



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA

INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS

ESPECIALIZAÇÃO EM GEOPROCESSAMENTO AMBIENTAL

**QUANTIFICAÇÃO DO PAGAMENTO POR SERVIÇOS  
AMBIENTAIS PARA A RECUPERAÇÃO E PRESERVAÇÃO DA  
VEGETAÇÃO NATIVA NA BACIA HIDROGRÁFICA DO ALTO  
DESCOBERTO - DF**

**Ana Luiza Moreira da Costa**

Brasília – DF, dezembro de 2012.

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA  
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS  
ESPECIALIZAÇÃO EM GEOPROCESSAMENTO AMBIENTAL

**QUANTIFICAÇÃO DO PAGAMENTO POR SERVIÇOS  
AMBIENTAIS PARA A RECUPERAÇÃO E PRESERVAÇÃO DA  
VEGETAÇÃO NATIVA NA BACIA HIDROGRÁFICA DO ALTO  
DESCOBERTO - DF**

**Ana Luiza Moreira da Costa**

Monografia de Conclusão de Curso de  
Especialização em Geoprocessamento Ambiental  
apresentada ao Instituto de Geociências da  
Universidade de Brasília.

Orientador: M. Sc. Paulo Henrique Bretanha Junker Menezes

Brasília – DF, dezembro de 2012.

## **AGRADECIMENTOS**

Aos meus pais, pelo apoio sempre incondicional a todas as minhas decisões. Pela enorme dedicação a mim e meus irmãos e por me auxiliarem de diversas formas para a realização deste curso.

Aos colegas deste curso, por todos os finais de semana de aulas, que não foram fáceis. Aos colegas que me ajudaram na elaboração deste trabalho. Ao PH, pela paciência, disponibilidade e orientação.

À todas as pessoas que contribuíram ou participaram de alguma forma para a realização desta monografia.

## RESUMO

A Bacia Hidrográfica do Alto Descoberto possui o maior manancial de abastecimento público do DF, responsável por quase 70% da demanda de água. Nos últimos anos, devido ao rápido e intenso crescimento populacional do Distrito Federal e intensificação das atividades econômicas, verifica-se uma forte pressão sobre os recursos naturais, colocando em risco o uso sustentável da água, dos solos, da fauna e da flora regionais. Diante deste cenário, torna-se ainda mais importante e necessário a conservação e preservação dos recursos naturais da região. Uma forma eficiente de atingir este objetivo é por meio da metodologia do Pagamento por Serviços Ambientais (PSA), que oferece incentivos financeiros como recompensa aos produtores rurais que recuperam ou conservam os recursos naturais. Assim, o objetivo deste trabalho foi propor pagamentos pelos serviços ambientais gerados pela recuperação e conservação das áreas legalmente protegidas de uma propriedade, que são as áreas de preservação permanente (APPs) e a Reserva Legal.

A análise dos dados revelou que o maior problema na bacia são os passivos ambientais em APP. O valor calculado para o pagamento pela recuperação das APPs de toda a bacia foi de R\$180.231,00 e para a preservação das APPs e das Reservas Legais é de R\$2.189.000,00 por ano.

## **ABSTRACT**

Alto Descoberto Watershed has the bigger wellspring of public water supply of DF, responsible for almost 70% of water demand. In the last years, due to the rapid and intense population growth of Federal District and to the intensification of economic activities, it is verified a strong pressure over the natural resources, putting in risk the sustainable use of regional water, soil, fauna and flora. In front of this condition, becomes even more important and necessary the conservation and preservation of the regional natural resources. An efficiently way to achieve this objective is through the method of payment for environmental services (PSA), that offers financial incentives as a reward to the rural farmers that recover or preserve the natural resources. So, the objective of this study was to propose payments for environmental services generated for the recovery and preservation of the legally protected areas of a property, the permanent preservation areas (APPs) and the Legal Reserve.

The analysis of the data showed that the major problems of the Watershed are the environmental liabilities in APP. The calculated value for the payment for the recovery of APPs of the watershed was R\$180,231.00 and for the preservation of APPs and Legal Reserve was R\$2,189,000.00 per year.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Localização da Bacia do Alto Descoberto. ....	11
Figura 2. Localização da área de estudo. ....	12
Figura 3. Uso do Solo na Bacia do alto Descoberto (Fonte: Nunes, 2011). ....	13
Figura 4. Mapa de Solos da Bacia do Alto Descoberto (Fonte: Embrapa). ....	15
Figura 5. Geomorfologia da Bacia do Alto Descoberto (Fonte: Soares Neto, 2011). ....	15
Figura 6. Fluxograma das etapas iniciais de trabalho e procedimentos adotados. ....	22
Figura 7. Fluxograma da aplicação da metodologia proposta de quantificação de PSA em ambiente SIG. ....	27
Figura 8. Localização do assentamento rural ‘Colonização Alexandre Gusmão – Gleba 2’. ....	28
Figura 9. Fluxograma da aplicação da metodologia de PSA no assentamento. ....	30
Figura 10. Uso e Ocupação do solo na APP do assentamento rural Alexandre Gusmão – Gleba 2 .....	32
Figura 11. Fator de perda do solo media anual inicial (Z0) .....	34
Figura 12. Percentagem de abatimento de erosão (PAE) para a recuperação de APP .....	35
Figura 13. Uso e ocupação do solo no assentamento Alexandre Gusmão – Gleba 2 .....	36
Figura 14. Localização das 20 propriedades selecionadas para o estudo dos passivos de Reserva Legal. ....	37

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

ADASA – Agência Reguladora e Águas, Energia e Saneamento Básico do Distrito Federal

ANA – Agência Nacional de Águas

APP – Área de Preservação Permanente

CAESB – Companhia de Saneamento Ambiental do Distrito Federal

DF – Distrito Federal

EMATER/DF – Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Distrito Federal

GEF – Fundo para o Meio Ambiente Mundial

IBRAM – Instituto Brasília Ambiental

ICMBio – Instituto Chico Mendes de Biodiversidade

MMA – Ministério do Meio Ambiente

OEA – Organização dos Estados Americanos

PAE – Porcentagem de abatimento de erosão

PNUMA – Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente

PSA – Pagamento por Serviços Ambientais

SEAPA – Secretaria de Agricultura, Pecuária e Abastecimento

SEDHAB – Secretaria de Habitação, Regularização e Desenvolvimento Urbano

SIG – Sistema de Informação Geográfica

VPI – Valor do pagamento incentivado

## SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO.....	9
2.	JUSTIFICATIVA.....	10
3.	OBJETIVO.....	10
3.1	Objetivo Específico.....	11
4.	ÁREA DE ESTUDO.....	11
5.	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	17
5.1	Sistemas de Informação Geográfica (SIG).....	17
5.2	Problemas Ambientais na Bacia Hidrográfica do Alto Descoberto.....	17
5.3	Passivos Ambientais.....	18
5.4	Pagamentos por Serviços Ambientais.....	18
6.	MATERIAIS E MÉTODOS.....	21
6.1	Preparação dos dados.....	21
6.2	Estimativa dos Benefícios Ambientais.....	23
6.3	Estimativa dos Valores dos Pagamentos pelos Serviços Ambientais.....	24
6.4	Aplicação da metodologia em ambiente SIG.....	26
7.	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	31
7.1	Passivos em Áreas de Preservação Permanente.....	31
7.2	Passivos em Áreas de Reserva Legal.....	36
7.3	Cálculo do PSA para a manutenção das áreas florestais nativas.....	38
8.	CONCLUSÃO.....	39
9.	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	39
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	41

## 1. INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, em virtude do forte crescimento populacional e da intensificação das atividades econômicas nos setores agropecuário, industrial e de serviços no Distrito Federal, verifica-se uma forte pressão sobre os recursos naturais, colocando em risco o uso sustentável da água, dos solos, da fauna e da flora regionais (IBRAM, 2012). Devido a tais fatores, os conflitos ambientais pelo uso do solo e dos recursos hídricos se agravam cada vez mais nas principais bacias hidrográficas do Distrito Federal.

Desta forma, torna-se necessário a adoção de medidas que tornem possível o crescimento econômico aliado à conservação do meio ambiente, buscando a racionalização do uso da água e outros recursos naturais, como forma de manutenção da qualidade e quantidade dos mananciais hídricos, dos solos e da biodiversidade.

Uma forma eficiente de incentivar a conservação e a recuperação dos recursos naturais é a metodologia de Pagamentos por Serviços Ambientais (PSA), que oferece incentivos financeiros aos produtores que geram serviços ambientais ditos “fora da propriedade”, ou seja, ações que beneficiem a população de toda uma Bacia Hidrográfica ou região.

Uma das propostas do PSA é compensar financeiramente os produtores rurais que mantêm ou recuperam a vegetação nativa na sua propriedade, o que contribui para o aumento da biodiversidade e diminuição da taxa de erosão do solo e conseqüentemente da sedimentação, gerando benefícios ambientais na respectiva Bacia.

Assim como as ações impactantes interferem negativamente nas condições ambientais à jusante, as ações benéficas realizadas pelos produtores rurais em suas lavouras também interferem na qualidade ambiental. Da mesma forma, os benefícios ambientais gerados por meio de práticas conservacionistas, favorecem todos os cidadãos que vivem em uma determinada Bacia Hidrográfica (Pellizzetti *et. al.*, 2009).

A metodologia do PSA é importante principalmente por incentivar a conservação dos recursos naturais e por ser uma fonte alternativa de renda para os produtores rurais.

A Bacia do Rio Descoberto, possui o maior reservatório de água do DF, manancial de abastecimento público de mais de um milhão de pessoas (IBRAM, 2012), que abastece cerca de

66% da população do Distrito Federal. O conflito pelo uso dos recursos hídricos na área é grande e vem aumentando com o crescimento econômico da região. Dessa forma, é importante incentivar ações que objetivem cessar ou minimizar os impactos negativos causados aos recursos hídricos desta Bacia Hidrográfica.

## **2. JUSTIFICATIVA**

Inicialmente planejado para comportar 500.000 habitantes, o DF hoje sofre com a pressão dos seus mais de 2 milhões de habitantes. Uma de suas regiões mais urbanizadas é a bacia do rio Descoberto, abrangendo Taguatinga, Ceilândia, Samambaia e Águas Claras, além dos municípios de Padre Bernardo e Águas Lindas de Goiás.

Os principais problemas ambientais detectados na Bacia do Rio Descoberto podem ser resumidos em: processos erosivos generalizados, impermeabilização do solo nas áreas urbanas, desmatamentos nas áreas de entorno, invasões das margens dos recursos hídricos por atividades agrícolas, e finalmente, pela expansão desenfreada da cidade de Águas Lindas (BRASIL, 2009).

A Bacia do Alto Rio Descoberto foi escolhida por possuir o principal reservatório de abastecimento público de água no DF e por ser uma área com muitos conflitos pelo uso da água, principalmente pela forte presença da atividade agrícola na área.

Pretende-se difundir o uso do modelo *provedor-recebedor*, no sentido de oferecer incentivos financeiros para a conservação ou recomposição das áreas obrigatoriamente e legalmente protegidas dentro das propriedades rurais.

Acredita-se que a simples conservação/recuperação das áreas de APP e do percentual de área de Reservas Legais disposto em lei, contribuiria de forma significativa com a conservação dos recursos hídricos e da biodiversidade da região, gerando benefícios para a Bacia Hidrográfica como um todo.

## **3. OBJETIVO**

O objetivo do presente trabalho foi avaliar a existência de passivos ambientais em áreas de preservação permanente e de reserva legal, afim de quantificar o pagamento pelos serviços ambientais da manutenção e/ou recomposição destas áreas nas propriedades da Bacia

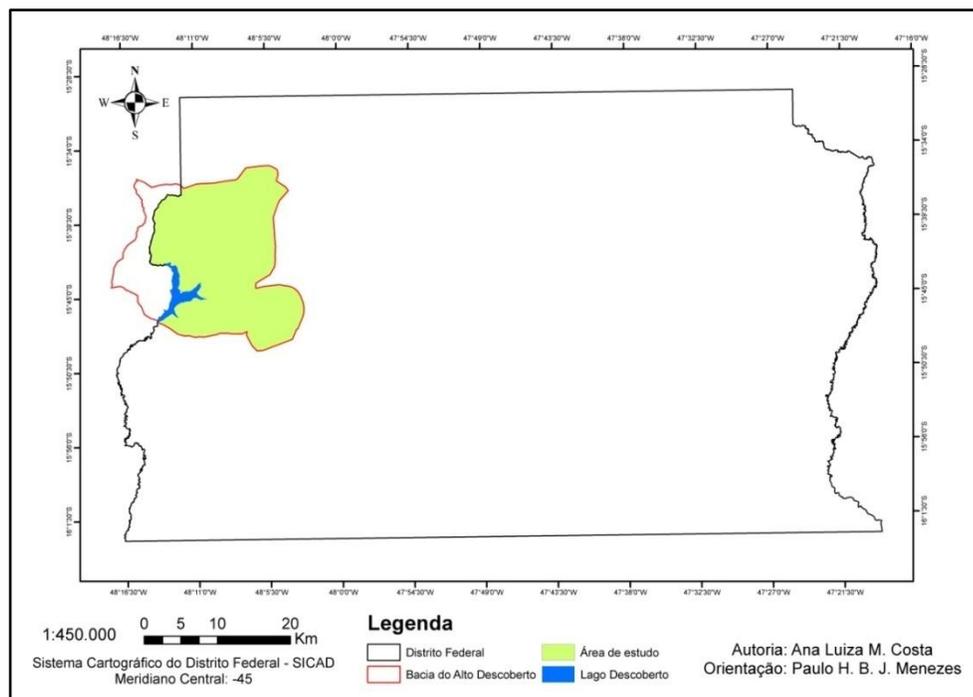
Hidrográfica do Alto Descoberto do Distrito Federal, a partir do uso de técnicas de integração de dados em ambiente de Sistema de Informação Geográfica (SIG).

### 3.1 Objetivo Específico

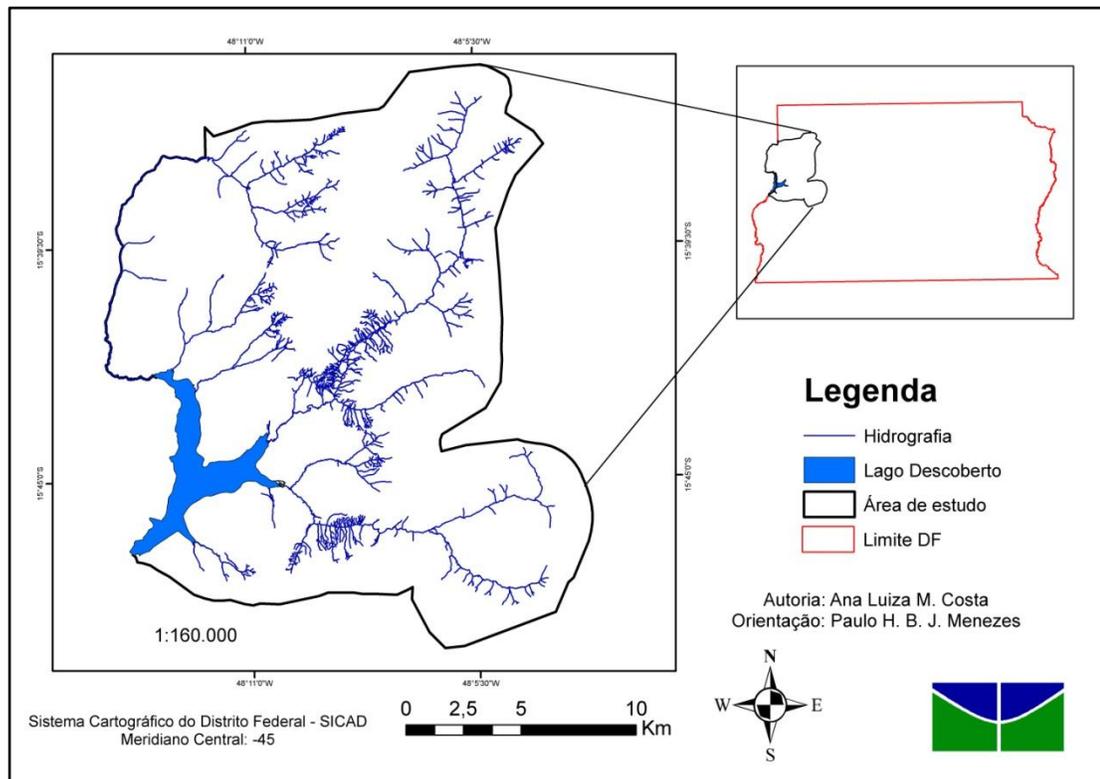
O objetivo específico do presente trabalho foi elaborar um sistema em ambiente SIG para aplicar a metodologia proposta de quantificação do pagamento por serviços ambientais para a recuperação dos passivos ambientais relativos às áreas de preservação permanente (APP) em beira de cursos d'água e à Reserva Legal das propriedades.

## 4. ÁREA DE ESTUDO

A Bacia do Alto Descoberto (Figura 1) compreende a parte do alto curso da Bacia do rio Descoberto, que situa-se na parte a montante até a represa do rio Descoberto e localiza-se entre o Distrito Federal e o estado de Goiás. A área de interesse (Figuras 1 e 2) deste trabalho é a parte Bacia do Alto Descoberto localizada dentro do DF. A área localizada no estado de Goiás não foi considerada pela falta de dados com o nível de detalhe necessário fora do limite do Distrito Federal.



**Figura 1. Localização da Bacia do Alto Descoberto.**



**Figura 2. Localização da área de estudo.**

A Bacia do Rio Descoberto é considerada a mais importante Bacia Hidrográfica do Distrito Federal, onde se localiza o maior reservatório de água do DF, responsável pelo abastecimento público de mais de um milhão de pessoas (IBRAM, 2012). O reservatório é responsável pelo abastecimento de cerca de 66% da água utilizada no Distrito Federal, abastecendo Taguatinga, Ceilândia, Samambaia, Riacho Fundo, Recanto das Emas, Santa Maria, Gama, Núcleo Bandeirante, Candangolândia, Guará, Cruzeiro e complementando o suprimento para Brasília (BRASIL, 2009).

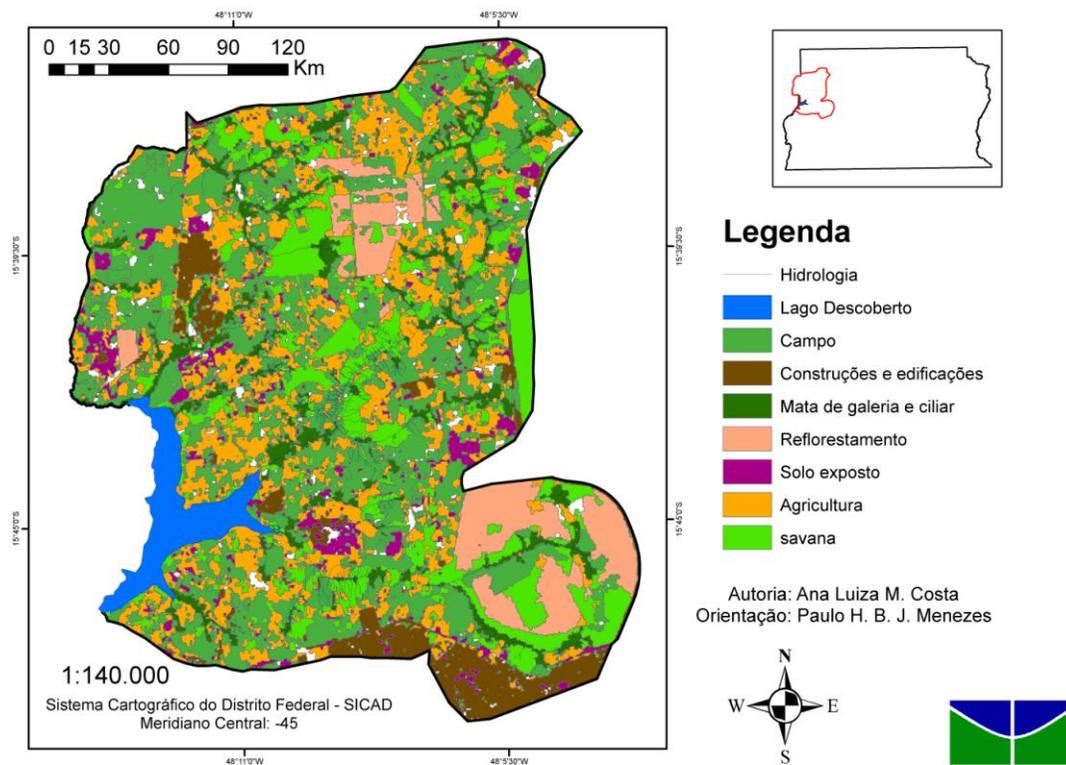
A Bacia Hidrográfica do Alto Descoberto atualmente sofre com as conseqüências do acelerado aumento do grau de urbanização e com o intenso uso do solo para produção agrícola, que além de utilizar a água que poderia reabastecer o reservatório público, modifica as propriedades físicas do solo de tal maneira que as conseqüências são sentidas diretamente no sistema de abastecimento público (TEZA, 2008).

A produção de hortaliças, de frutas, de carne bovina, de aves e ovos são atividades desenvolvidas na bacia em questão, sendo uma importante área agrícola responsável pelo o abastecimento de cerca de 60% de hortifrutigranjeiro no Distrito Federal (SPERA *et al.*, 2003).

Quanto ao clima, Pinto & Neves (1985) *apud* Teza (2008), definem que:

“O DF possui duas épocas bem distintas: A época seca, que corresponde também ao período frio, compreendida entre os meses de abril a setembro e acentuadamente junho e julho, onde o índice de precipitação pode ser nulo e as temperaturas variam entre as médias de 16 e 18 °C. A época chuvosa, que corresponde ao período quente do ano com temperatura máxima de 32 °C, prolongando-se de outubro a março, sendo que a maior concentração de chuva é no mês de dezembro e a precipitação média varia de 1.500 a 1.750 mm.”

A área de interesse está situada no bioma Cerrado, e possui vegetação nativa dos tipos Campo, Savana e Mata de Galeria ou Ciliar. A principal atividade econômica é a agricultura, ocupando 21,2% da área total (Figura 3). Há uma grande ocorrência de áreas agrícolas, principalmente nas áreas do entorno do reservatório do Lago Descoberto.



**Figura 3. Uso do Solo na Bacia do alto Descoberto (Fonte: Nunes, 2011).**

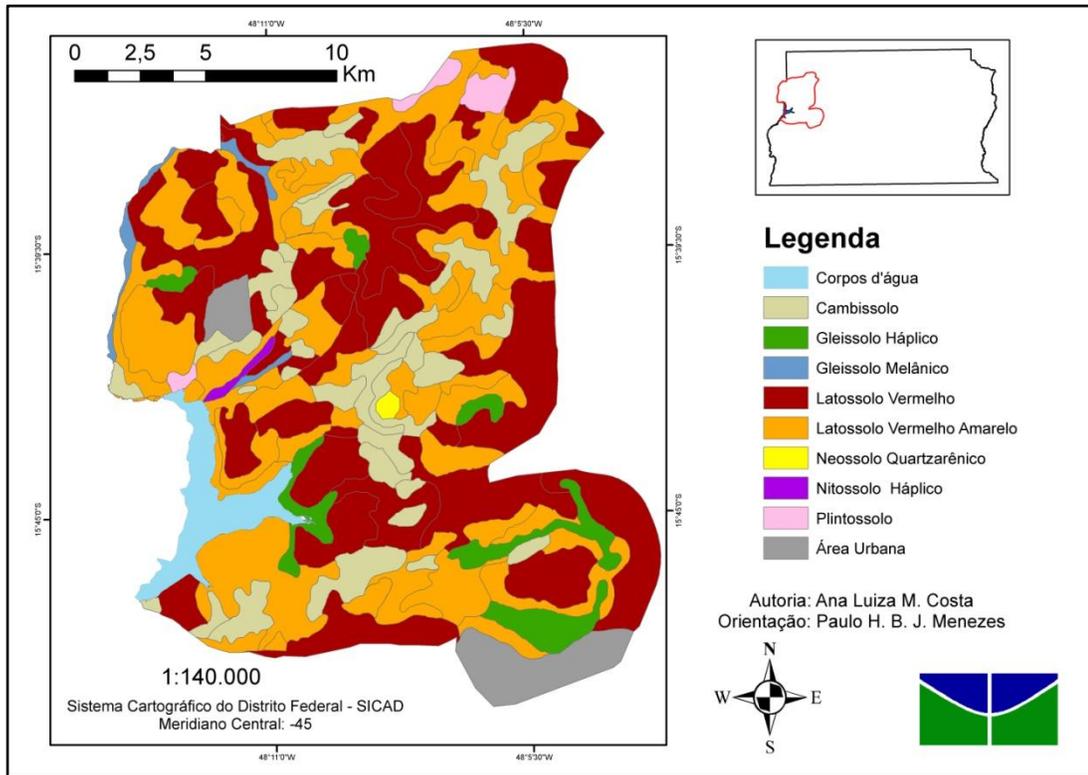
A Tabela 1 mostra os usos do solo da bacia e a área ocupada por cada um dos tipos de uso em hectares (ha) e em porcentagem (%).

**Tabela 1. Uso do solo na Bacia Hidrográfica do Alto curso de Rio Descoberto (Fonte: Nunes, 2011).**

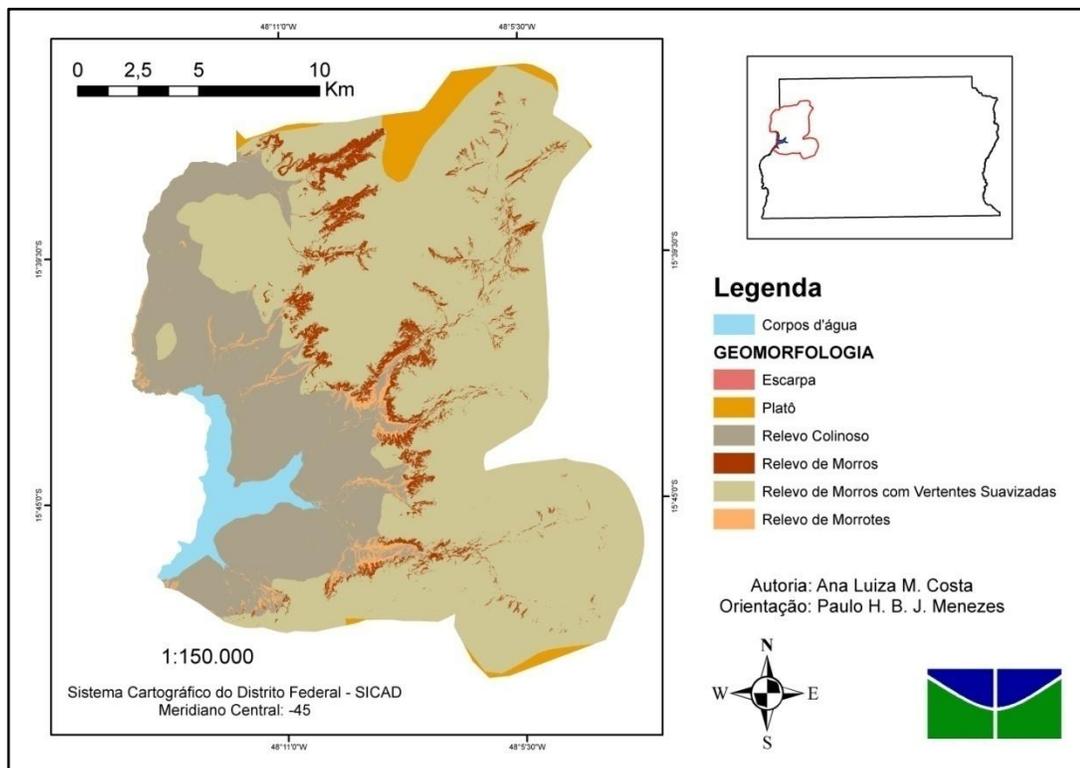
<b>Uso do Solo</b>	<b>Área (ha)</b>	<b>%</b>
<b>Água</b>	1229,76	3,37
<b>Campo</b>	12293,28	33,72
<b>Construções e Edificações</b>	2331,72	6,40
<b>Mata de Galeria e Ciliar</b>	2735,46	7,50
<b>Reflorestamento</b>	2682,72	7,36
<b>Savana</b>	5921,32	16,24
<b>Solo Exposto</b>	1533,15	4,21
<b>Agricultura</b>	7727,30	21,20
<b>TOTAL</b>	<b>36454,71</b>	<b>100</b>

As classes de solos predominantes na bacia são Latossolo Vermelho, Latossolo Vermelho-Amarelo e Cambissolo, seguindo o padrão do Distrito Federal. Ocorrem também na área de estudo as classes Gleissolo Háplico, Gleissolo Melânico, Neossolo Quartzarênico, Nitossolo Háplico e Plintossolo (Figura 4).

De acordo com Soares Neto (2011), a geomorfologia da área de estudo é predominantemente formada pelos Relevos de Morros com Vertentes Suavizadas e Relevo Colinoso (Figura 5). Além destas, existem também as seguintes ocorrências geomorfológicas em menor proporção: Escarpa, Platô, Relevo de Morros e Relevo de Morrotes.



**Figura 4. Mapa de Solos da Bacia do Alto Descoberto (Fonte: Embrapa).**



**Figura 5. Geomorfologia da Bacia do Alto Descoberto (Fonte: Soares Neto, 2011).**

Soares Neto (2011) classificou as classes geomorfológicas com relação à declividade, forma, altimetria e direção de vertentes da seguinte forma:

- **ESCARPA:** com declividade superior a 15% e amplitude altimétrica superior a 300m, predomina formas divergentes-convexas e com vertentes voltadas principalmente para norte-nordeste. Predominam solos do tipo cambissolo e com densidade de drenagem de 0,49.
- **PLATÔ:** com declividade até 15% e amplitude altimétrica superior a 300m, predomina formas planares-retilíneas e com vertentes voltadas principalmente para norte-nordeste. Predominam solos do tipo latossolo vermelho-escuro, latossolo vermelho-amarelo e com densidade de drenagem de 0,02.
- **RELEVO COLINOSO** com declividade até 15% e amplitude altimétrica até 100m, predominando formas convergentes-côncavas e com vertentes voltadas principalmente para norte-noroeste. Predominam solos do tipo latossolo vermelho-escuro, cambissolo e com densidade de drenagem de 0,18.
- **RELEVO DE MORROS** com declividade superior a 15% e amplitude altimétrica entre 100 e 300m, predominando formas divergentes-convexas e com vertentes voltadas principalmente para norte-nordeste. Predominam solos do tipo cambissolo e com densidade de drenagem de 0,45.
- **RELEVO DE MORROS COM VERTENTES SUAIVIZADAS** com declividade até 15% e amplitude altimétrica entre 100 e 300m, predominando formas divergentes-convexas e com vertentes voltadas principalmente para norte-nordeste. Predominam solos do tipo latossolo vermelho-escuro e com densidade de drenagem de 0,07.
- **RELEVO DE MORROTES** com declividade superior a 15% e amplitude altimétrica até 100m, predominando formas divergentes-côncavas e com vertentes voltadas principalmente para o norte-noroeste. Predominam solos do tipo cambissolo e com densidade de drenagem de 0,72.

## 5. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 5.1 Sistemas de Informação Geográfica (SIG)

De maneira sucinta, pode-se dizer que SIG é uma ferramenta que manipula objetos (ou feições geográficas) e seus atributos (ou registros que compõem um banco de dados) por meio de seu relacionamento espacial (topologia) (TEZA, 2008).

A aplicação dos SIG se estende pelas mais diversas áreas, dentre elas, a área ambiental. Por meio do uso dessa ferramenta pode-se fazer inúmeras aplicações e análises, como identificar, visualizar e analisar os componentes naturais, mapear e monitorar áreas de interesse para conservação, entre outras.

### 5.2 Problemas Ambientais na Bacia Hidrográfica do Alto Descoberto

A maior parte da água do planeta Terra (97%) está nos oceanos e não pode ser utilizada pelo homem. Os 3% restantes têm, aproximadamente, um volume de 35 milhões de km<sup>3</sup> e grande parte desse volume está sob forma de gelo nas calotas polares. Somente 100 mil km<sup>3</sup>, ou seja, 0,3 % do total de recursos de água doce estão disponíveis. Esse volume está armazenado em lagos, flui nos rios e continentes e é a principal fonte de suprimento acrescido de águas subterrâneas (GLEICK 1993 *apud* TEZA 2008).

Quando um determinado bem se torna escasso no ambiente, manifestam-se as disputas pela sua posse. Os conflitos pelo uso da água na Bacia Hidrográfica do Alto Descoberto devem-se principalmente ao crescente aumento da demanda por esse recurso, causado pela expansão rural e urbana acentuada e desordenada. As principais demandas pelos recursos hídricos na área são para o abastecimento público e atividades agrícolas.

A Bacia do Alto Descoberto vem apresentando ao longo dos anos uma expansão rural e urbana acentuada, levando a uma demanda de água maior devido às atividades agrícolas desenvolvidas e ao abastecimento humano.

Os impactos da poluição de fontes difusas, tais como a sedimentação, ameaçam muitos mananciais brasileiros, somando prejuízos superiores a US\$ 1,0 bilhão/ano. (HERNANI *et. al.* 2002). A sedimentação dos corpos hídricos ocorre em níveis inaceitáveis em bacias rurais quando

os produtores, ao tomarem suas decisões sobre o tipo de uso e manejo do solo, desconsideraram os impactos que esses processos impõem aos outros usuários e ao meio ambiente (BAUMOL & OATES 1979 *apud* CHAVES *et. al.* 2004).

As ações de proteção aos recursos naturais são mais eficazes e menos morosas do que a correção futura de problemas causados pelo mau uso destes recursos. É preferível conservar os mananciais a optar pelo tratamento intensivo da água. Assim, programas incentivados de controle da poluição difusa teriam um grande potencial de aplicação no país, principalmente no que diz respeito a mananciais supridores de demandas prioritárias, tais como o abastecimento humano

Aliada ao problema do conflito pelo uso dos recursos hídricos, está a sedimentação dos corpos d'água da bacia, o que ocasiona a perda à jusante tanto em quantidade como em qualidade do recurso, além do aumento do custo de tratamento da água.

### **5.3 Passivos Ambientais**

O passivo ambiental representa os danos causados ao meio ambiente. Representa toda e qualquer obrigação de curto e longo prazo, destinada única e exclusivamente a promover investimentos em prol de ações relacionadas à extinção ou amenização dos danos causados ao meio ambiente (KRAEMER).

As áreas que devem ser destinadas a compor a Reserva Legal e a área de preservação permanente (APP), previstas em Lei, de uma propriedade, e que se destinarem a usos alternativos, constituem passivos ambientais a serem recompostos.

### **5.4 Pagamentos por Serviços Ambientais**

Entende-se por “Serviços Ambientais” as funções, que são essenciais para a vida na Terra, prestadas pelos recursos naturais, ou por atividades humanas que contribuem para manter ou aumentar a provisão de benefícios por meio do ambiente (CHOMITZ *et al.*, 1999; DAILY, 1997 *apud* BRASIL, 2009).

Os Pagamentos por Serviços Ambientais (PSA) são transferências financeiras de beneficiários de serviços ambientais para os que, pelas práticas que conservam a natureza, fornecem esses serviços. Promovem a conservação por meio de incentivos financeiros. Trata-se

de uma política recente e inovadora, que promove um afastamento das políticas ambientais de comando e controle, recompensando os provedores de serviços ambientais (ANA, 2009).

Segundo Claassen *et al.* (2001) os programas agro-ambientais mais eficazes são exatamente aqueles que consideram, *a priori*, os efeitos ambientais fora da propriedade, bem como os que utilizam incentivos financeiros proporcionais aos benefícios ambientais gerados.

O mesmo autor cita ainda que experiências recentes têm demonstrado que o controle da poluição difusa, como é o caso da sedimentação, é mais eficaz quando políticas de incentivo, como aquela do “provedor-recebedor”, são usadas no lugar de instrumentos coercitivos, tais como o “poluidor-pagador”.

O modelo *provedor-recebedor* (baseado em incentivos) é reconhecidamente mais eficiente e eficaz no controle da erosão e da poluição difusa do que o tradicional modelo *usuário-pagador* (ANA, 2009).

A premissa básica para o pagamento por serviços ambientais é compensar os agentes econômicos que manejam o meio ambiente e os recursos naturais gerando bens ambientais e serviços que beneficiam não somente ele próprio, mas principalmente a sociedade, seja local, regional ou global (ANA, 2009).

O pagamento pelos serviços ambientais prestados tem recebido uma atenção crescente nos últimos anos, sendo encarado como um incentivo para a gestão sustentável dos recursos naturais, como uma forma de apoiar o funcionamento das áreas protegidas, e uma via de melhorar o nível de vida das populações que nelas habitam (BRASIL, 2009). É importante ressaltar que programas deste tipo são essencialmente voluntários.

A água é um recurso natural limitado, dotado de valor econômico. É essencial à vida e um dos principais insumos no processo de produção de mercadorias. A disponibilidade de água em rios, lagos e aquíferos depende de diversos aspectos relacionados, entre outros, ao clima, ao relevo e à geologia da região; e deve atender aos usos múltiplos na bacia, que dentre outros, pode-se destacar: abastecimento para população, abastecimento de indústrias, conservação do ecossistema, criação de animais, diluição de águas residuais, calado para navegação, irrigação de

áreas agrícolas, aquíicultura, produção de energia através de hidrelétricas, recreação e turismo (MATOS; ZOPY, 2004).

Assim, o Programa Produtor de Água foi criado visando aplicar o incentivo à compensação financeira aos agentes que, comprovadamente, contribuem para a proteção e recuperação de mananciais, gerando benefícios para a Bacia e sua população (ANA, 2009).

Desenvolvido pela ANA, o Programa Produtor de Água, tem como objetivo melhorar a qualidade da água através do incentivo à adoção de práticas que promovam o abatimento da sedimentação, aumentar a oferta e a garantia de água para usuários situados à jusante de áreas rurais e conscientizar os produtores e consumidores de água (BRASIL, 2009).

O Programa Bolsa Verde, criado pelo Governo de Minas Gerais, tem por objetivo apoiar a conservação da cobertura vegetal nativa em Minas Gerais, mediante pagamento por serviços ambientais aos proprietários e posseiros que já preservam ou que se comprometem a recuperar a vegetação de origem nativa em suas propriedades ou posses (IEF, 2011).

Podem-se considerar como ganhos principais do ‘Bolsa Verde’, por um lado, o apoio ao produtor rural — proprietário ou posseiro — para a efetiva implementação de ações de conservação e recuperação e, por outro lado, o benefício ambiental auferido pela coletividade (IEF, 2011).

Além do estado de Minas Gerais, outros estados da federação já adotam políticas de incentivos para a conservação e recuperação da vegetação. O Distrito Federal ainda não possui uma lei similar. Portanto, seria interessante propor que esses tipos de incentivos fossem criados e implantados no DF, como forma de incentivar a conservação da vegetação nativa e como apoio financeiro ao produtor rural.

Desde a institucionalização da função social da propriedade, no Estatuto da Terra, em 1965, cabe ao proprietário rural ou posseiro garantir a conservação ambiental em suas terras. O Código Florestal, nesse mesmo ano, definiu a obrigatoriedade de averbar a Reserva Legal e manter as Áreas de Preservação Permanente (APPs) (IEF, 2011). Seguindo o modelo *provedor-recebedor*, é cabível propor o incentivo pecuniário aos proprietários que atendem à estas obrigações.

## 6. MATERIAIS E MÉTODOS

### 6.1 Preparação dos dados

Para se atingir os objetivos propostos para este trabalho, primeiramente procedeu-se a aquisição da seguinte base de dados, referente à área da Bacia Hidrográfica do Alto Descoberto:

- Uso e Ocupação do Solo;
- Solos
- Curvas de Nível;
- Pontos Cotados;
- Hidrografia;
- Delimitação da bacia;
- Ortofotocartas de 2009.

A Figura 6 ilustra as etapas de trabalho e procedimentos adotados para a preparação da base de dados.

A Etapa 1 consiste na aquisição da base de dados. A base de dados vetorial, composta pelos arquivos de pontos cotados, curvas de nível, hidrografia, lago descoberto e limite da bacia, tem origem do Mapeamento Cartográfico Oficial do DF, dados de domínio público, disponíveis no site da Secretaria de Habitação, Regularização e Desenvolvimento Urbano (SEDHAB), na escala 1:10.000 SICAD. As Ortofotocartas têm a mesma origem da base de dados vetorial, e são do ano de 2009, na escala 1:10.000 - SICAD.

Os dados de solos foram obtidos da base de dados da Embrapa. Os dados de Uso e Ocupação do solo, ano de 2011, foram obtidos do trabalho de Nunes (2011), que realizou a classificação do uso e ocupação do solo da bacia do alto Descoberto para os anos de 1994 e 2011 utilizando uma classificação orientada ao objeto e baseada em regras e lógica *fuzzy*. A malha fundiária do assentamento rural Alexandre Gusmão foi adquirida da base de dados da EMATER-DF.

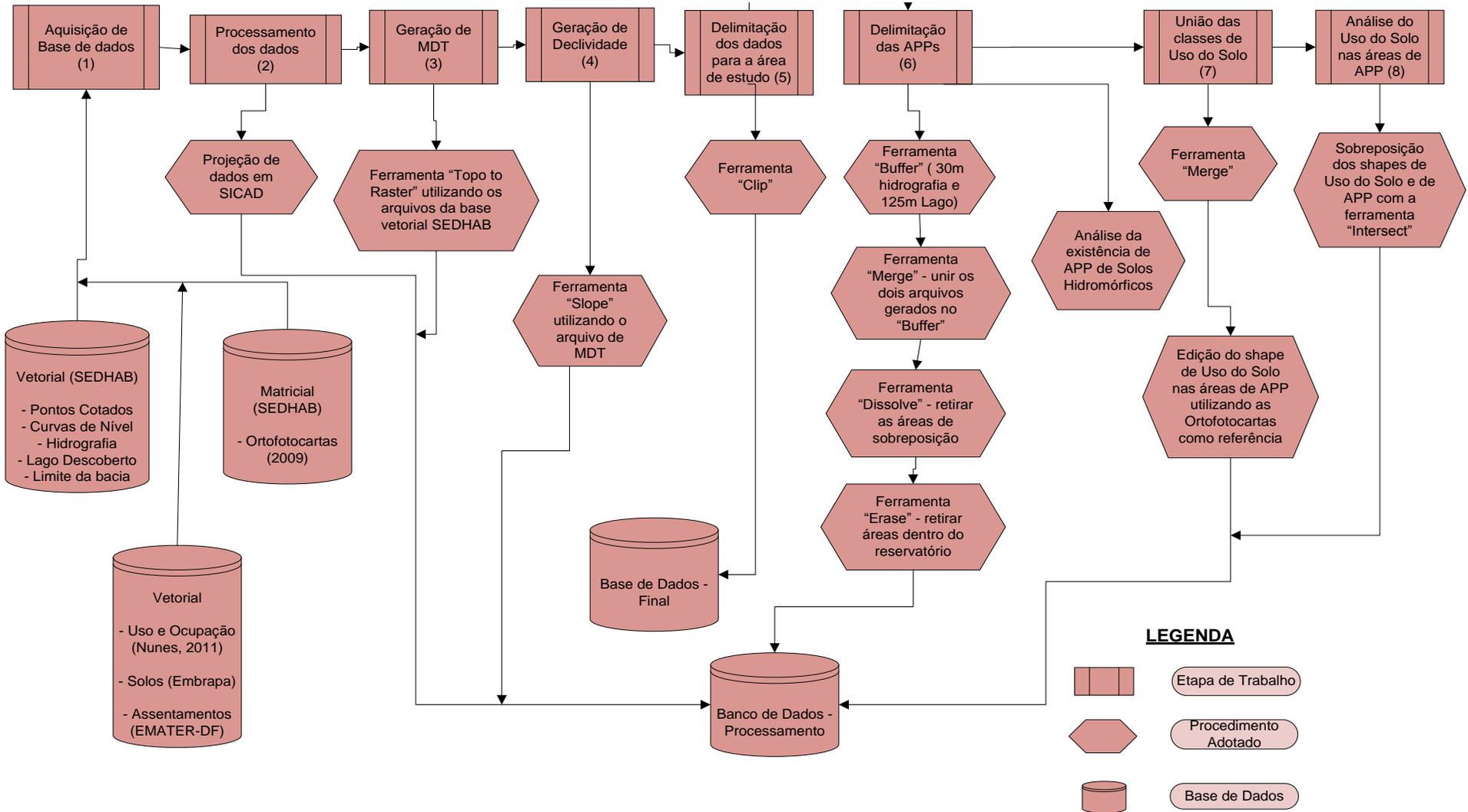


Figura 6. Fluxograma das etapas iniciais de trabalho e procedimentos adotados.

Etapa 2: De posse da base de dados, procedeu-se primeiramente a reprojeção dos dados que não estavam projetados para a projeção cartográfica oficial do DF - SICAD. Etapa 3: Utilizando os arquivos vetoriais obtidos na SEDHAB foi gerado o MDT (Modelo Digital de Terreno) da área, através da ferramenta ‘Topo to Raster’, utilizando os arquivos de pontos cotados, curvas de nível, hidrografia, lago e o limite da área. Logo após foi gerado o arquivo de declividade do terreno a partir do MDT (Etapa 4).

Etapa 5: Todos os arquivos foram delimitados para a área de estudo. Etapa 6: Criação dos arquivos de APP para os rios e para o lago, que posteriormente foram unidos, formando um único arquivo de APP para a área. Etapa 7: União das classes de uso e ocupação do solo para formar um único arquivo. Edição do *shape* de Uso e ocupação do solo em algumas áreas não classificadas utilizando como referência a Ortofocarta de 2009. A edição foi feita apenas nas áreas de sobreposição com as APPs. Etapa 8: O arquivo de APP foi sobreposto ao arquivo de uso e ocupação do solo, gerando o arquivo que indica quais são os usos e ocupações nas áreas de APP para a área de estudo.

## **6.2 Estimativa dos Benefícios Ambientais**

Considerou-se neste trabalho, que o abatimento da poluição difusa em uma bacia é proporcional ao abatimento da sedimentação e, conseqüentemente, ao abatimento da erosão.

Considerando que o serviço ambiental de uma atividade conservacionista em uma propriedade rural é proporcional ao abatimento da erosão, com conseqüente abatimento na sedimentação, torna-se necessário estimar este abatimento para cada atividade de conservação para assim estimar o valor do benefício ambiental fora da propriedade. O pagamento por esses serviços ambientais se justifica pelo fato de que os benefícios serão contínuos, ao contrário dos custos.

Para tanto, será utilizada neste trabalho a equação de percentual de abatimento de erosão (P.A.E.) proposta por Chaves et. al. (2004), adaptada da Equação Universal de Perda de Solo – USLE, apresentada abaixo:

$$\text{P.A.E. (\%)} = 100 (1 - Z_1/Z_0)$$

Onde:

$Z_0$ : Perda de solo média anual inicial, de acordo com o uso do solo atual;

$Z_1$ : Perda de solo média anual após a conservação da área.

**Tabela 2 - Valores de Z\* para diferentes tipos de uso e ocupação do solo.**

Uso e Ocupação do Solo	Z	Fonte
<b>Solo exposto</b>	1,00	Chaves <i>et al.</i> (2004 a)
<b>Construções e edificações</b>	1,00	Proposta do trabalho
<b>Agricultura</b>	0,45	Chaves <i>et al.</i> (2004 a)
<b>Reflorestamento</b>	0,02	Chaves <i>et al.</i> (2004 a)
<b>Campo</b>	0,0035	Gonçalves; Stape (2002)
<b>Savana</b>	0,001	Pellizeti <i>et al.</i> (2009)
<b>Mata de galeria/ciliar</b>	0,000001	Gonçalves; Stape (2002)

\*Adaptada de Chaves *et al.* (2004 a); Gonçalves; Stape (2002) e Pellizeti *et al.* (2009)

Os valores para o fator de perda do solo (Z) da Tabela 2 foram adaptados dos trabalhos de Chaves *et al.* (2004 a), Gonçalves; Stape (2002) e Pellizeti *et al.* (2009). Alguns deles foram considerados os mesmos valores dos trabalhos citados (solo exposto, campo, mata de galeria/ciliar), já outros foram calculados com base na média de valores de Z para classes de usos do solo similares às classes utilizadas neste trabalho, já que algumas classes não tinham correspondentes idênticos nos trabalhos de referência (agricultura, reflorestamento, savana). Para a classe de ‘construções e edificações’, o valor de Z foi proposto neste trabalho.

O valor de Z para a classe de ‘Construções e Edificações’ (1,00) foi proposto devido ao fato de que tal uso do solo apresenta elevado grau de escoamento da água da chuva e consequentemente elevado grau de erosão do solo, e, além disso, também apresenta o máximo nível de impermeabilização do solo.

### 6.3 Estimativa dos Valores dos Pagamentos pelos Serviços Ambientais

O presente trabalho se ateve a simular os custos referentes à compensação financeira para os agricultores, em função dos benefícios ambientais auferidos fora da propriedade, decorrentes da recuperação ou conservação de remanescentes florestais nativos na sua propriedade.

O Programa “Produtor de Água”, segundo Chaves *et al.* 2004, partiu da premissa que uma solução viável é aquela em que uma meta ambiental é atingida a custos mínimos, e assim buscou valores financeiros que fossem suficientes para atingir a meta de abatimento de erosão e sedimentação pretendida, para atrair os produtores para o Programa e que não fossem maiores que custo de implantação e operação do manejo conservacionista.

A Tabela 3 mostra os valores sugeridos de pagamento incentivado (V.P.I.) por hectare em função da porcentagem do abatimento da erosão.

**Tabela 3 - Valores sugeridos para pagamentos incentivados (VPI) por hectare em função do abatimento de erosão (PAE) proporcionado\*.**

P.A.E. (%)	25-50%	51-75%	75-100%
V.P.I. (R\$)	50	75	100

\*Adaptada de Chaves *et. al.* (2004)

O “Produtor de Água”, assim como grande parte dos trabalhos acadêmicos, faz os cálculos da PAE para mudanças de manejo do solo convencional para manejo conservacionista, ou seja, o produtor rural utiliza uma metodologia conservacionista de agricultura ou pecuária, diminuindo assim a erosão, e recebe certo valor por isso, continuando a receber sua renda da atividade agrícola.

Como neste trabalho sugere-se a regularização da situação ambiental das propriedades com relação à recomposição/recuperação e manutenção das áreas de preservação permanente e reserva legal, que são áreas legalmente protegidas, é cabível que seja sugerido também um pagamento pela manutenção destas áreas, que não geram renda para o produtor. Dessa forma, existe um incentivo maior ao produtor rural no sentido de conservar glebas de vegetação nativa em sua propriedade, gerando ganhos ambientais para a bacia hidrográfica e para o clima como um todo.

O valor anual do pagamento incentivado sugerido para a conservação de glebas de vegetação nativa é de R\$200,00 por hectare de vegetação preservada, segundo sugestão do Programa Bolsa Verde de Minas Gerais.

#### 6.4 Aplicação da metodologia em ambiente SIG

A Figura 7 mostra o fluxograma da aplicação da metodologia proposta de quantificação dos pagamentos pelos serviços ambientais em ambiente SIG para a Bacia do Alto Descoberto. Nesta etapa, considerou-se apenas a recuperação/manutenção das áreas de preservação permanente.

Etapa 1: Utilizando o *shape* de interseção entre as APPs e o Uso e Ocupação do Solo, foi feito o cálculo das áreas de uso e ocupação do solo nas APPs, utilizando os comandos “Calculate Geometry” e “Field Calculator”. Etapa 2: No *shape* de interseção criou-se os campos ‘Z0’ e ‘Z1’ correspondentes à perda de solo média anual inicial e final, respectivamente. Em seguida, esses campos foram preenchidos de acordo com os valores definidos na Tabela 2.

Etapa 3: Criação do campo PAE (Porcentagem de abatimento de erosão) e cálculo dos respectivos valores utilizando a fórmula proposta por Chaves *et al.* (2004), que utiliza os valores de ‘Z0’ e ‘Z1’. Etapa 4: Criação do campo VPI (Valor do Pagamento Incentivado) e cálculo dos respectivos valores com base no valores que foram propostos no trabalho deste mesmo autor.

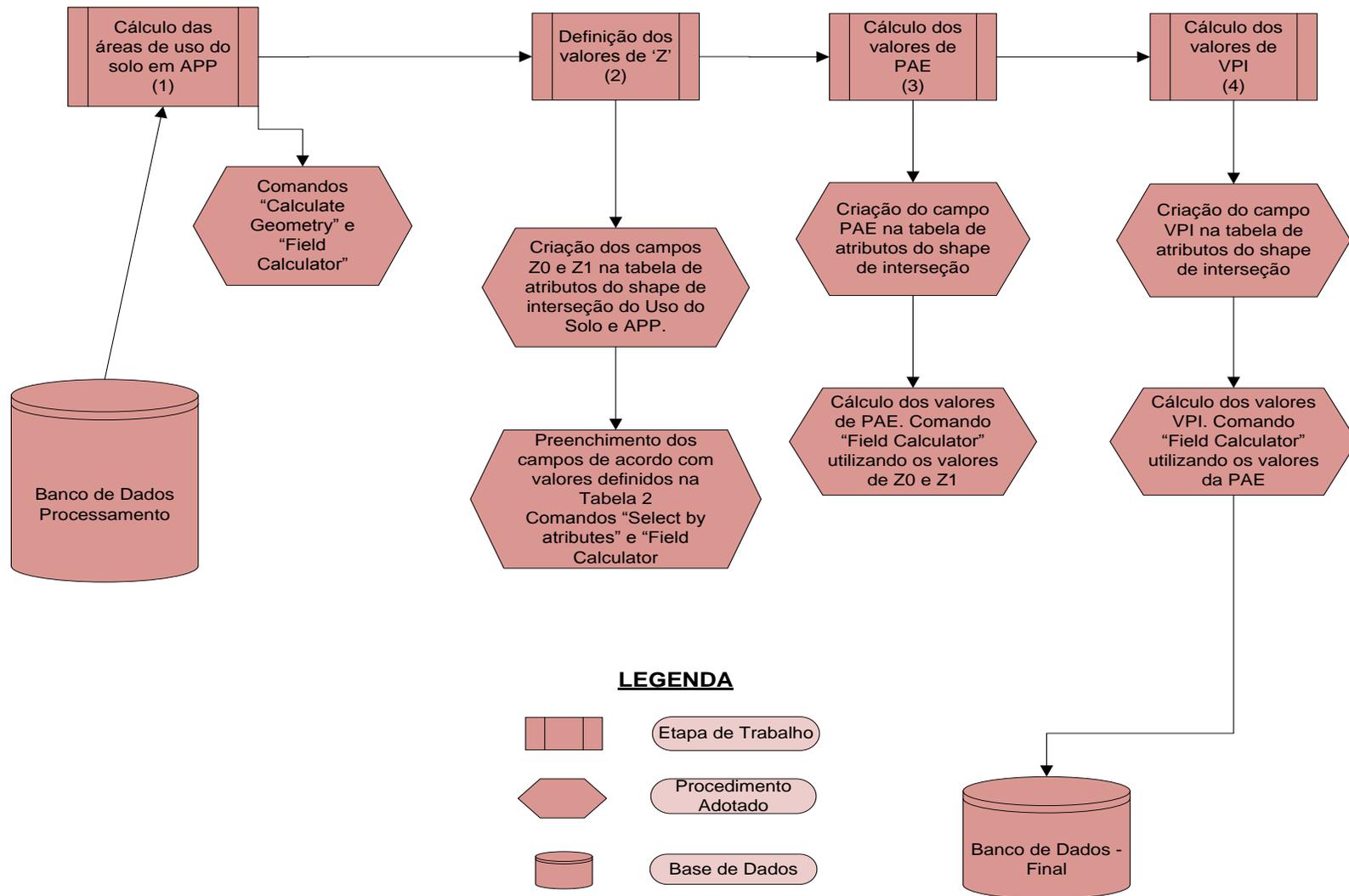
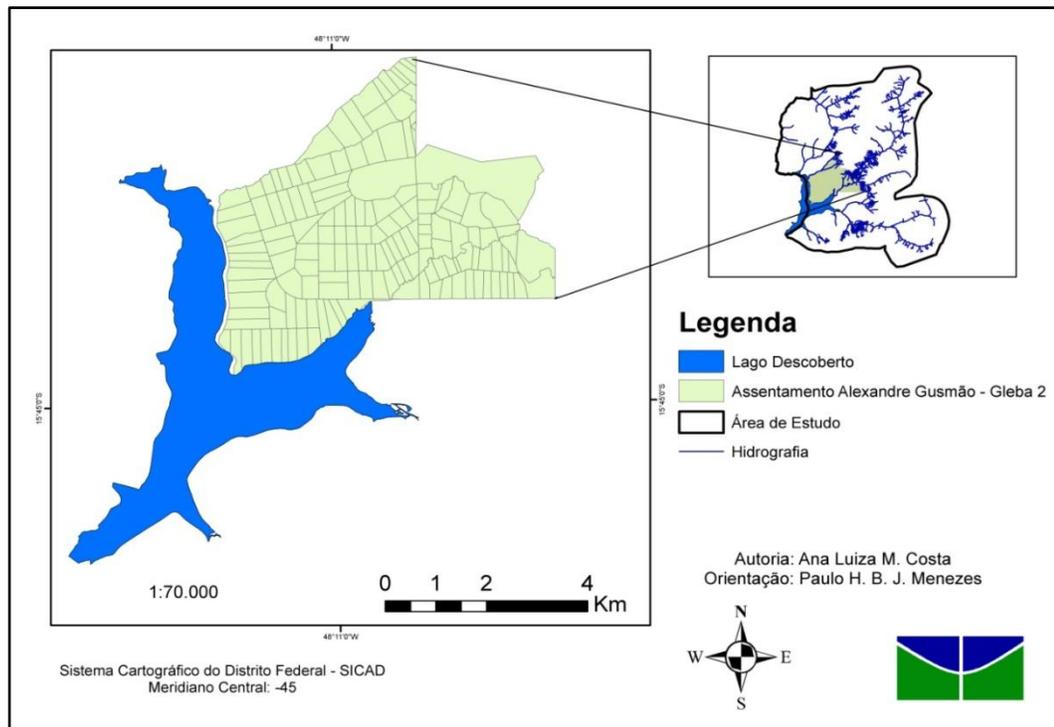


Figura 7. Fluxograma da aplicação da metodologia proposta de quantificação de PSA em ambiente SIG.

### 6.4.1 Aplicação da metodologia em um assentamento

A metodologia proposta em ambiente SIG foi aplicada na área de um assentamento rural do INCRA, denominado Projeto Integrado de Colonização Alexandre Gusmão - Gleba 2 (Figura 8), com área de 2328,40 ha. O intuito foi apresentar os dados com maior nível de detalhe, devido à dificuldade de visualização dos passivos em APP para a área total.



**Figura 8. Localização do assentamento rural ‘Colonização Alexandre Gusmão – Gleba 2’.**

A Figura 9 mostra o fluxograma da aplicação da metodologia proposta de quantificação dos pagamentos pelos serviços ambientais em ambiente SIG para o assentamento rural. Nesta etapa, considerou-se a recuperação/manutenção das áreas de preservação permanente e de Reserva Legal. As áreas relativas aos passivos ambientais de Reserva Legal não foram consideradas para a área total devido à dificuldade de obtenção de dados da malha fundiária para a bacia inteira.

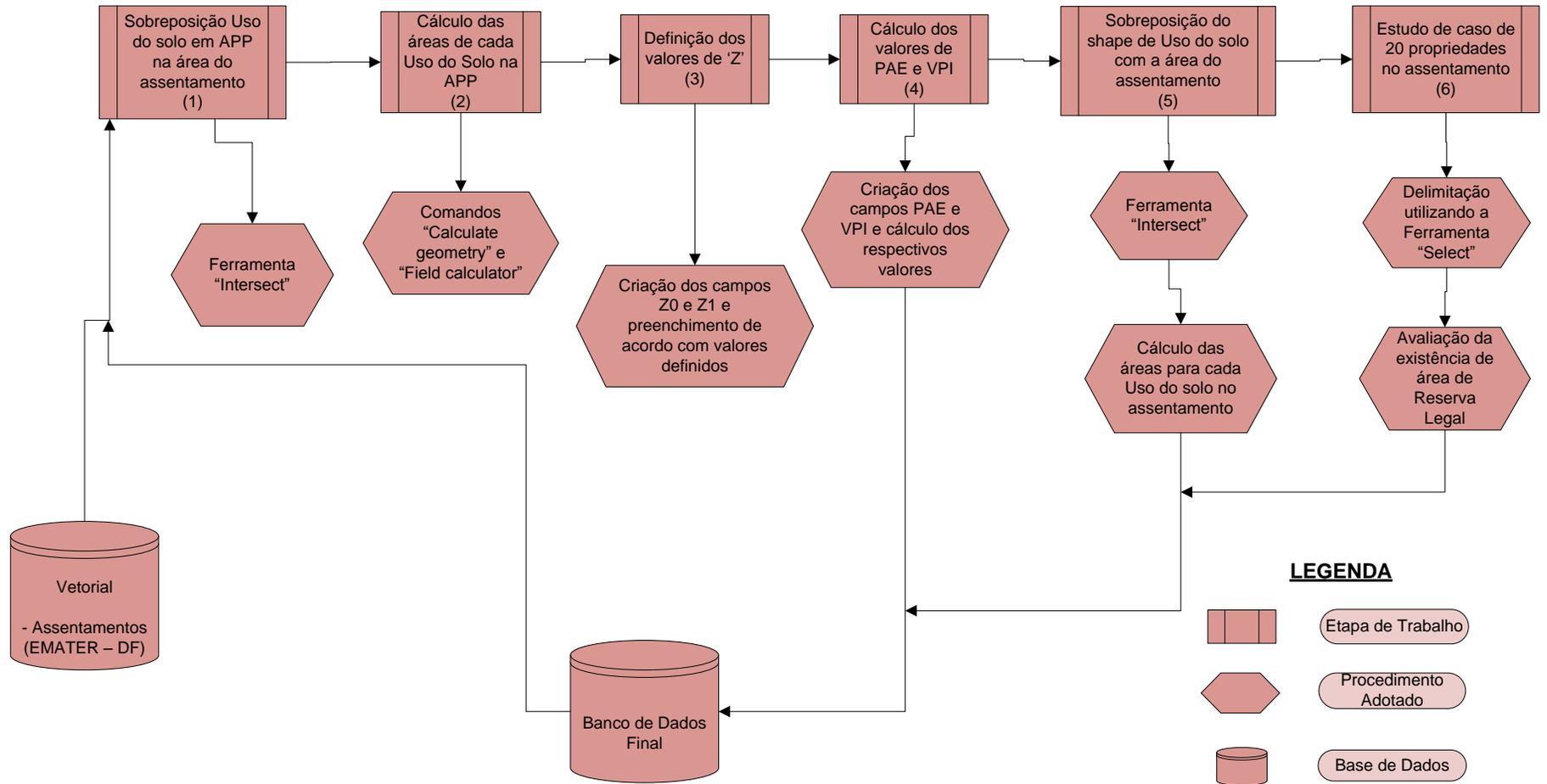
Etapa 1: Sobreposição do *shape* de uso e ocupação do solo em APP à área do assentamento rural, utilizando a ferramenta ‘Intersect’, e geração do arquivo de uso do solo nas áreas de preservação permanente do assentamento.

Etapa 2: Cálculo das áreas para cada tipo de uso e ocupação do solo no arquivo de sobreposição gerado na etapa 1. Feito na tabela de atributos, por meio dos comandos “Calculate geometry” e “Field calculator”.

Etapa 3: Criação dos campos ‘Z0’ e ‘Z1’ de perda de solo média anual inicial e final, respectivamente, na tabela de atributos, que foram então preenchidos de acordo com os valores definidos na Tabela 2. Etapa 4: Criação do campo PAE e cálculo dos respectivos valores utilizando a fórmula proposta por Chaves *et al.* (2004), que utiliza os valores de ‘Z0’ e ‘Z1’.

Etapa 5: Sobreposição do dado de uso e ocupação do solo com a área do assentamento com a ferramenta “Intersect”, gerando a interseção entre os dois. Posteriormente foi feito o cálculo das áreas de cada uso do solo no assentamento,

Etapa 6: Estudo de caso de vinte propriedades do assentamento, com o intuito de fazer a análise da existência de Reserva Legal na área. Delimitou-se as propriedades usando a ferramenta “Select” e fez-se os cálculos do uso do solo para cada propriedade.



**Figura 9. Fluxograma da aplicação da metodologia de PSA no assentamento.**

## 7. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Abaixo são apresentados os resultados da aplicação da metodologia de pagamento pelos serviços ambientais em ambiente SIG, proposta neste trabalho.

### 7.1 Passivos em Áreas de Preservação Permanente

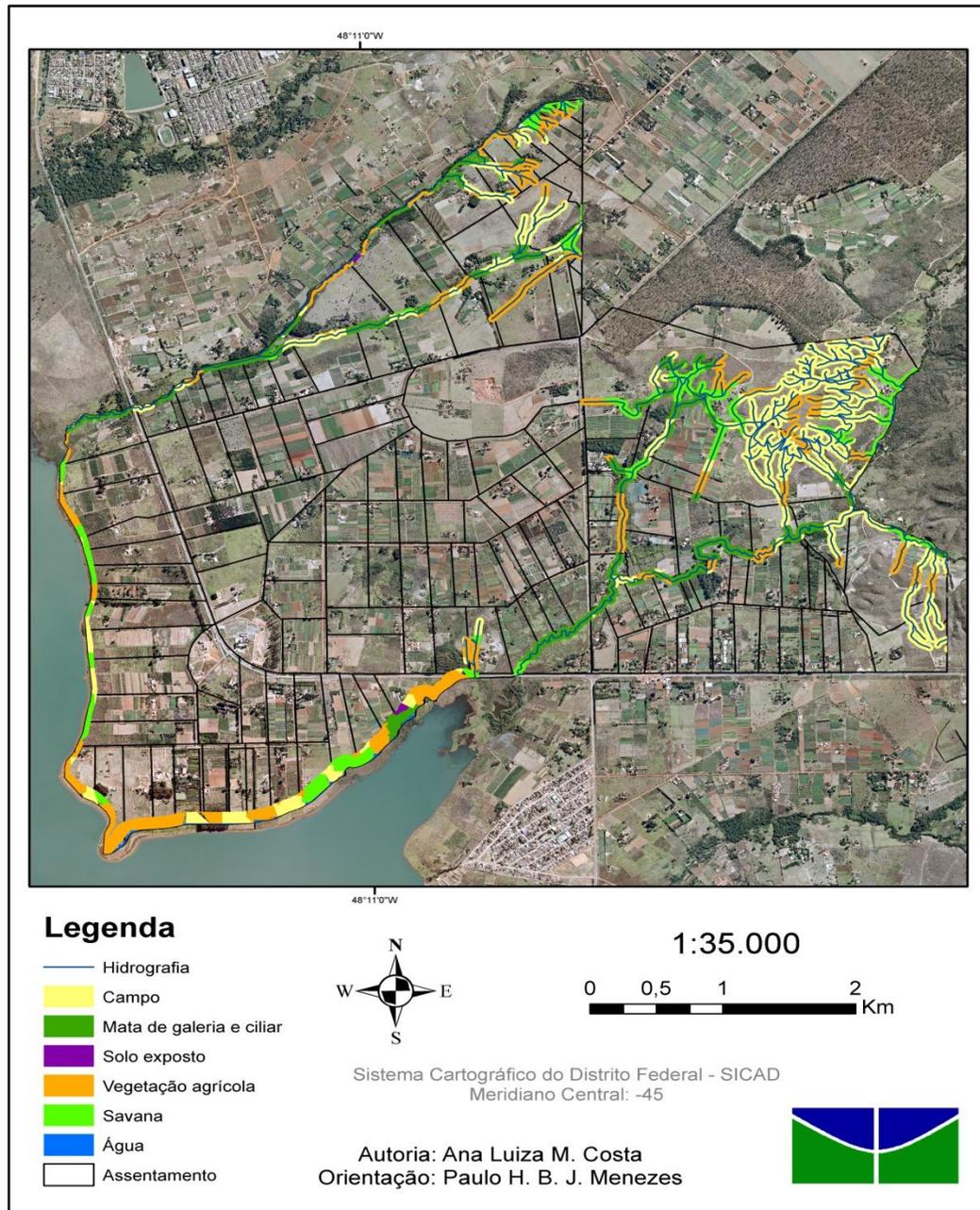
A Tabela 4 apresenta o uso e ocupação do solo das áreas de preservação permanente na Bacia do Alto Descoberto e a área ocupada por cada uso em hectares (ha) e em porcentagem (%).

Pode-se notar que a agricultura ocupa cerca de 17% das áreas de preservação permanente da bacia. Isso evidencia que é importante conscientizar os produtores da região quanto à destinação dada às áreas de APP, pois a simples conservação das mesmas poderá gerar uma diminuição considerável no nível de assoreamento dos cursos d'água. Outros usos como 'Construções e edificações' e 'Solo Exposto' são, da mesma forma ou até mais, prejudiciais à conservação dos rios.

**Tabela 4. Uso do solo nas Áreas de Preservação Permanente na Bacia do Alto Descoberto.**

<b>Uso do Solo</b>	<b>Área (ha)</b>	<b>%</b>
Água	21	0,84
<b>Campo</b>	756,32	30,37
<b>Construções e Edificações</b>	6,83	0,27
<b>Mata de Galeria e Ciliar</b>	667	26,78
<b>Reflorestamento</b>	1,38	0,05
<b>Savana</b>	595,62	23,91
<b>Solo Exposto</b>	21,5	0,88
<b>Agricultura</b>	420,7	16,9
<b>TOTAL</b>	<b>2490,35</b>	<b>100</b>

A Figura 10 ilustra o uso e ocupação do solo nas Áreas de Preservação Permanente no assentamento Alexandre Gusmão – Gleba 2. Nota-se novamente a forte presença da agricultura nas áreas de APP, sendo o segundo maior uso do solo existente, responsável por aproximadamente 25% da área total.



**Figura 10.** Uso e Ocupação do solo na APP do assentamento rural Alexandre Gusmão – Gleba 2

**Tabela 5. Uso do solo nas Áreas de Preservação Permanente no assentamento Alexandre Gusmão.**

<b>Uso do Solo</b>	<b>Área (ha)</b>	<b>%</b>
Água	1,96	0,64
Campo	126,6	41,73
Mata de Galeria e Ciliar	53,29	17,57
Savana	45,05	14,85
Solo Exposto	0,88	0,29
Agricultura	75,6	24,92
<b>TOTAL</b>	<b>303,33</b>	<b>100</b>

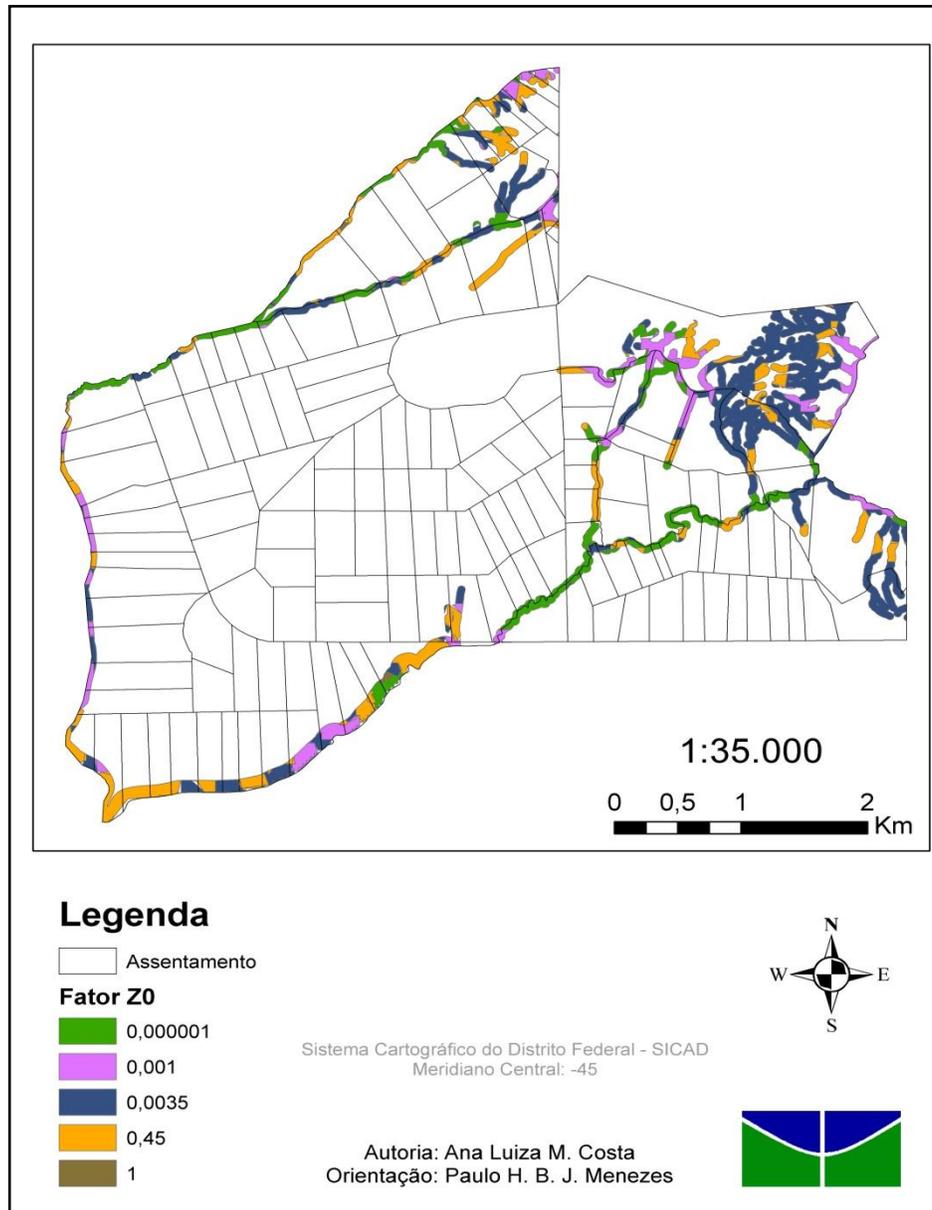
### **7.1.1 Cálculo do PSA da recuperação de APP.**

O fator Z indica a perda de solo média anual para determinado uso do solo em uma propriedade. A Figura 11 ilustra o fator de perda de solo média anual inicial, ou seja, antes da recuperação dos passivos em áreas de preservação permanente.

A Figura 11 mostra que os valores predominantes de fator de perda do solo são 0,0035 e 0,45, que representam a classe de uso campo e agricultura, respectivamente. É possível perceber que a maior parte das áreas de APP do assentamento apresenta altos valores de fator de perda do solo. Essa tendência se repete também para a área total da bacia.

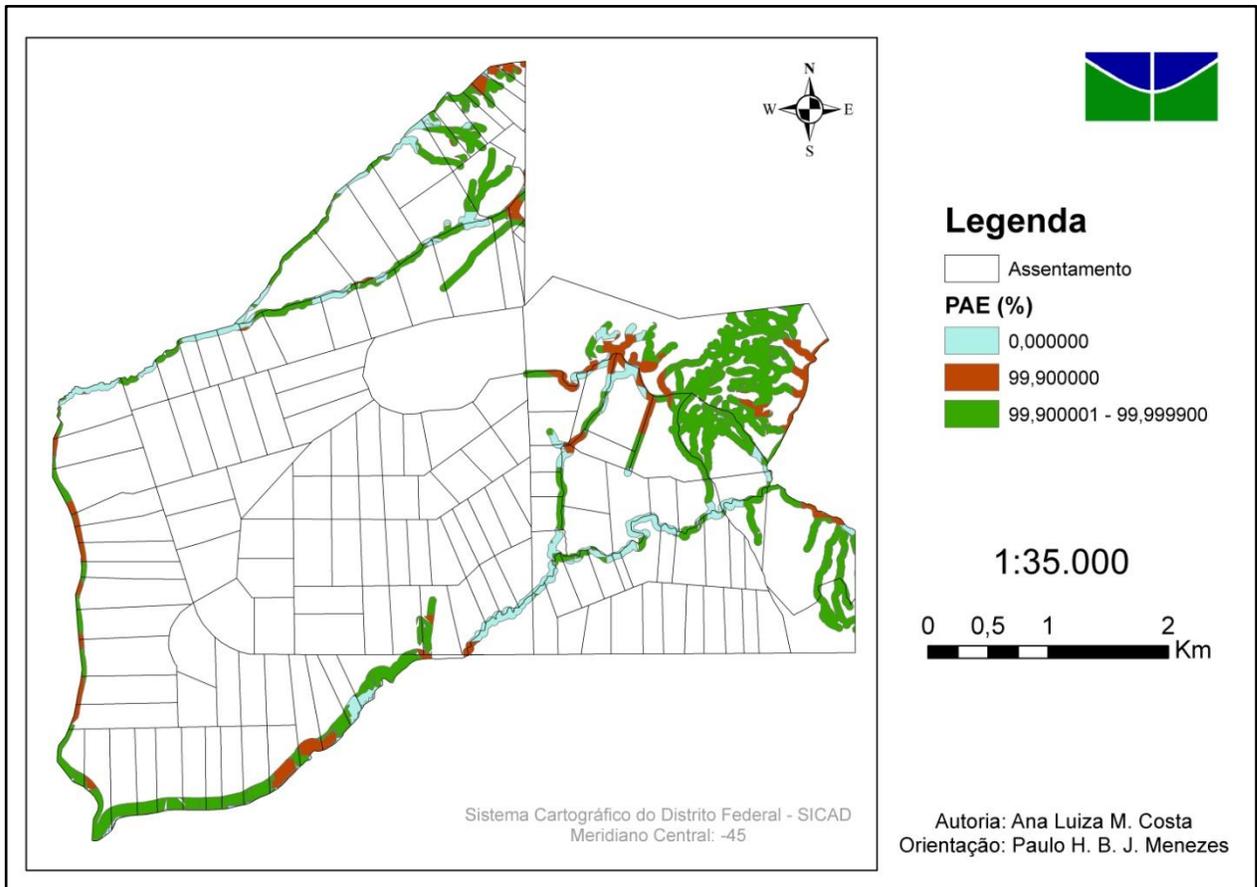
Quanto maior a área com alta taxa de perda de solo, maior será a erosão do solo na região e conseqüentemente maior será a sedimentação nos cursos d'água. Tal situação demonstra a importância do incentivo à recuperação e manutenção das faixas de proteção dos cursos d'água.

O ideal é que os valores de taxa de perda do solo para as faixas de proteção dos rios e lagos sejam nulos ou zero, evitando ao máximo a sedimentação de partículas carregadas de outras áreas para os rios. Assim sendo, considerou-se que todas as áreas de APP fossem recuperadas até atingirem o menor fator 'Z' possível ( $Z = 0,000001$ ), para mata de galeria ou ciliar.



**Figura 11. Fator de perda do solo media anual inicial (Z0)**

A Figura 12 espacializa os valores para o Percentual de Abatimento de Erosão (PAE) proporcionados com a recuperação das faixas de APP na área do assentamento. As áreas azuis são aquelas que não sofreram nenhum tipo de aumento no abatimento da erosão, isso porque já possuíam vegetação de mata ciliar. Pode-se notar que os valores de PAE gerados quase chegam a 100%, mostrando a efetividade da recuperação destas áreas.



**Figura 12. Percentagem de abatimento de erosão (PAE) para a recuperação de APP**

Os pagamentos incentivados (VPI) conforme os valores sugeridos por Chaves et al. (2004 a) para a recuperação total das áreas de preservação permanente da bacia e do assentamento são apresentados na Tabela 6.

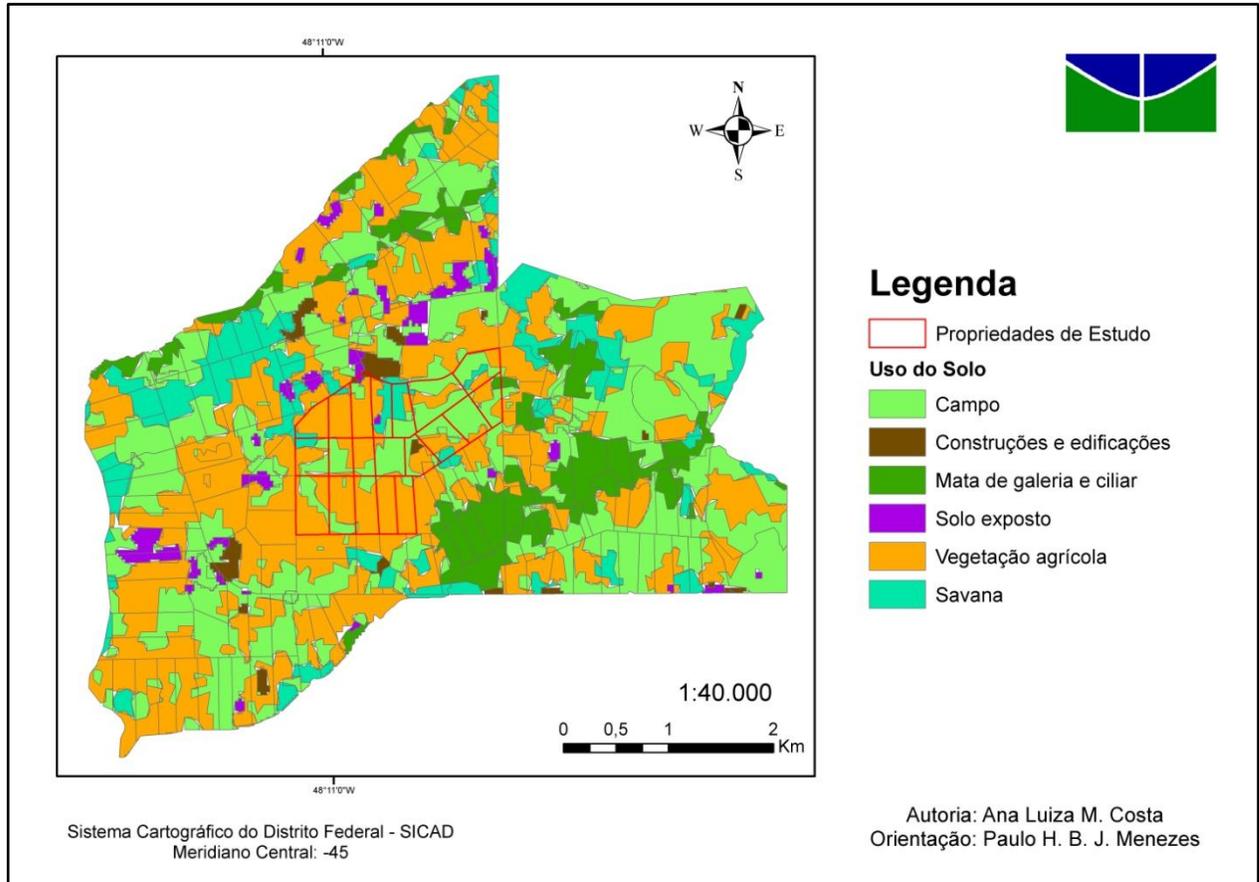
**Tabela 6. Valores de Pagamento Incentivado (VPI) para a recuperação das APPs.**

Local	VPI (R\$)
Bacia	R\$180.231,00
Assentamento	R\$24.809,00

Os valores apresentados de VPI são uma estimativa de custos para a recuperação das faixas de APP na região estudada.

## 7.2 Passivos em Áreas de Reserva Legal

A Figura 13 apresenta o mapa de uso e ocupação do solo no assentamento rural Alexandre Gusmão – Gleba 2.



**Figura 13. Uso e ocupação do solo no assentamento Alexandre Gusmão – Gleba 2**

A análise do mapa na Figura 13 permite perceber que os principais usos no assentamento são a agricultura e vegetação de campo. Para um melhor detalhamento a área de cada uso e ocupação do solo no assentamento está apresentada na Tabela 7 juntamente com os seus respectivos percentuais.

A classe Agricultura ocupa 39,32% da área de estudo. Enquanto que as classes que representam qualquer tipo de vegetação nativa (Campo; Mata de Galeria e Ciliar; Savana) somam 56,57% da área, evidenciando que em termo de percentuais de área total, o assentamento não tem déficit de área para compor as Reservas Legais.

Tabela 7. Uso do solo no assentamento Alexandre Gusmão.

Uso do Solo	Área (ha)	%
Água	2,07	0,09
Campo	835,20	35,94
Construções e Edificações	33,04	1,42
Mata de Galeria e Ciliar	227	9,77
Savana	252,40	10,86
Solo Exposto	60,35	2,6
Agricultura	913,74	39,32
<b>TOTAL</b>	<b>2323,80</b>	<b>100</b>

Devido à falta de informações da malha fundiária, a análise dos passivos de Reserva Legal somente pôde ser aplicada para a área do assentamento rural estudado neste trabalho. Para tanto, escolheu-se 20 propriedades do assentamento para um estudo de caso sobre esses passivos (Figura 14).

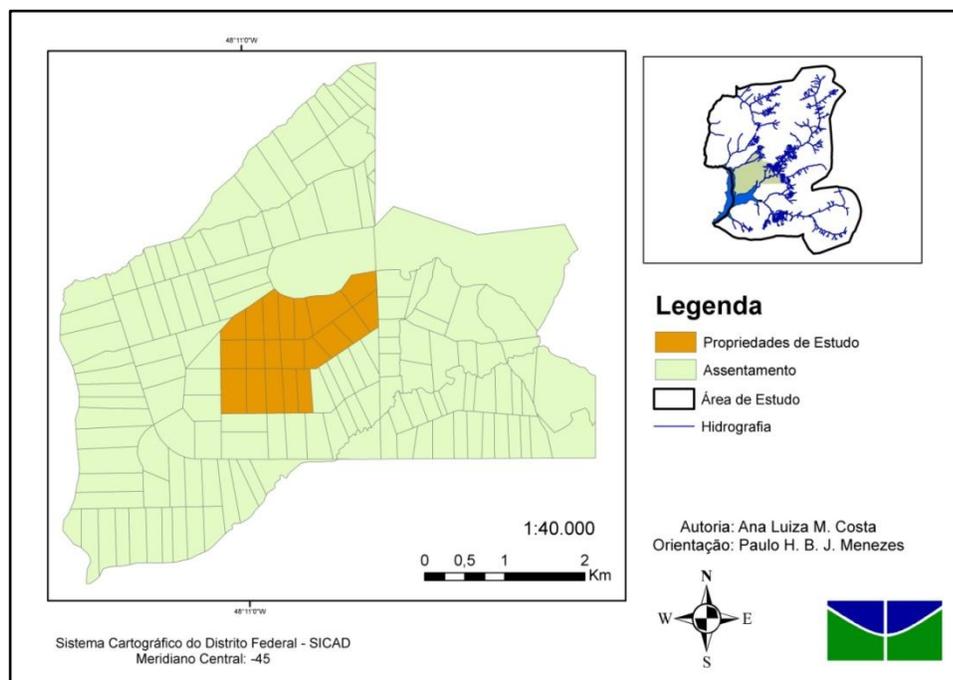


Figura 14. Localização das 20 propriedades selecionadas para o estudo dos passivos de Reserva Legal.

Das vinte propriedades escolhidas apenas três (15%) apresentaram déficit com relação ao percentual mínimo exigido (20%) de Reserva Legal por propriedade. Apesar do pequeno número de amostras (propriedades) selecionadas, é possível extrapolar o resultado para a bacia como um todo, já que nota-se que uma tendência que ocorre em alguns pontos da bacia, também é percebida para a área total, como foi visto para os passivos ambientais de APP.

Isso mostra que o problema maior da Bacia Hidrográfica do Alto Descoberto não está relacionado com os passivos ambientais de Reserva Legal, ou seja, a maioria das propriedades possui áreas de remanescentes florestais que podem ser considerados no cálculo da Reserva Legal exigida em lei.

Portanto, não se considerará o cálculo do pagamento pelos serviços ambientais com relação à recuperação dos passivos ambientais de Reserva Legal, já que o percentual de propriedades que apresentaram esse déficit foi pequeno.

### **7.3 Cálculo do PSA para a manutenção das áreas florestais nativas**

O Programa Bolsa Verde, criado pelo Governo de Minas Gerais, oferece pagamento por serviços ambientais aos proprietários e posseiros que já preservam ou que se comprometem a recuperar a vegetação de origem nativa em suas propriedades ou posses. O valor do PSA adotado pelo programa é de R\$200,00 por hectare de vegetação preservada. Considerou-se neste trabalho o mesmo valor de pagamento pelos serviços ambientais sugerido pelo Programa Bolsa Verde, devido a não existência de um programa similar no Distrito Federal.

Considerando que a área de estudo deste trabalho, a Bacia Hidrográfica do Alto Descoberto, possui aproximadamente 2410 ha de área de preservação permanente e que os 20% referentes à Reserva Legal das propriedades da bacia definidos em lei somam 8535 ha de terras, a área sujeita ao pagamento anual pela manutenção de vegetação nativa é de 10945 ha. Assim, o montante relativo ao pagamento por serviços ambientais para a manutenção dessas áreas totaliza o valor de R\$2.189.000,00 por ano.

Ao se considerar o assentamento rural Alexandre Gusmão – Gleba 2, analisado neste trabalho, constata-se que o mesmo possui aproximadamente 303 ha de APPs e 466 ha de área destinada a regularização das Reservas Legais, somando 769 ha sujeitos ao pagamento anual pela

manutenção da vegetação. Assim, o valor do PSA anual para o assentamento seria de R\$153.800,00.

## **8. CONCLUSÃO**

A análise dos dados deste trabalho permite concluir que o principal problema da Bacia do Alto Descoberto não está relacionado com passivos ambientais de Reserva Legal (RL), ou seja, existem remanescentes florestais suficientes, na maioria das propriedades, para compor a área exigida em lei.

Em contrapartida, os passivos ambientais relacionados às áreas de preservação permanente (APPs) são freqüentes. A maior parte das áreas que possuem passivos é ocupada por agricultura, que é um dos principais usos do solo da bacia. Dessa forma, torna-se necessário que seja implantada alguma metodologia de controle e recuperação das APPs, para diminuir a sedimentação nos rios.

A metodologia de Pagamento por Serviços Ambientais é capaz de resolver o problema proposto neste trabalho, que se resume à recuperação e manutenção das APPs e RLs, de forma satisfatória.

Além de gerar benefícios ambientais em toda a bacia estudada, esta metodologia também oferece uma forma de recompensar os produtores rurais ou posseiros pelos esforços de recuperação e preservação de vegetações nativas nas suas propriedades.

## **9. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Durante a execução deste trabalho, surgiram algumas limitações, tais como:

A disponibilidade dos dados para a bacia na parte situada em Goiás não foi compatível com a qualidade disponibilizada no Distrito Federal. E desta forma, foi necessário trabalhar apenas com a região dentro do DF.

A demarcação das APPs pode ter algum erro, decorrente da impossibilidade de saber a largura exata de cada um dos rios e seus afluentes. Para corrigir tal erro, seria necessário que houvesse uma demarcação em campo. Em trabalhos mais específicos para pequenas áreas, como assentamentos, sugere-se que seja feito um trabalho de campo antes de proceder a metodologia dos PSA.

Com relação aos valores sugeridos de PSA por Chaves *et al.* (2004), é provável que estes valores não estejam mais de acordo com a situação atual, devendo os mesmos serem atualizados para o ano de 2012.

Não foi possível conseguir os dados da malha fundiária para a bacia.

Sugere-se para os trabalhos futuros, que seja elaborada uma rotina *model builder* para aplicação da metodologia proposta, que facilitaria a sua aplicação, e que esta metodologia seja aplicada para outras bacias hidrográficas importantes.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANA – AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **Programa Produtor de Água: manual operativo**. Superintendência de Usos Múltiplos. Brasília, 2009.

BRASIL: Secretaria de agricultura, pecuária e abastecimento do DF, ADASA, CAESB, EMATERDF, IBRAM, MMA e ICMBIO. **Adequação ambiental da reserva ecológica e das propriedades rurais às margens do Lago Descoberto**. Agosto, 2009.

CHAVES, H. M. L.; BRAGA, B.; DOMINGUES, A. F.; DEVANIR GARCIA DOS SANTOS, D. G. **Quantificação dos Benefícios Ambientais e Compensações Financeiras do “Programa do Produtor de Água” (ANA): I. Teoria**. RBRH – Revista Brasileira de Recursos Hídricos Volume 9 n.3 Jul/Set 2004, 05-14. 2004.

CLAASSEN, R., HANSEN, L., PETERS, M., BRENNEMAN, V., WEINBERG, M., CATTANEO, A., FEATHER, P. GASBY, D., HELLERSTEIN, D., HOPKINS, J., JOHNSTON, P., MOREHART, M., & SMITH, M. **Agri-environmental policy at the crossroads: Guideposts on a changing landscape**. USDA-ERS Report No. 794, Washington, 67 p., 2001.

GONÇALVES, J. L. de M.; STAPE, J. L. **Conservação e cultivo de solos para plantações florestais**. Piracicaba: IPEF, 2002. 498p.

HERNANI, L.C., FREITAS, P.L., PRUSKI, F.F., DE MARIA, I. C., CASTRO FILHO, C. & LANDERS, J.N. **A erosão e seu impacto, in Manzatto et al. (ed.): Uso agrícola dos solos brasileiros**. Embrapa, RJ, p. 47-60, 2002.

IBRAM - INSTITUTO BRASÍLIA AMBIENTAL. Disponível em <<http://www.ibram.df.gov.br/>>. Acesso em: 18 a 20 set. 2012.

IEF - Instituto Estadual de Florestas (MG). **Bolsa verde: manual de princípios, critérios e procedimentos para a implantação da lei n.17.727 de agosto de 2008** / Diretoria de Desenvolvimento e Conservação Florestal. --- Belo Horizonte: Instituto Estadual de Florestas, 2011.

KRAEMER, M. E. P. **Passivo Ambiental**. UNIVALI - Universidade do Vale do Itajaí.

MATOS, B. A.; ZOBY, J. L. G. **Projeto de gerenciamento integrado das atividades desenvolvidas em terra na Bacia do São Francisco**. ANA/GEF/PNUMA/OEA. Subprojeto 4.5C – Plano Decenal de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco -PBHSF (2004-2013). Estudo Técnico de Apoio ao PBHSF – Nº 01. Disponibilidade hídrica quantitativa e usos consuntivos. Brasília, 113 p., 2004.

NUNES, J. F. **Classificação e Análise do Uso e Ocupação do Solo da Bacia do Alto Descoberto DF/GO**. 2011. 57 f. Monografia (Especialização). Universidade de Brasília, Instituto de Geociências, Brasília, 2011.

PELLIZZETTI, M. A.; VIBRANS, A. C.; FRANK, B. **Estimativa do percentual de abatimento de erosão para as condições da bacia do Itajaí**. Anais II Seminário de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Paraíba do Sul: Recuperação de Áreas Degradadas, Serviços Ambientais e Sustentabilidade. Taubaté, Brasil, 09-11 dezembro 2009, IPABHi, p. 341-350.

SEDHAB – Secretaria de Habitação, Regularização e Desenvolvimento Urbano. Disponível em <<http://www.sedhab.df.gov.br/desenvolvimento-urbano/gestao-da-informacao-urbanas/mapas.html>> Acesso em setembro 2012.

SOARES NETO, G. B. **Contribuições metodológicas para determinação de dados morfométricos e elaboração de cartografia geomorfológica digital : Bacia Sonhém – DF**. 2011. 56 f. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Goiás, Instituto de Estudos Socioambientais, Goiânia, 2011.

SPERA, S.T; REATTO, A.; MARTINS, E.S.; CARDOSO, E.A.; DE CARVALHO JR., O.A.; GUIMARÃES, R.; DA SILVA, A.V.; FARIAS, M.F.R. **Aptidão agrícola das Terras da bacia do Alto curso do Rio Descoberto. DF/GO escala de 1:100.000**. Planaltina, DF: Embrapa cerrados, 2003.

TEZA, C. T. V. **Bacia Hidrográfica do alto Descoberto: as influências da ocupação e uso na disponibilidade hídrica para abastecimento público**. 2008. 102 f. Dissertação (Mestrado). Universidade Católica de Brasília, Brasília, 2008.