0,95	1,10	0,90
set/03	0,70	0,85	0,53	0,95	0,98	0,80
out/03	0,73	0,85	0,55	1,10	0,85	0,90
nov/03	0,75	0,85	0,46	1,25	1,06	1,00
dez/03	0,56	0,85	0,36	1,01	1,27	0,78
jan/05	0,36	0,56	0,63	0,76	1,29	0,56
fev/05	0,41	0,46	0,90	0,74	1,30	0,51
mar/05	0,46	0,36	0,61	0,71	0,98	0,46
abr/05	0,63	0,36	0,31	0,74	0,66	0,44
mai/05	0,63	0,36	0,34	0,76	0,71	0,41
jun/05	0,63	0,36	0,36	0,64	0,85	0,39
jul/05	0,31	0,36	0,49	0,51	0,85	0,36
ago/05	0,31	0,48	0,80	0,71	1,10	0,53
set/05	0,31	0,60	0,71	0,90	0,99	0,70
out/05	0,56	0,70	0,61	0,85	0,87	0,65
nov/05	0,80	0,80	0,48	0,80	0,93	0,60
dez/05	0,51	0,50	0,35	0,73	0,99	0,53

Anexo 12 – Cloreto nos anos de 2010 e 2011.

Meses	Cloreto (mg.L ⁻¹)					
	Brejinho	Fumal	Corguinho	Pipiripau	Mestre D' Armas	Quinze
jan/10	0,51	0,50	0,43	0,74	0,74	0,53
fev/10	0,06	0,11	0,09	0,37	0,49	0,08
mar/10	0,05	0,10	0,07	0,34	0,41	0,08
abr/10	0,05	0,09	0,06	0,30	0,33	0,08
mai/10	0,79	0,42	0,09	1,13	0,71	0,25
jun/10	1,52	0,76	0,11	1,96	1,08	0,41
jul/10	0,78	0,45	0,08	1,07	0,64	0,23
ago/10	0,04	0,14	0,06	0,19	0,20	0,05
set/10	0,09	0,19	0,10	0,41	0,36	0,11
out/10	0,15	0,24	0,15	0,63	0,51	0,18
nov/10	0,15	0,27	0,17	0,53	0,53	0,19
dez/10	0,15	0,29	0,19	0,44	0,55	0,21
jan/11	0,15	0,25	0,17	0,46	0,52	0,20
fev/11	0,15	0,21	0,15	0,49	0,49	0,19
mar/11	0,15	0,20	0,14	0,49	0,45	0,19
abr/11	0,16	0,20	0,14	0,49	0,40	0,19
mai/11	0,15	0,23	0,14	0,45	0,35	0,19
jun/11	0,14	0,25	0,14	0,41	0,29	0,18
jul/11	0,32	0,38	0,18	0,57	0,28	0,36
ago/11	0,51	0,50	0,21	0,73	0,26	0,53
set/11	0,31	0,36	0,17	0,59	0,40	0,37
out/11	0,12	0,21	0,12	0,46	0,55	0,20
nov/11	0,51	0,50	0,43	0,74	0,74	0,53
dez/11	0,51	0,50	0,43	0,74	0,74	0,53

Anexo 13 – Coliformes fecais nos anos de 1996, 2000, 2003 e 2005.

Meses	Coliformes Fecais (NMP.100mL ⁻¹)					
	Brejinho	Fumal	Corguinho	Pipiripau	Mestre D' Armas	Quinze
jan/96	9,00	1300,00	8,00	1300,00	1400,00	220,00
fev/96	14,00	370,00	26,00	2200,00	340,00	1700,00
mar/96	500,00	1423,33	33,00	500,00	900,00	33,00
abr/96	500,00	837,78	0,00	300,00	1600,00	170,00
mai/96	21,00	824,29	23,00	500,00	5000,00	900,00
jun/96	40,00	456,67	8,00	1600,00	2400,00	1700,00
jul/96	900,00	710,00	2,00	140,00	900,00	300,00
ago/96	300,00	1666,67	130,00	500,00	2400,00	1100,00
set/96	240,00	426,67	0,00	300,00	900,00	500,00
out/96	1600,00	1100,00	13,00	5000,00	240,00	1100,00
nov/96	287,50	2300,00	177,25	1700,00	1700,00	900,00
dez/96	258,75	1250,00	130,00	260,00	2400,00	950,00
jan/00	230,00	300,00	17,00	9000,00	9000,00	5000,00
fev/00	236,67	343,33	171,00	800,00	1433,33	290,00
mar/00	290,00	205,00	30,00	885,00	500,00	80,00
abr/00	240,00	230,00	80,00	500,00	500,00	300,00
mai/00	300,00	700,00	17,00	1600,00	1100,00	500,00
jun/00	900,00	500,00	7,00	1600,00	700,00	280,00
jul/00	80,00	500,00	8,00	3000,00	500,00	500,00
ago/00	300,00	500,00	4,00	240,00	500,00	800,00
set/00	500,00	500,00	30,00	23,00	2400,00	5000,00
out/00	220,00	300,00	4,00	500,00	500,00	700,00
nov/00	220,00	1100,00	2400,00	5000,00	1300,00	5000,00
dez/00	230,00	700,00	30,00	16000,00	1300,00	2200,00
jan/03	926,30	653,02	124,89	1837,28	1433,47	1029,17
fev/03	926,30	653,02	124,89	1837,28	1433,47	1029,17
mar/03	13000,00	60,00	124,89	3000,00	1433,47	500,00
abr/03	6558,90	133,15	12,20	1789,70	727,00	300,70
mai/03	117,80	206,30	178,50	579,40	459,40	101,40
jun/03	725,34	239,30	344,80	483,35	191,80	268,30
jul/03	1332,87	272,30	172,90	387,30	340,10	435,20
ago/03	736,24	353,75	1,00	282,90	488,40	491,35
set/03	139,60	435,20	6,50	178,50	734,40	547,50
out/03	394,20	653,02	12,00	219,90	980,40	547,50
nov/03	648,80	653,02	19,10	261,30	1483,34	547,50
dez/03	926,30	653,02	26,20	1837,28	1986,28	1029,17
jan/05	926,30	653,02	124,89	1203,30	1433,47	290,20
fev/05	926,30	653,02	124,89	1837,28	198,90	1029,17
mar/05	926,30	653,02	124,89	900,00	1433,47	500,00
abr/05	926,30	653,02	124,89	1837,28	1433,47	1029,17
mai/05	110,00	653,02	124,89	1837,28	1433,47	1029,17
jun/05	926,30	653,02	124,89	1837,28	1433,47	1029,17
jul/05	240,00	653,02	124,89	1837,28	1433,47	1029,17
ago/05	237,95	886,46	117,15	1064,09	1202,10	947,79
set/05	235,90	1119,90	84,18	290,90	859,65	866,40
out/05	503,00	1266,75	51,20	469,85	517,20	578,65
nov/05	770,10	1413,60	31,00	648,80	452,25	290,90
dez/05	740,17	554,08	10,80	1313,72	387,30	844,77

Anexo 14 – Coliformes fecais nos anos de 2010 e 2011.

Meses	Coliformes Fecais (NMP.100mL ⁻¹)					
	Brejinho	Fumal	Corguinho	Pipiripau	Mestre D' Armas	Quinze
jan/10	740,17	554,08	117,64	1313,72	1207,14	844,77
fev/10	1299,70	235,90	307,60	275,50	816,40	461,10
mar/10	686,00	185,65	161,10	343,05	751,55	413,25
abr/10	72,30	135,40	14,60	410,60	686,70	365,40
mai/10	52,30	84,35	10,45	350,75	633,05	355,10
jun/10	32,30	33,30	6,30	290,90	579,40	344,80
jul/10	65,50	34,15	21,80	299,25	653,20	328,90
ago/10	98,70	35,00	37,30	307,60	727,00	313,00
set/10	92,60	180,25	86,35	412,40	1573,30	1366,30
out/10	86,50	325,50	135,40	517,20	2419,60	2419,60
nov/10	367,65	316,55	109,50	565,15	1382,20	1366,30
dez/10	648,80	307,60	83,60	613,10	344,80	313,00
jan/11	422,20	246,30	315,55	613,10	879,20	589,70
fev/11	195,60	185,00	547,50	613,10	1413,60	866,40
mar/11	170,30	168,95	292,20	511,85	937,35	485,70
abr/11	145,00	152,90	36,90	410,60	461,10	105,00
mai/11	722,35	270,10	23,85	529,70	594,05	150,30
jun/11	1299,70	387,30	10,80	648,80	727,00	195,60
jul/11	867,45	294,35	6,95	518,05	594,05	270,20
ago/11	435,20	201,40	3,10	387,30	461,10	344,80
set/11	476,20	444,05	81,40	398,95	1097,00	355,10
out/11	517,20	686,70	159,70	410,60	1732,90	365,40
nov/11	740,17	554,08	117,64	1313,72	1207,14	844,77
dez/11	740,17	554,08	117,64	1313,72	1207,14	844,77

Anexo 15 – IQA nos anos de 1996,2000,2003 e 2005.

Meses	IQA					
	Brejinho	Fumal	Corguinho	Pipiripau	Mestre D' Armas	Quinze
jan/96	84	79	86	69	70	81
fev/96	82	81	86	66	72	75
mar/96	82	74	81	63	70	75
abr/96	82	80	85	72	67	80
mai/96	84	80	86	75	77	77
jun/96	83	81	79	77	74	77
jul/96	83	81	85	81	77	83
ago/96	83	78	82	76	67	73
set/96	78	75	89	73	70	76
out/96	76	74	81	24	69	74
nov/96	79	76	81	63	65	73
dez/96	81	75	85	70	64	75
jan/00	74	61	79	48	57	62
fev/00	79	71	83	64	56	69
mar/00	78	75	83	67	70	72
abr/00	82	82	79	72	72	74
mai/00	80	78	82	74	77	76
jun/00	76	82	84	78	74	76
jul/00	83	76	86	70	74	78
ago/00	76	75	87	76	78	80
set/00	83	78	83	80	77	77
out/00	84	81	86	76	71	80
nov/00	78	76	75	58	37	70
dez/00	77	74	86	22	64	63
jan/03	77	75	80	68	65	71
fev/03	77	76	83	61	67	70
mar/03	77	77	83	54	65	68
abr/03	78	78	83	62	65	71
mai/03	79	78	80	62	65	75
jun/03	78	76	78	62	64	75
jul/03	78	74	80	76	67	75
ago/03	78	75	83	70	70	75
set/03	78	77	82	64	69	76
out/03	80	77	81	63	67	74
nov/03	82	77	79	61	63	72
dez/03	78	77	78	64	58	70
jan/05	77	75	77	66	63	74
fev/05	78	75	76	63	66	73
mar/05	79	74	80	60	69	71
abr/05	82	76	84	64	72	73
mai/05	85	78	84	68	74	74
jun/05	84	81	83	71	73	75
jul/05	83	83	84	74	72	75
ago/05	82	80	84	73	70	75
set/05	81	77	83	71	67	74
out/05	79	76	82	70	62	75
nov/05	77	75	79	68	56	75
dez/05	79	77	76	66	68	74

Anexo 16 – IQA nos anos de 2010 e 2011.

Meses	IQA					
	Brejinho	Fumal	Corguinho	Pipiripau	Mestre D' Armas	Quinze
jan/10	79	77	82	66	68	74
fev/10	79	76	82	67	64	76
mar/10	77	75	81	61	67	76
abr/10	75	74	80	54	70	75
mai/10	75	76	81	59	68	76
jun/10	74	77	82	63	66	76
jul/10	77	78	83	69	71	77
ago/10	79	79	83	75	75	77
set/10	79	79	81	71	73	76
out/10	79	78	79	66	71	75
nov/10	79	78	78	62	67	74
dez/10	78	77	77	58	63	73
jan/11	78	77	77	63	65	74
fev/11	78	77	77	68	66	75
mar/11	81	78	80	70	68	75
abr/11	83	78	82	71	69	74
mai/11	81	78	81	70	72	75
jun/11	78	78	79	69	74	75
jul/11	78	78	82	62	75	75
ago/11	78	78	84	54	75	74
set/11	79	79	81	64	74	76
out/11	79	79	78	73	72	77
nov/11	79	77	82	66	68	74
dez/11	79	77	82	66	68	74