



Universidade de Brasília - UnB  
Instituto de Geociências - IG  
Laboratório de Sensoriamento e Análises Espaciais

**Vulnerabilidade Ambiental em caso de Ocorrência de Acidente com  
Transporte Rodoviário de Produtos Perigosos – TRPP no  
Anel Viário do Distrito Federal**

**Aluna: Viviane Lourenço de Amorim**

**Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Noris Diniz**

Brasília/DF

2011



## RESUMO

Os acidentes com Transporte Rodoviário de Produtos Perigosos (TRPP) têm sido motivo de preocupação devido aos problemas que podem causar à população com respeito à segurança e à saúde e, sobremaneira ao meio ambiente, devido à vulnerabilidade ambiental de áreas, tais como cursos d'água, usos da terra e possibilidade de impactos pela infiltração de produtos perigosos no solo causando danos ao lençol freático.

No presente trabalho foram originados mapas de vulnerabilidade ambiental da região circunvizinha ao Anel Rodoviário do Distrito Federal, considerando os atributos mais relevantes em casos de acidentes Transporte Rodoviário de Produtos Perigosos (TRPP).

Para isso foi utilizado um procedimento de análise que se baseia na lógica da construção de um SIG: seleção das principais variáveis que caracterizam um fenômeno com um recorte metodológico de simplificação da complexidade espacial; representação da realidade segundo diferentes variáveis, organizadas em camadas de informação; discretização dos planos de análise em resoluções espaciais adequadas tanto para as fontes dos dados como para os objetivos a serem alcançados.

Resultando em mapas de vulnerabilidade Ambiental que poderão oferecer ferramentas aos órgãos públicos, ao setor privado e à comunidade, de forma a prepará-los para prevenir a ocorrência de acidentes com produtos perigosos e, caso esses aconteçam, prepará-los para que procedam ao pronto atendimento do evento, contendo ou minimizando os efeitos danosos ao meio ambiente e à população.

**PALAVRAS CHAVE:** Transporte Rodoviário de Produtos Perigosos (TRPP); vulnerabilidade ambiental; Anel Rodoviário do Distrito Federal; SIG; geoprocessamento



## **ABSTRACT**

Trucking Accidents involving Dangerous Goods (TRPP) have been of concern due to the problems that can cause the population with respect to safety and health, and greatly to the environment due to the environmental vulnerability of areas such as watercourses' water, land uses and impacts the possibility of infiltration of product hazards causing damage to the ground water table.

In the present study were derived maps of environmental vulnerability of the region surrounding the Ring Road in the Federal District, considering the most relevant attributes in cases of accidents Road Transport of Dangerous Goods (TRPP).

For this we used an analysis procedure based on the logic of building a GIS: selection of the main variables that characterize a phenomenon with a methodological approach for simplifying spatial complexity; representation of reality according to different variables, organized into layers of information; discretization of levels of analysis in spatial resolutions suitable for both sources of data as to the objectives to be achieved.

Resulting in environmental vulnerability maps that can provide tools for public agencies, private sector and the community in order to prepare them to prevent accidents with dangerous goods and, if those happen, prepare them to proceed to the emergency attendance of the event, containing or minimizing the harmful effects to the environment and population.



## ÍNDICE DE FIGURAS

**Figura 1** – Mapa de localização do DF

**Figura 2** - Mapa dos biomas do Brasil

**Figura 3** – Mapa mostrando a rota de produtos perigosos no DF

**Figura 4** – Mapa mostrando a rota de gases no DF

**Figura 5** – Mapa da Rota de Líquidos Inflamáveis no DF

**Figura 6** – Mapa da Rota de Substâncias Corrosivas no DF

**Figura 7** – Mapa da Rota de Produtos Perigosos da Classe 9 no DF

**Figura 8** – Mapa do Anel Viário do DF. Fonte: EIA/RIMA do Anel Viário do DF.

**Figura 9** – Mapa das rodovias do DF e as principais Unidades de Conservação por categoria.

**Figura 10** – Sistema de Abastecimento de Água da CAESB. Fonte

**Figura 11** - Sistema de abastecimento de água do DF.

**Figura 12** - Modelagem de uma Bacia Hidrográfica

**Figura 13** – Mapa do Anel Viário do Distrito Federal

**Figura 14** – Mapa de localização dos Pontos de Captação da CAESB

**Figura 15** – Mapa com a análise da proximidade dos Pontos de Captação da CAESB e o Anel Viário do DF

**Figura 16** – Mapa com o resultado da análise quanto a proximidade das UCs de Proteção Integral no DF

**Figura 17** – Mapa do Uso e Ocupação do Solo no DF.

**Figura 18** – Mapa da Vulnerabilidade Ambiental em função do Uso e Ocupação do Solo no DF

**Figura 19** – Bacias que cruzam o buffer do Anel Viário do DF

**Figura 20** – Mapa da Vulnerabilidade Ambiental em função da Densidade de Drenagem das Bacias que Cruzam o Anel Viário do DF

**Figura 21** – Mapa das classes de vulnerabilidade atribuídas possibilidade de escoamento em função da declividade do Terreno do DF

**Figura 22** – Mapa das classes de vulnerabilidade atribuídas possibilidade de infiltração em função da declividade do Terreno do DF

**Figura 23** – Mapas das classes de solos do DF

**Figura 24** – Mapa das classes de vulnerabilidade atribuídas à condutividade hidráulica do solo do DF





## **ÍNDICE DE QUADROS**

**Quadro 1** – Quantidade de Produtos Perigosos Transportados no DF por Classe de Risco

**Quadro 2** – Unidades de Conservação do Distrito Federal

**Quadro 3** - Região Integrada de Desenvolvimento do Distrito Federal e Entorno – RIDE

**Quadro 4** – Grupos Hidrológicos de Solos - GHS

**Quadro 5** - Classe de Condutividade Hidráulica dos Solos

**Quadro 6** - Classificação do relevo de acordo com Embrapa (2009)

**Quadro 7** - Proximidade com os Pontos de Captação da CAESB

**Quadro 8** - Proximidade com Unidades de Conservação de Proteção Integral

**Quadro 9** – Classes de Vulnerabilidade Ambiental com relação ao Uso e Ocupação do Solo

**Quadro 10** - –Classes de Vulnerabilidade Ambiental em função da Densidade de Drenagem

**Quadro 11** – Classes de Declividades com relação a Infiltração

**Quadro 12** – Classes de Condutividade Hidráulica das classes de Solo do DF



## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b>	<b>8</b>
<b>2 OBJETIVOS</b>	<b>10</b>
2.1 OBJETIVOS GERAIS	10
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	10
<b>3 ÁREA DE ESTUDO</b>	<b>11</b>
3.1 DISTRITO FEDERAL	11
3.2 BIOMA CERRADO	13
<b>4 REVISÃO DE LITERATURA</b>	<b>14</b>
<b>4.1 PRODUTOS PERIGOSOS</b>	<b>14</b>
<b>4.2 TRANSPORTE RODOVIÁRIO DE PRODUTOS PERIGOSOS</b>	<b>15</b>
4.2.1 TRANSPORTE RODOVIÁRIO DE PRODUTOS PERIGOSOS NO DF	16
<b>4.3 O ANEL VIÁRIO DO DISTRITO FEDERAL</b>	<b>19</b>
<b>4.4 UNIDADES DE CONSERVAÇÃO</b>	<b>20</b>
4.4.1 UNIDADES DE PROTEÇÃO INTEGRAL	20
4.4.2 UNIDADES DE USO SUSTENTÁVEL	22
4.4.3 UNIDADES DE CONSERVAÇÃO DO DISTRITO FEDERAL	23
<b>4.5 ABASTECIMENTO DE ÁGUA DO DISTRITO FEDERAL</b>	<b>26</b>
<b>4.6 SOLOS</b>	<b>29</b>
4.6.1 PRINCIPAIS CLASSES DE SOLO DO DISTRITO FEDERAL	29
4.6.2 CAPACIDADE DE INFILTRAÇÃO DOS SOLOS	35
4.6.3 DECLIVIDADE DO TERRENO	36
4.6.4 CONTAMINAÇÃO DO SOLO	37
<b>4.7 BACIA HIDROGRAFICA</b>	<b>38</b>
<b>4.8 GEOPROCESSAMENTO</b>	<b>39</b>
4.8.1 ANÁLISE DE MULTICRITÉRIOS	39
4.8.2 PARÂMETRO E SUAS FORMAS DE OBTENÇÃO	40
<b>5 MATERIAIS E MÉTODOS</b>	<b>41</b>



5.1 FLUXOGRAMA DA METODOLOGIA	42
5.2 DEFINIÇÕES DAS CLASSES DE VULNERABILIDADE AMBIENTAL	43
5.2.1 ANEL VIÁRIO DO DISTRITO FEDERAL	43
5.2.2 PONTOS DE CAPTAÇÃO DE ÁGUA DA CAESB	44
5.2.3 UNIDADES DE CONSERVAÇÃO DE PROTEÇÃO INTEGRAL	46
5.2.4 USO E OCUPAÇÃO DO SOLO	48
5.2.5 DENSIDADE DE DRENAGEM	49
5.2.6 DECLIVIDADE DO TERRENO	52
5.2.7 SOLOS	55
<b>6 CONCLUSÃO</b>	<b>57</b>
<b>7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	<b>58</b>



## 1. INTRODUÇÃO

Rodovias são estruturas complexas que tem como objetivo principal servir como via de transporte terrestre para pessoas e cargas. Por meio delas são transportadas safras agrícolas, insumos, produtos industriais, notícias em jornais e revistas, máquinas, combustíveis, produtos minerais e toda espécie de coisa material que se possa imaginar que a humanidade utilize; além disso, são as principais vias de transporte de pessoas em curta e média distância. Apesar de todas essas vantagens, por outro lado as rodovias representam um dos maiores males da civilização quanto aos impactos sobre o ambiente natural e o próprio meio antrópico. (BANDEIRA e FLORIANO, 2004)

Uma rodovia pode ser classificada como uma obra de engenharia composta por uma pista e obras de arte. Seus impactos iniciam no planejamento e continuam nas fases de implantação e operação. A avaliação de impacto ambiental das rodovias deve incluir todas as fases, mas no Brasil ainda é incipiente na de operação, sendo pouco ou nada exigido pela legislação nesta fase, embora talvez crie mais impactos do que as demais, pois tem um prazo de duração indefinido, podendo chegar a séculos. (BANDEIRA e FLORIANO, 2004)

Os acidentes com Transporte Rodoviário de Produtos Perigosos (TRPP) têm sido motivo de preocupação devido aos problemas que podem causar à população com respeito à segurança e à saúde e, sobremaneira ao meio ambiente, devido à vulnerabilidade ambiental de áreas, tais como cursos d'água, usos da terra e possibilidade de impactos pela infiltração de produtos perigosos no solo causando danos ao lençol freático.

O problema "Acidentes de Trânsito" tem sido incorporado ao cotidiano da vida das pessoas, silenciosa e assustadoramente. Conhecer melhor essa realidade, criando subsídios para a tomada de decisões e implantação de ações é o primeiro passo para a mudança dessa cruel situação (IPEA, 2006).

Segundo o Código de Trânsito Brasileiro (CTB), a segurança e a prevenção de acidentes de trânsito em rodovias federais são obrigações das autoridades gestoras e operadoras de trânsito e transporte: o Ministério das Cidades, por meio do Departamento Nacional de Trânsito (Denatran); o Ministério dos Transportes, por intermédio do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT); e o Ministério da Justiça, por meio da Polícia Rodoviária Federal (PRF); além dos Departamentos de Estradas de Rodagens (DERs) e Departamentos Estaduais de Trânsito (Detrans) (IPEA, 2006).

Os acidentes envolvendo produtos perigosos podem ter consequências e extrapolar o local do sinistro, com o derramamento dos produtos percorrendo rios, e chegar até corpos hídricos como baías e o mar, carreando a poluição até regiões inimagináveis (DNIT, 2005).



Em face desta questão, diversos procedimentos para segurança da população lindeira, usuários da via, patrimônio público e privado e conservação do meio ambiente devem ser adotados (DNIT, 2005).

Entretanto, o cenário rodoviário do transporte de produtos perigosos, quanto à sua segurança, necessita de outros itens estruturais como o banco de dados de acidentes, além de outras medidas como sinalização, barreiras de proteção em rios, avisos em encostas acentuadas e precipícios, ou ainda a criação de postos de emergência que, na realidade, servem para todos os tipos de veículos (DNIT, 2005).

O uso do Geoprocessamento e as suas diversas áreas afins do conhecimento como cartografia, topografia, sensoriamento remoto, estatística, sistemas de informações geográficas (SIG) são importantes ferramentas para as tomadas de decisão, o planejamento, o mapeamento, o monitoramento de áreas, tendo as informações geográficas vinculadas a diversas áreas de interesse (urbano, rural, ambiental, militar, geográfico, geológico, climatológico etc). O uso de imagens de satélites e suas tecnologias, cada vez mais são e estarão sendo usadas para subsidiar as diversas áreas do conhecimento.

No caso, o presente estudo vem por utilizar um procedimento de análise que se baseia na lógica da construção de um SIG: seleção das principais variáveis que caracterizam um fenômeno com um recorte metodológico de simplificação da complexidade espacial; representação da realidade segundo diferentes variáveis, organizadas em camadas de informação; discretização dos planos de análise em resoluções espaciais adequadas tanto para as fontes dos dados como para os objetivos a serem alcançados.

Resultando em mapas de vulnerabilidade Ambiental que poderão oferecer ferramentas aos órgãos públicos, ao setor privado e à comunidade, de forma a prepará-los para prevenir a ocorrência de acidentes com produtos perigosos e, caso esses aconteçam, prepará-los para que procedam ao pronto atendimento do evento, contendo ou minimizando os efeitos danosos ao meio ambiente e à população.



## **2. OBJETIVOS**

### **2.1.OBJETIVO GERAL**

Realizar um diagnóstico da vulnerabilidade ambiental com relação ao transporte rodoviário de produtos perigosos - TRPP no anel viário do Distrito Federal.

### **2.2.OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Caracterização de como se realiza o transporte de cargas no DF, evidenciando-se o transporte de cargas rodoviárias de produtos perigosos;
- Determinar as áreas ambientalmente mais sensíveis no caso de um acidente com produtos perigosos próximas ao Anel Viário do DF e sua área de influência;
- Determinar o grau de influência de cada parâmetro levantado para o agravamento do dano ambiental em caso de ocorrência de acidente com TRPP;
- Gerar mapas indicando áreas de maior vulnerabilidade ambiental em caso de ocorrência de acidente com TRPP.



### **3. ÁREA DE ESTUDO**

#### **3.1.DISTRITO FEDERAL**

O Distrito Federal está localizado entre os paralelos 15°30' e 16°03' de latitude sul e os meridianos 47°25' e 48°12' de longitude Wgr, na região Centro-Oeste. Ocupa uma área de 5.789,16Km<sup>2</sup> no Planalto Central do Brasil, centro-leste do Estado de Goiás, equivalente a 0,06% da superfície do país. Encontra-se nos limites do rio Descoberto a oeste, e do rio Preto, a leste. Ao norte e ao sul, o DF perpassa por linhas retas, que definem o quadrilátero correspondente à sua área. Limita-se a leste com o município de Cabeceira Grande, pertencente ao Estado de Minas Gerais, e com os seguintes municípios de Goiás:

Ao norte – Planaltina de Goiás, Padre Bernardo e Formosa;

Ao Sul – Luziânia, Cristalina, Santo Antônio do Descoberto, Cidade Ocidental, Valparaíso e Novo Gama;

A leste – Formosa;

A oeste – Santo Antônio do Descoberto, Padre Bernardo e Águas Lindas.

Segundo a classificação de Koppen, o clima do Distrito Federal é tropical e concentra-se no verão as precipitações. O período mais chuvoso ocorre nos meses de novembro a janeiro, e o seco especialmente entre junho e agosto.

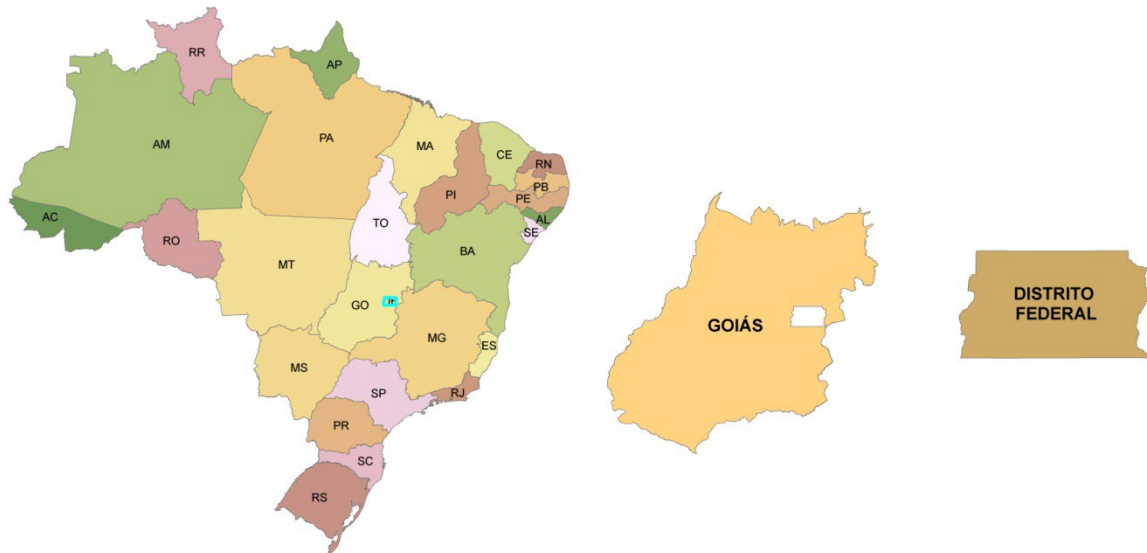
O Distrito Federal situa-se em uma das áreas mais elevadas da Região Centro-Oeste, o Planalto Central, correspondendo ao que restou dos aplainamentos da região. As Chapadas são as formas de relevo mais frequentes nesta área.

Existem no Distrito Federal as seguintes bacias hidrográficas: São Bartolomeu, Preto, Descoberto, Corumbá e São Marcos. As quatro primeiras são as principais e drenam cerca de 95% do território, alimentando as bacias das Regiões Hidrográficas: Paraná, Araguaia e São Francisco.

A bacia do rio São Bartolomeu é a maior, com aproximadamente 50% da área total do DF, equivalente a 2.864,05 Km<sup>2</sup>. A bacia do rio Preto ocupa 23% da área total e drena 1.343,75 Km<sup>2</sup>; a do rio Descoberto, com 14% da área total, drena 825 Km<sup>2</sup> e a do rio Maranhão, com 13% da área, drena 750 Km<sup>2</sup>. Apesar de sua extensão, a rede hidrográfica do Distrito Federal não oferece condições de navegabilidade.



## MAPA DE LOCALIZAÇÃO DO DISTRITO FEDERAL



Fonte: I3GEO  
Sistema de Coordenadas Geográficas: SAD69  
Elaborado: Viviane L. de Amorim

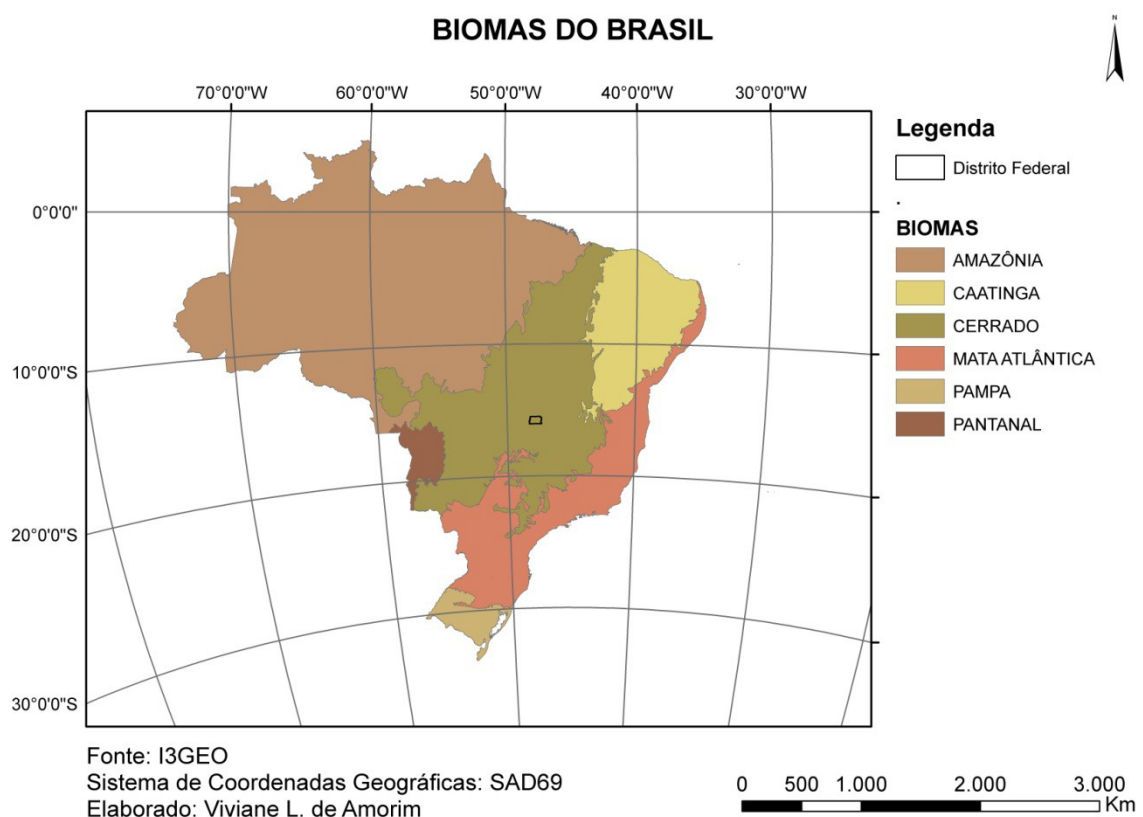
**Figura 1** – Mapa de localização do DF





### 3.2.BIOMA CERRADO

O Distrito Federal e o Entorno estão situados na região do cerrado, um dos mais importantes ecossistemas do mundo em biodiversidade, que no passado foi devastado pela ação antrópica. Nos dias atuais, existe uma nova consciência ambiental, que se preocupa com a preservação e conservação desse ecossistema pelo estabelecimento de inúmeras áreas protegidas com diferentes critérios de destinação.



**Figura 2** - Mapa dos biomas do Brasil



## **4. REVISÃO DE LITERATURA**

### **4.1.PRODUTOS PERIGOSOS**

Produto perigoso é uma substância encontrada na natureza ou produzida por qualquer processo que possua propriedades físico-químicas, biológicas ou radioativas que representem riscos para a saúde das pessoas, para a segurança pública e para o meio ambiente, conforme relacionado na Resolução nº. 420/04, da Agência Nacional de Transporte Terrestre (ANTT).

São exemplos de produtos perigosos os inflamáveis, explosivos, corrosivos, tóxicos, radioativos e outros produtos químicos que, embora não apresentem risco iminente, podem em caso de acidentes, representarem uma grave ameaça à população e ao meio ambiente.

Segundo a Resolução nº 420, de 12 de fevereiro de 2004, os produtos perigosos são classificados em nove classes de produtos, as quais são subdivididas em subclasses, conforme a necessidade. Esse agrupamento ocorre em função das características físico-químicas das substâncias, suas características de toxicidade, reatividade, inflamabilidade, dentre outras características.

O Brasil adota a classificação aceita internacionalmente pelos países integrantes da UNEP, a qual foi regulamentada pelo Decreto nº 96.044/1988 (Regulamento do Transporte de Produtos Perigosos - RTPP), cujas instruções complementares foram aprovadas pela Resolução da Agência Nacional de Transporte Terrestre (ANTT) nº 420/2004 e alterada pela Resolução nº 701/2004, que divide os produtos perigosos em nove classes, algumas das quais são subdivididas em subclasses, de acordo com o risco ou o mais sério dos riscos que apresentam. As definições apresentadas a seguir foram retiradas da resolução supracitada. Essas classes e subclasses foram subdivididas conforme o quadro a seguir.

Classe 1 – Explosivos

Classe 2 – Gases

Classe 3 – Líquidos inflamáveis

Classe 4 – Sólidos inflamáveis

Classe 5 – Substâncias oxidantes

Classe 6 - Substâncias tóxicas

Classe 7 – Materiais radioativos

Classe 8 – Corrosivos

Classe 9 – Substâncias perigosas diversas



#### **4.2. TRANSPORTE RODOVIÁRIO DE PRODUTOS PERIGOSOS**

O transporte de produtos perigosos é uma operação que apresenta uma série de riscos uma vez que nessa operação estes produtos estão sujeitos a uma série de situações pela grande combinação de fatores adversos tais como: estado das vias (traçado, o uso e ocupação do solo lindeiro, manutenção, volume de tráfego, sinalização, condições atmosféricas, estado de conservação do veículo, experiência do condutor).

A ONU, através do Programa Ambiental das Nações Unidas (United Nations Environmental Programme - UNEP, 1995), constatou que um dos grandes problemas dos países em desenvolvimento é a falta de infra-estrutura para a condução de emergência, no caso de incidentes com produtos perigosos, para garantir a segurança do público e do meio ambiente.

Segundo o Decreto nº 96.044, de 18/05/1988 (BRASIL, 1998), o transporte cargas/produtos perigosos é o deslocamento de um local para outro, independentemente da distância a ser percorrida.

A Resolução nº. 420 de 12/02/04 (BRASIL, 2004) da Agência Nacional de Transportes Terrestres (ANTT) estabelecem as instruções complementares ao regulamento do transporte terrestre de produtos perigosos. Esse decreto disciplina o transporte, pelas rodovias brasileiras e nas vias públicas, de cargas/produtos perigosos e que representem riscos para a saúde das pessoas, para a segurança pública ou para o meio ambiente.

Um acidente no transporte de produto químico ocorre todas as vezes que se perde o controle sobre o risco, resultando em perda de carga, causando danos humanos, materiais e ambientais, com custos sociais e econômicos muito elevados. Esse custo não foi computado no projeto “Impactos Sociais e Econômicos dos Acidentes de Trânsito nas Rodovias Brasileiras”, tendo em vista a inexistência de informações específicas sobre a perda de carga química, nos bancos de dados de acidentes de trânsito, das rodovias federais e estaduais (IPEA, 2006).

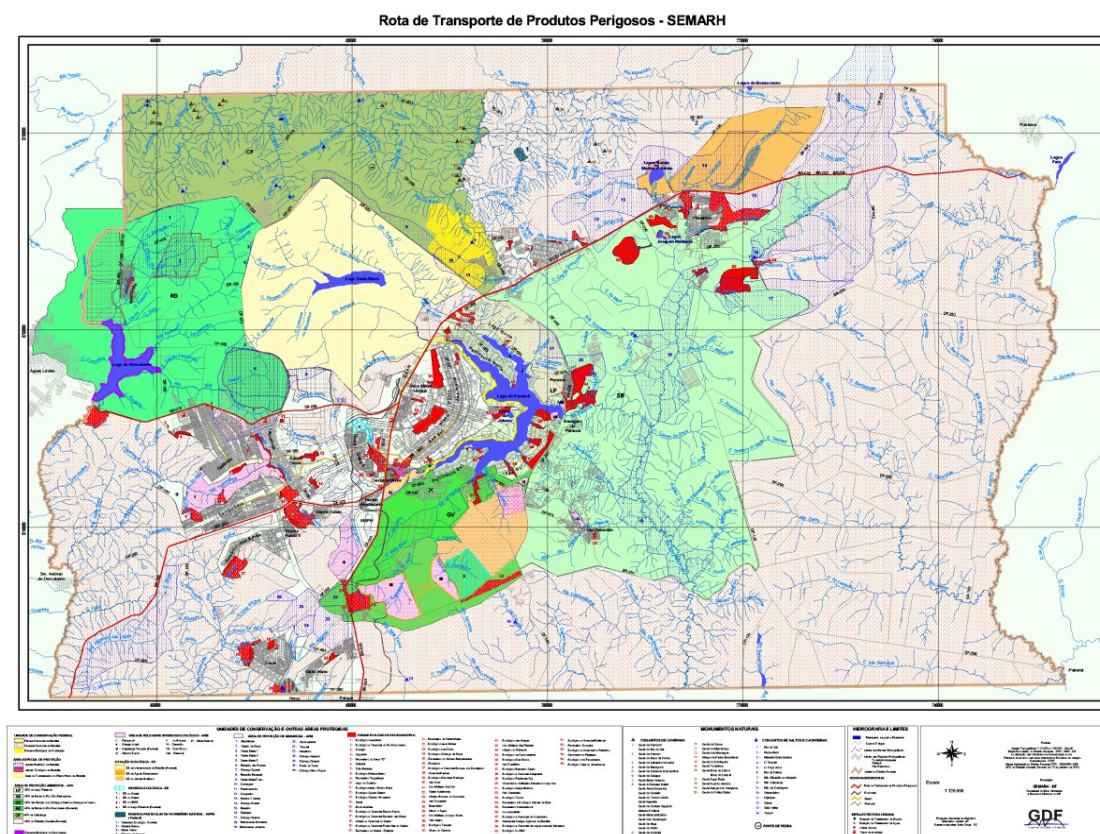
Os impactos ambientais relacionados a acidentes com produtos químicos, além de difícil mensuração, podem ter implicações totalmente diferenciadas, dado que, para cada produto químico lançado ao ambiente, os impactos são diferenciados e podem variar dependendo do tipo de solo, vegetação, clima da região onde houve o acidente; podem variar, também, de acordo com as características individuais de cada um dos produtos químicos, bem como sua concentração no ambiente, seu peso, densidade, etc. Portanto,

mensurar os custos ambientais em decorrência de acidentes de trânsito envolvendo carga de produtos químicos é uma difícil tarefa (IPEA, 2006).

Devido à sua natureza complexa e de difícil mensuração, os custos econômicos e sociais decorrentes de danos ambientais causados por acidentes de trânsito com produtos químicos não foram valorados no presente estudo. A inclusão desse elemento deve aumentar significativamente o custo dos acidentes de trânsito nas rodovias e deve ser objeto de futuros trabalhos (IPEA, 2006).

#### 4.2.1. TRANSPORTE DE RODOVIÁRIO DE PRODUTOS PERIGOSOS NO DF

Segundo Santos (2006), a maior parte dos produtos transportados destina-se ao Distrito Federal (4.619 ocorrências, o que corresponde a 57,3%), O Estado de Goiás aparece como o segundo destino das cargas, com 34,39%, seguido de Minas Gerais 4,72%, Bahia 2,29% e Tocantins 0,73%.



**Figura 3** – Mapa mostrando a rota de produtos perigosos no DF. Fonte: SEMARH

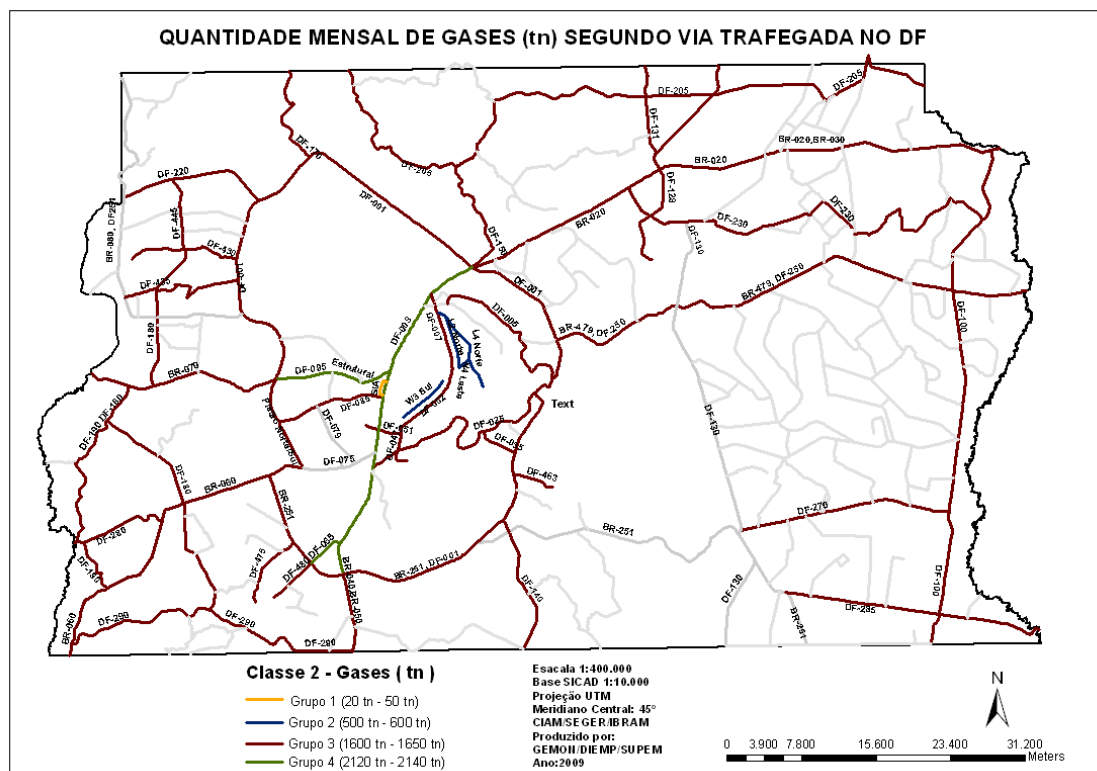


Figura 4 – Mapa mostrando a rota de gases no DF. Fonte: IBRAM

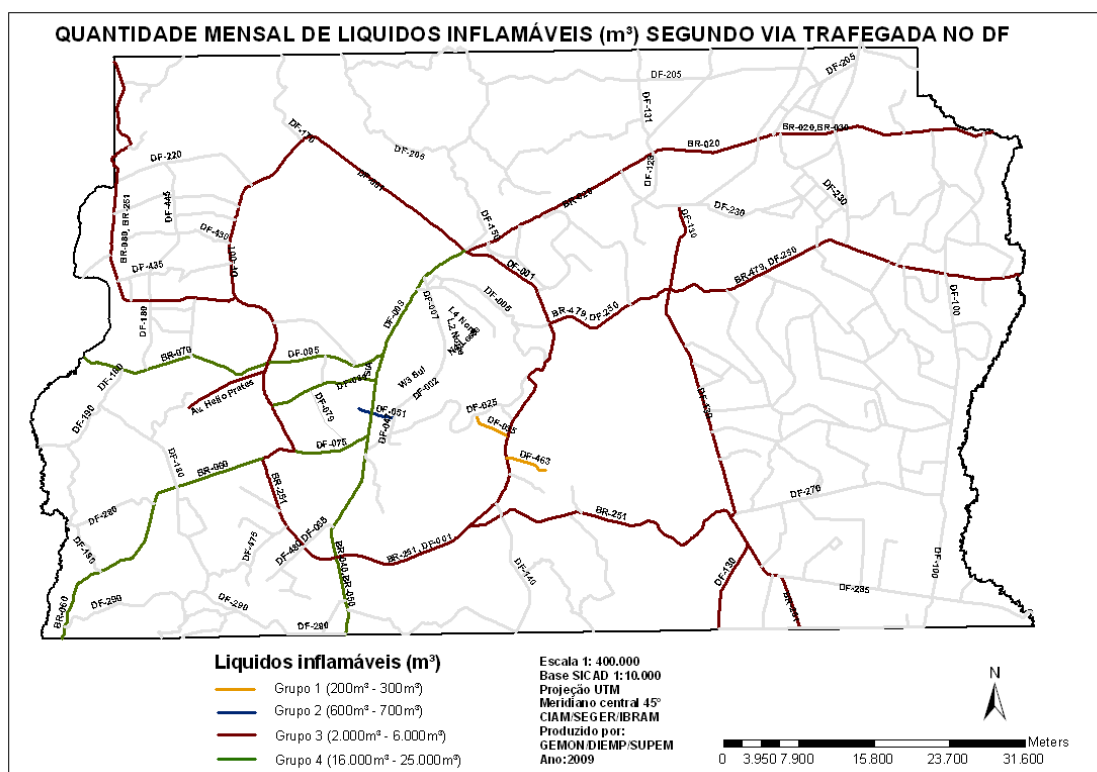


Figura 5 – Mapa da Rota de Líquidos Inflamáveis no DF. Fonte: IBRAM







De acordo com Santos (2006), a classe dos líquidos inflamáveis é a mais transportada em relação à frequência, totalizando 69,1% dos produtos perigosos transportados no DF, seguidos dos gases (23,8%). As demais classes, em relação à frequência, não possuem quantidades significativas. Isso pode ser conferido no Quadro 1, a seguir.

CLASSE DE RISCO	POSTO FISCAL DE COLETA DE DADOS			TOTAL
	BR 040	BR 060	BR 020	
Explosivos	3	8	1	12
Gases	1.328	293	302	1.923
Líquidos Inflamáveis	3.037	1.544	995	5.76
Sólidos Inflamáveis	<b>36</b>	<b>3</b>	<b>89</b>	<b>128</b>
Subst. Oxidantes e Peróxidos Orgânicos	4	1	0	5
Tóxicas e Infectantes	31	7	16	54
Corrosivas	43	56	13	112
Perigosas Diversas	133	54	14	201
Mista	34	7	12	53
Total	4.649	1.973	1.442	8.064

**Quadro 1** – Quantidade de Produtos Perigosos Transportados no DF por Classe de Risco.  
Fonte: Santos (2006).

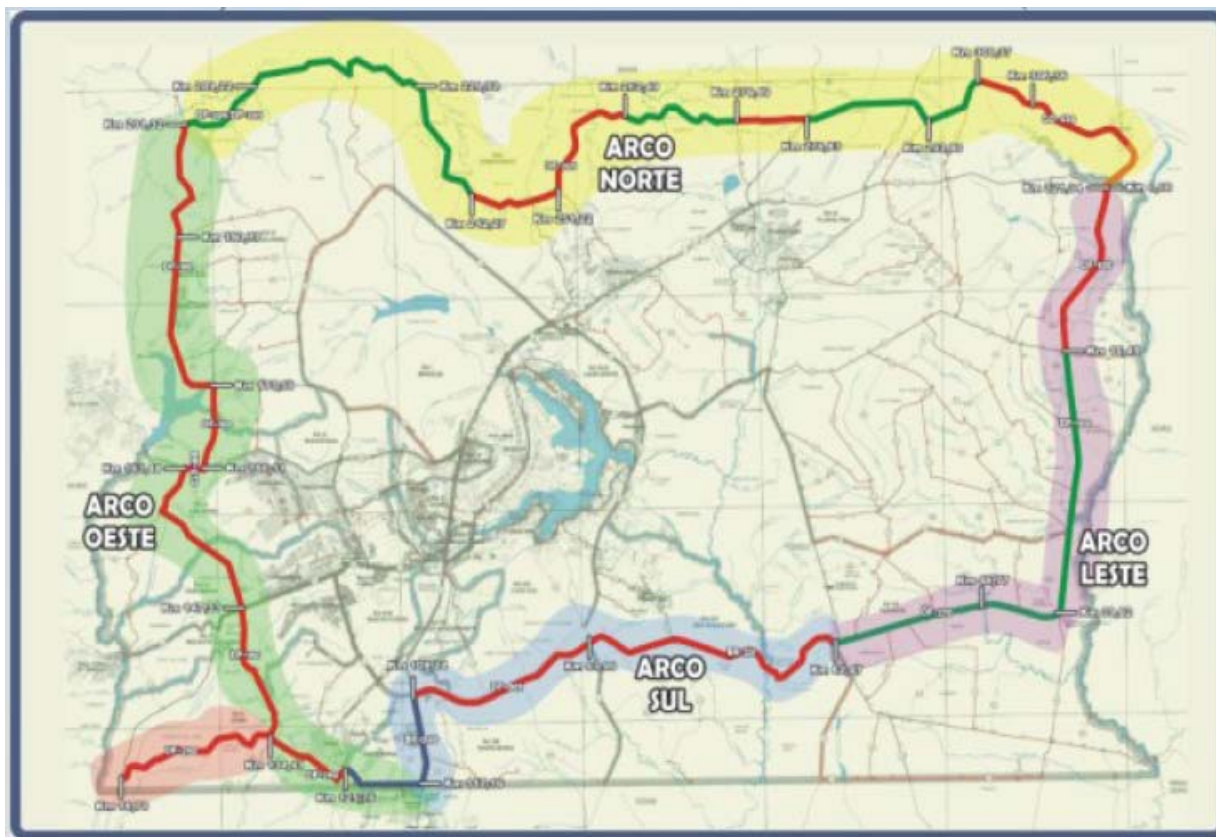
#### 4.3.O ANEL VIÁRIO DO DISTRITO FEDERAL

A construção do Anel Viário do Distrito Federal, projeto em estudo, tem como objetivo desafogar o trânsito de cargas pesadas da Estrada Parque Indústria e Abastecimento (EPIA). Com 321,6 quilômetros de extensão, o anel vai tirar todas as carretas de carga pesada e média que cruzam o Brasil de Sul a Norte, e que utilizam a BR-450, rodovia que passa pela EPIA. Com isto o tráfego de caminhões será desviado para a periferia da cidade. O projeto consta de 216,5 Km de duplicação que serão executadas em todas as rodovias que envolvem o percurso de Leste a Oeste: DF-001, BR-251, DF-270, DF-100, DF-290, DF-180 e BR-080. (Machado, 2010)

O Departamento de Estradas de Rodagens (DER) salienta que nas 33 interseções existentes no trajeto, utilizadas como cruzamento entre rodovias, serão construídas rotatórias, pontes, viadutos, obras que eliminem a interseção e permitam ao trânsito fluir. (Machado, 2010)

O Anel Viário do Distrito Federal foi concebido em 4 macro segmentos intitulados Arcos: Leste, Sul, Oeste e Norte. Tais arcos viários, integrados por rodovias distritais e federais, encontram-se inseridos nas Regiões Administrativas (RA) do Gama, Brazlândia, Sobradinho, Planaltina, Paranoá, Núcleo Bandeirante, Ceilândia, Samambaia, Santa Maria,

São Sebastião, Recanto das Emas e Lago Sul, conforme disposto na Figura 8. (DER/DF, 2009)



**Figura 8** – Mapa do Anel Viário do DF. Fonte: EIA/RIMA do Anel Viário do DF.

#### **4.4.UNIDADES DE CONSERVAÇÃO**

De acordo com a Lei N° 9.985, de 18 de julho de 2000, que institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza – SNUC, as unidades de conservação são espaços territoriais e seus recursos ambientais, incluindo as águas jurisdicionais, com características naturais relevantes, legalmente instituídos.

##### **4.4.1 UNIDADES DE PROTEÇÃO INTEGRAL**

O objetivo básico das unidades de Proteção Integral é preservar a natureza, sendo admitido apenas o uso indireto dos seus recursos naturais.

O grupo das Unidades de Proteção Integral é composto pelas seguintes categorias de unidades de conservação:

- I - Estação Ecológica;
- II - Reserva Biológica;
- III - Parque Nacional;





IV - Monumento Natural;

V - Refúgio de Vida Silvestre.

As Estações Ecológicas são áreas de grande importância para a preservação dos ecossistemas naturais no interesse da pesquisa científica, sendo as visitas rigorosamente controladas e geralmente fechadas ao público. Na Estação Ecológica, o ecossistema é protegido de forma integral em 90% da área e onde a interferência humana deve ser sempre a mínima possível.

Esta categoria de Unidade de Conservação foi instituída no Distrito Federal pela Lei nº 889, de 24 de julho 1995, regulamentada pelo Decreto nº 17.430, de 11 de junho de 1996, objetivando a proteção e preservação de ambientes naturais, devido a seu especial interesse ou características ímpares como quedas-d'água espetaculares, cavernas, formações rochosas, espécies únicas da fauna e flora etc., e possibilitar oportunidades para a interpretação, educação, investigação e turismo.

A Reserva Biológica tem como objetivo a preservação integral da biota e demais atributos naturais existentes em seus limites, sem interferência humana direta ou modificações ambientais, com exceção para as medidas de recuperação de seus ecossistemas alterados e as ações de manejo necessárias para recuperar e preservar o equilíbrio natural, a diversidade biológica e os processos ecológicos naturais.

O Parque Nacional tem como objetivo básico a preservação de ecossistemas naturais de grande relevância ecológica e beleza cênica, possibilitando a realização de: pesquisas científicas; atividades de educação e interpretação ambiental; recreação em contato com a natureza e; turismo ecológico.

O Monumento Natural tem como objetivo básico preservar sítios naturais raros, singulares ou de grande beleza cênica. Pode ser constituído por áreas particulares, desde que os proprietários compatibilizem os objetivos da unidade com a utilização da terra e dos seus recursos naturais.

O Refúgio de Vida Silvestre tem como objetivo proteger ambientes naturais onde se asseguram condições para a existência ou reprodução de espécies ou comunidades da flora local e da fauna residente ou migratória. Pode ser constituído por áreas particulares se o proprietário conseguir compatibilizar os objetivos da unidade com a utilização da terra e dos recursos naturais do local.



#### **4.4.2 UNIDADES DE USO SUSTENTÁVEL**

O objetivo básico das Unidades de Uso Sustentável é compatibilizar a conservação da natureza com o uso sustentável de parcela de seus recursos naturais.

Constituem o Grupo das Unidades de Uso Sustentável as seguintes categorias de unidade de conservação:

- I - Área de Proteção Ambiental;
- II - Área de Relevante Interesse Ecológico;
- III - Floresta Nacional;
- IV - Reserva Extrativista;
- V - Reserva de Fauna;
- VI - Reserva de Desenvolvimento Sustentável; e
- VII - Reserva Particular do Patrimônio Natural.

A Área de Proteção Ambiental é uma área geralmente extensa, com certo grau de ocupação humana. Ela possui atributos abióticos, bióticos, estéticos ou culturais especialmente importantes para a qualidade de vida e o bem-estar das populações humanas, e tem como objetivos básicos proteger a diversidade biológica, disciplinar o processo de ocupação e assegurar a sustentabilidade do uso dos recursos naturais.

A Área de Relevante Interesse Ecológico é uma área em geral de pequena extensão, com pouco ou nenhuma ocupação humana, com características naturais extraordinárias ou que abriga exemplares raros da biota regional. Ela tem como objetivo manter os ecossistemas naturais de importância regional ou local e regular o uso admissível dessas áreas, de modo a compatibilizá-lo com os objetivos de conservação da natureza.

A Floresta Nacional é uma área com cobertura florestal de espécies predominantemente nativas e tem como objetivo básico o uso múltiplo sustentável dos recursos florestais e a pesquisa científica, com ênfase em métodos para a exploração sustentável de florestas nativas.

A Reserva Extrativista é uma área utilizada por populações extrativistas tradicionais, cuja subsistência baseia-se no extrativismo e, complementarmente, na agricultura de subsistência e na criação de animais de pequeno porte, e tem como objetivos básicos proteger os meios de vida e a cultura dessas populações, e assegurar o uso sustentável dos recursos naturais da unidade.



A Reserva de Fauna é uma área natural com populações animais de espécies nativas, terrestre ou aquáticas, residentes ou migratórias, adequadas para estudos técnico-científicos sobre o manejo econômico sustentável de recursos faunísticos.

A Reserva de Desenvolvimento Sustentável é uma área natural que abriga populações tradicionais cuja existência baseia-se em sistemas sustentáveis de exploração dos recursos naturais, desenvolvidos ao longo de gerações e adaptados às condições ecológicas locais e que desempenham um papel fundamental na proteção da natureza e na manutenção da diversidade biológica. Tem como objetivo básico preservar a natureza e, ao mesmo tempo, assegurar as condições e os meios necessários para a reprodução e a melhoria dos modos e da qualidade de vida e exploração dos recursos naturais das populações tradicionais, bem como valorizar, conservar e aperfeiçoar o conhecimento e as técnicas de manejo do ambiente, desenvolvido por estas populações.

A Reserva Particular do Patrimônio Natural é uma área privada, gravada com perpetuidade, com o objetivo de conservar a diversidade biológica. Consta de termo de compromisso assinado perante o órgão ambiental, que verificará a existência de interesse público, e será averbado à margem da inscrição no Registro Público de Imóveis.

#### **4.4.3 UNIDADES DE CONSERVAÇÃO DO DISTRITO FEDERAL**

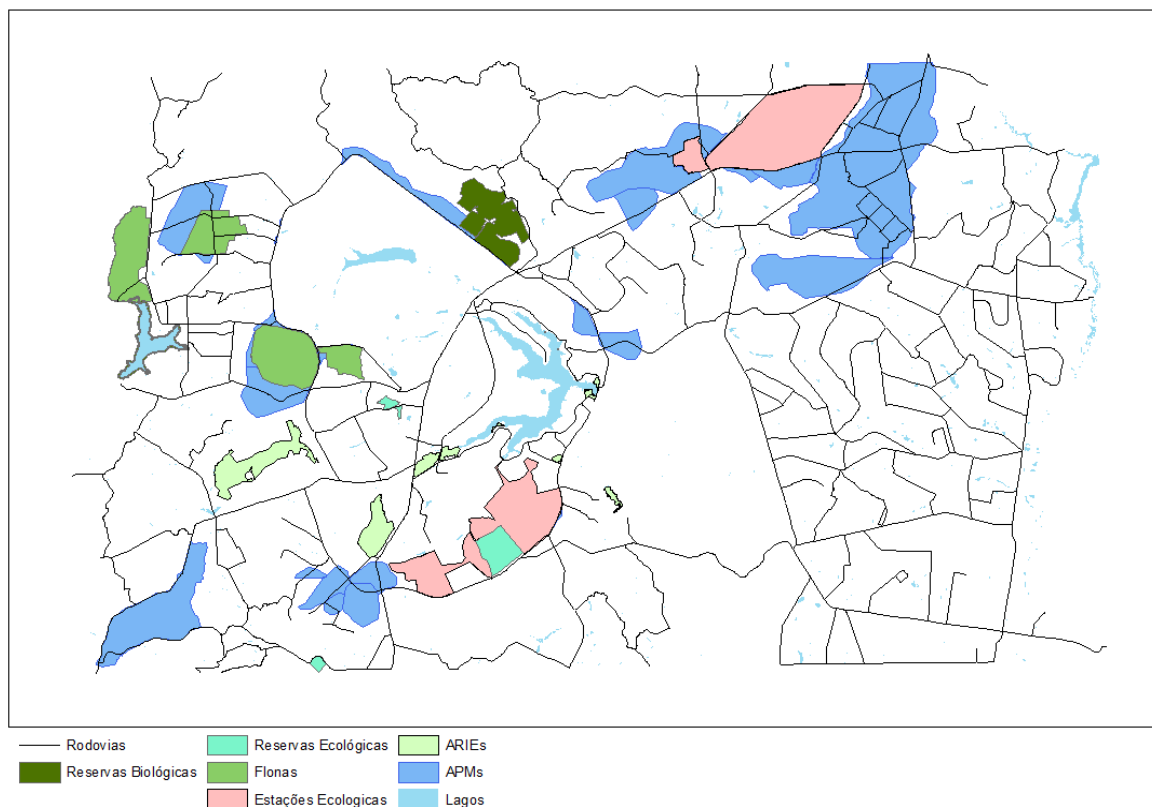
Projeto de Lei Complementar nº 62/03, que regulamenta o artigo 279, incisos I, III, IV, XIV, XVI, XIX, XXI e XXII e o artigo 281 da Lei Orgânica do Distrito Federal. Os artigos são referentes à instituição do Sistema Distrital de Unidades de Conservação (SDUC).

O Distrito Federal possui 69 (sessenta e nove) UCs conforme o Quadro 2.



UNIDADE DE CONSERVAÇÃO DO DISTRITO FEDERAL					
1	Parque Três Meninas	24	Parque Ecol. e Viven. do Recanto das Emas	47	Estação Ecol. Jardim Botânico
2	Parque Ecológico Dom Bosco	25	Parque Ecológico Península Sul	48	Reserva Ecológica do Guará
3	Parque Ecológico Garça Branca	26	Parque Ecológico Saburo Onoyama	49	Reserva Ecológica do Gama
4	Parque Ecológico Burle Marx	27	Parque Ecológico Taquari	50	Reserva Ecológica do IBGE
5	Parque Ecol. Ezechias Heringer-Áreas 27	28	Parque Olhos d'água	51	Reserva Ecológica do Lago Paranoá
6	Parque Boca da Mata	29	Parque Corujas	52	APA da Cafuringa
7	Parque Lago do Cortado	30	Parque das Sucupiras	53	APA do Lago Paranoá
8	Parque Areal	31	Parque de Uso Múltiplo da Asa Sul	54	APA das Bacias Gama e Cabeça de
9	Parque Recreativo e Ecol. Canela de Ema	32	Parque de Uso Múltiplo do Lago Norte	55	APA do Rio São Bartolomeu
10	Parque das Copaibas	33	Parque Ecológico Córrego do Onça	56	APA do Rio Descoberto
11	Parque Ecológico das Garças	34	Parque Recreativo do Setor "O"	57	APA do Planalto
12	Parque Ecol. e Vivencial do Riacho Fundo	35	Parque Recreat. do Núcleo Bandeirante	58	ARIE do Cerradão
13	Parque Ecol. e Viven. da Candangolândia	36	Parque Morro do Careca	59	ARIE da Granja do Ipê
14	Parque Viven. do Anfiteatro Nat. do Lago	37	Parque Ecol. e Viven. Bosque dos Eucalip.	60	ARIE Riacho Fundo
15	Parque Urbano do Bosque do Sudoeste	38	Parque Ecol. Irmão Afonso Haus	61	ARIE do Bosque
16	Parque Vivencial Denner	39	Parque Ecológico Metropolitano	62	ARIE dos Córregos Capetinga / Taquara
17	Parque Catetinho	40	Gatumé Parque Gatumé	63	ARIE JK
18	Parque de Uso Múltiplo Vila Planalto	41	Parque Lagoinha	64	ARIE Paranoá Sul
19	Parque Dona Sarah Kubitschek -Cidade	42	Parque Recreativo de Taguatinga	65	ARIE do Setor Habitacional Dom Bosco
20	Parque Ecológico Águas	43	Parque das Aves	66	Parque Nacional de Brasília
21	Parque Ecológico do Rasgado	44	Parque Dom Bosco	67	Jardim Zoológico de Brasília
22	Parque Ecológico e Vivencial Canjerana	45	Estação Ecológica da UnB	68	Jardim Botânico de Brasília
23	Parque Ecol. e Vivencial da Vila Varjão	46	Estação Ecológica de Águas Emendadas	69	Floresta Nacional de Brasília

**Quadro 2 – Unidades de Conservação do Distrito Federal.**



**Figura 9** – Mapa das rodovias do DF e as principais Unidades de Conservação por categoria.

As unidades de conservação e os pequenos fragmentos florestais localizados em áreas particulares estão entre os últimos refúgios para diversas espécies da fauna, principalmente as ameaçadas de extinção, e representam a condição básica para a conservação e perpetuação da diversidade biológica.

Outro fator importante para o processo de fragmentação das áreas florestais é a expansão da malha rodoviária que vem causando impactos à paisagem e à conservação da fauna.

Estudos sobre os impactos das rodovias na conservação da fauna silvestre têm sido realizados em vários países, e mais recentemente em algumas regiões do Brasil e do Estado de São Paulo (Fischer, 1997; Faria e Moreni, 2000; Cândido Jr. et al., 2002; Rodrigues, 2002; Mantovani et al., 2004; Prada, 2004; Bagatini, 2006; Melo e Santos-Filho, 2007). Esses estudos apresentam dados sobre os atropelamentos de diversos grupos nas rodovias e entorno de unidades de conservação, e as medidas mitigadoras necessárias à redução deste impacto.



Segundo Fischer (1997) e Rodrigues (2002), as estradas representam um grande risco para os carnívoros, que necessitam de vasta área de vida e ainda possuem baixas taxas reprodutivas e baixa densidade.

#### **4.5.ABASTECIMENTO DE ÁGUA DO DISTRITO FEDERAL**

O Brasil possui a maior quantidade de água doce do planeta, encontrada nos muitos rios e aquíferos brasileiros. Entretanto, toda essa água está distribuída de maneira bastante desigual entre as regiões do país. O Distrito Federal e seu Entorno estão numa região onde surgem as grandes bacias hidrográficas brasileiras. Só que, por se tratar de uma área de nascentes, os rios do DF não têm grandes volumes de água. (CAESB, 2011)

O Distrito Federal é composto por 30 Regiões Administrativas (RAs) e está localizado nas cabeceiras de três Regiões Hidrográficas: Tocantins-Araguaia, Paraná e São Francisco. Em função da proximidade das nascentes, os mananciais possuem baixa disponibilidade hídrica. O manancial do rio Descoberto forma um lago que se constitui, atualmente, na mais importante fonte hídrica de abastecimento de água do DF.

A Companhia de Saneamento Ambiental do Distrito Federal - CAESB é a responsável pela operação dos cinco sistemas produtores do DF. Esses sistemas utilizam 25 pontos de captações superficiais, 16 unidades de tratamento de água e conjuntos de poços profundos. Os sistemas Descoberto e Torto/Santa Maria são responsáveis pelo atendimento de mais de 80% da população do DF.

No DF, os atuais sistemas de produção necessitam do reforço de novos mananciais. Nesse sentido, dois grandes empreendimentos estão previstos: Sistemas Produtores Corumbá IV e Lago Paranoá.

Além desses empreendimentos, importantes adequações estão previstas para os atuais sistemas de produção, tais como o reforço proveniente do ribeirão Bananal para o Sistema Torto/Santa Maria e a implementação da ETA Contagem na área do Sistema Sobradinho/Planaltina.

A Região Integrada de Desenvolvimento do Distrito Federal e Entorno – RIDE/DF, criada pela Lei Complementar nº 94, de 19 de fevereiro de 1998 e regulamentada pelo Decreto nº 2.710, de 04 de agosto de 1998, alterado pelo Decreto nº 3.445, de 04 de maio de 2000, para efeitos de articulação da ação administrativa da União, dos Estados de Goiás e de Minas Gerais e do Distrito Federal, é constituída pelo Distrito Federal, pelos municípios de Abadiânia, Água Fria de Goiás, Águas Lindas de Goiás, Alexânia, Cabeceiras, Cidade Ocidental, Cocalzinho de Goiás, Corumbá de Goiás, Cristalina, Formosa, Luziânia, Mimoso de Goiás, Novo Gama, Padre Bernardo, Pirenópolis, Planaltina, Santo Antônio do



Descoberto, Valparaíso de Goiás e Vila Boa, no Estado de Goiás, e de Unaí, Buritis e Cabeceira Grande, no Estado de Minas Gerais. (MI, 2011)

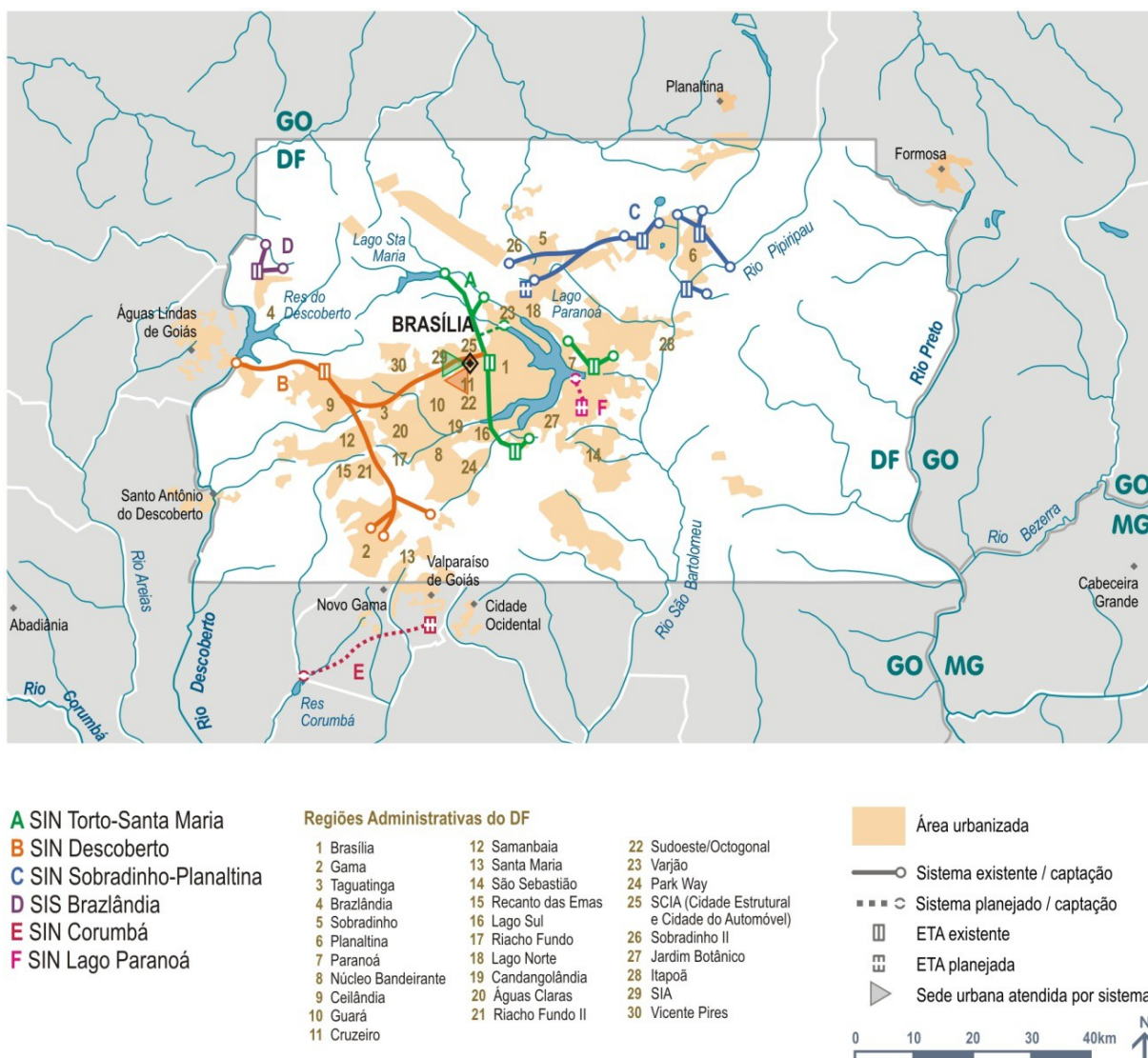
A RIDE DF está localizada nas cabeceiras de três ricas Regiões Hidrográficas do País: Tocantins/Araguaia, Paraná e São Francisco.

Os sistemas Descoberto e Torto/Santa Maria possuem duas principais ETAs (Descoberto e Brasília) e são interligados na distribuição de água tratada. O déficit hídrico e as obras identificadas para atender as demandas futuras do DF estão em sintonia com os resultados da revisão do Plano Diretor de Água e Esgoto do DF e Entorno Sul/2000, realizado pela CAESB.

RIDE-DF		
Sistema	Principais Mananciais	Regiões Administrativas do DF e Sedes Urbanas Atendidas
DISTRITO FEDERAL		
Torto/Santa Maria (Integrado)	Barragem Santa Maria e Ribeirão do Torto	Regiões Administrativas de Brasília; Cruzeiro; Lago Norte; Lago Sul; Paranoá
Rio Descoberto (integrado)	Barragem do rio Descoberto	Regiões Administrativas de Brasília; Candangolândia; Ceilândia; Cruzeiro; Gama; Guará; Lago Sul; Núcleo Bandeirante; Recanto das Emas; Riacho Fundo; Samambaia; Santa Maria; Taguatinga e município de Novo Gama (SANEAGO)
Sobradinho/ Planaltina	Superficiais (Pipiripau e outros) e subterrâneos	Regiões Administrativas de Planaltina; Sobradinho
Brazlândia	Superficiais e subterrâneos	Região Administrativa de Brazlândia
São Sebastião	Poços	Região Administrativa de São Sebastião
ENTORNO DO DF		
Sistemas Isolados	Mananciais Superficiais/ Mistos	Abadiânia; Alexânia; Buritis; Cabeceira Grande; Cidade Ocidental; Cocalzinho de Goiás; Corumbá de Goiás; Cristalina; Formosa; Luziânia; Novo Gama; Padre Bernardo; Pirenópolis; Planaltina de Goiás; Santo Antônio do Descoberto; Unaí; Valparaíso de Goiás
	Poços	Água Fria; Águas Lindas de Goiás; Cabeceiras; Mimoso de Goiás; Vila Boa

**Quadro 3** - Região Integrada de Desenvolvimento do Distrito Federal e Entorno – RIDE.  
Fonte: Site da CAESB.





**Figura 10 – Sistema de Abastecimento de Água da CAESB.** Fonte: Site da CAESB

Na RIDE-DF, apenas os municípios de Abadiânia, Buritis, Cabeceiras, Corumbá de Goiás e Mimoso de Goiás apresentam condições de abastecimento satisfatórias para o atendimento das demandas futuras. Para as demais sedes urbanas é prevista a ampliação/adequação dos sistemas de abastecimento, o aproveitamento de novo manancial para o atendimento de Pirenópolis, e a construção de barragem para o aumento da garantia hídrica do manancial de Formosa.

O Sistema de abastecimento de água do Distrito Federal está dividido em 5 (cinco) Sistemas Operacionais: Brasília; Descoberto; São Sebastião; Sobradinho/Planaltina; e Torto / Santa Maria. Eles juntos possuem um total de 30 pontos de captação de água. (Caesb, 2007)





**Figura 11** - Sistema de abastecimento de água do DF. Fonte: Site da Caesb

## 4.6.SOLOS

De acordo com o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (SiBCS) existem 13 classes de solo. São elas: Argissolo, Cambissolo, Chernossolo, Espodossolo, Gleissolo, Latossolo, Luvisolo, Neossolo, Nitossolo, Organossolo, Planossolo, Plintossolo e Vertissolo. Essas classes são divididas em seis níveis categóricos, sendo os primeiros quatro deles (ordem, subordem, grande grupo e subgrupo) os mais desenvolvidos. O 5º e 6º níveis categóricos ainda se encontram em desenvolvimento (EMBRAPA, 2009).

### 4.6.1.PRINCIPAIS CLASSES DE SOLOS DO DISTRITO FEDERAL

#### Latossolos

Os Latossolos ocupam 54,50% da área do Distrito Federal (DF) e compreendem os Latossolos Vermelhos (antiga classe do Latossolo Vermelho-Escuro) com 38,92% da área; e os Latossolos Vermelho-Amarelos (antiga classe do Latossolo Vermelho-Amarelo) com 15,58%.

São solos altamente intemperizados, resultantes da remoção de sílica e de bases trocáveis do perfil. Em consequência, concentram minerais secundários do grupo da



caulinita, óxidos, hidróxidos e oxi-hidróxidos de Fe e Al como hematita, goethita, gibbsita e outros. O quartzo, por ser muito resistente ao intemperismo, persiste como mineral primário residual no perfil de alteração.

As formas de relevo predominantes dos Latossolos do Distrito Federal são residuais de superfícies de aplainamento, conhecidas regionalmente como chapadas. Na primeira superfície geomorfológica cuja topografia apresenta-se como plana a suave-ondulada, dominam Latossolos mais intemperizados com maior porcentagem de óxidos de Fe e principalmente óxidos de alumínio na forma de gibbsita, com matiz mais amarelado. Na segunda superfície geomorfológica, ocorrem os Latossolos de origem de depósitos de sedimentos, normalmente, menos intemperizados, mais cauliniticos e vermelhos.

São solos minerais, não hidromórficos, profundos (normalmente superiores a 2 m) apresentando horizonte B latossólico muito espesso (> 50 cm). Possuem seqüência de horizontes A, B e C pouco diferencia da com cores variando de vermelha a amarelada (geralmente escuras no A, vivas no B e mais claras no C). As estruturas predominantes são blocos subangulares (pouco desenvolvidos) e/ou em forma muito pequena granular podendo compreender partes com aspecto maciço poroso.

Apresentam baixo teor de silte (entre 10% e 20%) e argila, variando entre 15% e 80%. Podem ser excessivamente drenados, fortemente drenados e acentuadamente drenados, conforme a natureza da textura, da estrutura e da situação topográfica.

São solos com alta permeabilidade de água. A capacidade de água disponível até 2 m de profundidade varia, em média, de 500 a 760 mm para os solos de textura muito argilosa, de 300 a 500 mm para os de textura argilosa e de 260 a 330 mm para os de textura média.

Quimicamente, mais de 95% dos Latossolos no DF são distróficos e ácidos, com baixa a média capacidade de troca catiônica e níveis de pH em torno de 4,0 e 5,5.

### **Neossolos Quartzarênicos**

Os Neossolos Quartzarênicos, (antiga classe das Areias Quartzosas) do DF, correspondem a 0,51% da área, geralmente, são solos profundos (pelo menos 2 m) apresentando textura arenosa ou franco-arenosa, constituídos essencialmente de quartzo, com máximo de 15% de argila e seqüência de horizontes do tipo A-C. A vegetação natural predominante é a de Cerrado e/ou Campo Cerrado.

No DF, os Neossolos Quartzarênicos estão relacionados a sedimentos arenosos de cobertura e a alterações de rochas quartzíticas e areníticas, normalmente em relevo plano ou suave-ondulado. Na estrutura morfológica, caracterizam-se por camadas de areia



inconsolidadas cuja estrutura é fraca, pouco coerente e constitui basicamente grãos simples. Fisicamente, são muito porosos, excessivamente drenados e com uma capacidade de água disponível até 2 m de profundidade variando em média de 70 a 200 mm. Quimicamente, apresentam baixa disponibilidade em nutrientes para as plantas, além de não disporem de reservas nutricionais que possam ser liberadas de forma gradual, sendo, em geral, álicas ou distróficas, com baixa capacidade de retenção de cátions.

São solos muito suscetíveis à erosão e, quando ocorrem nas cabeceiras de drenagem e adjacentes a mananciais, devem ser destinados à preservação.

### **Argissolos**

Os Argissolos correspondem a 2,89% da área do DF e compreendem Argissolo Vermelho (antiga classe do Podzólico Vermelho-Escuro) com 2,09% da área e Argissolo Vermelho-Amarelo (antiga classe do Podzólico Vermelho-Amarelo) com 0,80% da área.

Formam uma classe de solos bastante heterogênea que tem em comum aumento substancial no teor de argila com profundidade e/ou evidências de movimentação de argila do horizonte A para o horizonte B, expressas na forma de cerosidade<sup>2</sup>. Compreende solos minerais, não hidromórficos, com horizonte B textural de cores avermelhadas, com tendência à tonalidade escura e teores de óxidos de ferro inferiores a 15%.

Ocupam, na paisagem, a porção inferior das encostas, em geral naquelas côncavas onde o relevo apresenta-se ondulado (8% a 20% de declive) ou forteondulado (20% a 45% de declive).

Morfologicamente, o horizonte B é mais argiloso e estruturado do que o horizonte A. O gradiente de textura implica permeabilidade diferenciada dentro do perfil, podendo levar à formação de erosões em sulcos no horizonte A. É comum encontrar Argissolos com horizonte A decapitado.

Em relação à estrutura física, apresentam profundidade e textura variáveis. Quimicamente podem ser eutróficos (em geral os mais vermelhos) e distróficos, apresentam argila de baixa (Tb), em geral, com poucos minerais primários facilmente intemperizáveis.

De maneira geral, esses solos são bastante variáveis quanto à fertilidade natural e ambiente de ocorrência, sendo o Cerrado e a Floresta mais comumente encontrados.

### **Nitossolos**

Os Nitossolos do DF correspondem a 1,36% e são derivados de rochas calcárias. Ocupam as porções média e inferior de encostas onduladas até forteonduladas. Em relação à estrutura morfológica, apresentam semelhança com os Argissolos, porém, com gradiente



textural menos expressivo. Sua cor vermelhoescuro tende à arroxeada. Possui estrutura, de modo geral, bem desenvolvida no horizonte B nítico, sendo do tipo prismática ou em blocos subangulares. A cerosidade, em geral, é abundante.

Fisicamente, a textura é argilosa ou muito argilosa ao longo do perfil, com reduzido gradiente textural entre o horizonte A e B. São bem porosos e apresentam boa drenagem. Quimicamente, na sua maioria, são eutróficos e muito procurados para uso na agricultura e na pecuária. Ocupam, em geral, relevos ondulados e forteondulados e, devido ao uso agrícola, ficam expostos à erosão. A vegetação original, quando remanescente, mais comum é Mata Seca Semidecídua.

### **Cambissolos**

São solos que apresentam horizonte subsuperficial submetido a pouca alteração física e química, porém, suficiente para desenvolvimento de cor e estrutura. Em geral, apresentam minerais primários facilmente intemperizáveis, teores mais elevados de silte, indicando baixo grau de intemperização. Seu horizonte subsuperficial é denominado B incipiente. No DF correspondem a 30,98% da área. Geralmente, estão associados a relevos mais movimentados (ondulados e forte-ondulados). Variam desde rasos a profundos, atingindo entre 0,2 a 1 m.

São solos de coloração bruno-amarelada no horizonte superficial e vermelhoamarelada no subsuperficial. A estrutura é bastante variável, predominando blocos subangulares. Em alguns perfis, observa-se a presença de cascalhos e material concrecionário. Apresentam textura variada, desde muito argilosa até franco-arenosa, com cascalho ou sem cascalho. Quimicamente, são distróficos em função do material de origem e do clima local.

Quanto ao potencial de uso, deveriam ser destinados à preservação permanente, pois se encontram em relevos mais íngremes ou são mais rasos. O reflorestamento, com espécies nativas, deve ser incentivado, em áreas que sofreram desmatamento, uma vez que o replantio dessas espécies possibilita a cobertura do solo.

### **Chernossolos**

Essa classe corresponde à antiga classe dos Brunizens Avermelhados, representando, no DF, 0,08% da área. Estão associados a relevos mais movimentados e a rochas calcárias. Morfologicamente, possuem horizonte A chernozêmico, bem espesso, superior a 40 cm, muito rico em matéria orgânica, sobre um horizonte B textural



avermelhado, com argila de atividade alta e saturação por bases superior a 65%. Portanto, caracterizam-se como Chernossolos Argilúvicos.

### **Plintossolos**

Essa classe inclui solos conhecidos como Laterita Hidromórfica (ADÂMOLI et al., 1986) e/ou Concrecionários Lateríticos (RESENDE et al., 1988) entre outros. São solos minerais, com séria restrição à percolação de água, encontrados em situações de alagamento temporário e, portanto, escoamento lento (MOTTA ET al., 2003a).

No DF, correspondem a 0,40% da área total, sendo típicos de regiões quentes e úmidas com estação seca definida, oscilando de 5 a 6 meses. Ocorrem em relevo plano e suave-ondulado, em áreas deprimidas e nos terços inferiores da encosta onde há importante movimentação lateral de água.

Morfologicamente, apresentam horizonte de subsuperfície com manchas avermelhadas distribuídas no perfil de aspecto variegado (resultado da concentração diferencial de ferro do solo), chamadas de plintita. O horizonte onde são encontrados denomina-se horizonte plíntico. De forma às vezes compacta, é bem visível devido ao seu aspecto multicolorido, de cores contrastantes, ficando realçadas as partes mais vermelhas formadas pela plintita. Esta é submetida a ciclos de umedecimento e secagem, o que a torna endurecida de maneira irreversível, transformando-se gradualmente em petroplintita. Plintossolos com essa característica são chamados de Plintossolos Pétricos.

As principais limitações físicas estão relacionadas com a profundidade do horizonte plíntico, pois, quando a plintita ou a petroplintita são mais rasas, formam uma camada contínua e espessa, havendo sérias limitações quanto à permeabilidade e à restrição ao enraizamento das plantas. São solos que apresentam grande variabilidade em suas propriedades químicas. Na região, são distróficos e com alto ou baixo teor de carbono orgânico no horizonte superficial.

**Solos Hidromórficos Indiscriminados: Gleissolos Háplicos e Gleissolos Melânicos, Espodossolos**

São solos hidromórficos que ocupam geralmente as depressões da paisagem, sujeitas a inundações. Apresentam drenagem dos tipos: mal drenado ou muito mal drenado, ocorrendo, com frequência, espessa camada escura de matéria orgânica mal decomposta sobre uma camada acinzentada (gleizada), resultante de ambiente de oxirredução. No DF, a área estimada desses solos é de 3,98%. A diferença entre essas três classes está no horizonte A. No Gleissolo Melânico (antiga classe Glei Húmico) esse horizonte tem de 20 a 40 cm de espessura, apresenta-se escuro, com grande quantidade de matéria orgânica. No



Gleissolo Háplico (antiga classe Glei Pouco Húmico) o horizonte A é mais claro e mais pobre em matéria orgânica. Já o Espodossolo (antiga classe do Podzol) apresenta um horizonte B espódico subjacente a um horizonte A ou E.

Os tipos de vegetação associados aos solos hidromórficos são: Campos Limpos Úmidos (Campos de Várzea), Buritizais (Campo Higrófilo de Surgente) e Matas de Galeria. Estão localizados em áreas de várzeas normalmente com vegetação de Vereda, campos Higrófilos ou Hidrófilos, em relevo plano que permite o acúmulo de água durante todo o ano ou na maior parte dele. Podem ocorrer em cabeceiras de rios ou córregos e também ao longo deles, estando sujeitos a inundações. Os Gleissolos formaram-se de sedimentos, com presença de lençol freático próximo à superfície na maior parte do ano. Os perfis apresentam seqüência de horizontes do tipo horizonte A, Cg com predominância de cores preta no A e cinzento-claras nos horizontes Cg.

Apresentam textura bastante variável ao longo do perfil. Quando argilosos ou muito argilosos, sua consistência é plástica e pegajosa.

Quimicamente, podem ser ricos ou pobres em bases ou com teores de alumínio elevados por estarem posicionados em áreas sujeitas a contribuições de material transportado das posições mais elevadas, uma vez que são formados em terrenos de recepção ou trânsito de produtos transportados.

Por serem sistemas conservadores de água, próximos a nascentes e cursos d'água é muito importante preservá-los para não comprometer o reservatório hídrico da região. Portanto, não se recomenda a drenagem desses solos, pois tendem a encrustar e endurecer, perder matéria orgânica e, se apresentarem caráter tiomórfico (presença de quantidades elevadas de sulfetos e/ou sulfatos), tornam-se fortemente ácidos (MOTTA et al., 2003b).

### **Neossolos Flúvicos**

Essa classe ocupa extensão correspondente a 0,18% da área no DF e compreende a antiga classe dos solos Aluviais. São solos não hidromórficos, formados de depósitos aluviais recentes, seguido de uma sucessão de camadas estratificadas sem relação pedogenética entre si, normalmente em relevo plano e associados aos interflúvios de drenagem (REATTO, 2004).



#### 4.6.2.CAPACIDADE DE INFILTRAÇÃO DOS SOLOS

A infiltração consiste no processo de penetração da água proveniente da precipitação nas camadas do solo mais próximas à superfície do terreno.

A capacidade de infiltração varia diretamente com a porosidade e com o tamanho das partículas do solo. As características presentes em pequena camada superficial, com espessura da ordem de 1cm, tem grande influência sob a capacidade de infiltração (PINTO et al., 1976).

Vários fatores como: intensidade e duração da chuva, umidade antecedente, textura do solo, cobertura vegetal e uso da terra (manejo) podem influenciar na capacidade de infiltração de um solo (DUNNE e LEOPOLD, 1978).

Uma cobertura vegetal densa como grama ou floresta tende a promover maiores valores de fp, devido ao sistema radicular que proporciona a formação de pequenos túneis e que retira umidade do solo através da transpiração, e à cobertura vegetal que previne a compactação do solo.

Solos nus podem se tornar parcialmente impermeáveis pela ação de compactação das grandes gotas de chuva (que também preenchem os vazios do solo com material fino), e pela ação do tráfego constante de homens, veículos ou animais

A partir da análise das características do solo de permitir uma maior ou menor capacidade de infiltração de águas provenientes de precipitações foi realizada por Rawls et al. (1992) uma classificação dos solos em grupos hidrológicos. As descrições de cada GHS estão contidas no Quadro 4.

GRUPOS HIDROLÓGICOS DE SOLOS		
GHS	CLASSES DE SOLOS	CARACTERÍSTICAS
<b>A</b>	Latossolo Vermelho / Latossolo Vermelho-Amarelo / Neossolo Quartzarênico	Solos com alta capacidade de infiltração
<b>B</b>	Quartzarênico / Nitossolo Vermelho	Média capacidade de infiltração
<b>C</b>	Plintossolo Pétrico	Solos com baixa capacidade de infiltração
<b>D</b>	Cleissolo Háplico / Cambissolo Háplico	Solos com muito baixa capacidade de infiltração

**Quadro 4** – Grupos Hidrológicos de Solos - GHS.

Os dados sobre condutividade hidráulica utilizados neste trabalho foram obtidos a partir da distribuição estatística de resultados de infiltração in situ conduzidos nas diferentes classes de solos em superfície e em profundidade feita por Almeida et al. (2006).





CLASSE DE CONDUTIVIDADE HIDRÁULICA DOS SOLOS	
Classes de Condutividade Hidráulica	Classes ou Associações de Solo
Muito Alta	Neossolos Quartzarênicos
Alta	Latosolos
Moderada	Argissolos, Nitossolos
Baixa	Cambissolos; Plintossolos, Neossolos; Litólicos, e Gleissolos.

**Quadro 5** - Classe de Condutividade Hidráulica dos Solos.

De acordo com GOMES (2002), o potencial de infiltração de água no solo classificado como alto indica condição ambiental de vulnerabilidade alta do solo frente a carga contaminante, o que pode ser compreendido como condição favorável, a priori, à contaminação do lençol freático.

#### 4.6.3.DECLIVIDADE DO TERRENO

Declividade %	Classificação do relevo	Comentários
0-3	Plano	Terreno com topografia horizontal, onde os desnivelamentos são muito pequenos;
3-8	Suave Ondulado	Terrenos pouco movimentados constituído por conjunto de colinas ou outeiros com declive suave;
8-20	Ondulado	Terrenos pouco movimentados constituída por conjunto de colinas ou outeiros com declives moderados;
20-45	Forte ondulado	Terrenos movimentados constituído por conjunto de outeiros ou morros, e raramente colinas, com declives fortes;
45-75	Montanhoso	Terrenos muito movimentados com predomínio de formas acidentadas, usualmente constituídos por morros, montanhas, maciços montanhosos e alinhamentos montanhosos apresentando desnivelamentos relativamente grandes e declives fortes ou muito fortes;
>75	Escarpado	Terrenos com predomínio de formas abruptas compreendendo superfícies muito íngremes.

**Quadro 6** - Classificação do relevo de acordo com Embrapa (2009).

Para potencial de escoamento alto (vulnerabilidade baixa) o contaminante tende a se escoar superficialmente, seja em suspensão ou adsorvido a pequenos agregados ou torrões, tornando o solo menos exposto à condição de contaminação. Nesse caso, os cursos d'água tendem a ser comprometidos (GOMES, 2002).





#### **4.6.4.CONTAMINAÇÃO DO SOLO**

De acordo com a definição da Cetesb, contaminação é a introdução no meio ambiente de organismos patogênicos, substâncias tóxicas ou outros elementos, em concentrações que possam afetar a saúde humana; sendo considerada um tipo particular de poluição (CETESB, GTZ, 2001). Esta definição implica que a contaminação é introduzida por ação antropogênica no meio ambiente. Assim, para substâncias e elementos que ocorrem na Natureza, como os metais, é importante definir qual a concentração natural do ambiente (SALOMÃO, et al., 2003).

Por outro lado, o risco que um poluente causa pode ser considerado o produto da periculosidade do poluente pela exposição que o ecossistema sofre a este poluente (TUNDO et al., 2000). Assim, um produto pouco tóxico, mas que contamina vários nichos ecológicos pode oferecer um risco maior do que produtos mais tóxicos, mas de contaminação restrita.

O destino de um poluente depende de fatores do solo (umidade, tipo de argilomineral, área específica, capacidade de troca de cátions, pH, potencial redox, temperatura, porosidade, permeabilidade) e também de características intrínsecas dos poluentes.

Para os poluentes orgânicos líquidos, a propriedade que mais afeta seu transporte através do solo é a densidade. Compostos leves, isto é, menos densos que a água tendem a permanecer no solo e quando atingem os lençóis freáticos ficam sobrenadantes, sendo transportados para longas distâncias da fonte de contaminação. Já os compostos mais densos que a água tendem se concentrar no leito do lençol freático, sendo uma fonte de contaminação por longos períodos.

Considerando todas as propriedades e também o risco ao meio ambiente, os poluentes orgânicos podem ser mais rigorosamente classificados em compostos organoclorados (ou compostos halogenados), compostos nitrogenados e hidrocarbonetos.

Os hidrocarbonetos têm as mais diversas origens, desde derivados de petróleo até minas de carvão. No caso dos derivados de petróleo, a contaminação do solo pode ocorrer durante a extração, transporte e estocagem do petróleo e seus derivados

Os combustíveis derivados de petróleo são misturas de hidrocarbonetos alifáticos e aromáticos. No caso específico do Brasil, deve-se considerar também a existência de cerca de 20% de etanol na gasolina, o que pode agravar a contaminação do lençol freático devido ao efeito de cossolvência (CORDAZZO, 2000; CORSEUIL, SCHNEIDER, ROSÁRIO, 2001).

#### 4.7. Bacia Hidrográfica

Bacia Hidrográfica ou bacia de contribuição de um curso d'água é a área geográfica coletora de água de chuva que, escoando pela superfície do solo, atinge a seção considerada de um rio (Pinto et al, 1978).

As bacias hidrográficas constituem ecossistemas adequados para avaliação dos impactos causados pela atividade antrópica, que podem acarretar sérios riscos ao equilíbrio e à manutenção da quantidade e qualidade da água. Elas se constituem em unidades naturais para a análise de ecossistemas, apresentando características próprias, as quais permitem utilizá-las para testar os efeitos do uso da terra nos ecossistemas (Castro 1980).



**Figura 12** - Modelagem de uma Bacia Hidrográfica. Fonte: Eco - Unicamp/Gestão de Bacias Hidrográficas



## **4.8.GEOPROCESSAMENTO**

### **4.8.1.ANÁLISE DE MULTICRITÉRIOS**

A Análise de Multicritérios é um procedimento metodológico de cruzamento de variáveis amplamente aceito nas análises espaciais. Ela é também conhecida como Árvore de Decisões ou como Análise Hierárquica de Pesos. O procedimento baseia-se no mapeamento de variáveis por plano de informação e na definição do grau de pertinência de cada plano de informação e de cada um de seus componentes de legenda para a construção do resultado final. A matemática empregada é a simples Média Ponderada (MOURA, 2007).

O emprego da Média Ponderada cria um espaço classificatório, ordinal, que pode ser também entendido como uma escala de intervalo. Esse processo pode também ser utilizado em escala nominal, desde que os eventos sejam hierarquizados segundo algum critério de valor. A ponderação deve ser feita por "knowledge driven evaluation", ou seja, por conhecedores dos fenômenos e das variáveis da situação avaliada, ou por "data-driven evaluation" que se refere ao conhecimento prévio de situações semelhantes. Nesse processo, a possibilidade de se ponderar de modo inadequado uma situação é o inverso do número de ponderações atribuídas (MOURA, 2007).

A escolha de áreas específicas no mapa para estudar a relação entre variáveis e assim atribuir pesos, que são a hierarquia de participação de cada uma no resultado final, é um procedimento bastante eficaz. Ele baseia-se em apoio de campo ou no conhecimento sobre a área e o fenômeno, de modo que são escolhidas amostras territoriais nas quais se conhece bem o resultado do fenômeno. Exemplo: no caso da Síntese de Riscos à Ocupação seriam escolhidas porções do território nas quais já se comprovou o alto risco e os estudos de relações entre variáveis e a atribuição de seus pesos seria definido pelo comportamento dessas amostras. Para ampliar a segurança poderiam ser escolhidas amostras também em áreas de baixo risco (MOURA, 2007).

Os produtos gerados caracterizaram zoneamentos segundo diferentes variáveis ambientais, com identificação de situações especiais que caracterizam a área analisada, segundo conflitos, potenciais, riscos e prioridades de intervenção (MOURA, 2007).

Os processos de decisão de pesos e notas das variáveis e seus componentes de legenda requerem a atribuição de valores numéricos que traduzam a hierarquia definida. Devido a essa necessidade de transformar os dados da análise em valores numéricos, há uma etapa importante de padronização de escalas de mensuração. Isto permite que dados



qualitativos (descritivos ou nominais) sejam apresentados de modo quantitativo (por números) segundo a avaliação ou ranking de suas qualidades (MOURA, 2007).

#### **4.8.2. PARÂMETROS E A SUA FORMA DE OBTENÇÃO**

- **Comprimento de Drenagem (C)**

A rede de drenagem de uma bacia é formada pelo curso d'água principal e seus afluentes. Seu estudo evidencia a maior ou menor velocidade com que a água deixa a bacia hidrográfica, além de indicar a eficiência da rede de drenagem da bacia.

- **Densidade de Drenagem (Dd)**

Villela & Mattos (1975) definiram densidade de drenagem como: a relação entre o comprimento total dos cursos d'água pela área de drenagem da bacia. Portanto, a densidade de drenagem é calculada pela seguinte equação:

$$Dd = L / A$$

onde:

Dd - densidade de drenagem (km/km<sup>2</sup>);

L - comprimento total dos cursos d'água (km);

A - área de drenagem da bacia (km<sup>2</sup>).

- **Índice de Circularidade (IC)**

Relação entre a área da bacia (A) e a área do círculo de perímetro igual ao da bacia (Ac). Como a área do círculo tem um perímetro C, igual ao perímetro P da bacia, o Índice de Circularidade foi obtido a partir da expressão:  $IC = 4\pi A / P^2$

Índice de forma (IF)

Dado pela expressão:  $IF = A / L^2$ , em que IF = [índice de forma (adimensional)]; A = Área da microbacia (ha); e L = comprimento axial da bacia (ha).



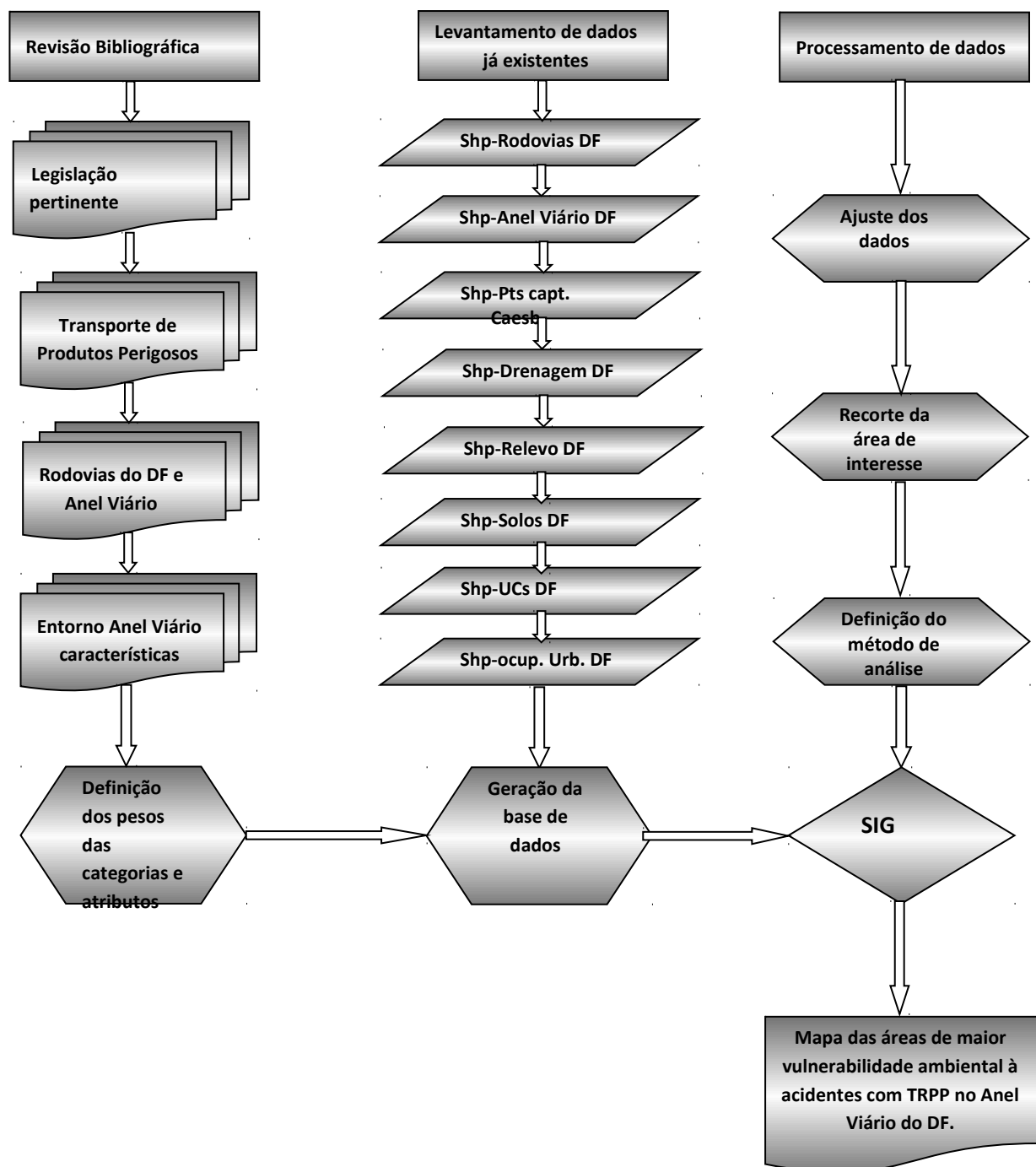
## 5. MATERIAIS E MÉTODOS

Para o desenvolvimento deste trabalho foram utilizados arquivos do tipo shapefile, que representam cartograficamente feições espaciais consideradas sensíveis a acidentes com substâncias líquidas inflamáveis (perigosas). Os arquivos são:

- Base cartográfica dos limites da região do Distrito Federal;
- Base cartográfica das rodovias do Distrito Federal;
- Base cartográfica do traçado do Anel Viário do Distrito Federal;
- Base cartográfica da localização dos pontos de coleta de água da CAESB;
- Base cartográfica das unidades de conservação da região do Distrito Federal;
- Base cartográfica uso e ocupação da região do Distrito Federal;
- Base cartográfica da hidrografia da região do Distrito Federal;
- Base cartográfica das bacias hidrográficas da região do Distrito Federal;
- Base cartográfica das curvas de nível da região do Distrito Federal;
- Base cartográfica dos solos da região do Distrito Federal;
- Software ArcGis 9.3;



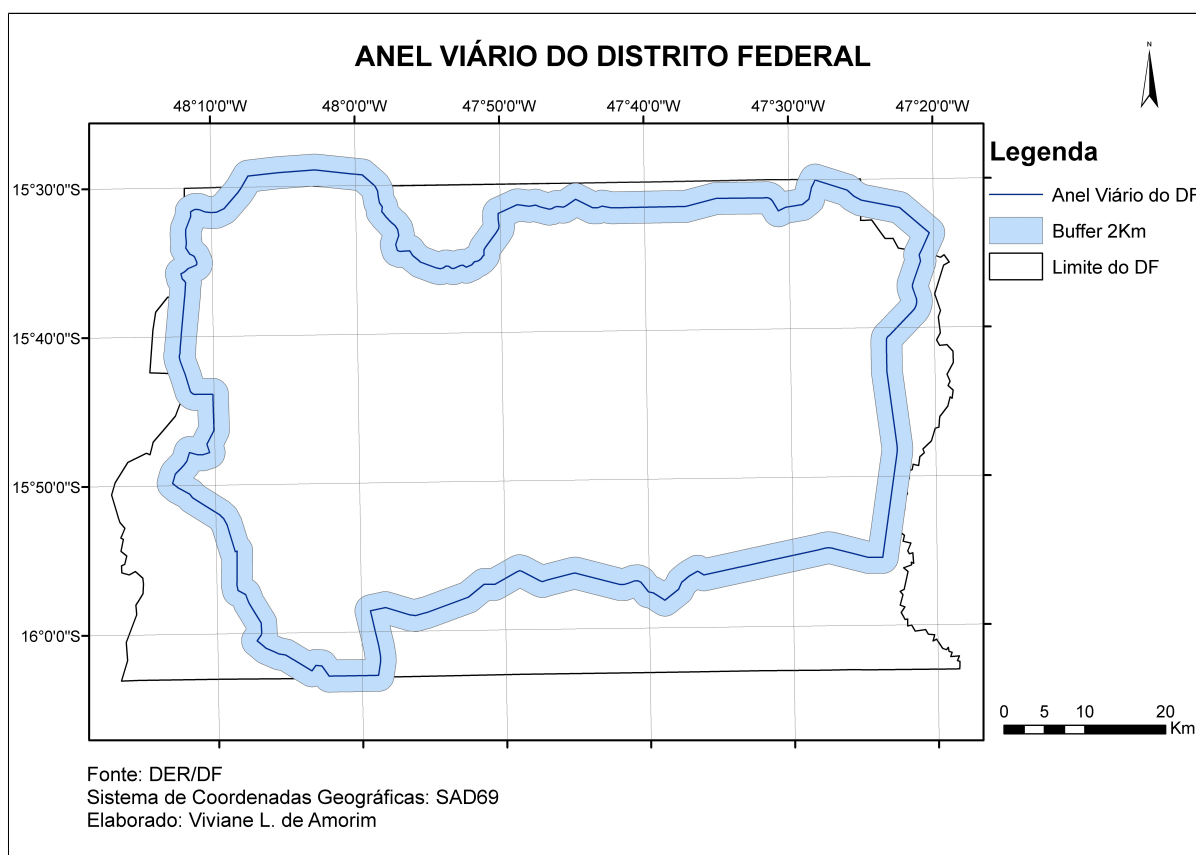
## 5.1 FLUXOGRAMA DA METODOLOGIA DE TRABALHO



## 5.2 DEFINIÇÕES DAS CLASSES DE VULNERABILIDADE AMBIENTAL

### 5.2.1. ANEL VIÁRIO DO DISTRITO FEDERAL

Para o Anel Viário do Distrito Federal, conforme sugerido pelo DNIT (2005), foi adotado um buffer de 2km para cada lado do eixo do Anel Viário do Distrito Federal. Essa área corresponde a Área de Influência Direta – AID.

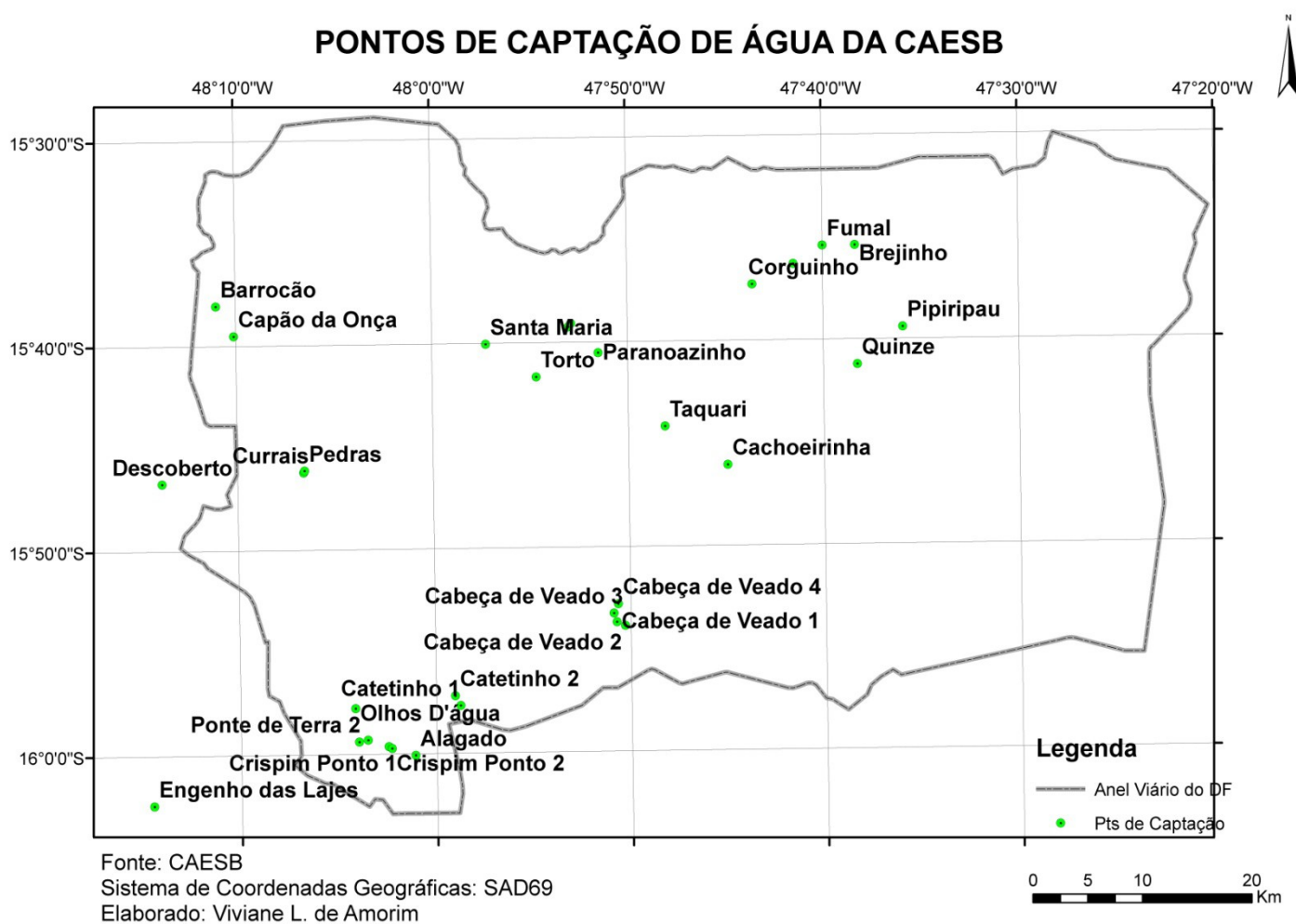


**Figura 13** – Mapa do Anel Viário do Distrito Federal. Fonte: CAESB.

O shape com o buffer de 2km foi utilizado para cortar os shapes: uso e ocupação do solo; solos; hidrografia e, bacias hidrográfica. Essas análises serão mostradas mais adiante.

### 5.2.2.PONTOS DE CAPTAÇÃO DE ÁGUA DA CAESB

Hoje a CAESB possui 31 pontos de captação de água (Figura 12). Dentre esses, os pontos que pertencem aos sistemas Descoberto e Torto/Santa Maria merecem mais atenção, pois são responsáveis pelo atendimento de mais de 80% da população do DF.



**Figura 14 – Mapa de localização dos Pontos de Captação da CAESB**

Para a definição das distâncias dos buffers para a análise utilizou-se como base a definição feita por Souza (2006) e algumas particularidades da área analisada.

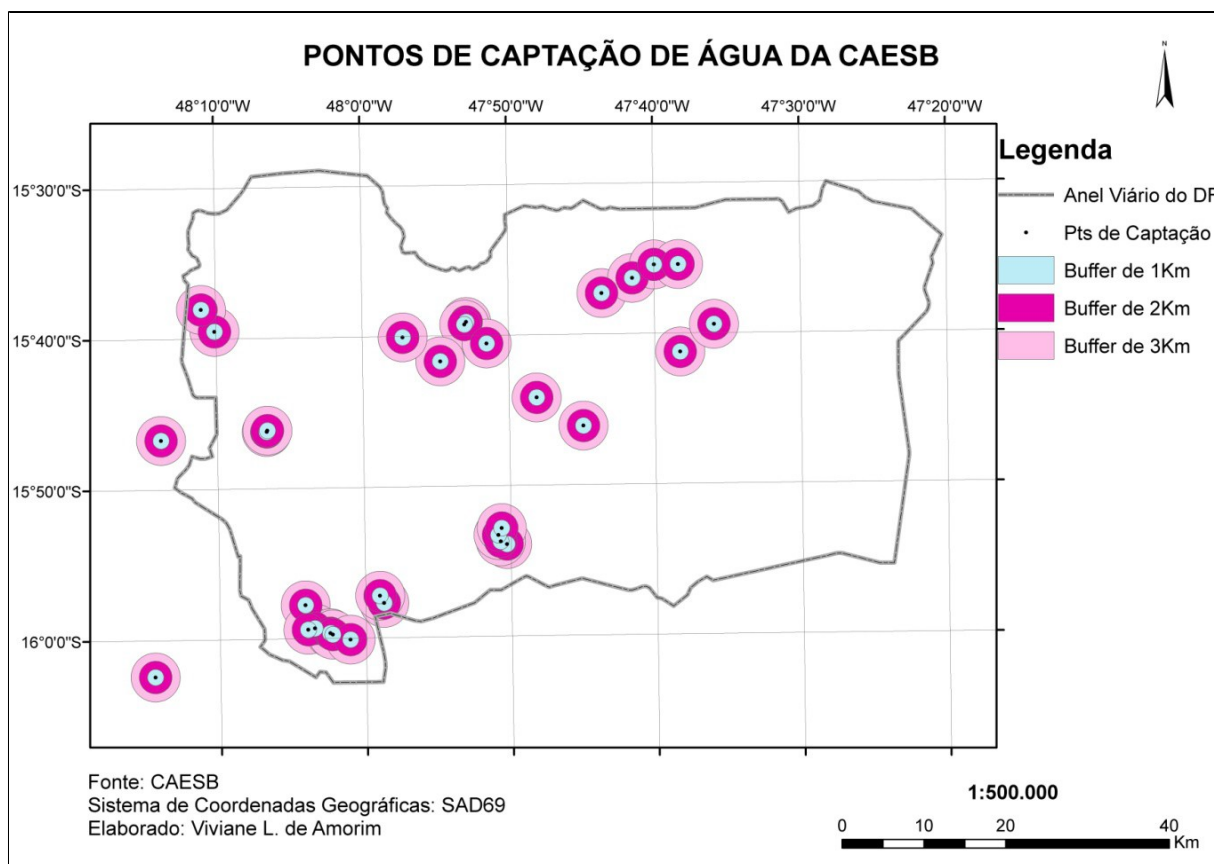




Tipo de Mapa	Distância do ponto de captação até a rodovia (m)	Classe de Vulnerabilidade
Proximidade com os Pontos de Captação da CAESB	2000 a 3000	Baixo
	1000 a 2000	Moderado
	0 a 1000	Alto

**Quadro 7** - Proximidade com os Pontos de Captação da CAESB

Com as distâncias do ponto de captação definidas para cada classe de vulnerabilidade, foi realizada uma análise comparando o anel viário do DF com buffers com essas distâncias. Isso pode ser observado na Figura 13.



**Figura 15** – Mapa com a análise da proximidade dos Pontos de Captação da CAESB e o Anel Viário do DF



### 5.2.3.UNIDADES DE CONSERVAÇÃO DE PROTEÇÃO INTEGRAL

De acordo com as características levantadas das unidades de conservação, adotou-se trabalhar com um shape apenas com as unidades de proteção integral. O Distrito Federal possui um número grande de UCs e as APAS juntas cobrem quase todo o Distrito Federal e regiões circunvizinhas.

O shape de unidades de conservação de proteção integral foi formado com a junção dos shapes: UCs de Proteção Integral Municipais; UCs de Proteção Integral Estaduais e; UCs de Proteção Integral Federais.

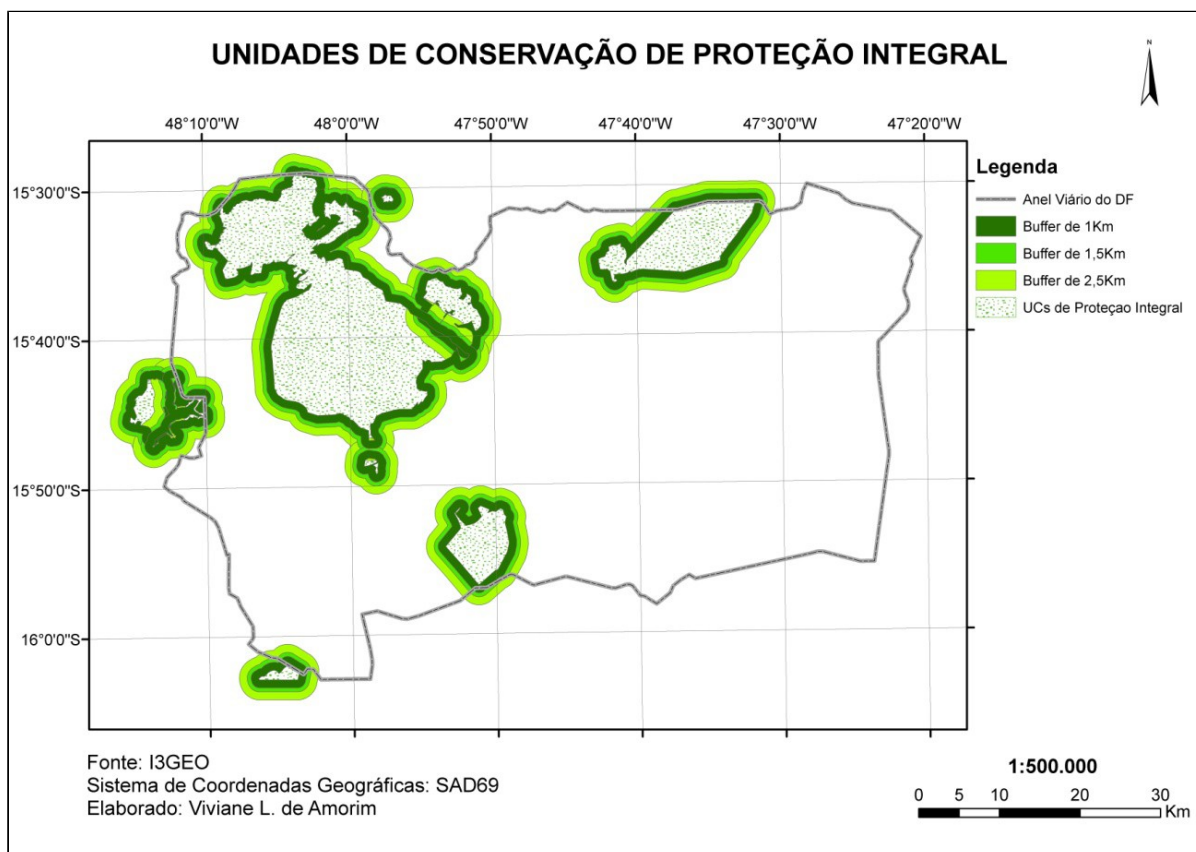
As distâncias entre as UCs e o Anel Viário do DF foram definidas de acordo com Souza (2009) e características da área de estudo.

Tipo de Mapa	Distância de UC da rodovia (m)	Classe de Vulnerabilidade
Unidades de Conservação (distancia em relação ao Anel Viário do DF)	1500 a 2500	Baixo
	1000 a 1500	Moderado
	0 a 1000	Alto

**Quadro 8** - Proximidade com Unidades de Conservação de Proteção Integral

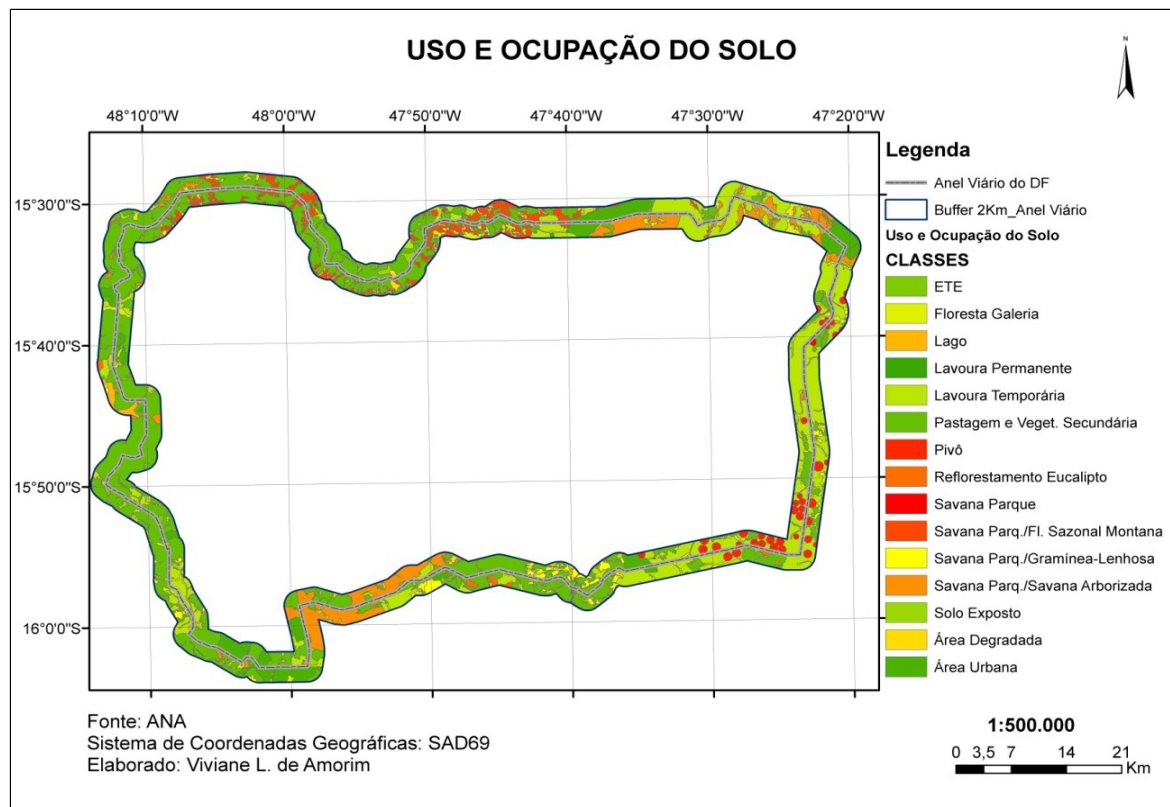
Para analisar a influência do Anel Viário do DF nas Unidades de Conservação de Proteção Integral, foram feitos buffers dessas áreas e comparado com o traçado do Anel Viário.

Na classificação de vulnerabilidade deste atributo foi considerada a distância das Ucs ao Anel Viário do DF. Assim, quanto mais próxima a UC do Anel maior a sua vulnerabilidade.



**Figura 16** – Mapa com o resultado da análise quanto a proximidade das UCs de Proteção Integral no DF

## 5.2.4.USO E OCUPAÇÃO DE SOLO



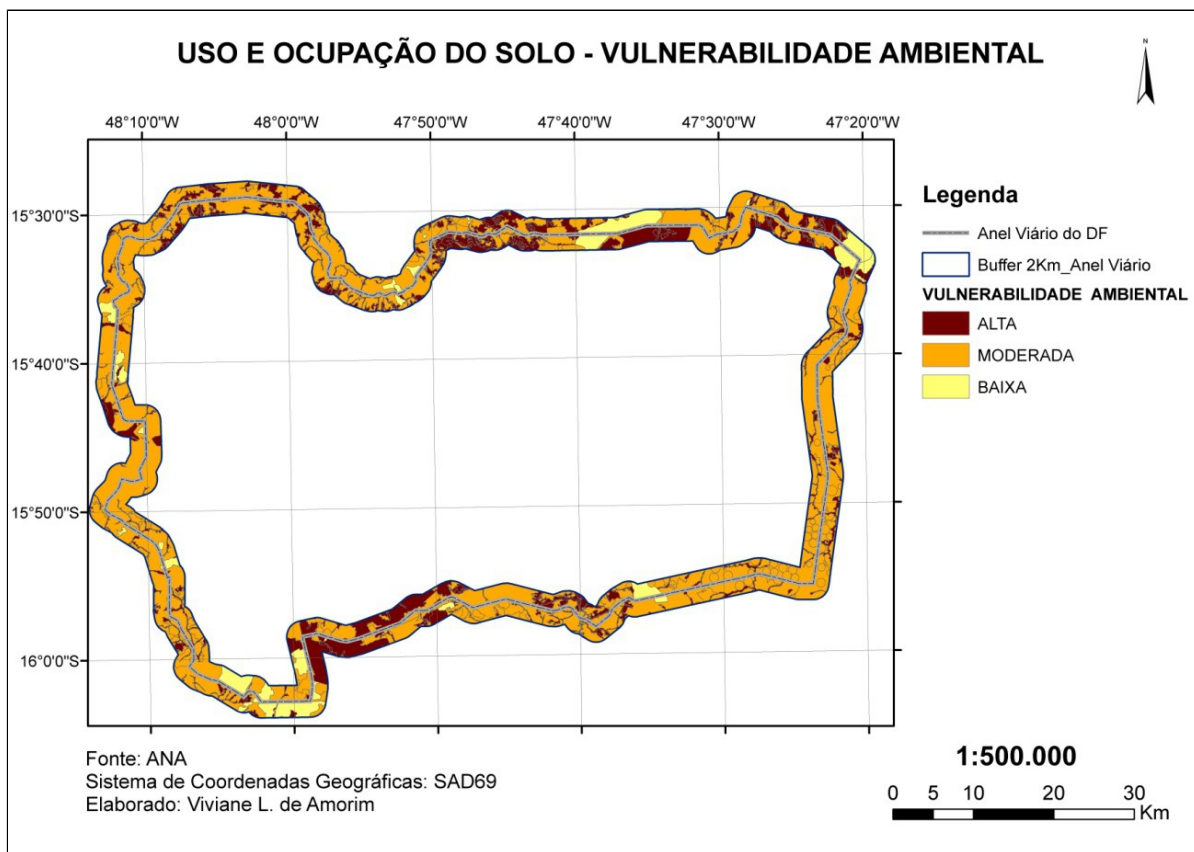
**Figura 17 – Mapa do Uso e Ocupação do Solo no DF**

Tipo de Mapa	Classes de Uso e Ocupação do Solo	Classe de Vulnerabilidade
Solos do DF	ETE Solo Exposto Área Degradada <b>Área Urbana</b>	Baixa
	Lavoura Permanente Lavoura temporária Pastagem e vegetação Secundária Pivô <b>Reflorestamento Eucalipto</b>	Moderada
	Floresta Galeria Lago Savana Parque Savana Parq./Fl. Sazonal Montana Savana Parque/Gramínea-Lenhosa Savana Parque/Savana Arborizada	Alta

**Quadro 9 – Classes de Vulnerabilidade Ambiental com relação ao Uso e Ocupação do Solo**



As classes de uso e ocupação do solo foram agrupadas em três níveis considerando a áreas com maior vulnerabilidade ambiental.



**Figura 18 – Mapa da Vulnerabilidade Ambiental em função do Uso e Ocupação do Solo no DF**

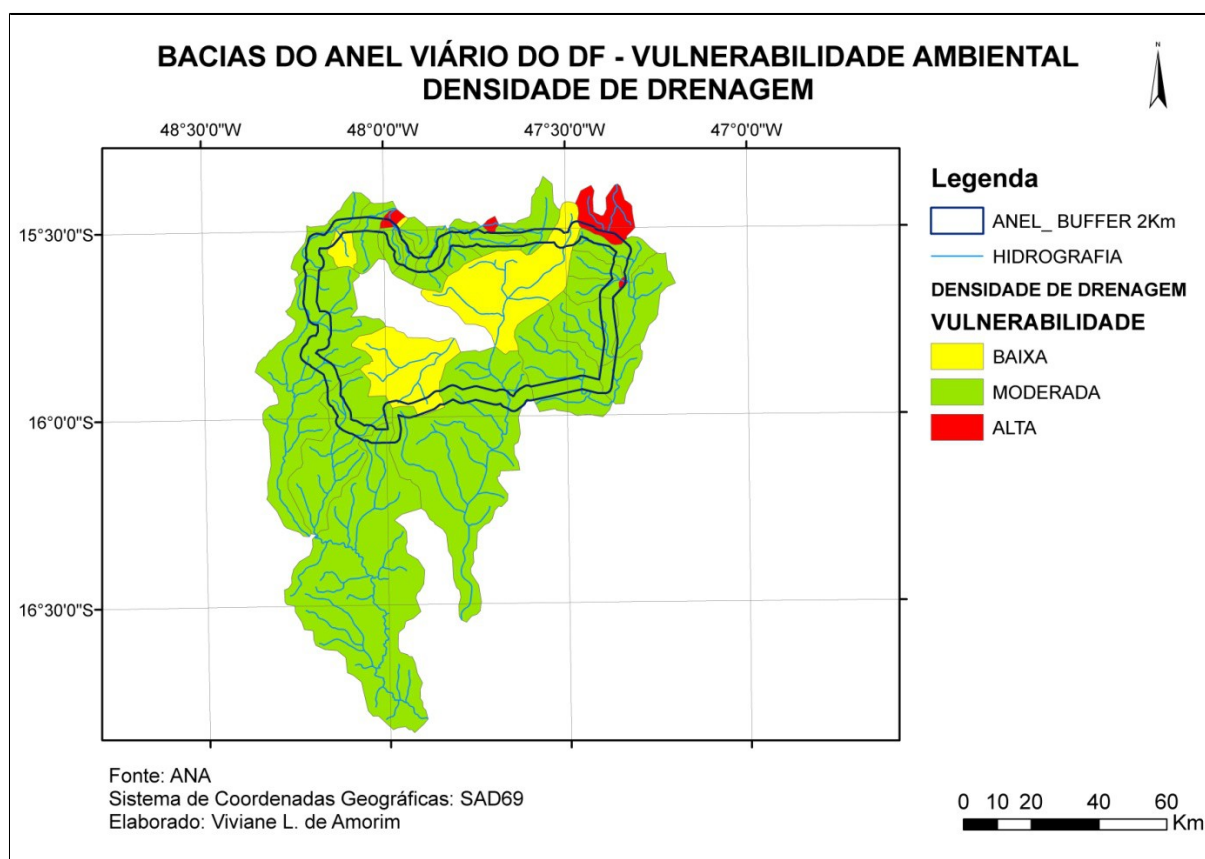
#### 5.2.5.DENSIDADE DE DRENAGEM

Tipo de Mapa	Densidade de Drenagem	Classe de Drenagem	Classe de Vulnerabilidade
	0 a 1,4	Baixo	Baixo
	1,4 a 2,1	Moderado	Moderado
	> 2,1	Alto	Alto

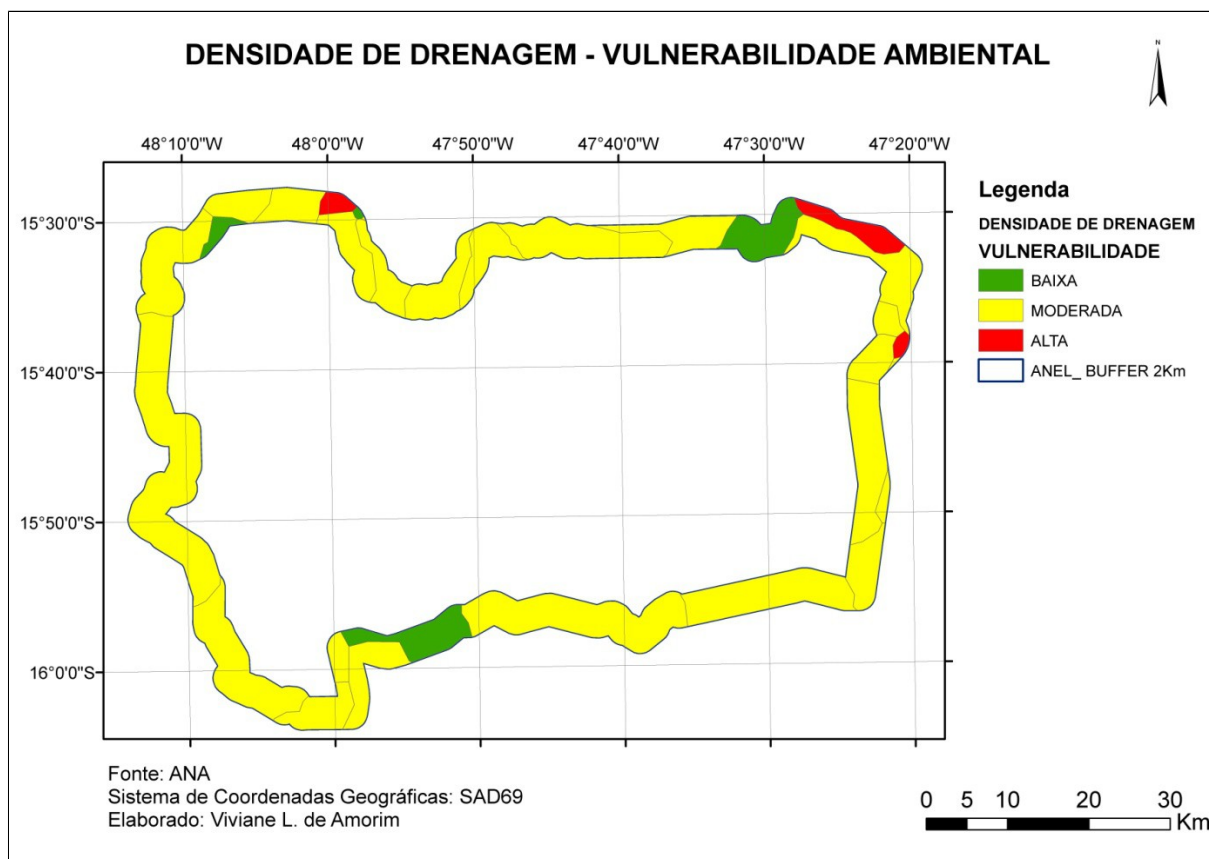
**Quadro 10 - –Classes de Vulnerabilidade Ambiental em função da Densidade de Drenagem**



Para fazer a densidade de drenagem gerou-se um shape com as bacias que cruzavam com buffer de 2 km do Anel Viário do DF e depois se criou outro shape fazendo um clip do shape hidrografia utilizando o novo shape de bacias. O resultado pode ser observado na figura 17.



**Figura 19 – Bacias que cruzam o buffer do Anel Viário do DF**



**Figura 20** – Mapa da Vulnerabilidade Ambiental em função da Densidade de Drenagem das Bacias que Cruzam o Anel Viário do DF





## 5.2.6. DECLIVIDADE DO TERRENO

Tipo de Mapa	Declividade	Classe de Declividade	Classe de Vulnerabilidade para Escoamento	Classe de Vulnerabilidade para Infiltração
	0 – 6%	Baixa	Baixa	Alta
	6 – 12%	Suave	Baixa	Alta
	12 – 18%	Moderada	Moderada	Moderada
	18 – 45%	Alta	Alta	Baixa

Quadro 11 – Classes de Declividades com relação a Infiltração

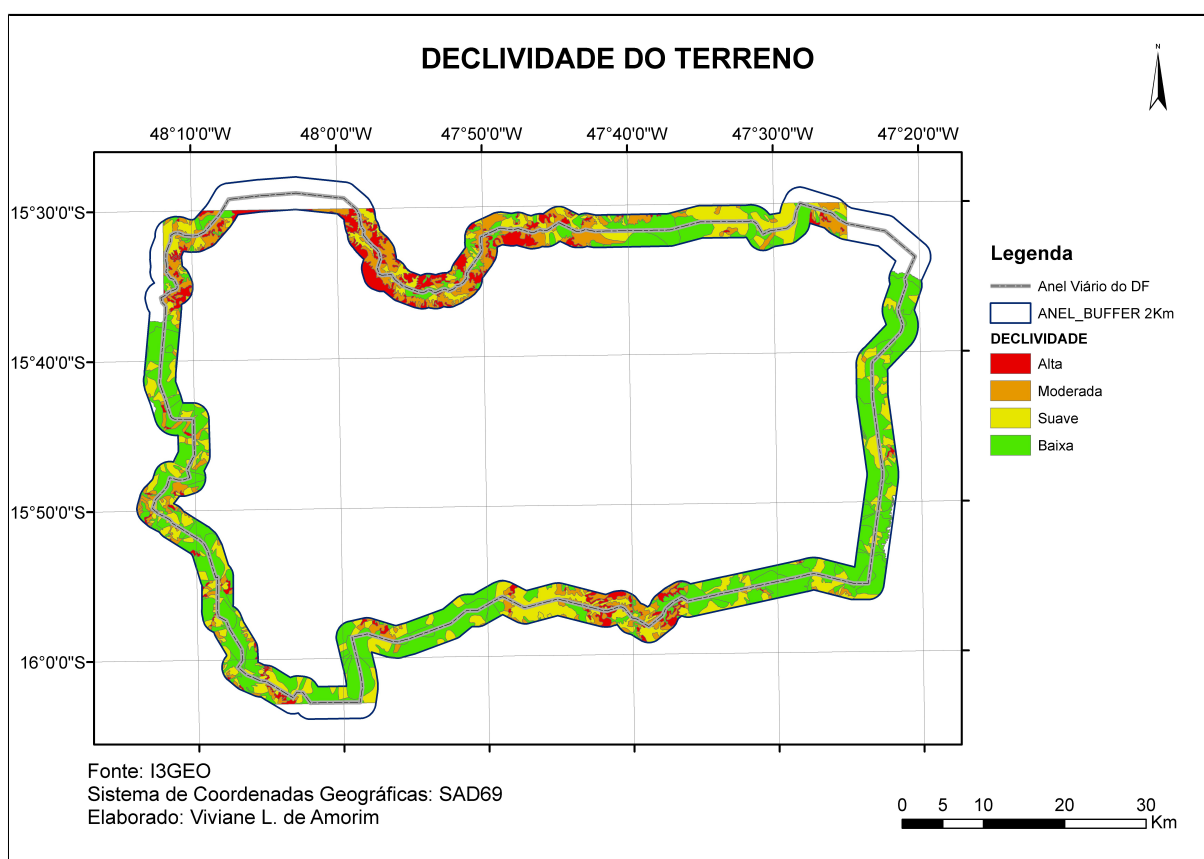
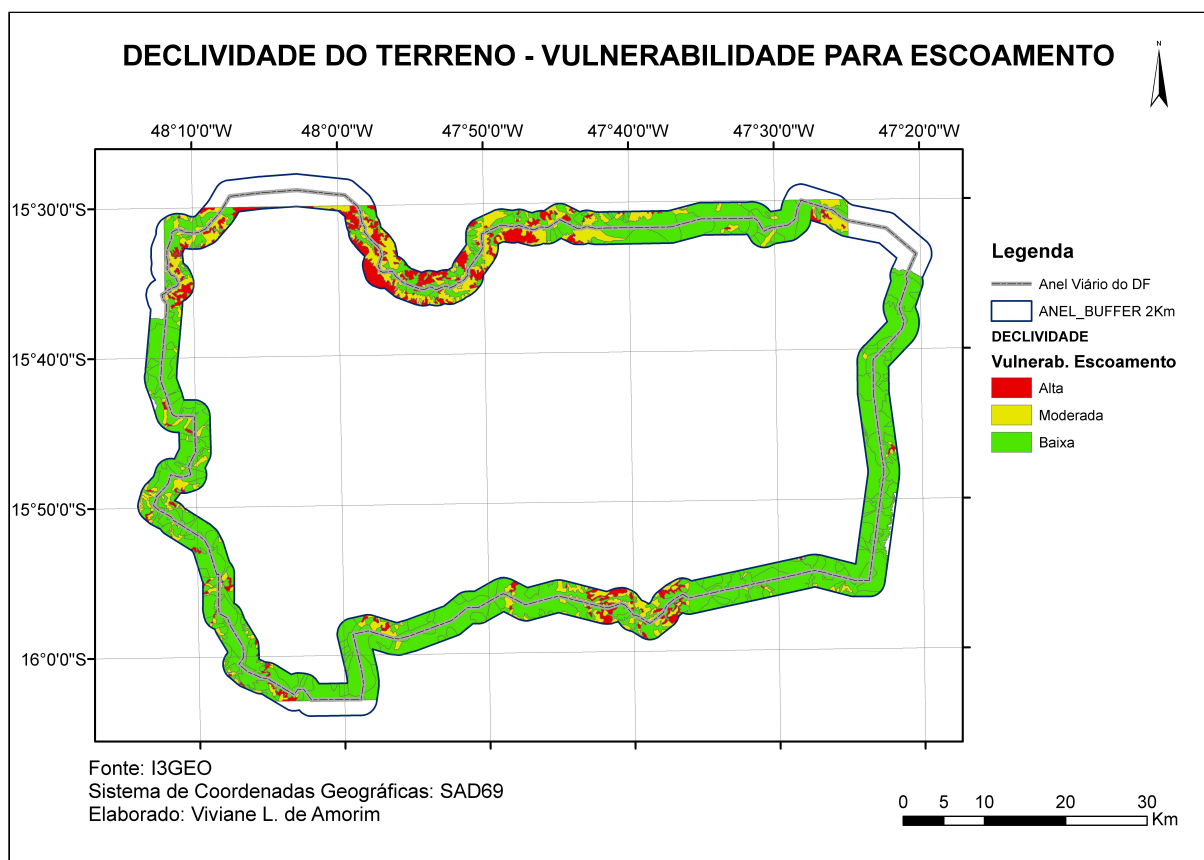
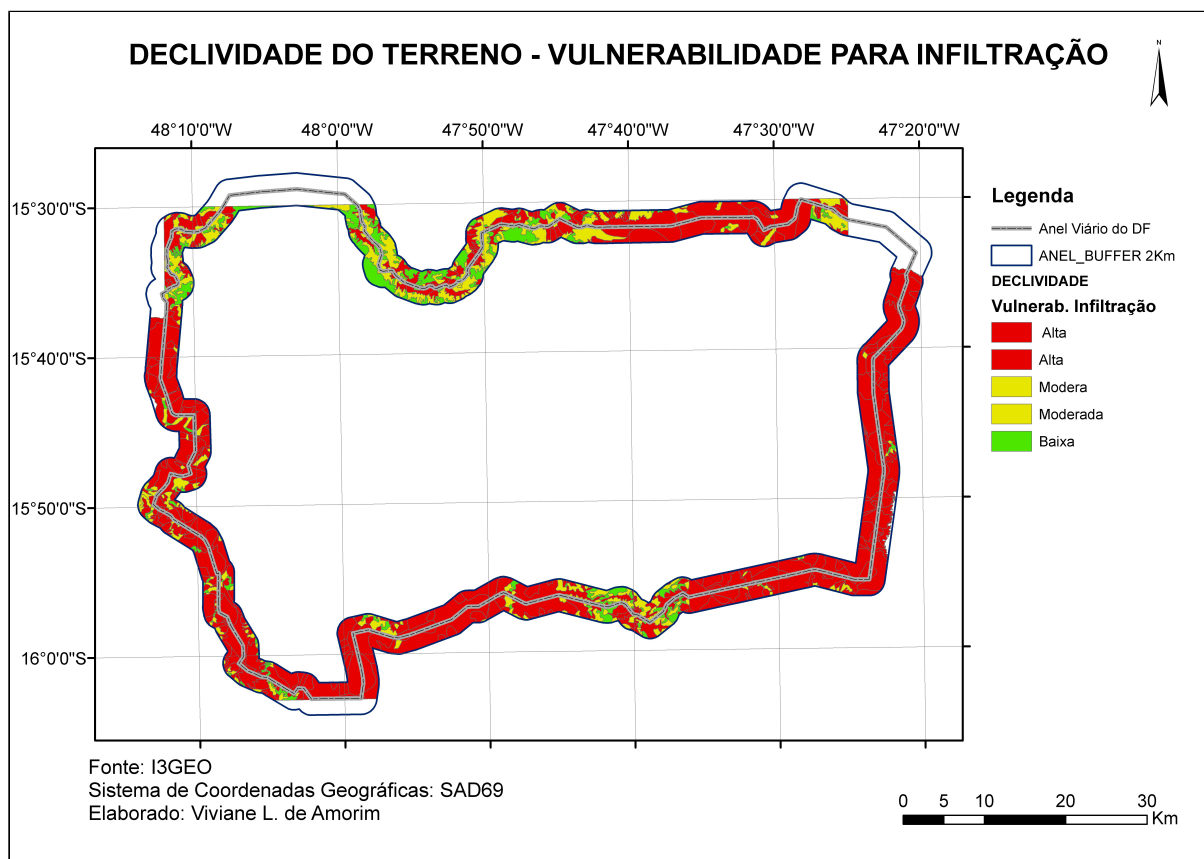


Figura 19 – Mapa de declividade do Terreno do DF



**Figura 21** – Mapa das classes de vulnerabilidade atribuídas possibilidade de escoamento em função da declividade do Terreno do DF

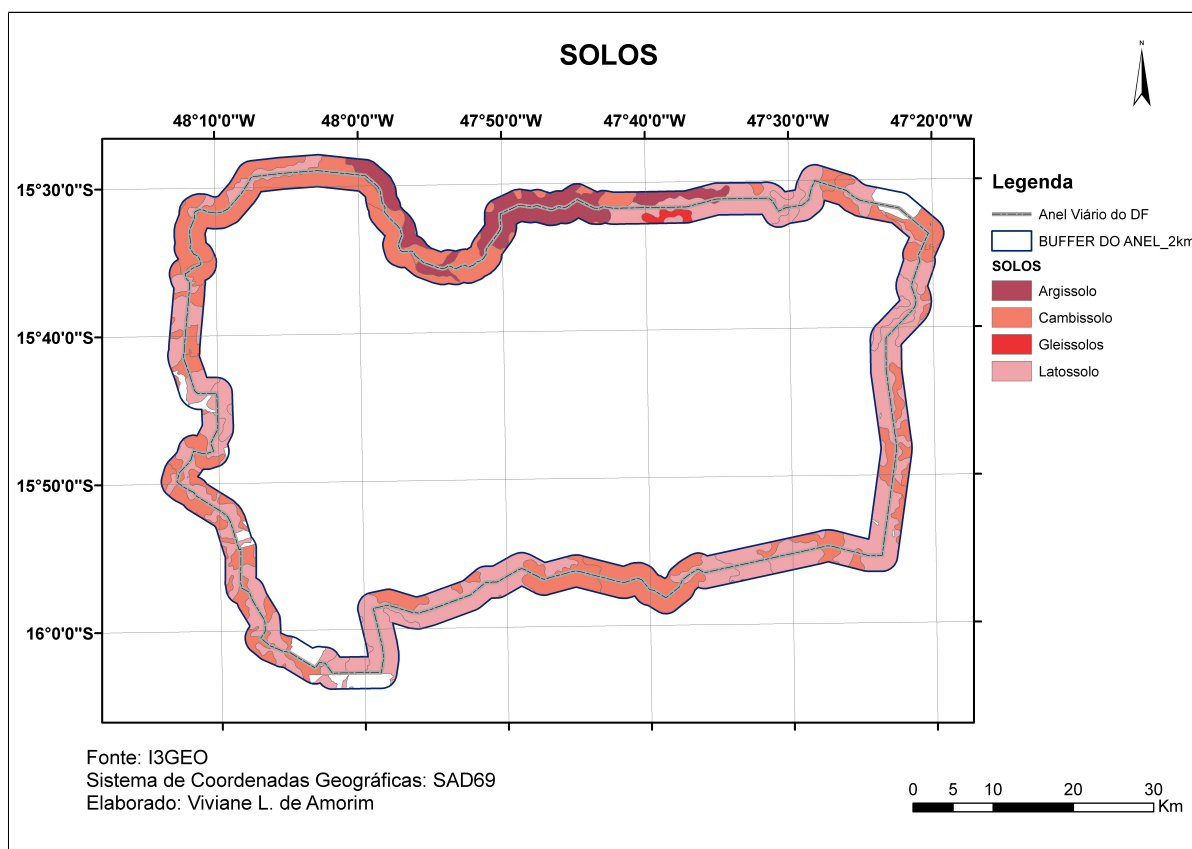
Na classificação de vulnerabilidade deste atributo foi considerada a declividade do terreno relacionada a possibilidade de escoamento. Assim, quanto maior a declividade do terreno maior a sua vulnerabilidade.



**Figura 22** – Mapa das classes de vulnerabilidade atribuídas possibilidade de infiltração em função da declividade do Terreno do DF

Na classificação de vulnerabilidade deste atributo foi considerada a declividade do terreno relacionada a possibilidade de infiltração. Assim, quanto menor a declividade do terreno maior a sua vulnerabilidade.

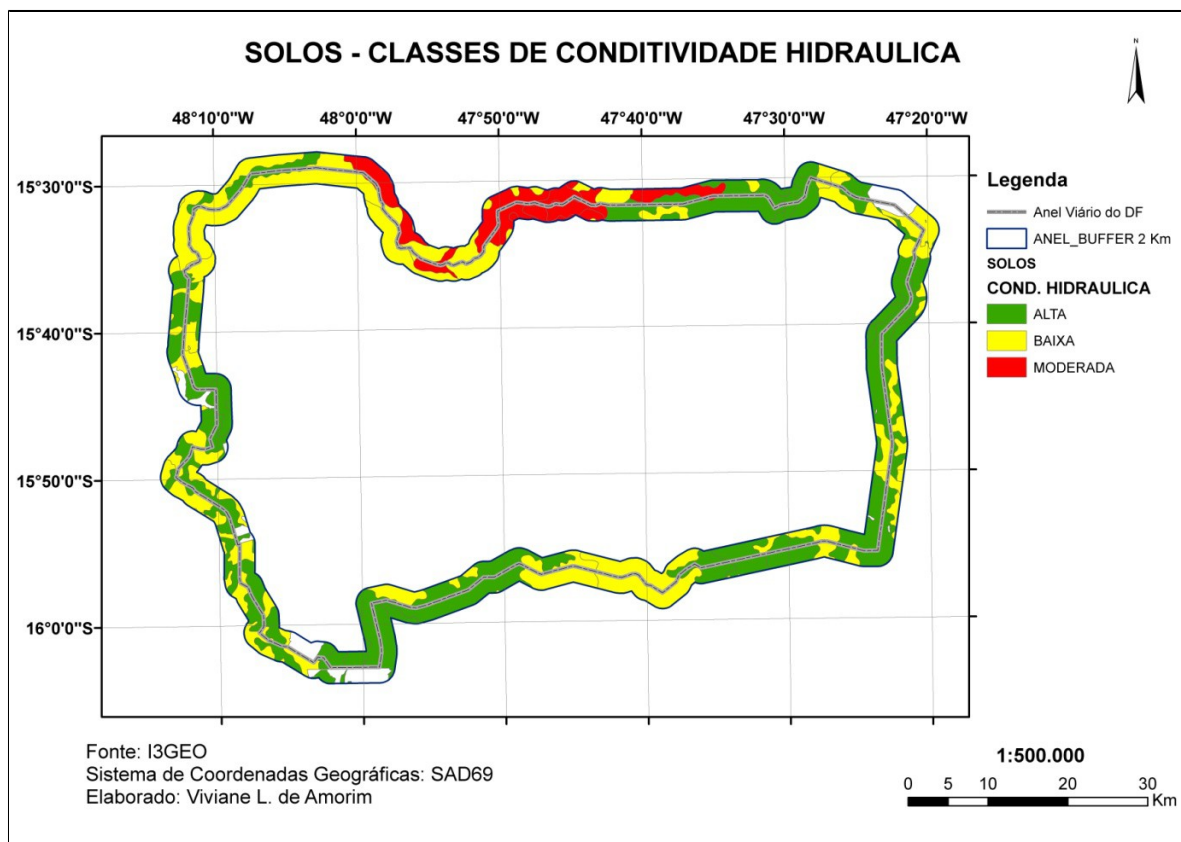
## 5.2.7.SOLOS



**Figura 23 – Mapas das classes de solos do DF**

Tipo de Mapa	Classes de Solos	Classes de Condutividade Hidráulica	Classe de Vulnerabilidade
	<b>Cambissolos; Plintossolos, Neossolos; Litólicos, e Gleissolos.</b>	Baixa	Baixa
	<b>Argissolos, Nitossolos</b>	Moderada	Moderada
	<b>Latossolos</b>	Alta	Alta
	<b>Neossolos; Quartzarênicos</b>	Muito Alta	Alta

**Quadro 12 – Classes de Condutividade Hidráulica das classes de Solo do DF**



**Figura 24** – Mapa das classes de vulnerabilidade atribuídas à condutividade hidráulica do solo do DF

Na classificação de vulnerabilidade deste atributo foi considerada a condutividade hidráulica do solo do DF. Assim, quanto menor a declividade do terreno maior a sua vulnerabilidade.



## 6. CONCLUSÃO

Este trabalho permitiu observar a vulnerabilidade ambiental com relação ao Anel Viário do Distrito Federal.

Considerando a problemática do abastecimento de água do Distrito Federal. A análise dos pontos de captação conseguiu revelar dois pontos críticos para o fornecimento de água do DF, visto que os dois sistemas que são responsáveis por 80% do abastecimento do DF encontram-se próximos ao Anel Viário.

Esses pontos críticos necessitam de maior atenção com implantação medidas preventivas para garantir a proteção deles em casos de acidentes nessas áreas.

Considerando as Unidades de proteção integral, o Anel cruza a sua maioria o que gera a preocupação com a proteção ambiental dessas áreas.

Outro fator importante observado, é que os pontos de captação e as UCs de Proteção Integral possuem áreas de vulnerabilidade coincidentes. Isso se deve ao fato desses pontos estarem inseridos preferencialmente, dentro de áreas de proteção ambiental.

Esse trabalho pode ser utilizado na escolha de atributos para a realização de outros análises mais aprofundados com temas específicos. Os atributos podem ser combinados para a elaboração de um mapas de vulnerabilidade ambiental por meio da análise de multicritérios.



## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABIQUIM. Departamento Técnico. Comissão de Transportes. *Manual para Atendimento a Emergências com Produtos Perigosos*. 6° ed. São Paulo: ABIQUIM, 2011. 340p.

ALMEIDA, L. et al. *Hidrogeologia do Estado de Goiás*. Secretaria da Indústria e Comércio. Superintendência de Geologia e Mineração. Goiânia, 2006. (Série Geologia e Mineração, n. 1).

ANTT. *Resolução ANTT Nº 420, de 12 de fevereiro de 2004*. Aprova as Instruções Complementares ao Regulamento do Transporte Terrestre de Produtos Perigosos.

BANDEIRA, Clarice; FLORIANO, Eduardo Pagel. *Avaliação de impacto ambiental de rodovias, Caderno Didático nº 8*. 1ª ed. Santa Rosa: ANORGS, 2004.

BRASIL. *Decreto Nº 96.044, de 18 de maio de 1988*. Aprova o Regulamento para o Transporte de Produtos Perigosos e dá outras providências. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/decreto/antigos/d96044.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/antigos/d96044.htm)>. Acesso em 04 ago. 2011.

\_\_\_\_\_. *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. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/L9985.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9985.htm)>. Acesso em 04 ago. 2011.

\_\_\_\_\_. *Decreto Nº 5.098, de 3 de junho de 2004*. Dispõe sobre a criação do Plano Nacional de Prevenção, Preparação e Resposta Rápida a Emergências Ambientais com Produtos Químicos Perigosos - P2R2, e dá outras providências. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2004-2006/2004/decreto/d5098.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2004/decreto/d5098.htm)>. Acesso em 04 ago. 2011.

CAESB. *Sistema de abastecimento de água do Distrito Federal - Quantitativo de unidades operacionais por sistema*. Brasília: Caesb 2007. Disponível em: <[http://www.caesb.df.gov.br/\\_conteudo/produtosServicos/QuantidadeUnidadesAgua.pdf](http://www.caesb.df.gov.br/_conteudo/produtosServicos/QuantidadeUnidadesAgua.pdf)>. Acesso em 20 jul. 2011.

CAESB. *Água, o Cidadão e a Caesb – Em Busca do Uso Sustentável da Água no Distrito Federal*. Brasília: Caesb, 2011. Disponível em: <[http://www.caesb.df.gov.br/\\_conteudo/meioAmbiente/a-agua-ocidadao-e-a-caesb.pdf](http://www.caesb.df.gov.br/_conteudo/meioAmbiente/a-agua-ocidadao-e-a-caesb.pdf)>. Acesso em 20 jul. 2011.

CAMARA, G.; Medeiros, J. S. *Geoprocessamento para Projetos Ambientais*. Tutorial. São José dos Campos. INPE. 1996.

CASTRO, Paulo Sant'anna e. *Influência da cobertura florestal na qualidade da água em duas bacias hidrográficas na região de Viçosa, MG*. 107 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) ESALQ, Piracicaba, SP, 1980.





CETESB. *Norma Técnica P3.261: Manual de Orientação para a Elaboração de Estudos de Análise de Riscos*. 2003. Disponível em <http://www.cetesb.sp.gov.br>. Acesso em 11 ago. 2011.

DER/DF - Departamento de Estradas de Rodagem do Distrito Federal. *Estudo de Impacto Ambiental das Rodovias Integrantes do Anel Viário do Distrito Federal: FASE B*. 2009.

DISTRITO FEDERAL. *Rodovias do Distrito Federal*. 2008. Disponível em: [http://pt.wikipedia.org/wiki/Rodovias\\_do\\_Distrito\\_Federal](http://pt.wikipedia.org/wiki/Rodovias_do_Distrito_Federal)>. Acesso em 20 jul. 2011.

DISTRITO FEDERAL. *Síntese de Informações Socioeconômicas*. Brasília: Codeplan. 2010. 89 p.

DISTRITO FEDERAL. Programa Brasília Integrada GDF/BID – Relatório de Avaliação Ambiental Estratégica: Anexo1 – Unidades de Conservação do Distrito Federal. Disponível em: <<http://www.st.df.gov.br/sites/100/167/00000360.pdf>>. Acesso em 26 jul. 2011.

DNIT. Diretoria de Planejamento e Pesquisa. Coordenação Geral de Estudos e Pesquisa. Instituto de Pesquisas Rodoviárias. *Manual para Implementação de Planos de Ação de Emergência para Atendimento a Sinistros Envolvendo o Transporte Rodoviário de Produtos Perigosos*. Rio de Janeiro: 2005(a). 142p.

DNIT. Diretoria de Planejamento e Pesquisa. Coordenação Geral de Estudos e Pesquisa. Instituto de Pesquisas Rodoviárias. *Manual Rodoviário de Conservação, Monitoramento, e Controle Ambientais*. 2. Ed. Rio de Janeiro: 2005(b). 68p.

DUNNE, T.; LEOPOLD, L. B. *Water in environmental planning*. New York: W. H. Freeman and Company, 1978

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). *Sistema brasileiro de classificação de solos*. Rio de Janeiro : EMBRAPA-SPI, 2009. 412p.

ESCADA, Maria Isabel Sobral. *Aplicação de Técnica Fuzzy em SIG como alternativa para o Zoneamento Ecológico Econômico (ZEE)*. 1998. INPE: São José dos Campos. Trabalho de Curso Disciplina: Análise Espacial.

GOMES, M. A. F.; SPADOTTO, C. A.; PESSOA, M. C. Avaliação da vulnerabilidade natural dos solos em áreas agrícolas: subsídio à avaliação do risco de contaminação do lençol freático por agroquímicos. *Revista Ecotoxicologia e Meio Ambiente*, v. 12, p. 169-179, Curitiba, jan. 2002.

IBAMA; WWF-Brasil. *Efetividade de Gestão das Unidades de Conservação Federais do Brasil*. 2007 Disponível em [http://www.icmbio.gov.br/images/stories/documentos/2%20-%20que%20fazemos%20-%20efetividade%20da%20gesto%20de%20ucs%20-%20doc\\_efetividade%20de%20gesto%20das%20ucs%20federais%20do%20brasil%202007.pdf](http://www.icmbio.gov.br/images/stories/documentos/2%20-%20que%20fazemos%20-%20efetividade%20da%20gesto%20de%20ucs%20-%20doc_efetividade%20de%20gesto%20das%20ucs%20federais%20do%20brasil%202007.pdf)> .Acesso em 26 jul. 2011

IBRAM – Instituto do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos do Distrito Federal – Brasília Ambiental. *Unidades de Conservação*. Disponível em: <[http://www.ibram.df.gov.br/005/00502001.asp?ttCD\\_CHAVE=12935](http://www.ibram.df.gov.br/005/00502001.asp?ttCD_CHAVE=12935)> . Acesso em 26 jul. 2011.



IPEA/DENATRAN/ANTP *Impactos sociais e econômicos dos acidentes de trânsito nas rodovias brasileiras – Relatório Executivo*. 2006. Brasília.

MACHADO, Luis Ricardo. *Projetando o transporte para o futuro do DF*. 2010. Jornal da Comunidade. Disponível em: <<http://comunidade.maiscomunidade.com/conteudo/2010-04-21/especial/3071/PROJETANDO-O-TRANSPORTE-PARA-O-FUTURO-DO-DF.pnhtml>>. Acesso em 20 jul. 2011

PEDRO, Fabio Giardini. *Acidentes com transporte rodoviário de produtos perigosos : análise e aplicação de modelo conceitual georreferenciado para avaliação de risco ambiental no município de Campinas- SP*. 2006. Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo. Campinas/SP

PINTO, N. L. de S.; HOLTZ, A. C. T.; MARTINS, J. A.; GOMIDE, F. L. S. *Hidrologia Básica*. 1ª ed. São Paulo: Edgard Blücher, 1976. 279 p.

RAWLS, W. J.; Ahuja, L. R.; Brakensiek, D. L.; Shirmohammadi, A. *Infiltration and Soil Water Movement*. In: *Handbook of Hydrology*, Maidment, D. R. (ed.), McGraw-Hill, New York, 5.1-5.51 p., 1992.

REATTO, Adriana; MARTINS, Éder de Souza, FARIAS, Marcus Fábio Ribeiro; SILVA, Angelo Valverde da; CARVALHO JUNIOR, Osmar Abílio de. *Mapa pedológico digital – SIG atualizado do Distrito Federal escala 1:100.000 e uma síntese do texto explicativo*. Planaltina : Embrapa Cerrados, 2004.

ROCHA, Solange C. S.; ALÍPAZ, Suzana M. F. *Manual Ambiental – Obras e Saneamento – Construção*. Brasília: CAESB, 2010. Disponível em: <[http://www.caesb.df.gov.br/\\_conteudo/meioAmbiente/manual-ambiental-caesb.pdf](http://www.caesb.df.gov.br/_conteudo/meioAmbiente/manual-ambiental-caesb.pdf)>. Acesso em:

SANTOS, DAVID RODRIGUES DOS. *O perfil do transporte rodoviário de produtos perigosos: uma proposta metodológica*. 2006. 146p. Dissertação (mestrado) – Centro de Desenvolvimento Sustentável, Universidade de Brasília, Brasília, 2006.

VILLELA, S.M.; MATTOS, A. *Hidrologia Aplicada*. São Paulo: McGraw – Hill do Brasil, 245p, 1975.



## SITES

ABIQUIM – [www.abiquim.org.br](http://www.abiquim.org.br)

ANA - [www.ana.gov.br](http://www.ana.gov.br)

ANTP - <http://portal1.antp.net/site/default.aspx>

ANTT – [www.antt.gov.br](http://www.antt.gov.br)

CAESB - [www.caesb.df.gov.br](http://www.caesb.df.gov.br)

CETESB – [www.cetesb.sp.gov.br](http://www.cetesb.sp.gov.br)

DNIT – [www.dnit.gov.br](http://www.dnit.gov.br)

EMBRAPA – [www.embrapa.br](http://www.embrapa.br)

I3GEO – [www.mapas.mma.gov.br/i3geo](http://www.mapas.mma.gov.br/i3geo)

IBAMA - [www.ibama.gov.br](http://www.ibama.gov.br)

IBRAM - <http://www.ibram.df.gov.br>

ICMBio - [www.icmbio.gov.br](http://www.icmbio.gov.br)

INPE – [www.inpe.br](http://www.inpe.br)

Jornal da Comunidade - <http://comunidade.maiscomunidade.com>

MI - Ministério da Integração Nacional - [www.integracao.gov.br](http://www.integracao.gov.br)

MMA - [www.mma.gov.br](http://www.mma.gov.br)

Planalto - <http://www.planalto.gov.br>

STDF - <http://www.st.df.gov.br>