



**UNIVERSIDADE CATÓLICA DE BRASÍLIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO *STRICTO SENSU* EM
PLANEJAMENTO E GESTÃO AMBIENTAL**

**A INFLUÊNCIA DO USO, DA OCUPAÇÃO E DA CONSERVAÇÃO DO
SOLO NA QUALIDADE DA ÁGUA DE ABASTECIMENTO: O CASO DA
BACIA HIDROGRÁFICA DO LAGO DESCOBERTO**

MOZART JUNIOR BRITO MACEDO

**Brasília
2004**

MOZART JUNIOR BRITO MACEDO

**A INFLUÊNCIA DO USO, DA OCUPAÇÃO E DA CONSERVAÇÃO DO
SOLO NA QUALIDADE DA ÁGUA DE ABASTECIMENTO:
O CASO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO LAGO DESCOBERTO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu em Planejamento e Gestão Ambiental da Universidade Católica de Brasília, como requisito parcial para obtenção do Título de Mestre em Planejamento e Gestão Ambiental.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Lucijane Monteiro de Abreu

Brasília

2004

UNIVERSIDADE CATÓLICA DE BRASÍLIA

Mozart Junior Brito Macedo

A INFLUÊNCIA DO USO, DA OCUPAÇÃO E DA CONSERVAÇÃO DO SOLO NA QUALIDADE DA ÁGUA DE ABASTECIMENTO: O CASO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO LAGO DESCOBERTO

Dissertação aprovada em _____ para a obtenção do título de Mestre em Planejamento e Gestão Ambiental.

Área de concentração: Planejamento e Gestão Ambiental.

Banca Examinadora:

Prof^a Dr^a Lucijane Monteiro de Abreu
Orientadora

Prof Dr Divino Eterno Teixeira
Examinador Externo

Prof Dr Edilson de Souza Bias
Examinador Interno

AGRADECIMENTOS

Agradecer a Deus acima de tudo e às pessoas que de alguma forma contribuíram para o sucesso deste trabalho, é uma obrigação honrosa e uma forma singela de homenageá-las; portanto agradeço à D. Mírian Pelles Ervilha e D. Francisca Rocha Alcântara, pois sem este apoio o mestrado não teria sido viabilizado. Agradeço também à minha mãe Joana Brito Alves, que é o esteio da família e um exemplo de mulher dedicada ao trabalho docente e à família.

À equipe técnica do mestrado, Lorena Lopes Silva Aragão, Ení Rodrigues, Rômulo Ribeiro e aos Professores Doutores Antônio José Andrade Rocha, Laércio Leonel Leite, Gustavo Macedo Melo Baptista, Edílson de Souza Bias, e Lucijane Monteiro de Abreu, merecem os meus sinceros agradecimentos.

Agradeço também à CAESB em nome de seu Presidente Fernando Rodrigues Ferreira Leite pelo apoio financeiro e agradeço à equipe técnica, os nobres colegas da CAESB, pela colaboração e suporte técnico o qual viabilizou e enriqueceu o trabalho.

Um agradecimento especial à Equipe COMPARQUES, onde o nós prevalece em todas as atividades, somando forças, multiplicando talentos e dividindo resultados, graças aos talentos do professor Ênio Dutra Fernandes da Silva, do professor Álvaro Sergio Pinto e Raimundo José Correa de Araújo (in memória). Obrigado pelo apoio e amizade.

Os laços de amizade criados durante o curso são pérolas que serão cultivadas para sempre com carinho, e agradeço a estes amigos, Manoel Lima Feitosa, Weranice Mendes Batista Brasil e Carlos Eduardo Borges, do curso de

mestrado, e Paula Cristina Barbosa de Matos Mundim do CIL-Gama, pelo apreço e valiosa contribuição.

À minha família e minha noiva Jaqueline Santos Dias, pelo incentivo e apoio em todos os momentos.

À professora Dr.^a Lucijane Monteiro de Abreu pela paciência e orientação do trabalho.

SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS	iv
LISTA DE FIGURAS	vii
LISTA DE TABELAS	ix
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS	x
RESUMO	xii
ABSTRACT	xiv
INTRODUÇÃO	16
CAPÍTULO 1 - USO E OCUPAÇÃO DO SOLO.....	22
1.1 - Cobertura vegetal e uso do solo no Distrito Federal	22
1.2 - Caracterização Geomorfológica do Distrito Federal.....	28
1.3 - Vocação Hidrogeológica do Distrito Federal.....	30
1.3.1 - Caracterização dos aquíferos.....	31
1.3.2 - Solos do Distrito Federal.....	32
1.3.3- Processos Erosivos	41
CAPÍTULO 2- LEGISLAÇÃO AMBIENTAL E DEGRADAÇÃO.....	53
2.1- Urbanização e Ordenamento Territorial.....	53
2.2 - Aspectos Legais	59
2.3 - Urbanização e Ordenamento Territorial.....	61
CAPÍTULO 3 - ASPECTOS METODOLÓGICOS.....	92
3.1 - Descrição da Área de Estudo	103
3.2 - Definição de Pesos	103
CAPÍTULO 4- RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	106
4.1 - Caracterização da área de estudo	106
4.2- Geração dos Mapas	119
4.3 - População Agrícola	151
CONCLUSÃO.....	160
BIBLIOGRAFIA	165
ANEXO	172

LISTA DE FIGURAS

Figura 01 - Uso de adubo orgânico às margens do córrego chapadinha na bacia do Lago Descoberto	63
Figura 02 - Cascalheira desativada e não recuperada na bacia do Lago Descoberto.....	63
Figura 03 - Parcelamento irregular do solo para fins urbanos na bacia do Lago Descoberto	64
Figura 04 - Deposição de lixo na bacia hidrográfica do rio das Pedras na bacia do Lago Descoberto	65
Figura 05 - Deposição de lixo nas proximidades do INCRA 8 na bacia do Lago Descoberto	65
Figura 06 - Assoreamento na foz do Ribeirão Rodeador. na bacia do Lago Descoberto	66
Figura 07 - Usina hidrelétrica Corumbá IV em construção na bacia do Lago Descoberto	69
Figura 08 - Adensamento urbano na bacia do Lago Descoberto	74
Figura 09 - Preparo do solo com grade aradora pesada na bacia do Lago Descoberto...	96
Figura 10 - Localização da área de estudo na bacia do Lago Descoberto.....	106
Figura 11 - Produção de hortaliças na bacia do Lago Descoberto.....	107
Figura 12 - Assoreamento provocado pela drenagem urbana do INCRA 8 na bacia do Lago Descoberto	108
Figura 13 - Assoreamento na foz do Rio das Pedras na bacia do Lago Descoberto.....	108
Figura 14 - Voçoroca provocada pela drenagem urbana do INCRA 8 na bacia do Lago Descoberto	111
Figura 15 - Manancial desprovido de mata de galeria na bacia do Lago Descoberto ...	112
Figura 16 - Índices pluviométricos Descoberto.....	116
Figura 17 - Índices pluviométricos Jatobazinho.....	117
Figura 18 - Mapa hidrográfico e da bacia do Lago Descoberto.....	120
Figura 19 - Mapa de declividade da Bacia do Lago Descoberto	122
Figura 20 - Mapa de uso e ocupação do solo da Bacia do Lago Descoberto	123
Figura 21 - Mapa de solos da Bacia do Lago Descoberto	124
Figura 22 - Mapa de susceptibilidade à erosão da Bacia do Lago Descoberto no ano de 1984	126
Figura 23 - Mapa de susceptibilidade à erosão da Bacia do Lago Descoberto no ano de 1994	127
Figura 24 - Mapa de susceptibilidade à erosão da Bacia do Lago Descoberto no ano de 1998	128
Figura 25 - Mapa de susceptibilidade à erosão da Bacia do Lago Descoberto referente ao ano de 2002.....	129
Figura 26 - Mapa de buffer e interferência na área de risco da Bacia do Lago Descoberto	130
Figura 27 - Imagem Landsat TM5 26 de Maio de 1984 do uso e da ocupação do solo da Bacia do Lago Descoberto.....	131
Figura 28 - Imagem Landsat TM5 de 1994 do uso e da ocupação do solo da Bacia do Lago Descoberto	132

Figura 29 - Imagem Landsat ETM+7 em 4 de maio de 2002 do uso e da ocupação do solo da Bacia do Lago Descoberto	133
Figura 30 - Uso do Solo 1984/2002 da bacia do Lago Descoberto.....	134
Figura 31 – IQA Lago Descoberto 9 m.....	137
Figura 32– IQA Lago Descoberto 16 m.....	138
Figura 33 - IQA ETA-RD	139
Figura 34 – Variação Multitemporal de Suscetibilidade à Erosão	139
Figura 35 - Turbidez no ponto A 10 m Lago Descoberto. Fonte: banco de dados CAESB	140
Figura 36 - Turbidez no ponto A 15 m Lago Descoberto. Fonte: banco de dados CAESB	140
Figura 37- Variação cota x volume Lago Descoberto. (Fonte: banco de dados CAESB / MAGNA (2003b))	141
Figura 38 - Consumo de polieletrólito ETA-RD. (Fonte: banco de dados CAESB).....	143
Figura 39 - Voçoroca na área de drenagem do Rio das Pedras na bacia do Lago Descoberto	144
Figura 40 - Número de filtros lavados na ETA-RD. (Fonte: banco de dados CAESB) .	145
Figura 41 - Produção de lodo (t) ETA-RD. (Fonte: banco de dados CAESB).....	146
Figura 42 - Índices pluviométricos na Estação de Jatobazinho na bacia do Lago Descoberto	147
Figura 43 - Consumo de sulfato de alumínio na ETA-RD.....	148
Figura 44 - Consumo de polieletrólito lodo. (Fonte: banco de dados CAESB).....	148
Figura 45 - Turbidez máxima da água bruta ETA-RD. (Fonte: banco de dados CAESB)	149
Figura 46 - Turbidez mínima água bruta ETA-RD. (Fonte: banco de dados CAESB) .	150
Figura 47 - Grau de instrução dos chacareiros em anos de estudo.....	151
Figura 48 Tempo de ocupação das chácaras.....	152
Figura 49 - Área das chácaras ocupadas.....	153
Figura 50 - Culturas desenvolvidas nas propriedades	154
Figura 51 - Grupo de pessoas por chacara.....	155
Figura 52 - Tratos culturais usados no controle de plantas invasoras	157

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Quantificação Multitemporal das áreas de cobertura vegetal e uso do solo no Distrito Federal (ha).....	24
Tabela 2 - Estado de acidez ou alcalinidade dos solos.....	40
Tabela 3 - Variação do IQA em microbacias piloto no Paraná.....	70
Tabela 4 - Atribuição de Pesos. Modificado de Bias (1998).....	103
Tabela 5 - Médias Anuais de Susceptibilidade à erosão 84/02 na bacia do Lago Descoberto.....	124
Tabela 6 - Uso de Práticas de Conservação do Solo pelos chacareiros.....	155

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

APA = Área de Proteção Ambiental

APM = Área de Proteção de Mananciais

Ca = Cálcio

CAESB = Companhia de Saneamento do Distrito Federal

CIL-Gama = Centro Integrado de Línguas do Gama

CNRH = Conselho Nacional de Recursos Hídricos

CO₂ = Dióxido de Carbono

CODEPLAN = Companhia de Desenvolvimento e Planejamento do Distrito Federal

DBO = Demanda Bioquímica de Oxigênio

DF = Distrito Federal

DQO = Demanda Química de Oxigênio

EMATER-DF= Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Distrito Federal

EMBRAPA = Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

ETA = Estação de Tratamento de Água

ETA-RD = Estação de Tratamento de Água Rio Descoberto

hm³ = Hectômetro cúbico

IAPAR = Instituto Agrônômico do Paraná

IBAMA – Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis

INCRA-8- Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (assentamento urbano na gleba 8 da APA do Rio Descoberto)

IQA = Índice de Qualidade de Água

m³ = Metro cúbico

OD = Oxigênio Dissolvido

PDOT = Plano Diretor de Ordenamento Territorial do Distrito Federal

pH = Potencial Hidrogeniônico

PICAG = Projeto Integrado de Colonização Alexandre Gusmão

PNRH = Política Nacional de Recursos Hídricos

SEMA = Secretaria de Meio Ambiente

SICAD = Sistema Cartográfico do Distrito Federal

SIG = Sistema de Informações Geográficas

SNGRH = Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos

SNLS = Sistema Nacional de Levantamento de Solos

UCB = Universidade Católica de Brasília

UT = Unidade de Turbidez

UTS = Unidade de Tratamento Simplificado

RESUMO

O estudo objetiva demonstrar a relação direta do uso, ocupação e manejo inadequado do solo com a degradação da qualidade da água e do assoreamento do reservatório mais importante para o abastecimento público do Distrito Federal, que é o Lago Descoberto. O uso intensivo do solo no cultivo de hortifrutigranjeiros, provocou nesta bacia hidrográfica um processo erosivo acelerado, em decorrência da deterioração das propriedades físicas do solo, favorecendo o escoamento superficial e tornando o solo susceptível à erosão. O assoreamento acumulado nos últimos 30 anos provocou reduções de 15,7% do espelho d'água e 16,43% no volume do reservatório. O parcelamento irregular das áreas, tem contribuído para o adensamento populacional e também acelerado o processo erosivo. Para o estudo o desenvolveu-se vários métodos e procedimentos, tais como a pesquisa bibliográfica e documental, aplicação de questionários e elaboração dos mapas de susceptibilidade à erosão. Os resultados da análise dos mapas de risco de erosão demonstraram que as áreas de susceptibilidade média, alta e muito alta, totalizam 89,91% da área da bacia hidrográfica, e através da análise multitemporal observa-se uma redução significativa nas áreas de baixa susceptibilidade com o conseqüente aumento das áreas de alto risco de erosão. Tais resultados se mostram de alta relevância e nos leva a sugerir um plano de manejo e conservação do solo para esta bacia hidrográfica de vital importância para o desenvolvimento econômico e social de Brasília.

Palavras chaves: assoreamento; erosão acelerada; manejo do solo; conservação do solo; bacia hidrográfica; recursos hídricos; abastecimento público; sustentabilidade; uso e ocupação do solo.

ABSTRACT

The objective of this study was to demonstrate the direct relation of the use, occupation and inadequate handling of the soil with the degradation of the quality of water and the silting up of the most important reservoir for the public supplying of the Federal District, that is the Lago Descoberto. The intensive use of the soil in the cultivation of vegetables, fruits, and in the raise of animals, provoked in this hydrographic basin a speed up of the erosive process, in result of the deterioration of the physical properties of the soil, favoring the superficial draining and making the soil susceptible to erosion. The silting up accumulated in the last 30 years provoked reductions of 15,7% in the water mirror a reduction of 16.43% in the of the reservoir's volume. The irregular parcel of the areas, has contributed for the population thickness and also to the speed up of the erosive process. For the study one developed some methods and procedures, such as documentaring of the bibliographical research and, application of questionnaires and elaboration of the maps of the erosion risk. The results of the analysis of the maps of erosion risk had demonstrated that the areas of average, high and very high erosion risk, totalize 89.91% of the area of the hydrographic basin, and through the multiweather analysis a significant reduction in the areas of low erosion risk with the consequent increase of the areas of high risk of erosion is observed. Such results are shown of high relevance and it takes to suggest them a plan of handling and conservation of the soil for this hydrographic basin of vital importance for the economic and social development of Brasilia.

Words keys: silting up; speed up erosion; handling of the soil; conservation of the soil; hydrographic basin; hydrics resources; public supplying; sustainability; use and occupation of the soil.

INTRODUÇÃO

A área elegida para a implantação do Distrito Federal, foi escolhida entre sonhos, profecias e trabalhos técnicos, em consonância com fatores políticos, econômicos e sociais. Brasília, na sua concepção original, previa uma organização que inclusive limitava a população, pois destinava-se a ser uma cidade administrativa, moderna e de porte médio, circundada por um cinturão verde, como medida preventiva a problemas ambientais. Os serviços básicos foram projetados e implantados dentro dessa concepção. Transcorridos 44 anos, o Distrito Federal apresenta um grau de desenvolvimento e expansão descriteriosa da mancha urbana que veio contrastar com os propósitos de sua criação, desviando-se do plano original. A população de 500.000 habitantes prevista inicialmente para o ano 2000, já apresenta um total de 2.043.169, onde cerca de 98% deste total concentra-se na área urbana (SEDUH, 2000).

Como consequência do vertiginoso crescimento demográfico de uma população de elevado poder aquisitivo, desenvolveram-se os setores de produção e prestação de serviços, através da instalação de indústrias de médio e pequeno porte para o atendimento da demanda desta população emergente.

Na área rural, o baixo preço da terra, o relevo apresentando uma topografia com baixa declividade, favorecendo a mecanização, a pesquisa científica da EMBRAPA gerando tecnologia para a correção do solo e adaptação das espécies mais produtivas ao solo ácido e distrófico do cerrado, os incentivos governamentais

com oferta de crédito a juros subsidiados e reembolso a longo prazo, como por exemplo os projetos Polocentro e Polobrasília financiados pelo Banco do Brasil e Banco de Brasília respectivamente, foram bons atrativos para o desenvolvimento agropecuário. Diante deste contexto, o Distrito Federal transformou-se em pólo desenvolvimentista, atraindo investidores e principalmente uma grande massa de trabalhadores, sobretudo das regiões mais carentes do país.

A ocupação e o desenvolvimento da região estavam assim montadas, evoluindo para uma defasagem nos serviços básicos, principalmente abastecimento de água, esgotos energia elétrica, além de gerar graves problemas sociais e ambientais.

O desenvolvimento de Brasília e entorno está condicionado cada vez mais às disponibilidades dos recursos naturais, particularmente da água. O rápido adensamento populacional desta região vem contribuindo para o acirramento das disputas dos recursos hídricos remanescentes.

Nos tempos atuais, a água vem sendo considerada como um bem de grande valor. No país como um todo, mais especificamente no caso do Distrito Federal, a disponibilidade de recursos hídricos vem diminuindo, em função do aumento da demanda, causada pelo crescimento demográfico e pelo desenvolvimento econômico, e da redução da oferta, propiciada por fatores de degradação ambiental como, por exemplo, o uso desordenado do solo. (CARVALHO & SOARES JUNIOR, 1999).

A conservação do solo conjugada com o manejo adequado e ao uso racional de agroquímicos, tornam o solo sadio, livre de poluentes, e em um solo sadio, processos físicos, químicos e biológicos passam a ser controlados pelas plantas, em uma simbiose perfeita. O movimento de elementos básicos como o cálcio,

magnésio, fósforo e potássio passam a ser conseqüência do processo de decomposição dos restos culturais ou, biologicamente falando, da escolha das culturas em rotação. O solo passa a ser um filtro natural para a água, tamponando os possíveis poluentes, sejam nitratos, inseticidas ou herbicidas, conduzindo água limpa para os mananciais. Assim o solo, de qualidade e sadio, é o ambiente propício onde plantas buscam sustentação para o seu desenvolvimento, onde organismos vivem e em equilíbrio e onde ocorre a acumulação de CO₂, mitigando os riscos do aquecimento global pelo efeito estufa e a destruição da camada de ozônio.

O desafio social é implementar propostas de gestão local de uso e manejo adequado do solo que resultem na melhoria e manutenção da qualidade e da quantidade dos recursos hídricos adotando as bacias hidrográficas como unidade de planejamento.

A manutenção da regularidade do regime hídrico nas bacias hidrográficas requer a aplicação de práticas conservacionistas que possibilitem o manejo eficiente do complexo solo-água-planta. Para isso, é necessário um planejamento integrado de uso e manejo adequado dos recursos naturais, a fim de que a questão ambiental seja a variável determinante no processo de desenvolvimento, e que possa ser implementada de forma eficiente e democrática, para se alcançar a sustentabilidade.

Os caminhos da sustentabilidade ambiental passam necessariamente pela pesquisa científica e pela educação ambiental, sendo que neste primeiro caminho, a EMBRAPA em seus 30 anos tem tido um papel de destaque no sucesso do agronegócio brasileiro.

Segundo EMBRAPA (2002), o agronegócio é o único setor que apresentou saldo positivo no balanço de pagamentos, US\$ 19 bilhões, no ano

de 2001. Além disso, agricultura e pecuária mais dinâmicas significam melhoria da qualidade de vida no interior do país.

O uso da tecnologia permitiu esse avanço, diz o presidente da EMBRAPA, Alberto Portugal. Foi com técnica que o Brasil pôde incorporar o cerrado às terras produtivas, um feito que projetou a pesquisa agropecuária brasileira no exterior. Era um solo pobre, sem valor, e tornou-se um dos maiores celeiros do mundo. Hoje os americanos preocupam-se com a alta produtividade do plantio de soja nessa região. E tudo isso foi conseguido com sustentabilidade ambiental, afirma.

O plantio no cerrado é feito com uma técnica conhecida como Sistema Plantio Direto, uma forma de manejo conservacionista. A terra não é revolvida e o solo permanece sempre recoberto por restos da colheita e vegetação rasteira. O cultivo das diferentes espécies é feito numa seqüência organizada. Essa técnica tem várias outras vantagens, além do aumento de produtividade. Ela preserva o solo da erosão, e assim contribui para diminuir o assoreamento dos cursos d'água e as enchentes. Também preserva os mananciais de água e, entre outros impactos de ordem econômica, reduz o custo da produção e diminui a incidência de pragas e doenças. No Brasil já são 14 milhões de hectares utilizando o Plantio Direto (EMBRAPA, 2002).

A área do Distrito Federal é constituída de, aproximadamente, 57% de terras altas que se apresentam como dispersoras das drenagens que fluem para as três bacias fluviais mais importantes do Brasil, a saber: Bacia do Paraná, Bacia do São Francisco, e Bacia Araguaia/Tocantins. Sua rede de drenagem é constituída por rios de cabeceira, portanto de baixas vazões. Em seu território, situam-se sete Bacias Hidrográficas, a saber: Rio São

Bartolomeu, Descoberto, Alagado, Paranoá e São Marcos, pertencentes à Região Hidrográfica do Paraná, com área de 3.689 km²; Bacia do Rio Preto, pertencente à Região Hidrográfica do São Francisco, com área de 1.344 km²; e do Rio Maranhão, pertencente à Região Hidrográfica do Tocantins/Araguaia, com área de 750 km² (NOVAES PINTO, 1993).

Sua localização é estratégica em relação ao potencial hídrico, porém esta importância estratégica tem suas restrições, sendo que os rios que banham o Distrito Federal têm suas nascentes localizadas em seu território, como consequência apresentam águas de boa qualidade (primeiro uso), porém de baixo volume (vazão reduzida), o que é um fator restritivo ao desenvolvimento de Brasília e seu entorno.

Quaisquer atividades antrópicas ocorridas na bacia hidrográfica interferem no ciclo hidrológico, não importando o grau de utilização e dependência direta ou indireta da água. Dessa forma, será possível controlar e fiscalizar o uso e a ocupação do solo na bacia hidrográfica, permitindo o planejamento integrado e a utilização racional dos recursos naturais e coibindo os efeitos deletérios do desenvolvimento desordenado.

O presente estudo propõe como área de estudo a bacia hidrográfica do Lago Descoberto, em função de sua relevância, por apresentar conflitos de uso mais complexos que as outras bacias de captação de água para abastecimento, em função do adensamento populacional, do uso desordenado do solo e manejo inadequado do solo pelos agricultores.

A linha de pesquisa escolhida é a de recursos hídricos, uso ocupação e conservação do solo e sua influência na qualidade da água do Lago Descoberto.

O estudo da influencia do uso, ocupação e conservação do solo na qualidade da água para abastecimento do Lago Descoberto estruturou-se em 5 (cinco)

capítulos. Nos dois primeiros capítulos procurou-se abordar a questão do uso e ocupação do solo versus a qualidade da água, a caracterização e análise histórica da área de estudo, e estudo acerca da legislação ambiental pertinente à área de estudo. Nos capítulos 3 e 4 são apresentados os instrumentos metodológicos -: questionários e entrevistas, e modelagem cartográfica em ambiente de SIG.- os resultados e discussões de dados da qualidade da água do reservatório e dos mapas temáticos de susceptibilidade a erosão *versus* uso do solo e qualidade da água.

CAPÍTULO 1 - USO E OCUPAÇÃO DO SOLO

1.1 - Cobertura vegetal e uso do solo no Distrito Federal

Grandes projetos voltados para a identificação de focos de degradação ambiental, com objetivo de mitigar os impactos negativos gerados por ações antrópicas ressaltam cada vez mais a influência do uso e ocupação do solo na qualidade da água.

O manejo adequado das bacias hidrográficas cada vez mais é compreendido como uma iniciativa indispensável tanto para a preservação ambiental como para a garantia da qualidade de vida da população e a continuidade da exploração econômica, principalmente no meio rural. [...] A utilização desordenada dos recursos naturais nos meios rural e urbano é hoje uma das questões mais sérias e urgentes em todo o mundo, provocando não apenas degradação ambiental e perda de qualidade de vida como a diminuição da produção e produtividade no campo, com reflexos econômicos preocupantes. A Secretaria de Agricultura do Distrito Federal está desenvolvendo projetos, voltados para a identificação dos focos de degradação ambiental, citados abaixo, através de parcerias com as demais Secretarias, órgãos e entidades ligados à questão. O objetivo é evitar o agravamento dessas condições e promover a melhoria das condições de aproveitamento da água e do solo pelos empreendimentos agropecuários do Distrito Federal.

O Programa de Bacias Hidrográficas, criou incentivos para os produtores realizarem o correto manejo das bacias hidrográficas, e foi dividido em três projetos que visam o desenvolvimento econômico de forma racional e harmônica com os recursos naturais disponíveis, a saber: Projeto Diagnóstico Rural das Bacias

Hidrográficas - Tem como ações principais sistematizar e tomar disponíveis informações agroclimatológicas, sócio econômico, de uso e manejo e fisiográficas das bacias hidrográficas, para aproveitamento dos recursos naturais e monitorar os respectivos impactos ambientais; Projeto Educação para o Meio Ambiente, desenvolve ações educativas para conscientizar a população rural da co-responsabilidade na conservação dos recursos naturais, divulgar a legislação ambiental, e orientações sobre o descarte de embalagens de agrotóxicos e resíduos agroindustriais; Projeto Conservação e Manejo do Solo e da água, visa apoiar de forma intensiva a execução de praticas voltadas ao manejo e conservação do solo e da água tais como: **terraceamento, plantio direto, preservação de matas ciliares, dentre outras** (EMATER-DF, 2003). (grifo nosso).

A ocupação humana no Planalto Central é antiga, tendo início no século XVIII por tribos indígenas, e de forma lenta. Com a implantação de Brasília o processo de ocupação se torna acelerado, com grande modificação na paisagem natural do Brasil central.

O bioma do cerrado abrange 200 milhões de hectares compreendendo uma larga variedade de fisionomias savânicas que dominam a paisagem do Brasil central. Matas de galeria se desenvolvem ao longo de rios e córregos, matas secas medram sobre solos mais ricos, bem como vegetação de transição nas bordas com outros biomas. Sua flora é rica, com mais de 6.000 espécies de plantas vasculares com um grande número de espécies endêmicas.

A ocupação humana por tribos indígenas é antiga, mas a colonização ocorreu a partir do século XVIII com mineração, criação de gado e agricultura de subsistência substituindo o extrativismo.

A capital federal, Brasília, foi planejada no centro do país com o propósito estratégico de promover o desenvolvimento do interior. Prédios governamentais e

grande parte dos serviços urbanos foram construídos ainda nos anos 60. A cidade está se expandindo rapidamente sobre os seus 5.814km² do Distrito Federal.

O intenso fluxo migratório e o crescimento da agricultura tem colocado pressão sobre o ambiente e ameaçam desFigurar o planejamento original da cidade, considerado patrimônio da humanidade pela UNESCO. A agricultura mecanizada em larga escala tem substituído a paisagem natural no Brasil central, especialmente a partir da década de 70. Contudo, não há um sistema planejado de unidades de conservação e seu número é baixo, inferior a 2% da área do bioma.

[...] Através do uso de um Sistema de Informações Geográficas (SIG), foram realizados cruzamentos entre os mapas no formato digital, onde as possíveis incongruências foram detectadas e editadas, possibilitando a avaliação das transformações territoriais.

Os resultados obtidos indicam que a formação da paisagem no Distrito Federal está intimamente relacionada aos **intensivos processos de adensamento da malha urbana e ao crescimento da ocupação agrícola**, principais responsáveis pela redução das áreas naturais de cerrado. O processo de dinamização do crescimento urbano está centrado na área correspondente ao Plano Piloto de Brasília e no eixo formado pelas cidades de Taguatinga, Ceilândia e Samambaia, constituindo exemplos típicos de conglomerados urbanos. (grifo nosso).

A ocupação agrícola começou a ter maior significância durante a década de 80, com a entrada da soja, das culturas irrigadas e outras culturas extensivas, concentrando-se atualmente na porção leste do DF, no corredor formado entre as bacias hidrográficas dos rios Preto e São Bartolomeu. (UNESCO, 2000).

Tabela 1 – Quantificação Multitemporal das áreas de cobertura vegetal e uso do solo no Distrito Federal (ha)

	Quantificação Multitemporal DF (Ano)					
	1954	1964	1973	1984	1994	1998
Mata	109.414	94.533	88.017	73.060	69.416	57.770
Cerrado	220.003	198.694	176.103	105.281	100.541	57.622
Campo	251.609	275.267	254.597	222.187	144.762	130.501
Corpos d'Água	160	4.074	4.749	5.750	5.909	5.369
Área agrícola	93	2.570	35.223	120.954	213.896	269.366
Área Urbana	121	4.625	12.208	21.409	28.134	38.179
Reflorestamento	-	-	-	19.357	11.977	9.236
Solo Exposto	-	1.637	10.503	13.402	6.765	13.357
Total	581.400	581.400	581.400	581.400	581.400	581.400

Fonte: adaptado UNESCO (2000)

A visualização conjunta das observações dos anos estudados evidenciam de forma sintética as mudanças na cobertura vegetal e uso do solo, acontecidas através do tempo no Distrito federal.

O período entre 1973 a 1984 é caracterizado pelo processo de conurbação entre as áreas de Taguatinga e Ceilândia, bem como, Brasília, Guará e Cruzeiro. O desenvolvimento tecnológico na área agrícola, propiciado pelas pesquisas da EMBRAPA, possibilitou o avanço da fronteira agrícola sobre o cerrado, com a utilização intensiva da mecanização e agricultura extensiva. Neste momento se encontram consolidadas pela PROFLOTA, extensas áreas de reflorestamento, especificamente monoculturas de pínus e eucaliptus, que tiveram significativa participação na modificação da paisagem do cerrado.

Neste período, com o aumento da demanda de água, fruto do crescimento populacional, foi construída a barragem do rio Descoberto (1976), que inundou uma vasta área de mata de galeria. No período de 1998, [...] **A ocupação agrícola encontra-se localizada mais notadamente nas proximidades da barragem do Descoberto** e no corredor formado entre as bacias dos rios Preto e São Bartolomeu. (UNESCO, 2000). (grifo nosso).

[...] A dinâmica de formação da paisagem no Distrito Federal está intimamente relacionada aos intensivos processos de adensamento da malha urbana e do crescimento da área agrícola que, em conjunto, podem ser considerados os principais componentes das transformações territoriais e da redução da área ocupada pela vegetação do cerrado.

A avaliação multitemporal da ocupação do solo no DF aponta quatro pólos responsáveis pelo processo de dinamização do crescimento urbano, um de caráter mais centralizador, que corresponde ao Plano Piloto de Brasília, e outro complementar que corresponde ao eixo formado pelas cidades satélites de Taguatinga, Ceilândia, Samambaia e Recanto das Emas, constituindo exemplos típicos de conglomerados urbanos.

Além desses pólos, também é verificada a existência de dois outros centros dinamizadores da ocupação urbana, entretanto, de importância mais secundária, onde podemos destacar as cidades do Gama e Santa Maria, que se encontram inseridas no principal eixo de crescimento urbano proposto pelo Plano Diretor de Ordenamento Territorial do DF (PDOT). Além disso, estão próximas às regiões do entorno, onde cresce rapidamente o parcelamento do solo para fins agrícolas e urbanísticos. Outro centro, formado ao longo da BR – 020, compreende as cidades de Sobradinho e Planaltina, onde existe um grande crescimento das atividades de parcelamento do solo para fins urbanísticos.

Outro agente responsável pela mudança da paisagem no DF foi a ocupação do solo pelas atividades agrícolas, que começaram a ter maior significado durante a década de 80, com a entrada da soja, das culturas irrigadas e outras culturas. A porção leste do DF, compreendendo principalmente o corredor localizado entre as bacias hidrográficas dos rios Preto e São Bartolomeu, correspondendo à maior concentração das áreas ocupadas pelo uso agrícola. (UNESCO, 2000).

Outro fator importante para a conservação do solo e água, é a recuperação da vegetação, uma vez que,

[...] A importância da recuperação advém da necessidade de **retenção de solo, contenção de erosão**, manutenção da biodiversidade e da beleza cênica. A vegetação natural contém também um estoque de inimigos naturais de pragas de lavouras e jardins, atuando, assim, no controle biológico e, quando ocorre ao longo de córregos, **filtra poluentes e retém sedimentos, evitando o assoreamento**. (grifo nosso).

A ocupação desordenada das terras, o baixo reflexo em nível de geração de emprego e o grande comprometimento ambiental em função dos desmatamentos, assoreamento dos cursos d'água e a poluição provocada por fertilizantes, pesticidas, esgotos e lixo, formam um conjunto de fatores que comprometem a sobrevivência de diversas espécies.

[...] Com uma densidade demográfica de 22 habitantes por km², e uma política de agronegócios onde a paisagem natural é rapidamente substituída por grandes monoculturas mecanizadas, a região está caracterizando-se pela concentração da população em conglomerados urbanos.

O Distrito federal e entorno são pólos de atração de migrantes, predominantemente de nordestinos, que afluem continuamente desde a fundação de Brasília. O panorama que se aFigura é pela conversão do Cerrado em uma grande região antropizada com significativa³ perdas de ambientes e da biodiversidade. Os recursos hídricos, que se caracterizam por ribeirões e córregos de médio e pequeno porte, ficam fortemente ameaçados nesse contexto.

[...] A eficácia do sistema de unidades de conservação para proteger a paisagem, os recursos hídricos e a biodiversidade regional depende de um manejo adequado que inclua ações de proteção, visitação, monitoramento e recuperação. Essas dependem da capacidade operacional das instituições que as administram.

Entretanto, os órgãos federais e estaduais apresentam extrema carência de quadro técnico, de diretrizes claras e de infra-estrutura para efetivar o manejo e fiscalização adequados das unidades sob sua responsabilidade. (UNESCO, 2000).

1.2 - Caracterização Geomorfológica do Distrito Federal

A forma atual do relevo é produto principalmente da ação do clima (chuvas e temperatura) e de processos de intemperização físico-química sobre as rochas. As características físicas atuais da paisagem condicionam a ação da água sobre o solo, na forma de infiltração e de escoamento superficial e sub-superficial, principal causa de perda de solo por erosão. Assim, para planejar o uso adequado do solo, conforme as suas potencialidades e limitações, torna-se imprescindível o estudo detalhado do relevo, principalmente quanto ao declive e comprimento das encostas.

Nas últimas quatro décadas, a paisagem geomorfológica do Cerrado vem sofrendo alterações marcantes em decorrência das mais variadas ações antrópicas, tais como a devastação intensa da flora e da extinção da fauna, em virtude da implantação de projetos de urbanização e expansão da fronteira agrícola. A construção e inauguração de Brasília em 21 de abril de 1960 e a implantação das cidades periféricas, núcleos rurais, abertura de estradas, construção de barragens, é um exemplo do forte impacto resultante da interferência da ação do homem nessa paisagem, o que tem provocado rompimento no equilíbrio ecológico deste Bioma. Para um maior detalhamento do relevo da região, apresenta-se a seguir descrição de NOVAES PINTO (1993).

A geomorfologia da região do cerrado apresenta características peculiares, em virtude de influências geológicas, climáticas e antrópicas. As formas de relevo predominantes são residuais de superfícies de aplainamento, conhecidas

regionalmente como chapadas, as quais apresentam topografia plana e levemente ondulada ou em lombadas, e cobertura de laterita vesicular, pisolítica ou nodular, e de latossolos. Ao lado das chapadas encontram-se áreas serranas, depressões periféricas e interplanálticas resultantes de processos de pediplanação, e vales fluviais alongados cujas encostas testemunham processos alternados de dissecação e de pedimentação. Por toda a região encontram-se lagoas, algumas isoladas outras integradas à bacia de drenagem. A NE da região, por exemplo, lagoas caracterizam um grande divisor de águas: da lagoa Feia tem origem o rio Preto, tributário do rio São Francisco e que constitui a divisa oriental do Distrito Federal; da lagoa Formosa surge o rio Maranhão, da bacia amazônica, que ocupa o norte do Distrito Federal; e da lagoa Bonita ou Mestre d'Armas surge um dos formadores do rio São Bartolomeu, que integra a bacia platina.

[...] A gênese das chapadas é abordada com fundamentos no conceito da *etchiplanação*, cujo modelado ocorre sob condições de clima tropical com duas estações- de chuvas e de secas – bem pronunciadas. A esse processo associam-se a formação dos latossolos e da laterita. Os etchiplanos estão relacionados às condições ambientais que vigoraram na área durante o Terciário. O mais antigo, de idade paleogênica, modelado em rochas resistentes, corresponde às chapadas da Contagem, de Brasília e do Pípiripau; o mais recente, neogênico, evoluído sob rochas tenras, representa as chapadas divisoras das drenagens dos rios São Bartolomeu-Preto e Descoberto-Alagado, e os relevos residuais em forma de mesas – as pseudomesas – que ocorrem nos vales fluviais. Os pediplanos estão correlacionados com as condições semi-áridas do Pliopleistoceno, enquanto que os pedimentos correspondem aos períodos interpluviais do Pleistoceno.

A análise hipsométrica indica que a área do Distrito Federal está constituída por cerca de 57% de terras altas, acima da cota de 1.000m. Essas terras altas apresentam-se como dispersoras das drenagens que fluem para as bacias amazônica,

platina e do rio São Francisco. A variedade de declives caracteriza a área do Distrito Federal. Os solos de maior domínio geográfico são os latossolos vermelho-escuro, seguidos pelos cambissolos e pelo latossolo vermelho-amarelo. (NOVAES PINTO, 1993).

Segundo Ab'Sáber (1977 *apud* NOVAES PINTO, 1993), as características geomorfológicas da paisagem do domínio morfoclimático do cerrado resultam de uma prolongada interação de regime climático tropical semi-úmido com fatores litológicos, edáficos e bióticos.

Segundo Barros (1993),

[...] A geologia é a base para a determinação da vocação hidrogeológica de uma região, condiciona a infiltração, a circulação, o armazenamento e a exploração da água nos horizontes superficiais da crosta terrestre.

O Distrito Federal é uma área de geologia pouco detalhada, onde as afirmações não são conclusivas do ponto de vista estrutural e estratigráfico. O mascaramento dos litótipos por um manto de intemperismo espesso e extenso agrava o grau de incerteza.

Esta região é parte integrante do setor central da província do Tocantins (ALMEIDA, 1968 *apud* BARROS, 1993, p. 266 - 267), situando-se a oeste do Cráton do São Francisco e a leste do Maciço Mediano de Goiás. (BARROS, 1993).

1.3 - Vocação Hidrogeológica do Distrito Federal

No Distrito Federal, onde as águas superficiais em termos de drenagem não são abundantes e estão parcialmente poluídas pela contaminação de resíduos sólidos através da drenagem de águas pluviais de áreas urbanas e carreamento de

resíduos agroquímicos das áreas agrícolas, procura-se então suprir esta deficiência através da busca de água subterrânea para complementar a demanda.

Segundo Barros (1993),

[...] Nesta região, predominam rochas metamórficas e os aquíferos são, principalmente, do tipo fissural onde percolam anualmente cerca de 1,2 bilhão de m³ de água. São como grandes caixas d'água, limitadas e estanques, com características próprias. Se a natureza não foi de todo favorável para a água subterrânea, procura-se pelo emprego de tecnologia adequada contrabalancear em parte esta deficiência.

1.3.1 - Caracterização dos aquíferos

A caracterização hidrogeológica está intimamente relacionada aos parâmetros geológicos e subordinada aos aspectos fisiográficos. No Distrito Federal, o manto de cobertura de idade Cenozóica é areno-argiloso e argilo-arenoso, com diferentes intensidades de laterização. Sua espessura média é de 20m, sendo normalmente poroso e permeável.

As “águas rasas” estão contidas nesse manto de superfície. As “águas subterrâneas” pertencentes à zona de saturação distribuem-se irregularmente entre as rochas, através do sistema de fraturas/falhas e cavidades de dissolução. (BARROS, 1993).

Foram identificados dois Domínios no Distrito Federal, onde o fissural predomina sobre o poroso.

O **Domínio poroso** é representado pelos sistemas:

1. aquíferos em rochas do Quaternário;
2. aquíferos no manto de cobertura tido como do Terciário-Quaternário.

O **Domínio fissural/dissolução** é representado pelos sistemas:

1. sistema aquífero do Grupo Paranoá;

2. sistema aquífero em rochas do Grupo Canastra.

Segundo Rocha (1993), o sistema de drenagem do Distrito Federal, se caracteriza por um grande número de ribeirões perenes.

[...] Estes cursos d'água nascem nas encostas das chapadas e correm, em toda a sua extensão, protegidos por uma densa mata galeria, a qual hoje, em muitas áreas, já se mostra bastante alterada pelo desmatamento. Isto tem levado à erosão das margens e assoreamento dos ribeirões, ao lado dos problemas da poluição das suas águas por fertilizantes, esgotos domésticos, pesticidas e lixos provenientes das chácaras que ocorrem ao longo dos mesmos.

Os problemas mencionados merecem destaque especial, já que muitos destes ribeirões contribuem para o abastecimento do Distrito Federal, seja através de reservatórios, seja através de captação direta da água.

Um ambiente aquático deve apresentar certas características físicas, químicas e biológicas, que lhe dão a qualificação de uma água boa não só para o consumo, como também para o desenvolvimento de plantas aquáticas e de invertebrados, como fases larvárias e adultas de insetos, microcrustáceos, moluscos e peixes, o que determina o equilíbrio das cadeias alimentares nestes ambientes. (ROCHA, 1993).

1.3.2 - Solos do Distrito Federal

O solo é uma coleção de corpos naturais, constituídos por partes sólidas, líquidas e gasosas, tridimensionais, dinâmicos, formados pelo intemperismo de materiais minerais e decomposição de materiais orgânicos, que ocupam a maior parte do manto superficial continental do nosso planeta, contém matéria viva e podem ser vegetados na natureza, onde ocorrem. Ocasionalmente podem ter sido modificados por ações antrópicas.

Os latossolos são os solos de maior importância para explicar a evolução geomorfológica da região do Cerrado no Distrito Federal. Isto porque esses solos parecem estar mineralogicamente relacionados à rocha-matriz; ácidos e pobres em minerais, possivelmente tem sua origem relacionada aos processos de intemperismo químico, corrosão e lixiviação intensos que caracterizam a etchiplanação. Sua textura varia de muito argilosa a média, e normalmente apresentam pouca concentração de cálcio, magnésio, potássio e sódio, enquanto ocorre em abundância, nas frações areia e silte a caulinita, a gipsita, materiais amorfos e óxidos de ferro. Carneiro (1984 *apud* NOVAES PINTO, 1993) demonstra que os latossolos são produto da evolução de material que constitui sedimentos detrítico-lateríticos, resultantes de processos de laterização pela alteração da rocha-matriz e lixiviação do regolito. (NOVAES PINTO,1993).

Segundo Embrapa (1999),

[...] os solos quando examinados a partir da superfície, consistem de seções aproximadamente paralelas, denominadas horizontes ou camadas, que se distinguem do material de origem, inicial, como resultado de adições, perdas, translocações e transformações de energia e matéria e tem a habilidade de suportar o desenvolvimento do sistema radicular de espécies vegetais, em um ambiente natural.

As alterações pedológicas de que são dotados os materiais do solo revelam contraste com o substrato rochoso ou seu resíduo mal decomposto, expressando diferenciação pedológica em relação ao pré-existente.

O solo tem como limite superior a atmosfera. Os limites laterais são os contatos com outras espécies de solos vizinhos, ou os contatos com afloramentos de rocha, materiais detríticos inconsolidados, aterros ou encontros com terrenos sob espelhos d'água permanente. O limite inferior do solo é difícil de ser definido. Comumente, o solo passa gradualmente no seu limite inferior para rocha dura ou materiais saprolíticos que não apresentam sinais de atividades animal, vegetal ou outras

indicações da presença de atividade biológica. O solo contrasta com o material subadjacente pelo decréscimo de constituintes orgânicos, decréscimo de alteração e decomposição dos constituintes minerais, enfim, observa-se um ganho de propriedades mais relacionadas ao substrato rochoso ou material de origem não consolidado. (EMBRAPA, 1999).

A atividade biológica e os processos pedogenéticos nas condições de clima tropical úmido no Brasil, geralmente ultrapassam profundidades maiores que 200cm. Para execução de trabalhos de campo para classificação do solo, a EMBRAPA, arbitrou e fixou o limite inferior do solo em 200cm, podendo em algumas exceções atingir a profundidade de 300cm ou 400cm.

Mendes (1978 *apud* Bias, 1998, p. 6),

[...] afirma que a natureza do solo é um dos fatores que exercem maior influência sobre a quantidade e a qualidade do material erosionado. Essa influência depende, essencialmente, das características físicas do solo, especialmente da sua textura, estrutura e permeabilidade. Esse autor caracteriza, ainda, as texturas arenosas como as que expõem o solo a maiores perdas por arrastamento, enquanto as argilosas, conferem maior resistência à erosão. (BIAS, 1998).

Os latossolos e os cambissolos cobrem mais de 85% do território do Distrito Federal, segundo Haridasan (1993).

[...] os solos mais importantes do ponto de vista agrícola são os latossolos, os Podzólicos Eutróficos e a Terra Roxa Estruturada Similar. No entanto, quase todas as discussões quanto à produtividade e à necessidade de adubação e calagem estão restritas aos latossolos, pelo fato desses serem os solos de maior extensão areal e mais aptos para a agricultura, porém necessitando de calagem e adubação intensiva.

[...] Do ponto de vista edafológico, algumas características dos latossolos que merecem ser destacadas são as seguintes:

os altos teores de argila nesses solos não significam características, tais como uma alta capacidade de retenção de água, baixa infiltração, alta capacidade de troca catiônica e problemas de aração após chuvas intensas, já que os minerais argilosos são do tipo 1:1 e a maior parte da fração argila é composta de óxidos de ferro e de alumínio. Além disso, esses solos apresentam uma estrutura forte muito pequena granular em quase todo o perfil e comportam-se como solos de textura mais grossa;

os solos são fortemente ácidos, com baixos teores de base (Ca, Mg e K) e fósforo disponível para as plantas;

os níveis de alumínio disponível e a saturação de alumínio são altos;

a densidade aparente da maioria desses solos é baixa (menor que 1g/cm³) sob vegetação nativa. No entanto, podem os solos ser compactados com uso de máquinas agrícolas e pelo pisoteio dos animais.

após desmatamento, esses solos são altamente susceptíveis à erosão, especialmente se os sulcos atingem camadas do subsolo, pouco coerentes *in situ*. O regolito também é altamente erodível e permite um rápido aprofundamento de voçorocas e desmoronamento, no caso de ocorrência de canalização de águas pluviais. (HARIDASAN, 1993).

A EMBRAPA (1978 *apud* Bias, 1998, p. 66) descreve os critérios adotados para a subdivisão das classes de solos do Distrito Federal, que tomaram por base a importância do solo como fonte de recursos para produção, sua gênese e suas características morfológicas, físicas, químicas e mineralógicas. Assim no Distrito Federal, os solos encontrados apresentam as seguintes características:

a) Latossolos Vermelho-Escuros

São pouco susceptíveis à erosão, com limitação que varia de praticamente nula a ligeira. Ocorrem esporadicamente, sulcos e voçorocas em locais onde há concentração acentuada de água de escoamento superficial ou próximo a cursos d'água onde o declive é mais acentuado. Esse tipo de solo ocorre sempre em relevo

plano e suave ondulado, em altitudes de 850 a 1250 metros. Os de textura argilosa caracterizam-se por se terem desenvolvido a partir de coberturas dentrito-lateríticas referidas ao terciário e aos de textura média a partir da decomposição de quartizitos.

b) Podzólicos Vermelho-Amarelos

São solos distróficos ou álicos, profundos, de textura argilosa e média, bem drenados, moderadamente porosos, sobretudo na parte superficial, apresentando erosão moderada, a não ser em áreas de declive acentuado. Ocorrem em áreas de relevo ondulado e forte ondulado, com altitudes entre 800 e 900 metros.

c) Podzólicos Vermelho-Amarelos Equivalente Eutrófico

Os solos dessa classe apresentam horizonte A moderado ou proeminente e B textural, profundos, bem drenados, argila de atividade baixa. Ocorrem em relevo que varia de suave ondulado a forte ondulado ou montanhoso, em altitudes variáveis de 900 a 1.000 metros.

d) Cambissolos

Classe constituída por solos pouco desenvolvidos, não havendo acumulação de argila em qualquer parte do perfil, o que indica não haver ocorrido migração de argila; portanto, o incremento em A é maior do que o existente em B. O teor de silte em alguns perfis é superior ao teor de argila no horizonte B, sendo que a textura, tanto do horizonte A como do B, é bastante variável. São de textura argilosa ou média, muito susceptíveis à erosão, e pode-se observar, em quase toda a área de sua ocorrência, erosão laminar moderada ou severa, bem como em sulcos e voçorocas. A ocorrência desses solos se dá em relevo que varia de suave ondulado até montanhoso, com altitudes de 800 a 1.150 metros.

e) Solos Hidromórficos

Encontram-se enquadrados nessa classe os solos:

I - Glei Húmico: solos relativamente recentes, pouco desenvolvidos, pouco profundos, de textura predominantemente argilosa, pouco porosos, de permeabilidade lenta na

parte superior e impedida na parte inferior do perfil, mal drenados, apresentam propensão à erosão nula, sendo distróficos ou álicos. Desenvolveram-se a partir de deposições de natureza variada, referida ao Holoceno e ocupam cotas baixas, como as várzeas de rios e córregos, em relevo plano podem também ser encontrados nas bordas das chapadas denominadas de surgentes.

II - Gleis pouco Húmicos: são pouco desenvolvidos os materiais orgânico-minerais, imperfeitamente drenados, com horizonte A predominantemente orgânico, seguido de horizonte gleizado. Desenvolveram-se a partir de depósitos sedimentares palustres recentes ou sub-recentes, de caráter em geral argiloso, referidos ao Quaternário. Quanto à posição que ocupam no relevo, podem ser encontrados em duas situações nas partes mais rebaixadas: junto aos cursos d'água ou nas bordas das chapadas junto às nascentes, apresentando propensão à erosão nula.

III - Solos Orgânicos: fortemente ácidos, muito mal drenados, de permeabilidade lenta e desenvolvidos sob condições de permanente encharcamento, com lençol freático próximo à superfície durante grande parte do ano. O aspecto do relevo é um dos fatores mais importantes na formação desses solos. Ocorrem em áreas de relevo plano, e ocupam as posições de cotas mais baixas, em áreas abaciadas ou originalmente abaciadas, que constituem pequenas depressões sedimentares próximas a cursos d'água. São encontradas, também, nas bordas das chapadas, em áreas de exsudação, formando nascentes de pequenos cursos d'água, que se prolongam pelas encostas até o fundo dos vales; também são caracterizados pela propensão nula à erosão.

f) Lateritas Hidromórfica

Solos de textura argilosa, média ou arenosa, distróficos, mal drenados, moderadamente ácidos e que apresentam argila de atividade básica. São encontradas nas bordas das chapadas, com relevo plano e suave ondulado, sujeito a inundações. Desenvolvem-se a partir de material sedimentar de caráter argiloso, referido ao

Terciário. Esse tipo de solo se caracteriza por apresentar propensão à erosão de fraca a moderada.

g) Areias Quartzosas

Solos minerais, pouco desenvolvidos, profundos, não hidromórficos, com A moderado, textura arenosa, excessivamente drenados, porosos, muito susceptíveis à erosão. Normalmente, esses solos situam-se sobre elevações de topos esbatidos, junto a encostas íngremes, onde ocorrem afloramento de quartzitos. (EMBRAPA, 1978 *apud* BIAS, 1998. p. 6).

Grupamentos texturais

Segundo EMBRAPA (1999),

Grupamento textural é a reunião de uma ou mais classes de textura, tais como:

Textura arenosa- compreende as classes texturais areia e areia franca.

Textura média- compreende as classes texturais ou parte delas, tendo na composição granulométrica menos de 35% de argila e mais de 15% de areia, excluídas as classes texturais areia a areia franca.

Textura argilosa- compreende classes texturais ou parte delas, tendo na composição granulométrica de 35% a 60% de argila.

Textura muito argilosa- compreende a classe textural com mais de 60% de argila.

Textura siltosa- compreende parte de classes texturais que tenham menos de 35% de argila e menos de 15% de areia.

Classes de profundidade dos solos

As classes de profundidade são classificadas pelos termos raso, pouco profundo, profundo e muito profundo. Estes termos são empregados para designar

condições de solos nas quais um contato lítico ou um nível de lençol de água permanente ocorra, conforme limites especificados a seguir:

- Raso:** ≤ 50 cm de profundidade;
- Pouco profundo:** > 50 cm ≤ 100 cm de profundidade;
- Profundo:** > 100 cm ≤ 200 cm de profundidade;
- Muito profundo:** > 200 cm de profundidade.

Classes de drenagem

Referem-se à quantidade e rapidez com que a água recebida pelo solo se escoar por infiltração e escoamento, afetando as condições hídricas do solo, ou seja, duração de período em que permanece úmido, molhado ou encharcado, conforme as especificações a seguir:

Excessivamente drenado – a água é removida do solo muito rapidamente; os solos desta classe de drenagem são de textura arenosa.

Fortemente drenado – a água é removida rapidamente do solo; os solos desta classe de drenagem são muito porosos, de textura média a arenosa a bem permeáveis.

Acentuadamente drenado – a água é removida rapidamente do solo; os solos com esta classe de drenagem são normalmente de textura argilosa a média, porém sempre muito porosos e bem permeáveis.

Bem drenado – a água é removida do solo com facilidade, porém não rapidamente; os solos com esta classe de drenagem comumente apresentam textura argilosa ou média, não ocorrendo normalmente mosqueados de redução, entretanto, quando presente, o mosqueado é profundo, localizando-se a mais de 150cm da superfície do solo e também a mais de 30cm do topo do horizonte B ou do horizonte C, se não existir B.

Moderadamente drenado – a água é removida do solo um tanto lentamente, de modo que o perfil permanece molhado por uma pequena, porém significativa, parte do tempo. Os solos com esta classe de drenagem comumente apresentam uma camada de permeabilidade lenta no *solum* ou imediatamente abaixo dele. O lençol freático acha-se imediatamente abaixo do *solum* ou afetando a parte inferior do horizonte B, por adição de água, através de translocação lateral interna ou alguma combinação dessas condições. Podem apresentar algum mosqueado de redução na parte inferior do B, ou no topo do mesmo, associado à diferença textural acentuada entre A e B, a qual se relaciona com condição epiáquica.

Imperfeitamente drenado – a água é removida do solo lentamente, de tal modo que este permanece molhado por período significativo, mas não durante a maior parte do ano. Os solos com esta classe de drenagem comumente apresentam uma camada de permeabilidade lenta no *solum*, lençol freático alto, adição de água através de translocação lateral interna ou alguma combinação destas condições. Normalmente, apresentam algum mosqueado de redução no perfil, notando-se na parte baixa indícios de gleização.

Mal drenado – a água é removida do solo tão lentamente que este permanece molhado por uma grande parte do ano. O lençol freático comumente está à superfície ou próximo dela durante uma considerável parte do ano. As condições de má drenagem são devidas a lençol freático elevado, camada lentamente permeável no perfil, adição de água através de translocação lateral interna ou alguma combinação destas condições. É freqüente a ocorrência de mosqueado no perfil e características de gleização.

Muito mal drenado – a água é removida do solo tão lentamente que o lençol freático permanece à superfície ou próximo dela durante a maior parte do ano. Solos com drenagem desta classe usualmente ocupam áreas planas ou depressões, onde

há, freqüentemente, estagnação de chuva. Geralmente, são solos com gleização e, comumente, horizonte hístico.

Classes de reação

Referem-se às distinções de estado de acidez ou alcalinidade do material dos solos.

Segundo critérios adotados pela EMBRAPA Solos(1999), classes distinguidas são qualificadas conforme especificações da Tabela 3 a seguir:

Tabela 2 – Estado de acidez ou alcalinidade dos solos

Classes	pH (solo/água 1:2,5)
Extremamente ácido	< 4,3
Fortemente ácido	4,3 - 5,3
Moderadamente ácido	5,4 - 6,5
Praticamente neutro	6,6 - 7,3
Moderadamente alcalino	7,4 - 8,3
Fortemente alcalino	> 8,3

Fonte: (EMBRAPA, 1999).

1.3.3- Processos Erosivos

O processo erosivo constitui-se de três fases: desagregação, transporte e sedimentação. Inicia-se pela desagregação da estrutura do solo, com o impacto da gota de chuva que, após atingir a capacidade de campo do solo (saturação), inicia o escoamento superficial, provocando o transporte, e após a perda da energia cinética da enxurrada a sedimentação das partículas sólidas, o que provoca não apenas a perda de solos, mas também a diminuição da fertilidade, o assoreamento e a

poluição de mananciais. Essa poluição ocorre quando se lavam os equipamentos e os vasilhames são jogados nos mananciais, ou em outros locais que os contaminam, e principalmente porque os sedimentos carregados pela erosão, das áreas agrícolas estão impregnados de agroquímicos, como os fertilizantes e os defensivos agrícolas (agrotóxicos), utilizados na produção agropecuária.

A erosão é o processo de desagregação e remoção das partículas sólidas do solo ou de fragmentos e partículas de rochas, devido à ação combinada da gravidade com a água, o gelo e/ou os organismos vivos (plantas e animais). A superfície da terra é coberta por solos, que são formados por um processo permanente de alteração das rochas e transformação pedogenética comandados por agentes físicos, químicos e orgânicos. Este processo, que se deu ao longo de milhares de anos, é contrabalançado pela erosão, causando a remoção das partículas constituintes do solo. Neste quadro de equilíbrio na natureza, entre os processos de formação e remoção dos solos, a erosão é considerada erosão natural. Entretanto, este equilíbrio pode ser rompido pela intensificação da erosão. Nesta situação, os processos de formação do solo não conseguem superar os processos de degradação, e a erosão é considerada acelerada. Se ela for desencadeada por alterações das condições geológicas ou climáticas, ocorre ao longo de milhares de anos. No entanto, a erosão acelerada provocada pelo homem ocorre em poucos anos, é a erosão antrópica; extremamente prejudicial ao meio ambiente.

Quando ocorre na natureza, a erosão já é um fenômeno complexo, todavia, a partir da ação antrópica a mesma se agrava. O que se verifica, na maioria das vezes, é que o homem retira a cobertura arbórea do solo – florestas, bosques ou até mesmo culturas perenes – e o explora de forma inadequada, provocando sua

compactação e dando início ou acelerando o fenômeno erosivo e a queda da produtividade; queda esta que realimenta o processo erosivo, pois com uma produtividade menor, o agricultor aumentará sua área de plantio para atender a demanda por alimentos.

A erosão antrópica pode ser de três tipos: laminar; em sulcos e/ou ravinas; ou por voçorocas. Erosão laminar é o processo de lavagem da superfície do terreno com transporte das partículas sólidas do solo. Inicia-se com a desagregação destas partículas pela energia das gotas de chuva. Estando livres, são facilmente carreadas pelo deflúvio, formado pelo ajuntamento das gotas de chuva que caem sobre a superfície do terreno, após o solo ter atingido sua capacidade de campo. No caso da erosão laminar, o escoamento superficial distribui-se homogeneamente pelo terreno. Quando há concentração do escoamento superficial, as gotas de chuva juntam-se num volume grande de água formando as enxurradas, que por apresentarem alta energia de transporte, geram sulcos no terreno ou até ravinas. Estas ravinas podem aprofundar-se até encontrar o nível freático. A partir deste momento, configura-se a voçoroca.

A voçoroca é o estágio mais avançado e complexo de erosão, cujo poder destrutivo local é superior ao das outras formas de erosão e, portanto, de mais difícil contenção. Além da erosão superficial, associa-se um processo de erosão interna provocada pela concentração de água do nível freático, que se caracteriza pelo avanço para o interior do solo na forma de tubos. Os vazios destes tubos, ao se tornarem significativos, originam colapsos do terreno, com desabamentos que alargam a voçoroca ou criam novos ramos. Durante os processos de erosão interna, ocorrem os descalçamentos e solapamentos da base das paredes da voçoroca, provocando desmoronamentos e escorregamentos de solos. Tal processo se

encerra com a estabilização da voçoroca. Assim, o controle do processo erosivo, durante a sua fase “primária”, ou seja enquanto erosão laminar, é fundamental quando se deseja utilizar a terra, seja para fins agrícolas, urbanos, industriais, lazer, reservatórios, etc. Tal controle deve ter como princípio minimizar o impacto das gotas das chuvas e a energia da água no processo de escoamento superficial. Caso contrário, pode-se gerar a voçoroca, a forma de erosão de elevado poder destrutivo. Suas dimensões podem atingir até dezenas de metros de largura e profundidade, com várias centenas de metros de comprimento. A tais dimensões, alia-se grandes velocidades de avanço. A rápida evolução de seus ramos ativos podem atingir edificações, estradas e obras públicas.

As causas da erosão acelerada são função de fatores antrópicos e naturais. Como fatores antrópicos têm-se o uso e ocupação desordenado do solo, através de desmatamentos, cultivos inadequados, estradas mal planejadas, expansão urbana desordenada. Neste cenário catastrófico formado pela ação antrópica, atuarão os fatores naturais chuva, relevo, solos, rocha e vegetação, que irão controlar e/ou acelerar a intensidade do processo erosivo. Enfim, as principais conseqüências da erosão acelerada são a destruição de terras cultiváveis, de equipamentos urbanos e obras civis, e o assoreamento de mananciais e reservatórios.

Erosão é um processo constituído de várias etapas, dentre elas, a desagregação, o transporte e a deposição de partículas componentes do solo, pela ação do vento e principalmente pela água.

Erosão consiste em um conjunto de processos pelos quais os materiais da crosta terrestre são desagregados, dissolvidos ou desgastados e transportados de um ponto a outro pelos agentes erosivos (geleiras, rios mares, ventos ou chuva).

Erosão é um processo de desagregação e remoção de partículas do solo ou fragmentos e partículas de rochas, pela ação combinada da gravidade com a água, vento, gelo, e/ou organismos (plantas e animais).

A erosão envolve importantes processos de degradação do meio físico, provocando a perda de solos agricultáveis e de equipamentos urbanos, a deterioração de obras civis e o assoreamento de reservatórios e cursos d'água.

A diferenciação entre os tipos de erosão é estabelecida levando em consideração sua origem e natureza do tipo de agente que a provoca. (BIAS, 1998, p.66).

A erosão está relacionada com certos tipos de obras, como as obras civis, e em regiões de ocorrência de solos de coberturas sedimentares arenosas, podem ser encontradas ao longo das estradas. No meio urbano, é geralmente causada pela abertura e pavimentação de ruas e implantação de infraestrutura básica, tal como rede de drenagem pluvial e rede coletora de esgotos. A implantação de obras civis devem ser planejadas com a realização de estudos do meio físico, levando-se em consideração o clima, a vegetação, o relevo, o tipo de solo e sua erodibilidade. Tais obras podem ser afetadas diretamente pela erosão ou indiretamente pelo assoreamento associado ao processo erosivo.

A erodibilidade do solo pode ser entendida como sendo a suscetibilidade à erosão devida às propriedades do próprio solo. Trata-se de um parâmetro importante na previsão da erosão e planejamento do uso da terra. Depende principalmente da capacidade de infiltração de água no solo, da resistência ao desprendimento e transporte das partículas sólidas do solo pelo escoamento superficial.

Assim, a erodibilidade tende a aumentar quando os teores de areia muito fina e silte são elevados, e a diminuir, com a elevação dos teores de argila e matéria orgânica, citado por Wischmeier e Smith (1958 *apud* UNESP, 2003).

As argilas comportam-se como elemento agregante do solo, devido à sua alta atividade eletro-química. A areia é transportada com dificuldade devido ao seu peso. Por outro lado, o silte é a porção textural mais suscetível aos agentes erosivos, pois não possui nem a característica agregante da argila, nem o peso da areia.

Considerando somente a granulometria, REZENDE (1983 *apud* UNESP, 2003) citam que o solo será mais resistente à erosão quanto melhor for a combinação dos fatores condutividade hidráulica e estabilidade dos agregados.

No entanto, estas propriedades têm efeitos inversamente proporcionais, pois solos menos coerentes são os que apresentam maior taxa de infiltração, e vice-versa. Isto é, se deve à distribuição dos tamanhos dos poros do solo. Nos solos pouco coerentes, como os de textura arenosa, há uma grande quantidade de macroporos (poros maiores que 50 μm), os quais são responsáveis pela infiltração da água no perfil do solo. Nos solos coerentes, de textura argilosa, há alta quantidade de microporos, favorecendo a retenção e armazenagem de água no solo. Nota-se porém, que o arranjo interagregado de solos argilosos favorece a manutenção de altos valores de condutividade hidráulica e a alta resistência à erosão, como é o caso do Latossolo Roxo.

A análise dos solos quanto a suscetibilidade à erosão baseou-se em metodologia que enquadra os solos em quatro grupos de resistência à erosão, levando-se em consideração a profundidade, a permeabilidade e a textura das camadas superficial e subsuperficial, as quais correspondem aos principais atributos que influenciam na erodibilidade e a infiltração da água no perfil do solo. Esta classificação, permite a definição de uma série de decisões para a implantação de práticas mecânicas de conservação do solo.

O Grupo A corresponde a solos com alta taxa de infiltração, mesmo quando saturados, e com alto grau de resistência e tolerância à erosão. São normalmente profundos ou muito profundos, porosos, com baixo gradiente textural (relação textural menor que 1,2), de textura média, argilosa ou mesmo muito argilosa. A alta quantidade de macroporosidade em todo o perfil resulta em solos bem drenados a excessivamente drenados. Assim, as permeabilidades das camadas superficial e subsuperficial são rápidas, ou pelo menos moderada na camada superficial e rápida na subsuperficial.

No Grupo B encontram-se solos com moderada taxa de infiltração, mesmo quando saturados, ou com alta taxa de infiltração, mas com moderada resistência e tolerância à erosão. São normalmente profundos, com relação textural entre 1,20 e 1,50. As permeabilidades das camadas superficial e subsuperficial devem ser rápida e moderada ou rápida e rápida, respectivamente.

Os solos do Grupo C apresentam baixa taxa de infiltração, e baixa resistência e tolerância à erosão. São normalmente profundos ou moderadamente profundos, com relação textural maior que 1,5, comumente apresentado com mudança textural abrupta. As permeabilidades das camadas superficial e subsuperficial devem ser lenta e moderada, lenta e rápida ou rápida e moderada, respectivamente.

Finalmente, o Grupo D agrupa solos com taxa de infiltração muito baixa, e com muito baixa resistência e tolerância à erosão. Normalmente são rasos e/ou permeáveis, ou com mudança textural abrupta aliada a argila de alta atividade (Ta) ou ainda com camada de impedimento à infiltração de água (piçarra, fragipã, etc.). Os valores de permeabilidade das camadas superficial e subsuperficial são lenta e lenta ou rápida e lenta, respectivamente.

[...] afirmam que os principais fatores condicionantes da erosão são os naturais e os antrópicos. Os primeiros estão relacionados à natureza do solo e seu teor de erodibilidade, definido pela morfologia do terreno, pela declividade e comprimento das encostas, assim como ao clima e a erosividade das chuvas. Os segundos são definidos pela interação dos fatores de uso do solo, manejos e práticas conservacionistas. (STEIN, 1994 *apud* BIAS, 1998).

O processo natural de erosão do solo, ocorre, em geral, de forma lenta e gradual, mantendo o solo em uma condição de relativa estabilidade; porém, a partir da ação antrópica, como agente degradador, o processo tende a ocorrer de forma acelerada.

O homem é o principal fator condicionante na formação de processos erosivos, através da promoção de desmatamentos, construções de obras civis, principalmente abertura de estradas, dentre outras, promove o desequilíbrio das condições ambientais naturais.

[...] A erosão superficial é causada pela ação da água e/ou vento. Nas condições do Distrito Federal, a água das chuvas é o principal responsável. Considerando como fatores de erosão a textura, estrutura, permeabilidade, natureza e tipo da cobertura vegetal, relevo, características climáticas, associados ao volume e velocidade do deflúvio, os latossolos apresentam-se pouco susceptíveis à erosão, enquanto que os cambissolos e os litossolos são muito susceptíveis aos fenômenos erosivos. Por estas razões, os cambissolos e os litossolos devem ser usados como reserva natural, pastagem ou reflorestamento e os latossolos e terra roxa estruturada similar eutrófica, para a agricultura. (LEÃO, 1993, p.445).

As áreas com os latossolos são aptas para a mecanização agrícola, uma vez que apresentam um relevo plano e suave ondulado, apresentando declive menor que 8%. Porém com o uso intensivo de máquinas, o manejo inadequado e a

ausência de práticas de conservação do solo, esses solos perderam estas qualidades que os tornavam pouco susceptíveis à erosão, e passaram a apresentar um processo erosivo acelerado.

[...] também descreve a correlação existente entre a extensão da erosão e, conseqüentemente, a quantidade de sedimentos produzidos em uma bacia, e as propriedades do solo, clima, vegetação e topografia.

As perdas de solo são determinadas através dos métodos:

- por impacto, visa analisar a erosão causada pelo impacto da gota d'água da chuva sobre o terreno. Esse processo, também chamado de erosão por embate, decorrente da energia de impacto das gotas de água da chuva de encontro ao solo, que além de desintegrar parcialmente os agregados naturais, liberta as partículas finas projetando-as no ar;

- por arrastamento, método que permite o estudo dos efeitos globais das características pedológicas, de cobertura vegetal e, pelo fato de ser este tipo de erosão o mais importante e decisivo na demanda de estudos de práticas conservacionistas;

- por percolação, caracteriza-se por um processo não erosivo, mas sim um fenômeno natural que ocorre em todos os tipos de solos que apresentam processos de infiltração e posterior percolação, de forma lenta ou rápida. (FRIENDICH, 1984 *apud* BIAS, 1998, p. 10).

Existem vários métodos preditivos para a determinação de perdas de solo em decorrência de processos erosivos. A escolha do método depende do objetivo que se deseja atingir, podendo-se optar pelo método qualitativo e/ou quantitativo, sendo que cada um possui sua especificidade.

No presente estudo optou-se pelo método qualitativo, onde não visa quantificar o volume de perda de solo por hectare/ano, sendo que o modelo da

USLE – Equação Universal de Perda de Solo- realiza com eficiência, utiliza procedimentos que visam a qualificar as condições de suscetibilidade à erosão por meio de modelos qualitativos.

Método qualitativo é aquele que, segundo Ranieri (1996 *apud* Bias, 1998, p. 11), define o risco de erosão com base em critérios relativos à qualidade das propriedades do solo, avaliando a textura, profundidade, transição de horizontes dos solos e classe de declividade.

No entanto, o método qualitativo apresenta, em relação ao quantitativo, uma menor precisão, em decorrência do menor número de informações trabalhadas, assim como um maior grau de subjetividade em relação à utilização de modelos matemáticos, uma vez que o critério de classificação é determinado pela experiência do pesquisador, caracterizando-se, assim, como um método bastante intuitivo; porém, apresenta um aspecto positivo que é a facilidade de disponibilidade de informações, o que diminui o custo, a mão-de-obra e o tempo gasto com o projeto.

Também analisando os métodos qualitativos e quantitativos (com o uso de modelagem), Buoma (1989 *apud* Bias, 1998, p.12), discute a dificuldade de se trabalhar dados, com métodos quantitativos. Ainda que a modelagem possa ser extremamente importante, do ponto de vista científico, pode ela vir a ter pequena aplicabilidade, quando se trata de áreas relativamente grandes, pela necessidade de se ter que agrupar dados quantitativos em classes para torná-los mapeáveis.

Segundo Bias (1998), a utilização de modelos qualitativos pode-se desenvolver, por exemplo, pelo estabelecimento de peso para os componentes dos temas a serem utilizados.

Conforme Garcia (1994 *apud* Bias, 1998, p. 13), que utilizou uma matriz de pesos em estudo para avaliação e gestão dos recursos naturais no Estado de São

Paulo na qual cada critério diagnóstico é subdividido por limites aos quais são atribuídos índices que dão peso maior ou menor às variáveis. O trabalho usou como comparação a estrutura CERVATANA, que se caracteriza como uma matriz de pesos.

[...] os conservacionistas vêm-se utilizando de equações empíricas para avaliar as perdas de solo das áreas cultivadas, desde a década de 40. Os autores observam que, desde então, muitos pesquisadores vêm aprimorando os métodos e as equações, acrescentando novas técnicas de obtenção de dados e novos enfoques no tratamento dos mesmos. Como consequência dessas melhorias, as equações superaram as dificuldades iniciais no tratamento de dados, existentes nos primeiros estudos e, como puderam ser utilizadas mais amplamente, o modelo aperfeiçoado passou a denominar-se “Equação Universal de Perdas de Solos” – EUPS. Em 1978, Wischmeir & Smith fizeram uma nova revisão na equação, atualizando-a e a ela incorporando novos dados disponíveis, de modo a permitir a predição, a longo prazo, da média das perdas de solo pelas chuvas para áreas, culturas e manejo específicos. Ela avalia a perda de solo de uma determinada área como o produto de seis fatores principais, cujos valores, para um determinado local, possam ser expressos numericamente. No Brasil, diversos pesquisadores tem trabalhado com a EUPS, no sentido de adaptá-la às condições das diversas regiões geo-sócio-ambientais do país. (CAVALLI et al, 1997 *apud* Bias, 1998, p. 13).

Com o objetivo de quantificar as áreas do Distrito Federal em função dos seus diferentes graus de suscetibilidade à erosão e os valores relacionados aos processos, Batista (1997 *apud* Bias, 1998, p. 14), emprega técnicas de predição de perda laminar de solo por meio de Geoprocessamento.

Geoprocessamento, citado por Bias (1998),

[...] se caracteriza por um conjunto de ferramentas originadas pela interação de *Softwares* de Sistemas de Informação Geográfica, de Processamento Digital de Imagem, de Sistemas Gerenciadores de Bancos de Dados, de informações e pessoas treinadas e sobretudo qualificadas, atuando conjuntamente com o objetivo de desenvolver procedimentos ou utilizar as capacidades existentes de entrada, manipulação, armazenamento, análise e saída de dados espacialmente georeferenciados (Bias,1998, p.66).

Segundo Mendes & Cirilo (2001),

[...] O geoprocessamento, atualmente, é considerado o “modelo dos modelos”, muito mais pela capacidade de comunicação fácil com as pessoas (os mapas coloridos), do que pela forma com que explica a aparente complexidade do mundo que nos cerca. As várias características do “Mundo Real” (realidade, ambiente, sistema) precisam ser conhecidas como aspectos de um todo, bem como as conexões destas características. As simplificações dessas interdependências entre características do “Mundo Real” são chamadas de modelos. Dessa forma, pode-se definir conceitualmente o geoprocessamento como uma estruturação simplificada da realidade que supostamente apresenta, de forma generalizada, características e relações importantes, através de dados espacializados. (MENDES & CIRILO, 2001).

CAPÍTULO 2- LEGISLAÇÃO AMBIENTAL E DEGRADAÇÃO

2.1- Urbanização e Ordenamento Territorial

Segundo Tucci (2000),

[...] o desenvolvimento urbano brasileiro tem produzido um impacto significativo na infraestrutura de recursos hídricos. Um dos principais impactos tem ocorrido na drenagem urbana, na forma de aumento da frequência e magnitude das inundações e deterioração ambiental.

Para o controle deste impacto é necessário desenvolver uma série de ações ordenadas de forma a buscar equilibrar o desenvolvimento com as condições ambientais das cidades. Este mecanismo é o Plano Diretor de Drenagem integrado com os outros planos de esgotamento sanitário, resíduo sólido e principalmente o de desenvolvimento urbano. (TUCCI, 2000).

A população urbana tem tido um crescimento acelerado no Brasil, nas últimas décadas. Crescimento este que gerou grandes metrópoles na capital dos Estados brasileiros. Estas regiões metropolitanas possuem um núcleo principal e várias cidades conurbadas, resultado da expansão deste crescimento.

Conforme TUCCI (2000), cidades acima de um milhão crescem a uma taxa média de 0,9 % anual, enquanto os núcleos regionais como cidades entre 100 e 500 mil, crescem a taxa de 4,8 %. Portanto, todos os processos inadequados de urbanização e impacto ambiental que se observa nas Regiões Metropolitanas (RM) estão se reproduzindo nestas cidades de médio porte.

Este crescimento urbano tem sido caracterizado por expansão irregular de periferia com pouca obediência da regulamentação urbana relacionada com o plano diretor e normas específicas de loteamentos, além da ocupação irregular de terras públicas por população de baixa renda. O resultado da expansão desordenada neste processo de desenvolvimento urbano, é a ocupação de áreas de recarga de mananciais de abastecimento humano, comprometendo a sustentabilidade hídrica das cidades. Algumas das causas são as seguintes:

[...] - baixa renda econômica por parte significativa da sociedade nos períodos de crise econômica e alta taxa de desemprego;

- falta de planejamento e investimento público no direcionamento da expansão urbana;

- medidas restritivas incompatíveis com a realidade brasileira. A Área de Proteção de Mananciais (APM), gerou legislação restritiva que impedem o uso de áreas mananciais sem que o poder público compre a propriedade, impondo ao proprietário a preservação da área. A desobediência ocorre em função da pressão do adensamento urbano, pela valorização das áreas circunvizinhas. (TUCCI, 2000).

Diante deste quadro, observa-se uma urbanização legal e outra ilegal que necessita de ordenamento, controle e de políticas voltadas para a realidade local quanto às Áreas de Proteção de Mananciais.

O desenvolvimento das cidades tem sido realizado com baixa cobertura de rede coletora de esgotos, além da falta de tratamento de esgotos na grande maioria dos casos. Quando a cidade tem baixa densidade populacional, é utilizada a fossa séptica ou fossa negra (sumidouro) para disposição do esgoto. Com o crescimento da cidade, se o poder público não investe no sistema, o esgoto doméstico é lançado irregularmente, na rede coletora de águas pluviais, sem nenhum tratamento. Este

escoamento converge para os rios urbanos gerando impactos negativos na qualidade da água, no sistema fluvial de jusante.

As empresas de saneamento tem investido nos últimos anos, em rede coletora e estação de tratamento de esgotos, porém o volume de esgotos efetivamente tratado antes de chegar aos mananciais, é muito pequeno.

Os processos de transmissão de doenças de veiculação hídrica se desenvolve quando a gestão da água na área urbana é inadequada, podendo ocorrer devido aos seguintes fatores:

[...] - a falta de água segura de abastecimento da população, que envolve o abastecimento de água. Neste caso a diarreia é a doença mais freqüente;

- as doenças que dependem da higiene das pessoas, relacionado com a sua educação;

- as doenças relacionadas com o ambiente e a disposição da água, como a malária, dengue e esquistossomose, entre outras;

- doenças relacionadas com as inundações como a leptospirose, que é a contaminação da água de inundação pela urina do rato. (TUCCI, 2000).

O acesso à água e ao saneamento reduz, em média, 55 % da mortalidade infantil (WRI, 1992 *apud* TUCCI, 2000). O desenvolvimento adequado da infraestrutura de abastecimento e saneamento é essencial para um adequado desenvolvimento urbano. O abastecimento de água no Brasil tem evoluído satisfatoriamente nos últimos anos. Os problemas residem principalmente no saneamento, como na maioria dos países em desenvolvimento.

O carreamento de material sólido na drenagem urbana é diferenciada conforme seu estágio de desenvolvimento:

[...] - no estágio inicial, quando ocorre a retirada da cobertura vegetal, o solo fica desprotegido e a erosão aumenta no período chuvoso, aumentando a produção de

sedimentos. Nesta fase existe predominância de sedimentos e pequena produção de lixo;

- no estágio intermediário parte da população está estabelecida, ainda existe movimentação de terra devido a construções e a produção de lixo se soma à produção de sedimentos;

- no estágio final praticamente todas as áreas urbanas estão consolidadas, resultando em maior produção de lixo e menor parcela de sedimentos. (TUCCI, 2000).

Na última década houve um visível incremento de lixo urbano devido as embalagens plásticas que possuem baixa reciclagem, tais como garrafas do tipo *pet* de refrigerante que obstruem o sistema de drenagem, favorecendo as enchentes.

O escoamento pluvial pode provocar inundações e impactos nas áreas urbanas devido a dois processos que ocorrem isoladamente ou de forma integrada:

Inundações de áreas ribeirinhas: Os rios geralmente possuem dois leitos, um menor onde a água escoar na maioria do tempo e o leito maior, que é inundado com recorrência média de dois anos. O impacto ocorre pela ocupação inadequada do espaço urbano, que ao atingir o leito maior do rio, a população fica sujeita à inundação;

Inundações devido à urbanização: as enchentes aumentam a sua frequência e magnitude devido a ocupação do solo com superfícies impermeabilizadas e rede de condutos de escoamentos. O desenvolvimento urbano pode também produzir obstruções ao escoamento como aterros e pontes, drenagens inadequadas e obstruções ao escoamento junto a condutos e assoreamento.

À medida que a cidade se urbaniza, os seguintes impactos podem ocorrer:

- aumento das vazões máximas em até sete vezes e da sua frequência, devido ao aumento da capacidade de escoamento através de condutos, canais e impermeabilização das superfícies;

- aumento da produção de sedimentos devido a desproteção das superfícies e a produção de resíduos sólidos (lixo);

- deterioração da qualidade da água superficial e subterrânea, devido a lavagem das ruas, transporte de material sólido, as ligações clandestinas de esgoto cloacal e pluvial e contaminação de aquíferos. (TUCCI, 2000).

Os esgotos podem ser combinados, cloacal e pluvial juntos, ou separados. A legislação estabelece o sistema separador, mas na prática o que ocorre é a ligação clandestina do esgoto cloacal no sistema pluvial, devido a falta de investimentos para instalação de rede coletora cloacal, provocando a degradação da qualidade dos recursos hídricos, pois esse esgoto não é tratado.

As principais condições de contaminação de aquíferos urbanos são devido aos seguintes fatores:

- aterros sanitários contaminam as águas subterrâneas pelo processo natural de precipitação e infiltração, quando construídos em áreas de recarga de aquíferos;

- a grande maioria das cidades brasileiras utilizam fossas sépticas e/ou sumidouros como destino final do esgoto. Este conjunto tende a contaminar a parte superior de aquífero. Esta contaminação pode comprometer o abastecimento de água urbana quando existe comunicação entre diferentes camadas dos aquíferos através de percolação e da perfuração inadequada de poços tubulares (artesianos ou não);

- a rede de condutos de pluviais pode contaminar o solo através de perdas de volume no seu transporte e até por entupimento, pressionando a água contaminada para fora do sistema de condutos. (TUCCI, 2000).

O principal problema dos recursos hídricos no Brasil de hoje, é o impacto negativo resultante do desenvolvimento urbano, tanto a nível interno dos municípios como a nível externo, exportando poluição e inundações para jusante. Este quadro

de deterioração dos recursos hídricos provocado pelo desenvolvimento urbano, também se reflete no Distrito Federal.

[...] esta tendência não está sendo contida, mas está sendo ampliada pela grande concentração urbana, com deterioração dos mananciais, ineficiência das redes de coleta e tratamento de esgotos e a total falta de controle sobre os esgotos pluviais tanto quantitativo como qualitativo. Este processo gera um ciclo em que a água retirada gera esgoto, que retorna para a população depois de diluída no manancial e tratada. Este cenário tende gerar um retorno a condições sanitárias que produzem novos tipos de endemias. As algas tóxicas produzidas pela proliferação devido ao aumento de nutrientes em lagos é um exemplo recente deste problema.

As regiões metropolitanas, deixaram de crescer no seu núcleo, mas se expandem na periferia, justamente onde se encontram os mananciais, agravando este problema. A tendência é de que as cidades continuem buscando novos mananciais sempre mais distantes e com alto custo.

A rede de pluviais além de transportar o esgoto que não é coletado e tratado, também transporta a contaminação do escoamento pluvial (carga orgânica, tóxicos e metais) além de aumentar as inundações para jusante. A maioria das cidades nem mesmo identificou as causas básicas destes problemas e continuam construindo canais (custos que chegam a valores insustentáveis) que apenas transferem enchentes para jusante, junto com lixo e fluxo contaminado. (TUCCI, 2000).

Em consequência das degradações ocorridas em áreas de relevante interesse ecológico, e cuja preservação se mostrava essencial para uma saudável qualidade de vida, foi criada pelo governo federal, a Lei nº 6.902, de 1981, onde em seu artigo 8º trata especificamente da criação de Área de Proteção Ambiental (APA).

A APA do Descoberto foi criada por um Decreto Federal nº 88.940, de 7 de novembro de 1983, porque abrange mais de uma unidade da Federação (Distrito

Federal e Goiás), a qual localiza-se em sua maior parte no Distrito Federal, nas Regiões Administrativas de Brazlândia (RA IV), Taguatinga (RA III), Ceilândia (RA IX), e uma parte menor que adentra ao Estado de Goiás.

Para responder às ameaças de desabastecimento, às quais está sujeita a humanidade, em decorrência da degradação dos recursos hídricos; no Brasil, instrumentos legais foram propostos na Lei 9433, de 1977, que instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos, que adota a bacia hidrográfica como unidade de planejamento, em consonância com a realidade pedológica e geológica que a compõe. Desta forma, as gestões do solo e da água são indissociáveis, pois sem a conservação do solo não há conservação da água.

A questão do meio ambiente passou, com o decorrer do tempo, a assumir relevância, visto que a Constituição de 1988 dedicou à matéria um capítulo específico (Título VIII, Capítulo VI), dividindo com a sociedade a responsabilidade pela sua preservação e conservação. A matéria encontra-se disciplinada no artigo 255 da Carta Magna, que atribui a todas as esferas do Poder Público a competência para zelar pelos recursos naturais e pelo meio ambiente.

“Art. 225 – Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações”.

2.2 - Aspectos Legais

Outras legislações pertinentes à APA do Descoberto foram criadas, tais como em 1997 foi instituída, através da Lei nº 9.433, a nova Política Nacional de Recursos

Hídricos (PNRH), e criado o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SNGRH). Esta nova política traz em seu texto cinco princípios básicos:

1. a adoção da bacia hidrográfica como unidade territorial para implementação da política de atuação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos;
2. os usos múltiplos;
3. o reconhecimento da água como um recurso natural limitado, dotado de valor econômico;
4. a gestão descentralizada e participativa do Poder Público, dos usuários e das comunidades;
5. em situações de escassez, o uso prioritário dos recursos hídricos é o consumo humano e dessedentação de animais.

Criou-se ainda, cinco instrumentos de gestão das águas:

1. O Plano de Recursos Hídricos;
2. O enquadramento dos corpos d'água em classes, segundo os usos preponderantes da água;
3. A outorga dos direitos de uso;
4. A cobrança pelo uso;
5. O Sistema de Informações.

A APA do Descoberto é uma área de grande relevância ecológica que abriga ecossistemas representativos do Bioma Cerrado. Sua localização geográfica é de extrema importância, pois abrange a área das nascentes dos tributários do Lago Descoberto, o qual atende à demanda de mais de um milhão de habitantes do Distrito Federal, beneficiando as populações de Taguatinga, Ceilândia, Samambaia,

Recanto das Emas, Riacho Fundo I e II, Núcleo Bandeirante, Candangolândia, Guará I e II, SMPW, Gama e Santa Maria.

[...] Abrange áreas do Distrito Federal, em maior parte, e um trecho do Estado de Goiás, com 39.100 ha aproximados de área e abriga a cidade-satélite de Brazlândia em seus limites. É a APA responsável pela proteção da Represa da Bacia do Rio Descoberto, que abastece atualmente cerca de 60% da população do Distrito Federal, cuja administração é feita pela CAESB. A maior parte de sua superfície está tomada por chácaras voltadas à produção de hortifrutigranjeiros e por reflorestamento de pinus e eucaliptos chamados de Floresta Nacional. (SILVA et al, 2001).

O zoneamento ecológico-econômico da APA foi instituído pela Instrução Normativa SEMA/SEC/CAP nº 01/88, que a dividiu em oito diferentes zonas de uso:

- reflorestamento;
- atividades agrícolas;
- preservação e recuperação de recursos hídricos e matas de galeria;
- silvicultura com espécies nativas;
- zona de contenção para a cidade-satélite de Brazlândia.

2.3 - Urbanização e Ordenamento Territorial

A seguir será feita uma correlação entre a Lei Complementar nº 017/97 que se refere ao Plano Diretor de Ordenamento Territorial do Distrito Federal (PDOT), e a situação real observada na APA Descoberto.

O Art. 13 encontra-se prejudicado uma vez que o zoneamento foi alterado e o rezoneamento há muito tempo está em fase de estudos para sua elaboração, o que dificulta a aplicação da legislação nesta APA.

Em seu Art. 25 § 1º item III, enquadra, dentre outras áreas, a área do Projeto Integrado de Colonização Alexandre Gusmão – PICAG, inserido na Área de Proteção Ambiental do Rio Descoberto, como Zona Rural de Uso Controlado onde devido a existência de atividade agropecuária consolidada, e que em função da necessidade de preservação de seus mananciais e de seu grau de sensibilidade ambiental, terá seu uso restringido. No entanto o que se observa é a exploração econômica da atividade agropecuária sendo desenvolvida normalmente como em qualquer outra área sem restrições legais.

Neste mesmo Art. 25, § 2º item I, onde cita que na Zona Rural de Uso Controlado, será garantido o uso agropecuário, preservada a qualidade dos mananciais, de acordo com as diretrizes do Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos do Distrito Federal, também está prejudicado, uma vez que a atividade hortifrutigranjeira desenvolvida no PICAG tem provocado assoreamento e poluição dos corpos d'água, em decorrência dos sedimentos, carregados pela erosão acelerada, estarem impregnados por agrotóxicos, fertilizantes químicos e orgânicos. Esta atividade desenvolvida no PICAG também transgride o Art. 26 § 2º, onde é citado que todas as atividades potencialmente poluidoras já existentes na área providenciarão o Estudo de Impacto Ambiental/Relatório de Impacto Ambiental, para fins de regularização e adotarão as medidas cabíveis de prevenção; a não ser que assoreamento e poluição dos corpos d'água não seja uma consequência de atividade potencialmente poluidora (Figura 01).



Figura 01 - Uso de adubo orgânico às margens do córrego chapadinha na bacia do Lago Descoberto

No Art. 25 do PDOT, item III prevê a exigência da recuperação, pelas empresas exploradoras de recursos naturais não renováveis, das áreas degradadas por suas atividades, e se observa na região áreas de cascalheiras desativadas e não recuperadas (Figura 02).



Figura 02 - Cascalheira desativada e não recuperada na bacia do Lago Descoberto

No Art. 26, § 3º do PDOT, é citado que serão admitidos, para fins de regularização fundiária, os parcelamentos existentes até a data da publicação desta Lei, em glebas inferiores a cinco hectares, desde que superiores a dois hectares, obedecido o disposto no Art. 28, e conforme o questionário aplicado, constatamos que 14% das chácaras tem área menor ou igual a 1,5 ha, caracterizando parcelamento irregular do solo (Figura 03).

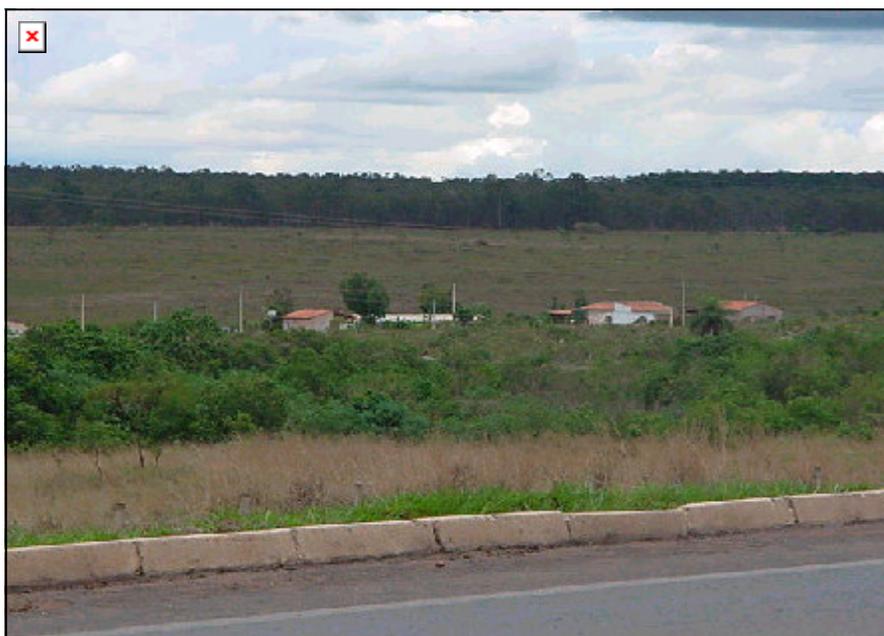


Figura 03 - Parcelamento irregular do solo para fins urbanos na bacia do Lago Descoberto

No Art. 86 do PDOT, cita que os zoneamentos das Unidades de Conservação, previstos em suas respectivas leis ou decretos de criação, fornecerão diretrizes relativas ao uso e à ocupação do solo nessas unidades, porém, a morosidade no processo de elaboração do rezoneamento propicia o uso desordenado e a ocupação irregular do solo nesta área (Figuras 04 e 05).



Figura 04 - Deposição de lixo na bacia hidrográfica do rio das Pedras na bacia do Lago Descoberto



Figura 05 - Deposição de lixo nas proximidades do INCRA 8 na bacia do Lago Descoberto

Esta área encontra-se dentro de uma Área de Proteção Ambiental (APA) do Descoberto, e é parte da Zona de Proteção e Recuperação estabelecida pelo Plano de Proteção do Descoberto (Instrução Normativa 001/88 - SEMA/SEC/CAP). A criação dessa área tem como objetivo estancar o processo de degradação dos recursos hídricos e cobertura vegetal, e o de revertê-los e recuperar as áreas

degradadas, de modo a transformá-las em um espaço o mais natural possível. Por sua maior abrangência e compatibilidade com os objetivos desta Zona de Preservação, resolveu-se adotar o conceito da "Integridade ecológica" para a qualidade da água. O que se observa na prática é a não recuperação de áreas degradadas bem como o manejo inadequado do solo, por parte dos chacareiros acarretando no assoreamento dos tributários e do Lago Descoberto (Figura 06).



Figura 06 - Assoreamento na foz do Ribeirão Rodeador. na bacia do Lago Descoberto

2.4- Qualidade da Água

Em 1990 foi iniciada a construção do sistema de irrigação na área, que atende hoje a inúmeras chácaras. O problema a ser enfrentado refere-se à canalização das águas em grande quantidade que poderá acarretar a diminuição da vazão média afluyente do lago o que poderá comprometer a capacidade instalada da ETA-RD de tratamento de 6,0 m³/s e prejudicar o abastecimento público.

Além do uso crescente dos cursos d'água para projetos de irrigação, há ainda sua poluição por elementos domésticos não tratados, 100% do esgotamento sanitário é realizado através de fossa negra (sumidouro), e pelo uso intensivo de agrotóxicos na agricultura, comprometendo a utilização da rede de drenagem superficial para fins de abastecimento público.

Outro problema são os desmatamentos na área, que podem ser observados junto às matas de galeria, que ocorrem ao longo dos cursos d'água. As causas para esses desmatamentos são motivadas sobretudo pela expansão das atividades agrícolas nas áreas do PICAG e também pela ação de invasores e posseiros, decorrente da ocupação desordenada.

Outras ações são provenientes da implantação de condomínios irregulares e exploração de cascalheiras e areais. Após a exploração essas áreas devem ser recuperadas, de acordo com a legislação em vigor, mas isto não vem acontecendo na área, o que acarreta perda de solo por processos de erosão. (GDF/SEMATEC/IEMA, 1994).

O zoneamento em vigor para esta Unidade de Conservação, a exemplo da APA do São Bartolomeu, está sendo submetido a um processo de revisão. O "rezoneamento" em questão encontra-se em estágio menos avançado. Problemas sérios, relativos a processos de ocupação, como é o caso dos loteamentos Lucena Roriz e INCRA 8 e a utilização não controlada de agrotóxicos pelas implantações do Projeto Integrado de Colonização Alexandre Gusmão (PICAG), podem afetar substancialmente o manancial mais importante atualmente do Distrito Federal, em termos de volume de água captada.

O Distrito Federal tem 100% do seu território na área nuclear dos cerrados. É o segundo maior Bioma, pertencente ao domínio morfoclimático do Brasil e da América do Sul. Nas últimas décadas, apesar das restrições edáficas e hídricas, poucas

regiões no mundo tiveram um crescimento econômico como o ocorrido no Centro-Oeste brasileiro. O espantoso crescimento da produção agrícola, do rebanho bovino, da infra-estrutura, da atividade industrial, da exploração do subsolo, além do forte crescimento do contingente populacional, fizeram com que esta região mudasse radicalmente seu perfil nos últimos 30 anos (NOVAES NOVAES PINTO, 1993).

A forma como vem sendo produzido esse crescimento tem deixado muito a desejar com relação à conservação da natureza. Instalou-se um processo permanente de degradação ambiental e social que chega a colocar em risco parte significativa das riquezas da região, seus recursos naturais, o patrimônio cultural e a própria continuidade de atividade econômica tornou-se insustentável.

O aumento da demanda hídrica no DF está induzindo a busca de novos recursos em outros estados, a exemplo de Goiás, em específico a Barragem Corumbá IV, em construção (Figura 07). Entretanto, não podemos descuidar da gestão de nossas reservas hídricas que, por um lado, tem um custo de tratamento menor, em função da proximidade entre a captação, o tratamento e a distribuição, e apresentar uma água de primeiro uso; por outro lado, são os nossos mananciais que abastecem o rio Corumbá. Se eles secarem, poderiam comprometer o futuro de Corumbá IV.



Figura 07 - Usina hidrelétrica Corumbá IV em construção na bacia do Lago Descoberto

Como exemplo de degradação na qualidade da água de abastecimento, provocada pelo adensamento populacional, podemos citar o caso da ocupação desordenada na bacia da Represa Billings.

A região da Represa Billings é um dos setores de expansão da mancha urbana da Região Metropolitana de São Paulo, cuja ocupação rápida e descriteriosa tem desencadeado processos de degradação. O presente trabalho teve por objetivo a análise de um dos indicadores da degradação da área, qual seja, a formação de depósitos sedimentares na foz dos rios afluentes à represa, assim como dos processos erosivos atuantes e sua correlação com o processo de ocupação. A pesquisa baseou-se nas atividades de identificação, caracterização e mapeamento dos depósitos sedimentares da suscetibilidade à erosão dos terrenos; evolução têmporo-espacial do uso e ocupação do solo; e definição do potencial erosivo dos terrenos, decorrente na interação entre os fatores físicos e humanos.

Os depósitos sedimentares de maior expressão territorial foram identificados nas sub-bacias com predomínio de uso urbano, nas sub-bacias com atividades de

mineração e naquelas que associam ambos os usos. Além desses, foram identificados depósitos expressivos nas áreas de influência das rodovias. Os cortes e aterros realizados para construção dessas rodovias, principalmente em áreas de relevo mais movimentado, permitiram a remoção e deposição dos sedimentos formados na foz dos rios principais. Verificou-se ainda que as áreas urbanas na bacia de drenagem da represa encontram-se em estágios diferenciados, entre a consolidação e a expansão urbana. A consolidação das áreas urbanizadas, com ocupação máxima das áreas loteadas e implantação da infra-estrutura básica, possibilita a minimização dos processos erosivos. Enquanto que, nas áreas de expansão urbana e sem infra-estrutura (principalmente sem, pavimentação de ruas e rede coletora de águas pluviais), os processos erosivos acelerados são mantidos, incrementando o volume de sedimentos depositados na foz dos rios afluentes à represa. Finalmente, observou-se que o caráter irregular dos loteamentos implantados na área da represa, sob o ponto de vista legal, tem contribuído para a manutenção da exposição do solo aos processos erosivos por longos períodos. (MODESTO, 1999).

Como solução comprovadamente eficiente para controlar os devastadores efeitos nocivos do processo de erosão acelerada, podemos citar o caso do Projeto Paraná Rural, que implantou o Subprograma de Manejo e Conservação do Solo, no estado em um período de sete anos, adotando como unidade de planejamento a micro bacia hidrográfica. O diagnóstico do referido projeto, considera que, “no Paraná, a erosão hídrica é o principal problema da degradação dos solos do estado, dado que este tipo de erosão leva à perda de solos, redução da produção e da produtividade, provoca enchentes e poluição dos mananciais, elevando o custo do tratamento da água para o consumo doméstico”. (FLEISCHFRESSER, 1996).

Após a implantação do Projeto Paraná Rural em 1998, ficou comprovada sua eficiência na redução em 50% na turbidez, e redução de 75% no custo de tratamento dessa água para abastecimento.

[...] A prevenção da erosão induzida pela água, através da proteção do solo aliada a um melhor manejo e minimização do escoamento superficial, produz benefícios diretos para os usuários dessa mesma água, situados a jusante. Uma pesquisa preliminar conduzida no Estado do Paraná mostrou que alguns desses tipos de intervenção não só resultaram no incremento da renda dos agricultores mas também chegaram a diminuir em 50% a turbidez da água em mananciais para consumo humano, reduzindo em 75% os custos com o tratamento dessa água. (BANCO MUNDIAL, 2002).

Segundo IAPAR (1995), foram analisados os seguintes parâmetros laboratoriais: pH (potencial de hidrogênio); demanda química de oxigênio (DQO); demanda bioquímica de oxigênio (DBO); oxigênio dissolvido (OD); nitrogênio total; fósforo total; turbidez e sólidos totais.

Tabela 3 - Variação do IQA em microbacias piloto no Paraná.

Bacia Hidrográfica	Ano			
	92	93	95	95
Inhacanga	66,96	69,83	71,08	75,76
Cascavel	--	--	--	80,31
Ribeirão do Meio II	67,42	64,36	51,28	78,62
Água Grande-córrego	57,14	61,25	62,95	66,32
Pensamento				
Núcleo Dourado	70,64	65,94	72,77	77,10

Classificação do IQA

- 80 – 100 Qualidade ótima
- 52 – 79 Qualidade boa
- 37 – 51 Qualidade aceitável
- 0 – 36 Qualidade ruim

Fonte: adaptado de IAPAR, 1995.

No ano de 1995 foram feitas duas coletas de amostras, entre março e junho; na micro – bacia do rio Cascavel somente foi disponibilizados os dados referente a uma coleta no ano de 1995.

Segundo os dados da pesquisa desenvolvida no Estado do Paraná, ocorreu uma melhoria significativa nos índices de IQA nas bacias hidrográficas em estudo, em decorrência da implantação de um conjunto de práticas agrícolas integradas, que podem ser classificadas em três categorias:

1. aumento da cobertura do solo – pastagem natural de inverno intercalada com o milho; adubação verde; uso de sementes melhoradas; cultivo intercalar de milho; aumento da densidade de milho; manejo sem queima do capim papua; reflorestamento; recomposição da mata ciliar; quebra ventos; rotação de culturas.
2. controle de escoamento superficial – plantio em nível com cordão vegetado permanente; terraceamento; adequação de estradas; adequação de carreadores; plantio direto.
3. Melhoria de infiltração de água no perfil do solo – escarificação/descompactação do solo em áreas moto-mecanizadas; subsolagem.

Em outros termos, quando o homem provoca um processo de degradação do solo, ele desencadeia uma série de ocorrências sobre o mesmo, tais como: redução na capacidade de infiltração e condução da água, queda dos níveis de matéria orgânica e baixa atividade biológica, perda da capacidade de retenção de água, desequilíbrio nutricional, queda da capacidade de troca catiônica e diminuição da fertilidade. O resultado final é a queda da produtividade, a qual, por sua vez, realimenta tais ocorrências.

Assim, percebe-se que existe uma circularidade – marcada por retiradas excessivas sem as devidas reposições – que, ao longo do tempo, afeta a produção da biomassa e completa um ciclo extremamente prejudicial à preservação ambiental e à produção. Além disso, o fato de os produtores realizarem um número excessivo de operações com máquinas pesadas – tratores e colheitadeiras – acelera e agrava os problemas acima destacados, por provocar a compactação dos solos.

As estradas mal planejadas, do mesmo modo que a divisão fundiária das propriedades na forma de “espinha de peixe”, por sua vez, ao desconsiderarem o comportamento hídrico e as estruturas protetoras laterais, passam a ser agentes de erosão.

Tendo por base tais fenômenos, a estratégia técnica do programa Paraná Rural, está centrada nos fatores que provocam a erosão hídrica. Para tanto, pretende redirecionar a base técnica da produção agropecuária através do estímulo ao uso de técnicas que incidem sobre três pontos.

Primeiro, o aumento da cobertura vegetal do solo, visando reduzir o impacto das gotas de chuva contra a superfície, com conseqüente redução da desagregação da estrutura do solo.

Segundo, aumento da infiltração da água no perfil do solo, de modo a reduzir o escoamento superficial e promover maior disponibilidade de água para as culturas, com conseqüente redução dos riscos e aumento da produção vegetal.

Terceiro, controle do escoamento superficial, com o objetivo de reduzir os danos da erosão por transporte, regular o regime hídrico na microbacia hidrográfica evitando, por essa via, a sedimentação e a poluição dos mananciais.

Tal estratégia deve concretizar-se a partir de um planejamento e de ações para cada microbacia hidrográfica, dado que se constituem em uma unidade das mais adequadas aos propósitos dessa estratégia porque conFiguram uma área geográfica compreendida entre um fundo de vale (rio, riacho, sanga, várzeas) e os espigões

(divisores de água). Assim, essa área delimita os pontos a partir dos quais toda a água das chuvas corre para o fundo do vale. (FLEISCHFRESSER, 1996).

Legislar o uso da água tornou-se imperativo, para disciplinar os conflitos existentes, uma vez que a população está concentrada em manchas urbanas, e os recursos hídricos estão dispersos pelo território. A região Centro-Oeste, a segunda maior detentora de água do país, possui 15,7% de água para 6,98% da população brasileira. Apesar da relativa abundância de água, algumas localidades começam a enfrentar problemas de escassez e comprometimento da qualidade de seus recursos hídricos, como é o caso do Distrito Federal, por estar localizado em regiões de nascentes de grandes bacias hidrográficas em que a quantidade de água é pequena no período seco. Esta situação tende a se agravar, devido a expansão urbana acelerada, parcelamento irregular do solo, ocupação das áreas de recarga de aquíferos, desmatamentos, queimadas, retirada da mata ciliar, impermeabilização do solo e erosão (Figura 08).



Figura 08 - Adensamento urbano na bacia do Lago Descoberto

Dentre o conjunto de técnicas conservacionistas já incorporadas ao processo produtivo da moderna agropecuária brasileira, que se destaca pela sua expressiva eficiência no controle da erosão, a técnica do plantio direto, além de ser mais eficaz no controle da erosão, chegando a índices superiores a 90%, em relação ao sistema convencional de preparo do solo, contribui de forma decisiva para a melhoria dos aspectos físicos, químicos e biológicos do solo e para a redução dos custos de produção. A seguir o relato sobre plantio direto, do pesquisador Celso Castro publicado pelo Instituto Agronômico do Paraná - IAPAR.

Segundo Celso Castro, pesquisador do IAPAR, a agricultura moderna e eficiente deve ser calcada em um tripé de sustentabilidade: a sustentabilidade social, a sustentabilidade econômica e a sustentabilidade ambiental. Neste sentido o plantio direto é quem melhor atende esta política. Institutos de pesquisa, empresas privadas, técnicos e governo vem lutando para aumentar ainda mais a área de plantio direto no estado. O principal fator para este esforço é a preservação do solo e o controle do assoreamento dos rios, problema notório para o lago Itaipu, sobretudo em áreas próximas à foz dos principais rios que nele deságuam, o que forçou a Itaipu Binacional a iniciar um levantamento do montante de solo perdido pela erosão e o mapeamento dos pontos críticos. Estima-se que quase 90% do problema seja oriundo da erosão hídrica de terras cultivadas nos estados de Mato Grosso e São Paulo. No estado do Paraná, segundo Osmar Muzilli, diretor técnico-científico do IAPAR, graças ao grau de conscientização já desenvolvido acerca da importância de controle da erosão, os danos passaram a ser minimizados pela implementação de programas de uso e manejo integrado do solo e água em microbacias hidrográficas, e sobretudo pelo aumento das áreas sob plantio direto. Assim mesmo, conclui Muzilli, na foz do rio Piquiri e em alguns afluentes menores, o problema de assoreamento se reflete de maneira grave, em virtude dos efeitos da erosão hídrica ainda incidente nas terras

submetidas a processos inadequados de uso e manejo. Sob sistemas tradicionais de preparo do solo, dados pioneiros do IAPAR comprovam perda de até 70 toneladas de solo/ha/ano, concentradas no período primavera-verão (estação de chuvas). Já em fase de plantio direto, lembra Celso Castro, esta perda se reduz a 100/150 kg de solo/ha/ano (IAPAR, 1998).

DIAS (1997), em um estudo integrado da bacia hidrográfica do Reservatório Passaúna (Araucária - Paraná-Brasil), considerando a inter-relação da ocupação dos solos com a qualidade das águas, afirma que:

[...] Os levantamentos realizados na área de drenagem do reservatório e nos rios tributários, indicaram que as fontes pontuais de poluição, compreendidas pelo aterro sanitário e cinco indústrias, estão relativamente bem controladas por medidas de saneamento. Contudo, as cargas não pontuais provenientes da drenagem de áreas urbanas e agrícolas deveriam ser controladas, pois a longo prazo tendem a prejudicar o uso do reservatório para o abastecimento público (DIAS, 1997).

A água é indispensável para a saúde humana e seu bem estar, tanto nas áreas urbanas e rurais, como também passa a ser um fator crítico para a produção agrícola e industrial, além de promover a sustentabilidade dos diversos ecossistemas aquáticos e terrestres. A agricultura de sequeiro (sem irrigação), embora não retire água de qualquer manancial da superfície, tem uma influência indireta no ciclo hidrológico, pois o uso do solo interfere no recurso água; provocando um aumento do escoamento superficial e da erosão, com o conseqüente assoreamento dos corpos d'água. Entre os vários efeitos, verifica-se uma menor taxa de infiltração de água no solo, que diminui o nível do lençol freático e altera a vazão dos mananciais.

Um depoimento que nos desperta para uma tomada de consciência quanto à conservação de nossos recursos naturais, principalmente a água, e mudança de

postura quanto ao desperdício e consumismo exagerado, nos é dado por Leonardo Boff.

O pavor suscitado pelo lançamento de bombas atômicas sobre Hiroshima e Nagasaki, em 1945, foi tão devastador que mudou o estado de consciência da humanidade. Introduziu-se a perspectiva de destruição em massa, acrescida posteriormente com a fabricação de armas químicas e biológicas, capazes de ameaçar a biosfera e o futuro da espécie humana. Antes, os seres humanos podiam fazer guerras convencionais, explorar os recursos naturais, desmatar, jogar lixo nos rios e gases na atmosfera e não havia grandes modificações ambientais. A consciência tranqüila assegurava que a Terra era inesgotável e invulnerável e que a vida continuaria a mesma e para sempre em direção ao futuro.

Esse pressuposto não existe mais. Mais e mais nos damos conta daquilo que a Carta da Terra atesta: "Estamos diante de um momento crítico na história da Terra, numa época em que a humanidade deve escolher o seu futuro ou formar uma aliança global para cuidar da Terra e uns dos outros ou arriscar a nossa destruição e da diversidade da vida.

Esse documento, já assumido pela UNESCO, representa a nova perspectiva planetária, ética e ecológica da humanidade. Os fatos que sustentam o alarme são irrecusáveis: só temos essa Casa Comum para habitar; seus recursos são limitados, muitos não renováveis; a água doce é o bem mais escasso da natureza (só 0,7% é acessível ao uso humano); a energia fóssil, motor do desenvolvimento moderno, tem dias contados; e o crescimento demográfico é ameaçador. Ultrapassamos já em 20% a capacidade de suporte e reposição da biosfera. Querer generalizar para toda a humanidade o tipo de desenvolvimento hoje imperante, demandaria outros três planetas iguais ao nosso. A grande maioria não pensa em tais coisas, pois parece-lhe insuportável lidar com os limites e eventualmente com o desastre coletivo, possível ainda em nossa geração.

[...] A auto-limitação significa um sacrifício necessário que salvaguarda o Planeta, tutela interesses coletivos e funda uma cultura da simplicidade voluntária. Não se trata de não consumir, mas de consumir de forma responsável e solidária para com os seres vivos de hoje e que virão depois de nós. Eles também têm direito à Terra e a uma vida com qualidade. (BOFF, 2003).

A água é um elemento essencial para o funcionamento dos ecossistemas e da vida, como a formação e dinâmica dos solos e do clima. Constitui-se no habitat de incontáveis espécies, é indispensável para o funcionamento metabólico de toda a biodiversidade, e tem uma infinidade de usos como por exemplo, insumo direto ou indireto na produção de bens e serviços para o atendimento das necessidades humanas.

Inicia-se a busca por vida em outros planetas através da evidência da existência de água, já que sem água não existe vida. A água solubiliza quase todos os compostos químicos, especialmente os sais minerais nutrientes. Ao deslocar-se na superfície, transporta os compostos solubilizados, na superfície do solo, entre os poros do solo tornando-o eutrófico ou distrófico, e nos cursos d'água, promovendo o funcionamento, pelo menos em parte, do ciclo dos nutrientes.

As características físicas da água são importantes para o ambiente. Devido ao seu elevado calor específico, é necessária muita energia para aquecê-la ou resfriá-la. Desta forma, a água é um importante regulador da temperatura ambiente, para tornar o clima mais ameno. Em desertos, regiões de clima seco ou em grandes cidades, as variações de temperatura dentro de um mesmo dia, ou entre dia e noite, são grandes, em função da menor ou maior quantidade de água no ambiente (líquida ou vapor atmosférico). Já em áreas com florestas ou próximo a reservatórios, essas variações são bem menores.

Outra característica importante da água é o calor latente de fusão (ou solidificação) e evaporação (condensação). Ela permanece no estado em que está por algum tempo, absorvendo ou liberando calor, para depois mudar de estado físico. Esta é uma das explicações para a não formação de geada em dias nublados ou sob neblina (cerração). Nuvens e neblinas são, em verdade, reservatórios de água em estado de vapor, que fornecem calor para o meio e retardam o congelamento da água na superfície. Quando a água evapora, absorve grande quantidade de energia (calor), amenizando a temperatura do ambiente. Em locais onde são construídos reservatórios de água (hidrelétricas, reservatórios para abastecimento urbano), o micro-clima fica mais úmido e ameno.

A água tem, ainda, a característica peculiar de se expandir quando congela. Assim, é um importante agente de formação e transformação dos solos, na fragmentação de rochas e sedimentos. Considerando estes aspectos, a água é o elemento de ligação de todos os subsistemas ambientais. Qualquer degradação no ambiente causará desequilíbrios nos cursos d'água, trazendo conseqüências na disponibilidade e demanda, no equilíbrio dos ecossistema, na manutenção da produção e na saúde da população (proliferação de doenças e vetores). (IAPAR, 1998).

O Brasil é um país privilegiado no que diz respeito à quantidade de água, detém 13% da reserva mundial, e talvez por conta deste fato não dê a devida atenção a este bem social e de alto valor econômico. O desperdício e a poluição de nossas fontes de água revelam as atuais crises de abastecimento nos grandes centros urbanos, e torna-se urgente a necessidade de campanhas de educação ambiental que conscientizem a sociedade para esta questão, para que possamos garantir a qualidade e quantidade no abastecimento para esta e as futuras gerações.

Se em determinada região ocorre um processo de degradação do solo, ou poluentes são lançados, a água das chuvas levará, através das enxurradas, os sedimentos e poluentes até o rio. A jusante deste ponto o rio ficará poluído até que a auto-depuração aconteça e a qualidade das águas seja restabelecida. Este processo simples demonstra que as fontes causadoras de problemas ambientais estão distribuídas ao longo do espaço da bacia.

A água, apesar de abundante, está mal distribuída tanto no território brasileiro, quanto entre seus usuários e consumidores. De acordo com Christian Guy Caubet, representante das ONGs no Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH), apesar de o Código das Águas prever prioridade absoluta do uso da água para satisfazer as necessidades humanas básicas (dessedentação e usos domésticos), o maior consumo se dá na agricultura com 70% do volume total. Em seguida estão os usos industriais com 20% e, por fim, os usos domésticos que não ultrapassam 8%. Somando-se este aspecto ao desperdício de água, à poluição dos mananciais e ao crescimento desordenado dos grandes centros urbanos, temos a equação que resulta nas atuais crises de abastecimento.

[...] Dos 2,5% de água doce da terra; 0,3% são acessíveis ao consumo humano. Essa cifra demonstra claramente a diferença entre água e recursos hídricos, ou seja, água passível de utilização como bem econômico. A qualidade total de água da terra, portanto, é suficiente para abastecer toda a população com folga. Isso porque o ciclo hidrológico mantém um fluxo constante do volume de água, a uma taxa de 41.000 km³/ano. Desse fluxo, mais da metade chega aos oceanos antes que possa ser captado e um oitavo atinge áreas muito distantes para poderem ser usadas. Estima-se que a disponibilidade efetiva de água esteja entre 9.000 e 14.000 km³/ano. Enquanto isso, a demanda total de água previstas para o ano 2.000 deverá atingir apenas cerca de 4.500 km³/ano. Assim, em termos globais, não existe perigo de escassez de água. (COMCIENCIA, 2000).

Existem controvérsias em relação ao percentual de água doce disponível ao consumo humano, porém no presente projeto será considerado o índice de 0,3% por ser o mais crítico e que comprova a realidade das escassez de água no mundo.

Os principais impactos ambientais que podem ser identificados no âmbito de uma bacia hidrográfica, através da análise dos recursos hídricos e que estão associados às suas características e atividades, segundo IAPAR (1998), são:

- Erosão hídrica: desagregação, transporte e sedimentação de partículas sólidas, pela ação das águas das chuvas, cuja intensidade depende das características do solo, forma de ocupação, sistema de drenagem e intensidade das chuvas;

- Esgotos: efluentes domésticos ou industriais característicos, acentuadamente, em áreas urbanas com maior concentração populacional e em áreas industriais;

- Dejetos animais: produção pecuária;

- Agroquímicos: Agrotóxicos e fertilizantes, característicos em áreas de agricultura;

- Lixo urbano: os resíduos sólidos constituem-se em um problema sério a todas as bacias, especialmente nas regiões adensadas populacionalmente. O impacto dos resíduos ocorrem pela má disposição, inclusive nos aterros sanitários;

- Ocupações irregulares: em áreas de risco de cheias e desmoronamentos, ocupações de fundos de vale expondo a população ao problema de cheias e efeitos associados (prejuízos financeiros, exposição da população a doenças de veiculação hídrica, redução das atividades econômicas), acelera o processo erosivo;

- Chorume: Os lixões são locais irregulares ou não, de disposição de lixo e normalmente geram o chorume, um líquido altamente poluente resultante da decomposição dos resíduos orgânicos, que quando não são tratados, contaminam o solo e as águas;

- Desmatamento: a redução da cobertura vegetal de uma bacia acarreta na perda de biodiversidade e exposição do solo que se torna suscetível à desestruturação pelo impacto das chuvas e ao aceleração do processo erosivo, além de propiciar o aumento da frequência e da intensidade das cheias, devido ao aumento do escoamento superficial da água e ao assoreamento. Com a redução da biodiversidade, altera-se significativamente os processos naturais. (IAPAR, 1998).

A gestão dos recursos hídricos adotando a bacia hidrográfica como unidade de planejamento no sentido amplo, é fundamental na busca de solução para esses problemas.

Outro trabalho que vem corroborar a idéia, ora defendida nesta dissertação (conservação do solo na bacia de captação para abastecimento), foi apresentado pela TECNORTE (1999), sob o título Conservação de Água e Solo:

Essencial à vida, a água é necessária para quase todas as atividades humanas, sendo, por isso, um recurso de valor inestimável. As pequenas demandas hídricas podiam ser atendidas no passado pelas disponibilidades naturais, no entanto, o aumento populacional e o desenvolvimento econômico reduziram as disponibilidades hídricas em alguns locais.

Ao longo da década de 70, e mais acentuadamente nos anos 80, aconteceu um despertar para as ameaças a que estava sujeita a humanidade caso não houvesse mudança de comportamento quanto ao uso dos recursos hídricos. Um dos resultados mais expressivos no Brasil foi a elaboração de instrumentos legais que regem o assunto, tal como a Lei 9433, de 1977, que instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos, que vem colocando em prática os recursos hídricos, adotando a bacia hidrográfica como a unidade de planejamento, em consonância com a realidade pedológica e geológica que a compõe. Desta forma, as gestões do solo e da água são indissociáveis, pois sem a conservação do solo não há conservação da água.

A erosão causa ainda problemas à qualidade e disponibilidade de água, decorrentes da poluição e do assoreamento dos mananciais, favorecendo a ocorrência de enchentes no período chuvoso e escassez de água no período de estiagem, a redução no potencial de geração de energia elétrica e o **aumento nos custos de tratamento da água**. (TECNORTE, 1999). (grifo nosso).

Com o desenvolvimento das regiões torna-se intensivo o uso dos recursos hídricos, acirrando os conflitos entre usos e ampliando os riscos de degradação ambiental gerados pelas atividades antrópicas. Devido à dificuldade de se obter água para abastecimento em quantidade e qualidade em muitas regiões do Brasil e do mundo, torna-se imperiosa a gestão dos recursos hídricos como bem escasso e de alto valor econômico e social.

O monitoramento do rio é uma ferramenta fundamental na gestão dos recursos hídricos, pois o rio é o destino final da trajetória da água na bacia hidrográfica. Segundo esta ótica, é também o reflexo de qualquer ação que ocorra, e que altere de forma significativa o equilíbrio natural do território, uma vez que os efeitos destas atividades a montante de um ponto de análise se farão sentir a jusante, de alguma forma naquele elemento. Neste sentido o rio pode ser considerado um indicador do estado de equilíbrio da bacia hidrográfica, caracterizando ou não o nível de sustentabilidade da bacia.

Esta relação de causa e efeito entre o que ocorre na superfície da bacia e o que posteriormente é transferido para o canal (e para as águas subterrâneas) tem sido muitas vezes negligenciada em projetos de planejamento de recursos hídricos, pois em geral, as fontes causadoras de problemas ambientais estão distribuídas ao longo do espaço da bacia. O curso d'água se insere então neste contexto como um elemento que age como um integrador, acumulando de montante para jusante os efeitos de qualquer atividade que se desenvolva na bacia. (MENDES; CIRILO, 2001).

Dados os complexos fatores das variáveis ambientais, tais como, tipo de solo, vegetação, topografia, clima, geologia, a heterogeneidade tempo espacial, e as variáveis sócio-econômicas; população, tipos de atividades agrícolas, número de indústrias, envolvidas ao longo da bacia de drenagem, surge então a necessidade de se desenvolver metodologias baseadas no pressuposto de que a vazão de um rio reflete uma resposta ambiental que é uma integração de todas as ações que ocorrem a montante do ponto de análise, em termos de qualidade como quantidade. Dessa forma, é essencial tentar estabelecer uma relação entre desenvolvimento e expansão das atividades humanas, caracterizadas pela alteração do uso, manejo e ocupação das terras, e o impacto decorrente nos cursos d'água.

O uso desordenado e o manejo inadequado dos solos no processo de ocupação das terras tem provocado efeitos deletérios através do desenvolvimento desordenado, ocasionando a impermeabilização do solo, a compactação, a erosão urbana e rural e o assoreamento dos cursos d'água. O manejo inadequado caracteriza-se principalmente pela ausência de práticas conservacionistas que levam à perda de fertilidade do solo e deterioração da qualidade da água.

A ausência de medidas conservacionistas na área rural e urbana e o uso inadequado dos recursos hídricos, tais como as perdas e o desperdício, são apenas alguns dos aspectos da utilização irracional e predatória dos recursos naturais. Do ponto de vista ecológico, recomenda-se que eles sejam analisados de forma integrada. Somente uma abordagem holística, que verifique causas e efeitos das ações antrópicas e analise as condições ambientais de toda a área estudada, permitirá traçar diretrizes de desenvolvimento adequadas ao ambiente físico e biológico.

As abordagens de planejamento do uso do solo baseadas em critérios econômicos clássicos têm falhado por não reconhecer o conflito entre as metas de desenvolvimento econômico e a capacidade de suporte dos ecossistemas. Essa falha pode ser verificada, por exemplo, nos altos custos envolvidos na recuperação dos recursos naturais, como água, solo, ar, etc.

[...] Assim o desafio está em transformar a questão ambiental no eixo do processo de planejamento. Para que as atividades desenvolvimentistas sejam duradouras e conseqüentes, elas devem ser determinadas pelo nível de sustentabilidade ambiental. Nesse tipo de planejamento, a integridade do ambiente deve ser o fator determinante e o nível de atividade desenvolvimentista permitida, a variável dependente. (PIRES, 1995).

Para consubstanciar a idéia ora defendida nesta dissertação, o projeto Água Limpa, desenvolvido pela CODASP (2003), é mais um exemplo.

O abastecimento de água nas cidades tem sido comprometido, nos últimos anos, pelo desmatamento, erosão, exploração inadequada do solo, uso de agrotóxicos, poluição ambiental que causam danos ao solo e à água, assoreando as nascentes. Problemas como falta de água, racionamento e até doenças causadas pela poluição da água tornam-se cada vez mais constantes.

Água Limpa: um projeto criado pela Secretaria de Agricultura de São Paulo e CODASP para, através de avançadas técnicas agronômicas, conservar o solo e a água, combater a erosão, recuperar os recursos naturais, garantindo assim um abastecimento de água pura e em quantidade, para a população, além de possibilitar o desenvolvimento da agricultura.

A implantação do Projeto Água Limpa começa com levantamentos básicos de solo, estudo hidrológico e identificação dos pontos críticos. Os dados são analisados e é feito um diagnóstico, indicando as formas adequadas de conservar o solo e a água da região.

Utiliza-se **práticas mecânicas para a conservação do solo e da água, práticas de recomposição vegetativa**, educação e monitoramento ambiental. **As práticas mecânicas permitem o aumento do volume de água disponível. Combatem a erosão e o assoreamento dos mananciais através de serviços específicos, como terraceamento para controle do escoamento das chuvas, subsolagem para permitir maior infiltração da água no solo e adequação de estradas rurais** para conter apropriadamente as águas pluviais. (grifo nosso).

A recomposição vegetativa contribui para proteger o solo, especialmente junto às nascentes e cursos da água, protegendo os mananciais. Para conscientização sobre a importância da conservação do solo e da água a educação ambiental é mais uma etapa do Projeto Água Limpa.

O monitoramento ambiental é um acompanhamento constante, para garantir a conservação do solo e da água, após a implantação do projeto, com a instalação de uma estação remota que controla as condições da nascente. Com o Projeto Água Limpa, a Secretaria de Agricultura de São Paulo e a CODASP garante a melhor qualidade de nosso solo e de nossa água. Com isto, temos água pura e em quantidade, alimentos mais saudáveis, safras mais produtivas, melhorando a qualidade de vida do homem da cidade e do campo. (CODASP, 2003).

Segundo IAPAR (1998), que discorre sobre o aumento da área sob plantio direto e sua influência na redução da perda de solo, controle da erosão, preservação do solo e controle do assoreamento dos rios, vem mais uma vez corroborar na idéia central de nossa dissertação da necessidade de se fazer a conservação do solo para melhorar a qualidade da água de abastecimento; conforme a seguir:

O uso de novas tecnologias e o barateamento dos custos dos defensivos utilizados para a operação de dessecação tem contribuído para o aumento da área de plantio direto no Paraná. Para se ter uma idéia, os dois produtos mais utilizados nesta

operação, o Glifosato e o 2.4-D tiveram uma queda aproximada de 50% no preço final aos consumidores.

Sob sistemas tradicionais de preparo de solo, dados pioneiros do IAPAR comprovam **perda de até 70 t de solo/ha/ano**, concentradas no período primavera-verão (estação de chuvas). Já em fase de plantio direto, lembra Celso Castro, **esta perda se reduz a 100/150 kg/ha/ano**. Segundo Muzilli a erosão ocasiona a perda de matéria orgânica e prejuízos à fertilidade do solo, à medida em que são carregados pela chuva os principais nutrientes essenciais às plantas, tais como o nitrogênio, o fósforo, o potássio, o cálcio, o magnésio, o enxofre e os micro-nutrientes concentrados na camada superior do solo. Para se ter uma idéia, em solo desprotegido uma chuva com 100 mm por hora pode causar voçorocas enormes. Toda esta perda é evitada com o plantio direto, já que a camada morta forma uma proteção eficiente contra os efeitos da chuva e do sol. (IAPAR, 1998). (grifo nosso).

No Brasil, a erosão hídrica é a mais expressiva quanto aos prejuízos provocados, sendo as conseqüências sentidas tanto no meio rural como urbano. A conservação do solo visa, basicamente, protegê-lo contra os processos erosivos, ao qual está continuamente exposto. A erosão natural é um processo lento e inerente à própria formação do solo, entretanto, a ação do homem, por meio da utilização de práticas que destroem o equilíbrio das condições naturais, provoca o surgimento da erosão acelerada. Esta se constitui em fenômeno de grandes prejuízos, não só para a exploração agropecuária, mas também para diversas outras atividades econômicas, como o tratamento de água para abastecimento, e ao próprio meio ambiente.

A erosão causa ainda problemas à qualidade e disponibilidade de água, decorrentes da poluição e do assoreamento dos mananciais, favorecendo a ocorrência de enchentes no período chuvoso e escassez de água no período de

estiagem, a redução no potencial de geração de energia elétrica e o aumento nos custos de tratamento da água. Portanto, ao se fazer a conservação do solo, se faz naturalmente, em decorrência da associação direta destes dois elementos, a conservação da água.

A redução constante da disponibilidade da água, em função da degradação causada por ações antrópicas, necessita de ações corretivas imediatas, para reverter o quadro deste processo contínuo de degradação dos recursos hídricos. A água é um recurso renovável, mas apesar de renovável é um recurso limitado, muito em breve estaremos esgotando as alternativas disponíveis, atualmente já é necessário a busca de novos recursos hídricos cada vez mais distantes dos centros urbanos, pois, com a expansão da malha urbana, as habitações avançam sobre os mananciais e as áreas de recarga de aquífero, uma vez que o crescimento das populações exige prioridade no seu abastecimento.

Segundo publicação do 20º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental;

[...] Desta forma temos que aumentar os cuidados com as reservas hídricas, nossos mananciais.

O desenvolvimento urbano é uma das maiores causas da degradação dos mananciais. Os loteamentos clandestinos, não podendo ser atendidos pela infraestrutura básica de saneamento, acabam despejando seus esgotos nos mananciais, trazendo materiais orgânicos, coliformes e agrotóxicos de plantações próximas dos mananciais, desta forma não só a qualidade mas a possibilidade de uso destas águas, ficam cada vez mais prejudicadas.

Os recursos hídricos estão sendo comprometidos pela degradação doméstica, industrial e agrícola e por desequilíbrios ambientais resultantes do desmatamento e uso indevido do solo. A cada dia cresce a disputa entre os setores da agricultura,

indústria e abastecimento humano, que tradicionalmente competem pelo uso da água, gerando sérios conflitos entre usuários (FIGUEIREDO, 1997).

Não há possibilidade de haver desenvolvimento harmônico sem a recuperação e manutenção da qualidade da água do abastecimento público, pois a disponibilidade deste recurso é um dos principais fatores limitantes das oportunidades de desenvolvimento. Portanto, quando definimos que uma determinada bacia é um manancial de abastecimento, enfatizamos que todos os demais usos devem ser definidos de forma a garantir a qualidade e disponibilidade para este uso prioritário, pois a água é um recurso que depende diretamente da forma pela qual os outros componentes ambientais são manejados.

Com a degradação dos mananciais, gera um custo cada vez maior, com o tratamento da água para abastecimento e recuperação dos mananciais, necessitando um aumento no uso de produtos químicos para melhoria da qualidade da água. (grifo nosso).

Os setores de saneamento do país, consideram que a degradação dos mananciais gera problemas operacionais e econômicos. **Os custos operacionais para o tratamento da água e a manutenção do atendimento a demanda, aumentam paulatinamente com a redução da qualidade, podendo levar até a inviabilização do sistema e a busca de alternativas técnicas de tratamento ou locais.** Desta forma programas de conservação dos mananciais são ou deveriam ser prioridades para estes setores. (grifo nosso).

Dentre estes setores de saneamento, temos o conhecimento de que somente algumas empresas de saneamento no país estão realizando programas de conservação dos mananciais, como a Sabesp em São Paulo, participa no Programa SOS MANANCIAIS GUARAPIRANGA, um manancial de extrema importância no abastecimento de uma grande área da capital paulista, mesmo assim consideramos que se a população não for conscientizada da importância deste manancial, não serão

obtidos grandes resultados na sua recuperação e preservação. (20º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental).

O crescimento populacional sobre mananciais gera a impermeabilização do solo, remoção da cobertura vegetal, acelerando o processo erosivo, além do aumento no lançamento direto de lixo e esgoto e a localização de aterros sanitários em áreas de recarga e em mananciais. Esta pressão provoca efeitos nefastos em relação à qualidade da água, através da elevação da turbidez, assoreamento de mananciais e reservatórios, do aumento da DBO, coliformes e outros contaminantes. Entre as empresas de saneamento do Brasil, o desenvolvimento urbano foi considerado o fator que mais afeta a conservação dos mananciais.

Os fatores industriais acarretam a redução da disponibilidade da água e a competição pela água de boa qualidade para fins de abastecimento público e industrial, próximo a centros urbanos, competindo por um recurso com características cada vez mais raras. Em pesquisa destaca-se que apenas 17% das companhias de saneamento consideram muito relevante o setor industrial como o fator que causaria problemas de conservação dos mananciais.

Os problemas rurais são influenciados inicialmente pela ampliação da fronteira agrícola, onde o impacto caracteriza-se principalmente pela derrubada da mata. A magnitude do impacto relaciona-se ao uso e manejo do solo adotado pela prática agrícola. De maneira geral, a agricultura está degradando paulatinamente os recursos pela erosão do solo e com o uso indiscriminado dos adubos nitrogenados, agrotóxicos há a geração de agentes contaminantes como os sedimentos e de poluentes orgânicos e inorgânicos na água. Estes fatores e seus efeitos não ocorrem de forma isolada, havendo uma inter relação dos fatores urbanos, industriais e rurais na degradação dos mananciais e conseqüentemente na qualidade da água. Segundo GIODA (1997), na história, a contaminação era essencialmente química, hoje

agregaram-se importantes contaminantes orgânicos e térmicos. (20º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental).

Segundo Yoshimoto (*apud* 20º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental), quanto à expansão urbana,

Em seu processo de crescimento, a cidade foi invadindo os mananciais que outrora eram isolados , estavam distantes da ocupação urbana. E também é muito importante frisar que toda ação que ocorre numa bacia hidrográfica vai afetar a qualidade da água desse manancial. Não é simplesmente a ação em torno do espelho d'água que faz com que você degrade mais ou menos. Muito pelo contrário: pode ocorrer o surgimento de uma área industrial distante desse espelho d'água principal, mas com grande capacidade de poluição e, portanto, com possibilidade de degradar totalmente esse manancial. Os corpos d'água são entes vivos. Eles conseguem se recuperar, mas possuem um limite. Portanto, é muito importante que a população esteja consciente de que é preciso disciplinar todo tipo de uso e ocupação do solo das bacias hidrográficas, principalmente das bacias cujos cursos d'água formam os mananciais que abastecem a população. (Yoshimoto, Paulo Massato. Engenheiro da SABESP).

CAPÍTULO 3 - ASPECTOS METODOLÓGICOS

A qualidade das águas do Distrito Federal vem sendo comprometida, a cada dia, devido às mais variadas ações antrópicas, sendo que a ocupação irregular do solo, o parcelamento irregular de terras públicas e privadas, incluindo Unidades de Conservação, e o manejo inadequado do solo pelos agricultores são alguns dos fatores que mais contribuem para o agravamento desta situação.

Apesar da legislação existente e das inúmeras propostas de gestão visando à sua proteção, a Área de Proteção Ambiental do Descoberto (APA) enfrenta hoje problemas de agressão ambiental jamais admitidos para esta unidade de conservação, seja pelo desconhecimento de sua importância por parte dos ocupantes da área, incluindo os produtores, seja pela falta de uma política ambiental mais eficiente e de programas de educação ambiental para usuários e visitantes. Os principais problemas da APA que afetam os recursos hídricos são:

- Retirada da cobertura vegetal;
- Questão fundiária;
- Ocupações irregulares;
- Uso do solo para produção agropecuária e hortifrutigranjeira e as perdas de água;
- Cascalheiras;
- Lixo urbano e rural;

- Problemas urbanos;
- Uso abusivo de agrotóxicos;
- Captação de água;
- Falta de infraestrutura de apoio às equipes de combate ao fogo;
- Informações científicas insuficientes para subsidiar a pesquisa e educação ambiental na área;
- Necessidade de mais recursos financeiros;
- Assoreamento dos ribeirões e do Lago Descoberto.

É importante enfatizar que qualquer ação na área deverá levar em consideração a importância da educação ambiental que, não só esclareça a situação da APA, como também sensibilize a população para o comprometimento com a problemática da área e com a prática da cidadania e da busca de soluções técnicas.

Os trabalhos de campo, realizados pela Green Tec Engenharia, demonstram que os maiores conflitos hoje estão na disputa de terras por posseiros e invasores, os quais estão ampliando as manchas urbanas na área, de maneira desordenada e sem controle. Esta situação associada aos problemas identificados na área rural compromete, de maneira inseqüente, e talvez sem retorno, o abastecimento do Distrito Federal, através da degradação ambiental que vêm causando (ROCHA *et al.*, 2001).

Ao acompanhar a operação da estação da CAESB, na Unidade de Tratamento Simplificado (UTS)¹, Ponte de Terra II (cidade do Gama), pôde-se observar, que apesar da captação estar inserida em uma Área de Proteção de Mananciais (APM), com vigilância diuturna da CAESB para evitar degradação na área, logo após uma chuva, a turbidez (partículas sólidas em suspensão na água) se

¹ Na Unidade de Tratamento Simplificado, o processo de tratamento compreende somente as etapas de desinfecção, fluoretação e correção de pH.

elevava rapidamente, atingindo níveis que tornavam a água inadequada para o consumo humano².

Esse fenômeno levanta uma indagação. Se a vegetação ao redor da captação estava preservada, por que a qualidade da água se degradava tão rápido? Observar a área com mais detalhes, após chuvas fortes, foi uma opção para apurar a origem do problema. Assim, constatou-se que a APM era uma parte menor da bacia de captação, e que toda a área da bacia em seu entorno estava muito alterada, devido à retirada da vegetação, impermeabilização do solo, agricultura irresponsável com uso de agroquímicos e sem o adequado manejo e conservação do solo, inúmeras habitações sem o devido esgotamento sanitário (uso de fossa), e que a erosão acelerada nesta área estava provocando o carreamento de partículas sólidas, com o conseqüente assoreamento e risco de eutrofização do lago de captação. Porém, o serviço de proteção do solo contra a erosão, adotado pela CAESB (bacia de contenção), não é suficiente para evitar que o processo erosivo atinja o lago, uma vez que a área antropizada da bacia é muito maior que a área preservada.

Com a elevação da turbidez após as chuvas, a UTS era retirada de carga (suspensão o abastecimento), e esta suspensão às vezes durava semanas, sendo que o suprimento de água que abastece o Gama é feito pela Estação de Tratamento de Água Rio Descoberto (ETA - RD), porém a adução desta água até o Gama passa por várias estações de recalque (elevatória), o que onera os custos de produção da água; e que as UTSs, em número de quatro, dão apenas um reforço neste abastecimento, porém de baixo custo, pois a captação e distribuição é toda feita por gravidade, portanto manter as UTSs em constante operação poderá contribuir para

² A Portaria n.º 518/2004 do Ministério da Saúde estabelece o valor máximo permitido (VMP) de 5,0 unidade de turbidez (UT) para água destinada ao consumo humano em no máximo 5% das amostras

reduzir os custos de produção para a CAESB, assim como desonerar a conta de água para a comunidade.

Observou-se ainda, que os projetos de conservação do solo e da água implantados não adotavam a bacia hidrográfica como unidade de planejamento, e que devido ao intenso uso e ocupação do solo com forte ação antropogênica, estava provocando a intermitência no abastecimento pelas UTSs, em decorrência da erosão hídrica na bacia de captação. Esta situação é generalizada, não se restringindo às captações do Gama, excetuando apenas àquelas captações dentro de unidades de conservação, tais como: ETA BRASÍLIA (Parque Nacional de Brasília), ETA LAGO SUL (Jardim Botânico de Brasília) e UTS Catetinho Baixo (Fazenda Água Limpa UnB).

A situação na APA Descoberto, em decorrência da intensiva ação antrópica, não é diferente, a água para abastecimento chega até a Estação de Tratamento de Água Rio Descoberto (ETA - RD) com turbidez média mensal de 2,39 UT durante o período seco (junho, julho e agosto/99), e 29,93 UT durante o período chuvoso (janeiro, fevereiro e março/99), provocando com isto uma elevação nos custos de tratamento da água para abastecimento. Os dados de turbidez se referem ao ano de 1999 de amostras coletadas a 10 (dez) metros de profundidade no ponto A, barragem do Descoberto, onde se faz a captação a 9 m e 16 m, para adução até a ETA-RD (os dados de turbidez foram obtidos junto ao banco de dados CAESB).

A formação de camadas compactadas no solo tem aumentado muito apesar do pouco tempo da exploração intensiva dos solos de cerrado. Considerando que a maioria dos solos agricultáveis são latossolos, sem camada de impedimento, alta permeabilidade e resistência natural à erosão, o principal responsável pela perda dessas características do solo é o manejo inadequado por parte do agricultor. A

mecanização agrícola, com uso de grade aradora pesada para o preparo do solo no fim da estação seca, e a ausência de práticas de conservação do solo caracterizam o principal manejo inadequado do solo que tem agravado o problema erosivo desta região (Figura 09).



Figura 09 - Preparo do solo com grade aradora pesada na bacia do Lago Descoberto

A presença de vegetação, mesmo na forma de culturas anuais, é suficiente para reduzir até 90% as perdas de solo em relação às parcelas de solo descoberto. Plantas em crescimento protegem o solo, reduzindo diretamente a erosividade da chuva e da enxurrada; transpiram grandes quantidades de água, reduzindo a umidade do solo, aumentando a infiltração e reduzindo o volume de enxurrada, fornecem matéria orgânica ao solo, reduzindo sua tendência ao crostamento; aumentam sua rugosidade superficial, reduzindo a velocidade da enxurrada.

As reduções nas perdas de solo são diretamente relacionadas com a quantidade de cobertura do solo proporcionada pela cultura e seus resíduos. Assim, o milho, devido à arquitetura da planta e espaçamento de plantio usado 1 (um) metro foi a planta que menor redução proporcionou nas perdas de solo quando comparadas às

do solo descoberto. A soja, cultivada em espaçamento menor (0,50 m), oferecendo maior cobertura e mais próxima do solo, diminui as perdas de solo ainda mais que o milho e arroz. A redução das perdas de solo com a vegetação perene é aproximadamente de 100%, mostrando a grande importância da sua cobertura. As perdas de água são menos afetadas pela presença de plantas do que as de solo, confirmando que o efeito da cobertura do solo é mais relacionado ao processo de impacto da chuva no solo e conseqüente desagregação, deslocamento e arrasto das partículas de solo. (DEDECEK et al., 1986).

Considerando a problemática, levanta-se a seguinte hipótese:

O uso e ocupação do solo na bacia hidrográfica do Lago Descoberto interfere na qualidade da água de abastecimento e concorre para o aumento do assoreamento e aumento dos custos de clarificação da água.

Diante do exposto, procurar-se-á analisar o processo do uso e ocupação do solo na área da bacia hidrográfica do Lago Descoberto e sua interferência na qualidade da água de abastecimento:

- conhecer as práticas de manejo do solo adotado pelos agricultores desta bacia hidrográfica;
- propor instrumentos de gerenciamento de uso e ocupação do solo auxiliar aos estudos, diagnósticos e prognósticos ambientais;
- sugerir a adoção de práticas modernas e sustentáveis de gerenciamento do uso do solo e da água, e manejo adequado do solo para a bacia hidrográfica do Lago Descoberto, que poderão ser adotadas pelos agricultores, Empresa de assistência Técnica e Extensão Rural do Distrito Federal (EMATER-DF), Secretaria de Estado de Agricultura, Secretaria de Estado de Administração de Parques e Unidades de Conservação (COMPARQUES), Secretaria de Meio Ambiente e Recursos Hídricos

(SEMARH), Companhia de Saneamento de Brasília (CAESB) e Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA).

- e fornecer subsídios para a elaboração de implantação de um plano integrado de manejo e conservação do solo.

O estudo desenvolveu-se observando as seguintes etapas:

1ª Etapa – levantamento bibliográfico

Através de pesquisa bibliográfica tendo como foco do tema central desta dissertação, ou seja correlacionar os efeitos erosivos com a qualidade da água de abastecimento. Além da revisão bibliográfica tradicional empregou-se o método da observação direta, buscando examinar os atributos relevantes ao estudo proposto. Nesta fase, foram feitas consultas a técnicos, especialistas e pesquisadores com o intuito de levantar informações acerca do tema abordado e para uma análise crítica do trabalho em questão.

2ª Etapa – Pesquisa de campo junto aos produtores rurais

Realizou-se uma pesquisa de campo através da aplicação de um questionário objetivo e estruturado, apresentando perguntas e respostas pré-qualificadas, tendo como sujeitos da pesquisa os donos de chácaras e/ou arrendatários, com intuito de levantar dados sócioeconômicos, infra-estrutura sanitária, uso de práticas conservacionistas, além de informações sobre o uso de práticas conservacionistas e interesse dos usuários em participar de futuras parcerias em projetos de conservação do solo e da água.

O questionário foi aplicado de forma aleatória perfazendo um total 47 das 2.000 chácaras existentes (estimativa feita pelos Engenheiros Agrônomos da

EMATER-DF dos escritórios de Brazlândia e INCRA-8). No caso específico do Projeto Integrado de Colonização Alexandre Gusmão (PICAG), a aplicação deste questionário se deu em conjunto com o técnico local da EMATER - DF.

Parte das entrevistas 20 (vinte), foi realizada em uma reunião de comercialização com os agricultores, organizada e dirigida por estes técnicos, em um galpão localizado no INCRA-7, 4 (quatro) entrevistas foram realizadas durante visita com os técnicos à área de trabalho e, o restante em visitas aleatórias às chácaras da região do INCRA-8 e Brazlândia.

O questionário foi estruturado com o objetivo de caracterizar tanto o proprietário quanto a propriedade, identificado o nível de aceitação e desenvolvimento tecnológico adotado na propriedade, assim como o uso de práticas de conservação do solo.

3ª etapa – Levantamento de dados relativos a qualidade da água do lago

Para avaliar a qualidade da água foram utilizadas informações do banco de dados da Companhia de Saneamento de Brasília (CAESB), do estudo liminológico do Lago Descoberto e seus tributários (SIÁGUA-2001),

Nesta etapa foram consultados documentos oficiais e estudos realizados por especialistas tendo como fontes de recursos:

- Banco de dados do Laboratório Central, Superintendência de Recursos Hídricos (DPHI), Superintendência de Expansão do Sistema de Água (DT), Estação de Tratamento de Água Rio Descoberto (ETA – RD), para coleta de dados sobre Índice de Qualidade de Água (IQA), tendo como foco único o parâmetro turbidez no Lago Descoberto e tributários, estudo de concepção, de viabilidade técnica e viabilidade econômica para elevação da crista da barragem do rio

descoberto, relatório de reavaliação dos estudos hidrológicos, índices pluviométricos, produção de lodo e o número de filtros lavados no mês.

- Para estimar os gastos mensalmente na Estação de Tratamento de Água Rio Descoberto (ETA - RD), no período de 1999 a 2002 (base de dados CAESB), no tratamento da água, foram analisados os quantitativos de produtos químicos utilizados na clarificação da água (sulfato de alumínio e polieletrólito), consumo de água de lavagem, número de filtros lavados e produção de lodo; dados estes diretamente relacionados com o grau de impurezas dissolvidas na água.
- pesquisa de campo envolveu visitas de reconhecimento e levantamento das coordenadas geográficas, para o georeferenciamento, de todos os 13 pontos de coleta de amostras de água, sendo cinco pontos no lago e os outros oito nos tributários.

4ª etapa – Caracterização física da área de estudo. Construção de mapas georeferenciados representando a susceptibilidade do solo à erosão

Com a utilização de ferramentas de geoprocessamento fez-se uma análise multitemporal com o uso de imagens de satélite e Sistema de Informações Geográficas do banco de dados da Universidade Católica de Brasília e Greentec Engenharia. Para estudar e analisar o uso a ocupação e a susceptibilidade à erosão do solo, foram elaborados mapas temáticos com base no Sistema Nacional de Levantamento de Solos(SNLS) da EMBRAPA (1978), da base cartográfica digital do DF, SICAD/CODEPLAN.

Foram realizados estudos e análises das características físicas da área através de imagens do satélite Landsat TM 5 1984 e 1994, e ETM+ 7 2002. Para

tanto fez-se uso do software ENVI 3.5, para geração de uma composição colorida com as bandas, 453 (red,green, blue). Com a utilização do software ARCGIS 8.2 foram gerados produtos vetoriais delimitando as áreas de ocupação urbana, vegetação lenhosa, vegetação não lenhosa, lago e solo exposto. O crescimento do uso e ocupação do solo foi quantificado através da geração do produto vetorial da composição da imagem analisada.

Através dos produtos vetoriais gerados, foi feita a análise obedecendo a seguinte seqüência de passos:

1º passo- Classificação de uso e ocupação do solo (análise temporal utilizando imagem de satélite):

- Uso Urbano;
- Vegetação Lenhosa;
- Vegetação Não Lenhosa;
- Lago;
- Solo Exposto.

2º passo - Mapas Temáticos:

- Mapa da bacia e Hidrográfico;
- Mapa de Declividade;
- Mapa de Solo;
- Mapa de Uso e Ocupação do Solo.

Mapas Gerados:

- Mapa de Suscetibilidade à Erosão;
- Mapa da Buffer e Interferência nas Áreas de Risco.

Instrumentos Metodológicos utilizados

Foram utilizados os seguintes instrumentos metodológicos:

1 PC Celerom K 6 II 450 MHz

GPS Garmin 12

Software ENVI 4.0

Software ArcView 3.1

Software ArcGis 8.2

Base cartográfica digital do SICAD 1: 100.000

Sistema Nacional de Levantamentos de Solos EMBRAPA, 1978

Imagem Landsat TM 5 - 1984

Imagem Landsat TM 5 - 1994

Imagem Landsat ETM + 7 – 2002

Através do Processamento Digital de Imagem, com a utilização software Envi 4.0, foi feita uma classificação supervisionada dos atributos de cobertura vegetal, atribuindo pesos maiores aos atributos de maior susceptibilidade à erosão (conforme Tabela 1), referente aos anos de 1984; 1994; 1998; e 2002. Em seguida foi feita uma união destes mapas reclassificados com os mapas de solo e declividade, obtendo-se um produto final, no qual foi feita a soma dos pesos de todos os atributos, atingindo-se o valor máximo de 19. A seguir fez-se nova reclassificação, agrupando os pesos obtidos nesta soma, dividindo-se em cinco classes de susceptibilidade à erosão: 0 a 3 Nula; 4 a 7 Baixa; 8 a 11 Média; 12 a 15 Alta e maior que 15 Muito Alta.

Considerando os objetivos propostos, a dissertação fundamenta-se principalmente em dados secundários que possam corroborar com o alinhamento de

que a erosão hídrica é o maior problema de degradação ambiental na bacia hidrográfica do Lago Descoberto.

A metodologia adotada constituiu-se também de levantamento da literatura e estudo de casos no estado do Paraná para comparação e exemplo para o Distrito Federal.

Optou-se por adotar a APA do Descoberto como objeto de estudo, em função de sua relevância, pois o Lago Descoberto, inserido em sua bacia hidrográfica, abastece mais de 60% da população de Brasília e apresenta conflitos de uso mais complexos que as outras bacias de captação de água para abastecimento, em função do adensamento populacional e uso desordenado do solo.

3.1 - Descrição da Área de Estudo

A área de estudo compreende a bacia hidrográfica do Lago Descoberto, a qual coincide na sua quase totalidade com a APA do Descoberto, situa-se a oeste do Distrito Federal limitando-se ao norte com a APA de Cafuringa, ao sul com as áreas urbanas de Taguatinga e Ceilândia, a leste com o Parque Nacional de Brasília e, a oeste com os municípios goianos de Padre Bernardo e Águas Lindas

3.2 - Definição de Pesos

O mapa de risco à erosão foi definido através de uma matriz de pesos, segundo BIAS (1998, p.66).

Considerando a pequena quantidade de trabalhos que utilizaram matriz de ponderação de pesos, referente aos modelos preditivos de estudos sobre perda de solos, procurou-se no presente trabalho, encontrar formas que pudessem justificar a

metodologia de pesos, especialmente para os temas referentes ao solo e ao uso atual do solo. Isto porque, no que concerne à determinação de pesos para o fator declividade, os critérios utilizados normalmente procuram estabelecer sempre pesos maiores para os maiores graus de declividade. (BIAS, 1998, p.66).

No que se refere às condições de suscetibilidade à erosão e sua relação com os graus de declividade a análise foi realizada com maior detalhamento através do estudo de cinco classes de risco: nula, baixa, média, alta e muito alta, com os respectivos percentuais de declive, <2%; 2% a < 5%; 5% a < 10%; 10% a < 20% e > = 20%.

Na atribuição de pesos, foram atribuídos pesos maiores aos atributos mais susceptíveis à erosão, conforme Tabela 4, a seguir:

Tabela 4 – Atribuição de Pesos de suscetibilidade à erosão conforme a declividade, tipo de solo e cobertura vegetal. Modificado de Bias (1998)

Atributo	Peso	Atributo	Peso	Atributo	Peso
Declividade:		Tipo de Solo:		Cobertura Vegetal:	
< 2%	1	Água	1	Corpos d'água	1
2% a 5%	2	Hidromórfico	2	Mata	2
5% a 10%	3	Laterita Hidromórfica	3	Cerrado	3
10% a 20%	4	Latossolo Verm. Esc.	4	Campo	4
> = 20%	5	Latossolo Verm. Am.	5	Reflorestamento	5
		Podzólico Verm. Am.	6	Área Agrícola	6
		Areia Quartzosa	7	Área Urbana	7
		Cambissolo	8	Solo Exposto	8
		Urbano	9		

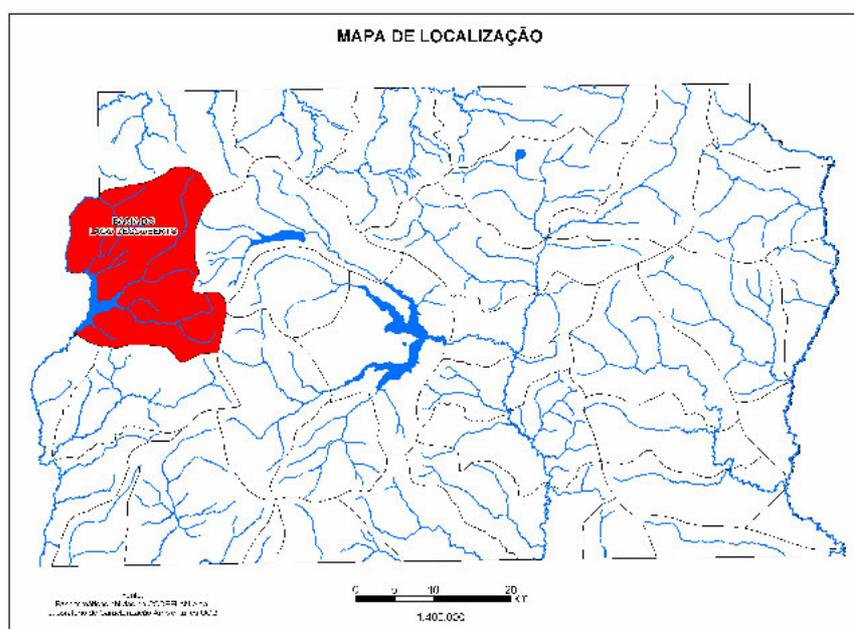
Áreas planas são menos susceptíveis à erosão que áreas de maior declividade, portanto, foi dado peso cinco à área de maior declividade. Água (peso 1), não ocorre erosão; Hidromórfico (peso 2), por estar localizado em áreas planas de fundo de vale e próximo aos cursos d'água, é menos susceptível à erosão que a Laterita Hidromórfica (peso 3), e esta por se constituir de aglomerados de solo com alto teor de ferro é menos susceptível que os Latossolos (pesos 4 e 5). Os Latossolos são profundos e bem drenados sendo mais resistentes à erosão que os Podzólicos (peso 6), Areia Quartzosa (peso 7), Cambissolos (peso 8) e por fim Área Urbana (peso 9), que é a mais susceptível à erosão devido à quase total impermeabilização do solo, provocando o escoamento superficial das águas pluviais e a conseqüente erosão nas áreas periurbanas. Áreas com maior cobertura vegetal protegem o solo do impacto da gota de chuva, por onde se inicia o processo erosivo, portanto Corpos d'água (peso 1) por não sofrer processo erosivo e Mata (peso 2), Cerrado (peso 3) e Campo (peso 4) receberam pesos menores porque proporcionam maior cobertura vegetal; Reflorestamento (peso 5), Área Agrícola (peso 6), Área Urbana (peso 7) e Solo Exposto (peso 8), receberam os pesos maiores devido à menor proteção do solo contra o impacto da gota de chuva e dificuldade de infiltração da água no perfil do solo.

CAPÍTULO 4- RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 - Caracterização da área de estudo

A área de estudo apresenta-se como importante pólo agrícola, com um grande número de chácaras, sendo responsável por grande parte da produção de hortifrutigranjeiros do Distrito Federal (Figura 10). Além disso, é uma região onde ocorrem constantes parcelamentos irregulares de terras, os quais aumentam o adensamento populacional, e comprometem a qualidade da água de abastecimento.

Mapa do Distrito Federal e localização da área de estudo (latitude 15°42'S e



longitude 48°10'W).

Figura 10 - Localização da área de estudo na bacia do Lago Descoberto

A concentração da população em áreas urbanas e a conseqüente geração de resíduos, agravam sobremaneira o problema da qualidade da água, uma vez que às deficiências quantitativas de água se sobrepõe à degradação qualitativa, através da contaminação da água pelo lixo urbano e rural, pela falta de esgotamento sanitário, e contribui para o aceleração do processo erosivo, através da impermeabilização, uso e manejo inadequado do solo, contribuindo para o assoreamento do lago (Figuras 11, 12 e 13).



Figura 11 - Produção de hortaliças na bacia do Lago Descoberto



Figura 12 - Assoreamento provocado pela deficiência de drenagem urbana do INCRA 8 na bacia do Lago Descoberto



Figura 13 - Assoreamento na foz do Rio das Pedras na bacia do Lago Descoberto

O esgotamento sanitário nesta bacia é deficitário, pois do total da população que reside nesta área, somente os núcleos habitacionais de Brazlândia e Lucena

Roriz, possuem rede coletora de esgotos. Em Brazlândia, 97% do esgoto é coletado e recebe tratamento primário e secundário (eficiência de 80%). O efluente da ETE é transposto para o rio Verde (bacia do rio Maranhão), os 3% restante fazem uso de fossa negra (sumidouro). No condomínio Lucena Roriz existe rede coletora de esgotos sendo feita a transposição do efluente para o córrego Taguatinga que futuramente será tratado na ETE-Melchior. Nas demais habitações coletivas e/ou individuais faz-se uso da fossa (sumidouro) como meio de esgotamento sanitário, com risco de contaminação das águas superficiais e subterrâneas. Tal evidência, se confirmou através da aplicação do questionário, onde 100% dos agricultores informaram utilizar este tipo de fossa para o esgotamento sanitário (Anexo 7.1).

O Lago do Descoberto compreende uma área de 452 km², com espelho d'água de 14,8km², comprimento máximo de 25.5km, profundidade máxima de 32 m, largura máxima de 8km e volume de 560.000.000m³ (CAESB, 2001).

Há controvérsias em relação ao volume estimado do Lago Descoberto, portanto será adotado neste estudo o valor de 102.900.000m³ conforme estudos da Magna Engenharia (2003).

Segundo CAESB (2001): O Sistema Integrado Rio Descoberto, com disponibilidade mínima de água de 5.348 l/s, abastece atualmente cerca de 66% da população atendida do Distrito Federal. A captação do Rio Descoberto, maior manancial de abastecimento do DF, contribuiu com 96% da produção do Sistema Rio Descoberto e 65% do total da água de abastecimento produzida pela CAESB em 2001.

Nos últimos anos, a CAESB tem desenvolvido esforços no sentido de aplicar recursos para efetivamente proteger os mananciais de abastecimento, buscando melhorar ou manter os padrões de qualidade das águas captadas.

Esse esforço é registrado principalmente no Lago Descoberto, maior manancial em atividade no Distrito Federal. O Índice de Qualidade da Água – IQA - médio classifica as águas como “boas” e “muito boas”. **Entretanto, as atividades rurais, com lançamento de agrotóxicos e movimentação do solo, e a progressiva ocupação urbana, especialmente nas áreas próximas a Goiás, provocam níveis consideráveis de cargas poluidoras, dificultando e comprometendo o controle da qualidade dessas águas** (CAESB, 2001). (grifo nosso).

O Lago do Descoberto encontra-se seriamente ameaçado pelo assoreamento, com ocorrência mais grave na margem direita do lago, devido à expansão rápida e desordenada da cidade de Águas Lindas. Os loteamentos estão chegando muito próximos dos córregos, a vegetação natural vai sendo retirada e o rápido crescimento populacional sem a implantação de infraestrutura urbana, contribui para a degradação da qualidade da água. Instalou-se um processo de erosão acelerada, com formação inclusive de voçorocas (Figura 6). A carga sedimentar dos tributários do Lago Descoberto, advinda tanto das áreas de voçorocas não estabilizadas como das áreas em que o escoamento superficial se intensificou, devido a maior impermeabilização, inexistência de rede coletora de águas pluviais e uso desordenado do solo, está assoreando perigosamente o lago. A vegetação nativa, que foi drasticamente reduzida, exerce uma importante função de proteção natural do solo, principalmente matas de galeria, murundus e veredas, que funcionam como áreas de proteção e armazenadoras de água, retendo a água no período chuvoso e liberando-a lentamente no período de seca sem causar erosão, regularizando a vazão dos mananciais (Figura 14).



Figura 14 - Voçoroca provocada pela drenagem urbana do INCRA 8 na bacia do Lago Descoberto

Segundo Cecília Brandim (Jornal de Brasília 05/06/04),

“O reservatório da Bacia do Rio Descoberto, o Lago do Descoberto, que abastece 67% da população do Distrito Federal, está ameaçado pelo aterramento de suas margens. A constatação é do IBAMA no DF. Segundo o gerente regional do órgão, Francisco Palhares, se o processo de assoreamento não for interrompido, a capacidade de armazenamento de água do lago será reduzida à metade em dez anos. [...] Em três pontos da margem do reservatório é possível constatar gravíssima degradação ambiental que pode comprometer o potencial hídrico do Descoberto. Em um deles, na altura do INCRA 8, em Brazlândia, há uma erosão de 15 m de profundidade, por 30 m de comprimento. A terra do buraco que se formou ali, foi parar no lago” (BRANDIM 2004).



Figura 15 - Manancial desprovido de mata de galeria na bacia do Lago Descoberto

A precariedade dos serviços de saneamento básico, no entorno do Lago Descoberto, somada à ocupação desordenada do solo, tendem a ocasionar sério comprometimento da qualidade da água do Lago do Descoberto. (SILVA, 2001).

Subsídios para implementação de ações mitigadoras, para a reversão do iminente assoreamento do Lago do Descoberto, é exatamente a proposta da presente dissertação ora apresentada.

Segundo Rocha (1993), o reservatório, cujo enchimento iniciou-se em 1973, foi construído pelo represamento do rio Descoberto e dos córregos Rodeador, Rocinha, Ribeirão das Pedras, Coqueiro, Olaria e Chapadinha. Sua principal finalidade é o abastecimento. Excetuando-se uma faixa de terra de 200 m ao redor da represa, toda a área que cerca o lago é utilizada para a exploração agrícola.

Segundo Fernandes (1993),

[...] o rio Descoberto teve o seu aproveitamento definido em face de sua localização, buscando atender à demanda de água decorrente dos assentamentos humanos, orientados para a região Sudoeste do Distrito Federal.

Foi um sistema projetado para produzir $6,0\text{m}^3/\text{s}-1$ em três etapas, tendo a primeira etapa já implantada.

Trata-se de um reservatório de acumulação, com a sua bacia hidrográfica **densamente ocupada**, principalmente pelo assentamento rural denominado Programa Integrado de Colonização Alexandre de Gusmão (PICAG), com cerca de 450 lotes, todos para a exploração agrícola. (grifo nosso).

Das culturas existentes na bacia, destacam-se as de hortigranjeiros em grande proporção, valendo destacar que **estes cultivos são utilizadores de grandes quantidades de agrotóxicos, além de intensa irrigação**. (grifo nosso).

[...] Uma maneira de resolver o problema seria a existência de um sistema eficiente de fiscalização em toda a bacia, associado com um trabalho de orientação técnica da EMATER/DF, com vistas à substituição total das culturas de hortigranjeiros por culturas de ciclo longo e/ou perenes, com adubação orgânica.

Tal não ocorrendo, **haverá o perigo de se comprometer seriamente a qualidade das águas do Sistema rio Descoberto**, porquanto, com o despejo de agrotóxicos em suas águas, não se poderá dispor de técnicas de tratamento. Associado a isto, observa-se a **intensa retirada de água para irrigação**, tanto dos formadores do lago como de seu interior, **comprometendo o índice de $6,0\text{m}^3/\text{s}-1$** que se planejou obter do represamento de suas águas. (grifo nosso).

Além da implantação de um sistema de vigilância e fiscalização dentro da bacia hidrográfica do Lago Descoberto, deve-se também:

- desenvolver, uma estreita articulação com a EMATER/DF, um trabalho de orientação dos colonos assentados no PICAG e redondezas, com vistas à substituição

da cultura de hortigranjeiros por outras culturas perenes e às vantagens da adubação orgânica.

- utilizar a faixa de 125m de terras desapropriadas às margens do lago para o efetivo plantio de essências nativas, criando um cordão de isolamento sanitário ao redor do lago, fato atualmente inexistente, apesar de as terras terem sido desapropriadas. (FERNANDES, 1993).

Geomorfologia

A descrição geomorfológica da área de estudo, segundo NOVAES PINTO (1993), é designada como Alto curso do rio Descoberto, conforme a seguir:

[...] unidade que engloba a área da bacia de drenagem do lago de barragem do rio Descoberto (FALCOMER E NOVAES PINTO, 1985). Compreende um compartimento geomorfológico de cotas situadas entre 1030 m e 1120 m, correspondendo a um pediplano plioleustocênico embutido no residual da chapada da Contagem, posteriormente remodelado durante o Pleistoceno. As nascentes do rio Descoberto, situadas no bordo da chapada da Contagem, apresentam padrão radial de drenagem, vales amplos, campos de murundus e alguns anfiteatros suspensos onde o rebaixamento do perfil longitudinal do canal coletor das águas isolou a área de surgência. Vertentes retilíneas alternam-se com ombreiras e com pedimentos inclinados para os vales. Os morros residuais apresentam encostas de perfil convexo, mas, de maneira geral, predominam na unidade encostas suaves com declives inferiores a 8%. Ao longo dos vales e nas encostas escarpadas das chapadas encontram-se declives superiores a 20%, em virtude do aprofundamento de canais fluviais aprofundados a linhas de fraqueza tectônica. (NOVAES PINTO, 1993).

Clima regional

Segundo CAESB/MAGNA (2003a), através do Relatório de Reavaliação dos Estudos Hidrológicos, estudo este realizado na bacia do Lago Descoberto, foram concluídos os seguintes aspectos regionais:

O clima do Distrito Federal é tropical com a concentração de chuvas no verão, principalmente em novembro, dezembro e janeiro, sendo que, a seca ocorre nos meses de inverno, de junho a agosto. As diferenças altimétricas permitem a ocorrência dos seguintes tipos climáticos:

a) *Tropical - clima de savana*, cuja temperatura do mês mais frio é superior a 18° C. Este tipo climático situa-se aproximadamente nos locais com cotas altimétricas abaixo de 1.000 metros, por exemplo, as bacias hidrográficas do São Bartolomeu, do Preto e do Maranhão;

b) *Tropical de Altitude I* - o mês mais frio possui temperatura inferior a 18° C, com uma média superior a 22° C no mês mais quente. Este tipo corresponde à unidade geomorfológica conhecida como Pediplano de Brasília, que abrange aproximadamente as altitudes entre 1.000 e 1.200 metros;

c) *Tropical de Altitude II* - caracterizado por uma temperatura inferior a 18° C no mês mais frio, com média inferior a 22° C no mês mais quente. Abrange as áreas com cotas altimétricas acima de 1.200 metros, que correspondem à unidade geomorfológica Pediplano Contagem/Rodeador.

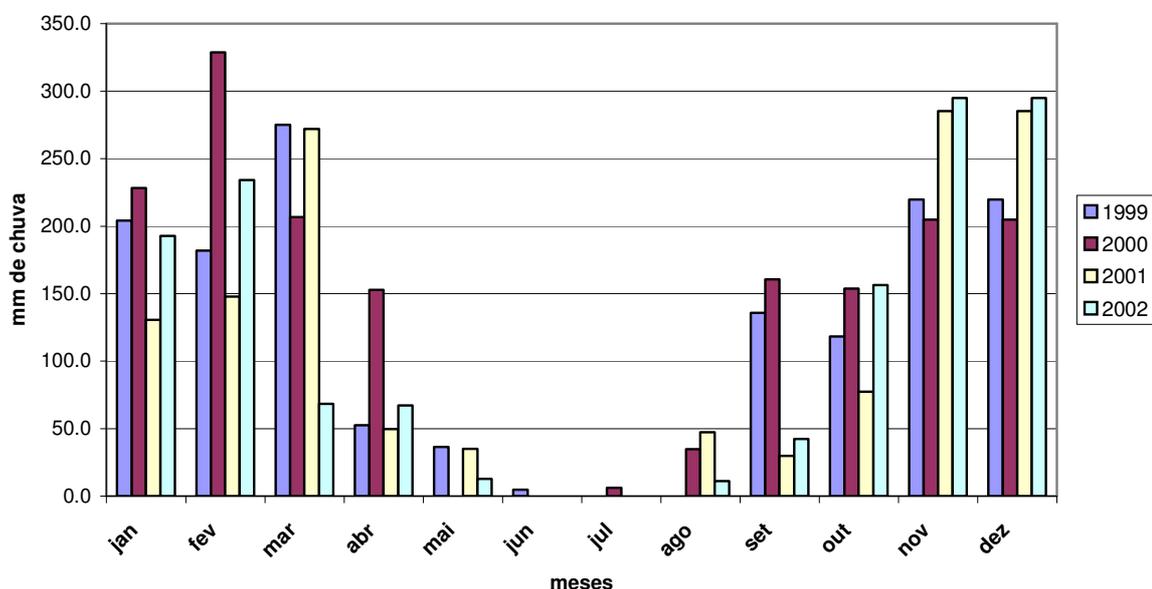
É importante ressaltar que, no período de inverno, caracterizado por estabilidade, ocorre a inversão térmica por radiação na camada inferior da atmosfera, responsável pela ocorrência da bruma seca e pela acumulação de fumaça e particulados oriundos das atividades humanas, como, por exemplo, a queimada. CAESB/MAGNA (2003 a).

Regime Pluviométrico

Através do estudo do regime pluviométrico na bacia do Lago Descoberto pôde-se confirmar que os índices pluviométricos e sua variabilidade interanual são bem representativos da bacia em estudo.

A seguir são apresentados os hietogramas das médias mensais do posto Pluviométrico Descoberto e Jatobazinho no período em estudo (1999 a 2002).

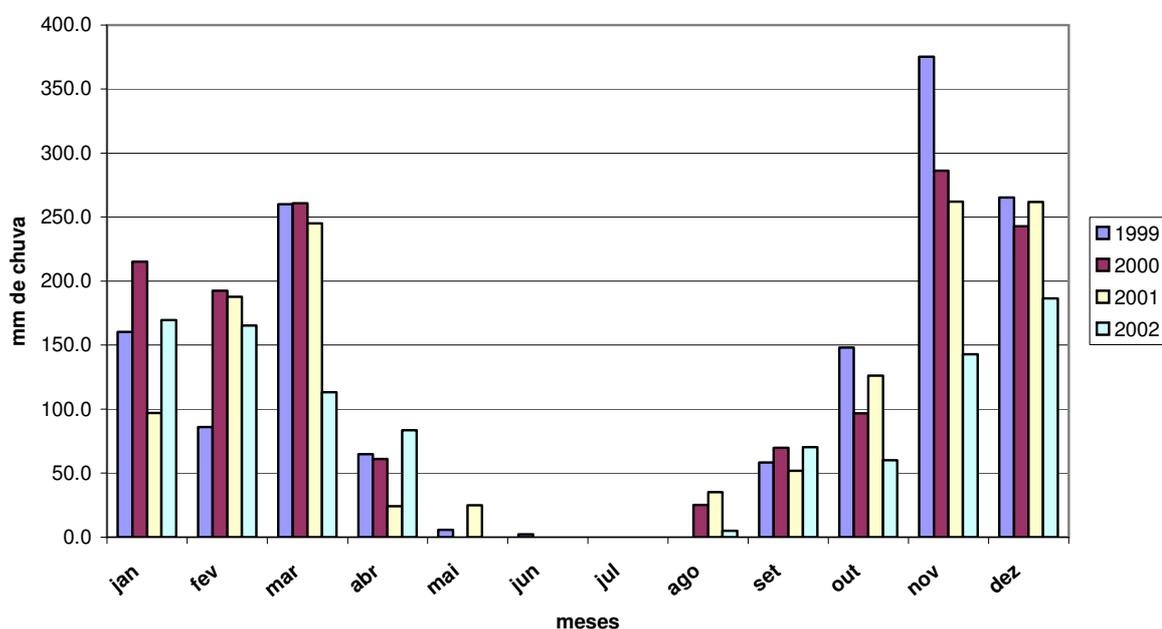
Índices Pluviométricos Descoberto



Fonte: Banco de dados da CAESB

Figura 16 - Índices pluviométricos Descoberto

Índices Pluviométricos Jatobazinho



Fonte: Banco de dados da CAESB

Figura 17 - Índices pluviométricos Jatobazinho

Com esse estudo, foram concluídos os seguintes aspectos regionais sobre o regime pluviométrico:

a) período chuvoso vai de outubro a abril (verão), os meses de maio e setembro são de transição, e no restante dos meses de junho a agosto (inverno) a precipitação é muito reduzida;

b) regime pluviométrico é fortemente sazonal, independente do ano;

c) período de 83 a 87 tem apresentado uma média móvel de três anos muito baixa, sendo que de 91 a 98, este ficou abaixo da média todos os anos. Portanto, o período decorrido após o Plano Diretor elaborado pela Engevix e encerrado em 1990, tem sido marcado por uma tendência de menor precipitação total anual, o que pode interferir nos resultados almejados neste trabalho, já que estará subdimensionando a vazão captada;

d) da análise individual dos gráficos supramencionados, verificou-se que existem diferenças entre o ano civil e o ano hidrológico, e que a região é praticamente homogênea em termos de totais pluviométricos. (CAESB/MAGNA, 2003a).

Temperatura

As maiores responsáveis pelas variações de temperatura no Distrito Federal são a latitude e a altitude, em função de sua localização entre as latitudes de 15° 00' e 16° 30' Sul, na faixa intertropical, apresentando um regime térmico médio do tipo tropical, variando de 19° a 22° C.

A variação de temperatura está relacionada com a posição da Terra em relação ao Sol em sua trajetória elipsoidal de translação. É bastante difícil a percepção dos equinócios de outono e primavera, uma vez que os solstícios de verão e inverno são bem pronunciados. Solstício é a posição da terra em que um dos hemisférios encontra-se recebendo maior intensidade de radiação solar do que o outro, e o equinócio é a situação em que os dois hemisférios recebem praticamente a mesma intensidade de radiação.

Evaporação

Evaporação é um fenômeno físico de mudança da fase líquida de um fluido para a fase gasosa, sendo necessária uma entrada de energia no meio fluido, fazendo com que as moléculas da porção superficial exposta entrem em estado de excitação, concorrendo para uma agitação tão grande das moléculas que elas se desprendem da massa líquida para o meio atmosférico sob a forma de vapor.

Sua quantificação pode ser mensurada com o auxílio da insolação total, do balanço hídrico e da precipitação pluviométrica.

Segundo CAESB/MAGNA (2003a),

Na região do Distrito Federal, o maior índice de evaporação ocorrente é no período de inverno. Isso se dá devido a quatro fatores concomitantes:

- a) É no inverno que se têm as maiores quantidades de horas e décimos de incidência de radiação solar;
- b) É no inverno que se têm os menores índices pluviométricos;
- c) É no inverno que se têm o período de maior deficiência de água no solo; e
- d) É no inverno que se têm a maior circulação atmosférica das massas de ar secas.

A evaporação na bacia do rio Descoberto varia muito pouco ao longo do ano, mas com valores máximos no período de julho a setembro, quando não existe precipitação. Portanto, observa-se que a precipitação é o fator que reduz o total de evaporação potencial.

A variabilidade interanual é também pequena, com pequeno desvio padrão. A evaporação potencial média é de 1768,0 mm dentro da bacia do Descoberto, enquanto que as precipitações médias anuais variam de cerca de 1.400 a 1.600 mm. (CAESB/MAGNA, 2003a).

Foi feita uma investigação das práticas modernas e sustentáveis de gerenciamento do uso do solo e da água para sugestão de adoção de tais técnicas, de conservação do solo e da água, na bacia hidrográfica do Lago Descoberto.

4.2- Geração dos Mapas

Os mapas temáticos em meio digital, foram elaborados a partir da base de dados da CODEPLAN (1989) e do Laboratório de Caracterização Ambiental da

Universidade Católica de Brasília, e se referem à bacia do Lago Descoberto (Figura 18) apenas em sua margem esquerda, trecho compreendido pelo Distrito Federal.

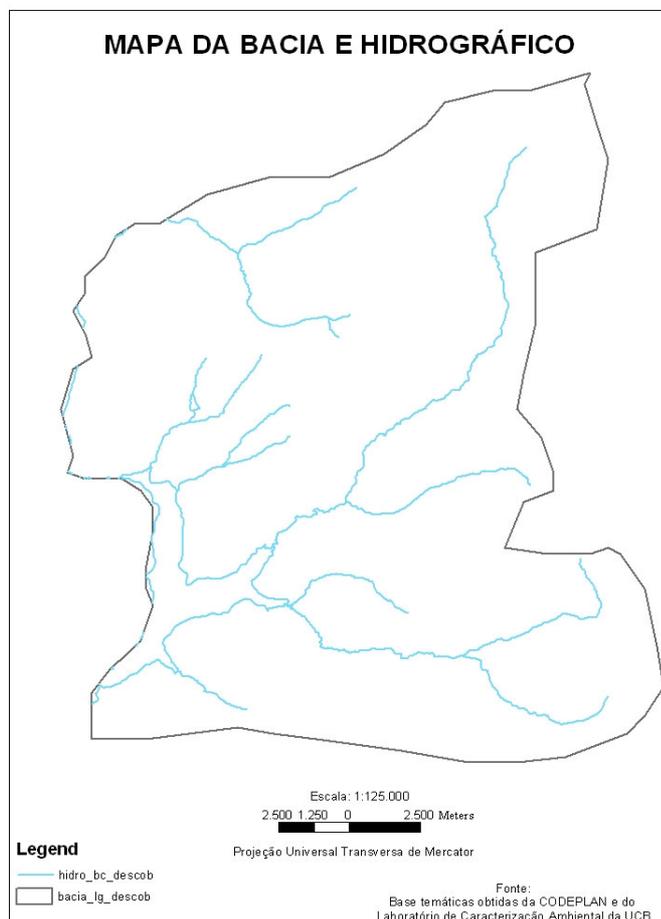


Figura 18 - Mapa hidrográfico e da bacia do Lago Descoberto

No mapa hidrográfico da bacia, estão localizados os tributários do Lago Descoberto, a seguir, de jusante para montante: córrego Rocinha, ribeirão das Pedras (Veredinha, Currais), córrego Capão Comprido, ribeirão Rodeador (Fumabe, Jatobazinho, Meio, Bonito, Guariroba, Cabeceira Comprida, Jatobá), córrego Olaria (índio), córrego Chapadinha (Capãozinho, Pulador, veredinha), Rio Descoberto (córrego Capão da Onça, Barrocão).

No mapa da bacia e hidrográfico, estão localizados os tributários do Lago Descoberto, a saber: córrego Rocinha, ribeirão das Pedras (Veredinha, Currais),

córrego Capão Comprido, ribeirão Rodeador (Fumabe, Jatobazinho, Meio, Bonito, Guariroba, Cabeceira Comprida, Jatobá), córrego Olaria (índio), córrego Chapadinha (Capãozinho, Pulador, veredinha), Rio Descoberto (córrego Capão da Onça, Barroão).

A vazão média anual verificada em 2002 para os principais tributários, foi a seguinte:

- Descoberto:	1,82 m ³ /s	- Chapadinha:	0,322 m ³ /s
- Rodeador:	1,79 m ³ /s	- Capão Comprido:	0,289 m ³ /s
- Rio das Pedras:	1,49 m ³ /s	- Olaria:	0,252 m ³ /s

A formação de depósitos sedimentares na foz dos ribeirões Rodeador e Pedras (dois dos principais tributários do Lago Descoberto), está associada à ocupação rápida e descriteriosa da mancha urbana e sua relação com o processo erosivo acelerado desta bacia hidrográfica.

No estudo de suscetibilidade à erosão, foi feito um estudo do solo quanto às propriedades intrínsecas do mesmo, ou seja profundidade, textura e estrutura com base no sistema nacional de levantamento de solos (SNLS), EMBRAPA 1978, a saber.

Mapa de declividade, que foi dividido em cinco classes, a saber: < 2%; 2% - 5%; 5% - 10%; 10% - 20% e > 20%.

Esta área apresenta-se como plana, onde a maioria de suas terras tem uma declividade que varia de 0% a 5% nas áreas de chapada, e suave ondulada variando de 5% a 10% e 10% a 20% nas áreas mais movimentadas próximas aos cursos d'água (Figura 19).

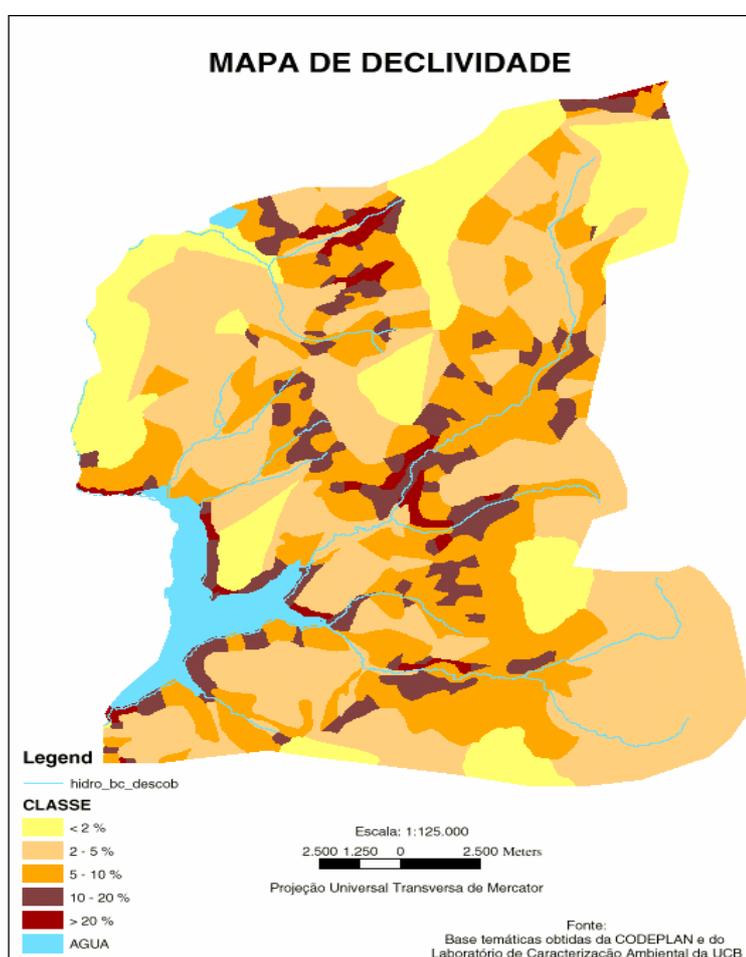


Figura 19 - Mapa de declividade da Bacia do Lago Descoberto

A área agrícola avança sobre os mananciais buscando encurtar a distância entre a Fonte e as áreas irrigadas, em detrimento das matas de galeria que os protegem, restando preservada a vegetação nativa apenas onde a declividade é maior a qual impossibilita a moto-mecanização.

Mapa de uso e ocupação do solo, que foi dividido em oito categorias, a saber: corpos d'água; área agrícola; área urbana; campo; cerrado; mata; reflorestamento e solo exposto (Figura 20);

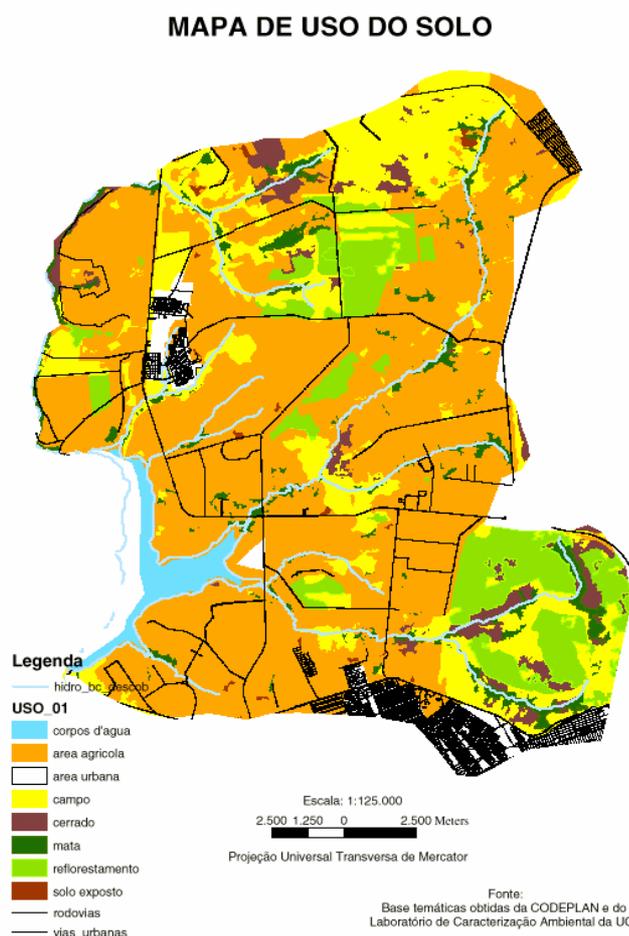


Figura 20 - Mapa de uso e ocupação do solo da Bacia do Lago Descoberto

A maioria dos solos próximo aos mananciais é constituída de latossolos, sendo que em seu estado original apresenta-se resistente à erosão, entretanto devido a sua baixa declividade, o que facilita a moto-mecanização, foram incorporados muito rapidamente ao uso agrícola, e que devido ao manejo inadequado tornaram-se susceptíveis à erosão. Ocorrem também áreas de cambissolo que apresentam alto risco de erosão.

Mapa de solo, que foi classificado em nove categorias, a saber: Hidromórfico (Hi); Laterita Hidromórfica (HLd); Podzólico Vermelho Amarelo (Ped); Latossolo Vermelho Escuro (Led); Latossolo Vermelho Amarelo (Lvd); Urbano; Cambissolo (Cd); Areia Quartzosa (AQ) e Água(Ag) (Figura 21);

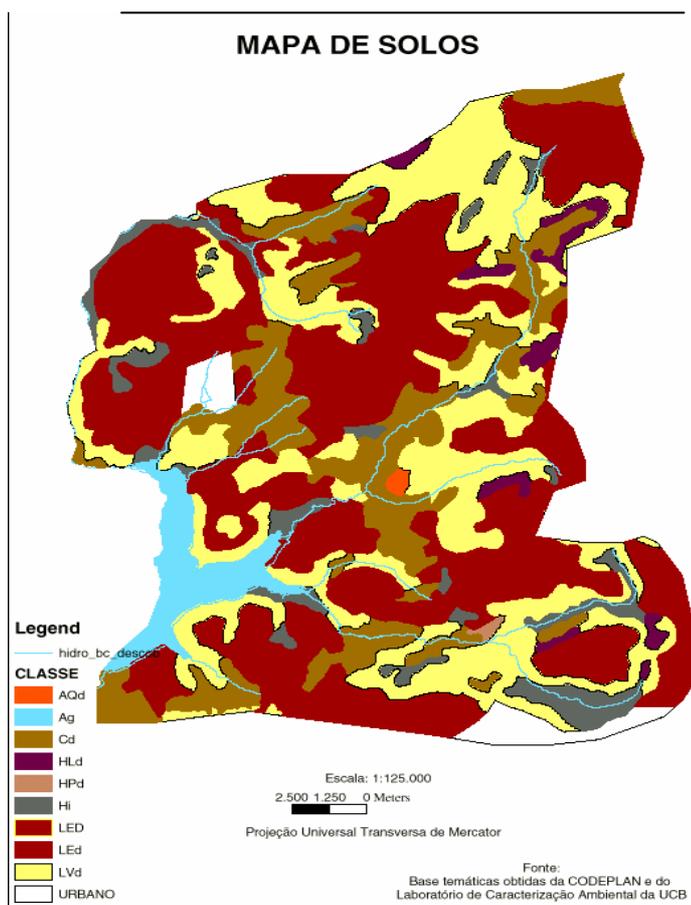


Figura 21 - Mapa de solos da Bacia do Lago Descoberto

A grande maioria das terras próximas aos mananciais e ao reservatório apresentam-se como sendo de média a alta susceptibilidade à erosão. Um fator agravante ao risco de erosão verificado nesta área é a malha rodoviária em função do grande número de chácaras que ocorre nesta bacia. As estradas além de impermeabilizar o solo, acumulam as águas da chuva que drenam para os pontos mais baixos com alta energia cinética aumentando a erosividade das chuvas.

Mapa de suscetibilidade à erosão, que foi dividido em cinco classes; nula; baixa; média; alta e muito alta .

As classes de média, alta e muito alta susceptibilidade à erosão, são as que representam maior risco potencial à qualidade da água e somando estas três classes totaliza-se 93,02% em 1984 aumentando para 93,72% em 1994 e continuando a tendência de aumento 93,83% em 1998 e recuando para 89,42% em 2002 contrariando a série histórica observada.

Portanto, caracteriza-se um índice alarmante que 89,42% da área da bacia hidrográfica do Lago descoberto enquadra-se em uma classe de risco que varia de média, alta e muito alta susceptibilidade à erosão, conforme pode-se observar na tabela 6.

Tabela 5 - Médias Anuais de Susceptibilidade à erosão 84/02 na bacia do Lago Descoberto

	1984/ha	%	1994/ha	%	1998/ha	%	2002/ha	%
Nula	693,32	1,92	645,60	1,80	639,77	1,78	1.196,37	3,28
Baixa	1.823,21	5,06	1.615,42	4,48	1.582,73	4,39	2.662,88	7,30
Média	17.055,80	47,34	15.176,22	42,12	12.311,13	34,17	18.399,60	50,42
Alta	15.743,23	43,69	17.738,06	49,23	20.190,79	56,04	14.050,98	38,50
Muito Alta	715,36	1,99	854,87	2,37	1.306,30	3,62	184,08	0,50
Total	36.030,92	100	36.030,00	100	36.030,72	100	36.493,91	100
M + A + MA		93,02		93,72		93,83		89,42

Médias Anuais de Susceptibilidade à Erosão na bacia do Lago Descoberto nos anos de 1984; 1994; 1998 e 2002 (M = Média; A = Alta; MA = Muito Alta)

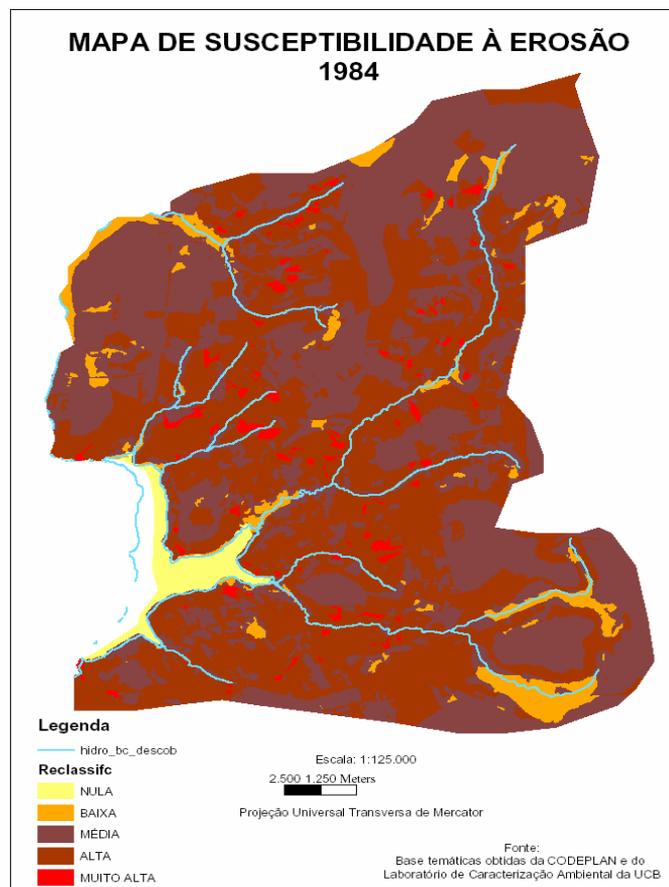


Figura 22 - Mapa de susceptibilidade à erosão da Bacia do Lago Descoberto no ano de 1984

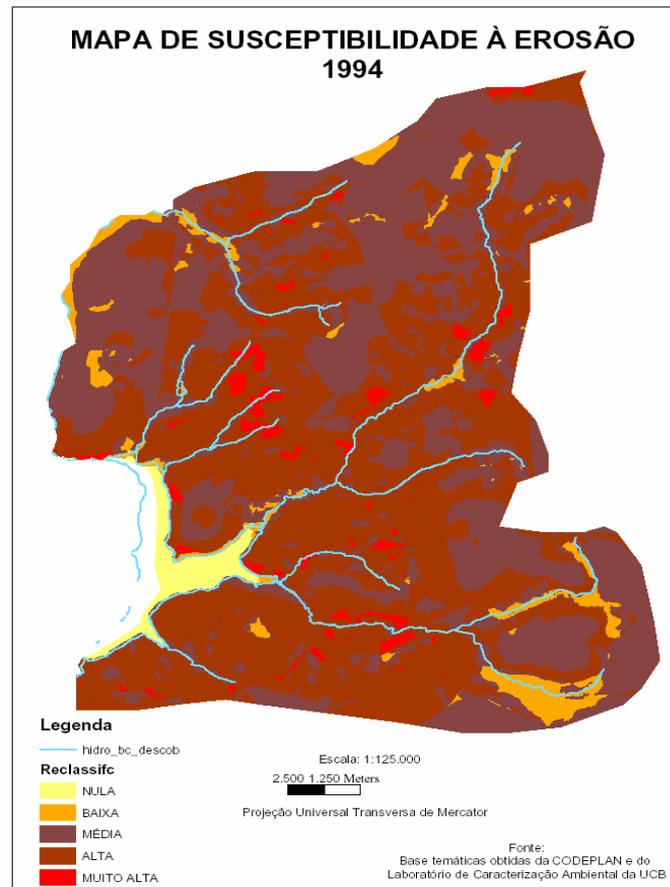


Figura 23 - Mapa de susceptibilidade à erosão da Bacia do Lago Descoberto no ano de 1994

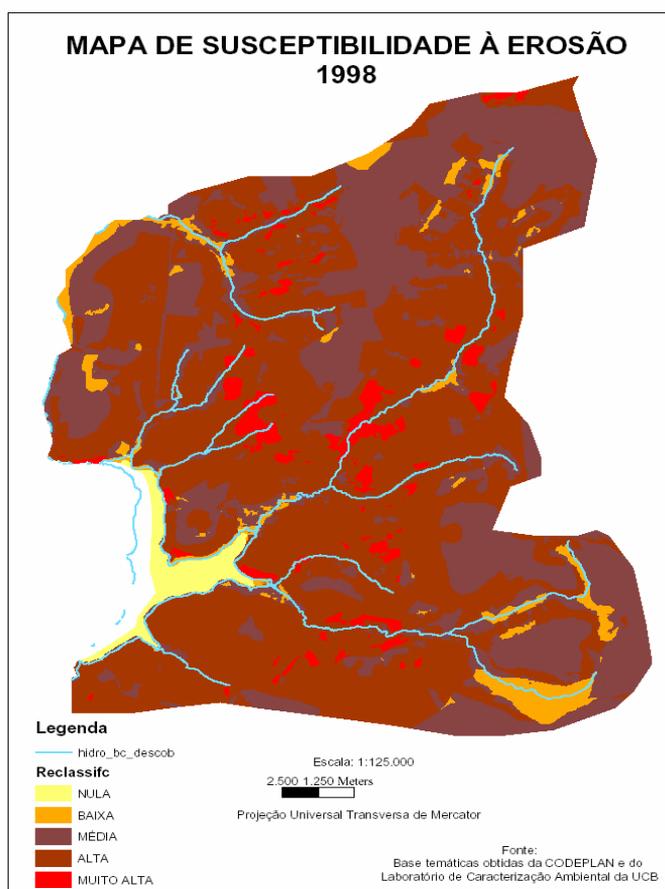


Figura 24 - Mapa de susceptibilidade à erosão da Bacia do Lago Descoberto no ano de 1998

MAPA DE SUSCEPTIBILIDADE À EROSÃO

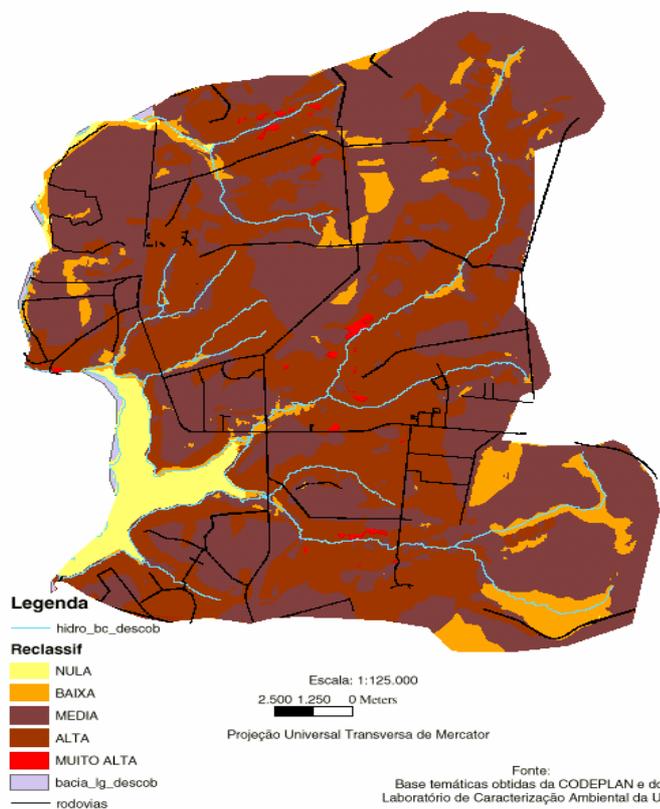


Figura 25 - Mapa de susceptibilidade à erosão da Bacia do Lago Descoberto referente ao ano de 2002

O Mapa de Buffer, faz o delineamento de uma faixa de 200 m em cada margem dos tributários para destacar os riscos à erosão nesta área crítica lindeira aos mananciais.

O Buffer apresenta um polígono com largura de 400 m delineando os cursos d'água, do qual pode-se inferir que em uma faixa de terra de 200 m de cada lado dos mananciais, enquadra-se solos de média a alta e todas as áreas de muito alta susceptibilidade à erosão, revelando o elevado grau de degradação nesta área crítica, lindeira aos mananciais, comprometendo a qualidade da água de abastecimento (Figura 26).

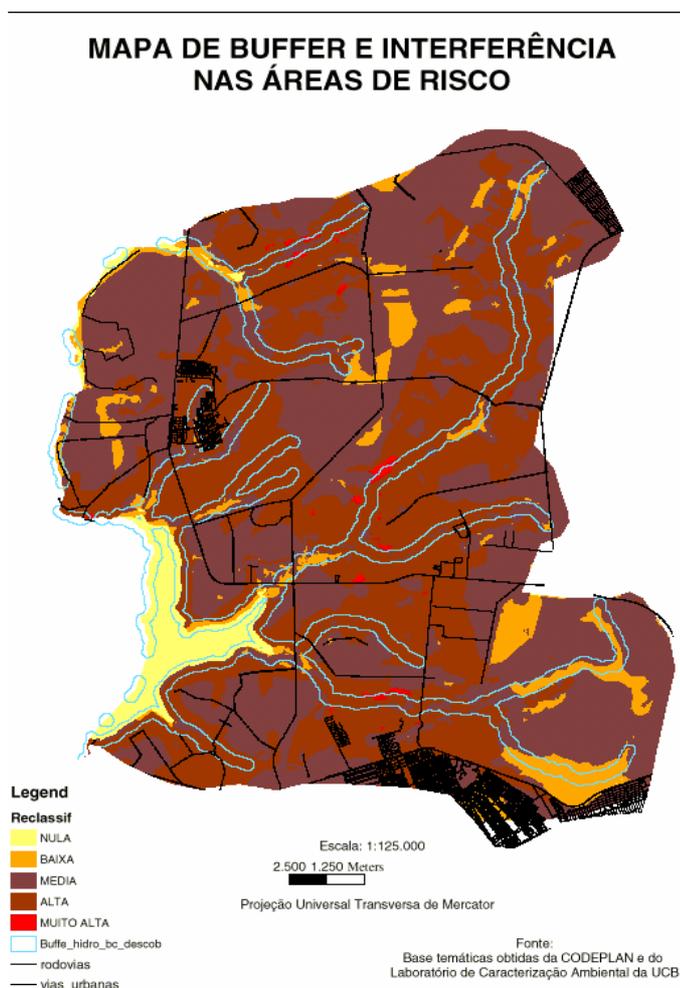


Figura 26 - Mapa de buffer e interferência na área de risco da Bacia do Lago Descoberto

Observa-se na imagem da Figura 27 uma grande área de 63.515 km² de solo exposto, coincidindo com a época do desmatamento de grandes áreas e implantação das lavouras de soja, milho e arroz, favorecida pelas técnicas desenvolvidas pela EMBRAPA e pelo crédito financeiro subsidiado, que possibilitaram a rápida incorporação do solo álico e distrófico do cerrado ao processo produtivo .

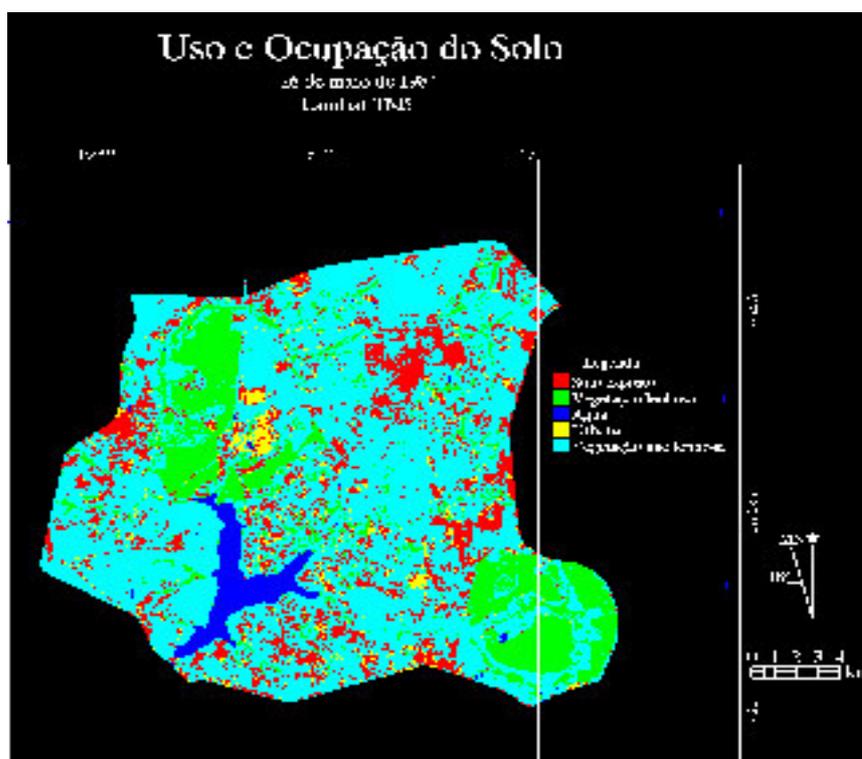


Figura 27 - Imagem Landsat TM5 26 de Maio de 1984 do uso e da ocupação do solo da Bacia do Lago Descoberto

Na imagem da Figura 28 observa-se a redução da área de vegetação lenhosa, ou seja, o avanço da área agrícola (vegetação não lenhosa) sobre áreas de mata e reflorestamento, assim como o crescimento da área urbana ao longo da rodovia DF-070, condomínio Lucena Roriz e Águas Lindas além do INCRA- 8, Brazlândia e inúmeras chácaras de lazer e residência, caracterizando um início de conurbação.

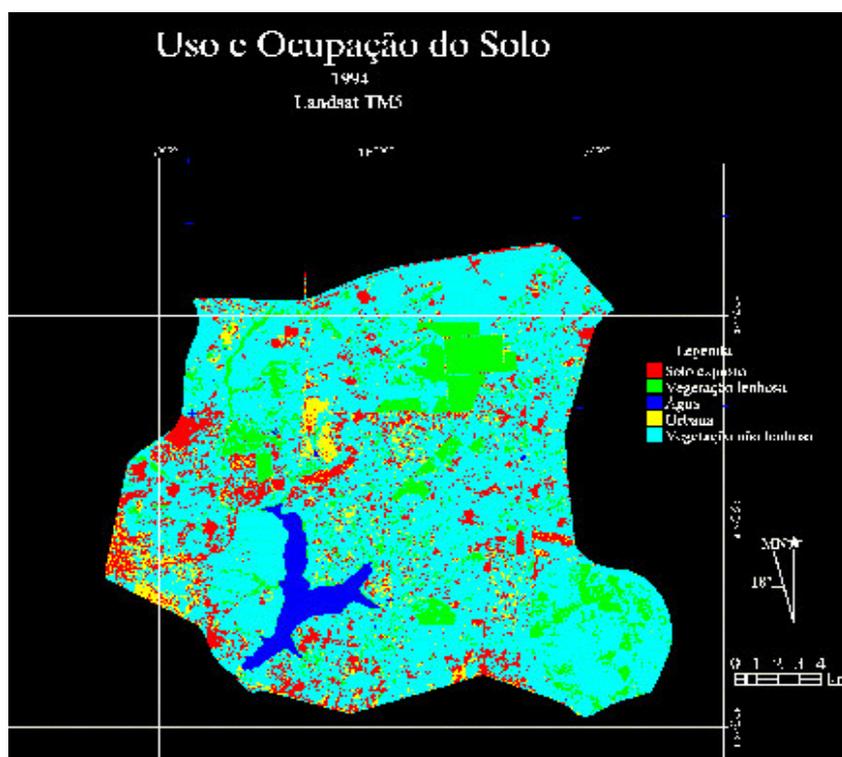


Figura 28 - Imagem Landsat TM5 de 1994 do uso e da ocupação do solo da Bacia do Lago Descoberto

Na imagem da Figura 29 persiste o uso inadequado do solo para uma Área de Proteção Ambiental, com a redução de área de vegetação lenhosa crescimento desordenado da área urbana e crescimento acentuado na área de solo exposto, o que caracteriza, além das áreas de empréstimo e cascalheira, a limpeza do terreno e preparo do solo para o plantio convencional, com uso de grade aradora pesada, expondo o solo aos efeitos erosivos e favorecendo o aparecimento da erosão acelerada. Nota-se também, a redução na área do espelho d'água de 3,39% (período de 1984/2002), contrastando com a redução na lâmina d'água do Lago Descoberto de 15,7% (período de 1969 a 2002, CASB/MAGNA, 2003).

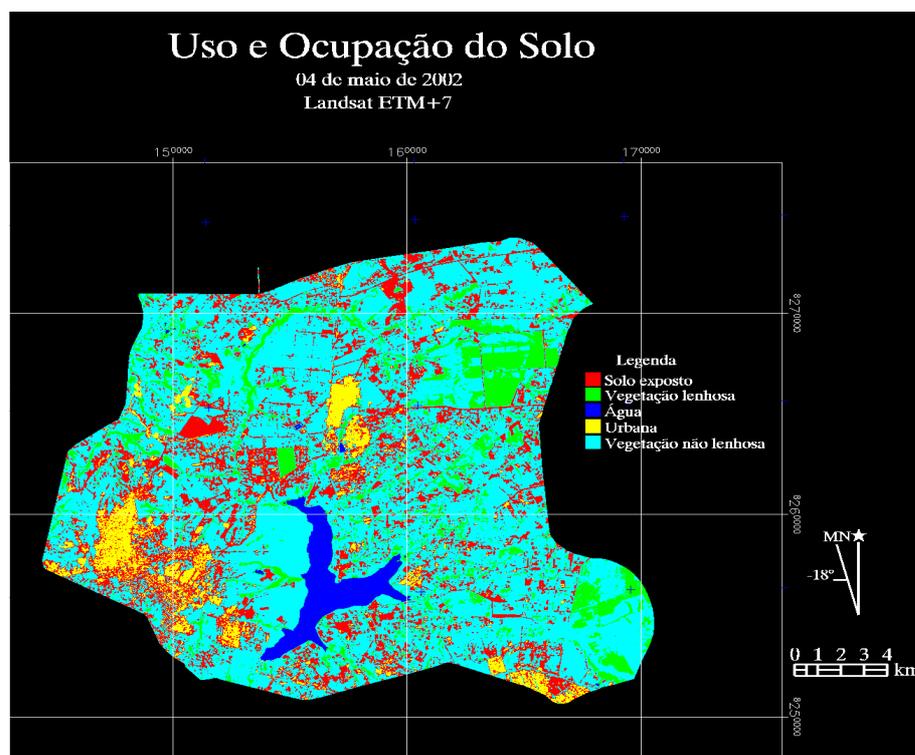


Figura 29 - Imagem Landsat ETM+7 em 4 de maio de 2002 do uso e da ocupação do solo da Bacia do Lago Descoberto

Uso e Ocupação do solo

A Figura 30 representa o uso e ocupação do solo onde um acréscimo de 25,92% de solo exposto representando as áreas de empréstimo, cascalheira e preparo do solo para fins agrícolas contribuindo para acelerar o processo erosivo, que se reflete na redução da área do lago de 3,39% em decorrência do assoreamento dos cursos d'água.

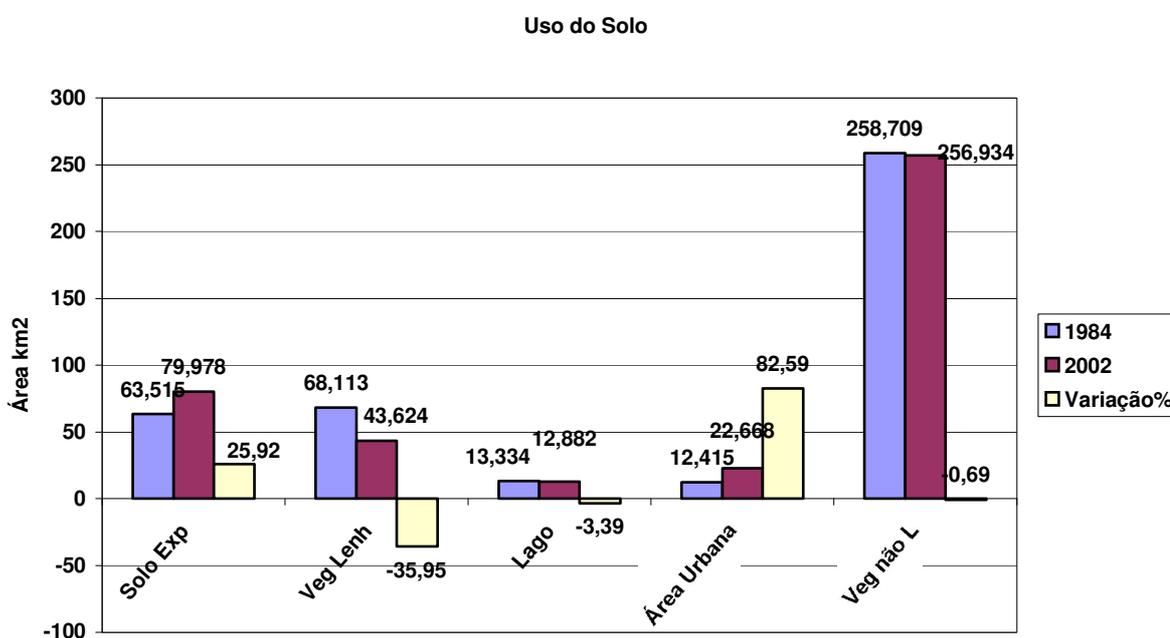


Figura 30 - Uso do Solo 1984/2002 da bacia do Lago Descoberto

A redução de 35,95% na área de vegetação lenhosa corresponde ao avanço da área agrícola sobre as áreas de matas de galeria, reflorestamento e áreas de campo. No estudo das imagens de satélite foram associadas as áreas de campo e área agrícola, pois o objetivo foi o de analisar a ocupação do solo e não especificamente a cobertura vegetal; porém no estudo de Vegetação no Distrito Federal UNESCO/2000, foi quantificada que na área agrícola houve um acréscimo de 122,7% no período de 1984 a 1998. O crescimento da área urbana de 82,59%

atinge um patamar perigoso, pois coloca em risco a sustentabilidade desta bacia para o abastecimento público, contrapondo-se à legislação que trata de sua proteção.

Finalmente foram analisadas as áreas de contribuição ao assoreamento do Lago Descoberto, obtendo subsídios para um planejamento de atividades de intervenção para mitigar os impactos negativos, que aceleram os processos erosivos, existentes nesta área.

Após o levantamento de dados e pesquisa de campo constatou-se que a erosão hídrica é o principal agente de degradação ambiental, com forte impacto negativo na qualidade da água para abastecimento, portanto, a partir daí, passou-se a analisar mais especificamente os dados que vieram corroborar a idéia focal desta dissertação que é a erosão e seus efeitos deletérios na qualidade da água de abastecimento.

A seguir será feita uma observação sobre o assoreamento no reservatório do Lago Descoberto. Segundo o Estudo de Concepção, de Viabilidade Técnica e Econômica para Elevação da Crista da Barragem do Rio Descoberto, elaborado pela Magna Engenharia para a CAESB, após levantamento de topobatimetria realizado em 2002 e comparado com o levantamento de geotécnica realizado em 1969, chegou-se a um resultado paralelo, pois não era o objetivo do estudo ora proposto, constatando-se uma redução de 16,43% no volume e 15,7% de redução na lâmina d'água do Lago Descoberto. O cálculo foi realizado tomando-se como referência a cota 1030 nível em que se situa a crista do vertedouro, apresentando os seguintes valores: Geotécnica 102,9 hm³ e topobatimetria 85,99 hm³ com redução de volume da ordem de 16,91 hm³(Figura 37), e para a lâmina d'água 1.490,00 ha pela

Geotécnica e 1.255,34 ha pela topobatimetria, apresentando uma redução de área da ordem de 234,66 ha.

Para conseguir um volume próximo ao que se tinha inicialmente, por época do barramento, seria necessário elevar a crista do vertedouro em 1,5 m atingindo a cota 1031,5 e um volume de 106,27 hm³. Porém esta nova cota ampliaria a atual área alagada que é de 1.255,34 ha para 1.426,35 ha avançando sobre áreas agrícolas consolidadas e matas de galeria, em 171,01 ha.

Entretanto, os resultados deste estudo nos levam a uma reflexão:

1 - Elevar a crista do vertedouro se faz necessário para se recuperar e/ou aumentar a capacidade de reservação, pois este volume reservado irá atender a demanda no período seco, enquanto aguarda a chegada da chuva para repor o nível do reservatório que geralmente ocorre em março.

2 - Com esta obra de engenharia, estaríamos atacando o problema pelo efeito, enquanto as causas que geraram o problema, o assoreamento com grande probabilidade de acerto, não foi contemplado com medidas mitigadoras de solução duradoura para se manter o volume útil reservado.

3 - O assoreamento e a eutrofização concorrem para a morte de um lago; sendo que a obra acima proposta resolve um problema pontual, o de recompor a capacidade de reservação.

4 - Entretanto, caso fosse implantado um programa de manejo adequado do solo e conservação do solo, na bacia hidrográfica do Lago Descoberto, o problema do assoreamento seria sanado e o lago teria uma sobre vida em seu tempo de vida útil.

Qualidade da água

Para a classificação do IQA são realizadas determinações dos Parâmetros Físico-Químicos, Metal Pesado, Pesticida, Bacteriológicos e Biológicos, através de 284 determinações em 12 amostras mensais de cinco pontos no Lago Descoberto e 84 determinações em sete amostras mensais nos tributários.

A determinação do IQA é o resultado da combinação dos seguintes parâmetros: cor; turbidez; amônia; ferro total; cloreto; demanda química de oxigênio (DQO); potencial hidrogeniônico (pH) e coliformes totais.

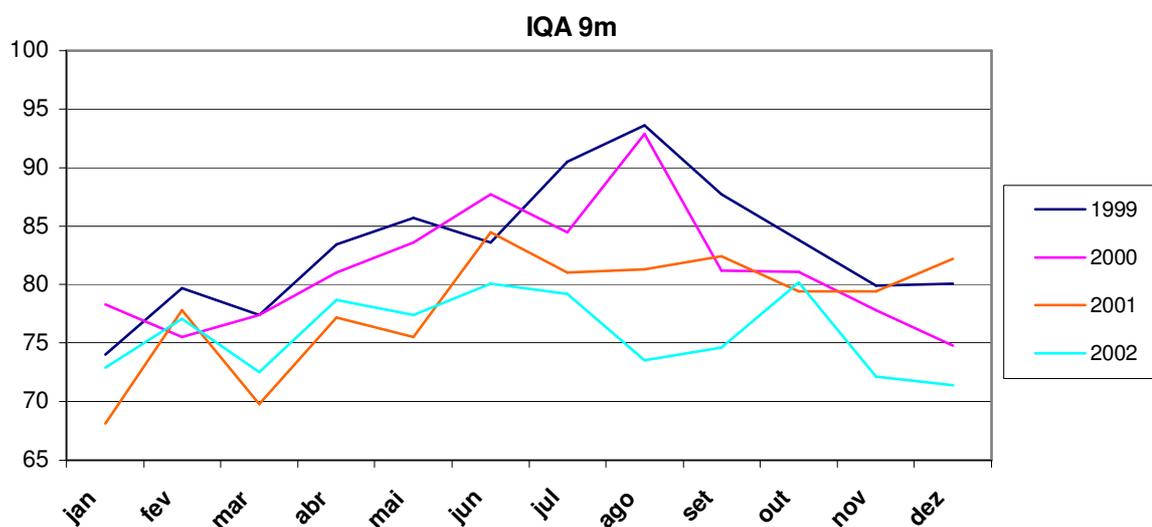


Figura 31 – IQA Lago Descoberto 9 m

A classificação da água segundo o Índice de Qualidade de Água (IQA), adotado pela CAESB está dividida em seis classes, em uma escala que varia do 0 a 100 conforme a seguir: Totalmente Imprópria 0 a 19; Imprópria 20 a 36; Aceitável 37 a 51; Boa 52 a 79; Muito Boa 80 a 90; Ótima 91 a 100. Portanto, quanto mais

próximo de 100 melhor o IQA, e nota-se claramente uma elevação nos valores do IQA no período seco e um decréscimo nestes índices no período chuvoso, corroborando nossa afirmação de que a erosão hídrica contribui na degradação da qualidade da água de abastecimento.

A tendência de melhoria no IQA no período seco onde as águas se enquadram na classe de Muito Boa (80 a 90), continua também para a profundidade de 16 m e rebaixando de classe para Boa (52 a 79) no período chuvoso. A coleta de amostras no lago a 9 m e 16 m de profundidade, é em função da tomada de água para captação ser realizada a 8 m e 16 m de profundidade.

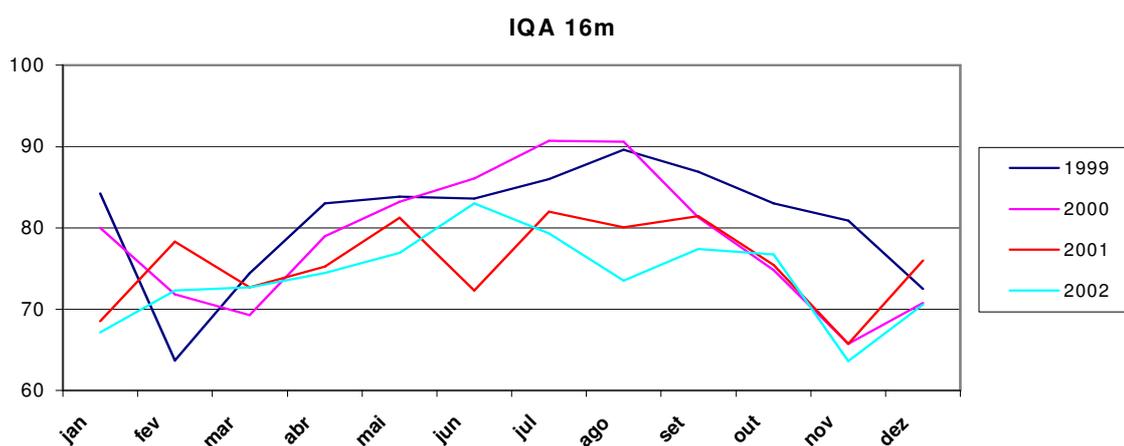


Figura 32– IQA Lago Descoberto 16 m

Na Figura 33 não foi analisado o ano de 1999 devido os dados estarem incompletos, e ocasionalmente nos gráficos de IQA 9 m e 16 m do Lago Descoberto, quando faltava o dado de um referido mês, este foi substituído pelo mesmo período do ano anterior.

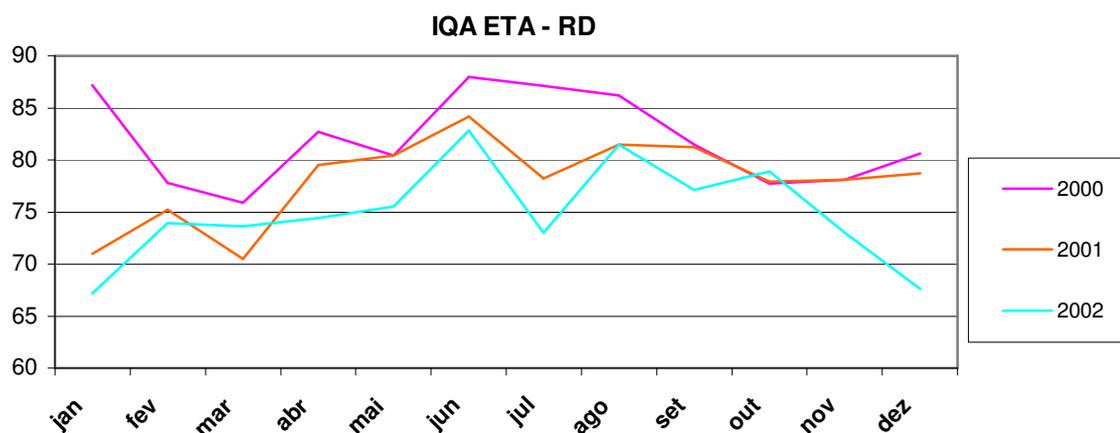


Figura 33 - IQA ETA-RD

Analisando as Figuras do IQA de 9 m; 16 m e ETA-RD, observa-se uma redução nos índices do IQA nos meses de julho e agosto para os anos de 2001 e 2002, porém nos outros períodos verifica-se que a variação no IQA está relacionada à variabilidade pluviométrica e conseqüentemente ao carreamento de sedimentos sólidos e contaminantes pelos agentes erosivos.

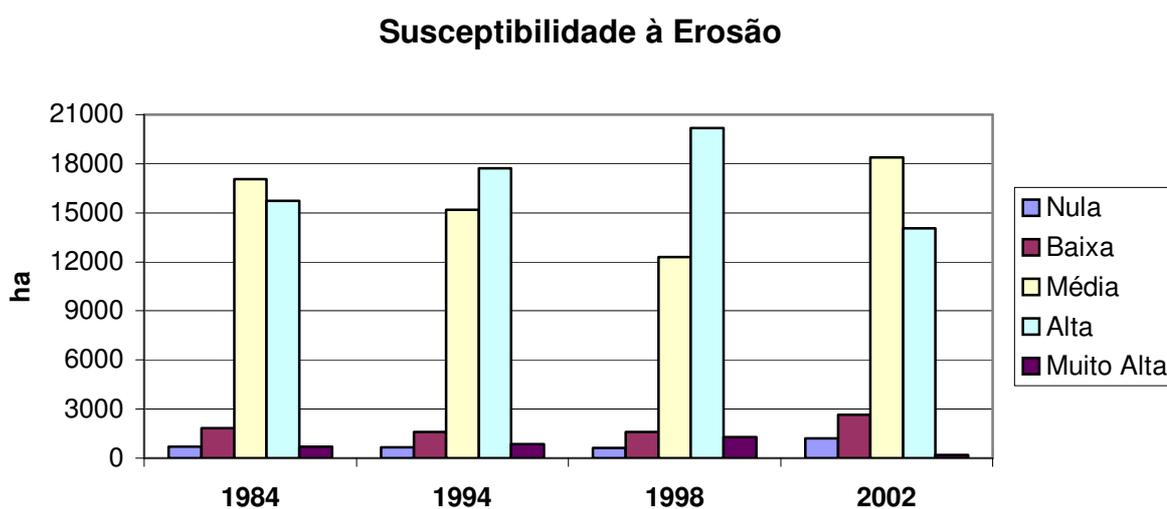


Figura 34 – Variação Multitemporal de Suscetibilidade à Erosão

Nota-se claramente que o índice de turbidez se eleva no período chuvoso entre fevereiro e abril (Figura 35 e 36) em que o lago atinge o nível de cota 1030, o que ocorre geralmente em março, sendo que a tendência se mantém, para os níveis de 10 m e 15 m.

Turbidez Ponto A 10m Lago Descoberto

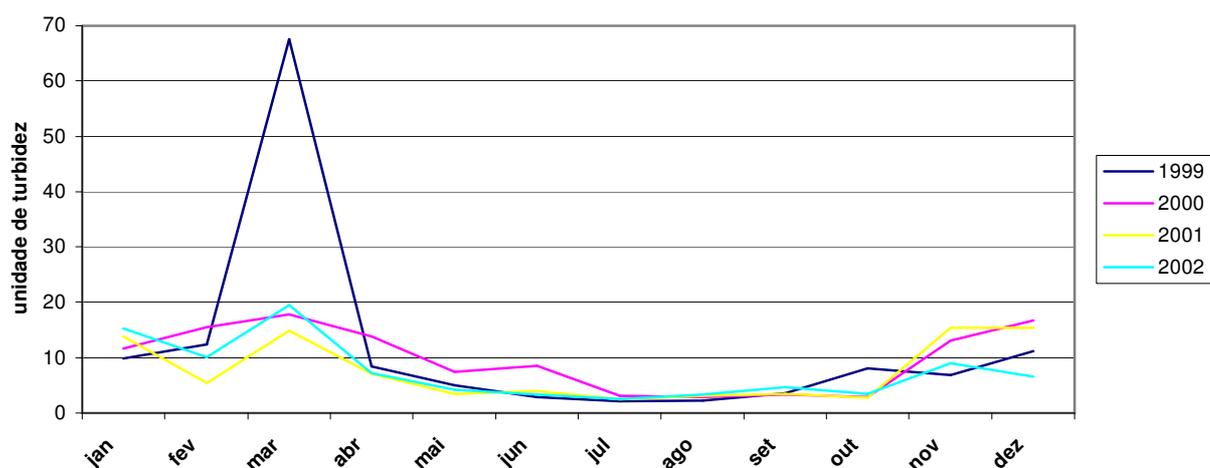


Figura 35 - Turbidez no ponto A 10 m Lago Descoberto. Fonte: banco de dados CAESB

Turbidez Ponto A 15m Lago Descoberto

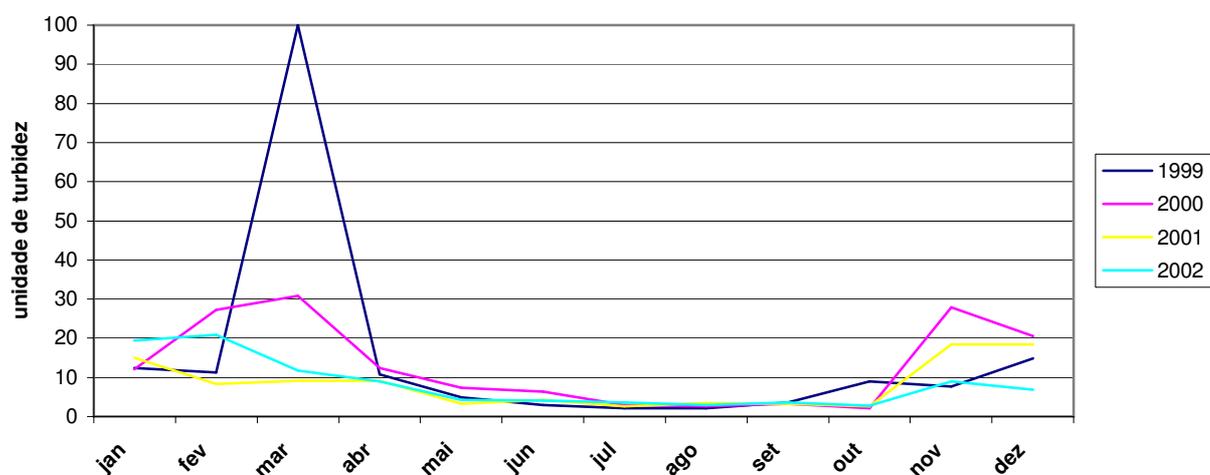


Figura 36 - Turbidez no ponto A 15 m Lago Descoberto. Fonte: banco de dados CAESB

O reservatório de acumulação com capacidade inicial de 102.900.000 m³, apresenta-se atualmente com capacidade de 85.990.000 m³. Esta significativa redução no volume de acumulação, poderá comprometer a meta de vazão regularizada de 6,0 m³/s, para atender a capacidade de operação da ETA-RD. A altura máxima da barragem é de 33 m e 280 m de comprimento. O espelho d'água cobre uma área de 1.255,34 ha que corresponde a 12,55 km² e a área da bacia de drenagem é de 43.737 ha, correspondente a 437,37 km². Dados atualizados segundo CAESB/MAGNA (2003b). (Figura 37)

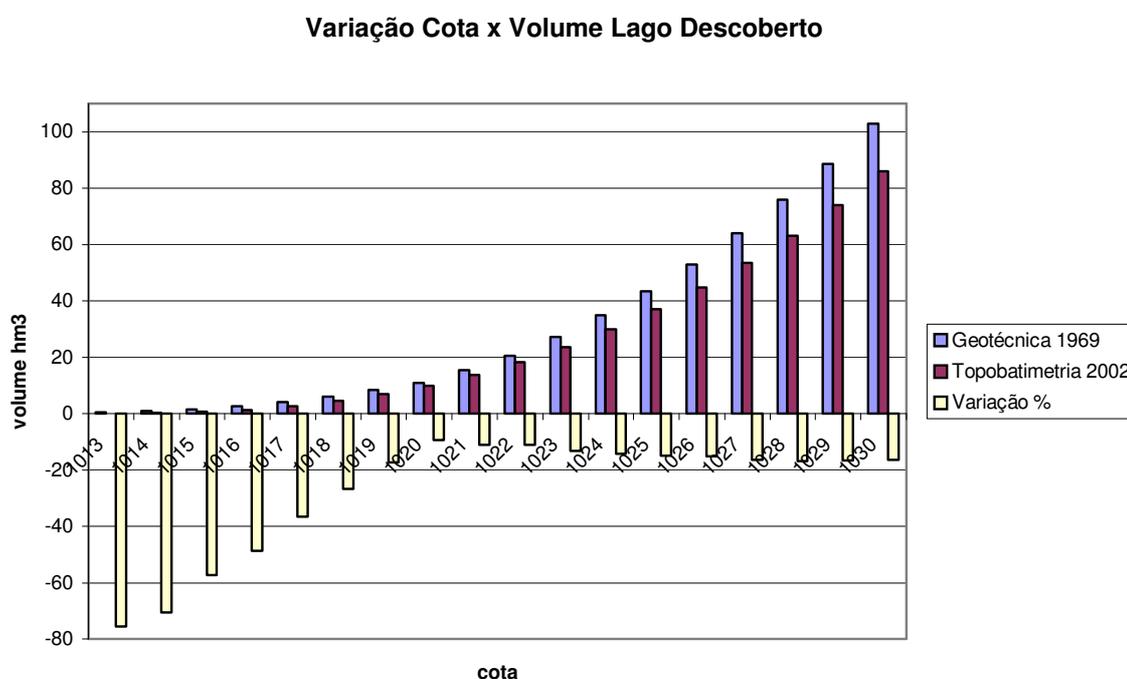


Figura 37- Variação cota x volume Lago Descoberto. (Fonte: banco de dados CAESB / MAGNA (2003b))

Há divergências com relação à área da bacia do Lago Descoberto onde a CAESB (2001), cita uma área de 452 km², a CAESB/MAGNA (2003) cita 437,37 km² e no Laboratório de Caracterização Ambiental da Universidade Católica de Brasília (UCB), foi calculada uma área de 410,2 km². Para os estudos deste trabalho

consideraremos esta área de 410,2 km², referente ao Distrito Federal, que foi trabalhada para os fins desta dissertação, com o apoio da equipe do Laboratório de Caracterização Ambiental da UCB.

Segundo os técnicos da CAESB, o tempo de residência da água no lago é de 11 meses, ou seja a razão entre a água afluenta mais a água acumulada no reservatório e o volume retirado para abastecimento mais irrigação, mais a vazão mínima efluente ao lago de 600l/s. Portanto, uma vez que este tempo de residência é de quase um ano, verifica-se uma correspondência entre o período chuvoso e as respostas verificadas nos índices de turbidez, produção de lodo, consumo de sulfato de alumínio, consumo de polieletrólito.

A água captada no reservatório do Lago Descoberto é aduzida até a ETA-RD, localizada às margens da BR-070, km 07, QNM 42 Taguatinga Norte, onde é realizado o tratamento através da filtração direta com pré-floculação e capacidade instalada de 6 m³/s. O pré-tratamento é realizado no canal de entrada, onde ocorre a cloração com aplicação de cloro gasoso e a alcalinização (Figura 40). O sulfato de alumínio líquido é utilizado como coagulante principal e sua aplicação é realizada na passagem da água pela calha Parshall, e a seguir ocorre a mistura rápida com adição de polieletrólito, que tem a função de aumentar a resistência dos flocos produzidos na etapa anterior, facilitando a retenção nos filtros. O polieletrólito é utilizado como auxiliar de floculação, sendo exigida sua aplicação no período de turbidez elevada, o que geralmente ocorre com maior intensidade, no período de janeiro a maio (Figura 38). A pré-floculação é feita em duas unidades com quatro câmaras em cada uma, onde ocorre a agitação hidráulica em chicanas e mecânica através de agitadores com controle de rotação e tempo de detenção. Após esta etapa, inicia-se a filtração rápida por gravidade através de um conjunto composto de

14 filtros divididos em duas baterias com vazão nominal de 3,0 m³/s cada bateria, tendo duas câmaras cada filtro. A lavagem dos filtros é feita por meio da injeção de ar durante cinco minutos e água por 15 minutos, em fluxo contrário ao processo de filtração, por meio de uma tubulação em forma de espinha de peixe localizada no fundo do leito filtrante. A água utilizada na lavagem dos filtros é recuperada e reintroduzida no canal de água bruta no início do processo de tratamento. O lodo adensado é conduzido à unidade de desidratação, sendo depois armazenado em caçambas e transportado até uma cascalheira desativada, próximo a Ceilândia, distante 9 km da ETA-RD, onde é depositada e futuramente será utilizada para recuperação desta área degradada (cascalheira desativada).

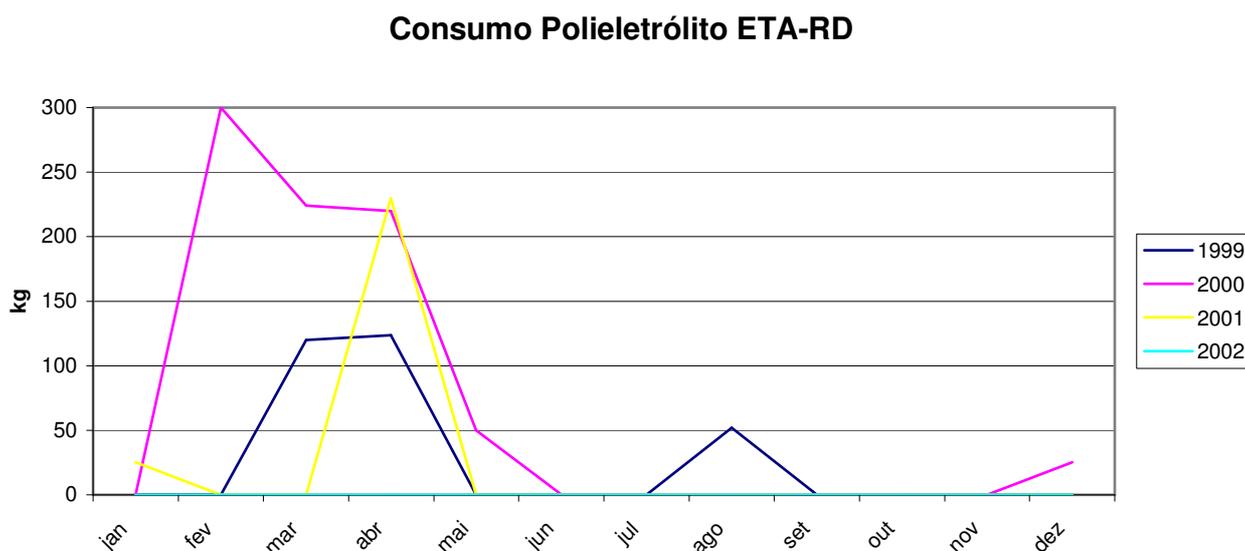


Figura 38 - Consumo de polieletrólito ETA-RD. (Fonte: banco de dados CAESB)

A cada lavagem é gasto um volume de 1.000 m³ de água, sendo que são lavados em média 14 filtros por dia (no período de 1999 a 2002 a média foi de 11). A recuperação da água de lavagem gera um efluente cuja reutilização permite o aproveitamento de 14.000.000 de litros por dia, volume suficiente para abastecer aproximadamente 55.000 habitantes. Outro fator importante na recuperação da água

de lavagem é que possibilita mitigar impactos ambientais, pois antes da instalação deste sistema de recuperação, a água de lavagem era descartada para a rede de águas pluviais que por sua vez contribuía para o processo erosivo e formação de voçoroca na área de drenagem do rio Pedras, tributário do Lago Descoberto (Figura 39).



Figura 39 - Voçoroca na área de drenagem do Rio das Pedras na bacia do Lago Descoberto

Antes da instalação do processo de recuperação de água de lavagem, esta era descartada para a rede pluvial que alimentava esta voçoroca, sendo que a mesma atualmente se encontra em fase de estabilização, onde se observa a revegetação no centro e nos taludes.

Na observação do número de filtros lavados no mês (Figura 40), pode-se constatar que se mantém a tendência de aumento na frequência de lavagem durante o período chuvoso, comprovando mais uma vez, através desta etapa, a relação direta entre a erosão ocorrida na bacia de drenagem e os custos com o tratamento da água de abastecimento.

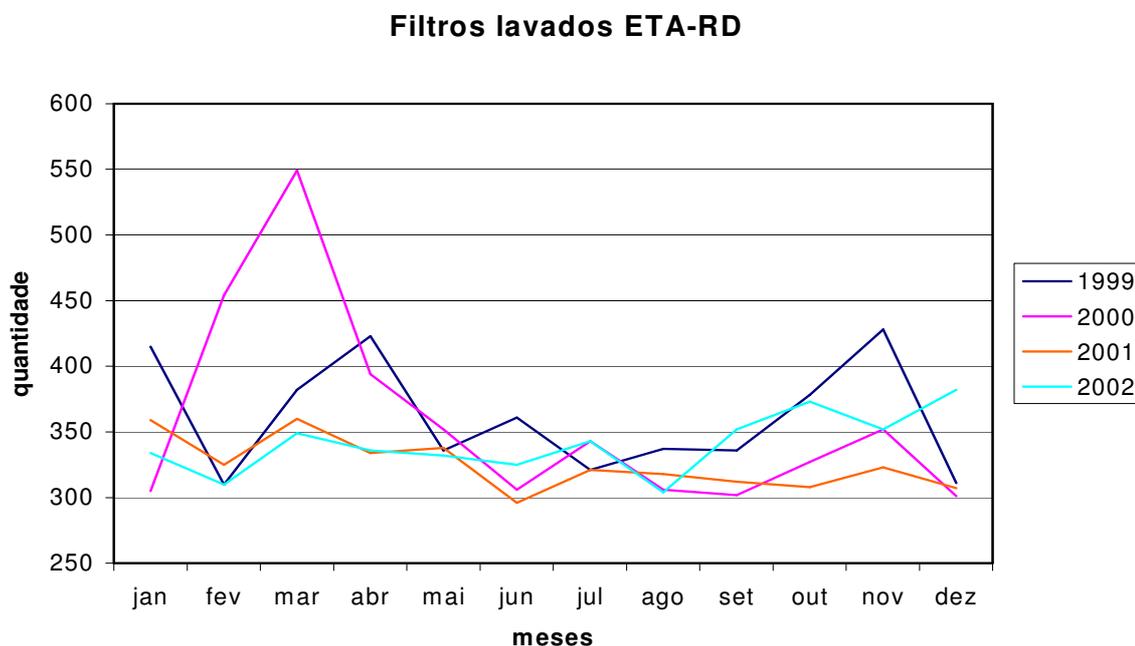


Figura 40 - Número de filtros lavados na ETA-RD. (Fonte: banco de dados CAESB)

Após a filtragem a água é conduzida ao tanque de aplicação de produtos químicos, onde é realizada a desinfecção, através da aplicação de cloro gasoso. Após a desinfecção a água é conduzida até o reservatório que se encontra no pátio da estação. A ETA-RD está dotada de um sistema de automação em todos os processos, sendo supervisionado pelos técnicos através do CLP - Controlador Lógico programável, que recebe todos os dados de vazão, nível, posição das válvulas, analisadores de cloro, turbidez, flúor, ph, transmitância, etc, processando e os enviando para os dispositivos de controle, que são os inversores de frequência, válvulas e motores; o que tem proporcionado uma grande estabilidade nos resultados de seu efluente final.

A produção de lodo apresenta seu ponto máximo no período chuvoso, conforme a Figura 41, corroborando a idéia ora defendida de que a erosão acelerada está provocando o carreamento de sedimentos elevando a turbidez e onerando os custos de produção, pois segundo Di Bernard et al (2002), quanto menor a turbidez da água produzida na ETA, mais eficiente será a sua desinfecção.

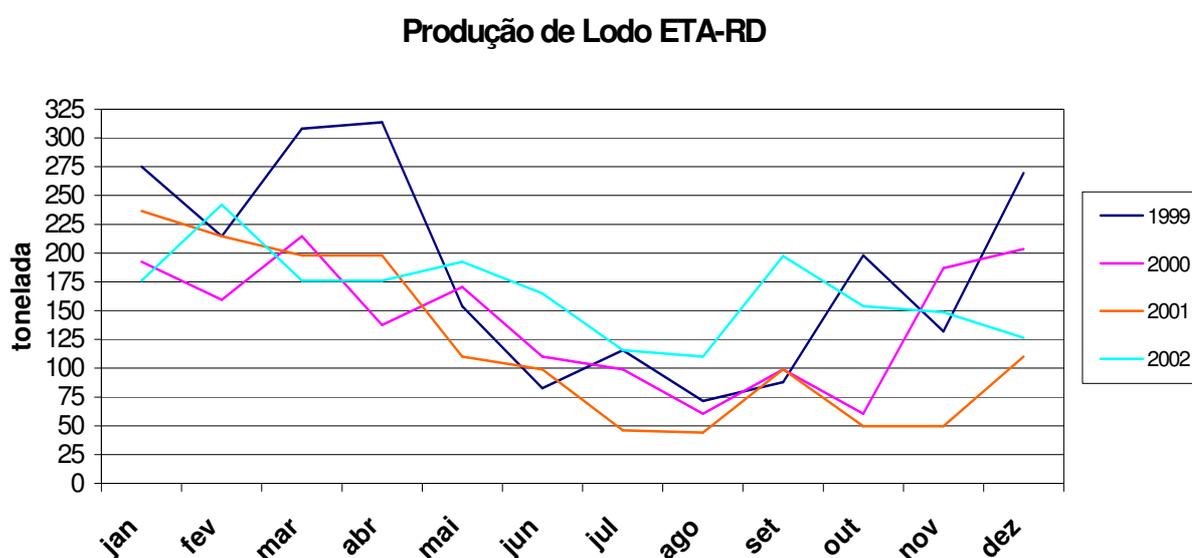


Figura 41 - Produção de lodo (t) ETA-RD. (Fonte: banco de dados CAESB)

Na área de estudo, existem seis estações pluviométricas da CAESB, a saber, Brazlândia, Taguatinga, Fazenda Eliza, Jatobazinho, Descoberto e Jókei Clube. Tomaremos como base de estudo os dados pluviométricos da estação Jatobazinho, no período compreendido entre 1999 e 2002, por se localizar na nascente do Rodeador um importante tributário em termos de vazão (1,7 m³/s média anual. Fonte: CAESB), e sua bacia de contribuição apresentar intenso uso agrícola.

O sulfato de alumínio é o coagulante primário utilizado na ETA-RD; comparando-se os valores de consumo deste produto com os índices pluviométricos

no mesmo período, observa-se que os pontos de inflexão das curvas apresentam similaridade em seus máximos, referentes aos meses de março/abril e novembro/dezembro coincidindo com o período chuvoso, e pontos de mínimo, no período de seca, apesar do tempo de detenção no lago ser de 11 meses, conforme nos demonstra os gráficos das Figuras 42 e 43.

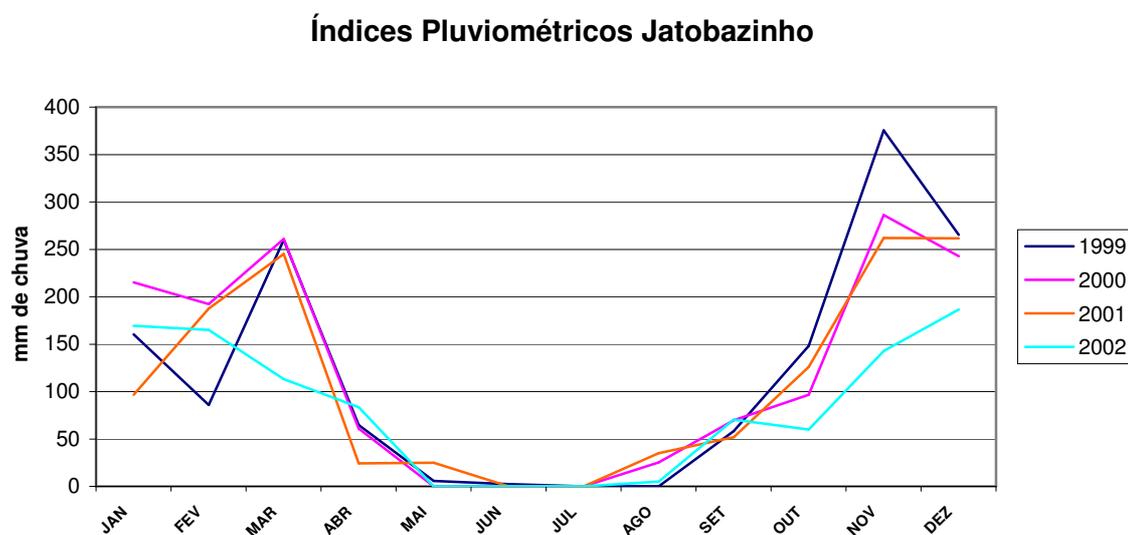


Figura 42 - Índices pluviométricos na Estação de Jatobazinho na bacia do Lago Descoberto

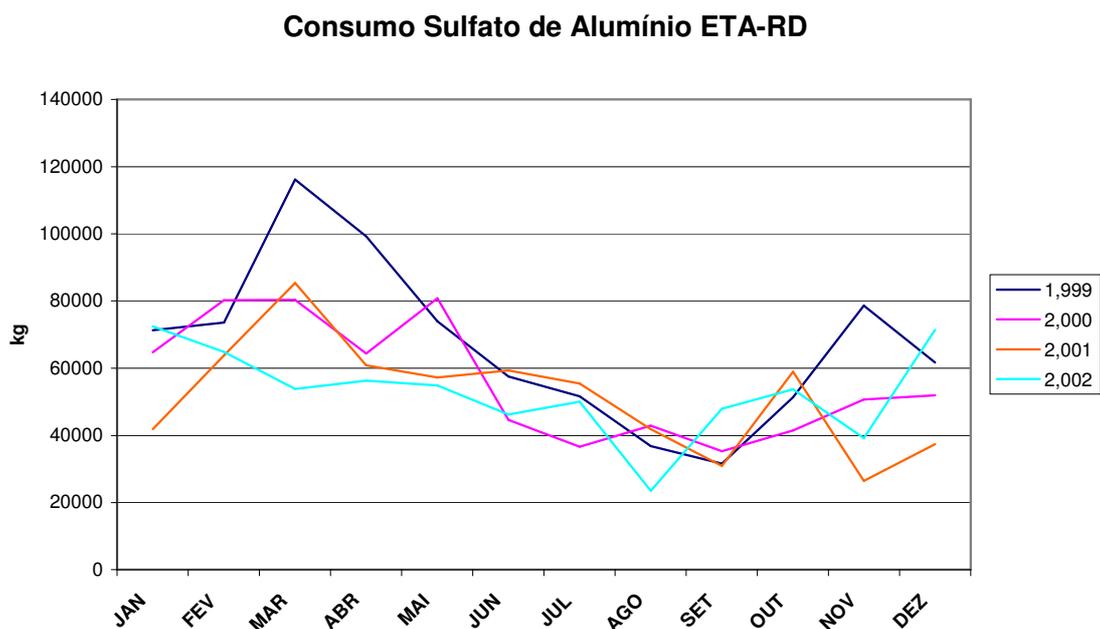


Figura 43 - Consumo de sulfato de alumínio na ETA-RD

Os pontos de máximo, coincidindo com o período chuvoso nos leva a inferir que o carreamento de sedimentos para o lago poderá estar concorrendo para uma elevação no consumo de coagulante primário, no caso o sulfato de alumínio.

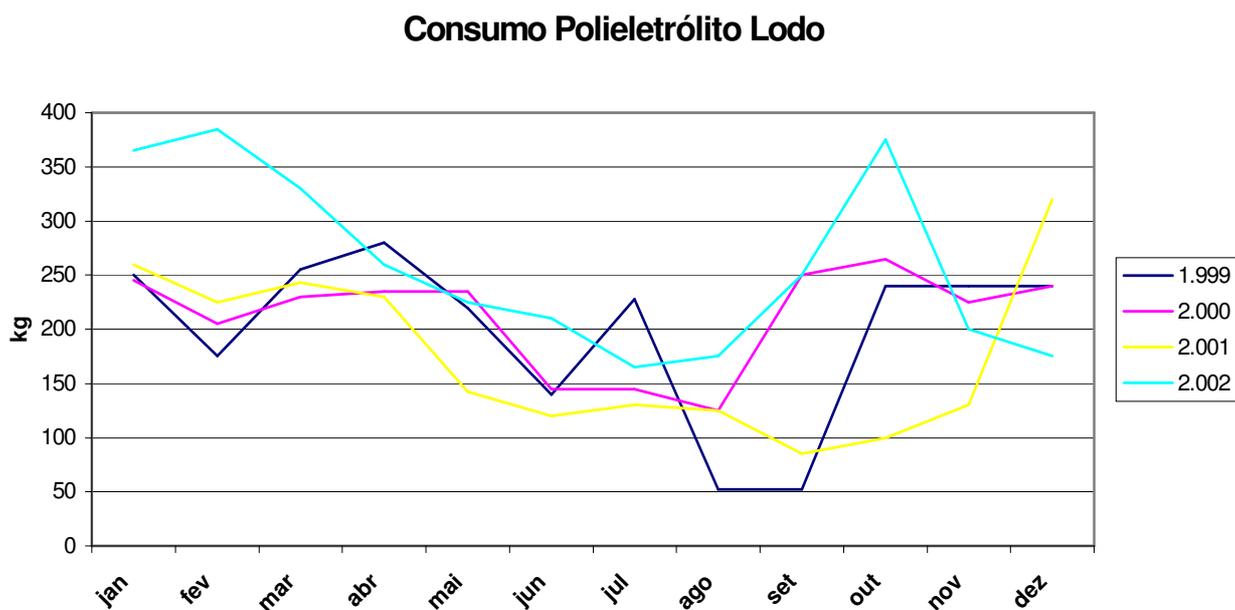


Figura 44 - Consumo de polieletrólito lodo. (Fonte: banco de dados CAESB)

A água de lavagem é clarificada com a utilização deste polímero devido o elevado índice de turbidez encontrado neste efluente, sendo que sua máxima utilização se verifica no período chuvoso quando ocorre o carreamento de solo pelo processo erosivo.

A tendência no período estudado, se repete, onde o máximo de turbidez coincide com o período chuvoso (Figura 45). Segundo Di Bernardo (2002), a turbidez das águas é devida à presença de partículas em suspensão e em estado coloidal, as quais podem apresentar ampla faixa de tamanhos. A turbidez pode ser causada por uma grande variedade de materiais, incluindo partículas de areia fina, silte, argila e microrganismos. As partículas de menor tamanho e com baixa massa específica são mais difíceis de ser removidas nas ETAs, por apresentarem menor velocidade de sedimentação.

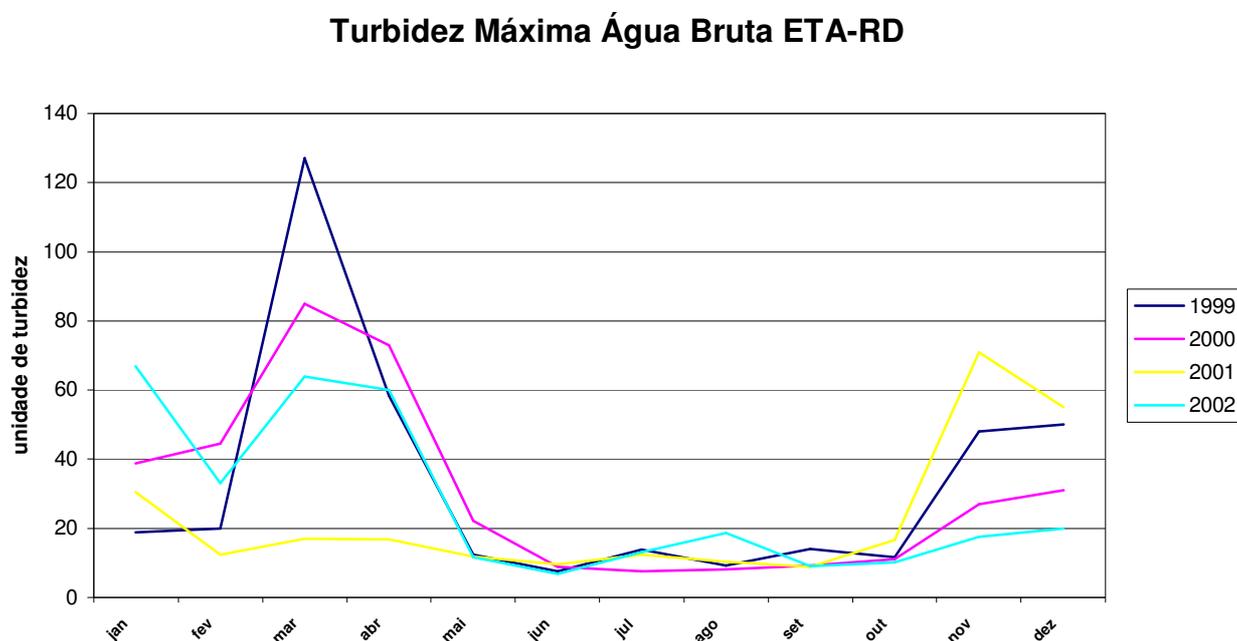


Figura 45 - Turbidez máxima da água bruta ETA-RD. (Fonte: banco de dados CAESB)

Na Figura 46 é apresentada a turbidez mínima de água bruta na ETA-RD que corrobora a idéia de que no período chuvoso o carreamento de partículas é elevado prejudicando a clarificação da água.

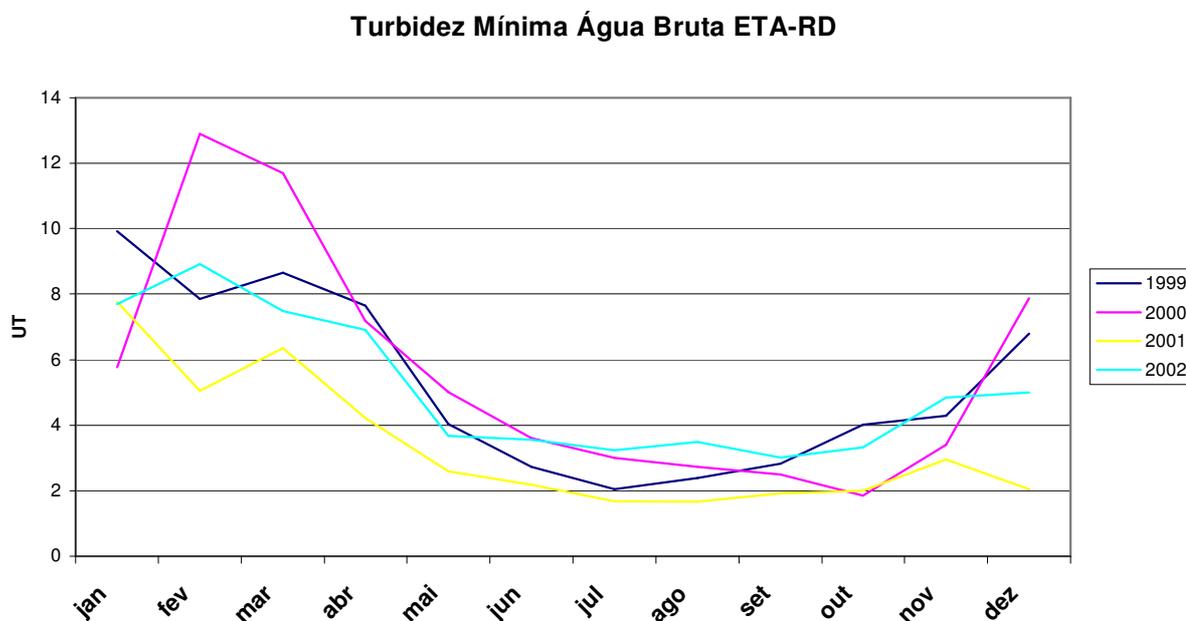


Figura 46 - Turbidez mínima água bruta ETA-RD. (Fonte: banco de dados CAESB)

Portanto, os dados levantados servem para confirmar que os efeitos da erosão hídrica acelerada instalada na bacia de drenagem do Lago Descoberto contribuem na elevação dos custos com o tratamento da água, no processo de clarificação, uma vez que concorre no aumento da produção de lodo, aumento no uso de sulfato de alumínio e polieletrólito, aumento no consumo de água de lavagem de filtros, além do aumento no consumo de energia elétrica.

4.3 - População Agrícola

A seguir serão analisados os dados levantados junto a população agrícola por meio da aplicação do questionário (anexo).

Para a caracterização do proprietário ou arrendatário foram elaboradas duas perguntas, sendo a primeira, grau de instrução, dividida em quatro grupos, a saber: grupo A, neste grupo foram enquadrados aqueles com baixa ou nenhuma escolaridade (A maior ou igual a quatro anos de estudos); grupo F, aqueles que cursaram até o Ensino Fundamental completo ou não (F maior que quatro anos e menor ou igual a oito anos de estudos); grupo M, aqueles que cursaram até o Ensino Médio completo ou não (M maior que oito e menor ou igual a 11 anos de estudos); e grupo S, onde se enquadra aqueles que cursaram até o Curso Superior completo ou não (Figura 47).

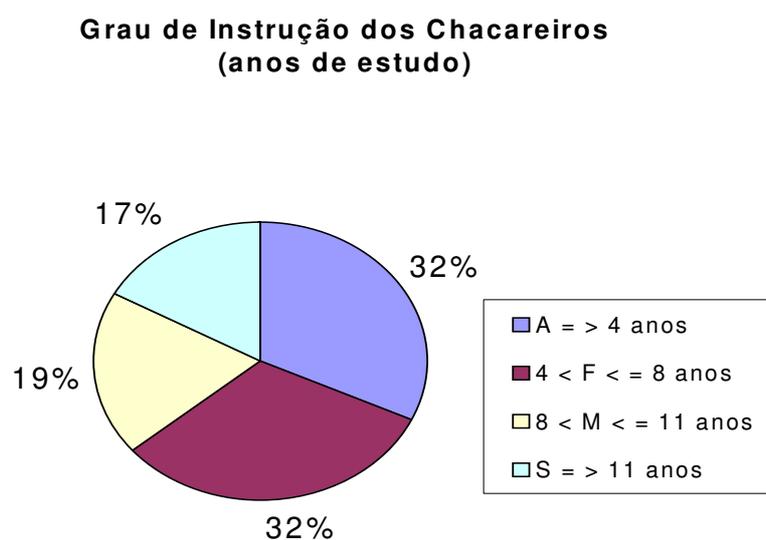


Figura 47 - Grau de instrução dos chacareiros em anos de estudo

A grande maioria dos chacareiros, 64% tem pouca escolaridade, que corresponde ao nível de escolaridade até o ensino fundamental, e esta baixa escolaridade se reflete no índice de aceitação de técnicas de conservação do solo, como pode se observar na Tabela 5.

A segunda pergunta foi direcionada sobre o tempo de ocupação da propriedade e foi dividida em três grupos, a saber: o primeiro grupo é composto por agricultores com tempo de ocupação menor ou igual a cinco anos, o segundo maior que cinco e menor ou igual a 10 anos e o terceiro maior que 10 anos de ocupação.

Tempo de ocupação da Chácara

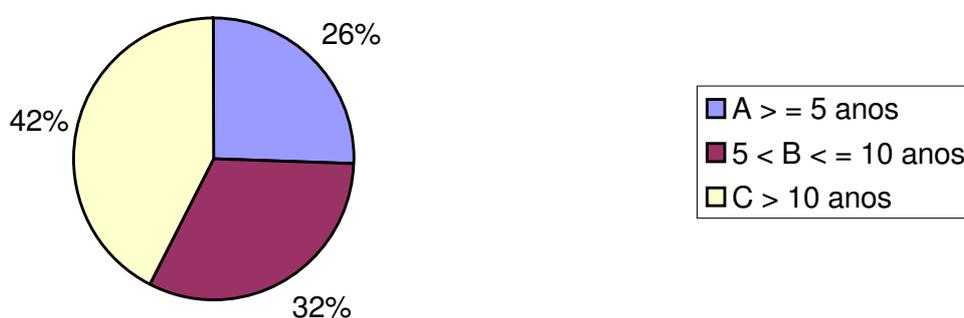


Figura 48 Tempo de ocupação das chácaras

Este item revela uma estabilidade na exploração econômica das chácaras, pois 42% desenvolvem suas atividades a mais de 10 anos (Figura 48).

Para caracterização da chácara foi dirigida uma pergunta sobre a área e a mesma dividida em quatro grupos, a saber: primeiro grupo constituído por chácara menor ou igual a 1,5 ha, segundo grupo maior que 1,5 ha e menor ou igual a 4,5 ha,

terceiro grupo maior que 4,5 ha e menor que 7,5 ha, e quarto grupo maior que 7,5 ha.

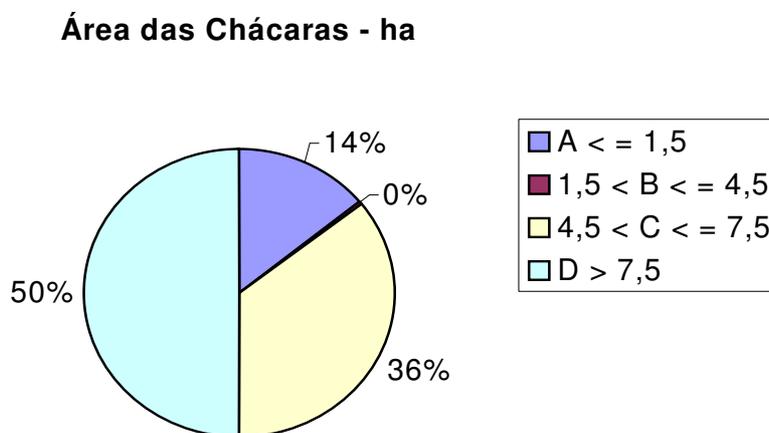


Figura 49 - Área das chácaras ocupadas

A Figura 49 mostra que 14% de chácaras com área igual ou inferior a 1,5 ha caracteriza-se em uma irregularidade contrapondo-se à Lei nº 017/97 conforme o Art. 26 § 3º “Serão admitidos, para fins de regularização fundiária, os parcelamentos existentes até a data de publicação desta Lei, em glebas inferiores a 5 (cinco) hectares, desde que superiores a 2 (dois) hectares, obedecido o disposto no Art. 28”.

A seguir, iniciam-se as questões numeradas do questionário aplicado aos chacareiros (em anexo).

A primeira sobre as culturas exploradas comercialmente, tais como, hortifruticultura, agricultura, bovinocultura, suinocultura, avicultura e outros; sendo que em outros foram incluídas as culturas não previstas inicialmente no questionário, a saber, floricultura, minhocultura e lazer.

Culturas Desenvolvidas

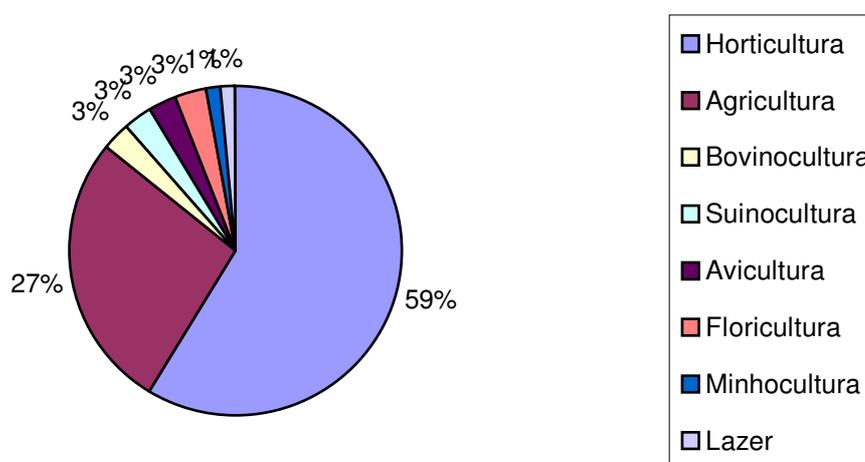


Figura 50 - Culturas desenvolvidas nas propriedades

Somando-se as atividades de agricultura e horticultura totaliza 86% das atividades econômicas (Figura 50), o que revela o alto grau de exposição do solo aos fatores erosivos, uma vez que para estes cultivos o solo é preparado com uso intensivo de mecanização, o que leva à quebra da estrutura do solo, redução da atividade microbiológica, perda de fertilidade e assoreamento dos corpos hídricos.

A segunda pergunta desta parte, foi dividida em cinco grupos, e identifica o número de pessoas que vivem na propriedade. Primeiro grupo menor ou igual a três pessoas, o segundo de quatro a seis pessoas, o terceiro de sete a nove pessoas, o quarto de 10 a 12 pessoas e o quinto e último grupo maior que 12 pessoas.

Grupo de Pessoas por Chácara

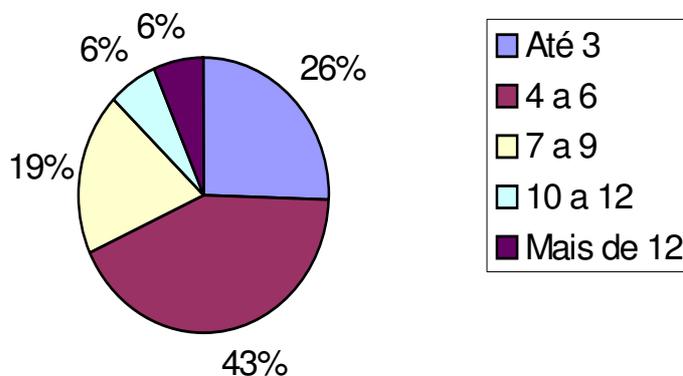


Figura 51 - Grupo de pessoas por chácara

A exploração das atividades econômicas, caracteriza-se como familiar, pois 69% dos entrevistados representam um grupo de até 6 pessoas (Figura 51), sendo a mão-de-obra complementada com a contratação de trabalhadores temporários.

A partir da terceira pergunta, as respostas tem somente duas possibilidades de resposta; Sim ou Não, e a terceira questiona sobre o uso de irrigação, sendo que 77% dos chacareiros fazem uso desta técnica o que caracteriza um conflito de uso e um flagrante desrespeito à legislação (Lei 9.433) que prioriza a água para abastecimento público e dessedentação de animais. Este conflito no uso da água, gera um consumo de 2 a 3,5 m³/s (segundo técnicos da CAESB), ou seja, 50% da capacidade instalada da ETA-RD.

No tema geração de emprego, confirmou-se que 74% contratam mão-de-obra de terceiros.

Ao questionar sobre esgotamento sanitário 100% confirmaram o uso de fossa do tipo sumidouro em suas propriedades. Este tipo de esgotamento sanitário é muito

ineficiente e pode facilmente comprometer a qualidade das águas subterrâneas e superficiais.

Na questão seis foram levantados os dados sobre o uso de práticas conservacionistas, os quais apresentaram os seguintes resultados:

Tabela 6 - Uso de Práticas de Conservação do Solo pelos chacareiros

Prática	Resposta	Número	%
	6.1.1- Sim	41	79
6.1 - Plantio em Nível	6.1.2- Não	11	21
	6.2.1- Sim	39	83
6.2 - Rotação de Culturas	6.2.2- Não	8	17
	6.3.1- Sim	22	60
6.3 - Adubação Verde	6.3.2- Não	15	40
	6.4.1- Sim	7	15
6.4- Terraceamento	6.4.2- Não	40	85
	6.5.1- Sim	10	21
6.5 - Subsolação	6.5.2- Não	37	79
	6.6.1- Sim	0	00
6.6 - Plantio Direto	6.6.2- Não	47	100

O nível tecnológico é baixo, sendo que as práticas conservacionistas mais adotadas se referem às de baixo nível tecnológico, baixo custo e pouca eficiência no controle da erosão, plantio em nível 79%, rotação de culturas 83%, e adubação verde 60%. As práticas de maior eficiência no controle à erosão tem pouca aceitação, terraceamento 15%, subsolação 21% e plantio direto 0% (Tabela 5).

Nesta questão sete, 98% fazem uso de adubo orgânico. Este é um dado alarmante, pois coloca em risco a qualidade da água do Lago Descoberto, uma vez que os resíduos orgânicos juntamente com os patológicos são carregados junto com o solo, assoreando e contaminando o reservatório, com o risco de eutrofização e morte do lago.

No item oito, foi perguntado sobre o uso de fertilizantes químico e 91% dos entrevistados fazem uso desta prática, que também concorre para a eutrofização do lago.

Na questão nove, para o controle químico da pragas e doenças, 79% utilizam agrotóxico. Outro fato preocupante, pois 64% tem pouca escolaridade e na hora de preparar a dosagem do agrotóxico não tem capacidade de calcular com exatidão a dosagem exata e normalmente utilizam uma dosagem elevada, colocando em risco sua própria vida, a saúde dos consumidores de seus produtos além do risco de contaminação da água do reservatório.

A questão 10, foi sobre como é realizada a operação de tratos culturais (controle de plantas invasoras), dentre os tipos Mecânico, Químico ou Manual.

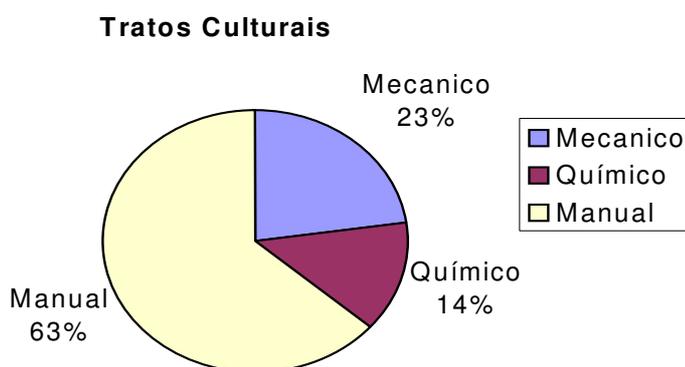


Figura 52 - Tratos culturais usados no controle de plantas invasoras

A prática de cultivo químico por 14% dos chacareiros é outro fator preocupante, pois os resíduos do herbicida são carregados por lixiviação, percolação e através da erosão, contaminando os corpos hídricos.

Na questão 11, uso de fogo, 23% fazem uso desta prática para limpeza do terreno e, com isto queimam a matéria orgânica prejudicando a estrutura do solo, facilitando a compactação e a erosão.

Na questão 12, a assistência técnica especializada é utilizada por 51% dos entrevistados. Entretanto a difusão de técnicas de conservação do solo e da água está prejudicada nesta bacia hidrográfica, conforme se verifica no item seguinte.

No item 13 não tiveram treinamento em conservação do solo e água 94% dos chacareiros, e isto se reflete no manejo inadequado do solo e ausência de práticas de conservação do solo e água, comprovado através das visitas realizadas na área de estudo.

No item 14 uso de crédito agrícola 81% não se utilizam deste recurso para financiar seu agronegócio. Os chacareiros utilizam recursos próprios sempre escassos, e a implantação da estrutura de conservação do solo fica prejudicada.

Na questão 15, somente 11% consideram que sua atividade agropecuária poderia prejudicar a qualidade e/ou a quantidade da água. Este ítem confirma que a baixa escolaridade dos chacareiros é um dos reflexos do manejo inadequado do solo, pois 89% nem imaginam o quanto sua atividade agrícola afeta o meio ambiente e contribui para a degradação dos recursos hídricos.

No último item 96% dos entrevistados tem interesse em participar de um projeto integrado de conservação do solo e água em sua propriedade. O que se verifica é que os chacareiros estão dispostos a colaborar na solução dos problemas relativos à água, esperando apenas que lhes seja orientado o rumo a seguir e que

sejam disponibilizados os recursos financeiros para o aporte dos investimentos necessários para debelar o processo erosivo acelerado, instalado nesta bacia hidrográfica.

CONCLUSÃO

A destruição da vegetação nativa no Distrito Federal apresenta-se especialmente grave uma vez que se desenvolve através da ocupação desordenada do solo, da implantação de parcelamentos irregulares urbanos e rurais, provocando o selamento superficial das áreas de recarga de aquífero, redução da vazão dos mananciais, devido ao desmatamento das matas ciliares e ao assoreamento das nascentes, dos mananciais e reservatórios, principalmente aqueles reservados para abastecimento público; a supressão de habitats de animais silvestres interrompendo o fluxo genético e o trânsito de animais através dos corredores ecológicos que ligam as áreas remanescentes de vegetação natural, provocando a exposição dos solos, acelerando o processo erosivo, comprometendo a qualidade e quantidade dos recursos hídricos.

O controle do processo erosivo acelerado, instalado na bacia hidrográfica do Lago Descoberto, passa obrigatoriamente pela implementação de políticas públicas de conservação do solo e da água, da ação interinstitucional conjunta das agências com atuação na área, sendo de fundamental importância a participação democrática dos chacareiros, por serem estes os principais agentes de degradação e de fomento à erosão, para que possam assumir o compromisso de buscar, com perseverança, a transformação da realidade, sendo estes os primeiros beneficiados, em seguida a população será a maior favorecida ao receber uma água de melhor qualidade, apresentando um custo menor no tratamento desta água.

Para o êxito das políticas públicas, é necessário que se estabeleça, de fato, uma parceria entre o poder público e a sociedade, na busca de soluções dos problemas do meio rural, que a sociedade civil participe efetivamente da implementação e implantação de projetos de conservação do solo e água, e controle da poluição.

A erosão é formada através de um processo complexo, cujo principal agente é a chuva, a qual o homem não pode evitar, porém pode controlar, através de estratégias técnicas centradas em três pontos básicos:

1. Aumento da cobertura do solo:

O processo erosivo inicia-se com o impacto das gotas da chuva no solo, e para mitigar este efeito erosivo, adota-se práticas que aumentem e/ou mantenha a cobertura vegetal do solo na maior parte do tempo, como por exemplo culturas permanentes, faixas de retenção, plantio direto e/ou cultivo na palha, sendo este o sistema que mais se assemelha à renovação natural do solo, sendo a melhor alternativa para a sua conservação;

2. Práticas conservacionistas como: subsolagem e escarificação:

Aumento da infiltração da água no perfil do solo, através de práticas como subsolagem, escarificação, incorporação de matéria orgânica e restos culturais;

3. Direcionamento das águas pluviais:

Controle do escoamento superficial, através de práticas mecânicas de construção de barreiras ao livre escoamento das águas, tais como o terraceamento, canais escoadouros e outras que assegurem a redução na velocidade da água, sua capacidade de transporte, paralisação do movimento ou sua condução segura. Aqui, enquadra-se a adequação das estradas rurais, dentro e fora das unidades produtivas.

Como resultado pela implementação destas técnicas, pode-se esperar o controle da erosão hídrica, a redução da degradação do solo, das enchentes, do assoreamento, da poluição dos corpos d'água; além de aumento na produtividade, na produção agrícola e aumento na vazão dos mananciais. Portanto conclui-se que a estratégia técnica proposta é adequada e coerente com o diagnóstico dos problemas encontrados na bacia hidrográfica do Lago Descoberto.

Analisando os dados levantados junto à ETA-RD e comparando-os com os índices pluviométricos, observa-se que a maior demanda de produtos químicos utilizados nesta unidade de tratamento e o índice de turbidez de água bruta mais elevado, ocorre no período de chuva. Entretanto, podemos inferir que se a conservação do solo na bacia do Lago Descoberto fosse uma prática regular, os gastos com os produtos químicos utilizados na clarificação da água seriam equiparáveis àqueles de turbidez mais baixa observados no período de seca, pois o processo erosivo estaria controlado.

Portanto, de acordo com os dados levantados, teríamos uma redução significativa nos seguintes itens: 88,9% na turbidez, 63,9% no sulfato de alumínio, 27,2% no número de filtros lavados, 59,6% de lodo e 124.750 m³ de água de lavagem por ano (o que equivale a quase 6 horas de produção da ETA-RD em sua capacidade máxima), reduzindo custos e contribuindo para maximizar a eficiência do sistema de produção desta estação de tratamento de água.

A redução de 16,43% no volume do lago é decorrente do assoreamento, e elevar a crista do vertedouro para recompor o volume de reservação é uma medida provisória de curto e médio prazos, porém manter a reservação a longo prazo exige medidas preventivas e corretivas contra a erosão e o assoreamento. Tais medidas estão contempladas em um conjunto de técnicas de conservação do solo que

chegam a um nível de eficiência de quase 100% no controle da erosão. Portanto elevar a crista do vertedouro ataca o problema pelo efeito conquanto a conservação do solo ataca o problema em sua origem, ou seja pela causa, mitigando o processo erosivo instalado e prevenindo a formação de novo processo erosivo.

A análise dos questionários revela uma realidade preocupante, em função de que 77% dos chacareiros utilizam água para irrigação, desviando um volume de 2,5 a 3,5 m³/segundo, caracterizando-se em conflito de uso da água, pois representa 50% da capacidade instalada da ETA-RD. Outro fator alarmante é a baixa escolaridade dos chacareiros, 64% tem menos de oito anos de estudo, 59% exploram economicamente a horticultura e 85% não utilizam práticas mecânicas de conservação do solo.

A baixa escolaridade reflete na reduzida adoção de práticas conservacionistas, no manejo inadequado solo e na dosagem excessiva de agrotóxicos, uma vez que a horticultura demanda grande quantidade de defensivo agrícola e 14% dos chacareiros utilizam herbicida no controle de plantas invasoras. Os chacareiros comumente utilizam uma dosagem excessiva (super dosagem) de agrotóxicos por não saberem dosar corretamente os defensivos, colocando em risco o meio ambiente e suas vidas.

Apesar de apenas 11% dos chacareiros considerarem que sua atividade agrícola prejudica a qualidade da água, e 96% deles têm interesse em participar de um projeto integrado de conservação do solo e da água, portanto um projeto futuro de conservação do solo e da água nesta bacia hidrográfica terá boa aceitação.

Na análise multitemporal, relativa aos anos de 1984, 1994, 1998 e 2002, constatamos que 89,42% da área da bacia do Lago Descoberto apresenta uma classe de risco que varia de média, alta e muito alta susceptibilidade à erosão com

redução nas áreas de baixa e média susceptibilidade e aumento nas áreas de alta e muito alta susceptibilidade, sendo que as áreas desta última classe, muito alta, se encontra em uma faixa de 200 metros em torno das nascentes e tributários, formadores do Lago Descoberto.

O caminho proposto para a solução dos problemas elegidos é a adoção de um conjunto de práticas modernas de conservação do solo, com a intenção de provocar transformações na base técnica da produção agropecuária e no comportamento dos agentes sociais envolvidos com a produção rural, principais responsáveis no processo da erosão acelerada.

Finalmente, espera-se que este trabalho sirva de instrumento gerencial, na busca de solução aos inúmeros problemas diagnosticados, e que possa sensibilizar autoridades e os agentes sociais envolvidos para que sejam implementadas as propostas ora apresentadas, e assim garantir a sustentabilidade no abastecimento público de água, para mais de 60% da população do Distrito Federal.

BIBLIOGRAFIA

ÁGUA: abundância e escassez. Disponível em: <<http://www.comciencia.netway.com.br/reportagens/aguas/aguas07.htm>>. Acesso em: 13 set. 2000.

Anuário estatístico do Distrito Federal, Secretaria de Estado de Desenvolvimento Urbano e Habitação (SEDUH), 2000. p. 953.

BANCO MUNDIAL - Setor água - **Gerenciamento da água e dos recursos naturais.** Disponível em: <<http://www.bancomundial.org/setoragua>>. Acesso em: 11 out. 2002.

BARROS, Jorge Gomes do Cravo. Caracterização geológica e hidrogeológica do Distrito Federal. In NOVAES PINTO, Maria. **Cerrado: caracterização, ocupação e perspectivas.** 2ª ed. Brasília: Universidade de Brasília, 1993. p. 265 - 283.

BIAS, Edílson de Souza. **Técnicas de geoprocessamento: sua aplicação como suporte à análise, planejamento e implantação de redes elétricas.** Rio Claro, 1998. Dissertação (Mestrado em Geociências e Meio Ambiente) – Universidade do Estado de São Paulo, Rio Claro, SP, 1998. p. 6 a 77.

BOFF, Leonardo. **Auto limitação: Virtude ecológica.** Disponível em: <<http://www.grisoft.com>>. Acesso em: 10 jan. 2003.

BRANDIM, Cecília. **Aterramento do Lago Descoberto.** Jornal de Brasília, 05/06/2004.

BRASIL. **Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000.** Regulamenta o art 225, § 1º, incisos I, II, III, e VII, da constituição federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências.

CAESB / DRSA / SPHI / DVMQ – **Sistema Produtor.** Brasília – DF. 2002. mimeo.

CAESB - Companhia de Saneamento do Distrito Federal. Siágua: Sinopse do Sistema de Abastecimento de Água. 2001. 10 ed. Brasília: CAESB, 2001.

CAESB - Companhia de Saneamento do Distrito Federal / Diretoria do Sistema de Água / Superintendência de Expansão do Sistema de Água / Magna Engenharia Ltda. **Relatório de reavaliação dos estudos hidrológicos.** Brasília, set 2003a. vol I de III tomo 01 de 02.

CAESB - Companhia de Saneamento do Distrito Federal / Diretoria do Sistema de Água / Superintendência de Expansão do Sistema de Água / Magna Engenharia Ltda. **Estudo de concepção, de viabilidade técnica e viabilidade econômica para elevação da crista da barragem do rio descoberto: levantamentos topobatimétricos.** Brasília, out 2003b. vol II de III tomo 01 de 02.

CARVALHO, Giordano Bruno Bomtempo & JUNIOR, Paulo Roberto Soares. **Levantamento do Custo da água para abastecimento: o caso do sistema descoberto no Distrito Federal.** Brasília, 1999. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade de Brasília, Brasília, 1999.

CATI - Coordenadoria de Assistência Técnica Integral. **Programa estadual de microbacias hidrográficas.** Campinas, 2002. p. 36.

CODASP: Companhia de desenvolvimento agrícola de São Paulo. **Água Limpa.** Disponível em: <<http://www.codasp.sp.gov.br/produtos/agua.htm>>. Acesso em: 12 mar. 2003.

20º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. **A importância da conservação de mananciais: A visão das companhias de saneamento.** Disponível em: <<http://planeta.terra.com.Br/educação/meuambiente/aimportanciadosmananciais>>. Acesso em: 12 mar. 2003.

DEDECEK, Renato Antonio; RESK, Dimas Vital Siqueira & JUNIOR, Elias Freitas. **Perdas de solo água e nutrientes por erosão em latossolo vermelho-escuro dos cerrados em diferentes cultivos sob chuva natural.** Revista Brasileira de Ciências do Solo, julho de 1986. n.10. p. 265-272.

DIAS, Leda Neiva. **Estudo integrado da bacia hidrográfica do reservatório passaúna (Araucária - Paraná-Brasil) considerando a ocupação dos solos com a qualidade das águas**. São Carlos, 1997. 141p.

DISTRITO FEDERAL. **Lei nº 2.725, de 13 de junho de 2001**. Institui a política de recursos hídricos do Distrito Federal, cria o sistema de gerenciamento de recursos hídricos do Distrito Federal e dá outras providências.

DI BERNARDO, Luiz; DI BERNARDO, Ângela & FILHO, Paulo Luiz Centurione. **Ensaio de tratabilidade de água e dos resíduos gerados em estações de tratamento de água**. São Carlos: RiMa, 2002. p. 243.

Empresa de assistência Técnica e Extensão Rural do Distrito Federal. Pro-Rural 2000. **Programa de Bacias Hidrográficas**. Disponível em:
<<http://www.emater.df.gov.br>> Acesso em: 10 de outubro de 2003.

EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Rio de Janeiro: EMBRAPA produção de informação, 1999. 412 p.

.A tecnologia que integra o Brasil. Revista Agronegócios. Rio de Janeiro: EMBRAPA, 2002. 18-19 p.

FERNANDES, Carlos Augusto. Gerenciamento dos recursos hídricos do Distrito Federal. In NOVAES PINTO, Maria. **Cerrado: caracterização, ocupação e perspectivas** - 2 ed. Brasília: Universidade de Brasília, 1993. 493 – 510 p.

FLEISCHFRESSER, Vanessa. Manejo das águas, conservação do solo e controle da poluição em microbacias hidrográficas: análise da experiência paranaense. In ROMEIRO, Ademar Ribeiro et al, (org.). **Economia do Meio Ambiente**. Campinas, SP: UNICAMP.IE, 1996. 337-383 p.

FREITAS, Marcos Aurélio Vasconcelos de (org). **Estado das águas no Brasil**. Brasília: Agência Nacional de Águas, 2003. 514 p.

GDF/SEMATEC/IEMA. **Rezzoneamento ambiental da área de proteção ambiental da bacia do rio Descoberto** – produto 3. ago. 1994.

HARIDASAN, M. Solos do Distrito Federal. In NOVAES PINTO, Maria. **Cerrado: caracterização, ocupação e perspectivas** - 2ª ed. – Brasília: Universidade de Brasília, 1993. 321 – 344 p.

Instituto Agrônômico do Paraná (IAPAR). **Avaliação do impacto sócio-econômico do PR - RURAL** nas categorias de agricultores e do monitoramento da água nas microbacias hidrográficas – piloto. Londrina, PR, junho de 1995.

Instituto Agrônômico do Paraná (IAPAR). **Preço de insumos menores aumentam a área de plantio direto**. Setembro de 1998 – Ano 101, nº 626.

LEÃO, Sertório Ribeiro Fernandes. Potencial agrícola dos solos do Distrito Federal; in NOVAES PINTO, Maria. **Cerrado: caracterização, ocupação e perspectivas** - 2ª ed. – Brasília: Universidade de Brasília, 1993. p. 455 - 468.

MENDES, Carlos André Bulhões; Cirilo, José Almir. **Geoprocessamento em recursos hídricos: princípios, integração e aplicação**. Porto Alegre: ABRH, 2001. 536 p. il.

MODESTO, Rosângela Pacini. **Uso e Ocupação do Solo e sua Influência na Formação de Depósitos Sedimentares e Assoreamento na Bacia da Represa Billings**. São Paulo. Dissertação de Mestrado, 1999. 2 v + anexos.

NOVAES PINTO, Maria. **Cerrado: caracterização, ocupação e perspectivas** - 2ª ed. – Brasília: Universidade de Brasília, 1993. 681 p.

PIRES, José Salatiel Rodrigues; SANTOS, José Eduardo dos. **Bacias hidrográficas: integração entre meio ambiente e desenvolvimento**. Ciência Hoje: v. 19, n.110, p 40-45, jun. 1995.

RIBEIRO, José Felipe; Fonseca, Carlos Eduardo Lazarini; SILVA, José Carlos Sousa. **Cerrado: caracterização e recuperação de matas de galeria**. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2001. 899 p. il.

ROCHA, Antonio Jose Andrade. Caracterização liminológica do Distrito Federal; in NOVAES PINTO, Maria. **Cerrado: caracterização, ocupação e perspectivas** - 2ª ed. – Brasília: Universidade de Brasília, 1993. p. 469 - 492.

ROCHA, Antonio Jose Andrade (coord.). **Plano de gestão ambiental área de proteção ambiental federal da bacia rio descoberto**. DF/GO.Brasília: Green engenharia, 1998. p. 122.

ROCHA, Antonio Jose Andrade; PEREIRA, Luiz Carlos Buriti; TORSANI, Jose Aparecido. **A gestão pública das águas no Distrito Federal, com ênfase em um estudo de caso na área de preservação ambiental da bacia do rio Descoberto**. Revista Universa, Brasília, v.9, n.2, p. 279-296, 2001.

SILVA, Creonice et al. **Diagnóstico do impacto ambiental pela implantação das cidades de Brazlândia e Águas Lindas na APA do rio descoberto**. Projeto II do curso de engenharia ambiental da universidade católica de Brasília. Brasília, 2001.

TECNORTE: Estado do Rio de Janeiro. **Conservação de Água e Solo**. Disponível em: <<http://www.tecnorte.rj.gov.br/conservacao.htm>>. Acesso em: 4 jul. 1999.

TUCCI, Carlos E. M. **Gerenciamento da drenagem urbana**. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2000.

UNESCO. **Vegetação no Distrito Federal – tempo e espaço**. Brasília: UNESCO, 2000, 74 p. ; il.

UNESP- Universidade Paulista. São Carlos. **Conservação do solo no Estado de São Paulo**. Disponível em: <<http://www.agr.feis.unesp.br/noroeste/apresenta.htm>>. Acesso em: 10 out. 2003.

ANEXO

Questionário Modelo

IDENTIFICAÇÃO / PROPRIETÁRIO / PROPRIEDADE

DATA: ___/___/___

NOME: _____

GRAU DE INSTRUÇÃO: A ___ F ___ M ___ S ___

PROPRIEDADE _____ ÁREA: _____ ha.

TEMPO DE ATUAÇÃO NA PROP. _____ Anos.

1-CULTURAS: HORTIF. ___ AGRIC. ___ BOVINOC. ___ SUINOC. ___ AVIC. ___

OUTROS: _____

2- QUANTAS PESSOAS VIVEM NA PROPRIEDADE: _____

3-FAZ USO DE IRRIGAÇÃO: S () N ()

4- EMPREGA MÃO DE OBRA DE TERCEIROS: S () N ()

5-SISTEMA ESGOTAMENTO SANITÁRIO: COLETIVO() INDIVIDUAL/FOSSA()

6- QUE PRÁTICAS DE CONSERVAÇÃO DO SOLO ABAIXO SÃO ADOTADAS EM SUA PROPRIEDADE:

6.1- PLANTIO EM NÍVEL: S () N () 6.2- ROTAÇÃO DE CULTURAS: S () N ()

6.3- ADUBAÇÃO VERDE: S () N () 6.4- TERRACEAMENTO: S () N ()

6.5- SUBSOLAGEM: S () N () 6.6- PLANTIO DIRETO: S () N ()

7-USA ADUBO ORGÂNICO:S() N()

8-USA FERTILIZANTE QUÍMICO:S() N()

9-FAZ CONTROLE QUÍMICO DE PRAGAS E DOENÇAS: S () N ()

10-FAZ CONTROLE PLANTAS INVASORAS: MEC ____ QUÍM ____ MANUAL: ____

11- FAZ USO DE FOGO PARA LIMPEZA DE ÁREA: S () N ()

12- RECEBE E/OU BUSCA ASSISTÊNCIA TÉCNICA ESPECIALIZADA: S() N()

13- TEVE TREINAMENTO EM CONSERVAÇÃO DO SOLO E ÁGUA: S() N()

14- RECEBE ALGUM TIPO DE FINANCIAMENTO: S () N ()

15- CONSIDERA QUE SUA ATIVIDADE AGROPECUÁRIA PODERIA PREJUDICAR QUALIDADE E/OU A QUANTIDADE DA ÁGUA: S () N ()

16-VOCÊ TERIA INTERÊSSE EM PARTICIPAR DE UM PROJETO INTEGRADO DE CONSERVAÇÃO DO SOLO E ÁGUA EM SUA PROPRIEDADE: S () N()