



ZEE DF

Zoneamento Ecológico-Econômico do Distrito Federal

**UM DF MELHOR
PARA TODOS**

CADERNO TÉCNICO

MATRIZ ECOLÓGICA



Zoneamento Ecológico-Econômico do Distrito Federal

MATRIZ ECOLÓGICA

www.zee.df.gov.br

GOVERNO DE BRASÍLIA

Governador

Rodrigo Rollemberg

Vice-Governador

Renato Santana

COORDENAÇÃO GERAL POLÍTICA DO ZEE-DF

Casa Civil do Distrito Federal

Sérgio Sampaio

Secretaria de Estado de Planejamento, Orçamento e Gestão – SEPLAG

Leany Lemos

Secretaria de Estado de Meio Ambiente – SEMA

André Lima

Secretaria de Estado de Gestão do Território e Habitação – SEGETH

Thiago de Andrade

Secretaria de Estado de Agricultura, Abastecimento e Desenvolvimento Rural – SEAGRI

José Guilherme Leal

Secretaria de Estado de Economia e Desenvolvimento Sustentável – SEDES

Valdir Oliveira

Secretaria de Estado de Mobilidade – SEMOB

Fábio Damasceno

Secretaria Adjunta de Ciência, Tecnologia e Inovação – SECTI

Tiago Coelho

COORDENAÇÃO GERAL TÉCNICA DO ZEE-DF

Secretaria de Estado de Meio Ambiente – SEMA

Maria Sílvia Rossi

Ludmyla Macedo de Castro e Moura

Rogério Alves Barbosa da Silva

Secretaria de Estado de Gestão do Território e Habitação – SEGETH

Carlos Roberto Machado Vieira

Heloísa Pereira Lima Azevedo

Secretaria de Estado de Agricultura, Abastecimento e Desenvolvimento Rural – SEAGRI

Marcos de Lara Maia

José Lins de Albuquerque Filho

Secretaria de Estado de Economia e Desenvolvimento Sustentável – SEDES

Rogério Galvão de Carvalho

Rodrigo Vilela de Avelar Resende

SECRETARIA EXECUTIVA DO ZEE-DF

Secretaria de Estado de Meio Ambiente – SEMA

Vanessa Cortines Barrocas

Jéssica de Melo Rodrigues

Maria Leides Lina Neiva Meireles

BRASÍLIA, 2017



SUMÁRIO

Nota introdutória

1. A linha do tempo do ZEE-DF
2. Os desafios do ZEE-DF
 - 2.1. A Unidade de Planejamento Ambiental prevista na Lei Orgânica do DF e em Resoluções CRH-DF
 - 2.2. A disponibilidade e qualidade dos dados do DF e da RIDE
 - 2.3. As escalas de trabalho do ZEE-DF
 - 2.4. O armazenamento dos dados ambientais georeferenciados
3. A matriz Ecológica do ZEE-DF
 - 3.1. Os conceitos estruturantes da Matriz Ecológica do ZEE-DF
 - 3.1.1. Território e Territorialidade
 - 3.1.2. Infraestrutura Ecológica e Infraestrutura Verde
 - 3.1.3. Serviços Ecossistêmicos e Serviços Ambientais
 - 3.1.4. Riscos Ecológicos Intrínsecos
 - 3.1.5. Resiliência
 - 3.1.6. Capacidade de Suporte
 - 3.1.6.1. Capacidade de Suporte em Sistemas Naturais
 - 3.1.6.2. Capacidade de Suporte em Sistemas Agropecuários
 - 3.1.6.3. Capacidade de Suporte em Sistemas Humanos
 - 3.1.6.4. Capacidade de Suporte na Gestão Ambiental Territorial
 - 3.1.7. Gradiente Ecológico e Permeabilidade Ecológica
 - 3.1.8. Água ou Recursos Hídricos
4. Os Riscos Ecológicos do território
 - 4.1. O Distrito Federal
 - 4.1.1. Dimensão Ecológica do DF
 - 4.1.2. Dimensão Sócio econômica do DF: configuração espacial da ocupação humana



Zoneamento Ecológico-Econômico do Distrito Federal

MATRIZ ECOLÓGICA

www.zee.df.gov.br

4.2. O DF à luz de quatro riscos fundamentais e sua relação com os Serviços Ecossistêmicos

4.2.1. Risco de Perda de Solos por Erosão

4.2.1.1. A erosão dos solos

4.2.1.2. O mapa do ZEE-DF de risco de perda de solos por erosão

4.2.2. Risco de Contaminação Potencial de Subsolo

4.2.2.1. A contaminação potencial de subsolo

4.2.2.2. O mapa do ZEE-DF de risco de contaminação potencial de subsolo

4.2.3. Risco de Perda de perda de Áreas Prioritárias para Recarga de Aquíferos

4.2.3.1. A recarga de aquíferos

4.2.3.2. O mapa do ZEE-DF de risco de perda de Áreas Prioritárias para Recarga de Aquíferos

4.2.4. Risco de Perda de Remanescentes de Cerrado Nativo

4.2.4.1. O Cerrado nativo

4.2.4.2. O mapa do ZEE-DF de risco de perda de remanescentes de Cerrado nativo

5. Unidades Territoriais Básicas, a partir das Unidades Hidrográficas e dos Riscos Ecológicos do território

5.1. O Princípio da Precaução

5.2. O conceito de Áreas Homogêneas

5.3. O histórico da produção de UTB

5.3.1. Primeira proposta de UTB (2009-2011)

5.3.2. Segunda proposta de UTB (2012-2014): “as Unidades Hidrográficas traduzem os riscos ecológicos?”

5.3.2.1. Metodologia de Análise

5.3.2.2. Resultados das Análises

5.3.3. Proposta final de UTB (2015-2016): “os Riscos Ecológicos explicitados”

5.3.3.1. Compreendendo a Matriz Ecológica como uma etapa metodológica inicial

5.3.3.2. Resgate ao protagonismo dos Riscos Ecológicos no território

5.3.3.3. Proposta Final de UTB da Matriz Ecológica do ZEE-DF

5.3.3.3.1. Pressupostos para desenvolvimento do conceito de UTB

5.3.3.3.2. Metodologia para construção das UTB



5.3.3.3. Resultados: o DF apresenta variações de riscos ecológicos em tipologia, intensidade e distribuição geográfica

6. Corredores Ecológicos e Áreas Prioritárias para Conservação do Cerrado no DF

6.1. O que já se conhece no DF

- 6.1.1. Áreas Protegidas no DF**
- 6.1.2. Conectores Ambientais no DF segundo PDOT**
- 6.1.3. A Reserva da Biosfera do Cerrado**
- 6.1.4. O Monitoramento de Atropelamento de Fauna no DF**

6.2. Corredores Ecológicos para o DF

- 6.2.1. Objetivos dos Corredores Ecológicos do DF**
- 6.2.2. Metodologia para a Delimitação Territorial dos Corredores Ecológicos no DF**
- 6.2.3. A proposta de Corredores Ecológicos para o DF**

6.3. Sistema de Áreas Verdes Permeáveis Intraurbanas e Interurbanas

7. Recomendações às próximas etapas do ZEE-DF

7.1. Utilização das UTB

- 7.1.1. A UTB como instrumento para orientar a construção de Zonas e Subzonas do ZEE-DF**
- 7.1.2. A UTB como instrumento para orientar os Atos Autorizativos – Licenciamentos Ambiental e Urbanístico e a Outorga de Uso da Água**
- 7.1.3. A UTB como instrumento para comunicar custos potenciais para uso e ocupação do território**
- 7.1.4. A UTB como instrumento para orientar a tomada de decisão sobre uso do solo e orientar a revisão marco legal territorial e urbanístico**

7.2. Estudos adicionais necessários

7.3. Recomendações à minuta do Projeto de Lei do ZEE-DF



Zoneamento Ecológico-Econômico do Distrito Federal
MATRIZ ECOLÓGICA
www.zee.df.gov.br

Nota Introdutória

O Zoneamento Ecológico-Econômico é um instrumento de planejamento e gestão ambiental voltados para o território, definido pela Política Nacional de Meio Ambiente (lei federal nº 6.938/1981). Ele deve ser executado de forma compartilhada entre a União, os estados e os municípios, conforme o pacto federativo e o Sistema Nacional de Meio Ambiente (SISNAMA). A lei complementar nº 140/2011, instituiu normas para a cooperação entre os entes da federação no exercício da competência comum relativa ao meio ambiente, conforme o previsto no artigo 23 da Constituição Federal de 1988. Esta lei determina como ação administrativa da União para a elaboração do ZEE de âmbito nacional e regional. Aos estados cabe elaborar o ZEE estadual, em conformidade com os zoneamentos de âmbito nacional e regional. Aos municípios cabe a elaboração do plano diretor, observando os ZEE existentes.

O novo Código Florestal (lei federal nº 12.651/2012) estabelece um prazo de cinco anos para os estados elaborarem e aprovarem seu ZEE, na forma de lei estadual / distrital, utilizando a metodologia unificada estabelecida em norma federal. Isto significa, em termos práticos, que o grau de liberdade das Unidades da Federação no tocante à interpretação metodológica diminuiu consideravelmente. Exemplo disto é a recusa pela Comissão Nacional do ZEE, em 2013, do ZEE de Minas Gerais, produzido em 2008 e aprovado pelo Conselho de Políticas Ambientais. A argumentação apresentada pela Comissão Nacional é que este ZEE não cumpre os requisitos metodológicos (foco em Diagnóstico, mas sem efetivo Prognóstico) além de não ser uma lei estadual. O DF aprendeu com esta difícil experiência estadual e desde 2013 vem trabalhando para a construção de um prognóstico consistente.

O Decreto Federal nº 4.297/2002 instituiu, entre outros, os conteúdos obrigatórios do instrumento. As Diretrizes metodológicas detalhadas foram estabelecidas pelo Ministério do Meio Ambiente. A terceira edição do documento “*Diretrizes Metodológicas para o Zoneamento Ecológico-Econômico do Brasil*” (2006) apresenta o processo de elaboração do ZEE nas seguintes fases ou etapas:



Zoneamento Ecológico-Econômico do Distrito Federal
MATRIZ ECOLÓGICA
www.zee.df.gov.br



Fonte: <http://www.mma.gov.br/gestao-territorial/zoneamento-territorial/item/7529-diretrizes-metodologicas>
(consultado em maio de 2011)

Figura 1 – Sequência Metodológica para elaboração do ZEE

Segundo o MMA, as Diretrizes Metodológicas:

(...) reafirmam o incessante esforço do MMA em consolidar o ZEE como instrumento da política ambiental do Governo Federal, orientada para as demais políticas públicas, a fim de dotar a gestão do território nacional com medidas inovadoras, capazes de gerar novas oportunidades de melhoria de vida com qualidade ambiental para milhões de brasileiros.

Sítio eletrônico do MMA, consultado em 20 de junho de 2017 (grifo nosso).

Evidencia-se desde o nascedouro do instrumento, seu alcance para o planejamento e gestão territoriais e todas as políticas públicas relacionadas ao meio ambiente e à população de um território.

Segundo as “*Diretrizes metodológicas – parte 1*” (MMA, 2006), o Programa ZEE (PZEE) estabelece que:

O PZEE tem por objetivo executar o ZEE no Brasil, integrando-o aos sistemas de planejamento em todos os níveis da administração pública e gerenciando, em diversas escalas de tratamento, as informações necessárias à gestão do território.

Nesse sentido, o PZEE subsídia a formulação de políticas de planejamento, ordenação e gerenciamento do território da União, Estados e Municípios, orientando os diversos níveis decisórios para a adoção de políticas convergentes com as diretrizes de planejamento estratégico do país, propondo soluções de proteção ambiental e de desenvolvimento que considerem a melhoria das condições de vida da população e a redução dos riscos de perda do patrimônio natural.

MMA (2006)



A importância e potencial do ZEE como instrumento de planejamento pode ser indicada da seguinte forma:

- *É um instrumento intrínseco na busca pela eficácia e competitividade dos lugares no mundo globalizado, com inúmeras tentativas de abrandamento da soberania do país, em que potencialidades e limitações naturais se conectam, na organização do território, às contingências e potencialidades sociais.*
- *É um instrumento de estado que possibilita recuperar uma visão de conjunto da nação, bem como subsidiar políticas autônomas para uso estratégico do território.*
- *É um instrumento que concretiza um novo arranjo institucional do sistema de planejamento, ao funcionar como um sistema de informações e avaliação de alternativas, servindo como base de articulação às ações públicas e privadas que participam da reestruturação do território, segundo as necessidades de proteção, recuperação e desenvolvimento com conservação.*
- *É um instrumento enquadrado na noção contemporânea de política pública, tendo por horizonte a redução da desigualdade social e o respeito ao pluralismo, contribuindo para a prática de uma cidadania ativa e participativa à medida que pressupõe a abertura de canais institucionais com a sociedade para fins de consulta, informação e co-gestão, articulando diversas escalas de abordagem, cada qual portadora de atores e temas específicos.*

“Diretrizes metodológicas – parte 1” (MMA, 2006).

Ou simplesmente, conforme o objetivo principal estabelecido para o ZEE-DF:

um instrumento para planejar o desenvolvimento em bases sustentáveis.

“Diretrizes metodológicas – parte 1” (MMA, 2006).

1. A linha do tempo do ZEE-DF

A elaboração do ZEE-DF passou por três fases. A primeira foi iniciada em 2007 com o GDF firmando o Termo de Ajustamento de Conduta nº 002/2007. Esta fase foi viabilizada com a contratação de consultoria com recursos do Banco Mundial de 2009 a 2012. A segunda etapa ocorreu de 2012 a 2014 e a etapa atual (terceira etapa), de 2015 até o momento.



Zoneamento Ecológico-Econômico do Distrito Federal
MATRIZ ECOLÓGICA
www.zee.df.gov.br

Desde 2014 até o presente momento, toda a elaboração e processos de consulta ao ZEE-DF são viabilizados apenas com força de trabalho dos servidores públicos, sem nenhuma contratação de consultorias externas.

Na primeira etapa, a então Secretaria de Desenvolvimento Urbano e Meio Ambiente (SEDUMA), através dos responsáveis pela gestão territorial urbana, coordenou o processo, elaborou o Termo de Referência (TR) para contratação junto ao Banco Mundial no programa Brasília Sustentável I, e assumiu a coordenação geral da comissão de acompanhamento da empresa contratada (Greentec Tecnologia Ambiental). Isto porque à época, a área ambiental passou a ser uma subsecretaria dentro da Secretaria com foco no território e particularmente no urbano. Em 2011, ocorreu a extinção da SEDUMA, dividida em duas secretarias: a Secretaria de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (SEMARH) e a Secretaria de Desenvolvimento Urbano e Habitação (SEDHAB). Desta feita, a liderança do processo técnico passou à SEMARH e uma portaria conjunta entre três secretarias de Estado (SEMARH, SEDHAB e Secretaria de Desenvolvimento Econômico – SDE) indicou os representantes para compor a Coordenação Técnica, publicado no DODF em 23/08/2011. A comissão de acompanhamento do contrato foi mantida, incorporados os indicados para compor a Coordenação Técnica. Registre-se que a SEDHAB teve duas cadeiras titulares e duas suplentes na Comissão de Acompanhamento, ao contrário dos demais, visto a responsabilidade adicional relativa ao acompanhamento e recebimento dos produtos de Geoprocessamento.

Um dos fatores que dificultou grandemente a finalização do ZEE ainda nesta etapa foi a falta de dados atualizados de natureza sócio econômica para subsidiar a proposição de um zoneamento final. Isto porque os dados do IBGE eram do ano de 2000 e a Pesquisa Distrital por Amostra de Domicílios (PDAD), que coleta dados socioeconômicos no Distrito Federal só foram retomadas em 2011, estando disponíveis em 2012. Registre-se as dificuldades adicionais decorrentes da falta de definição legal do número de Regiões Administrativas no DF e respectivas poligonais. Ficou, portanto, extemporâneo, do ponto de vista da execução do contrato, refazer todo o diagnóstico da socioeconomia e todo o prognóstico, com dados novos, numa etapa final do contrato.

Os esforços da Coordenação Geral Técnica do ZEE produziram, desde 2011, os documentos e registros que compõem um processo formal na atual SEMA, de número 393.000-022/2016, sob gestão da Subsecretaria de Política Ambiental e Monitoramento (SUPLAM).



Diversos documentos técnicos de Diagnóstico elaborados na etapa inicial do zoneamento (Subproduto 3.1 - Volume I - Meio Biótico (Flora e Fauna), Volume II - Meio Físico, Volume III - Espaços Territoriais Especialmente Protegidos) foram retomados. O “**Subproduto 3.5 - Relatório de Potencialidades e Vulnerabilidades**” faz uma abordagem do binômio “vulnerabilidade” e “potencialidade”, o que subsidiou posteriormente a evolução dos trabalhos e a adoção do conceito de risco. De fato, os estudos da etapa I do ZEE-DF foram de grande utilidade, e sendo os conteúdos do diagnóstico integralmente absorvidos e os conteúdos do prognóstico, parcialmente absorvidos, nas fases subsequentes do ZEE. Isto já acontece na Matriz Ecológica.

A segunda etapa aconteceu a partir de julho de 2012 a 2014, após a finalização do contrato com a empresa consultora. Nesta etapa, foi posta em prática uma nova concepção para formulação do ZEE, ainda que aproveitando de todos os materiais e conhecimentos gerados na etapa anterior: o poder público distrital chamou para si a formulação do ZEE, transformando o ZEE em um processo de formação no seio governamental, ao invés de um conjunto de produtos recebidos por consultoria. Foram constituídos grupos de trabalhos para desenvolvimento dos conteúdos indicados na metodologia nacional e organizados no tempo de modo a um grupo subsidiar o outro.

A terceira etapa consistiu de 2015 até o momento. Nesta etapa, o governo instituiu, pelo decreto distrital nº 36.473, de 30 de abril de 2015, uma Coordenação Política de 8 (oito) Secretários de Estado, uma Coordenação Geral Técnica com representantes de quatro Secretarias de Estado (Meio Ambiente – SEMA, Economia e Desenvolvimento Sustentável – SEDS, Gestão do Território e Habitação – SEGETH, e Agricultura e Desenvolvimento Rural – SEAGRI), e uma Comissão Distrital com representantes de 25 órgãos, incluindo três federais (Embrapa Cerrados, Ibama e ICMBio).

Desde a etapa 2, os resultados parciais foram apresentados em conselhos distritais para acompanhamento, tendo sido realizada em 2012, na Câmara Legislativa do DF, uma Audiência Pública do Diagnóstico do ZEE/DF.

Na etapa atual, já foram realizadas três grandes consultas públicas regionais: Sobradinho, Plano Piloto e Samambaia (2016), com vistas a sanar dúvidas e divulgar o ZEE/DF. A primeira Audiência Pública foi realizada em 2017, cujos resultados devem ser incorporados, na medida do possível, na proposta do ZEE (redação e poligonais). Paralelamente, estruturou-se a base de dados do ZEE/DF na



SEMA, que atualmente conta com mais de 158 (cento e cinquenta e oito) analistas do governo, de 19 (dezenove) órgãos, com acesso direto ao conjunto de informações geoespaciais (*shapes* e metadados).

2. Os desafios do ZEE-DF

Segundo o marco legal, as equipes formuladoras devem observar os requisitos de escala (art. 6º A do decreto federal nº 4.297/2002), os pressupostos técnicos (art. 8º) e institucionais (art. 9º), além do conteúdo técnico definido no capítulo III do referido decreto.

Para a modelagem da matriz ecológica do ZEE-DF, fez-se necessário identificar os desafios ambientais do território, definir a unidade de planejamento e a escala de trabalho para o cumprimento dos requisitos metodológicos constantes do decreto federal nº 4.297/2002 e das Diretrizes Metodológicas elaboradas pelo Ministério do Meio Ambiente em 2006.

2.1. A Unidade de Planejamento Ambiental prevista na Lei Orgânica do DF e em Resoluções do Conselho de Recursos Hídricos do DF (CRH-DF)

A necessidade de pensar na sobrevivência fez o ser humano ensaiar os primeiros passos no planejamento, buscando antecipar e enfrentar os seus problemas. Para este fim, o planejamento se fez no âmbito de um dado espaço geográfico. O planejamento de um território pode ser feito a partir de diferentes recortes espaciais.

Adotar a Bacia Hidrográfica como unidade de planejamento implica em pensar em sua gestão a partir de suas características naturais. Bacia Hidrográfica é uma área de captação natural da água de precipitação da chuva, com a convergência do somatório de escoamentos para um único ponto de saída, denominado exutório. A área de captação natural da água é formada por um conjunto de superfícies vertentes que, por sua vez, são compostas pela superfície do solo e uma rede de drenagem (cursos de água) que conflui compondo um leito único no exutório.

A subdivisão de uma bacia hidrográfica de maior ordem em seus componentes (sub-bacias, unidades hidrográficas) possibilita acompanhar as transformações que nela ocorrem, facilitando



identificar e monitorar os problemas ambientais, instituir medidas de controle e estabelecer prioridades para atenuar e/ou mitigar os impactos ambientais (Vilaça *et al.*, 2009). Da área da bacia é definido o potencial de geração de escoamento da bacia, ou seja, o volume de água recebido pela bacia.

Para a formulação do ZEE-DF, foram utilizadas as *Unidades Hidrográficas* como topologias iniciais. Estas constituem a menor unidade espacial de análises necessária ao entendimento dos impactos ambientais sinérgicos no território.

A opção por adotar as unidades hidrográficas como unidade territorial de análise não é apenas escolha científica ou metodológica, ela tem indicações orientadoras que partem de marcos legais. A Lei nacional das Águas, lei federal nº 9.433 de 1997, define em seu art. 1º, inciso V que:

V - a bacia hidrográfica é a unidade territorial para implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e atuação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos;

A Lei Orgânica do Distrito Federal determina, em seu artigo 188, inciso IX, que um dos objetivos das atividades relacionadas a planejamento de recursos naturais deve ser:

IX – definição das bacias hidrográficas como unidades básicas de planejamento do uso, conservação e recuperação dos recursos naturais;

Além destas legislações, estudos foram realizados no âmbito do governo resultando em informações estruturadas tais como o Mapa de Unidades Hidrográficas de Gerenciamento do Distrito Federal (IEMA, 1994).

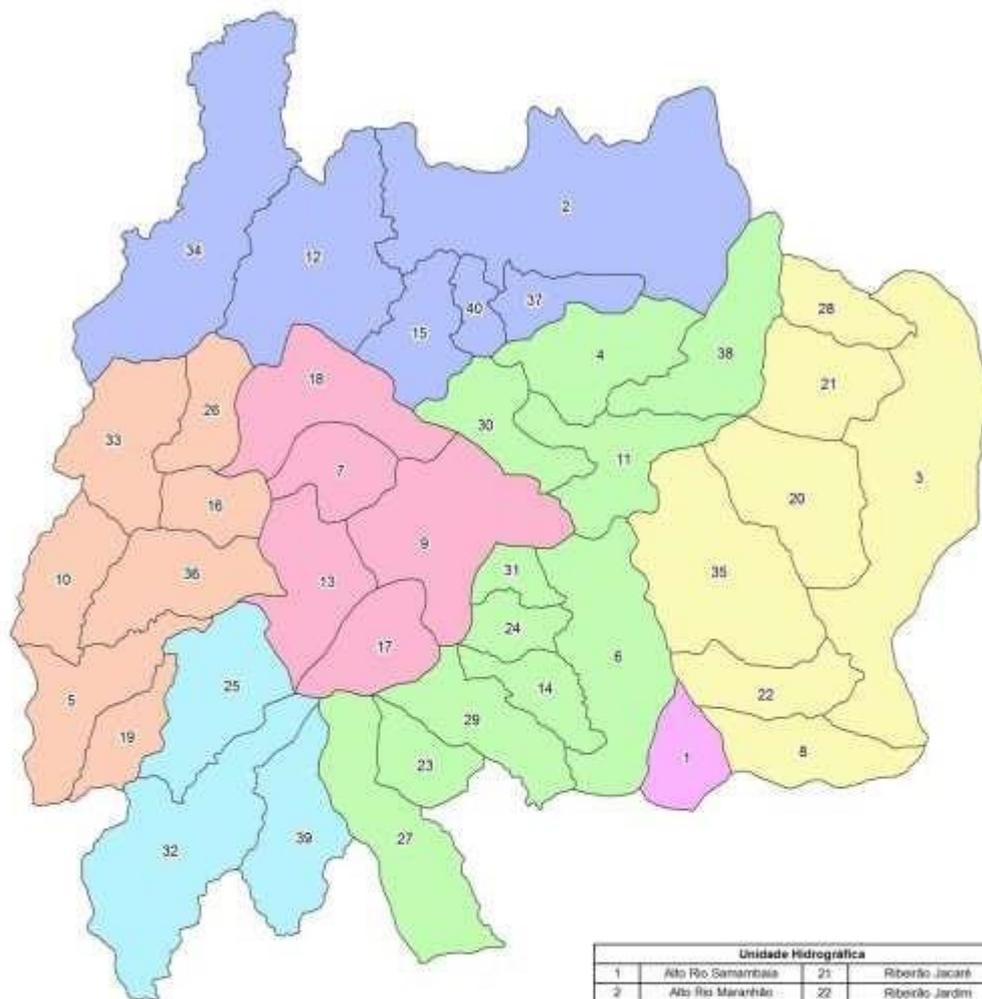
As Resoluções dos Conselhos normativos distritais completam o quadro do marco legal existente. A Resolução nº 02/2012 do Conselho de Recursos Hídricos do Distrito Federal (CRH-DF) aprovou o Plano de Gerenciamento Integrado de Recursos Hídricos do Distrito Federal (PGIRH-DF), cujo diagnóstico foi realizado com a delimitação de 40 (quarenta) unidades hidrográficas no DF, organizadas em 7 (sete) bacias hidrográficas.



Zoneamento Ecológico-Econômico do Distrito Federal

MATRIZ ECOLÓGICA

www.zee.df.gov.br



- Região Hidrográfica do Rio Paranoá**
- Bacia Hidrográfica do Rio São Bartolomeu
 - Bacia Hidrográfica do Rio Paranoá
 - Bacia Hidrográfica do Rio Descoberto
 - Bacia Hidrográfica do Rio Corumbá
 - Bacia Hidrográfica do Rio São Marcos
- Região Hidrográfica do Rio São Francisco**
- Bacia Hidrográfica do Rio Preto
- Região Hidrográfica dos Rios Tocantins e Araguaia**
- Bacia Hidrográfica do Rio Maranhão

Unidade Hidrográfica			
1	Alto Rio Samambá	21	Ribeirão Jacaré
2	Alto Rio Maranhão	22	Ribeirão Jardim
3	Alto Rio Preto	23	Ribeirão Maria Parana
4	Alto Rio São Bartolomeu	24	Ribeirão Papuda
5	Baixo Rio Descoberto	25	Ribeirão Ponte Alta
6	Baixo Rio São Bartolomeu	26	Ribeirão Rodador
7	Córrego Baranai	27	Ribeirão Saia Velha
8	Contejo São Bernardo	28	Ribeirão Santa Rita
9	Lago Paranaíba	29	Ribeirão Santana
10	Médio Rio Descoberto (até Rio Melchior)	30	Ribeirão Sobradinho
11	Médio Rio São Bartolomeu	31	Ribeirão Taboca
12	Rio da Pirma	32	Rio Alagado
13	Riacho Fundo	33	Rio Descoberto
14	Ribeirão Cachoeirinha	34	Rio do Sol
15	Ribeirão da Contagem	35	Rio Jardim
16	Ribeirão das Pedras	36	Rio Melchior
17	Ribeirão do Gama	37	Rio Palmeiras
18	Ribeirão do Torlo	38	Rio Piripau
19	Ribeirão Engenho das Lajes	39	Rio Santa Maria
20	Ribeirão Extrema	40	Rio Sobrem

Figura 2 – Divisão Hidrográfica do DF, segundo o PGRH, aprovada pela Resolução nº 02 (2012) do Conselho de Recursos Hídricos do DF

Dois anos mais tarde, a Resolução nº 02 (17/12/2014) também do CRH-DF, que aprova o Enquadramento das Águas Superficiais distritais no DF em classes segundo os usos preponderantes, instituiu, em seu Anexo II, 41 (quarenta e uma) unidades hidrográficas distritais, organizadas em 7 (sete) bacias hidrográficas, corrigindo o PGRH.



Zoneamento Ecológico-Econômico do Distrito Federal
MATRIZ ECOLÓGICA
www.zee.df.gov.br

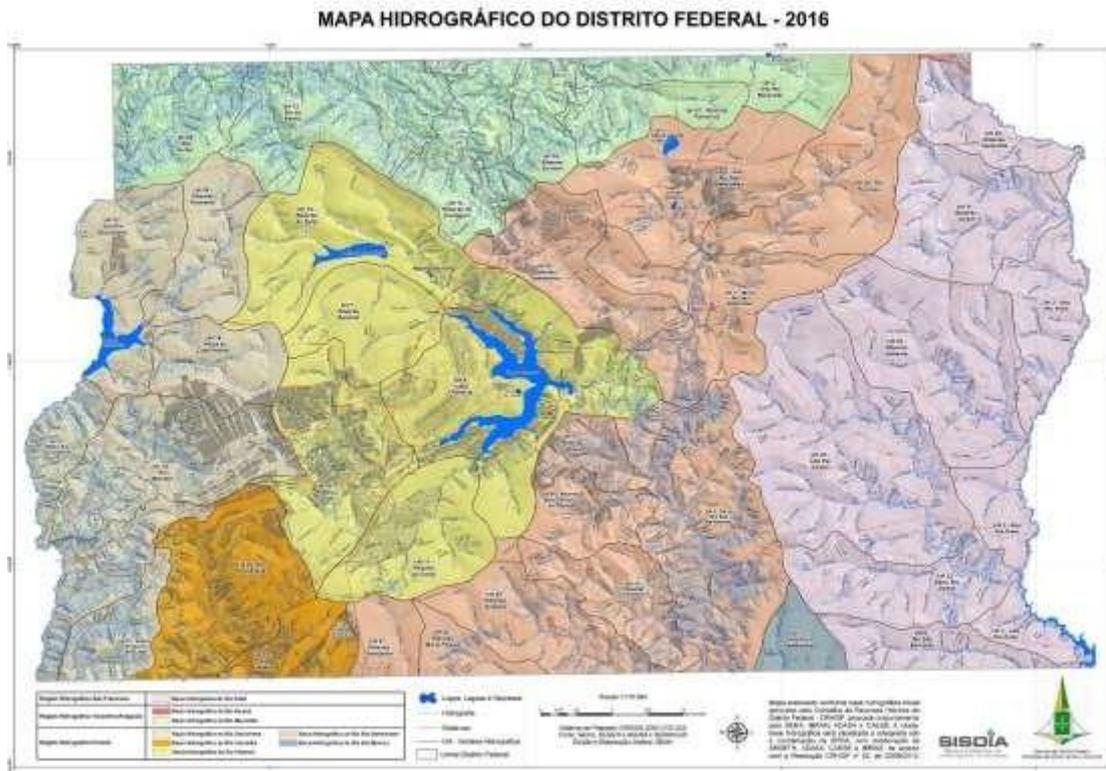
Tabela 1 – Unidades Hidrográficas distritais, segundo Resolução nº 02/2014 – CRH/DF

Nº da UH	Nome da UH	Bacia Hidrográfica no DF
1	Alto Rio Samambaia	São Marcos
2	Alto Rio Maranhão	Maranhão
3	Alto Rio Preto	Preto
4	Alto Rio São Bartolomeu	São Bartolomeu
5	Baixo Rio Descoberto	Descoberto
6	Baixo Rio São Bartolomeu	São Bartolomeu
7	Ribeirão Bananal (Córrego Bananal)	Paranoá
8	Rio São Bernardo (Córrego São Bernardo)	Preto
9	Lago Paranoá	Paranoá
10	Médio Rio Descoberto	Descoberto
11	Médio Rio São Bartolomeu	São Bartolomeu
12	Rio Palma	Maranhão
13	Riacho Fundo	Paranoá
14	Ribeirão Cachoeirinha	São Bartolomeu
15	Ribeirão Contagem	Maranhão
16	Ribeirão das Pedras	Descoberto
17	Ribeirão do Gama	Paranoá
18	Ribeirão do Torto	Paranoá
19	Ribeirão Engenho das Lages	Descoberto
20	Ribeirão Extrema	Preto
21	Ribeirão Jacaré	Preto
22	Baixo Rio jardim (Ribeirão Jardim)	Preto
23	Ribeirão Maria Pereira	São Bartolomeu
24	Ribeirão Santo Antônio da Papuda (Ribeirão Papuda)	São Bartolomeu
25	Rio Ponte Alta (Ribeirão Ponte Alta)	Corumbá
26	Ribeirão Rodeador	Descoberto
27	Ribeirão Saia Velha	São Bartolomeu
28	Ribeirão Santa Rita	Preto
29	Ribeirão Santana	São Bartolomeu
30	Ribeirão Sobradinho	São Bartolomeu
31	Ribeirão Taboca	São Bartolomeu
32	Rio Alagada	Corumbá
33	Alto Rio Descoberto (Rio Descoberto)	Descoberto
34	Rio do Sal	Maranhão
35	Alto Rio jardim (Rio Jardim)	Preto
36	Rio Melchior	Descoberto
37	Ribeirão Palmeiras (Rio Palmeiras)	Maranhão
38	Rio Pípiripau	São Bartolomeu
39	Ribeirão Santa Maria (Rio Santa Maria)	Corumbá
40	Ribeirão Sonhém (Rio Sonhém)	Maranhão
41	Córrego Bandeirinha	Paraná

Fonte: Resolução nº 02/2014 – CRH/DF



Deste feito, no ZEE-DF, trabalhou-se com as 41 (quarenta e uma) unidades hidrográficas distritais, consoante ao Mapa Hidrográfico oficial do Distrito Federal, cuja base de dados foi aprovada pelo Conselho de Recursos Hídricos do DF, através da Resolução nº02/2015 – CRH/DF, conforme figura abaixo:



Fonte: GDF, com base na Resolução nº 02/2015 – CRH/DF (2016)

Figura 3 – Mapa Hidrográfico Oficial do Distrito Federal

2.2. A disponibilidade e qualidade dos dados do DF e da RIDE

O Distrito Federal é um território muito estudado. Além dos dados e informações advindos de pesquisas nacionais (IBGE, IPEA, MMA), existe um conjunto de instituições federais e distritais, produtoras de dados e informações no âmbito local. Os estudos contratados no âmbito do licenciamento ambiental (EIA-RIMA e outros estudos ambientais) são ricos em dados e informações, que são regularmente providas ao Governo por meio do IBRAM com base nos estudos realizados por diversos órgãos governamentais e por particulares. São levantamentos de fauna e de flora, dados de geologia e solos, água em termos de quantidade e qualidade, entre outros. Os estudos contratados pelo poder público nos diversos órgãos governamentais também são inúmeros e ricos em dados e



informações ambientais. Esta mesma riqueza de dados está presente nos (ainda poucos) sistemas de monitoramento, além das pesquisas (iniciação científica, mestrado, doutorado, especializações e extensão universitária). Estas, infelizmente ainda não estão integradas às bases governamentais, à exemplo das faculdades e institutos de instituições superiores de ensino, envolvendo diferentes áreas do conhecimento à exemplo de Biologia, Geociências, Agronomia, Engenharias e Arquitetura.

Esta situação apresenta desafios imediatos tais como o de ter acesso a estes dados e informações, além de encontrar o registro documental do dado primário, e no caso de dado georeferenciado, encontrar o metadado e a especificação da escala de trabalho.

De forma mais ampla e estratégica, existem desafios urgentes:

- Viabilizar uma infraestrutura de dados pública e aberta para que a articulação das bases de dados disponíveis se efetue por meio de geoserviço, preservando a autoria e viabilizando automaticamente as atualizações necessárias; e
- Padronizar a documentação dos dados produzidos, por meio de um marco legal para o DF.

Esta proposição está lastreada na Lei Orgânica do DF.

O ZEE-DF, face aos desafios e impasses encontrados, propõe desenvolver uma infraestrutura de dados espaciais ambientais, denominada Sistema Distrital de Informações Ambientais (SISDIA), de ordem pública e aberta a fim de favorecer o compartilhamento de informações e a integração dos dados ambientais de maneira abrangente. Esta proposição está lastreada na Lei Orgânica do DF.

Do ponto de vista da cartografia do Distrito Federal, existe uma grande riqueza quando observamos a oferta de dados cartográficos, e especialmente quando tratamos do Sistema Cartográfico do Distrito Federal. O mesmo não acontece com os municípios do Entorno do DF, em que pese a grande relação do DF com os municípios do entorno (Goiás e Minas Gerais). Na RIDE, até o momento, não foi possível localizar levantamentos cartográficos sistemáticos dessas regiões, nem mesmo no âmbito dos limites das unidades hidrográficas correlatas ao território do DF. Desta maneira, tanto pela questão legal quanto pela questão da disponibilidade de dados, os estudos da matriz ecológica estão delimitados no território do Distrito Federal.



2.3. As escalas de trabalho do ZEE-DF

As Diretrizes Metodológicas do ZEE (MMA, 2006) tratam das ordens de grandeza necessárias à consecução do planejamento territorial no âmbito do ZEE, cuja representação cartográfica se faz:

Conforme a tradição cartográfica de sua representação e de acordo com a estrutura político-administrativa do país (...)

MMA, 2006.

As escalas requeridas formalmente para a elaboração de um ZEE e seu posterior reconhecimento são apontadas abaixo:

Tabela 2 – Escalas de trabalho determinadas para a realização de ZEE:

Enfoque	Abrangência Territorial	Nível Político-Administrativo	Ordens de Grandeza
Estratégico (Político)	Continental	Federal	1:10.000.000 / 1:5.000.000
	Nacional	Federal	1:2.500.000 / 1:1.000.000
	Regional	Federal / Estadual	1: 1.000.000 / 1:250.000
Tático (Operacional)	Estadual	Estadual / Municipal	1:250.000 / 1:100.000
	Municipal	Municipal	1:100.000 / 1:50.000
	Local	Distrital*	1:25.000 / 1:1.000

* distritos industriais.

Fonte: MMA, 2006 (Diretrizes Metodológicas do ZEE)

O enfoque **estratégico** é:

(...) dirigido ao topo da cadeia político gerencial, expressa o ZEE como resultado final (prognóstico) da interação entre as potencialidades e limitações visando ao planejamento de grandes áreas de domínio federal ou regional e tem como objetivos:

- *Esclarecer os administradores e a sociedade sobre os problemas e suas possibilidades de resolução, bem como as oportunidades que a sociedade tem ou terá em futuro previsível.*
- *Subsidiar a definição de políticas, planos e programas, servindo de instrumento de negociação entre as macrorregiões econômicas quanto ao uso e custos dos recursos naturais e seus benefícios comuns.*
- *Fundamentar a análise da dinâmica de ocupação versus a dinâmica dos sistemas ambientais. A primeira traduz a situação socioeconômica das populações envolvidas e a segunda, o caráter e a disponibilidade dos recursos*



Zoneamento Ecológico-Econômico do Distrito Federal
MATRIZ ECOLÓGICA
www.zee.df.gov.br

naturais. Busca-se, com isso, maximizar a eficiência da relação uso econômico e resultado social versus a base de recursos naturais.

MMA, 2006

No nível estratégico ou político, dois níveis de escalas geográficas são citados:

- Escala de reconhecimento (igual ou menor que 1:500.000) – para a construção de modelo de representação espacial, com generalização cartográfica para propiciar a visão das grandes estruturas e processos regionais.
- Escalas intermediárias (entre 1:500.000 e 1:250.000) – para os projetos de ZEE elaborados pelos Estados e União.

Observe-se que, no âmbito estratégico:

Contraditoriamente, adotou-se, ao longo do tempo, apenas um enfoque tático voltado às necessidades prementes de exercitar políticas de licenciamento e controle ambiental.

MMA, 2006

O enfoque **tático** é dirigido:

Aos níveis de ações de preservação e proteção do capital natural em nível local:

Reduzir os riscos de perda do capital natural em empreendimentos econômicos.

Subsidiar planos de monitoramento e avaliação de impactos ambientais, e planos diretores de áreas urbanas.

Subsidiar planos de manejo de unidades de conservação.

MMA, 2006

As escalas cartográficas requeridas no enfoque tático são:

- Escalas de semidetalhe (maiores de 1:250.000) entre 1:100.000 e 1:50.000.
- Escalas de detalhe (maiores que 1:50.000)

Observe-se que tais escalas estão dirigidas à análise de subsistemas ambientais.

A Unidade de análise neste nível de detalhamento é a Unidade Territorial Básica (UTB), produto da intersecção dos sistemas naturais versus o uso, mais adequado aos objetivos desse tipo de ZEE, cujos usuários imediatos vão desde o gestor local ao concessionário usuário do território,



Zoneamento Ecológico-Econômico do Distrito Federal
MATRIZ ECOLÓGICA
www.zee.df.gov.br

passando pelo órgão licenciador ambiental. A UTB representa a célula elementar de informação e análise para um zoneamento, é uma entidade geográfica que contém atributos ambientais que permitem diferenciá-la de suas vizinhas, ao mesmo tempo em que possuem vínculos dinâmicos que a articulam à complexa rede integrada por outras unidades territoriais.
MMA, 2006.

Desta forma, a questão da escala cartográfica de trabalho é uma questão importante para a acuidade dos trabalhos na produção de um zoneamento ecológico econômico.

Do ponto de vista da escala cartográfica das informações georreferenciadas, de acordo com o referido decreto federal, o DF transita na escala de análise regional para a local. O ZEE-DF trabalha com um gradiente de escalas cartográficas, buscando nas escalas maiores, o detalhamento que embasa os estudos da matriz ecológica, estando disponibilizado na base de dados. As escalas adotadas no ZEE-DF foram a escala de semidetalhe, 1:100.000 para representação geográfica dos riscos ecológicos, e os demais dados encontram-se em diferentes escalas, maiores, ou seja, escalas de detalhe.

Assim sendo, especificamente no âmbito da Matriz Ecológica, em face da necessidade de construção das Unidades Territoriais Básicas, trabalhou-se com a escala tática (operacional), mais particularmente, escalas de semidetalhe e detalhe, nos termos indicados nas Diretrizes Metodológicas elaboradas pelo MMA em 2006.

O compromisso distrital no atendimento às Diretrizes Metodológicas e às escalas de trabalho do ZEE-DF foram reconhecidas pela Secretaria Executiva Nacional do ZEE Brasil, através de posição formal do Ministério do Meio Ambiente (MMA) em março de 2017, conforme abaixo:

*4.14. (...) um dos principais questionamentos que surge quando da elaboração de um ZEE diz respeito à definição da escala a ser adotada no instrumento. Na **região Centro-Oeste**, o Decreto nº 4.297/2002 é bem claro, no inciso III e IV do artigo 6º-A, ao definir os intervalos mínimos de 1:1.000.000 a 1:250.000, no caso de ZEE estaduais e/ou regionais, e de 1:100.000 ou maiores, no caso de ZEE locais.*

Visto as particularidades que se apresentam no tocante ao ZEE/DF, bem como sua relação com as políticas de cunho urbano (PDOT, LUOS, PPCUB, dentre outras), entende-se como adequada a adoção da escala de 1:100.000 para essa situação territorial. Essa escala permite que o Governo do Distrito Federal tenha o adequado detalhamento para identificação das principais problemáticas e desafios ambientais e territoriais que se encontram nos limites do Distrito



Federal e de seu entorno, sem perder a perspectiva de cunho estratégico que tal escala permite observar quando da articulação das diversas políticas setoriais.

4.15. Ademais, cabe ressaltar que a definição da escala de 1:100.000 não impede que sejam consideradas informações temáticas mais detalhadas ou mesmo mais genéricas (quando não disponíveis para a escala de referência) durante o rito de elaboração do instrumento, tendo em vista que essa escala é relativa apenas à representação das informações em um layout cartográfico. A definição dessa escala, considerando uma abordagem técnica, informa que o instrumento, no caso do Distrito Federal, está sendo apresentado seguindo uma visão mais estratégica do instrumento, tipificando, assim, sua escala geográfica, que não deve ser confundida com os padrões técnicos relacionados à definição da escala cartográfica.

SRHQ/MMA, 2017 (Ofício 085/2017/GAB/SRHQ/MMA, de 13 /4/2017) (Grifo nosso).

2.4. O armazenamento dos dados ambientais georeferenciados

Diante dos dados e informações necessárias aos trabalhos do ZEE-DF, construiu-se uma infraestrutura para armazenamento de dados e disponibilização de informações geradas mediante a alocação de espaço e servidor específico, localizado na Subsecretaria de Tecnologia da Informação e Comunicação (SUTIC) da então SEPLAN (Secretaria de Estado de Planejamento, Orçamento e Gestão do DF), atual SEPLAG, onde estão os servidores do Governo do Distrito Federal.

Esta infraestrutura está baseada no uso de tecnologias livres, não proprietárias, com base em um banco de dados de tipo PostgreSQL com extensão espacial POSTGIS.

Ademais, as informações e documentos produzidos encontram-se no portal eletrônico: <http://www.zee.df.gov.br>.

A construção de um sistema de informações ambientais está prevista no marco legal vigente. De fato, está preconizado na própria Lei Orgânica do DF, artigo 279, inciso IX:

Art. 279. O Poder Público, assegurada a participação da coletividade, zelará pela conservação, proteção e recuperação do meio ambiente, coordenando e tornando efetivas as ações e recursos humanos, financeiros, materiais, técnicos e científicos dos órgãos da administração direta e indireta e deverá:



Zoneamento Ecológico-Econômico do Distrito Federal
MATRIZ ECOLÓGICA
www.zee.df.gov.br

(...) IX – implantar sistema de informações ambientais, comunicando sistematicamente à população dados relativos à qualidade ambiental, tais como níveis de poluição, causas de degradação ambiental, situações de risco de acidentes e presença de substâncias efetiva ou potencialmente danosas à saúde;

(grifo nosso)

Está, ademais, disposto na lei distrital nº 3.944/2007 (12/01/2007), com atenção especial aos artigos 2º, 3º e 4º:

Art. 2º – Os indicadores ambientais estabelecidos pelo Sistema de Informações Ambientais do Distrito Federal orientarão as políticas setoriais, em especial as de uso e ocupação do solo, as ambientais, as econômicas, as sanitárias, as habitacionais e as educacionais.

Art. 3º – O Poder Executivo, por meio de seus órgãos competentes, deverá coletar, sistematizar e atualizar anualmente informações necessárias para a consolidação de indicadores ambientais que subsidiem a elaboração e revisão de:

I – Plano Diretor de Ordenamento Territorial;

II – Planos Diretores Locais;

III – Plano Diretor de Transportes e Mobilidade Urbana;

IV – Plano de Gerenciamento de Água e Esgoto;

V – Zoneamento Ecológico Econômico;

VI – Código de Saúde;

VII – Plano de Desenvolvimento Econômico;

VIII – normas e padrões ambientais, urbanísticos e arquitetônicos;

IX – mapeamento das áreas de risco ambiental no Distrito Federal.

Art. 4º – Os indicadores ambientais do Sistema de Informações Ambientais do Distrito Federal consolidarão, no mínimo, levantamentos e medições sobre:

I – qualidade do ar;

II – qualidade das águas superficiais e subterrâneas;

III – qualidade da água de abastecimento;

IV – qualidade e permeabilidade do solo;

V – qualidade de coleta e tratamento de esgoto;

VI – qualidade de coleta e tratamento de resíduos sólidos;

VII – áreas de erosão e assoreamento;

VIII – áreas de risco de inundação ou escorregamento;

IX – áreas de risco de explosão;

X – áreas de risco de incêndio;

XI – áreas contaminadas;

XII – poluição sonora;



Zoneamento Ecológico-Econômico do Distrito Federal

MATRIZ ECOLÓGICA

www.zee.df.gov.br

- XIII – poluição visual;*
 - XIV – poluição eletromagnética;*
 - XV – poluição radioativa;*
 - XVI – cobertura vegetal;*
 - XVII – biodiversidade;*
 - XIX – unidades de conservação;*
 - XX – variações climática e meteorológicas;*
 - XXI – sismicidade e vibrações;*
 - XXII – crescimento e densidade populacional;*
 - XXIII – atividades urbanas;*
 - XXIV – atividades industriais;*
 - XXV – atividades de agricultura e pecuária;*
 - XXVI – atividades de extração vegetal e mineral.*
- Lei distrital nº 3.944/2007 (grifo nosso).

A opção feita pela Secretaria de Estado do Meio Ambiente do DF, na condição de presidência dos colegiados maiores de ambos os sistemas de planejamento e gestão ambiental (CONAM) e de recursos hídricos (CRH) é por uma Infraestrutura de Dados Espaciais temática Ambiental (IDE-A), para que seja de fato pública e aberta.

Este sistema deverá ser composto ademais por sistemas periféricos ou complementares, consoante ao preconizado em legislações tais como o artigo 6º, incisos XII, XV, e artigo 9º, inciso XVII da lei distrital nº 41/1989; e o artigo 5º inciso XXIV da lei distrital nº 5.418/2014.

A concepção do IDE-A está baseada na Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais SIG-Brasil (<http://www.inde.gov.br>). Os processos lógicos para a construção de IDE são comuns nas esferas federal, distrital e estadual, principalmente no desenvolvimento de normas e padrões para informações ambientais.

Regras e protocolos padronizados das infraestruturas de dados espaciais devem se referir inclusive a como a geoinformação deve tramitar nos principais processos e linhas negociais, para impactos positivos que melhoram o desempenho de Estado. Busca-se reduzir custos de análises e



decisões, possibilitar o acompanhamento dos planos e programas de Estado, atender demandas de diversas áreas de governo e publicizar informações ambientais de qualidade para a população.

O sistema proposto segue, ademais, as orientações da legislação nacional, que institui o Sistema Nacional de Informações sobre Meio Ambiente (SINIMA) e o Sistema de Informações sobre Recursos Hídricos (SNIRH – www.snirh.gov.br).

O SINIMA:

(...) é um dos instrumentos da Política Nacional do Meio Ambiente, previsto no inciso VII do artigo 9º da Lei nº 6.938/81. O referido sistema é considerado pela Política de Informação do MMA como a plataforma conceitual baseada na integração e compartilhamento de informações entre os diversos sistemas existentes ou a construir no âmbito do SINAMA, conforme portaria nº 160 de 19 de maio de 2009.
MMA, 2017c.

O modelo lógico do SINIMA é o de gestão ambiental (*lato sensu*, incluindo água) compartilhada, com três eixos principais:

- (i) Desenvolvimento de ferramentas de acesso à informação;
- (ii) Integração de bancos de dados e sistemas de informação.
- (iii) Fortalecimento do processo de produção, sistematização e análise de dados, e informações, com produção de estatísticas e indicadores relacionados com as atribuições do MMA.

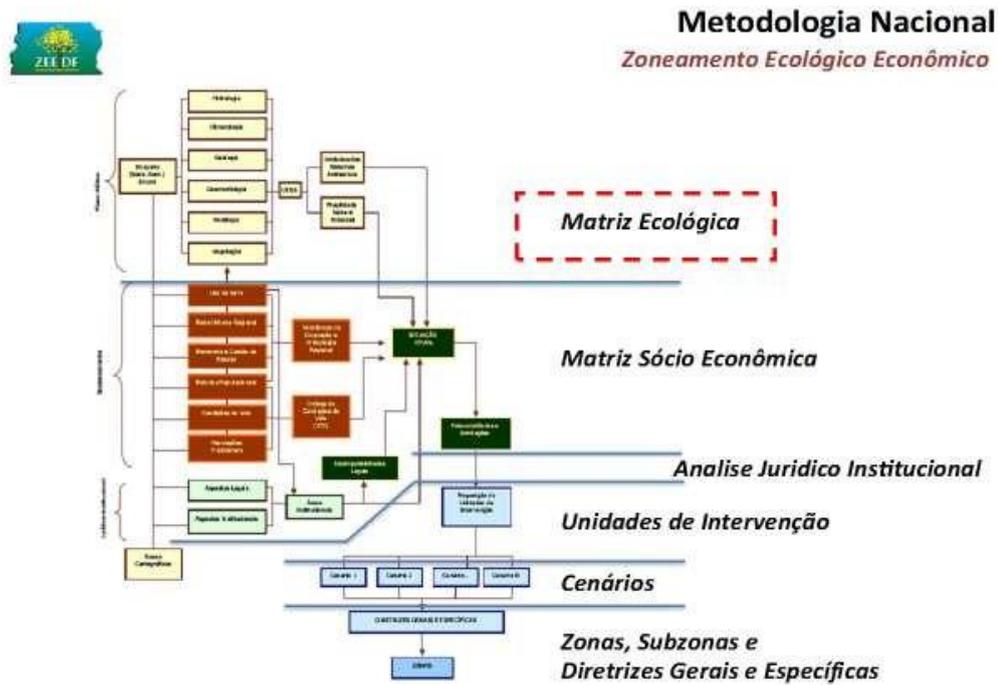
Estes eixos são aqueles adotados pelo Poder Público no nível distrital no âmbito da formulação das políticas ambientais no território. Os esforços ensejados pela área ambiental, no âmbito do processo de elaboração do ZEE, é o de estabelecer uma agenda de trabalhos entre as instituições que produzem informações ambientais, construir a infraestrutura para recepionamento, visualização e compartilhamento destas informações de forma pública e aberta e desta forma propiciar avaliações integradas sobre o meio ambiente e a sociedade.

Portanto, de um movimento inicial de construção da base de dados do ZEE-DF, desdobra-se novo esforço, qual seja, o de construir a infraestrutura de dados ambientais que propiciará os meios mais efetivamente para subsidiar os atos autorizativos no território.



3. A matriz Ecológica do ZEE/DF

A matriz ecológica é a primeira fase de trabalhos de um ZEE, conforme demonstrado na figura a seguir.



Fonte: ZEE/DF, agosto de 2015

Fonte: MMA, 2006, modificado por ZEE-DF (2012)

Figura 4 – As fases do Zoneamento Ecológico-Econômico no DF, consoante à metodologia nacional

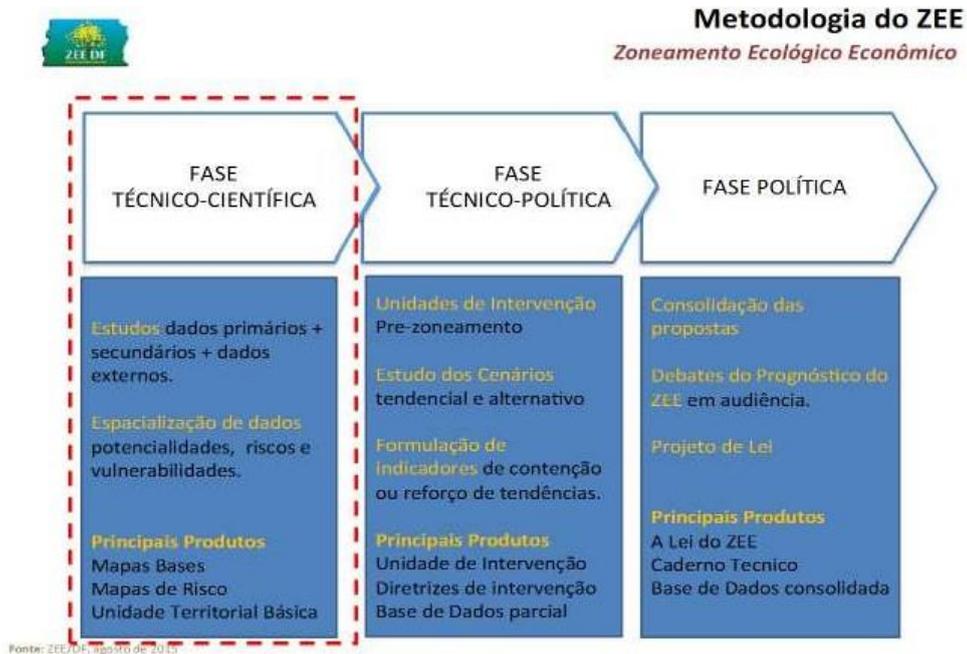
Juntamente com a matriz sócio econômica, a primeira fase constitui o Diagnóstico, com levantamento de dados primários e secundários, e realização de estudos, assim como a espacialização dos dados com vistas à produção de insumos para a caracterização de potencialidades e vulnerabilidades do território estudado. É uma fase tipicamente técnico-científica.



Zoneamento Ecológico-Econômico do Distrito Federal

MATRIZ ECOLÓGICA

www.zee.df.gov.br



Fonte: ZEE/DF, 2015

Figura 5 – Três fases do Zoneamento Ecológico-Econômico no DF

Nesta fase do ZEE-DF, foram indicados os mapas base utilizados e o conceito de “*risco ecológico*” foi desenvolvido para o território. Estes riscos foram espacializados e construiu-se o conceito de *Unidade Territorial Básica* (UTB), conceito chave previsto na metodologia nacional.

3.1. Os conceitos estruturantes da Matriz Ecológica do ZEE/DF

A aplicação da metodologia para a construção do ZEE no Distrito Federal deparou-se com desafios relacionados à aplicação de conceitos, tais como de potencialidades, vulnerabilidades, riscos, capacidade de suporte, resiliência, entre outros para subsidiar as próximas etapas da metodologia, acrescidos à variabilidade de dados disponíveis.

No sentido de consolidar os conceitos e possibilitar melhor compreensão e apropriação dos conteúdos do presente estudo técnico, alguns conceitos estão apresentados e discutidos abaixo.

3.1.1. Território e territorialidade

O “**Território**” é uma categoria conceitual da geografia, cuja compreensão é importante para melhor entendimento do espaço territorial. Na geografia, o conceito varia segundo a abordagem e corrente de pensamento e evoluiu no tempo.



A conceituação mais aceita relaciona-o ao espaço apropriado e delimitado a partir de uma relação de poder. Ele é, por exemplo, comumente utilizado, a partir dos estudos de Ratzel na virada dos séculos XIX-XX, para estudar as relações entre o espaço e poder exercidos pelos Estados, particularmente os Estados Nacionais, à luz do conceito de “*espaço vital*”, ou seja, as condições espaciais e naturais para manutenção e/ou consolidação do poder do Estado sobre o território. Os estudos de território buscaram compreender como este conforma uma identidade de tal modo e intensidade que o povo que nele vive não se imagina sem sua expressão territorial. Desde meados do século XX, trabalhou-se território como o espaço apropriado por uma relação de poder estando, portanto, expresso em todos os níveis das relações sociais (Raffestin, 1980). Mais recentemente, o conceito evoluiu a partir de contribuições que mostraram, por exemplo, que a formação de um território nem sempre acontece devido a expressões concretas sobre o espaço.

A “**Territorialidade**” é um conceito associado à tentativa de controlar o espaço, e concebida, portanto, como atividade humana fundamental (Lyman e Scott, 1967).

O ZEE-DF considera o DF como um território, onde as disputas pelo uso da terra e apropriação dos recursos naturais expressam uma territorialidade dinâmica, do qual os usos de fato nem sempre estão vinculados com os usos de direito (previstos no marco legal vigente e considerando a apropriação indébita de terras públicas).

Neste território dinâmico, emergem conceitos que requerem articulação para composição da Matriz Ecológica e do Zoneamento final, dentre os quais temos: Infraestrutura Ecológica, Infraestrutura Verde, Serviços Ecológicos, Serviços Ambientais, Riscos Ecológicos, Resiliência, Capacidade de Suporte, dentre outros.

3.1.2. A Infraestrutura Ecológica e a Infraestrutura Verde

A **Infraestrutura Ecológica** (IE) se refere à organização própria dos espaços naturais, sem a interferência antrópica. Esta organização diz respeito às características intrínsecas associadas à formação e conformação do espaço natural, seus riscos intrínsecos e os serviços ecológicos associados. Ou seja, a IE está mais relacionada com as características naturais do território, a capacidade que lhe é própria de recarga de aquíferos, de perda de solo por erosão, de contaminação, o balanço hídrico



Zoneamento Ecológico-Econômico do Distrito Federal

MATRIZ ECOLÓGICA

www.zee.df.gov.br

natural (sem presença humana), sua vegetação e a capacidade de absorção de carbono, dentre tantos serviços que a natureza presta gratuitamente. É esta infraestrutura ecológica que é impactada pela ação humana, sendo estes os maiores prejudicados.

Em última instância, se considerarmos a definição abaixo, poderíamos falar tanto de infraestrutura ecológica quanto de infraestrutura verde:

uma rede de áreas naturais e áreas abertas (open spaces) fundamentais para o funcionamento ecológico do território, contribuindo para a preservação dos ecossistemas naturais, da vida selvagem, para a qualidade do ar e da água e para a qualidade da vida dos cidadãos.

Benedict e McMahon, 2006.

A diferença fundamental está na presença ou não de relação estabelecida com as sociedades humanas. Assim, segundo Benedict e McMahon (2006), a **Infraestrutura Verde** engloba as componentes ambientais, sociais e econômicas constituindo-se em uma rede para o suporte da vida.

A presença humana produz elementos adicionais à análise. Por exemplo, estudos mostram os efeitos deletérios à saúde humana relativos à exposição de populações à poluição, de diversas naturezas, no mundo e também no Distrito Federal (Hendryx & Ahern, 2008; Requia *et al.*, 2015). Neste caso, a saúde ou doença é compreendida a partir da relação entre o processo de produção social e ambiental, ou seja, os modos de vida, e não apenas a partir dos agentes causadores e seus possíveis vetores. Desta forma, a maneira como a cidade se organiza, sua capacidade de suporte e os impactos sobre esta refletem a lógica que orienta sua própria estruturação: um conjunto de relações entre seus componentes estruturais e funcionais.

No mundo, a exposição por meio de poluição está geralmente associada a grupos socioeconomicamente menos favorecidos, o que também suscita a discussão da equidade no acesso tanto aos recursos naturais quanto aos serviços ecossistêmicos. Os estudos empreendidos sobre os impactos negativos à saúde humana face à exploração de carvão nas montanhas do Estado da Virgínia mostram que a população está duas vezes mais susceptível a doenças e custa ao Estado uma despesa da ordem de U\$ 80 bilhões de dólares por ano (Hendryx, 2017).



No DF, a discussão sobre a Infraestrutura Ecológica e a Infraestrutura Verde deve dar-se de forma a considerar diversos aspectos, inclusive os impactos à saúde que se revelam como disparidades de saúde, particularmente às populações menos favorecidas.

3.1.3. Serviços Ecossistêmicos e Serviços Ambientais

A Avaliação Ecossistêmica do Milênio é uma avaliação solicitada pela ONU e realizada nos anos 2000, sobre a saúde dos ecossistemas.

Segundo os documentos disponíveis:

Nos últimos 50 anos, o homem modificou os ecossistemas mais rápida e extensivamente que em qualquer intervalo de tempo equivalente na história da humanidade, na maioria das vezes para suprir rapidamente a crescente demanda por alimentos, água potável, madeira, fibras e combustível. Isso acarretou uma perda substancial e, em grande medida, irreversível, para a diversidade da vida no planeta. As mudanças que ocorreram nos ecossistemas contribuíram com ganhos finais substanciais para o bem-estar humano e o desenvolvimento econômico, mas esses ganhos foram obtidos a um custo crescente, que incluiu a degradação de muitos serviços dos ecossistemas, maior risco de mudanças não lineares, e exacerbação da pobreza para alguns grupos da população. Esses problemas, a menos que tratados, reduzirão substancialmente os benefícios obtidos dos ecossistemas por gerações futuras. A degradação dos serviços de ecossistemas pode piorar consideravelmente na primeira metade deste século, representando uma barreira para a consecução das Metas de Desenvolvimento do Milênio. O desafio de reverter a degradação dos ecossistemas enquanto se supre demandas crescentes pode ser parcialmente vencido sob alguns cenários considerados pela AM, mas isto envolve mudanças significativas em políticas, instituições e práticas, mudanças estas que não estão em andamento atualmente. São muitas as opções para se preservar ou melhorar os serviços específicos a um ecossistema, de forma a reduzir mediações negativas ou a fornecer sinergias positivas com outros serviços dos ecossistemas.

Segundo esta avaliação, existem três grandes problemas na gestão dos sistemas naturais terrestres, com fortes impactos às sociedades humanas, particularmente às populações mais pobres:

- Aumento da velocidade de degradação nos Ecossistemas nos últimos 50 anos: Em que pesem as dificuldades de mensuração dos custos totais relativos à perda e deterioração dos serviços prestados pelos ecossistemas, as evidências demonstram que:



Zoneamento Ecológico-Econômico do Distrito Federal
MATRIZ ECOLÓGICA
www.zee.df.gov.br

Cerca de 60% (15 entre 24) dos serviços dos ecossistemas examinados durante a Avaliação Ecosistêmica do Milênio têm sido degradados ou utilizados de forma não sustentável incluindo água pura, pesca de captura, purificação do ar e da água, regulação climática local e regional, ameaças naturais e epidemias.

AEM – Resumo para Tomadores de Decisão (consulta em 2015).

- Aumento da Probabilidade de Mudanças Não Lineares: Mudanças em curso nos ecossistemas têm feito crescer a probabilidade de mudanças não lineares nos ecossistemas (incluindo mudanças aceleradas, abruptas, e potencialmente irreversíveis) que acarretam importantes consequências para o bem-estar humano.

Exemplos dessas mudanças incluem surgimento de novas doenças, alterações abruptas na qualidade da água, aparecimento de “zonas mortas” em águas costeiras, colapso na pesca e alterações nos climas regionais.

AEM – Resumo para Tomadores de Decisão.

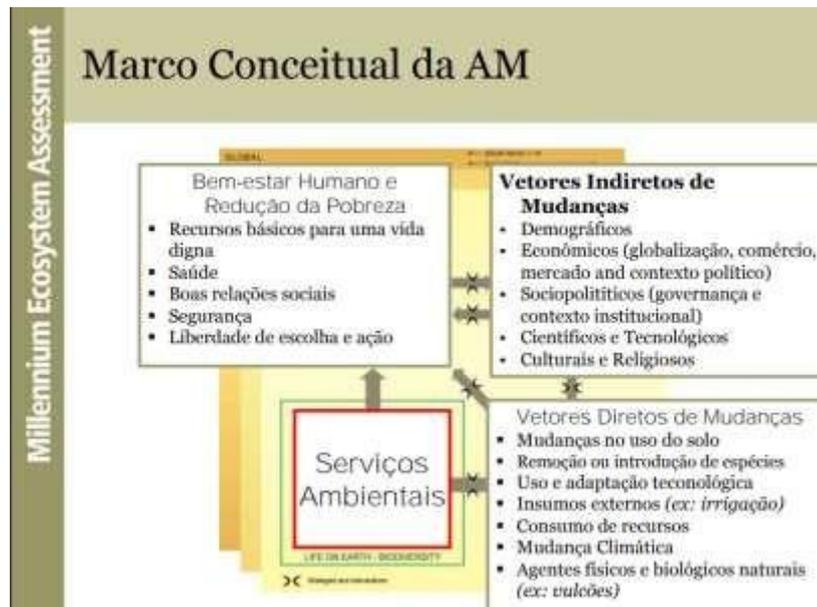
- Exacerbação da Pobreza para algumas Populações: Os efeitos negativos da degradação dos serviços dos ecossistemas têm aumentado as desigualdades e disparidades entre diferentes grupos sociais.

Os efeitos negativos da degradação dos serviços dos ecossistemas têm recaído de forma desproporcional sobre as populações mais pobres (...) sendo às vezes o principal fator gerador de pobreza e conflitos sociais. (...)

O consumo dos serviços dos ecossistemas, não sustentável em muitos casos, continuará a crescer em consequência de um PIB global provavelmente três a seis vezes maior até 2050, mesmo esperando-se queda e nivelamento do crescimento populacional do planeta na metade do século.

AEM – Resumo para Tomadores de Decisão.

A avaliação ecosistêmica do Milênio classificou os serviços naturais em quatro classes: provisão, regulação, culturais e suporte, que se encontram relacionadas através de um marco conceitual apresentado abaixo.



Fonte: AEM, disponível em: <http://www.mma.gov.br/estruturas/conabio/arquivos/Rodrigo%20Victor.pdf>

Figura 6 – Avaliação Eossistêmica do Milênio

Neste contexto, os **Serviços Eossistêmicos (SE)** são aqueles serviços prestados pela infraestrutura ecológica, ou seja, pelos ambientes naturais, pela e para a própria natureza, dos quais alguns diversos são diretamente necessários à sobrevivência humana.

Os **Serviços Ambientais (SA)** constituem um subconjunto dos serviços ecossistêmicos, agrupados com base no interesse direto dos seres humanos, de forma a assegurar sua produção e reprodução. Ou seja, são os benefícios que as pessoas obtêm dos ecossistemas.

Um exemplo para diferenciar os dois conceitos é a produção pela Natureza de água pura em quantidade e qualidade (serviço ecossistêmico) da qual serão extraídos volumes necessários aos usos humanos (serviço ambiental).

Os resultados da AEM estabeleceram as seguintes orientações, das quais diversas são muito atuais para o planejamento e gestão dos territórios com base na capacidade de suporte ecológica:

- Maior transparência e prestação de contas sobre o desempenho do governo e do setor privado, a exemplo da instituição do SISDIA e de indicadores de monitoramento para as zonas e subzonas do ZEE-DF.
- Eliminação de subsídios que promovem o uso excessivo dos serviços dos ecossistemas (e, quando possível, transferência desses subsídios para o pagamento de serviços não comercializáveis dos ecossistemas)



Zoneamento Ecológico-Econômico do Distrito Federal

MATRIZ ECOLÓGICA

www.zee.df.gov.br

- Uso intensificado de ferramentas econômicas e abordagens baseadas no mercado para a gestão dos serviços dos ecossistemas (quando as condições permitirem).
- Promoção de tecnologias que possibilitem um maior rendimento das lavouras sem impactos negativos, à exemplo da redução do uso da água e redução do uso de agrotóxicos.
- Recuperação dos serviços dos ecossistemas, a exemplo do mapeamento de áreas degradadas, instituição de sistema de áreas verdes permeáveis intraurbanas, assegurar o manejo de águas pluviais principalmente em ambiência urbana, entre outros.
- Mudanças nos padrões de consumo.
- Comunicação e educação.
- Delegação de poderes a grupos dependentes dos serviços dos ecossistemas, a exemplo de negociações relativas a co-gestão de áreas naturais, entre outros.
- Incorporação de valores não comercializáveis dos ecossistemas nas decisões de gestão dos recursos, a exemplo dos esforços, no DF, quanto à compreensão dos riscos ecológicos em nosso território.
- Incremento da capacitação humana e institucional.

3.1.4. Riscos Ecológicos Intrínsecos

No âmbito do ZEE-DF, os riscos ecológicos foram construídos por meio da análise das características intrínsecas dos recursos físico e biótico existentes no território e estão relacionados ao grau em que um determinado sistema pode absover as pressões sem sofrer alterações no longo prazo. Ou seja, os riscos ecológicos intrínsecos estão relacionados ao conceito de resiliência e a capacidade de continuar provendo serviços ecossistêmicos.

3.1.5. Resiliência



A resiliência é uma propriedade dos sistemas naturais que também é nominada “estabilidade de resiliência” e significa a capacidade de um sistema restabelecer seu equilíbrio após um distúrbio ou evento, o que traz indicações sobre sua capacidade de recuperação. O conceito para sistemas ecológicos foi desenvolvido por C.S. Holling, na década de 70 do século XX. O autor buscou descrever a persistência de sistemas naturais em relação às interferências naturais ou antrópicas, desenvolvendo o campo de conhecimento nominado ecologia de populações, o qual tem sido paulatinamente aplicado a outros sistemas, notadamente aos sistemas antrópicos e às cidades.

A resiliência é considerada uma propriedade que apresenta algumas características que lhe são próprias:

- Mantem relação com a quantidade de troca que o sistema pode suportar. Ou seja, a quantidade de força extrínseca que o sistema pode aguentar de modo a permanecer, através do tempo, com a mesma estrutura e funções;
- Mantem o grau de auto-organização do sistema;
- Está relacionada ao grau de aprendizado e adaptação do sistema em resposta ao distúrbio.

3.1.6. A Capacidade de Suporte

Este é um dos conceitos mais importantes trabalhados no ZEE-DF. Ele tem sido utilizado de forma sinônima de Capacidade de Carga. Para fins de melhor compreensão da aplicação deste conceito em um instrumento de planejamento e gestão territoriais, apresentamos um pouco mais deste conceito.

Os trabalhos mais técnicos sobre Capacidade de Suporte foram desenvolvidos, ao longo do tempo, buscando-se a caracterização do “*ponto de equilíbrio*” dos ecossistemas no longo prazo.

3.1.6.1. Capacidade de Suporte em Sistemas Naturais

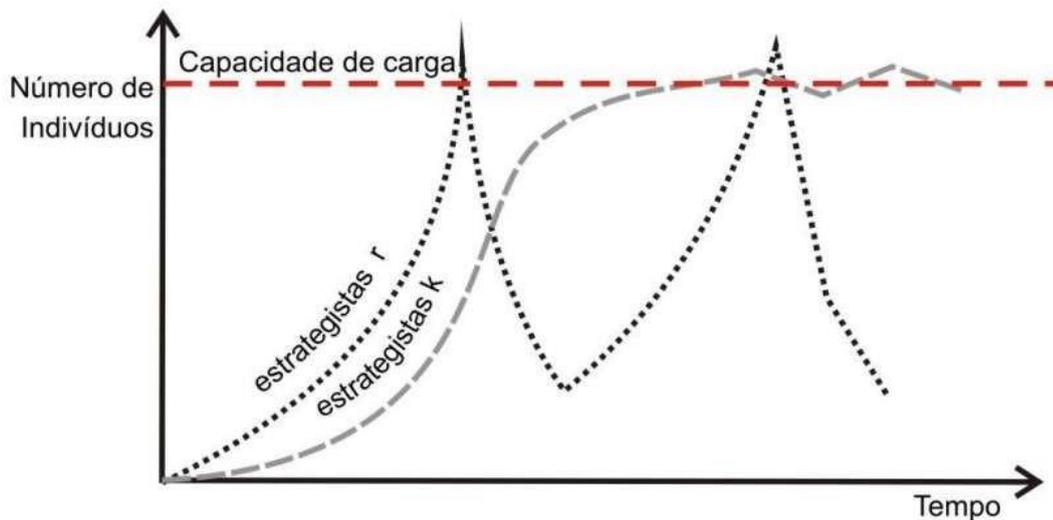
Os estudos de capacidade de suporte de ecossistemas buscaram compreender porque alguns sistemas eram mais “*produtivos*” que outros em termos da produção de biomassa presentes em animais e vegetais de uma determinada área com ecossistema em equilíbrio. Nestes estudos iniciais, os ecólogos definiram capacidade de suporte como:



(...) a população máxima de uma dada espécie que poderia sobreviver indefinidamente em um dado ambiente sem degradá-lo.

ICMBio. 2009. p.13.

No entanto, observou-se que as espécies apresentavam variações em termos dos hábitos de consumo e padrões de comportamento e reprodução e que estas variações eram determinantes tanto para seu desenvolvimento quanto para suas chances de sobrevivência em um dado ecossistema. Destes estudos, as estratégias de espécies para a sua sobrevivência foram então classificadas em dois tipos principais, as espécies estrategistas *r* e aquelas *k*.



Fonte: ICMBio, 2009. p. 14, figura 3.5

Figura 7 – Representação de padrões diferenciados de crescimento e estabilidade (capacidade de carga ou de suporte) de populações de espécies diferentes em um ecossistema natural

As espécies estrategistas *r* são aquelas que atingem a capacidade de carga ou capacidade de suporte num padrão de tipo crescimento de pico. Neste modelo, as espécies crescem de modo exponencial no início e em taxas elevadas até atingir um pico onde acontece o esgotamento dos recursos naturais. Neste ponto intervêm forças reguladoras (como taxa de mortalidade elevada por inanição), resultando em abrupta interrupção do crescimento e até mesmo de colapso, ao qual se segue a recomposição do ecossistema que possibilita a retomada de crescimento da população, novamente no padrão exponencial face à nova abundância de recursos.



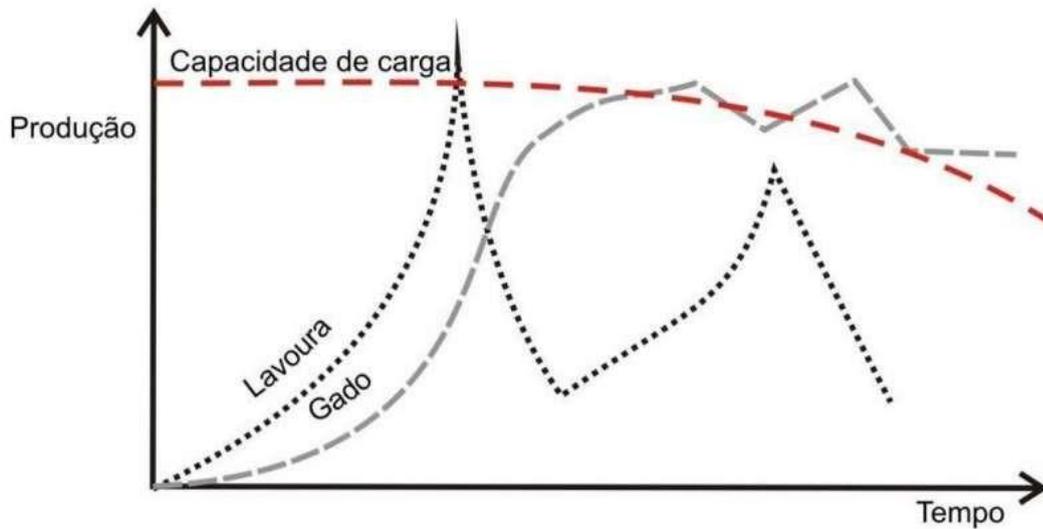
As espécies estrategistas **k** são aquelas que atingem a capacidade de carga ou capacidade de suporte num padrão de sigmoide, que expressa um crescimento populacional tal que, ao se aproximar do ponto de equilíbrio ou capacidade de suporte, as taxas de natalidade e de mortalidade se aproximam resultando em uma população que se mantém próxima à capacidade de carga da área, indefinidamente.

A diferença entre os dois tipos de estratégias das espécies parece ser portanto ultrapassar-se ou não a capacidade de suporte, ou de carga, a qual representa um ponto de equilíbrio, após o qual forças reguladoras entram em ação para reequilibrar o tamanho da população e possibilitar o restabelecimento de condições que são essenciais à retomada do crescimento da população.

3.1.6.2. Capacidade de Suporte em Sistemas Agropecuários

O conceito de capacidade de suporte dos sistemas naturais foi então aplicado em sistemas produtivos, no contexto da necessidade de aumentar a produtividade dos sistemas agropecuários. Neste caso, almeja-se explorar as possibilidades econômicas emanadas da geração de “*excedentes*” possibilitando a “*exportação de matéria*” para fora do sistema, por meio da colheita. Almejava-se ademais, nos sistemas agropecuários, a maximização da capacidade de suporte mediante redução do tempo necessário ao restabelecimento das condições para novo crescimento das espécies, aportando os insumos e tecnologias, nominados “*recursos artificiais ou culturais*”.

A produção agropecuária busca maximizar a exploração de forma estratégica, do comportamento das espécies **r** e **k** nas práticas agrícolas e pecuárias, respectivamente.



Fonte: ICMBio, 2009. p.15, figura 3.7

Figura 8 – Representação de padrões diferenciados de crescimento e declínio da estabilidade (capacidade de carga) de populações de espécies diferentes em um agroecossistema

Para garantir que o aumento da produtividade dos sistemas agrícolas, por meio da geração de excedentes apropriáveis como produtos agrícolas, foi preciso considerar a lei dos mínimos de Liebig. Esta lei diz que o tamanho da população de uma dada espécie é determinado por qualquer que seja o recurso que esteja menos disponível.

Passou-se a monitorar os elementos restritivos, para aporte externo ao sistema. As análises de solo, por exemplo, passaram então a compor o rol de atividades rotineiras nestes sistemas agropecuários intensivos.

Entretanto, não se percebeu de pronto que o aumento de produtividade no sistema produtivo agrícola não expressa necessariamente aumento da capacidade de carga ou de suporte. Mais do que uma fotografia ou representação estática no tempo, a capacidade de suporte está associada à capacidade de manter a produtividade ao longo do tempo. Assim, o fator tempo é crítico de ser considerado. Ou seja, a capacidade de suporte representa **a capacidade de sustentação de um dado nível de produtividade no longo prazo**.



Este aprendizado deu-se à custa de consequências negativas de práticas agrícolas inadequadas. Aprendeu-se que a degradação do ambiente ocorre sempre que há excesso de utilização de uma dada área, além de sua capacidade de suporte. Esta **sobre-exploração inviabiliza os meios (“fatores de regulação”)** pelos quais o ambiente natural consegue recompor-se após desequilíbrios e assim **perde-se a resiliência** do sistema.

3.1.6.3. Capacidade de Suporte em Sistemas Humanos

A inserção do ser humano no ecossistema (socioecossistema) coloca novos desafios e complexidade à análise. O ser humano se apresenta por excelência como um “consumidor”, tanto quanto à sua posição na cadeia trófica quanto na forma de uso dos recursos naturais, inclusive aqueles externos, introduzidos no sistema, que são denominados “recursos culturais”. Neste sentido, porque os seres humanos consomem mais recursos do que necessitam para a sobrevivência e uma porção cada vez mais ampla de recursos naturais do que outros seres vivos, diversos autores se preocuparam com a capacidade do planeta em prover sustento à humanidade. De fato, o tema da escassez de recursos naturais necessários à sustentação das sociedades humanas é discutido há alguns séculos.

No século XVIII, o pioneiro destes estudos foi Thomas Malthus, economista britânico considerado pai da demografia que, em 1798, desenvolveu uma teoria em resposta ao questionamento da capacidade de suporte da Terra em relação à Humanidade (Malthus, 1798). Esta teoria foi revisitada e intensamente debatida na década de 1960 do século passado e continua em debate:

Population, as Malthus said, naturally tends to grow “geometrically”, or, as we would now say, exponentially. In a finite world this means that the per capita share of the world’s goods must steadily decrease. Is ours a finite world? A fair defense can be put forward for the view that the world is infinite; or that we do not know that it is not. But, in terms of the practical problems that we must face in the next few generations with the foreseeable technology, it is clear that we will greatly increase human misery if we do not, during the immediate future, assume that the world available to the terrestrial human population is finite. (...)

A finite world can support only a finite population. (...)

The optimum population is, then, less than the maximum. The difficulty of defining the optimum is enormous (...).

The problem for the years ahead is to work out an acceptable theory of weighting. Synergistic effects, nonlinear variation, and difficulties in discounting the future make the intellectual problem difficult, but no (in principle) insoluble.



Hardin, 1968 (grifo nosso).

O conceito de capacidade de suporte se apresenta no contexto de um número máximo de população sob um dado sistema de produção. Esta teoria já traz implícito, em sua origem, a questão das necessidades humanas, o fator cultural e, em última instância, o fato de que os seres humanos consomem não apenas para sobreviver, mas também para alcançar “*a boa vida*” ou comumente dito na atualidade, alcançar o “*bem-estar*”. Hardin aprofunda a reflexão nos seguintes termos:

Since carrying capacity is defined as the maximum number of animals (humans) an area can support, using part of the area to support such cultural luxuries as wine and beef reduces the carrying capacity. This reduced carrying capacity is called the cultural carrying capacity. Cultural carrying capacity is always less than simple carrying capacity. (...)

What is the carrying capacity of the earth? is a scientific question. Scientifically, it may be possible to support 50 billion people at a "bread" level. But is this what we want? What is the cultural carrying capacity? requires that we debate questions of value, about which opinions differ. (...)

(...) as concerns the capacity problem, we must ask how nations are to coexist in a finite global environment if different sovereignties adopt different standards of living.

Hardin, 1991 (Grifo nosso).

Da mesma forma a questão dos diferentes padrões de qualidade de vida (associados a diferentes custos de energia) se apresenta no DF. Os dados socioeconômicos do DF mostram uma expressiva assimetria de poder aquisitivo entre populações localizadas em espaços geográficos muito bem definidos.

É fato que os hábitos de consumo e padrões de comportamento e de reprodução têm papel ativo na forma de desenvolvimento e a capacidade de sobrevivência de uma espécie – tanto nos ecossistemas naturais quanto naqueles construídos por sociedades humanas. Em busca da garantia de “*bem-estar*”, o ser humano construiu entidades e regramentos para organizar sua vida em sociedade, tais como leis, instituições, equipamentos, entre outros. Desta forma, compôs um socioecossistema, e este apresenta novos subcomponentes de análise.

Por outro lado, também é fato que a forma como a cidade se organiza, sua capacidade de suporte e os impactos sobre esta refletem a lógica que orienta sua própria estruturação: um conjunto



de relações entre seus componentes estruturais e funcionais que guarda relações com relação às relações de produção (Miranda, 2012).

Esta é a fundamentação para afirmar que, aos seres humanos não se aplica a definição clássica de capacidade de suporte – uma população de determinada espécie que pode ser suportada indefinidamente em um determinado *habitat*, sem destruir permanentemente o ecossistema do qual depende. No caso de seres humanos, trata-se de:

O nível máximo do consumo de determinado recurso e a descarga de lixo que pode ser suportada indefinidamente em uma determinada região, sem modificar progressivamente a integridade funcional e a produtividade de determinados ecossistemas.

Ruschmann, D. (2012) p.8

Ou seja, trata-se da capacidade de suporte ecológica da região e o total de consumo e o total de lixo produzido (Ruschmann, 2012).

Os “*recursos culturais*” constituem uma diferença fundamental no ecossistema de tipo social em relação aos outros ecossistemas. É o ser humano que passa a determinar o seu padrão de consumo de recursos (internos e externos), contornando os “*efeitos reguladores*” que reequilibrariam o sistema, conforme verificado nos ecossistemas naturais.

E é esta capacidade humana de aportar a um dado sistema, os “*recursos culturais*” – ou seja, tomar decisões e mobilizar recursos de sorte a importar recursos e tecnologia, que faz com que a capacidade de sobrevivência de uma população em uma dada área se eleve, quando comparada à população que depende apenas dos recursos daquela região (recursos autóctones). Desta forma, historicamente, o ser humano tem importado recursos de outras áreas para se “*suportar*” em uma dada região. Desta forma, desvinculou-se da capacidade de suporte e das formas de regulação que são próprias de um ecossistema natural. Os limites dos recursos naturais passaram a ser, para os seres humanos, na atualidade aqueles disponíveis na terra. E assim,

O conceito de capacidade de suporte sofre uma transformação contundente, pois ao referencial espacial agregam-se “juulgamentos de valor” próprios da natureza humana e projetados nas instituições, ou seja, (...) as condições sociais, ecológicas e infraestruturas aceitáveis, ou julgadas como apropriadas, para a manutenção de uma população em uma determinada área.



Zoneamento Ecológico-Econômico do Distrito Federal
MATRIZ ECOLÓGICA
www.zee.df.gov.br

Assim sendo, os objetivos que se projetam para as áreas, zonas e regiões passam a ser determinantes para esse “novo tipo” de conceituação e entendimento de capacidade de suporte.

Considerando que o “metabolismo” em um socioecossistema depende dos arranjos culturais, socioeconômicos e institucionais configurados pelo mesmo, pode-se dizer que a capacidade de suporte desse socioecossistema depende do quão sintonizados estão os referidos arranjos com os objetivos determinados para a área/região em que ele está inserido.

ICMBio, 2009. p. 18 (grifo nosso).

Traduzindo em miúdos, ou melhor, em exemplo:

De maneira simplificada, pode-se pensar que uma área com vocação turística tem como objetivo prover satisfação e bem-estar a turistas e população hospedeira (residentes). Assim, o produto, o resultado esperado, dos arranjos projetados para um socioecossistema turístico passa a ser “turistas e residentes satisfeitos”. Porém, as “externalidades” desses arranjos podem implicar em alterações no sistema natural, que também compõe o socioecossistema, sendo que a degradação desse sistema natural pode implicar por sua vez, num processo de retroalimentação (feedback), na diminuição da satisfação de turistas e residentes, ou seja, em objetivos e metas não atingidos, não assegurados, ou não mantidos, no decorrer do tempo.

ICMBio, 2009. p.18 (grifo nosso).

Deste feito, é fundamental importância compreender que a capacidade de suporte é um elemento dinâmico, cuja definição varia segundo o tempo e o lugar e que depende dos limites naturais e daqueles sociais.

Os esforços para quantificar os impactos ao meio ambiente levaram à proposição de metodologias para quantificar o conceito de “carga”. A Pegada Ecológica baseia-se neste conceito considerando a extração de energia e recursos naturais e capacidade de absorção dos descartes (Wackermagel & Rees, 1996). Latouche (2009) estabeleceu a Pegada Ecológica por países e regiões do mundo cujos resultados mostram sua dura associação com o poder aquisitivo das populações.

No DF, há necessidade de ampliar o conhecimento técnico disponível e é importante sinalizar que estes tipos de estudos ainda não foi realizado, mas que estes são necessários.



3.1.6.4. Capacidade de Suporte na Gestão Ambiental Territorial

Para o planejamento e gestão ambientais no território, considera-se a paisagem terrestre como um ecossistema em contínua transformação. Este está cada vez mais ameaçado no âmbito de sua estrutura (biodiversidade) e de sua funcionalidade (serviços ecossistêmicos associados) em função da crescente carga populacional que dela depende e os padrões de uso e ocupação do solo.

A ameaça (ou risco) diz respeito a não entrega dos serviços ecossistêmicos, serviços ambientais e funcionalidades que asseguram um “*bem-estar humano*” em níveis socialmente considerados aceitáveis. As poucas pesquisas sistemáticas sobre os elementos dos ecossistemas naturais no Brasil resultam em dificuldades para avaliar a capacidade de suporte dos estoques naturais. Isto não significa que não seja possível estabelecê-la, conforme veremos abaixo, com alguns exemplos pioneiros no Brasil.

A investigação da Capacidade de Suporte é fundamental para o planejamento e gestão territoriais. No Distrito Federal, esta discussão iniciou-se há poucos anos. Os exercícios de discussão e negociação entre setores e os aprendizados dela decorrentes, no período de 2013 e 2014 no âmbito do Sistema de Gerenciamento de Recursos Hídricos do DF, envolvendo Comitês de Bacia e Conselho de Recursos Hídricos do DF (CRH-DF), e que resultaram na definição das metas finais de Enquadramento dos Corpos Hídricos Superficiais distritais, foram fundamentais para esta reflexão.

De fato, a pactuação social que resulte em estabelecimento de metas finais de qualidade ambiental, a exemplo do Enquadramento dos corpos hídricos superficiais distritais, representa um excelente exemplo dos esforços para o estabelecimento de limites socialmente aceitáveis para a qualidade de um dado recurso natural, neste caso, relativo à água.

Consoante à lei federal nº 9.433/1997 e lei distrital nº 2.527/2000 e a resolução CONAMA nº 357/2005, temos que, por meio da definição de usos deste recurso pelo ser humano, estabelece-se um limite objetivo de qualidade que não pode ser infringido e orienta os atos autorizativos de Estado. Assim é que este limite orienta tanto a outorga do uso da água quanto o licenciamento ambiental (*lato sensu*).



No entanto, este limite construído socialmente não diz respeito à capacidade de suporte do ecossistema natural em si, intrínseca, ou seja, sem interferência humana. Muito pelo contrário, o ***estabelecimento deste limite representa o esforço e a decisão coletiva e social para assegurar a manutenção de uma qualidade ambiental ao longo do tempo, a despeito da interferência humana.*** Neste caso, consideramos que ***estes limites expressam um desejo humano de qualidade ambiental,*** ou seja, representam ***a capacidade de suporte daquele recurso para que este consiga entregar os serviços ecossistêmicos e ambientais necessários e suficientes para a sobrevivência daquela população, em condições consideradas aceitáveis de “bem-estar” no longo prazo.***

Por esta razão é que “capacidade de suporte” não diz necessariamente respeito apenas ao limite de saturação da infraestrutura ecológica, a partir do qual a resiliência é perdida e a degradação ambiental ocorre. E é por isto também que os zoneamentos ambientais e aqueles que buscam a integração do ambiental e humano (como o zoneamento ecológico-econômico) são essenciais para a compartimentação do território (Dias, 2012).

Para a entrega destes serviços, faz-se necessário considerar a capacidade de suporte natural e compreendendo-a, estimar a faixa de segurança necessária e suficiente para evitar sua degradação, a redução da quantidade e qualidade das entregas e eventualmente seu colapso.

Até o advento do Zoneamento Ecológico-Econômico, não tínhamos aprofundado o tema no Distrito Federal. No processo de elaboração do ZEE, buscou-se, portanto, identificar estudos de caso, no Brasil, sobre esta nova visão de capacidade de suporte.

Um dos primeiros estudos de Capacidade de Suporte orientado para a gestão ambiental territorial foi realizado no ano de 2000 para o Arquipélago de Fernando de Noronha, a pedido do IBAMA na condição de gestor de UC federais brasileiras. A contratação do estudo deu-se no âmbito do “Plano de Gestão do Arquipélago de Fernando de Noronha, Ecoturismo e Desenvolvimento Sustentável”. Em 2009, o esforço de avaliação foi iniciado para a área (ICMBio, 2009).

Neste estudo, a capacidade de suporte é entendida como a do elemento *“sistema sócioecológico de Fernando de Noronha”*, e não apenas ecológico. A definição real da capacidade de



suporte da área em estudo inicia-se com questões de tipo “*para quê*” e “*para quem*”. Este conceito de capacidade de suporte tem uma localização e identidade geográfica e histórica, neste caso “*na APA de FN*”, e se destina (a quê?) “*ao desenvolvimento do ecoturismo sustentável*”, para (quem?) “*a sociedade brasileira e mundial*”, (em qual tempo?) “*no longo prazo*”. Assim, novamente, é que o conceito de capacidade de suporte está intrinsecamente associado à dimensão temporal.

O estudo estrutura-se buscando definir o *sistema socioecológico* e sua relação com a *capacidade de suporte*, neste caso, também socioecológica e não apenas ecológica. A área e o sistema socioecológico são tratados como *sistemas complexos*, e buscam:

Examinar a dinâmica das interações e comportamentos dos sistemas naturais e social, constituindo-se numa análise integrada da pesquisa biológica, social, geofísica e tecnológica.
ICMBio, 2009. p.9

O estado e a tendência de mudanças nos *serviços ecossistêmicos* são abordados, consoante ao preconizado na literatura. Os conceitos utilizados no estudo estão articulados à análise sistêmica aplicada aos sistemas ecológicos (*ecossistêmica*) e análise socioecológica (*socioecossistêmica*), relativa à interação entre sistemas ecológicos e sociais. O pensamento sistêmico pode ser descrito da seguinte forma (Kay e Foster, 1999):

Em geral pode ser dito que um pensador sistêmico irá identificar alguma entidade como um todo coerente. Ele irá perceber e destacar alguns princípios de coerência que permitem a definição de limites (fronteiras) em torno dessa entidade, distinguindo a mesma do seu ambiente. Ele irá identificar ou considerar alguns mecanismos de controle por meio do qual a entidade mantém sua identidade, pelo menos num curto período de tempo. A existência dos limites dessa entidade define como entrada (input) ou saída (output) qualquer coisa que os atravesse, sendo que os fluxos podem ser físicos (ex: matéria, pessoas, máquinas, dinheiro) ou abstratos (ex. informação, energia, influências). Da mesma maneira, os componentes dessa entidade podem ser físicos ou abstratos. Em qualquer caso, os componentes exibirão algum grau de organização além de uma simples agregação ao acaso.
ICMBio. 2009, citando Kay e Foster (1999).

Após minuciosa análise do território, o estudo conclui que o número máximo de indivíduos que o ambiente em estudo pode suportar depende de diversos fatores.



Zoneamento Ecológico-Econômico do Distrito Federal

MATRIZ ECOLÓGICA

www.zee.df.gov.br

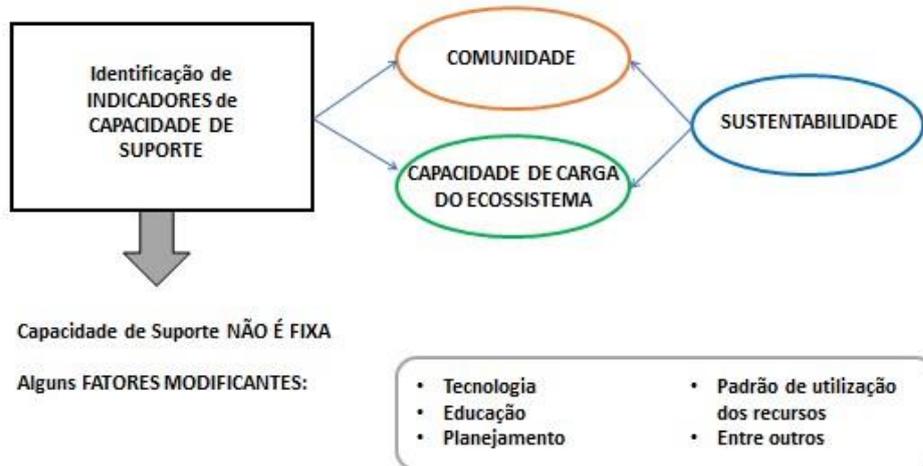
A apresentação de um caso prático poderá facilitar a compreensão dos tipos de resultados obtidos nos estudos. Veja-se o caso de um ponto de mergulho junto a um banco de corais. Para que uma visita turística de um dado ponto de mergulho junto a um banco de corais não resulte nem em degradação do ambiente, nem em acidentes humanos fatais, é necessário definir a capacidade de suporte. Esta capacidade de suporte socioecológica diz respeito tanto a condições ambientais quanto antrópicas. Assim é que o número máximo possível de mergulhadores por mergulho e por instrutor depende de fatores diversos e complementares tais como:

- (i) O tamanho do banco de corais;
- (ii) As condições climáticas e do mar;
- (iii) O treinamento do instrutor e o grau de amadorismo / profissionalização dos turistas;
- (iv) Os equipamentos disponíveis para o mergulho;
- (v) A equipe e equipamentos de apoio;
- (vi) A infraestrutura de mobilidade e as condições para acesso a hospitais em caso de necessidade.

Explorando-se as possibilidades do raciocínio acima, temos que, no DF, para autorizar um parcelamento de solo em uma dada área que apresenta riscos ecológicos altos, há necessidade de identificar e considerar os fatores ecológicos e os antrópicos incluindo-se, dentre outros, o tipo, a qualidade e a extensão da infraestrutura “cinza” disponível. Infraestrutura “cinza” é aquela tradicionalmente provida pela engenharia, através de obras. Isto para poder fazer uma aproximação da capacidade de suporte tal que esta não inviabilize no médio ou longo prazos o uso e a ocupação em nível local, regional ou mesmo distrital, por meio de impactos negativos graves para o meio ambiente e para a sociedade.



O conceito de CAPACIDADE DE SUPORTE



Fonte: Reinaldo Dias*. Seminário CONAMA sobre Capacidade de Suporte. In: http://www.mma.gov.br/port/conama/reuniao/dir1575/G_T_CapacidadeSuporte_ReinaldoDias.pdf
* Professor da Universidade Presbiteriana Mackenzie no curso de Administração do Centro de Ciências Sociais e Aplicadas (CCSA), especialista com pós-graduação em Ciências Ambientais

Fonte: Dias, 2012, In: MMA, 2012

Figura 9 – Elementos para a construção da Capacidade de Suporte

Estabelecer a capacidade de suporte para as diferentes porções do Distrito Federal é uma tarefa urgente e deve ser formalmente indicada na lei do Zoneamento Ecológico-Econômico como uma atividade prioritária a ser desenvolvida ao nível de sua regulamentação.

Ademais, a minuta de lei do ZEE deve indicar um primeiro grupo de indicadores, mais gerais para o território, para seu monitoramento. No entanto, a definição detalhada dos indicadores das subzonas pode demandar mais tempo e provavelmente estará mais adequadamente estabelecida na regulamentação da lei, que já se constitui em uma primeira etapa de sua implementação.

Para trazer insumos a esta etapa, na definição de indicadores, a matriz ecológica do ZEE deve subsidiar a construção de indicadores ecológicos e de capacidade de suporte do território, inclusive para as áreas urbanas, posto que representam porções de território em expansão e que produzem mais danos ambientais.

Diversas cidades têm construído indicadores buscando a aproximação da capacidade de suporte, a integridade ecológica, entre outros. Cidades agrupam os dados buscando tipologias de indicadores, a exemplo de Portland (EUA), que define indicadores para infraestrutura, institucionais,



percepção ambiental, sustentabilidade entre outros. Madri apresenta diferentes estratégias e indicadores e também se constituem referências importantes para nossos trabalhos. Curitiba (PR) é um caso particularmente interessante na medida em que acontece no Brasil e que os esforços advêm da década de 1970-1980. Neste caso, a priorização e convergência no planejamento estratégico e na gestão dos parques e das águas trouxe benefícios estruturais ao território, ambientais, sociais e econômicos (Seraphim, 2012). Neste contexto, diferentes mecanismos fiscais e urbanísticos foram implantados para fortalecer a proteção das florestas urbanas tais como:

(...) a redução do IPTU em até 100% se a propriedade mantiver entre 70 a 100% da cobertura vegetal nativa (em estágios médio e avançado de regeneração). A autorização do número de pavimentos das edificações passou a ser função de proporcionalidade de vegetação protegida no terreno.

Seraphim, 2012 (grifo nosso)

Iniciativas como a “doação” foram desenvolvidas e formalizadas em Curitiba:

(...) doação para a prefeitura de terrenos cobertos por florestas em troca de pagamento de dívidas (impostos atrasados).

Seraphim, 2012 (grifo nosso)

Ademais, a adoção do licenciamento ambiental estratégico no município possibilitou adotar a compensação ambiental na aquisição de áreas de interesse para a conservação para a prefeitura. Este conjunto de medidas possibilitou a expansão do sistema de áreas protegidas no município.

Neste sentido, considerando as experiências das cidades ao redor do mundo e do Brasil, o agrupamento de indicadores em diferentes dimensões pode contribuir para o estágio inicial das discussões no DF, com vistas ao aprofundamento das discussões e construção de indicadores relativos às questões ecológicas e à capacidade de suporte:

- *Indicadores de Percepção* – que devem ser capazes de capturar as limitações baseadas na percepção das pessoas em relação ao seu ambiente, a exemplo do Enquadramento de corpos hídricos superficiais;
- *Indicadores Ecológicos* (também nominados “biocêntricos” em vários estudos) – que devem refletir o estado atual do meio ambiente em relação aos seus serviços ecossistêmicos, incluindo-se a análise da quantidade e qualidade dos estoques de recursos naturais necessários



e suficientes para assegurar a integridade, estabilidade da infraestrutura ecológica, a beleza da comunidade biótica e suas funcionalidades.

- *Indicadores Ambientais* – que devem refletir o estado atual do meio ambiente em relação à sua disponibilidade e oferta para os usos múltiplos e à sua capacidade de absorção de resíduos gerados, nas suas diferentes formas, ou seja, em relação aos serviços ambientais, que guardam relação com as necessidades humanas;
- *Indicadores de Infraestrutura* – que devem ser capazes de traduzir limitações de infraestrutura que determinam o fluxo de recursos através do território;
- *Indicadores Institucionais* – que devem considerar as determinações legais, jurídicas e políticas que incidem sobre o território.

A capacidade de suporte é, portanto, um tema complexo cujo aprofundamento é necessário face aos desafios encontrados no território do DF. Assume-se, no âmbito do ZEE-DF, conforme debatido neste documento, que a **capacidade de suporte é um elemento dinâmico, cuja definição varia segundo o tempo e o lugar e que depende tanto dos limites naturais quanto dos sociais.**

3.1.7 O Gradiente Ecológico e a Permeabilidade Ecológica

A Permeabilidade Ecológica baseia-se nos fundamentos de Ecologia da Paisagem (Risser *et al.*, 1984). Esta propriedade dos ambientes naturais pode ser definida como o grau de facilidade ou dificuldade do deslocamento de algumas espécies entre fragmentos florestais ou diferentes unidades de habitat (ZEE-DF, GT-5, 2013).

Esta permeabilidade ecológica implica na adoção de um “**Gradiente Ecológico**” que é a escala de trabalho, onde em uma extremidade, a permeabilidade ecológica está inviabilizada, como no caso de cidades densas e sem sistema de áreas verdes intraurbanas. No outro extremo, a permeabilidade é plena, como em um ambiente natural que não esteja sob pressão antrópica. O tema é retomado no item 6.3.



3.1.8. A Água ou os Recursos Hídricos

Desde sempre, os sistemas aquáticos têm beneficiado sociedades humanas e economias por meio do provimento de serviços ecossistêmicos diversos. De fato, as sociedades humanas, ao longo de sua história, sempre dependeram de fontes de água confiáveis em termos de quantidade, de qualidade e a baixo custo, para assegurar o consumo doméstico, agropecuário e mais recentemente, da indústria. Estas são demandas para **Recursos Hídricos** em quantidade e de boa qualidade.

Os desafios aumentaram muito no século XX, com aumento dos conflitos pelo uso da água: são demandas por regimes hidrológicos capazes de suportar ecossistemas diversos e saudáveis, ao mesmo tempo em que asseguram a diminuição do risco de inundações e enchentes, produzem energia elétrica e asseguram navegação.

Ao incluir a necessidade de ecossistemas diversos e saudáveis, as demandas passam a endereçar a necessidade de **Água**, em quantidade e de boa qualidade.

Salvo em situações climáticas específicas, as falhas no aporte de água pelos sistemas produtores estão, via de regra, associadas às infraestruturas ecológicas degradadas. Barramentos dos fluxos de rios, excesso de extração de água e/ou de peixes, e poluição advinda de atividades agropecuárias, urbanas e industriais com o aporte excessivo de sedimentos e de nutrientes resulta em desequilíbrios graves dos ecossistemas e perda de resiliência e sobrecarga do sistema hídrico associados a mudanças nos regimes hídricos e aporte de sedimentos. Os resultados são diversos e negativos, tais como eutrofização, salinização, assim como desequilíbrio entre espécies, tal como a presença de superpopulação de plantas e animais exóticos.

Os desafios do século XXI das populações, e não diferente para o Distrito Federal, estão no enfrentamento às mudanças climáticas, mudanças nos padrões de vida, nas mudanças tecnológicas e de uso do solo nas diferentes bacias hidrográficas.

No âmbito do marco legal brasileiro, há que se considerar os ecossistemas naturais como um setor usuário tão legítimo quanto os setores usuários humanos. No entanto, este ainda não é o



paradigma no Distrito Federal, evidenciando ricas oportunidades para melhorar a compreensão e a qualidade do regramento existente. Por exemplo, a definição, no Distrito Federal, da quantidade de água passível de ser retirada dos corpos hídricos superficiais reafirma uma visão antropocêntrica e por isto de “*recursos hídricos*”. O Plano de Gerenciamento Integrado dos Recursos Hídricos do DF (PGIRH-DF), aprovado pela Resolução nº02/2012 apresenta parâmetros para serem desenvolvidos. No entanto, a prática no DF não veio acompanhada, até o momento, de aprofundamento do tema, de sorte que a quantidade de recursos naturais é considerada necessária e suficiente para assegurar os “usos múltiplos” antrópicos. Ou seja, estes valores consideram, os usos humanos a jusante, mas não necessariamente consideram na vazão que resta no rio, o uso ambiental necessário e suficiente para a manutenção da vida aquática nestes corpos hídricos, e por isto podem ser definidos como vazão remanescente ecológica. O resultado prático é que não consideram nos “usos múltiplos” os ecossistemas como um setor usuário.

A gestão das águas em melhores bases é essencial, no Distrito Federal, tanto para o atendimento das necessidades humanas quanto das necessidades dos ecossistemas naturais (aquáticos e ripários). O Distrito Federal já deu os primeiros passos neste sentido. Não por outra razão, o Conselho de Recursos Hídricos instituiu o Enquadramento dos Corpos Hídricos Superficiais do DF em 2014, o qual define, em sua resolução, a construção de indicadores da vida aquática, a serem submetidos ao Conselho, em 2017. Estes indicadores biológicos, uma vez aprovados no âmbito do CRH-DF demandarão uma revisão das autorizações pelo uso da água (outorgas) de sorte a assegurar a qualidade ambiental “*na ponta*”, ou seja, nos corpos hídricos. A Resolução nº 2/2014 do CRH-DF vem, portanto, reposicionar o tema e abrir o debate sobre a quantidade de água que precisa se manter no rio, em qualidade tal que assegure a vida naquele ambiente. Esta resolução traz, ademais, a necessidade de atualizações do marco legal territorial e urbanístico, considerando de fato os riscos ecológicos do território – nesse caso associadas à quantidade e qualidade das águas superficiais.

Assegurar o aporte adequado, contínuo, a baixo custo e de forma sustentável de água de boa qualidade implica em considerar os hidrossistemas superficiais e subterrâneos, as necessidades humanas e dos ecossistemas aquáticos e ripários, e endereçar de maneira objetiva os fatores socioeconômicos, ou seja, enfrentar a “territorialidade” no Distrito Federal.



4. Os Riscos Ecológicos do território

4.1. O Distrito Federal

4.1.1. Dimensão ecológica do Distrito Federal:

O Diagnóstico do Distrito Federal foi desenvolvido na etapa 1 do ZEE-DF e os produtos do Meio Físico e Biótico constam do sítio eletrônico desde março de 2016, quando foi lançado (*zee.df.gov.br*; aba “Histórico”; “Arquivos”; “Produtos (etapa1)”).

Apresentamos abaixo uma síntese necessária e suficiente para possibilitar melhor compreensão da construção dos elementos que consubstanciam a Matriz Ecológica do ZEE-DF: mapas de risco ecológico e das Unidades Territoriais Básicas (UTB) do Distrito Federal.

O Distrito Federal é a menor Unidade da Federação brasileira e sedia a Capital Federal. Está localizada no centro do Planalto Central brasileiro, entre os paralelos de 15° 30’S e 16°03’S, a oeste pelo Rio Descoberto e a leste pelo rio Preto. O DF abrange uma área de cerca de 5.800 km², delimitada por um polígono com altitudes que variam de 750 a 1.344 metros.

a) Do ponto de vista do clima:

O DF apresenta forte sazonalidade, com dois períodos bem distintos e característicos: uma estação chuvosa e quente (de outubro a abril) e uma fria e seca (entre maio e setembro). As variações de altitude e de temperaturas médias entre os meses frios e quentes possibilitam o enquadramento do clima do Distrito Federal na classificação climática de Köppen, como de tipo Tropical Aw, Tropical de Altitude Cwa e Tropical de Altitude Cwb (Codeplan, 1984).

A média pluviométrica anual é de 1.500 mm, variando entre 700 a 1.800 mm, sendo o mês de janeiro historicamente o mês de maior índice pluviométrico médio (320 mm/mês) e os meses de junho, junho e agosto, os de menor índice (50 mm/mês).

A temperatura média mensal varia entre 13 e 22°C. Os meses de setembro a outubro são os mais quentes enquanto o mês de junho, o mais frio. A umidade relativa do ar varia no ano de 75% a



11%. A média de insolação é de 200 h/mês no período seco e de 130 h/mês nos meses chuvosos (Codeplan, 1984).

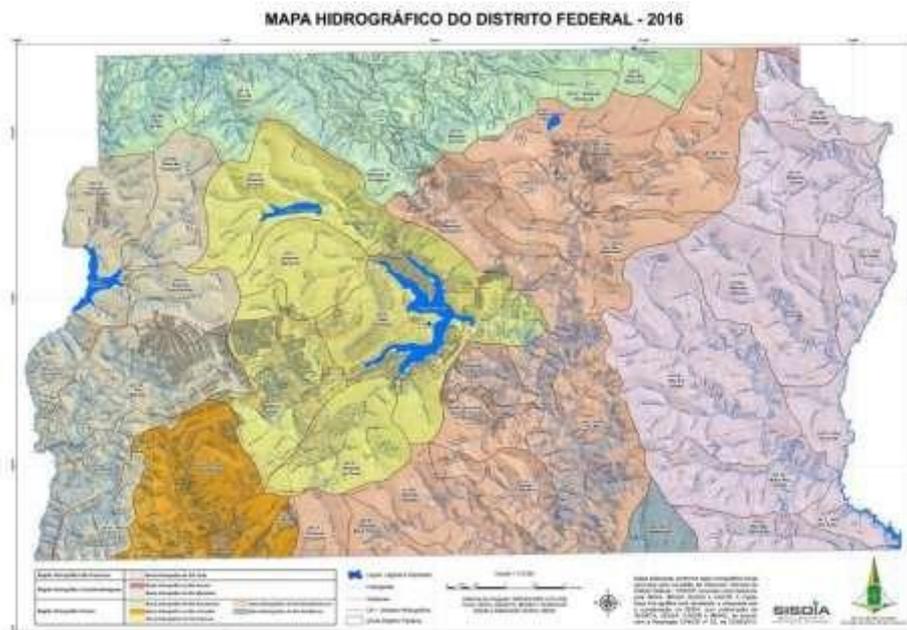
b) Do ponto de vista da Hidrografia:

Do ponto de vista da hidrografia, o DF é formado por 3 (três) regiões hidrográficas nacionais (São Francisco, Tocantins/Araguaia, e Paraná), com 7 (sete) bacias hidrográficas e 41 (quarenta e uma) unidades hidrográficas, conforme abaixo:

Tabela 3 – Regiões e Bacias Hidrográficas no Distrito Federal

Regiões Hidrográficas	Bacias Hidrográficas
São Francisco	Rio Preto
Tocantins / Araguaia	Rio Paranhã
	Rio Maranhão
Paraná	Rio Descoberto
	Rio Corumbá
	Rio Paranoá
	Rio São Bartolomeu
	Rio São Marcos

Fonte: SEMA-DF, Mapa Hidrográfico do Distrito Federal (2016)



Fonte: GDF, com base na Resolução nº 02/2015 – CRH/DF (2016)

Figura 10 – Mapa Hidrográfico Oficial do Distrito Federal



Zoneamento Ecológico-Econômico do Distrito Federal

MATRIZ ECOLÓGICA

www.zee.df.gov.br

c) Do ponto de vista geológico:

A geologia, no Distrito Federal, apresenta-se com rochas metamórficas recobertas com coberturas pedológicas. São rochas atribuídas aos grupos Canastra e Paranoá (período Meso/Neoproterozóico), Araxá e Bambuí (período Neoproterozóico), e solos e aluviões (período Cenozóico). A estatigrafia destes grupos é bastante conhecida em vista de ter sido extensivamente estudada pelos pesquisadores do Instituto de Geociências da Universidade de Brasília (revisão em Lousada e Campos, 2005).

Os solos distritais correspondem predominantemente à classe dos latossolos, seguidos pelos cambissolos, solos com horizonte B textural e outras classes que ocorrem em menores proporções (neossolos flúvicos, neossolos quartzarênicos, gleissolos e plintossolos) (Embrapa, 1978; Martins, 1998; Martins e Baptista, 1998).

Tabela 4 – Classes de Solos mais Frequentes na Região do Distrito Federal

Classe	Característica	Distribuição Espacial	Espessura
Latossolos	Horizonte B latossólico com textura argilosa média, enriquecido em sesquióxidos. Ocorrem associações de vermelho, vermelho-amarelo e amarelo.	Predominantes nas Regiões de Chapadas. Ocorrem também nas Regiões de Dissecação Intermediária.	Até 25 metros, com média de 15 metros ¹
Cambissolos	Presença de B câmbico (pouco desenvolvido)	Predominantes nas Regiões Dissecadas de Vales. Associados a relevos com declividades moderadas a elevados.	Em geral, menor que 0,7 metros. O saprolito pode alcançar mais de 15 metros
Argissolos e Nitossolos	Presença de B textural com textura argilosa média. Apresentam agregados granulares e subangulosos, pequenos a médios.	Principalmente na Região Dissecada de Vales na bacia do Rio Maranhão.	Comumente da ordem de 10 metros.
Plintossolos	Presença de horizontes ricos em plintita ou petroplintita.	Principalmente na Região de Dissecação Intermediária da Depressão do Paranoá.	Não superior a 5 metros.

Fonte: Lousada e Campos (2005), modificado de Souza, 2001

Observação¹: No caso dos latossolos o regolito (solo + saprolito) pode alcançar 50 metros de espessura



d) Do ponto de vista geomorfológico:

Existem dois principais zoneamentos geomorfológicos vigentes para o DF (Lousada e Campos, 2005).

Um primeiro, proposto por Novaes Pinto (1994) segundo o qual o DF apresenta três tipos de paisagens (macro unidades), advindas do agrupamento das unidades geomorfológicas em função de suas similaridades morfológicas e de sua gênese. Estas são denominadas Macro Unidades A, B e C. Estas se dividem em 13 (treze) unidades geomorfológicas que se constituem em geossistemas interrelacionados e hierarquizados.

Tabela 5 – Macro unidades geomorfológicas do DF

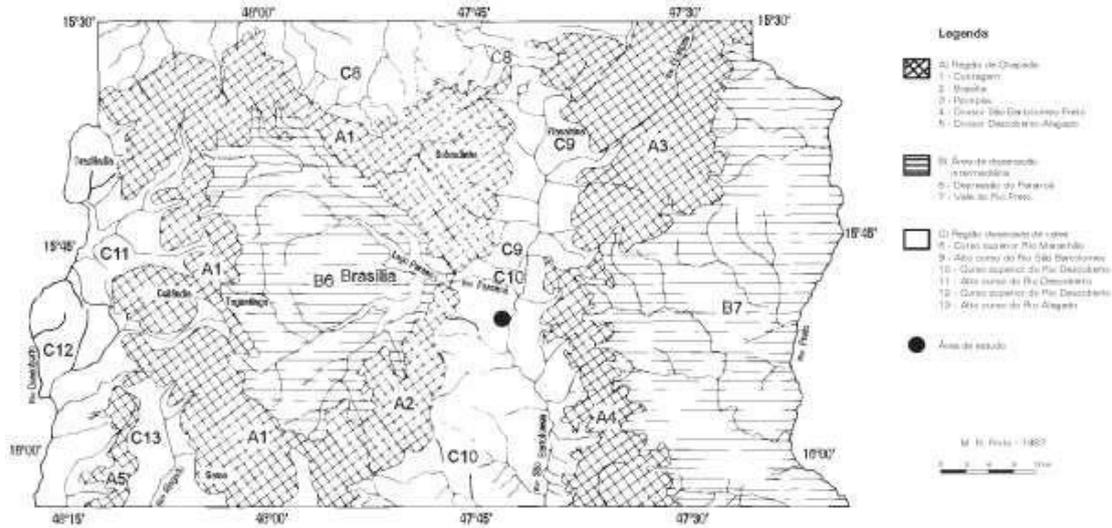
Macrounidades	Unidades	Área Total (km²)	%
Região de Chapada 1.968 km ² 33,8%	Chapada da Contagem	1.028	17,7
	Chapada de Brasília	202	3,5
	Chapada do Pípiripau	445	7,7
	Chapada Divisora São Bartolomeu - Preto	188	3,2
	Chapada Divisora Descoberto - Alagado	105	1,8
Área de Dissecação Intermediária 1.793 km ² - 30,9%	Depressão do Paranoá	726	12,5
	Vale do rio Preto	1.067	18,4
Região Dissecada de Vale 2.053 km ² 35,5 %	Curso Superior do rio Maranhão	574	9,9
	Alto Curso do rio São Bartolomeu	270	4,6
	Curso Superior do rio São Bartolomeu	608	10,5
	Alto Curso do rio Descoberto	237	4,1
	Curso Superior do rio Descoberto	270	4,6
	Alto Curso do rio Alagado	94	1,6
TOTAL		5.814	100,0

Fonte: Novaes Pinto, 1994

A macro unidade A abrange cerca de um terço (34%) do DF, com áreas com quota altimétrica acima de 1.000 metros, associado à Região de Chapada, com relevo plano a ondulado suavemente. A macro unidade B também abrange cerca de um terço (31%) do DF, com áreas com relevo fracamente dissecado, associado à Região de Dissecação Intermediária. A macro unidade C abrange o último terço do território, com áreas com depressões (rios), associadas à Região Dissecada de Vale.



Zoneamento Ecológico-Econômico do Distrito Federal
MATRIZ ECOLÓGICA
www.zee.df.gov.br



Fonte: Novaes Pinto (1987 e 1994)

Figura 11 – Zoneamento Geomorfológico do Distrito Federal

O segundo zoneamento geomorfológico elaborado por Martins e Baptista (1998) posteriormente a este primeiro, propõe 5 (cinco) compartimentos que, de uma forma ou de outra, podem ser associados aos três compartimentos propostos inicialmente (*supra* citados): (i) os Planaltos – correspondendo ao Domínio da Região das Chapadas); (ii) os Planos intermediários – correspondendo em parte ao domínio da Área de Dissecção Intermediária, (iii) Planícies – correspondendo ao Domínio da Região Dissecada dos Vales, (iv) regiões de Rebordos – que apresentam declividades inferiores a 20%, e (v) regiões de Escarpas – que apresentam declividades superiores a 45%, ou seja, apresentando quedas bruscas de relevo. As vertentes do Distrito Federal, apresentadas por Martins (2000) estão apresentadas abaixo.



Zoneamento Ecológico-Econômico do Distrito Federal
MATRIZ ECOLÓGICA
www.zee.df.gov.br

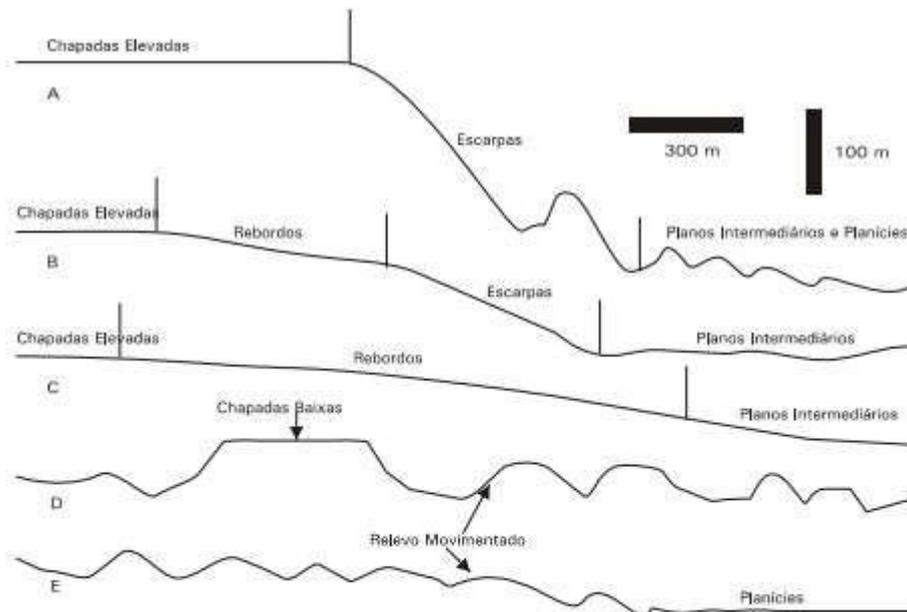


Figura 9. Vertentes do Distrito Federal. A. Transição Chapadas Elevadas/Escarpas/ Planos Intermediários na porção norte do semidomo de Brasília, mostrando vertentes com elevada declividade e maior índice de aprofundamento de drenagem; B. Transição Chapadas Elevadas/Rebordos/Escarpas/Planos Intermediários na porção leste do semidomo de Brasília, mostrando vertentes com declividades intermediárias; C. Transição Chapadas Elevadas/Rebordos/Planos intermediários na porção interna do semidomo de Brasília, mostrando vertentes com declividades baixas; D. Planos Intermediários nas Bacias do São Bartolomeu e do Descoberto mostrando presença de Chapadas Baixas e do relevo movimentado; E. Planos Intermediários e Planícies na Bacia do Maranhão, mostrando relevo movimentado e plano.

Fonte: Martins e (2000)

Figura 12 – Zoneamento Geomorfológico do Distrito Federal

e) Do ponto de vista da Hidrogeologia:

A hidrogeologia constitui um ramo das geociências que estuda as águas subterrâneas, sua ocorrência, movimento, volume, distribuição e qualidade. A água é armazenada de forma diferente em função do tipo de rocha. As rochas porosas, por exemplo, apresentam maior capacidade de armazenamento e velocidade de deslocamento da água em relação às rochas cristalinas.

O aproveitamento de águas subterrâneas requer maiores informações dos estoques subterrâneos para a sua proteção e aproveitamento.

O Distrito Federal está situado em um alto regional que não apresenta grandes drenagens superficiais, sendo um divisor natural de três grandes bacias hidrográficas. Por isso, as águas subterrâneas têm função estratégica na manutenção de vazões dos cursos superficiais e



inclusive no abastecimento de núcleos rurais, urbanos e condomínios situados fora do sistema integrado de abastecimento da Companhia de Saneamento Ambiental de Brasília - CAESB.

(...)

No Distrito Federal, onde a geologia é caracterizada por rochas metamórficas, recobertas por espessos solos, podem ser diferenciados três grandes grupos de aquíferos, que correspondem à classificação maior dos reservatórios subterrâneos de água: Domínio Aquífero Intergranular (ou Poroso), Domínio Aquífero Fraturado e Domínio Aquífero Físsuro-Cárstico. No caso do Distrito Federal, onde há grande variação de tipos litológicos dentro das várias unidades litoestratigráficas, a caracterização mais precisa dos vários sistemas aquíferos requer a subdivisão em subsistemas, evidenciando a real diversificação dos domínios, sistema e subsistemas aquíferos.

ZEE-DF, Subproduto 3.1 - Volume II - Meio Físico, p. 93.

O estudo apresentado no Subproduto 3.1 - Volume II - Meio Físico, sugere nova cartografia para os aquíferos do Domínio Poroso e melhora a precisão espacial do dado ao utilizar ampla base de dados de ensaios de infiltração, considerando a teoria do Curva-Número. A curva número, também conhecida como CN ou SCS-CN, diz respeito ao número de escoamento, ou seja, um método utilizado em hidrologia para determinar a quantidade aproximada de escoamento superficial direto ou de infiltração gerado numa área específica em resposta a determinado um evento de [precipitação](#). Este método é amplamente utilizado pois é de fácil cálculo e é preciso. A determinação do CN é feita a partir da análise das características hidrológicas predominantes do solo em estudo (que são traduzidas no grupo hidrológico a que o solo pertence), o uso do solo (com as características da bacia particularmente a permeabilidade e rugosidade) e na condição hidrológica do solo (condições de humidade que antecedem o evento). Esta análise é feita em período imediatamente antes do início da precipitação.

O estudo destaca que o domínio poroso:

Esse domínio aquífero apresenta particularidades devido ao fato de incluir a transição entre a zona não saturada e a zona saturada do aquífero. Essa porção também inclui a região onde se originam os processos de recarga dos aquíferos (rasos e profundos) a partir da infiltração das águas de chuva. Uma importância adicional desse domínio está vinculada à manutenção da perenidade de drenagens no período de recessão de chuvas.

Subproduto 3.1 - Volume II - Meio Físico, página 95.



O domínio fraturado, se caracteriza por:

(...) meios rochosos, onde os espaços ocupados pela água são representados por descontinuidades planares, ou seja, planos de fraturas, microfraturas, diáclases, juntas, zonas de cisalhamento e falhas. Como no Distrito Federal o substrato rochoso é representado por metassedimentos, os espaços intergranulares foram preenchidos durante a litificação e o metamorfismo. Dessa forma, os eventuais reservatórios existentes nas rochas proterozóicas estão inclusos dentro do Domínio Fraturado, onde os espaços armazenadores de água são classificados como porosidade secundária.

ZEE-DF, Subproduto 3.1 - Volume II - Meio Físico, p. 96.

E ainda:

Por estarem restritos a zonas que variam de alguns metros a centenas de metros, os aquíferos do Domínio Fraturado são livres ou confinados; de extensão lateral variável; fortemente anisotrópicos e heterogêneos, compondo o sistema de águas subterrâneas profundas. Com raras exceções, esse domínio está limitado a profundidades pouco superiores a 250 metros, sendo que em profundidades maiores há uma tendência de fechamento dos planos de fraturas em virtude do aumento da pressão.

ZEE-DF, Subproduto 3.1 - Volume II - Meio Físico, p. 96.

O estudo ainda constata uma característica muito importante, de grande impacto ambiental no uso do recurso hídrico:

Esses aquíferos são aproveitados a partir de poços tubulares profundos e apresentam vazões que variam de zero até valores superiores a 100 m³/h, sendo que a grande maioria dos poços apresenta entre 5 e 12 m³/h. A existência de poços secos é controlada pela variação da fração granulométrica, sendo que quanto maior a concentração de quartzitos, menor a incidência de poços secos e quanto maior a presença de material argiloso (metassiltitos e ardósias), maior a ocorrência de poços secos ou de muito baixa vazão.

Subproduto 3.1 - Volume II - Meio Físico, p. 96.

Apresenta ainda, um terceiro sistema aquífero:

Os sistemas de porosidade físsuro-cárstica são representados por situações onde rochas carbonáticas (calcários, dolomitos, margas e mármores) ocorrem na forma de lentes com restrita continuidade lateral interdigitadas com litologias pouco permeáveis (siltitos argilosos, folhelhos ou filitos).

Subproduto 3.1 - Volume II - Meio Físico, página 96.



Nas conclusões do documento faz as seguintes recomendações:

No Distrito Federal, os aquíferos não podem ser fontes exclusivas de abastecimento, em função da própria limitação hidrogeológica determinada pela geologia e pedologia. Contudo, os aquíferos desempenham função fundamental na regularização das vazões dos cursos d'água superficiais.

*Como no típico clima do cerrado ocorre um longo período sem precipitação pluvial, ao longo dos meses de junho, julho, agosto e parte de setembro **toda a descarga que mantém a perenidade dos cursos d'água e alimentação dos pequenos mananciais provém dos aquíferos freáticos**. Os aquíferos ainda desempenham, em sua zona não saturada, uma importante função de **depuração** a partir da retenção de elementos e substâncias que contaminam as águas mais profundas.*

Os modelos hidrogeológicos concebidos para os diferentes contextos hidrogeológicos, em diferentes condições de geologia, pedologia e relevo devem ser considerados quando da proposição de mecanismos para o gerenciamento dos aquíferos. Áreas em que ocorre o modelo de duas superfícies potenciométricas podem ser submetidas a iniciativas de recarga artificial. Essa mesma ação não desempenhará função relevante para as regiões em que o modelo de única superfície potenciométrica com confinamento está presente.

ZEE-DF, Subproduto 3.1 - Volume II - Meio Físico, p. 118 (grifo nosso).

4.2. O DF à luz de quatro riscos fundamentais e sua relação com os Serviços Ecossistêmicos

Na etapa 1 do ZEE-DF (2009 a 2011), a empresa contratada para realização dos estudos do ZEE-DF, por meio de professores da Universidade de Brasília na forma de consultores contratados, juntamente com o conjunto de técnicos do governo que compunha a Comissão Distrital do ZEE-DF produziram quatro mapas de “sensibilidade” ambiental do território. Consoante ao significado dos conceitos apresentados acima, a partir da gestão dos representantes da então SEMARH, a Comissão Distrital deliberou pela adoção do conceito de “Risco Ecológico”.

Os arquivos vetoriais produzidos para estes quatro riscos ecológicos foram trabalhados para a construção de um gradiente de 5 (cinco) níveis de risco, possibilitando, portanto, uma classificação. Esta classificação buscou dialogar de maneira simples e direta com os desafios do planejamento e da gestão territorial.



Zoneamento Ecológico-Econômico do Distrito Federal

MATRIZ ECOLÓGICA

www.zee.df.gov.br

Do ponto de vista do ZEE-DF, a meta estabelecida foi a de possibilitar a melhor compreensão do território no processo do zoneamento e assegurar subsídio para definição das poligonais de zonas e subzonas, bem como a criação de diretrizes para o projeto de lei, diretamente relacionadas aos riscos intrínsecos da ocupação do território.

Para melhor comunicação dos mapas produzidos, adotou-se como padrão a representação espacial da base censitária do IBGE para o DF de modo a que os mapas de risco ecológico indiquem, desde já, a localização e distribuição geográfica da população. Busca-se com este esforço, o início do processo de fazer dos mapas ferramentas pedagógicas para os próximos passos da construção do ZEE-DF, ou seja, criar os meios para que a população (e não apenas os técnicos do governo) identifique e compreenda estes riscos a partir das pressões inerentes à presença humana no território.

Os setores censitários do IBGE apresentam-se em um conjunto de polígonos contíguos, cuja tipologia dificulta a visualização da informação conjugada a outros planos de informação. Para assegurar a espacialização da base censitária nos mapas de risco ecológico produzidos no ZEE-DF, extraiu-se o centroide geométrico de cada setor censitário presente em toda base do IBGE, o qual foi plotado nos planos de informação produzidos.

4.2.1. Risco de Perda de Solos por Erosão

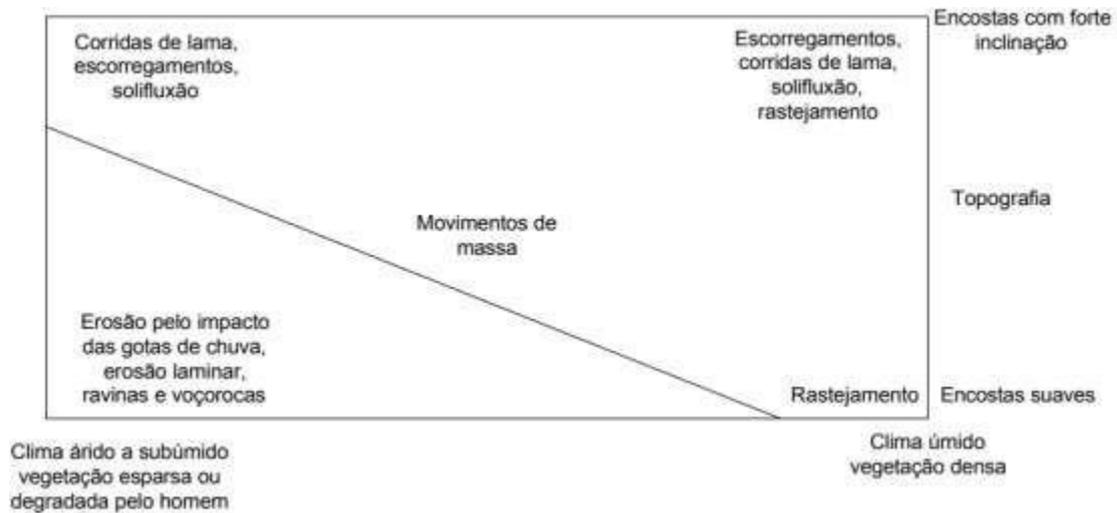
4.2.1.1. A erosão dos solos

O solo é um dos recursos naturais mais preciosos de que as sociedades dispõem. Este é responsável por diversos serviços ecossistêmicos essenciais à vida humana. E é um recurso finito.

A erosão é um conjunto de processos, que acontecem na Natureza, pelos quais os materiais da crosta terrestre são desagregados, decompostos, transportados e depositos. A erosão pode ser definida como um processo de retirada e transporte de partículas do solo pelos agentes erosivos (Ellison, 1947). Bertoni e Lombardi (1993) especificam como agentes causais principais a água e vento, enquanto, a U. S. Soil Conservation Society of America-SCSA incluiu em 1976, o gelo e outros agentes geológicos, tais como o rastejamento.



Zoneamento Ecológico-Econômico do Distrito Federal
MATRIZ ECOLÓGICA
www.zee.df.gov.br



Fonte: Lima (2003) citando Dunne e Leopold, 1978, modificado

Figura 13 – Relação entre os fatores ambientais e os tipos de erosão

O conceito de erosão adotado neste trabalho é:

A erosão é o processo de desagregação e remoção de partículas do solo ou fragmentos de rocha, pela ação combinada da gravidade com água, vento, gelo ou organismos.

Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo – IPT (1986)

Os processos erosivos são condicionados por alterações do meio ambiente. Estes podem ser provocadas por agentes naturais e/ou interferência humana (ação antrópica).

A erosão geológica é aquela conhecida como natural. É importante ressaltar que cada solo já traz em si risco *próprio* de erosão (também chamado *intrínseco*), que é inerente à sua formação e conformação. Do ponto de vista dos agentes causais naturais, a chuva (erosão hídrica) e o vento (erosão eólica) são acrescidas a efeitos da mudança de temperatura. O regime climático sazonal no DF propicia uma forte pressão no risco de erosão dos solos do DF, dada a concentração das chuvas e ausência delas ao longo do ano, por um lado, e por variações diárias de temperatura bastante acentuadas. Este risco é mantido em níveis baixos, naturalmente, pela presença da vegetação nativa de Cerrado.

Segundo Oliveira (1994), a erosão acelerada é aquela antrópica e pode ser causada por dois tipos de erosão, a laminar e a linear. A erosão laminar é o escoamento difuso das águas de chuva



resultando na remoção progressiva dos horizontes superficiais do solo. A erosão linear é provocada por concentração das linhas de fluxo das águas do escoamento superficial, resultando em sulcos, ravinas e voçorocas no terreno. Nas voçorocas, pode-se atingir a profundidade do lençol freático ou nível de água subsuperficial. O lençol freático interceptado pela voçoroca produz o aparecimento de surgências de água, resultando em erosão interna que provoca a remoção de partículas do interior do solo formando tubos vazios. Este processo é nominado “*piping*”. Os vazios provocam colapsos e carreamentos laterais do terreno tendo como resultado o alargamento da voçoroca ou sua ramificação (IPT, 1986).

A voçoroca é a feição mais flagrante da erosão antrópica.
IPT (1986)

A ação humana (*erosão acelerada*) dá-se pelo uso do solo, das mais diferentes maneiras, seja pelo desmatamento e atividades de agricultura pouco sustentáveis até obras urbanas e viárias, conforme se observa historicamente no Brasil.

A ação humana tem contribuído sobremaneira para a aceleração do processo erosivo. As consequências são diversas tais como a perda de solos férteis, a redução da qualidade (poluição), o assoreamento de corpos hídricos e reservatórios (redução da quantidade de água) e de maneira geral, a degradação ambiental com redução da produtividade global dos ecossistemas terrestres e aquáticos.

Todas estas intervenções humanas no ambiente provocam concentração de águas de escoamento superficial em quantidade e ocorrência não existente na natureza. A retirada da cobertura vegetal do solo geralmente resulta em perda de consistência dos solos devido à exposição direta aos agentes causais naturais. Além do impacto direto da água de chuva no solo, antes minimizada pela vegetação, soma-se a ausência de absorção desta água pelas raízes vegetais, passando a infiltrar diretamente e saturar o solo, e podendo causar instabilidades.

Assim, os processos erosivos começam com a retirada da cobertura vegetal e o impacto da massa de água com o terreno, desagregando suas partículas. Segue-se uma adução e concentração de águas pluviais na implantação de obras civis, provocando o escoamento superficial a partir do acúmulo de água em volume suficiente para o arraste das partículas de solo liberadas (IPT, 1991). No DF, o



Zoneamento Ecológico-Econômico do Distrito Federal

MATRIZ ECOLÓGICA

www.zee.df.gov.br

padrão de obras civis principalmente mostra a pouca adoção de medidas de controle de processos erosivos e da dispersão do solo pelo vento e pelas chuvas para dentro dos corpos hídricos.

Os processos erosivos não afetam apenas o meio natural, existem impactos sociais e econômicos. A erosão provoca diversos problemas à sociedade (Oliveira & Prado, 1987): degradação dos solos e das águas com danos ambientais irreversíveis que constituem “*um pesado ônus à sociedade*”, ademais da redução da produtividade agrícola, da redução da produção de energia elétrica, redução no volume de água nos reservatórios com consequências para o abastecimento urbano, além de impactos negativos em diferentes setores produtivos da economia. Os deslizamentos de terra em regiões habitadas, geralmente em áreas com população carente, por exemplo, provocam soterramento de casas e mortes de pessoas, além de interrupção de rodovias e ferrovias com importantes prejuízos econômicos inclusive pela interrupção de serviços e mercadorias e destruição de capital fixo nas localidades. Autores afirmam que existe uma relação inversa entre o crescimento demográfico e o desgaste das terras, cujos efeitos negativos se somam. De fato, a pressão populacional sobre as áreas tende a resultar em sua deteriorização cada vez mais rápida e intensamente (Vasconcelos Sobrinho, 1978).

A identificação de áreas cujos solos são mais suscetíveis e/ou o uso mais intensivo é de fundamental importância para a gestão do território. A instituição de planos de conservação do solo, na relação com os demais recursos naturais é crítica neste sentido. A implantação do Programa de Manejo de Solo e Água nas unidades hidrográficas com usos rurais no Distrito Federal é um exemplo de ações de gestão com prioridade em manter a qualidade e integridade da infraestrutura ecológica.

A erosão dos solos induz a degradação da paisagem terrestre, a “*poluição visual*”, e implica na perda de nutrientes, esgotamento dos solos e o favorecimento de espécies oportunistas.

A compreensão do risco intrínseco de perda de solos por erosão é muito importante na análise da matriz ecológica do ZEE-DF posto que, sobre este risco próprio / intrínseco, somam-se a outros que advêm da ação humana ou antrópica. A integração dos riscos próprios / intrínsecos e a ação humana resulta em sinergia de impactos negativos de diferentes naturezas, dentre as quais, sociais, econômicas



e ao próprio meio ambiente (por exemplo, impactos negativos à quantidade e qualidade das águas nos corpos hídricos superficiais).

a) A degradação dos solos no mundo, na América Latina e no Brasil

Segundo a Organização das Nações Unidas para a Alimentação e Agricultura – FAO, 33% dos solos do mundo estão degradados por diversos problemas tais como erosão, salinização, compactação, acidificação e contaminação (FAO, 2015 e 2017). Os prejuízos são diversos, dentre os quais o “selamento” do solo agravando as enchentes, a perda de fertilidade do solo, a poluição e a redução na captura de carbono e demais gases de efeito estufa da atmosfera, com agravamento das mudanças climáticas. Os impactos econômicos são muito graves:

Somente a erosão elimina 25 a 40 bilhões de toneladas de solo por ano, reduzindo significativamente a produtividade das culturas e capacidade de armazenar carbono, nutrientes e água.

Perdas de produção de cereais devido à erosão foram estimadas em 7,6 milhões de toneladas por ano.

Se não forem tomadas medidas para reduzir a erosão, haverá a diminuição total de mais de 253 milhões de toneladas de cereais em 2050. Essa perda de rendimento seria equivalente a retirar 1,5 milhão de quilômetros quadrados de terras na produção de culturas - ou cerca de toda a terra arável da Índia.

FAO, 2015.

Na América Latina, cerca de 50% dos solos têm algum tipo de degradação, enquanto no Brasil, os principais problemas são erosão, perda de carbono orgânico e desequilíbrio de nutrientes (Mendonça, 2017).

Segundo José Graziano da Silva, Diretor Geral da FAO:

A perda de solos produtivos prejudica gravemente a produção de alimentos e a segurança alimentar, amplifica a volatilidade dos preços de alimentos e, potencialmente, mergulha milhões de pessoas à fome e à pobreza. (...) esta degradação pode ser evitada.

Silva, 2017.



b) Os estudos sobre erosão

Os estudos sobre a erosão do solo baseiam-se no arcabouço teórico da geomorfologia. Na perspectiva geomorfológica, esse fenômeno:

(...) é considerado como um elemento da dinâmica das formas de relevo e é alvo de trabalhos de diversos pesquisadores, que procuram indicar os diferentes mecanismos dos processos erosivos (...).

Lima, 2003.

Uma aplicação objetiva do estudo da erosão do solo que leva em consideração a análise espacial do fenômeno é a avaliação preditiva para subsidiar o planejamento do uso da terra, bem como definir as medidas de conservação. Estudos preditivos adotam modelos, amplamente utilizados em pesquisas agronômicas de conservação do solo. Estes modelos foram desenvolvidos a partir da década de 40 do século passado. Bertoni e Lombardi Neto (1993) enfatizam a erosão do solo do ponto de vista conservacionista, tendo inclusive desenvolvido meios para a determinação de perdas de solo e água por erosão.

4.2.1.2. O mapa do ZEE-DF de risco de Erosão

À época da construção dos mapas de risco ecológicos, estes foram elaborados com foco na “*sensibilidade ambiental*” pois ainda não estava clara a necessidade de melhor e mais efetiva comunicação para uma imediata utilização pelos diversos setores da gestão pública. Posteriormente, adotou-se o conceito de risco e os mapas foram reinterpretados com este foco.

A escala de trabalho foi definida em função dos dados existentes. Os materiais produzidos possuem escala com nível de detalhe que variam de 1:10.000 a 1:100.000, dependendo do mapa. Neste caso, utilizou-se como referência um conjunto de mapas produzidos pela EMBRAPA (1978), nos termos da metodologia definida no termo de referência para a contratação da empresa no âmbito do Programa Brasília Sustentável I pelo Governo do DF, em 2009. De acordo com este TR, no item 4 que trata da metodologia, temos que:

Para a elaboração e apresentação do ZEE-DF serão utilizados dois recortes espaciais: a relação do Distrito Federal com a RIDE, na escala 1:250.000, o território do Distrito Federal como um



Zoneamento Ecológico-Econômico do Distrito Federal
MATRIZ ECOLÓGICA
www.zee.df.gov.br

todo, considerada a escala de agregação de 1:100.000; e as áreas especiais, a serem definidas no diagnóstico, onde deverá ser utilizada a escala de 1:25.000.

Termo de Referência ZEE-DF (2009), item 4.

Os planos de informação utilizados são:

Tabela 6 – Planos de Informação utilizados para elaboração do Mapa de Risco de Erosão

Plano de Informação / Escala	Autoria	Ano
Mapa de solos do Distrito Federal / 1:100.000	EMBRAPA (com adaptações)	1978
Erodibilidade do Solo	EMBRAPA (com adaptações de Chaves, 2006)	1978
Tolerância do solo à erosão	EMBRAPA (com adaptações de Lombardi Neto & Bertoni, 1975)	1978
Declividade de Vertentes	SICAD (altimetria)	2009

Os pressupostos para a elaboração do mapa foram:

No presente estudo, assumiu-se que a sensibilidade natural (risco) dos solos à erosão (Se) ocorre em função de algumas propriedades intrínsecas do meio físico, mais especificamente:

- ✓ *as características de erodibilidade dos solos, que representa a facilidade do solo em ser erodido pelas intempéries (Bertoni & Lombardi Neto, 1991 e Wischmeier & Smith, 1978);*
- ✓ *a tolerância dos solos à erosão, que representa a perda máxima que o solo pode suportar sem que ocorra a sua degradação permanente (Wischmeier, 1976); e*
- ✓ *a declividade das vertentes, que aponta o grau de inclinação da superfície do terreno em relação à horizontal (Wischmeier & Smith, 1978).*

ZEE-DF, etapa 1, Subproduto 3.5, p. 27.

Registre-se que houve a utilização, nos trabalhos da matriz ecológica do ZEE-DF, da Equação Universal de Perda de Solos – EUPS (USLE, em inglês), desenvolvida por Wischmeier & Smith (1978). Embora existam incertezas na predição de erosão utilizando a EUPS, esta é universalmente reconhecida como base técnica robusta para estudos de erosão de solos.

No tocante à declividade das vertentes, um dos elementos críticos para a construção do mapa em tela se refere às relações matemáticas entre o comprimento de rampa e as declividades médias de



rampa. No entanto, estas foram anteriormente estabelecidas para cada unidade geomorfológica homogênea do DF (Chaves, 1995).

Embora a precipitação pluviométrica não tenha sido utilizada diretamente no modelo, a parametrização de erodibilidade de solos proposta por Chaves (2006) leva em consideração a dinâmica hídrica.

Na presente análise da sensibilidade (risco) dos solos à erosão optou-se por não utilizar os dados de precipitação, uma vez que as amplitudes pluviométricas, mensais e anuais, registradas para o Distrito Federal são pequenas, ou seja, atuam de forma praticamente uniforme sobre o território; além do processo de erosão ser mais sensível às variações dos fatores relacionados ao meio físico e menos às variações climáticas.

ZEE-DF, Subproduto 3.5, p. 27.

A partir do mapa de solos elaborado pela EMBRAPA, (1978), na escala 1:100.000 os tipos de solos foram classificados por suas características de erodibilidade parametrizadas por Chaves (2006).

A erodibilidade das principais classes de solos foi calculada por Chaves (2006), a partir dos dados de parcelas de enxurrada de solos brasileiros e de dados de perfis pedológicos registrados no Distrito Federal, por meio da seguinte equação:

$$K = 0,00043 (AF + SIL) / CO + 0,000437 AR + 0,000863 SIL (R^2=0,90) [1]$$

Onde:

K = erodibilidade do solo ($t h MJ^{-1} mm^{-1}$);

AF = % de areia fina do horizonte A do solo;

SIL = % de silte do horizonte A do solo;

CO = % de carbono orgânico do horizonte A do solo;

AR = % de areia total do horizonte A do solo;

Aplicando-se a equação [1] aos principais solos do DF, foram obtidos valores de erodibilidade que variaram de $0,0013 t h MJ^{-1}mm^{-1}$ a $0,0060 t h MJ^{-1}mm^{-1}$, de acordo com a classe de solo.

A correspondência entre a erodibilidade K do solo e os níveis e valores de sensibilidade à erosão utilizada está abaixo:



Zoneamento Ecológico-Econômico do Distrito Federal

MATRIZ ECOLÓGICA

www.zee.df.gov.br

Tabela 7 – Classificação dos níveis de “Sensibilidade do Solo” em função de sua Erodibilidade.

Classe de Solo	Erodibilidade K (t h MJ ⁻¹ mm ⁻¹)	Nível de Sensibilidade	Valor
Latossolos	< 0,0015	Muito Baixa	1
Argissolos e Espodossolos	0,0015-0,0025	Baixa	2
Neossolosquartzarênicos, Nitossolos, Gleissolos	0,0025-0,0035	Média	3
Neossolosflúvicos, Plintossolos	0,0035-0,0045	Alta	4
Cambissolos	> 0,0045	Muito Alta	5

Fonte: ZEE-DF, etapa 1 – Subproduto 3.5

Em seguida foi utilizada a tolerância à perda de solo T:

A tolerância à perda de solo T, considerada a segunda variável explicativa da sensibilidade dos solos à erosão, é dada em milímetros por ano.

Para o Distrito Federal, a tolerância T foi obtida por meio do estudo de Lombardi Neto & Bertoni (1975), a partir das características de profundidade efetiva do solo (solum) e da relação textural entre os horizontes A e B.

ZEE-DF, etapa 1, Subproduto 3.5, p. 29.

Tabela 8 – Nível de sensibilidade (risco ecológico de perda de solo por erosão) das classes de solo no Distrito Federal

Classe de Solo	Tolerância T (mm ano ⁻¹)	Nível de Sensibilidade	Valor
Latossolos e Nitossolos	> 1,05	Muito Baixa	1
Espodossolos e Neossolosflúvicos	1,00-1,05	Baixa	2
Plintossolos e Gleissolos	0,90-1,00	Média	3
Cambissolos e Argissolos	0,80-0,90	Alta	4
Neossolosquartzarênicos	< 0,80	Muito Alta	5

Fonte: ZEE-DF, etapa 1, Subproduto 3.5



Zoneamento Ecológico-Econômico do Distrito Federal

MATRIZ ECOLÓGICA

www.zee.df.gov.br

Observe-se que Lombardi & Bertoni estabeleceram em 1991 a equação para cálculo do fator de erosividade da chuva, para uma região de clima semelhante ao DF (clima *Aw*, de Köppen). Por este motivo, foi possível utilizá-la com alguma adaptação, para as condições do DF (Chaves, 1995).

Desta maneira, a fórmula utilizada foi:

$$S_s = K + T + D/3$$

Onde:

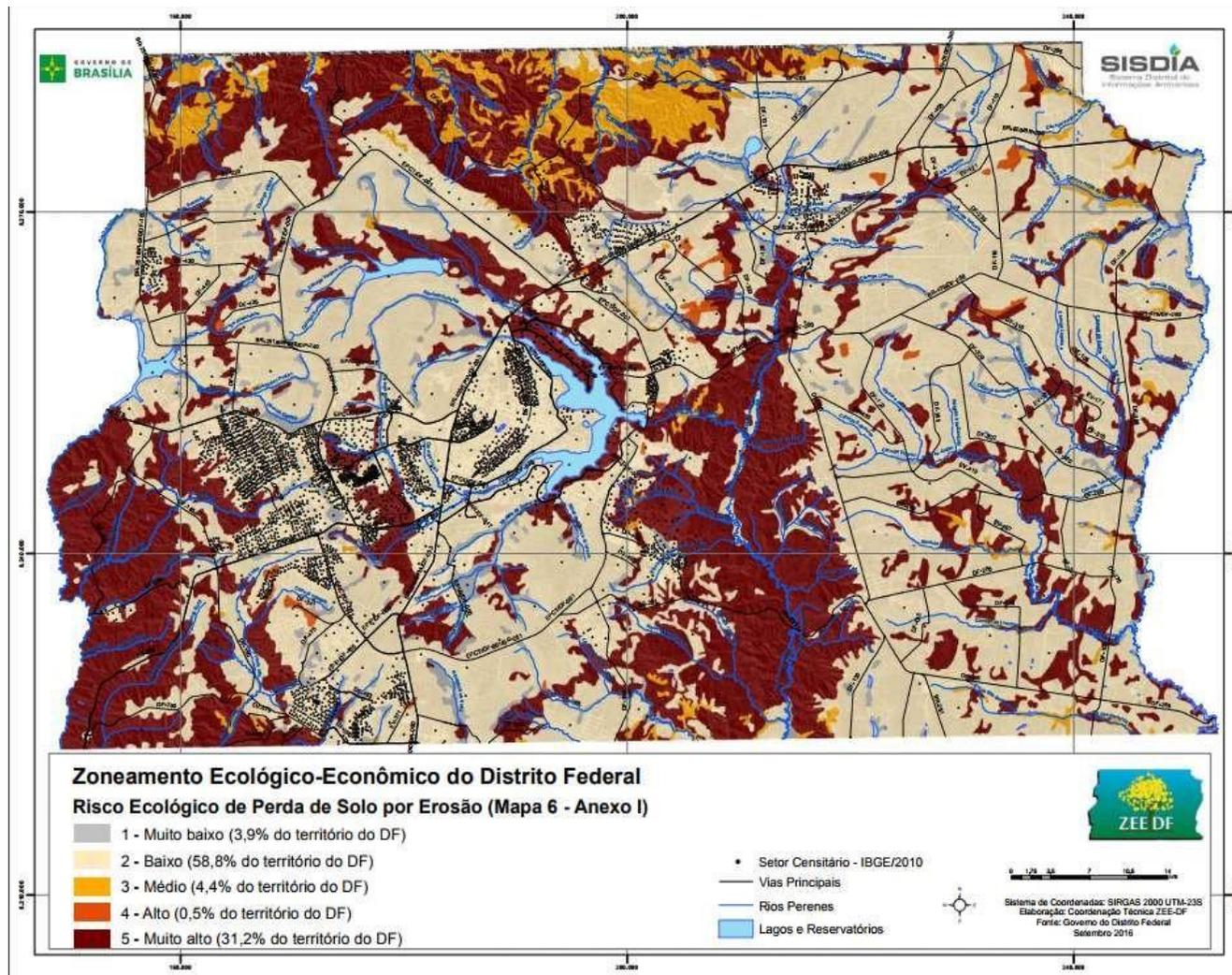
S_s = Sensibilidade dos solos à erosão;

K = Erodibilidade do solo;

T = Tolerância do solo à erosão;

D = Declividade da vertente.

Como resultado dos trabalhos, foi gerado o Mapa de Sensibilidade à Erosão, posteriormente reinterpretado como Mapa de Risco de Solo à Erosão.



Fonte: ZEE-DF (2015)

Observação – Os pontos pretos constituem os Setores Censitários do IBGE espacializados no território, ou seja, aonde reside a população no DF.

Figura 14 – Mapa de Risco de Perda de Solos por Erosão.

Observe-se que a grande maioria da área total do DF apresenta risco baixo e muito baixo (62,7%) de perda de solos por erosão. Estas áreas correspondem às áreas mais planas, conforme explicado acima, quais sejam, a bacia hidrográfica do Rio Paranoá, a Bacia Hidrográfica do Rio Preto e a interligação destas bacias por meio da Bacia Hidrográfica do Rio São Bartolomeu em sua porção norte, no trecho entre Sobradinho e Planaltina.

Cerca de um terço da área total do DF apresenta risco muito alto de perda de solo por erosão. Estas áreas estão localizadas na porção norte do DF (na Bacia Hidrográfica do Rio Maranhão), sudoeste (no trecho sul da Bacia Hidrográfica do Rio Descoberto) e no vale do Rio São Bartolomeu, pertencente à Bacia Hidrográfica do rio de mesmo nome.

Ressalte-se que, não por acaso, as áreas de baixo risco de erosão são justamente as áreas são aquelas aonde estão localizadas as atividades antrópicas mais expressivas no DF, sejam ambientes urbanos, seja atividade agropecuária. Não obstante a importância da atividade humana, ressalte-se que as áreas mais planas são também aquelas onde a água precipitada apresenta maior condição de infiltração, em primeiro lugar porque não escorre em superfície (associada ao relevo).

4.2.2. Risco Natural de Contaminação do Subsolo

4.2.2.1. As águas subterrâneas

Água subterrânea é toda a água que ocorre abaixo da superfície da Terra, preenchendo os poros ou vazios intergranulares das rochas sedimentares, ou as fraturas, falhas e fissuras das rochas compactas, e que sendo submetida a duas forças (de adesão e de gravidade) desempenha um papel essencial na manutenção da umidade do solo, do fluxo dos rios, lagoas e brejos. As águas subterrâneas cumprem uma fase do ciclo hidrológico, uma vez que constituem uma parcela da água precipitada.

ABAS, 2015 (grifo nosso).

As águas subterrâneas constituem uma porção significativa do sistema hídrico do mundo. Cerca de 60 a 80% do total de água disponível na Terra é constituído de água subterrânea. Este recurso hídrico subterrâneo representa uma reserva estratégica para as civilizações humanas.

Após a precipitação, parte das águas que atinge o solo se infiltra e percola no interior do subsolo, durante períodos de tempo extremamente variáveis, decorrentes de muitos fatores:

- ✓ **porosidade do subsolo:** a presença de argila no solo diminui sua permeabilidade, não permitindo uma grande infiltração;



Zonamento Ecológico-Econômico do Distrito Federal

MATRIZ ECOLÓGICA

www.zee.df.gov.br

- ✓ **cobertura vegetal:** um solo coberto por vegetação é mais permeável do que um solo desmatado;
- ✓ **inclinação do terreno:** em declividades acentuadas a água corre mais rapidamente, diminuindo a possibilidade de infiltração;
- ✓ **tipo de chuva:** chuvas intensas saturam rapidamente o solo, ao passo que chuvas finas e demoradas têm mais tempo para se infiltrarem.

Durante a infiltração, uma parcela da água sob a ação da força de adesão ou de capilaridade fica retida nas regiões mais próximas da superfície do solo, constituindo a zona não saturada. Outra parcela, sob a ação da gravidade, atinge as zonas mais profundas do subsolo, constituindo a zona saturada.

ABAS, 2015 (grifo nosso).



Fonte: Boscardin Borghetti *et al.*, 2004, disponível em www.abas.org/educacao.php

Figura 15 – Caracterização Esquemática das Zonas não saturada e saturada no subsolo

A zona não saturada (zona de aeração ou zona vadosa) é a porção do solo parcialmente preenchida por água, onde ocorre a transpiração pelas raízes das plantas bem como a filtração ou autodepuração da água. Divide-se em zona de umidade do solo, zona intermediária e franja de capilaridade.

A zona saturada corresponde à região abaixo da zona não saturada, cuja água chega pelos poros ou fraturas, através da ação da gravidade, até uma profundidade limite onde todos os poros ou fraturas



Zonamento Ecológico-Econômico do Distrito Federal

MATRIZ ECOLÓGICA

www.zee.df.gov.br

já estão preenchidos por água. A água desta zona move-se em velocidades muito lentas (cm/dia), formando o “*manancial subterrâneo*”. O topo desta zona corresponde ao nível freático.

*Uma parcela dessa água (da zona saturada) irá **desaguar na superfície dos terrenos, formando as fontes, olhos de água**. A outra parcela desse fluxo subterrâneo **forma o caudal basal que deságua nos rios, perenizando-os durante os períodos de estiagem**, ou **desagua diretamente nos lagos e oceanos**.*

ABAS, 2015 (grifo nosso).

As águas subterrâneas apresentam características muito importantes que possibilitam sua classificação como estratégicas (Lousada e Campos, 2005):

- ✓ são menos suscetíveis à contaminação;
- ✓ a água produzida é de boa qualidade, na maioria dos casos;
- ✓ é uma água capaz de se manter sustentável em períodos de estiagem;
- ✓ apresentam baixo custo para captação.

Não à toa, a legislação brasileira tem como estratégia a exploração das águas superficiais antes daquelas subterrâneas.

4.2.2.2. Qualidade e Uso das Águas Subterrâneas

A água da chuva chega ao aquífero filtrada e purificada pelo solo através da percolação. Durante o seu percurso, a água percola entre os poros do subsolo e das rochas e passa por um conjunto de processos físicos (tais como remoção de sólidos em suspensão), químicos (tais como trocas iônicas, decaimento radioativo, neutralização de pH em meio poroso), e de remoção de microorganismos e a torna adequada ao consumo humano (Silvério da Silva, 2003).

A exploração do recurso subterrâneo requer o aprofundamento do conhecimento existente sobre a geologia, os solos, a geomorfologia, o clima, a hidrogeologia, considerando as características químicas e hidrogeológicas dos meios aquíferos, o que raramente acontece nos municípios brasileiros. Ademais, sua utilização depende de fatores quantitativos, qualitativos e econômicos (Leal, 1999).



Zoneamento Ecológico-Econômico do Distrito Federal

MATRIZ ECOLÓGICA

www.zee.df.gov.br

Os aquíferos têm diferentes taxas de recarga, de modo que a quantidade está relacionada à condutividade hidráulica e ao coeficiente de armazenamento de terreno. A composição das rochas, as condições climáticas e de renovação das águas determinam a sua qualidade. A profundidade do aquífero e as condições para o bombeamento constituem fatores econômicos.

Conhecer a disponibilidade dos sistemas aquíferos e a qualidade de suas águas subterrâneas é primordial ao estabelecimento de política de gestão das águas subterrâneas (Leal, 1999). A garantia da preservação e uso potencial dessas águas pelas gerações futuras requer: (i) a compatibilização do uso dessa alternativa estratégica de abastecimento com as leis naturais que as governam em termos de ocorrência e reposição, e (ii) a proteção das áreas de recarga de possíveis contaminações (Silvério da Silva, 2003).

4.2.2.3. O que são Aquíferos

Os aquíferos são o material geológico capaz de servir de repositório de águas e de transmitir a água armazenada. É uma formação geológica do subsolo constituída por rochas permeáveis que armazena água em seus poros ou fraturas.

Um aquífero representa uma reserva permanente de água e constitui uma reserva ativa ou reguladora que é continuamente abastecida pela infiltração da chuva, além de fontes subterrâneas. **As reservas reguladoras ou ativas correspondem ao escoamento de base dos rios. Além de suprir água suficiente para manter os cursos de águas superficiais estáveis (função de produção), os aquíferos também ajudam a evitar seu transbordamento, absorvendo o excesso da água da chuva intensa (função de regularização).**

A dimensão dos aquíferos varia bem como sua espessura. É a litologia do aquífero, ou seja, sua constituição geológica (porosidade/ permeabilidade intergranular ou de fissuras) que determina a velocidade da água em seu meio, a quantidade da água e a sua qualidade como reservatório.

Existem três tipos de aquíferos. O aquífero poroso ou sedimentar, cuja circulação da água ocorre pelos poros formados pelos grãos de areia, silte e argila de diferentes granulações. Apresenta geralmente porosidade homogênea, permitindo o fluxo de água em diferentes direções. O aquífero



Zoneamento Ecológico-Econômico do Distrito Federal

MATRIZ ECOLÓGICA

www.zee.df.gov.br

fraturado ou fissural apresenta circulação de água pelas fraturas, fendas e falhas abertas com movimentos tectônicos. A capacidade de armazenamento de água depende da quantidade de fraturas, aberturas e intercomunicação. O aquífero cárstico apresenta circulação de água nas fraturas e descontinuidades que ocorrem com a dissolução do carbonato das rochas pela água. São heterogêneos e descontínuos e podem criar verdadeiros rios subterrâneos de grandes dimensões.

Os aquíferos também são classificados quanto à superfície superior em aquíferos livres ou freáticos, aquíferos confinados ou artesianos e aquíferos semi-confinantes. Os aquíferos freáticos são aqueles que afloram e por isto são mais suscetíveis à contaminação. Ademais, o nível de água varia em função da quantidade de chuvas. Os aquíferos confinados são aqueles entre duas camadas impermeáveis ou semipermeáveis. Têm pressão da água mais alta que a pressão atmosférica no topo da zona saturada de sorte que a água ascende no poço para acima da zona aquífera. Os aquíferos semi-confinantes apresentam limitação em sua base, no topo ou em ambos com camadas menos permeáveis que o aquífero em si. Neste caso o fluxo preferencial da água acontece ao longo da camada aquífera.

No DF, o regramento definido na Resolução nº 02/2012 – CRH/DF que institui o Plano de Gerenciamento Integrado de Recursos Hídricos – PGIRH, apresenta diagnóstico das águas subterrâneas e faz uma proposição de enquadramento das águas subterrâneas para discussão no Conselho de Recursos Hídricos. A retomada destes estudos e a definição das metas de qualidade esperada para os recursos subterrâneos é fundamental para que se faça a gestão integrada dos estoques de água superficiais e subterrâneos.

a) As funções dos aquíferos

Os aquíferos desempenham importantes funções (Wrege, 1997). São funções ambientais: de produção, manutenção, regularização, filtro, transporte, armazenamento, energética e estratégica.

- ✓ *Função de Produção* – suprem água em quantidade suficiente para manter os cursos de água superficiais estáveis. É fundamental para os usos antrópicos.
- ✓ *Função Mantenedora* – mantem o fluxo de base dos rios.



Zonamento Ecológico-Econômico do Distrito Federal

MATRIZ ECOLÓGICA

www.zee.df.gov.br

- ✓ *Função de Regularização* – evitam o transbordamento dos rios absorvendo o excesso da água da precipitação intensa, importantes em certas partes do mundo como na Ásia tropical durante as chuvas de monção;
- ✓ *Função de Filtro* – o maciço natural permeável apresenta capacidade filtrante e de depuração biogeoquímica. Os poços implantados a distâncias adequadas de rios perenes, lagoas ou reservatórios apresentam água naturalmente purificada e clarificada, reduzindo substancialmente os custos dos tratamentos convencionais.
- ✓ *Função Transporte* – transporta a água entre diferentes zonas de recarga e áreas de extração excessiva.
- ✓ *Função de Armazenamento* – armazenam água doce excedente que acontecem durante fortes precipitações, com pouca perda de evaporação, importantes em regiões muito quentes, como na África;
- ✓ *Função Energética* – nos casos de águas subterrâneas aquecidas pelo gradiente geotermal como fonte de energia elétrica ou termal.
- ✓ *Função Estratégica* – representa uma reserva estratégica para épocas de pouca ou nenhuma chuva. Destaque-se as possibilidades advindas do gerenciamento integrado das águas superficiais e subterrâneas de áreas metropolitanas, inclusive mediante práticas de recarga artificial com excedentes da capacidade das estações de tratamento, os quais ocorrem durante os períodos de menor consumo, com infiltração de águas pluviais e inclusive de esgotos tratados. Todos estes correspondem a grandes volumes hídricos.

Wrege, 1997.

4.2.2.4. A contaminação de Aquíferos

O risco de contaminação de um aquífero diz respeito ao seu grau de proteção natural a ameaças potenciais de contaminação (Foster & Hirata, 1988). Este risco é próprio de cada aquífero e depende de dois fatores principais: a profundidade das águas subterrâneas e do tipo de aquífero no tocante ao confinamento e litologia. As características litológicas e hidrogeológicas da zona vadosa e de fatores geoambientais são determinantes para o risco de contaminação, ou seja, os estratos que o separam da fonte poluidora e os gradientes hidráulicos que determinam os fluxos e o transporte dos contaminantes através dos estratos até dentro do aquífero (Calcagno, 2001). Estas fontes de poluição são, na maioria dos casos, superficiais.

A contaminação passa de potencial a efetiva com o uso e ocupação do solo de maneira inadequada em face dos riscos ecológicos próprios que o território apresenta. No caso do risco de contaminação, a questão central refere-se à capacidade do solo em degradar ou ao menos filtrar /



Zoneamento Ecológico-Econômico do Distrito Federal

MATRIZ ECOLÓGICA

www.zee.df.gov.br

reter substâncias tóxicas introduzidas no ambiente, especialmente aquela introduzida diretamente na zona de recarga dos aquíferos, tanto em ambientes urbanos quanto rurais, a exemplo de fossas negras e sépticas, estas últimas em quantidades inadequadas; fugas da rede de esgoto e de galerias de águas pluviais; infiltração de efluentes industriais; vazamentos de postos de gasolina; chorume e pluma de contaminação de aterros sanitários e lixões; depósitos de lixo próximos dos poços mal construídos ou abandonados; uso indevido e/ou excessivo de fertilizantes nitrogenados e especialmente a contaminação por produtos químicos.

4.2.2.5. O mapa de contaminação de Aquíferos

À época da construção dos mapas de risco ecológicos, estes foram elaborados com foco na “*sensibilidade ambiental*”, pois ainda não estava clara a necessidade de melhor e mais efetiva comunicação para uma imediata utilização pelos diversos setores da gestão pública. Posteriormente, adotou-se o conceito de risco e os mapas foram reinterpretados com este foco. A escala de trabalho foi definida em função dos dados existentes. Os materiais produzidos possuem escala com nível de detalhe que variam de 1:10.000 a 1:100.000, dependendo do mapa. Os planos de informação utilizados constam da tabela abaixo:

Tabela 9 – Planos de Informação utilizados para elaboração do Mapa de Risco de Contaminação

Plano de Informação / Escala	Autoria	Ano
Representação dos sistemas aquíferos do domínio poroso no Distrito Federal	GDF (ZEE-DF – Subproduto 3.1.)	2010

A documentação das análises “Sensibilidade dos Aquíferos à Contaminação”, da primeira fase do ZEE-DF, consta do Subproduto 3.1 Volume II como parte do Diagnóstico do Meio Físico. O material encontra-se integralmente no sítio eletrônico do ZEE-DF desde sua inauguração, em março de 2016 (www.zee.df.gov.br; *Histórico; Arquivos; Produtos (etapa1)*).

Este plano de informação também foi desenvolvido com base no Subtema 5 – Hidrogeologia, produzido na primeira etapa do ZEE (encontrado no endereço eletrônico *supracitado*).



Zoneamento Ecológico-Econômico do Distrito Federal

MATRIZ ECOLÓGICA

www.zee.df.gov.br

Na etapa 1 do ZEE-DF, os trabalhos evoluíram para avaliar a distribuição geográfica do risco natural ou intrínseco de contaminação, por diferentes fontes poluidoras, no território.

No caso da sensibilidade (risco) ambiental do recurso água subterrânea, os processos que mais contribuem para sua degradação estão relacionados à redução da quantidade da água armazenada e à modificação da sua qualidade.

A primeira envolve a questão da recarga e os níveis de produção hídrica dos aquíferos, já a segunda está relacionada ao risco de sua contaminação por diferentes fontes poluidoras, sejam elas pontuais ou difusas.

ZEE-DF, etapa 1, Subproduto 3.5 – p. 32-33 (grifo nosso).

O risco de contaminação de aquíferos foi produzido a partir da classificação dos tipos de aquíferos porosos que existem no DF, observando-se atentamente diferenças entre os riscos dado que os do tipo fraturados apresentam maior intensidade de riscos pois não apresentam resistência ou atenuantes quanto à contaminação. Ou seja, o tipo de aquífero considerado para a espacialização deste risco ecológico é referente ao sistema poroso, cuja classificação derivou do mapa de solos com a reclassificação dos atributos de condutividade hidráulica por meio da vazão média de cada solo. Quanto maior a vazão média de cada tipo de solo, maior o risco de contaminação e também de perda de recarga de aquífero.

O sistema de classificação se baseou na correlação do tipo de aquífero e as classes de solos correlatas, como se pode ver na tabela abaixo:



Zonamento Ecológico-Econômico do Distrito Federal

MATRIZ ECOLÓGICA

www.zee.df.gov.br

Tabela 10 – Sensibilidade (risco) natural dos aquíferos porosos à contaminação.

SENSIBILIDADE NATURAL À CONTAMINAÇÃO	
AQUÍFERO	CLASSE
Sistema P1	Latossolos - 4
	Neossolos Quartzarênico - 5
Sistema P2	3
Sistema P3	Plintossolos - 2
	Gleissolos - 5
Sistema P4	1

Fonte: ZEE-DF, etapa 1, Subproduto 3.1

A análise dos fatores intrínsecos associados às características dos solos possibilitou o estabelecimento de classificação dos riscos associados aos tipos de subsistemas:

O Sistema P1, por apresentar maior espessura, de ocorrer em áreas de menor declividade, apresentar nível freático a mais de 3 metros (na ampla maioria da área de ocorrência) e presença de argilominerais, além de óxidos e hidróxidos, é considerado de moderada sensibilidade (risco) à contaminação. Exceção ocorre quando esse sistema aquífero freático é desenvolvido sobre neossolos quartzarênicos. Nesse caso a sensibilidade (risco) à contaminação é considerada extrema, em função da ausência de argilominerais.

O Sistema P2 tem comportamento similar ao P1 quanto à sensibilidade (risco) natural a contaminação, sendo o peso atenuado pela maior quantidade de argila nos horizontes subsuperficiais. Essa característica se dá em função da presença de horizontes com gradiente textural que funcionam como excelentes filtros naturais para atenuação das cargas contaminantes.

O Sistema P3, representado pelos gleissolos, por apresentar restrita espessura da zona não saturada e em muitos casos por representar áreas de exutórios dos aquíferos, é considerado de extrema sensibilidade (risco) à contaminação. As demais classes de solos que compõem este sistema apresentam valores mais reduzidos de sensibilidade (risco) à contaminação.

O Sistema P4, por ocorrer em áreas de elevada declividade e em muitos casos apresentar superfície potenciométrica muito profunda (maior que 10 metros) e de ser confinado em inúmeros casos, é considerado como de muito baixa sensibilidade (risco) à contaminação.”



Zonamento Ecológico-Econômico do Distrito Federal

MATRIZ ECOLÓGICA

www.zee.df.gov.br

ZEE-DF, etapa 1, Subproduto 3.1 – Volume II, p. 110 (grifo nosso).

No caso do Distrito Federal, temos que a ocorrência dos subsistemas do sistema poroso segue a seguinte distribuição:

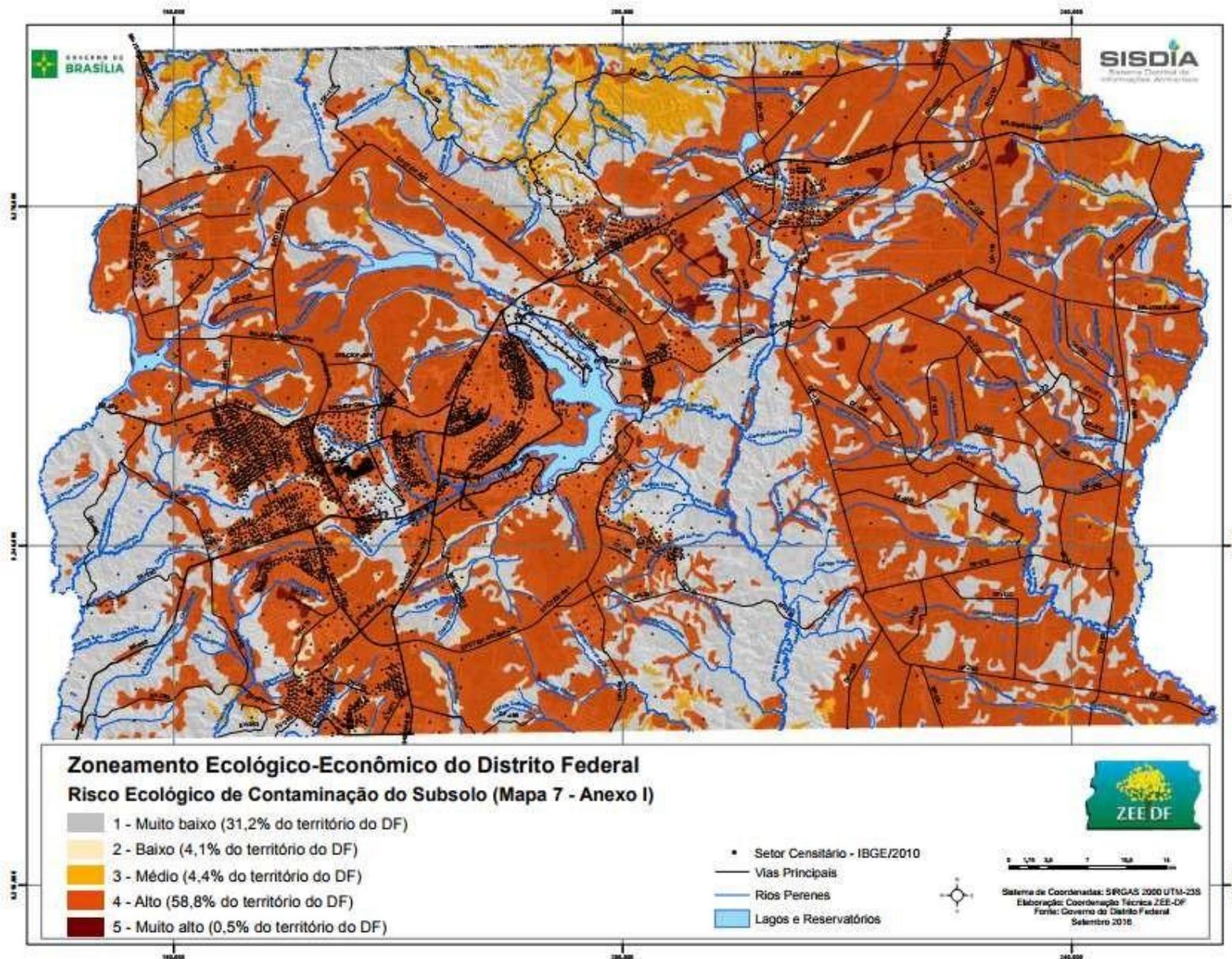
Tabela 11 – Ocorrência dos subsistemas de aquíferos com base no risco ecológico de contaminação

Subsistemas do Sistema Poroso	Escala de Risco Ecológico	Ocorrência	
		Hectares no DF	% no DF
P1	Alto	3.388,26	58,76
	Muito alto	29,20	0,51
P2	Médio	253,02	4,39
P3	Baixo	232,99	4,04
P4	Muito Baixo	1.805,89	31,32
		5.709,36	99,02

Observação – os mapas base utilizados para a construção das análises de risco não apresentam a mesma área definida oficialmente para o DF, principalmente devido aos descontos dados a áreas como lagos, rios entre outros.

Fonte: ZEE-DF (2015)

Como resultado dos trabalhos, foi gerado o Mapa de Sensibilidade à Contaminação, posteriormente reinterpretado como Mapa de Risco de Contaminação de Subsolo.



Fonte: ZEE-DF (2015)

Observação – Os pontos pretos constituem os Setores Censitários do IBGE espacializados no território, ou seja, aonde reside a população no DF

Figura 16 – Mapa de Risco de Contaminação de Aquíferos

Observe-se que a grande maioria da área total do DF apresenta risco alto de contaminação do subsolo (58,8%), com distribuição na Bacia Hidrográfica do Lago Paranoá, BH do Rio Preto e porção Norte da BH do São Bartolomeu onde estão localizadas as Regiões Administrativas de Sobradinho e Planaltina.

4.2.3. Risco de Perda de Áreas prioritárias para Recarga de Aquíferos

4.2.3.1. A recarga de Aquíferos no DF

Para desenvolver os meios para menores impactos à água na vida moderna, é fundamental compreender o seu ciclo. O sistema de águas superficiais, o sistema de águas subterrâneas e as águas no ar (nuvens e chuvas) estão interligados no chamado **ciclo hidrológico**. Os impactos negativos em um ou mais destes sistemas resulta em impacto negativo em todo o ciclo resultando, inclusive, na maioria das vezes, maior tempo para que a água volte a estar disponível ao ser humano.

A recarga de aquíferos trata da entrada da água através do solo para assegurar o reabastecimento das reservas de águas subterrâneas. Elas envolvem tanto a quantidade quanto a qualidade das águas do sistema de águas subterrâneas.

b) Impactos Ambientais sobre os Aquíferos

A contaminação dos aquíferos (vista no risco anterior), sua superexploração e a ocupação inadequada de suas áreas de recarga, representam as maiores ameaças para às sociedades humanas.

A **superexploração** de aquíferos é um risco cada vez mais atual. Diz respeito à extração de água subterrânea que ultrapassando os limites de produção das reservas reguladoras ou ativas do aquífero, inicia processo de rebaixamento do nível potenciométrico que pode provocar danos ambientais. Dentre estes, está a indução de água contaminada pelo deslocamento da pluma de poluição para outros locais do aquífero; subsidência do solo (rebaixamento do solo devido à perda do seu suporte, provocando compactação diferenciada do terreno e colapso das construções civis); e avanço da cunha salina (avanço da água do mar em subsuperfície com salinização do aquífero), como a intrusão salina em Boa Viagem no Recife, no Rio Grande e em Natal.

Já existem exemplos de esgotamento de aquíferos por sobreexploração. Aonde há exaustão da água subterrânea, os leitos de rios estão secos e em havendo pântanos, estão ressecados.

A **ocupação inadequada de suas áreas de recarga** representa um desafio muito expressivo nas regiões metropolitanas do país e do mundo (Cavalcante e Sabadia, 1992). Este é o caso do Distrito Federal. Por este motivo, a produção do mapa de risco de perda de áreas que apresentam a função



Zoneamento Ecológico-Econômico do Distrito Federal

MATRIZ ECOLÓGICA

www.zee.df.gov.br

ecossistêmica de produção hídrica através da recarga dos aquíferos é fundamental e constituiu-se em decisão na elaboração do ZEE-DF. De fato, sabe-se que as áreas prioritárias para o desenvolvimento dos ambientes urbanos no DF estão sobre áreas de recarga, mais planas. A delimitação destas áreas poderá trazer os elementos necessários e suficientes para que todo o governo, particularmente o planejamento urbano e os órgãos responsáveis pelos atos autorizativos possam conscientizar-se e desenvolver protocolos adequados à manutenção desta função ecossistêmica no território.

c) A Recarga de Aquíferos

A **zona de recarga** é a **área por onde ocorre o abastecimento do aquífero**. Esta pode ser direta ou indireta. O **escoamento de parte da água** do aquífero também ocorre na zona de descarga (ANA, 2001).

A zona de recarga direta é aquela onde:

(...) as águas da chuva se infiltram diretamente no aquífero, através de suas áreas de afloramento e fissuras de rochas sobrejacentes.

(...) a recarga é direta nos aquíferos livres, ocorrendo em toda a superfície acima do lençol freático. Nos aquíferos confinados, o reabastecimento ocorre preferencialmente nos locais onde a formação portadora de água aflora à superfície.

ABAS, 2015.

A zona de recarga indireta é aquela onde:

(...) o reabastecimento do aquífero dá-se a partir da drenagem (filtração vertical) superficial das águas e do fluxo subterrâneo indireto (...) nas áreas onde a carga potenciométrica favorece os fluxos descendentes.

ABAS, 2015.

As **maiores taxas de recarga ocorrem nas regiões planas, bem arborizadas, e nos aquíferos livres**. Nas regiões de relevo acidentado, e/ou sem cobertura vegetal, e/ou sujeitas a práticas de uso e ocupação que favorecem as enxurradas, a recarga ocorre de maneira limitada e mais lentamente (Rebouças *et al.*, 2002).

4.2.3.2. O mapa do ZEE-DF de Áreas Prioritárias para a Recarga de Aquíferos



Zoneamento Ecológico-Econômico do Distrito Federal

MATRIZ ECOLÓGICA

www.zee.df.gov.br

À época da construção dos mapas de riscos ecológicos, estes foram elaborados com foco na “*sensibilidade ambiental*” pois ainda não estava clara a necessidade de melhor e mais efetiva comunicação para uma imediata utilização pelos diversos setores da gestão pública. Posteriormente, adotou-se o conceito de risco e os mapas foram reinterpretados com este foco. Neste caso especificamente, o mapa síntese gerado originalmente foi o de “Sensibilidade dos Aquíferos à Redução da Recarga e da Produção Hídrica”.

A escala de trabalho foi definida em função dos dados existentes. Os materiais produzidos possuem escala com níveis de detalhe que variam de 1:10.000 a 1:100.000, dependendo do mapa. Os planos de informação utilizados estão apresentados na tabela abaixo.

Tabela 12 – Planos de Informação utilizados para elaboração do Mapa de Risco de Perda de Recarga de Aquíferos

Plano de Informação / Escala	Autoria	Ano
Representação dos sistemas aquíferos do domínio poroso no Distrito Federal	GDF (ZEE-DF - Subproduto 3.1)	2010
Níveis de sensibilidade à recarga e à produção hídrica para o fator condutividade hidráulica no Distrito Federal	Adaptado de GDF (ZEE-DF - Subproduto 3.1)	2010
Representação da compartimentação geomorfológica no Distrito Federal	GDF (ZEE-DF - Subproduto 3.1)	2010
Níveis de sensibilidade à recarga e à produção hídrica para o fator geomorfologia no Distrito Federal	Adaptado de GDF (ZEE-DF - Subproduto 3.1)	2010
Representação dos sistemas aquíferos dos domínios fraturado e fissuro-cárstico no Distrito Federal	GDF (ZEE-DF - Subproduto 3.1)	2010
Nível de sensibilidade à recarga e à produção hídrica para o fator domínio fraturado no Distrito Federal	Adaptado de GDF (ZEE-DF - Subproduto 3.1)	2010

Os pressupostos utilizados nos estudos para a construção do mapa de risco de perda de recarga de aquíferos no DF foram:

No caso da sensibilidade ambiental (risco) do recurso água subterrânea, os processos que mais contribuem para sua degradação estão relacionados à redução da quantidade da água armazenada e à modificação da sua qualidade.



Zoneamento Ecológico-Econômico do Distrito Federal

MATRIZ ECOLÓGICA

www.zee.df.gov.br

A primeira envolve a questão da recarga e os níveis de produção hídrica dos aquíferos, já a segunda está relacionada ao risco de sua contaminação por diferentes fontes poluidoras, sejam elas pontuais ou difusas.

Na presente análise optou-se por utilizar a sensibilidade (risco) dos aquíferos com relação à redução da recarga e da produção hídrica, propriedades que são afetadas em função das características de condutividade hidráulica do sistema aquífero poroso, das compartimentações geomorfológicas existentes no território e dos níveis de vazão registrados nos domínios fraturado e fissurocárstico.

ZEE-DF, Subproduto 3.5 – páginas 32 e 33. (grifo nosso)

As variáveis explicativas que impactam na redução da recarga dos aquíferos, utilizadas neste estudo, são o domínio poroso (e sua relação com a redução da recarga, assim como a condutividade hidráulica), a compartimentação geomorfológica e a vazão registrada nos domínios fraturado e fissurocárstico.

4.2.3.2.1. Domínio Poroso

A importância dada, neste estudo, ao domínio poroso, deve-se ao fato de que:

O domínio poroso representa o sistema responsável por promover a recarga dos aquíferos, rasos e profundos, a partir da infiltração das águas da chuva; bem como garante a descarga de base, que alimenta as vazões dos rios durante todo o ano.

ZEE-DF, Subproduto 3.5. (grifo nosso)

O nível de sensibilidade ou risco ecológico de perda de recarga de aquífero dos subsistemas porosos foi classificado de acordo com tipos de solos predominantes no Distrito Federal e os valores de condutividade hidráulica intrinsecamente associados a estas estruturas.



Zonamento Ecológico-Econômico do Distrito Federal

MATRIZ ECOLÓGICA

www.zee.df.gov.br

Tabela 13 – Nível de Sensibilidade (risco ecológico de perda de recarga de aquífero) dos solos no DF em função da condutividade hidráulica

Sistemas	Tipos de Solo Predominante	Condutividade Hidráulica	Nível de Sensibilidade	Valor
P ₄	Cambissolos, Neossolos Litólicos e Neossolos Flúvicos	Muito Baixa	Muito Baixa	1
P ₃	Plintossolos, Gleissolos e Espodossolos	$< 10^{-6}$ m/s	Baixa	2
P ₂	Nitossolos, Chernossolos e Argissolos	$\cong 10^{-6}$ m/s	Média	3
P ₁	Latossolos Vermelho e Vermelho Amarelo	$> 10^{-6}$ m/s	Alta	4
	Neossolos quartzarênicos	$> 10^{-6}$ m/s	Muito Alta	5

Fonte: ZEE-DF, etapa 1

A predominância de solos de tipo latossolos no DF deverá levar a um percentual alto de áreas de maior risco de recarga, ou seja, de áreas preferenciais e prioritárias no provimento do serviço ecossistêmico de recarga e produção hídrica no DF.

4.2.3.2.2. Compartimentação geomorfológica (B):

A segunda variável explicativa da sensibilidade (risco) à redução da recarga e da produção hídrica foi a compartimentação geomorfológica existente no território, tendo em vista que a morfologia da paisagem representa um importante fator controlador das áreas de recarga dos aquíferos, que ocorre em função do fluxo vertical e lateral das águas de infiltração, a partir da precipitação pluviométrica.

ZEE-DF, etapa 1, Subproduto 3.5 – página 35. (grifo nosso)

A análise de relevo, em função dos compartimentos geomorfológicos possibilita a identificação das áreas mais propícias à recarga de aquíferos. Ou seja, a estrutura do subsolo possibilita também, a identificação das áreas prioritárias para assegurar a entrega de serviço ecossistêmico essencial à sobrevivência humana.

Neste sentido as áreas ocupadas por planos elevados (chapadas), rebordos e planos intermediários representam os melhores sítios para a efetivação da recarga dos aquíferos; já as áreas ocupadas por rampas íngremes (escarpas) e vales dissecados, onde predominam solos rasos e menos permeáveis (cambissolos), são as localidades menos efetivas em termos da contribuição para a recarga dos aquíferos.



Zoneamento Ecológico-Econômico do Distrito Federal

MATRIZ ECOLÓGICA

www.zee.df.gov.br

ZEE-DF, etapa 1, Subproduto 3.5 – página 35 (grifo nosso).

Tabela 14 – Nível de sensibilidade (risco ecológico de perda de recarga) associado ao tipo de compartimento geomorfológico no Distrito Federal

Compartimentações Geomorfológicas	Nível de Sensibilidade	Valor
Rampas Íngremes	Muito Baixa	1
Vales Dissecados	Baixa	2
Planos Intermediários	Média	3
Rebordos	Alta	4
Planos Elevados	Muito Alta	5

4.2.3.2.3. Vazões do Domínio Fraturado e Fissuro-Cárstico (C):

O Distrito Federal apresenta um sistema público distrital de provimento de água potável com alto grau de interligação, baseado em águas superficiais, se comparado aos municípios brasileiros. O alto grau de interligação do sistema representa objetivamente um ativo importante para a resiliência do território uma vez que a redução de vazão em um manancial pode ser compensada pelo aporte de outro, sem que a população local sofra racionamento de água. Esta é uma condição importante em uma estratégia de adaptação às mudanças climáticas. Em que pese esta condição, algumas populações no DF dependem da captação de água subterrânea. Planaltina e São Sebastião são exemplos de Regiões Administrativas cujas populações dependem de água subterrânea.

A água subterrânea, ou água de poço, é aquela extraída dos subistemas que compõem os aquíferos dos domínios fraturado e fissuro-cárstico. A vazão é um dos elementos cruciais na estratégia de provimento de água potável para as populações e significa objetivamente retirar do sistema natural a água necessária às populações. A sobreexploração (ou super exploração) destes aquíferos pode resultar em impactos negativos maiores do que simplesmente impactos locais. Dependendo da localização e do tipo de subsistemas fraturado e fissuro-cárstico, o impacto negativo pode ser de maior amplitude.

Assim sendo,



Zonamento Ecológico-Econômico do Distrito Federal

MATRIZ ECOLÓGICA

www.zee.df.gov.br

A terceira variável utilizada na análise de sensibilidade (risco) dos aquíferos com relação à redução da recarga e da produção hídrica está relacionada às características de vazão registradas para os sistemas e subsistemas que compõem os aquíferos do domínio fraturado e fissuro-cárstico. Estes aquíferos são responsáveis por parte do abastecimento hídrico da população do Distrito Federal.

ZEE-DF, etapa 1, Subproduto 3.5 – página 37 (grifo nosso).

Para o tratamento desta variável, na primeira fase do ZEE-DF, assumiu-se que as áreas correspondentes aos sistemas mais produtivos apresentam maior sensibilidade (ou risco) em termos de redução da recarga, uma vez que interferências negativas resultam efetivamente em perda de produção hídrica, colocando os ambientes que dela dependem, em situação de estresse hídrico.

Para a análise de sensibilidade (risco) considerou-se que os sistemas mais produtivos representam um maior nível de sensibilidade com relação à redução da recarga e da produção hídrica, por sua vez os sistemas menos produtivos, em função das baixas vazões registradas, apresentam os menores níveis de sensibilidade.

ZEE-DF, etapa 1, Subproduto 3.5 – página 37.

Tabela 15 – Nível de Sensibilidade (risco de perda de recarga de aquíferos) dos subsistemas dos domínios fraturados e fissuro-cársticos do DF em função da vazão

Sistema	Subsistema	Vazão Média (m ³ /hora)	Nível de Sensibilidade	Valor
Paranoá	S/A	12,5	Muito Alta	5
	A	4,5	Muito Baixa	1
	R3/Q3	12,0	Muito Alta	5
	R4	6,5	Média	3
Canastra	F	7,5	Média	3
Bambuí Topo	---	6,0	Média	3
Araxá	---	3,5	Muito Baixa	1
Paranoá	PPC	9,0	Alta	4
Bambuí Base	---	9,0	Alta	4
Canastra	F/Q/M	33,0	Muito Alta	5



Zonamento Ecológico-Econômico do Distrito Federal

MATRIZ ECOLÓGICA

www.zee.df.gov.br

A composição final do mapa de risco de perda de recarga de aquíferos foi constituída pela seguinte equação:

$$S_a = \frac{2C + G + V}{4}$$

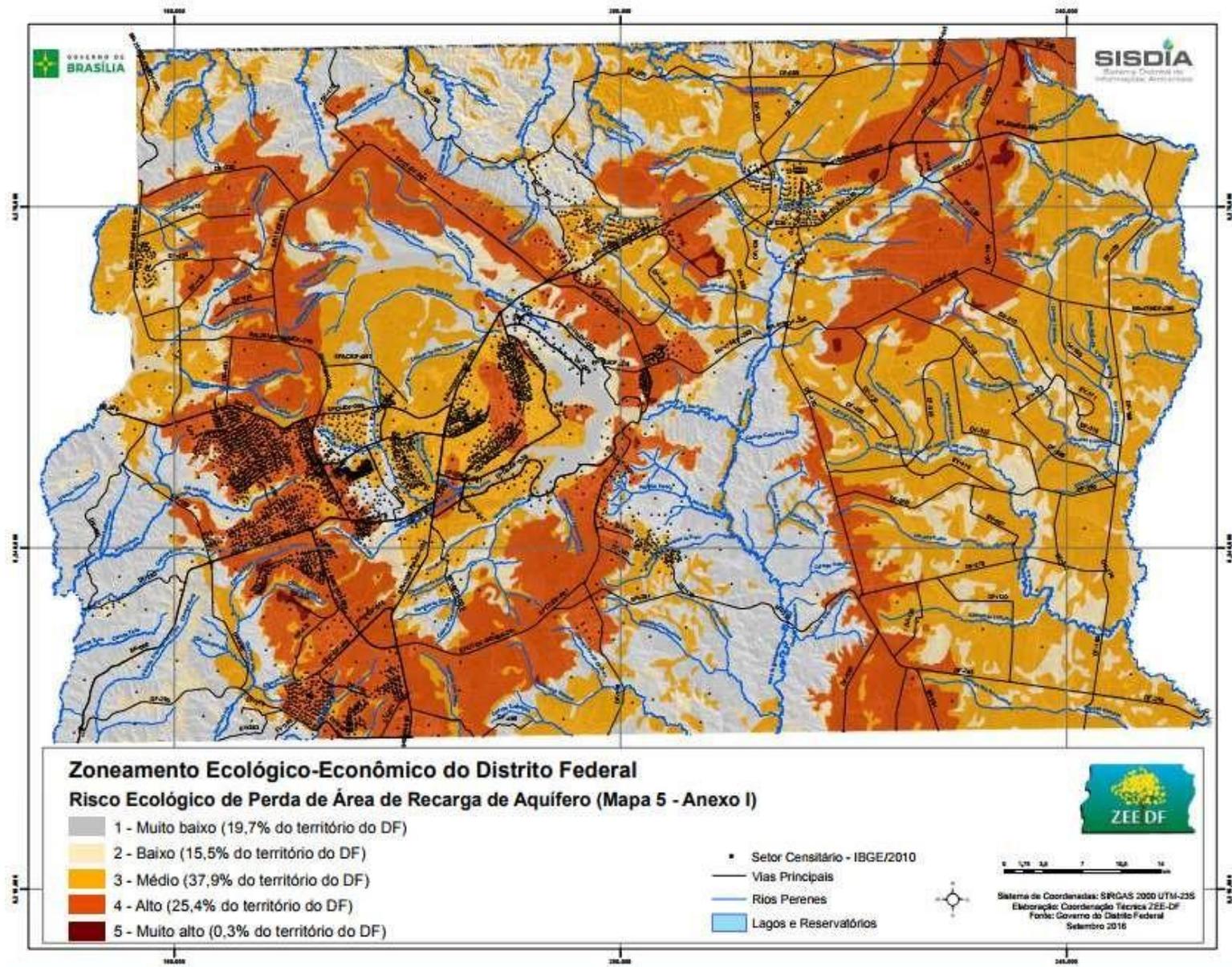
S_a = Sensibilidade dos aquíferos a redução da recarga e da produção hídrica;

C = Condutividade hidráulica do sistema poroso;

G = Compartimentação geomorfológica;

V = Vazão média registrada pelos sistemas fraturados e fissuro-cársticos.

Como resultado dos trabalhos, foi gerado o Mapa de Sensibilidade à Perda de Recarga, posteriormente reinterpretado como Mapa de Risco de Perda de Recarga.



Fonte: ZEE-DF (2015)

Observação – os pontos pretos constituem os Setores Censitários do IBGE espacializados no território, ou seja, aonde reside a população no DF

Figura 17 – Mapa de Risco de Perda de Recarga

Cerca de 36% do DF apresenta risco muito baixo e baixo de perda de recarga de aquíferos, cerca de 38% do território apresenta risco médio de perda de recarga de aquíferos e cerca de 26% apresenta risco alto e muito alto de perda de recarga.

Observe-se a heterogeneidade na distribuição espacial das intensidades de risco. As áreas com alto (26%) e médio (38%) risco de perda de recarga encontram-se nos domos estruturais do Paranoá e do Pipiripau, justamente aonde avançam as ocupações desordenadas e os parcelamentos de terra irregulares. Há de se destacar a importância dessas áreas como mantenedoras das drenagens e dos ecossistemas.

O risco alto está configurado em um anel prioritário de recarga na divisa da bacia hidrográfica do Rio Paranoá, área entre Sobradinho e Planaltina, área da sub bacia do Pipiripau e a porção sudeste do vale do São Bartolomeu. Ao todo, as áreas de risco alto correspondem a cerca de um quarto do total do DF (25,4%). As áreas de risco muito alto correspondem apenas a 0,3% do total do DF.

4.2.4. Risco de Perda de Vegetação Remanescente Nativa de Cerrado

4.2.4.1. O Cerrado

a) O Bioma Cerrado

O Cerrado brasileiro é o segundo maior bioma brasileiro em extensão e ocupa uma área de 2.036.448 km², o que representa 22% do território nacional, compreendendo 12 (doze) Unidades da Federação – Goiás, Tocantins, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, Bahia, Maranhão, Piauí, Rondônia, Paraná, São Paulo e o Distrito Federal.

O Cerrado apresenta grande variedade de formações vegetais, com 11 (onze) fitofisionomias agrupadas em 3 (três) grandes fitofisionomias – florestal, savânica e campestre (Ribeiro e Walter, 2008). O Cerrado é reconhecido como a “*savana mais rica do mundo*”, em virtude da diversidade de *habitats* e diferentes fitofisionomias, ou seja, um *hotspot* mundial da biodiversidade com uma grande abundância de espécies endêmicas (Myers *et al.*, 2000).

O Cerrado também tem grande importância social, posto que abriga diversas populações tradicionais (etnias indígenas, , geraizeiros, ribeirinhos, babaqueiros, vazanteiros e comunidades quilombolas) que integram o seu patrimônio cultural e histórico. Ademais:

Apesar do reconhecimento de sua importância biológica, de todos os hotspots mundiais, o Cerrado é o que possui a menor porcentagem de áreas sobre proteção integral. O Bioma apresenta 8,21% de seu território legalmente protegido por unidades de conservação; desse total, 2,85% são unidades de conservação de proteção integral e 5,36% de unidades de conservação de uso sustentável, incluindo RPPNs (0,07%).

MMA (2017).



Zonamento Ecológico-Econômico do Distrito Federal

MATRIZ ECOLÓGICA

www.zee.df.gov.br

b) O Cerrado e o Ciclo da Água

Este bioma desempenha também papel estratégico na regulação do ciclo das águas, envolvendo as águas de 8 (oito) das 12 (doze) regiões hidrográficas brasileiras (Lima, 2011):

Neste espaço territorial, encontram-se as nascentes das três maiores bacias hidrográficas da América do Sul (Amazônica/Tocantins, São Francisco e Prata), o que resulta em um elevado potencial aquífero e favorece a sua biodiversidade.

MMA (2017).

Por ocupar as partes mais altas das bacias hidrográficas que compõem essas regiões, impactos sobre as águas do Cerrado podem ser propagadas por grandes porções do território brasileiro em águas superficiais e subterrâneas.

GDF – Programa Recupera Cerrado (2017).

O Cerrado também tem papel na sustentação do microclima e como sumidouro de carbono (Lopes e Miola, 2010).

Infelizmente o Cerrado sofre uma excepcional perda de *habitat*, principalmente devido à **conversão de uso do solo**, notadamente pela expansão agropecuária (monoculturas de larga escala e pecuária extensiva), crescimento urbano desordenado e incêndios florestais (MMA, 2016).

O Distrito Federal foi uma das primeiras unidades da Federação a editar uma lei de política ambiental e a utilizar os estudos e relatórios de impacto ambiental como instrumento de licenciamento.

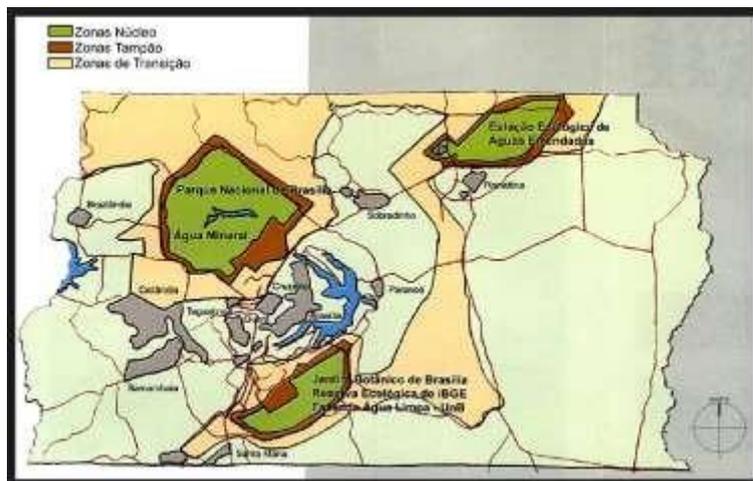
O DF, ao se localizar nas porções mais altas do Planalto Central, apresenta todo seu território na área nuclear do Bioma Cerrado e integra a rede mundial de Reservas da Biosfera, estabelecida pela UNESCO. De fato, apresenta 3 (três) áreas núcleo da Reserva da Biosfera, as quais correspondem aos principais maciços de Cerrado nativo existentes no território.



Zonamento Ecológico-Econômico do Distrito Federal

MATRIZ ECOLÓGICA

www.zee.df.gov.br



Fonte: http://www.rbma.org.br/mab/unesco_03_rb_cerrado.asp

Figura 18 – As três Áreas Núcleo da Reserva da Biosfera no Distrito Federal

c) Os impactos negativos ao Cerrado pela Conversão de Uso do Solo

O território tem sido objeto de uma variedade de estudos ambientais. Desde 2002 cresce agressivamente o comprometimento da conectividade entre estas três áreas nucleares no DF, devido à pressão antrópica pela conversão de uso do solo e fogo.

A agressiva dinâmica de crescimento e adensamento da malha urbana, associada ao crescimento da ocupação agrícola baseada em monocultura resultam em intensa pressão sobre as áreas naturais e sua consequente fragmentação (Schenkel *et al.*, 2002). A conversão de áreas por pressão antrópica, inclusive aquelas áreas próximas a cursos d'água tem pressionado inclusive os mananciais que abastecem as cidades do DF, particularmente o Lago Descoberto e o Lago Paranoá.

Ademais da conversão de uso, os impactos resultantes do fogo de origem antrópica são muito graves, devido à intensidade e frequência com que ocorrem. O DF apresentou, em 2016:

(...) uma área queimada de 17.390 hectares em 2016, sendo 6 mil hectares somente no mês de julho, com 1.682 ocorrências. Em 2016, 48 parques e unidades de conservação foram atingidos por incêndios florestais.

Dados do Grupamento de Bombeiro e Proteção Ambiental do DF (GPRAM). GDF, 2017. p.14.

Em síntese, é sabido que o Cerrado exerce papel regulador do ciclo hidrológico, sustentação do microclima e como sumidouro de carbono (Lopes e Miola, 2010). No contexto de instalação e



Zonamento Ecológico-Econômico do Distrito Federal

MATRIZ ECOLÓGICA

www.zee.df.gov.br

agravamento da crise hídrica no Distrito Federal, é fundamental considerar o papel que o Cerrado nativo desempenha neste processo, em busca de resiliência no território. As políticas públicas de proteção e recuperação do bioma são fundamentais para a manutenção do ciclo hidrológico e dos serviços ecossistêmicos e ambientais associados, como a produção de água para o abastecimento público das cidades – ou seja, a segurança hídrica e a segurança alimentar-nutricional na Capital Federal, nas próximas décadas.

4.2.4.2. O mapa do ZEE-DF de Perda de Vegetação Remanescente Nativa de Cerrado

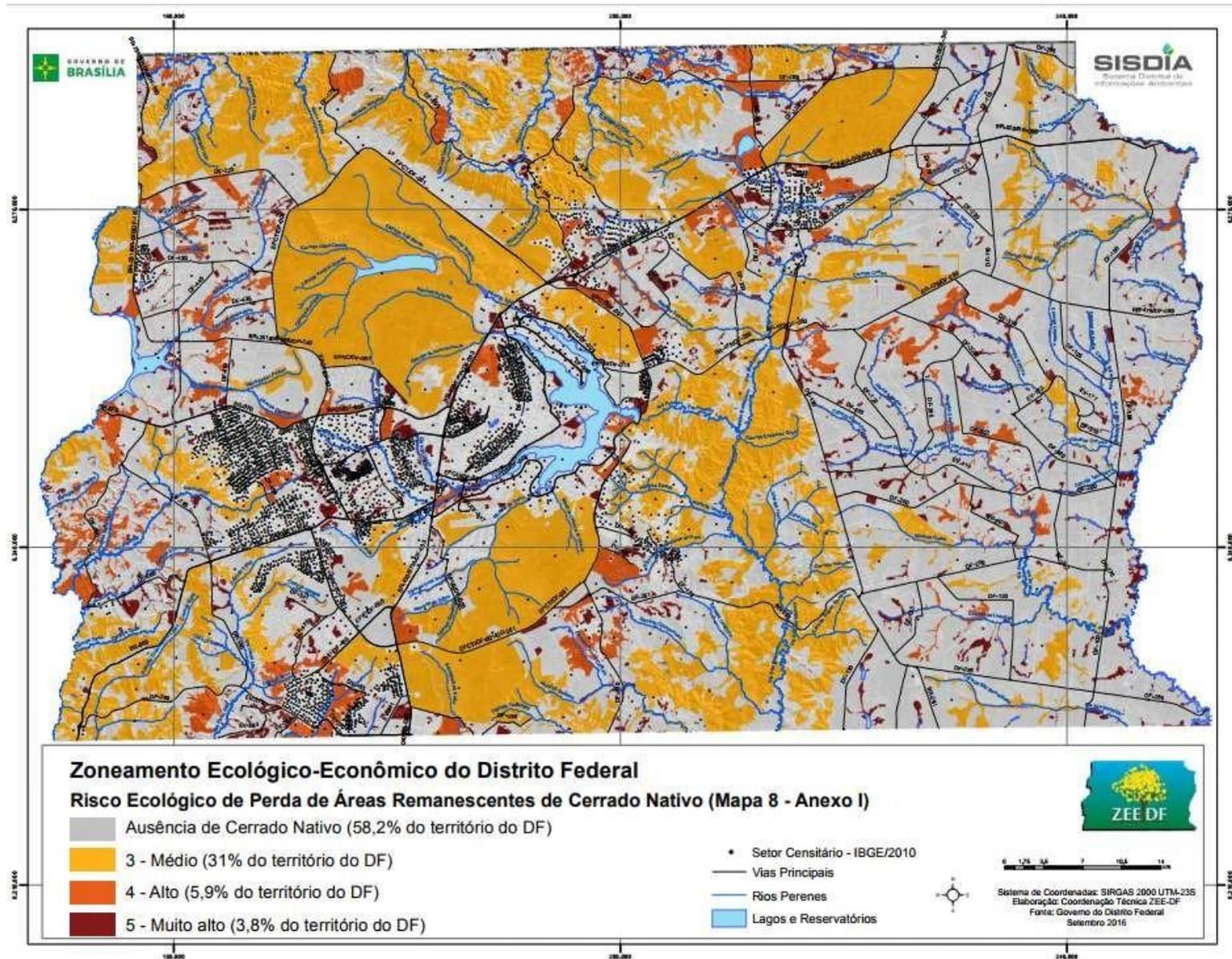
À época da construção dos mapas de riscos ecológicos, estes foram elaborados com foco na “*sensibilidade ambiental*”, pois ainda não estava clara a necessidade de melhor e mais efetiva comunicação para uma imediata utilização pelos diversos setores da gestão pública. Posteriormente, adotou-se o conceito de risco e os mapas foram reinterpretados com este foco. A escala de trabalho foi definida em função dos dados existentes. . Todos os mapas possuem escala com nível de detalhe igual ou maior que 1:100.000, devido a metodologia definida no Termo de Referência para contratação da empresa de consultoria, no âmbito do Programa Brasília Sustentável, conforme o disposto no item 4.2.1.2 deste Caderno Técnico. Os planos de informação utilizados são:

Tabela 16 – Planos de Informação utilizados para elaboração do Mapa de Risco de Erosão.

Plano de Informação / Escala	Autoria	Ano
Distribuição espacial dos fragmentos de vegetação de Cerrado no Distrito Federal por tipo de formação vegetal para o ano de 2009.	GDF (ZEE-DF – Subproduto 3.2.)	2010, revisado em 2013 (SUGAP/IBRAM)

Em virtude da crescente ocupação territorial no DF, construiu-se o pressuposto de que não há, no DF, áreas remanescentes do cerrado com risco muito baixo e baixo de desmatamento ou de interferências negativas que induzem sua degradação. Deste feito, o mapa apresenta apenas 3 (três) gradações: médio, alto e muito alto risco de perda de remanescentes de Cerrado nativo.

Como resultado dos trabalhos, foi gerado o Mapa de Sensibilidade à Perda de Áreas Remanescentes de Cerrado Nativo, posteriormente reinterpretado como Mapa de Risco de Perda de Áreas Remanescentes de Cerrado Nativo.



Fonte: ZEE-DF (2015).

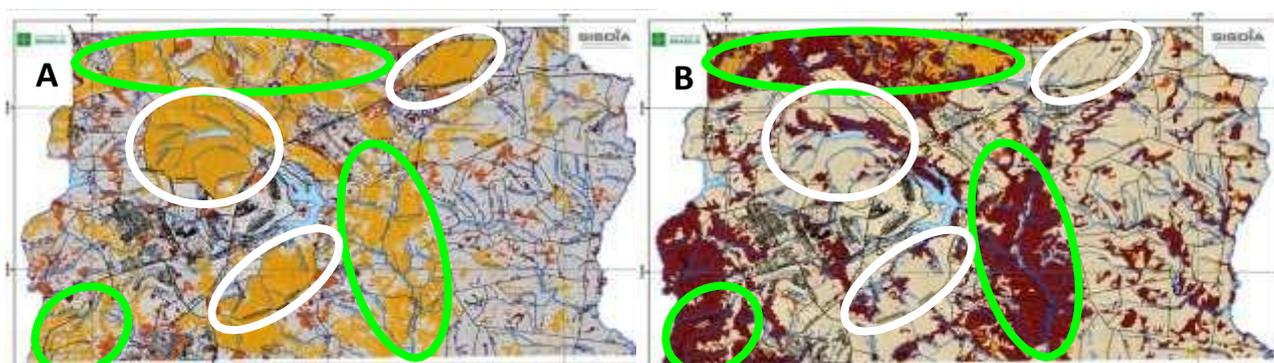
Observação – os pontos pretos constituem os Setores Censitários do IBGE espacializados no território, ou seja, aonde reside a população no DF

Figura 19 – Mapa de Risco de Perda de Áreas Remanescentes de Cerrado Nativo

Os resultados mostram que, em 2012, ainda existia Cerrado em 40% da área total mapeada no DF. Observe-se que a área de referência mapeada no trabalho, a partir do mapa de uso e cobertura vegetal (2012) trabalhou com área total do DF de 5.765,08 km².

Os resultados mostram ademais que os maciços de Cerrado nativo mais importantes correspondem justamente às Unidades de Conservação da Estação Ecológica de Águas Emendadas – ESECAE (Unidade de Conservação distrital, de Proteção Integral), Parque Nacional de Brasília – PNB (Unidade de Conservação federal, de Proteção Integral) e o maciço composto pela Estação Ecológica do Jardim Botânico, Reserva Biológica do IBGE e Fazenda Experimental Água Limpa da Universidade de Brasília – FAL/UnB. Estas são justamente as 3 (três) áreas núcleo da Reserva da Biosfera do Cerrado no DF e correspondem a 9% (nove) do DF e 22% (vinte e dois) do total de Cerrado remanescente no DF. Devido ao fato de não serem áreas pequenas, o que possibilita reduzir o efeito insular da fragmentação da paisagem, estão classificadas como de risco médio.

As áreas remanescentes de Cerrado nas outras porções do DF apresentam-se com intensa e crescente fragmentação. As áreas que ainda apresentam algum nível de preservação são aquelas onde o relevo não é plano, o que eleva os custos para implantação de parcelamento de solos e infraestrutura. Estas estão localizadas na Bacia Hidrográfica do Rio Maranhão, ao norte do DF, ao centro sul do DF na Bacia Hidrográfica do Rio São Bartolomeu, e ao sudoeste do DF, na Bacia Hidrográfica do Rio Descoberto.



Observação: (i) aro branco: áreas núcleo da Reserva da Biosfera do Cerrado (RBC); (ii) aro verde: áreas com presença de vegetação nativa do Cerrado adicionais às áreas núcleo da RBC, são áreas que coincidem com relevo mais ondulado.

Fonte: ZEE-DF (2015).

Figura 20 – Distribuição geográfica das áreas com vegetação nativa do Cerrado à luz do relevo. (A) Mapa de risco de perda de remanescentes de Cerrado. (B) Mapa de risco de perda de solo por erosão

É fundamental ressaltar e reafirmar a **assertividade da política pública de instituição de Unidades de Conservação no DF**, uma vez que foi a proteção dos maciços de Cerrado nativo na forma de Unidades de Conservação e que possibilitou a **existência de Cerrado nas áreas de relevo mais plano do DF**, onde tem sido observada a mais intensa conversão de uso do solo para urbano e agropecuário.



Zonamento Ecológico-Econômico do Distrito Federal

MATRIZ ECOLÓGICA

www.zee.df.gov.br

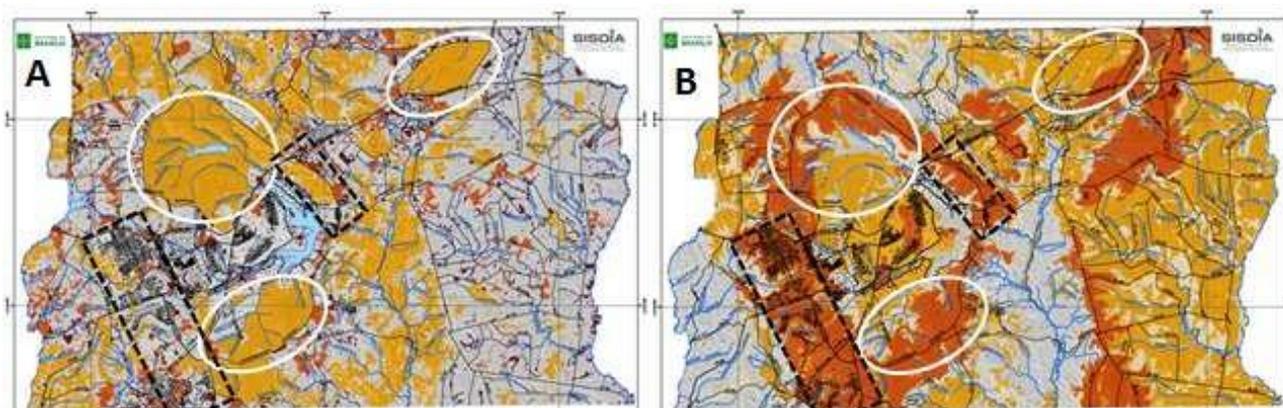
No tocante à localização de Cerrado em áreas prioritárias de recarga e contaminação de aquíferos, considerando os fragmentos mapeados no mapa de referência (2012), temos a seguinte distribuição de ocorrência:

Tabela 17 – Ocorrência dos subsistemas de aquíferos com base no risco ecológico

Gradiente de Risco Ecológico (Recarga de Aquíferos)	Ocorrência da Cobertura de Cerrado	
	Km ² no DF	% no DF
Muito baixo (1)	715,02	30,52
Baixo (2)	440,70	18,81
Médio (3)	672,67	28,71
Alto (4)	509,87	21,76
Muito Alto (5)	4,73	0,20
Total	2.342,98	100,00

Fonte: ZEE-DF (2015).

São áreas que ainda se encontram numa condição privilegiada para a recarga, ou seja, em **áreas em condição de pleno cumprimento de suas funções ecossistêmicas associadas à efetividade da recarga**. Dos principais maciços de Cerrado no DF, temos que o Cerrado no Parque Nacional de Brasília (PNB), área núcleo da RBC, contribui para a recarga de aquíferos das Bacias Hidrográficas dos Rios Paranoá e Maranhão. O maciço correspondente à Estação Ecológica do Jardim Botânico (EEJBB) e áreas federais contiguas contribuem para as bacias hidrográficas dos rios Paranoá e São Bartolomeu. O Cerrado presente na Estação Ecológica de Águas Emendadas (ESECAE) contribui para a recarga da Bacia Hidrográfica do Rio São Bartolomeu.



Fonte: ZEE-DF, 2015

Figura 21 – Distribuição espacial das áreas de Cerrado nativo em relação às áreas prioritárias para recarga dos aquíferos no DF. **(A)** Mapa de risco de Perda de Remanescentes de Cerrado. **(B)** Mapa de Áreas Prioritárias para recarga de Aquíferos no DF.



Zonamento Ecológico-Econômico do Distrito Federal

MATRIZ ECOLÓGICA

www.zee.df.gov.br

Observe-se que estrategicamente para a segurança hídrica da população do DF, temos que:

(i) Do ponto de vista da Bacia Hidrográfica do Rio Paranoá:

- ✓ O PNB, que contribui para a recarga das BH Paranoá e Maranhão, já se constitui manancial para abastecimento público urbano do DF através do reservatório de Santa Maria e contribui com cerca de 23% da água potável do sistema tronco operado pela CAESB.

As áreas de Cerrado do PNB em área prioritária de recarga de aquífero representam 7,26% de todas as áreas prioritárias de recarga no DF, segundo o mapa de risco de recarga de aquíferos, conforme abaixo.

Tabela 18– Ocorrência de Cerrado no PNB segundo o Risco de Perda de Aquífero.

Gradiente de Risco Ecológico (Recarga de Aquíferos)	Ocorrência da Cobertura de Cerrado no PNB	
	Km ² no DF	% no DF
Muito baixo (1)	95,28	22,75
Baixo (2)	76,68	18,31
Médio (3)	129,40	30,39
Alto (4)	117,42	28,04
Muito Alto (5)	0,02	0,01
Total	418,81	100,00

Fonte: ZEE-DF (2015)

- ✓ O maciço composto pelo EEJBB e áreas contiguas contribuem para a recarga das BH Paranoá e São Bartolomeu.

As áreas de Cerrado em área prioritária de aquífero representam 0,74%% de todas as áreas prioritárias de recarga no DF, segundo o mapa de risco de recarga de aquíferos.

- ✓ As áreas correspondentes à região da Serrinha do Paranoá (Setor habitacional Taquari – SHTq), na Região Administrativa do Lago Norte, contribuem para a recarga da BH do Lago Paranoá.

Na nova condição distrital, com a presença de estresse hídrico nos ambientes urbanos, essa condição privilegiada de recarga com cerrado existente deve ser cuidadosamente avaliada e sua eventual ocupação deve seguir um planejamento inovador sob risco de inviabilizar mais um trecho do anel principal de recarga de aquíferos no DF.



Zoneamento Ecológico-Econômico do Distrito Federal

MATRIZ ECOLÓGICA

www.zee.df.gov.br

- ✓ O Lago Paranoá, que apresenta 11 (onze) Unidades de Conservação em sua borda, passará a ser manancial para o abastecimento público a partir de 2018 de maneira definitiva. Em 2017, já haverá captação emergencial para o abastecimento humano.

(ii) Do ponto de vista da **Bacia Hidrográfica do Rio São Bartolomeu**:

- ✓ A ESECAE contribui para a recarga da BH do São Bartolomeu, onde estão localizadas duas Áreas de Proteção de Mananciais (APM), reservas estratégicas de água doce para o DF.
- ✓ A área localizada entre as cidades de Sobradinho e Planaltina contribui para a recarga na BH do São Bartolomeu.

A manutenção destas áreas permeáveis e com presença de vegetação nativa do Cerrado possibilitará a manutenção deste serviço ecossistêmico estratégico para o DF.

Assim é que as áreas núcleo da Reserva da Biosfera do Cerrado e diversas áreas não protegidas por mecanismos ambientais, são estratégicas para manter a recarga dos aquíferos no DF no longo prazo. Destaque-se a contribuição extraordinária – histórica e mais do que nunca atual – do PNB e JBB para a recarga e fluxo de base dos rios da BH do Lago Paranoá.

Observe-se, ademais, a disposição de ambientes urbanos no DF, em relação a áreas prioritárias para recarga de aquíferos. O eixo de cidades entre Ceilândia a Santa Maria, definido no PDOT como eixo de expansão e desenvolvimento dos ambientes urbanos, está localizado em área prioritária de aquífero e infelizmente já não possui mais maciços expressivos de Cerrado nativo.

Neste contexto, motivados pela crise hídrica que acomete o DF, é chegada a hora de **discutir uma gestão territorial mais inteligente e integrada, instituindo a compensação das áreas de recarga e a instituição de regramento para assegurar o Balanço de áreas permeáveis prioritárias para a recarga de aquíferos, em todos os instrumentos territoriais e urbanísticos**, a começar do PDOT, além de protocolos específicos para os atos autorizativos.

É fundamental discutir de que forma ocorrerá a compensação da ocupação e impermeabilização de áreas prioritárias para a recarga no DF, para não inviabilizar os 25% que constituem as áreas prioritárias para recarga no DF.



Zoneamento Ecológico-Econômico do Distrito Federal

MATRIZ ECOLÓGICA

www.zee.df.gov.br

Uma das alternativas é a constituição de Sistema de Áreas Verdes intra urbanas e entre as cidades neste eixo, de modo a reduzir os impactos negativos sobre a recarga. Como já discutido anteriormente, as maiores taxas de recarga ocorrem nas regiões planas, bem arborizadas, e nos aquíferos livres. Nas regiões de relevo acidentado, e/ou sem cobertura vegetal, e/ou sujeitas a práticas de uso e ocupação que favorecem as enxurradas, a recarga ocorre de maneira limitada e mais lentamente (Rebouças *et al.*, 2002).

A **arborização dos ambientes urbanos passa a ser não apenas uma possibilidade estética e sim uma necessidade de recarga**, desde que se considere população de árvores (indivíduos arbóreos e não apenas indivíduos gramíneos e arbustivos). Esta população de árvores deve ser nativa de Cerrado (devido à sua resistência a seis meses de seca) e em quantidade e disposição tal que assegurem a recarga. Uma **política pública** especificamente para atender a esta prioridade objetiva a **requalificação urbana e das áreas periurbanas com fins ao seu “esverdeamento”, para efetiva promoção da recarga dos aquíferos**, ao mesmo tempo em que cumprem outras funções ecossistêmicas, dentre as quais a captura de carbono e de poluentes. Trata-se entre outros, de fazer o que diversas cidades já fizeram, qual seja, um censo das árvores das cidades. A instituição de um **Sistema de Áreas Verdes Permeáveis intra e interurbanas**, especialmente no eixo de Ceilândia a Santa Maria assim como a manutenção do Cerrado na região da Serrinha do Paranoá (SHTq), constitui uma das recomendações para as fases subsequentes do ZEE-DF e para a minuta do PL.

O Cerrado está associado a inúmeras funções da infraestrutura ecológica, que se traduzem em serviços ecossistêmicos, além do ciclo hidrológico. Há necessidade do estabelecimento de mecanismo que impeça no curto, médio e longo prazos intervenções que fragmentem os principais maciços de Cerrado, particularmente do JBB e ESECAE, cuja gestão é distrital. Não é aceitável, à luz de tudo que foi discutido, que intervenções, por exemplo, do tipo expansão do sistema viário, para assegurar a ligação de diferentes Regiões Administrativas, comprometam a efetividade da infraestrutura ecológica, neste caso, os últimos três remanescentes de maciços de Cerrado nativo. Isto porque é esta infraestrutura ecológica que cria as condições necessárias e suficientes para a vida e atividade humana no território.



Zoneamento Ecológico-Econômico do Distrito Federal

MATRIZ ECOLÓGICA

www.zee.df.gov.br

Na continuidade deste raciocínio, o ZEE-DF deve indicar a expansão da proteção de áreas de vegetação nativas do Cerrado, em que pese não seja unicamente pela criação de novas UCs. A área conhecida como área alfa da Marinha é uma destas áreas em que se faz necessário recomendar maior proteção, nas recomendações finais do ZEE-DF.

A instituição de prioridade para implantação e manutenção das Unidades de Conservação existentes também constitui recomendação da Matriz Ecológica do DF à minuta de lei para que seja alocado orçamento e equipe necessários e suficientes. Registre-se a necessidade de desenvolver mecanismos de corresponsabilidade junto à sociedade na gestão destas áreas.

Importa ressaltar, ademais, a necessidade de se definir sistemas de recarga artificial como alternativa para minimizar os impactos decorrentes da urbanização em áreas de recarga. Deve-se definir caixas ou calhas de recargar em função do percentual de área impermeável.

5. Unidades Territoriais Básicas, a partir das Unidades Hidrográficas e dos Riscos Ecológicos do território

5.1. O Princípio da Precaução

O Princípio da Precaução baseia-se na prerrogativa de ação antecipada diante de risco ou perigo potencial. Segundo este princípio, se uma ação pode originar um dano irreversível público ou ambiental, na ausência de consenso científico irrefutável, o ônus da prova encontra-se do lado de quem pretende praticar o ato que pode vir a causar o dano.

Trata-se de um princípio moral e político que tem base na Constituição Federal de 1988 (art. 225, §1º, incisos I, IV, V) e na Conferência das Nações Unidas para o Meio Ambiente e o Desenvolvimento / Rio 92 (Princípio 15).

De modo a proteger o meio ambiente, o princípio da precaução deve ser amplamente observado pelos Estados, de acordo com suas capacidades.

Quando houver ameaça de danos sérios ou irreversíveis, a ausência de absoluta certeza científica não deve ser utilizada como razão para postergar medidas eficazes e economicamente viáveis para prevenir a degradação ambiental.

Princípio 15 da Declaração Rio/92.

5.2. O conceito de Áreas Homogêneas

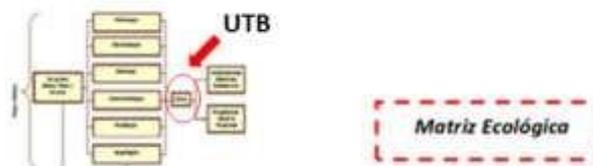


Zonamento Ecológico-Econômico do Distrito Federal

MATRIZ ECOLÓGICA

www.zee.df.gov.br

A síntese da Matriz Ecológica é dada, entre outros, pela Unidade Territorial Básica – UTB.



Fonte: MMA, 2006.

Figura 22 – Elementos da Matriz Ecológica segundo Metodologia Nacional do ZEE.

Segundo a metodologia nacional, temos que:

A UTB representa a célula elementar de informação e análise para um zoneamento, é uma entidade geográfica que contém atributos ambientais que permitem diferenciá-la de suas vizinhas, ao mesmo tempo em que possui vínculos dinâmicos que a articulam à complexa rede integrada por outras unidades territoriais.

MMA, 2006.

5.3. O histórico da produção das UTB

Foram três versões construídas de Unidades Territoriais Básicas – UTB durante a construção do ZEE-DF. Estas versões expressaram o amadurecimento paulatino dos conceitos e da metodologia nacional, de modo que resultaram em uma conformação que buscou atender pressupostos assumidos pelo grupo de elaboração buscando traduzir, de maneira mais objetiva possível, a infraestrutura ecológica, conforme preconizado nas Diretrizes Metodológicas Nacionais (MMA, 2006).

5.3.1. A primeira proposta de UTB (2009-2011) – “as Unidades Hidrográficas traduzem os riscos ecológicos”

O produto 5 da etapa 1, nominado *Relatório do Zoneamento* (disponível em www.zee.df.gov.br; *Histórico; Arquivos; Produtos (etapa1)*) apresenta, em sua página 18, a metodologia da construção da primeira proposta de Unidades Territoriais Básicas, construídas pela empresa contratada para os estudos do ZEE-DF e discutida pela Comissão Distrital. Nesta primeira formulação proposta de UTB, o relevo constitui o elemento central da modelagem. A justificativa metodológica apresentada está apresentada abaixo:



Zoneamento Ecológico-Econômico do Distrito Federal

MATRIZ ECOLÓGICA

www.zee.df.gov.br

O procedimento utilizado para a delimitação das unidades territoriais básicas consistiu em segmentar a área do DF em diferentes compartimentos, por meio da interpretação integrada de diferentes informações temáticas previamente diagnosticadas, que englobam as principais variáveis ligadas ao meio natural existentes no território.

A delimitação das unidades territoriais básicas foi realizada no ambiente de sistema de informações geográficas, por meio da sobreposição de diferentes planos de informação e da interpretação visual dos diferentes compartimentos da paisagem. A visualização conjunta destes componentes possibilitou identificar os arranjos espaciais na paisagem que apresentavam uma similaridade de seus componentes e, assim, obter a delimitação e a caracterização de cada unidade territorial básica dentro do território do DF.

Relatório do Zoneamento, 2011.

Tomando o relevo como elemento central da modelagem, nesta primeira versão de UTB, o DF seria constituído por 9 (nove) Unidades Territoriais Básicas.

A documentação da 1ª etapa do ZEE-DF mostra as variáveis consideradas para a formação do desenho e apresentam uma descrição das características que formam essas UTB. Foram considerados 5 (cinco) planos de trabalho: geologia, pedologia, geomorfologia, bacias hidrográficas e cobertura vegetal de cerrado.

Contudo, um maior aprofundamento da análise demandaria aferir as associações estatísticas de unidades de áreas, com vistas a determinar, por exemplo, quais variáveis são significativamente relevantes. Ou seja, determinar quais as variáveis explicativas ou determinantes para a composição do desenho das unidades territoriais básicas.

Esta proposta de 9 (nove) UTB distritais foi produzida em 2010 e foi discutida até 2012, quando se encerrou o contrato da empresa contratada para a formulação do ZEE-DF, no contexto do Programa Brasília Sustentável 1, financiado pelo Banco Mundial.

5.3.2. A segunda proposta de UTB (2012-2014)

Em 2014, já na segunda etapa do ZEE-DF, agora sem apoio de consultoria externa, fez-se uma imersão crítica para aproveitamento dos materiais produzidos na etapa 1, com vistas ao



Zoneamento Ecológico-Econômico do Distrito Federal

MATRIZ ECOLÓGICA

www.zee.df.gov.br

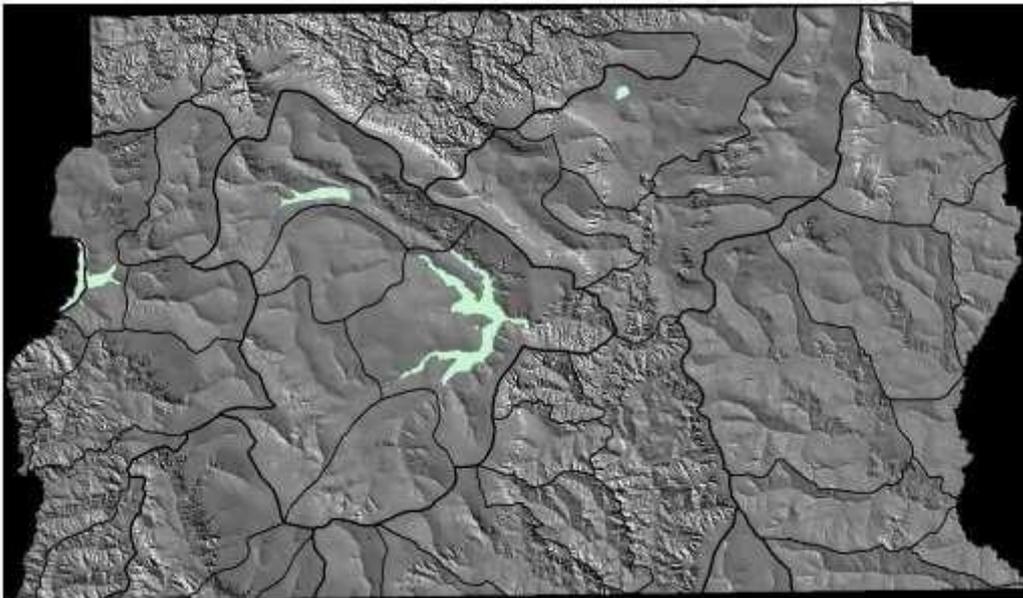
aprimoramento dos resultados obtidos e continuação dos trabalhos. Desta feita, foi constituído um grupo de trabalho, o qual empreendeu uma análise crítica da proposta formulada pela empresa de consultoria e acabou por formular uma proposta alternativa de UTB.

A elaboração da proposta foi feita a partir da análise foto interpretativa (interpretação visual) pelos membros do GT, que priorizou as Unidades Hidrográficas e introduziu análises sobre o uso antrópico sobre o território. Este recorte metodológico encontra-se respaldado pelas Diretrizes Metodológicas, desde que não se confunda com as Unidades de Intervenção, Zonas e Subzonas.

A unidade básica de análise neste nível de detalhamento é a unidade territorial básica – UTB, produto da intersecção dos sistemas naturais *versus* uso, mais adequada aos objetivos desse tipo de ZEE, cujos usuários imediatos vão desde o gestor local ao concessionário usuário do território, passando pelo órgão licenciador ambiental.

MMA, 2006.

A proposta, com 15 (quinze) Unidades Territoriais Básicas distritais, foi apresentada nas discussões gerais ocorridas entre os grupos de trabalhos, cujo resultado está apresentado abaixo.



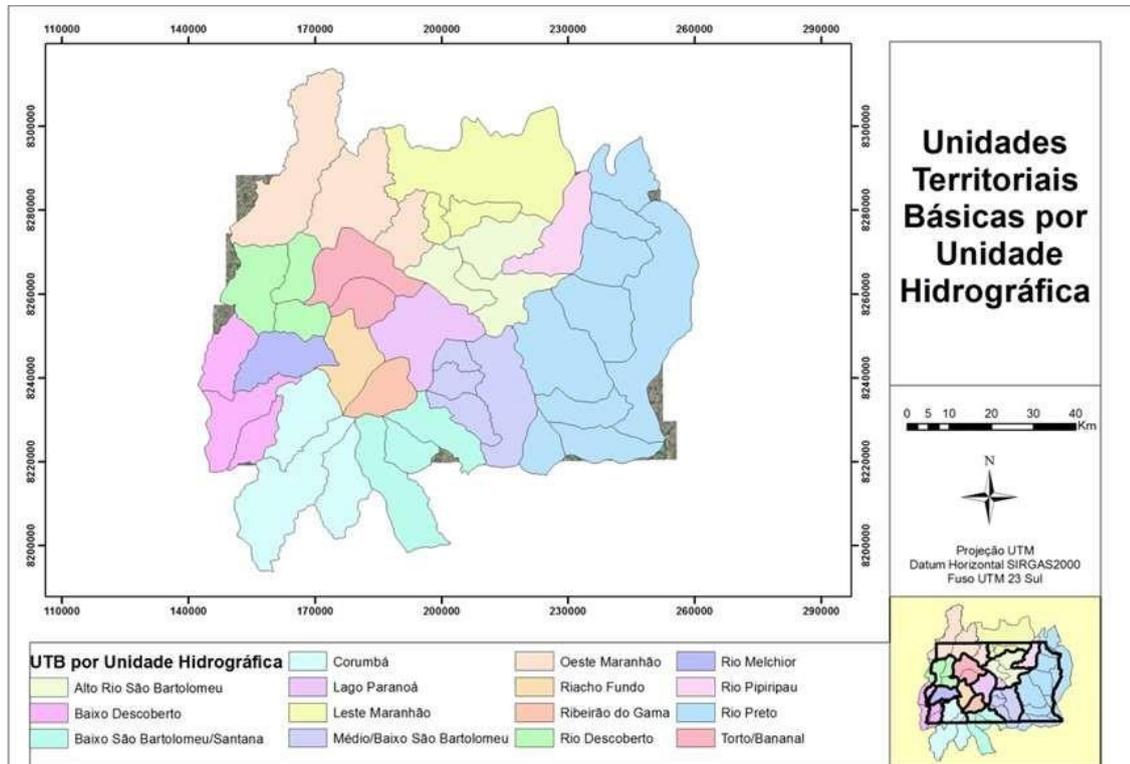
A



Zonamento Ecológico-Econômico do Distrito Federal

MATRIZ ECOLÓGICA

www.zee.df.gov.br



B

Observação – O relevo sombreado do DF foi obtido por modelagem digital, a partir das curvas de nível do SICAD, na escala 1:10.000, com curvas de 5 em 5 metros. As Unidades Hidrográficas estão delimitadas nos divisores de água.

Fonte: ZEE/DF (GT-6), 2014.

Figura 23 – Proposta de UTBs para o Distrito Federal: (A) Unidades Territoriais Básicas sobre relevo sombreado; (B) Unidades Territoriais Básicas por Unidades Hidrográficas no DF.

Na análise coletiva, observou-se que o estudo dos riscos ambientais a partir das unidades de área “*unidades hidrográficas*” dificultaram a análise. Os riscos ficaram subordinados às Unidades Hidrográficas e portanto, subentendidos nas unidades homogêneas de área propostas. Isto porque Unidades Hidrográficas podem expressar, dentro de si, situações muito distintas em termos de tipo e intensidade de riscos ecológicos.

Pontuou-se, então, que:

- (i) os trabalhos se referem a UTBs no contexto da matriz ecológica, portanto, com foco na compreensão da situação da infraestrutura ecológica, sendo prematuro a introdução de elementos relativos à ação antrópica;
- (ii) os “*riscos ecológicos*” são fundamentais para a etapa de zoneamento final;
- (iii) estes estão subentendidos na proposta apresentada pelo GT;



Zonamento Ecológico-Econômico do Distrito Federal

MATRIZ ECOLÓGICA

www.zee.df.gov.br

- (iv) é de fundamental importância que os “*riscos ecológicos*” fiquem explícitos na proposta de UTB, para subsidiar corretamente a fase de zonificação. Afinal:

A UTB representa a célula elementar de informação e análise para um zoneamento, é uma entidade geográfica que contém atributos ambientais que permitem diferenciá-la de suas vizinhas, ao mesmo tempo em que possuem vínculos dinâmicos que a articulam à complexa rede integrada por outras unidades territoriais.

MMA, 2006 (grifo nosso).

A modelagem e alimentação da Base de Dados do ZEE/DF, desde 2014, possibilitou novos horizontes para consistência técnica dos estudos produzidos. Assim é que, em 2015, foi empreendida uma análise crítica das UTB produzidas em 2014, posto que a técnica visual utilizada não logrou extrair o conjunto de informações necessárias e suficientes para explicitar os riscos ecológicos e trazer subsídios às etapas metodológicas seguintes, quais sejam, o desenho das zonas e subzonas no território.

Lançou-se mão da aplicação de recursos disponíveis pelas técnicas de Sistema de Informação Geográfica (SIG) para realização de análises matemáticas, no que coubesse. Cada análise e resultado foi submetida à análise dos membros do grupo de trabalho, a partir de seu conhecimento sobre o território. Esta opção buscou uma análise técnica mais acurada, que possibilitasse, em conjunto com a experiência dos técnicos, a extração de informações capazes de subsidiar o aprofundamento da análise experimental fotointerpretativa do território.

O objetivo da análise foi o de verificar a fundamentação das UTB para sanar as dúvidas sobre os agrupamentos propostos e proceder à validação no tocante à coerência dos padrões de unidades territoriais básicas formadas a partir da fotointerpretação e conhecimento territorial dos membros do Grupo de Trabalho 6 (etapa 2 do ZEE-DF).

Foram realizadas análises geoestatísticas para avaliar padrões de dispersão e agregação espacial dos riscos ambientais, tendo como unidades espaciais de análise inicial de estudo as unidades hidrográficas do Distrito Federal.



Zonamento Ecológico-Econômico do Distrito Federal
MATRIZ ECOLÓGICA
www.zee.df.gov.br

É sabido que:

Grande parte dos usuários limita o uso de Sistema Geográfico de Informações (SIG) a essas operações de visualização, tirando conclusões intuitivas. Mas é possível ir muito além. Quando visualizamos um padrão espacial, é muito útil traduzi-lo em considerações objetivas:

- ✓ *O padrão que observamos é aleatório ou apresenta uma agregação definida?*
- ✓ *Esta distribuição pode ser associada a causas mensuráveis?*
- ✓ *Os valores observados são suficientes para analisar o fenômeno espacial a ser estudado?*
- ✓ *Existem agrupamentos de áreas com padrões diferenciados dentro da região de estudo?*

Câmara et al. (2001)

Para tal, foram utilizadas técnica de análises de dados agregados por área, através de:

- (i) Ferramentas de análise de padrões espaciais de agrupamento e dispersão de variáveis e;
- (ii) Mapeamento de *clusters* na análise geoestatística do ponto de vista da homogeneidade de cada Unidade Hidrográfica do ponto de vista dos riscos ecológicos.

5.3.2.1. Metodologia de Análise

As questões formuladas buscaram responder às seguintes questões:



A metodologia para análise crítica das UTBs, versão GT-6 2014, foi composta das seguintes etapas de trabalho:



Zoneamento Ecológico-Econômico do Distrito Federal

MATRIZ ECOLÓGICA

www.zee.df.gov.br

- (i) **1ª etapa:** Resgate à metodologia utilizada em 2014 com base no reconhecimento e classificação visual.

Nesta 1ª etapa o GT-6 agrupou, de forma visual, 15 (quinze) UTBs, tendo como subsídio os 4 (quatro) mapas de riscos ecológicos e os limites das 41 (quarenta e uma) Unidades Hidrográficas do DF, articulado a mapas primários de relevo, geomorfologia, uso do solo e cobertura vegetal, entre outros disponíveis nos trabalhos do ZEE/DF.

- (ii) **2ª etapa:** Aplicação exploratória das ferramentas de geoestatística.

Para a aplicação destas técnicas, o conjunto de dados geoespaciais da base do ZEE foram saneados, conforme Parecer Técnico nº 06/2015 – SUPLAM/SEMA-DF (**anexo 2**), resultando em um arquivo *shapefile* com as respectivas variáveis espaciais (discretas, contínuas e categóricas) computadas para dentro das unidades hidrográficas. Neste caso, foram utilizadas classes agrupadas nos quatro mapas de risco ambientais.

Foram utilizadas três ferramentas geoestatísticas de forma exploratória:

- *Hi/Low Clustering (Getis-Ord General G)* – que tem como objetivo avaliar o grau de agregação e dispersão dos altos e baixos valores dos atributos da feição em questão.
- *Spatial Autocorrelation (Morans I)* – que tem como objetivo avaliar a autocorrelação espacial baseada na localização de todas as feições entre si (unidades hidrográficas) e os valores de atributos utilizados dos riscos ecológicos.
- *Hot Spot Analysis (Getis-Ord Gi*)* – que tem como objetivo identificar a significância estatística do atributo no *shapefile* através de conceptualização de relacionamentos espaciais, ou seja, mostrar de forma estatística, os principais expoentes dos altos e baixos valores em escala agrupada.

- a)** Aplicação do modelo geoestatístico *Hi/Low Clustering (Getis-Ord General G)*:

O atributo utilizado para avaliar o grau de agregação e dispersão dos altos e baixos valores dos atributos da feição em questão foi a área percentual do referido risco em relação a área total da unidade hidrográfica pelos atributos de grau de risco agrupados em muito baixo e baixo (1 e 2) e alto e muito alto (4 e 5).



The General G statistic of overall spatial association is given as:

$$G = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{i,j} x_i x_j}{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n x_i x_j}, \quad \forall j \neq i \quad (1)$$

where x_i and x_j are attribute values for features i and j , and $w_{i,j}$ is the spatial weight between feature i and j .

The z_G -score for the statistic is computed as:

$$z_G = \frac{G - E[G]}{\sqrt{V[G]}} \quad (2)$$

where:

$$E[G] = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{i,j}}{n(n-1)}, \quad \forall j \neq i \quad (3)$$
$$V[G] = E[G^2] - E[G]^2 \quad (4)$$

Fonte: consultada em 2015
(http://resources.esri.com/help/9.3/arcgisengine/java/gp_toolref/spatial_statistics_tools/how_hot_spot_analysis_colon_getis_ord_gi_star_spatial_statistics_works.htm),

Figura 24 – Fórmula Getis-Ord General G.

b) Aplicação do modelo geoestatístico ***Spatial Autocorrelation (Morans I)***:

A avaliação da autocorrelação espacial foi baseada na localização das quarenta e uma Unidades Hidrográficas (feições) e os valores de atributos utilizados, neste caso a área percentual de cada risco ecológico em relação à unidade hidrográfica, pelos atributos de grau de risco ecológico agrupados em muito baixo e baixo (1 e 2) e alto e muito alto (4 e 5).



The Moran's I statistic for spatial autocorrelation is given as:

$$I = \frac{n \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{i,j} z_i z_j}{S_0 \sum_{i=1}^n z_i^2} \quad (1)$$

where z_i is the deviation of an attribute for feature i from its mean ($x_i - \bar{X}$), $w_{i,j}$ is the spatial weight between feature i and j , n is equal to the total number of features, and S_0 is the aggregate of all the spatial weights:

$$S_0 = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{i,j} \quad (2)$$

The z_I -score for the statistic is computed as:

$$z_I = \frac{I - E[I]}{\sqrt{V[I]}} \quad (3)$$

where:

$$E[I] = -1/(n - 1) \quad (4)$$
$$V[I] = E[I^2] - E[I]^2 \quad (5)$$

Fonte: consultada em 2015
http://resources.esri.com/help/9.3/arcgisengine/java/gp_toolref/spatial_statistics_tools/how_cluster_and_outlier_analysis_colon_anselin_local_moran_s_i_spatial_statistics_works.htm?

Figura 25 – Fórmula Moran's I.

c) Aplicação do modelo geoestatístico **Hot Spot Analysis (Getis-Ord G_i^*)**:

A significância estatística do atributo, ou seja, a identificação estatística dos principais expoentes dos valores altos e baixos em escala agrupada, foi identificada no *shapefile* através de conceptualização de relacionamentos espaciais utilizando, neste caso, o recurso "FIXED_DISTANCE_BAND".



Zonamento Ecológico-Econômico do Distrito Federal
MATRIZ ECOLÓGICA
www.zee.df.gov.br

The Getis-Ord local statistic is given as:

$$G_i^* = \frac{\sum_{j=1}^n w_{i,j} x_j - \bar{X} \sum_{j=1}^n w_{i,j}}{S \sqrt{\frac{n \sum_{j=1}^n w_{i,j}^2 - \left(\sum_{j=1}^n w_{i,j}\right)^2}{n-1}}} \quad (1)$$

where x_j is the attribute value for feature j , $w_{i,j}$ is the spatial weight between feature i and j , n is equal to the total number of features and:

$$\bar{X} = \frac{\sum_{j=1}^n x_j}{n} \quad (2)$$

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^n x_j^2}{n} - (\bar{X})^2} \quad (3)$$

The G_i^* statistic is a z-score so no further calculations are required.

Fonte:

consultada

em

2015

http://resources.esri.com/help/9.3/arcgisengine/java/gp_toolref/spatial_statistics_tools/how_hot_spot_analysis_colon_getis_ord_gi_star_spatial_statistics_works.htm

Figura 26 – Fórmula Getis Ord.

Os modelos geoestatísticos foram aplicados para cada um dos quatro tipos de riscos ecológicos separadamente e adicionalmente para o mapa dos quatro riscos “empilhados” ou “co-localizados”, ou seja, mapa com a coexistência de um, dois, três e quatro riscos em uma mesma porção de território.

A análise resultou em uma matriz na qual se identifica os atributos agrupados dos riscos ecológicos nas colunas e as UTB ora em análise, nas linhas. Esta matriz expressa diferentes situações encontradas, conforme a seguir.

Nas situações em que o desenho da UTB foi compatível com a agregação das unidades hidrográficas resultante da aplicação dos três modelos geoestatísticos houve possibilidade de agregação e por isto foram classificadas em “Agregado – A”, uma vez que que houve possibilidade de agregação.

As situações em que ocorreu diferença estatística para agrupamento ou não foram denominadas “Não há diferença – N”, devido à impossibilidade de agrupar aquelas unidades



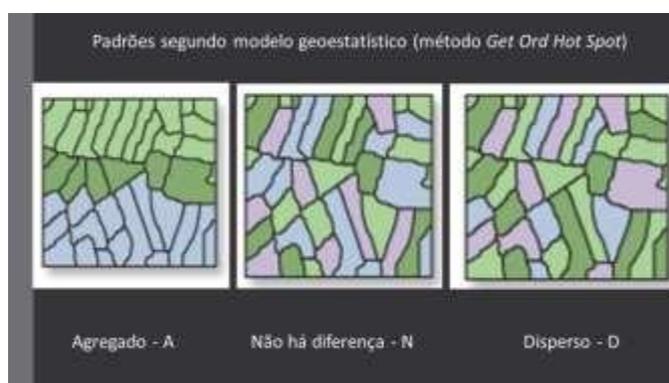
Zonamento Ecológico-Econômico do Distrito Federal

MATRIZ ECOLÓGICA

www.zee.df.gov.br

hidrográficas apenas pelo atributo analisado em si. Ou seja, neste caso, a distribuição é muito parecida em todo o território, gerando um padrão indiferenciado estatisticamente.

As situações em que houve características de dispersão foram denominadas “Disperso – D”. Nestas, não houve possibilidade de agregação de determinadas UH com as demais UH, ou seja, aquelas unidades hidrográficas não poderiam ser unidas em função do atributo em questão.



Fonte: ZEE/DF (GT de Subzonas), 2016.

Figura 27 – Padrões gerais segundo os modelos geoestatísticos.

Buscou-se analisar tanto os níveis mais restritivos para ocupação humana, ou seja, os níveis de risco “alto” e “muito alto” do gradiente de risco utilizados para cada risco ecológico; quanto aos níveis “muito baixo” e “baixo” do respectivo risco, que apontam maiores possibilidade de ocupação humana.



Fonte: ZEE/DF (GT de Subzonas), 2016

Figura 28 – Padrão de cores para o exercício de análise da ocorrência simultânea de riscos por porção do território.



Zonamento Ecológico-Econômico do Distrito Federal

MATRIZ ECOLÓGICA

www.zee.df.gov.br

4ª etapa: conclusões sobre as UTBs produzidas em 2014 e recomendações para a continuidade dos trabalhos.

5.3.2.2. Resultados das Análises

O conjunto das análises resultaram em modelos geoestatísticos aplicados e respectivos relatórios estatísticos, e de mapas. As análises *Hi/Low Clustering (Getis-Ord General G)* e *Spatial Autocorrelation (Morans I)* resultaram em relatórios e o *Hot Spot Analysis (Getis-Ord Gi*)* gerou um arquivo com as feições analisadas (UH) e o respectivo atributo de desvio padrão.

As cores utilizadas para as feições (UH) são as cores padrão (*default*) do programa (*software*). Estas já apresentam correspondência com linguagem de notação científica e padrão. Desta forma, vermelho representa os “*hot spots*” e azul, “*cold spots*”.

Os locais considerados “*hot spots*” são assim definidos em função da análise realizada pelo algoritmo que demonstra os polígonos com maiores e menores valores. Embora uma área possa ter um alto valor ela não será considerada “*hot spot*” se não houver significância estatística.

Para haver significância estatística é necessário que o valor do atributo de um determinado polígono seja alto e de seus vizinhos também. O somatório local de cada figura e de seus vizinhos é comparado proporcionalmente em relação ao somatório de todos os outros polígonos. Quando o somatório local é muito diferente do que seria esperado e essa diferença é grande o suficiente para não caracterizar uma distribuição randômica do atributo, há significância estatística.

Para identificar as Unidades Territoriais Básicas propostas em 2014, utilizou-se a cor violeta. A análise buscando identificar agrupamentos estatísticos relativos à ocorrência dos riscos ecológicos está apresentada abaixo.

5.3.2.2.1. Risco de Perda de Solos por Erosão



Zoneamento Ecológico-Econômico do Distrito Federal
MATRIZ ECOLÓGICA
 www.zee.df.gov.br

Observa-se, em relação à análise empreendida sobre os riscos ecológicos, resultados similares tanto para os altos riscos quanto para os baixos riscos. Conforme esperado, não foram encontrados, nos resultados obtidos, unidades hidrográficas unicamente com valores altos ou baixos. Ou seja, a distribuição dos riscos ocorre de maneira assimétrica nas UH, o que faz com que adotar agrupamento de UH como único critério para construir as UTB dificultará a visualização dos riscos ecológicos.

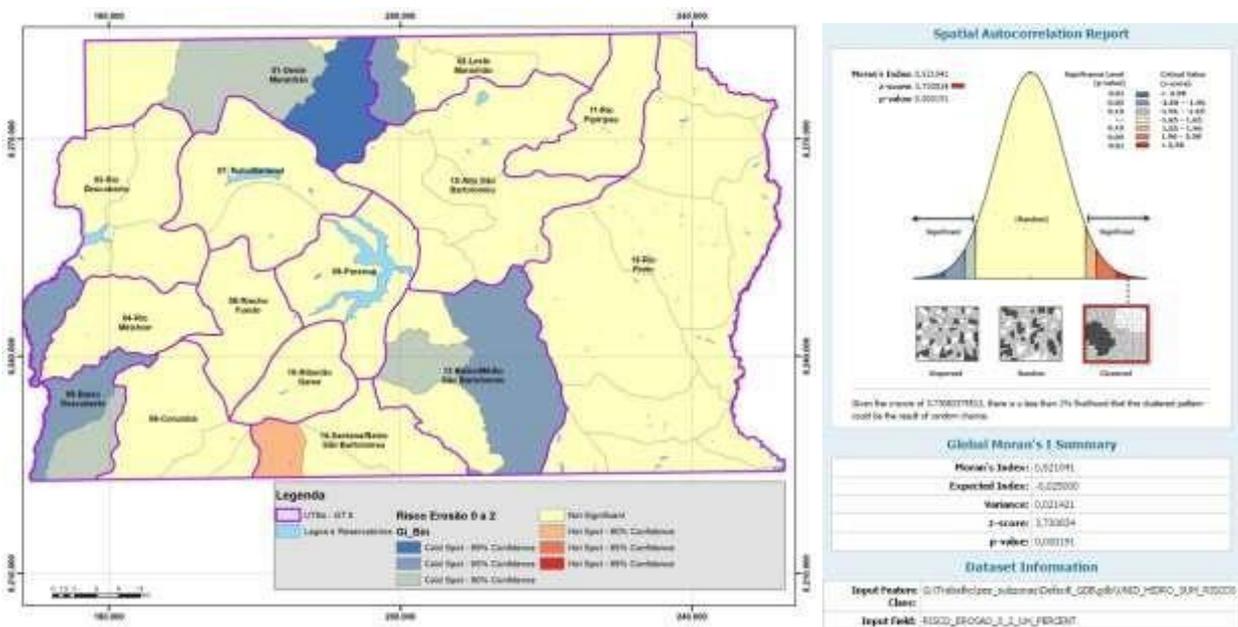


Figura 29 – Hot Spots de baixo e muito baixo risco de perda de solos por erosão.

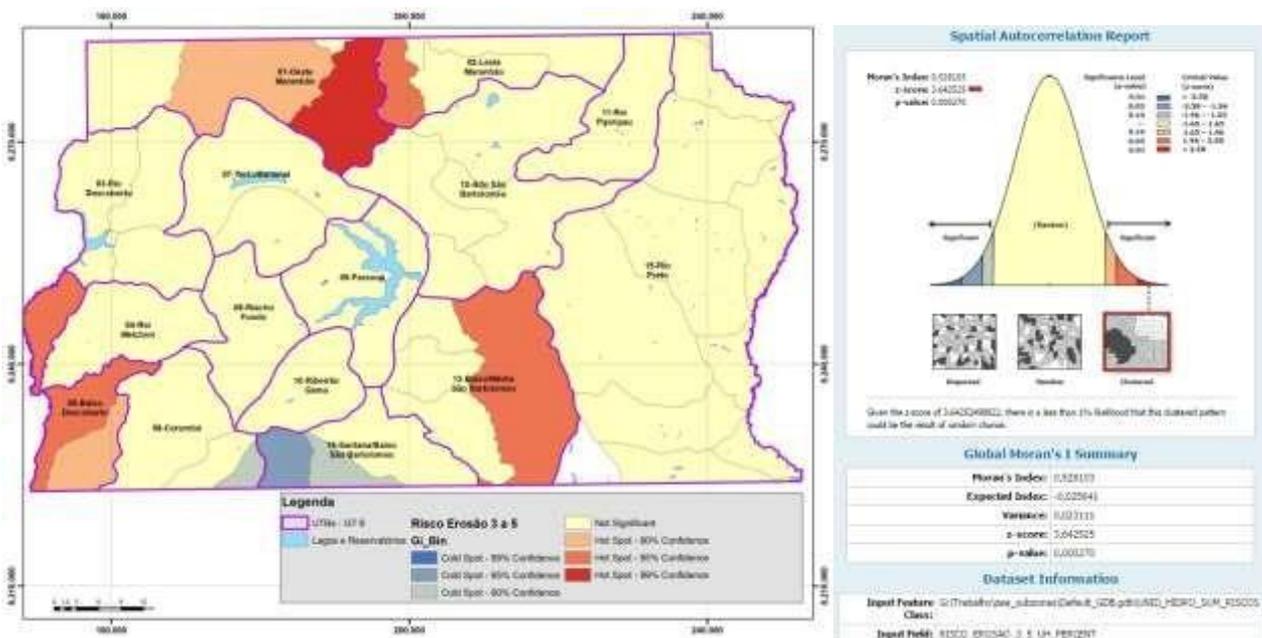


Figura 30 – Hot Spots altos e muito altos de risco de perda de solos por erosão.



Zonamento Ecológico-Econômico do Distrito Federal
MATRIZ ECOLÓGICA
www.zee.df.gov.br

Um conjunto de unidades hidrográficas que tem características híbridas em relação ao percentual de suas áreas ocupadas pelo risco de erosão. Por outro lado, a distribuição desses riscos ocorre de forma normal nas demais unidades hidrográficas. Neste caso, diferenças expressivas em termos de riscos são encontradas nas mesmas UH: UH da BH do Maranhão, sul do Descoberto e sul do São Bartolomeu.

Observa-se, novamente, que a análise focada apenas em unidades hidrográficas não consegue *per si* traduzir ou explicitar de forma fidedigna a disposição real do risco no território.

5.3.2.2. Risco de Contaminação do Subsolo

Da mesma forma, para o risco estudado, não foram encontrados, nos resultados obtidos, unidades hidrográficas unicamente com valores altos ou baixos. O mesmo conjunto de unidades hidrográficas com características híbridas ocorre nesse tipo de risco com destaque para baixíssimos percentuais de riscos alto e muito alto no norte do Distrito Federal, nas unidades hidrográficas do Rio da Palma, Ribeirão Contagem e Ribeirão Sonhém.

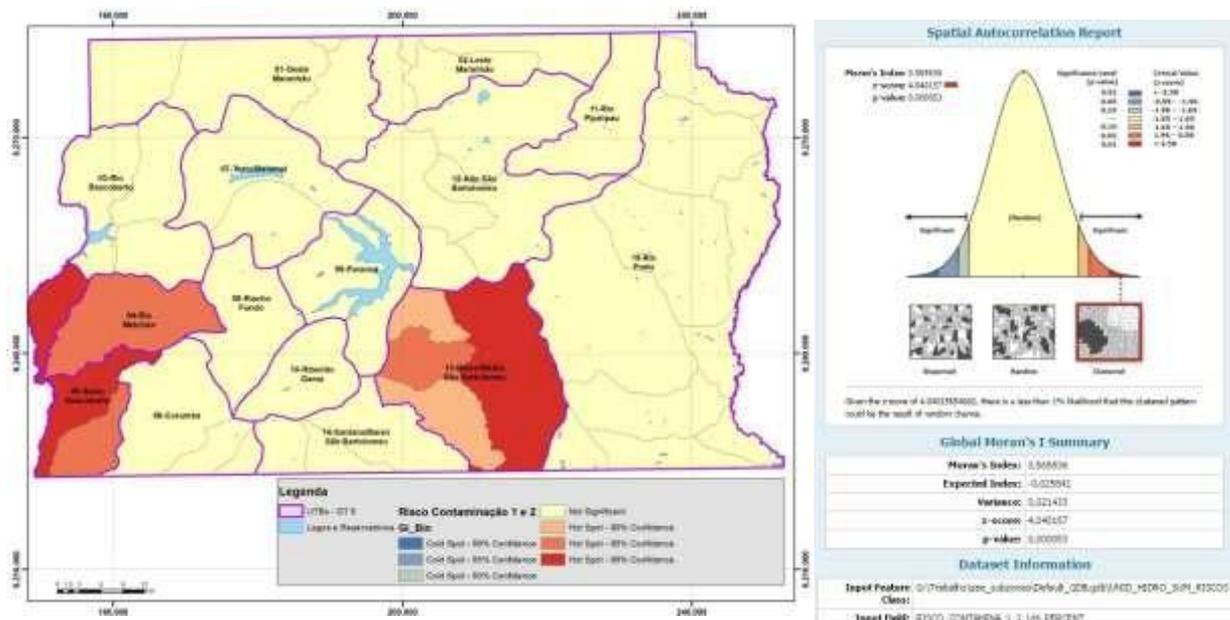


Figura 31 – Hot Spots de baixo e muito baixo risco de contaminação do subsolo.



Zoneamento Ecológico-Econômico do Distrito Federal
MATRIZ ECOLÓGICA
 www.zee.df.gov.br

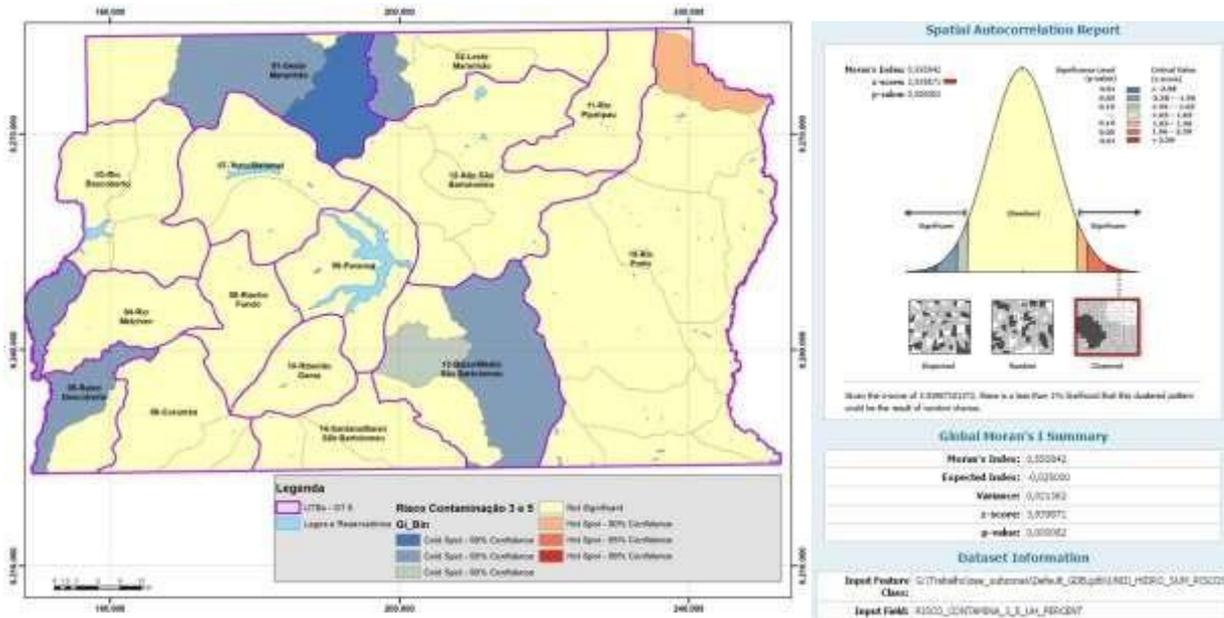


Figura 32 – Hot Spots de alto e muito alto risco de contaminação do subsolo.

5.3.2.2.3. Risco de Perda de Áreas Críticas para Recarga de Aquíferos

Foram observados baixos valores percentuais em relação à área da unidade hidrográfica para risco de recarga de aquífero, o que indica que este risco, na proposta formulada das 15 UTBs, se distribuem de maneira semelhante aos outros riscos.

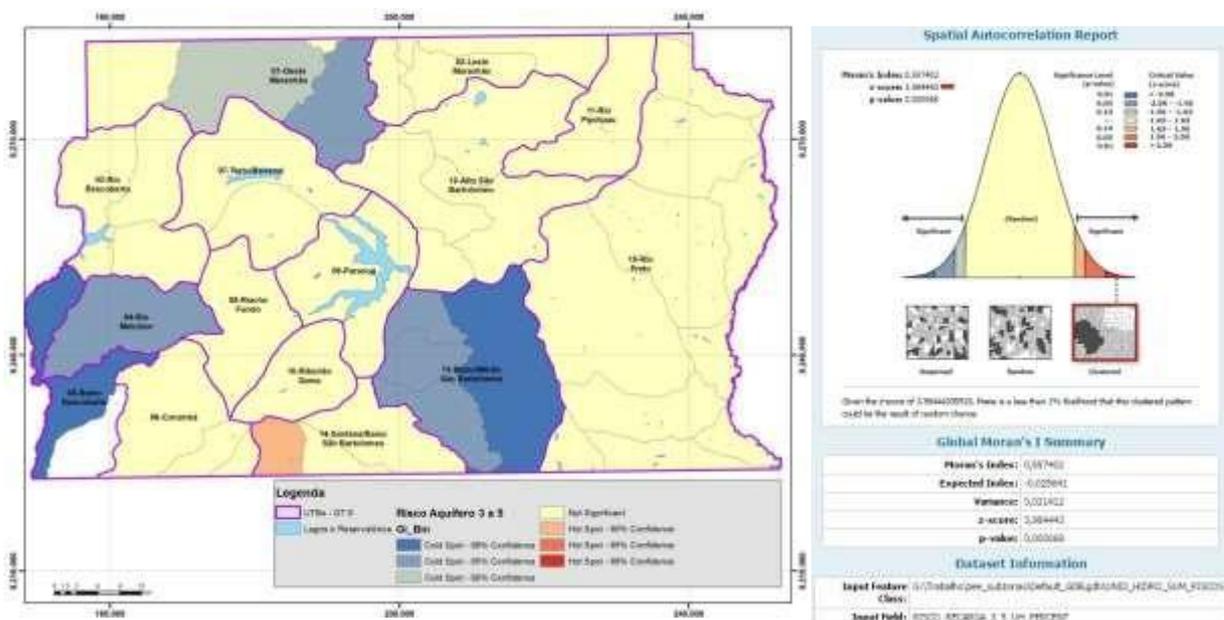


Figura 33 – Hot Spots de baixo e muito baixo risco de perda de recarga de aquífero.



Zonamento Ecológico-Econômico do Distrito Federal
MATRIZ ECOLÓGICA
www.zee.df.gov.br

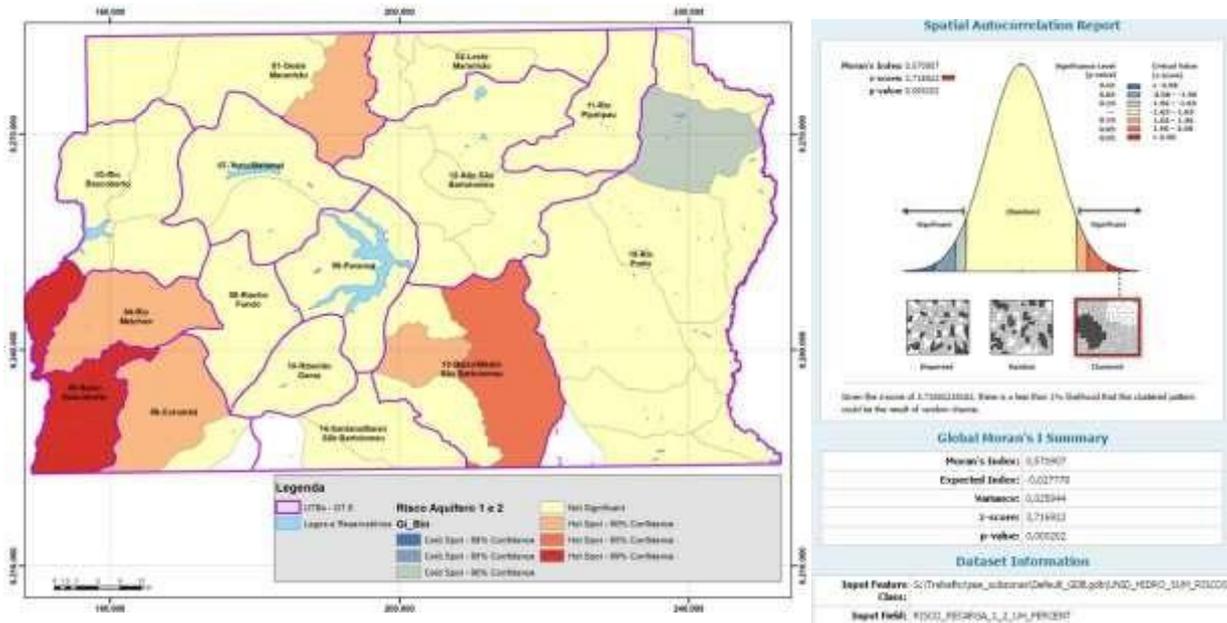


Figura 34 – Hot Spots de alto e muito alto risco de perda de recarga de aquífero.

Os resultados indicam que as unidades hidrográficas possuem áreas equivalentes entre os valores de riscos nas faixas inferiores e superiores, e possuem valores de área semelhantes para alto risco e baixo risco.

A análise mostra a importância da integração dos riscos articuladamente à análise das UH no território, uma vez que os riscos ocorrem em partes das UH e que em uma mesma UH co-existem áreas com riscos de intensidade e tipologia diferentes.

5.3.2.2.4. Risco de Perda de Vegetação Nativa Remanescente de Cerrado

O risco perda de vegetação nativa de Cerrado, do ponto de vista dos graus 2 e 3 mostrou-se predominante em três grupos de unidades hidrográficas com a presença de relevos bastante movimentados, ou seja, nas Bacias Hidrográficas do Descoberto, Maranhão, São Bartolomeu.



Zoneamento Ecológico-Econômico do Distrito Federal
MATRIZ ECOLÓGICA
 www.zee.df.gov.br

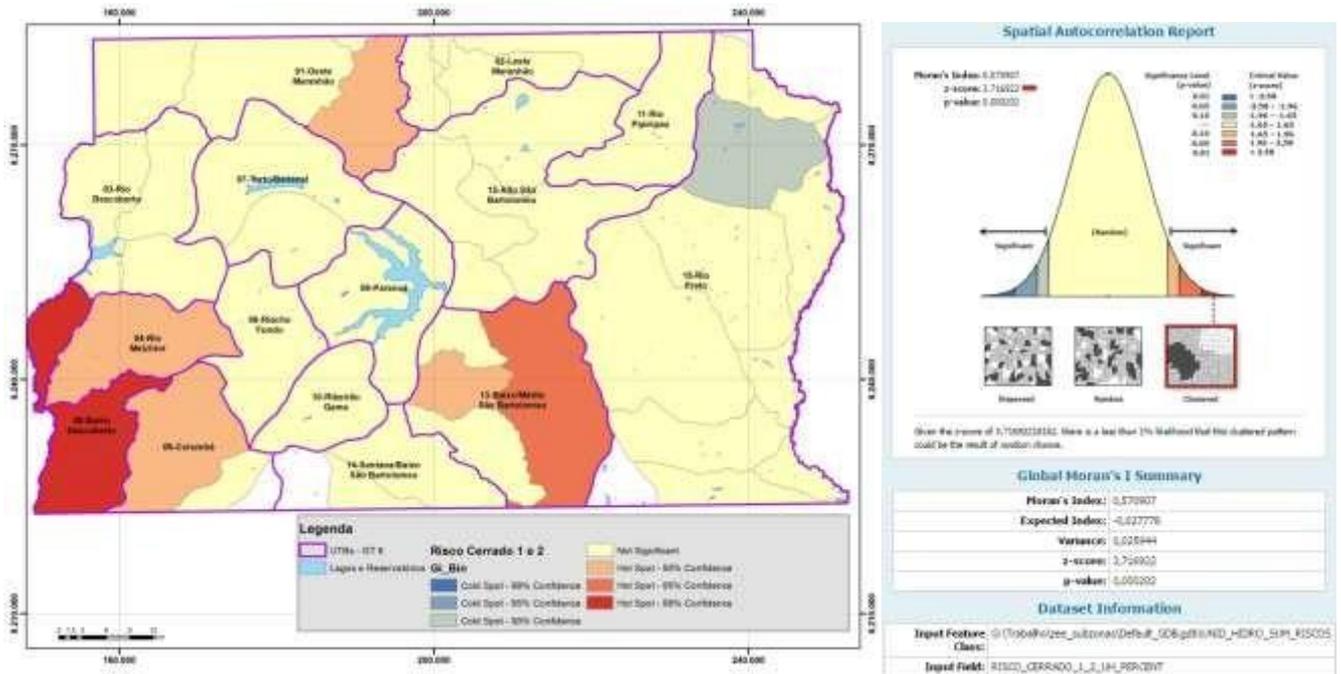


Figura 35 – Hot Spots de baixo risco de perda de cerrado.

Já as unidades hidrográficas com alto risco de perda de vegetação remanescentes de cerrado estão distribuídas em todo o território de forma padrão com exceção das UH Médio Rio Descoberto e Rio Melchior.

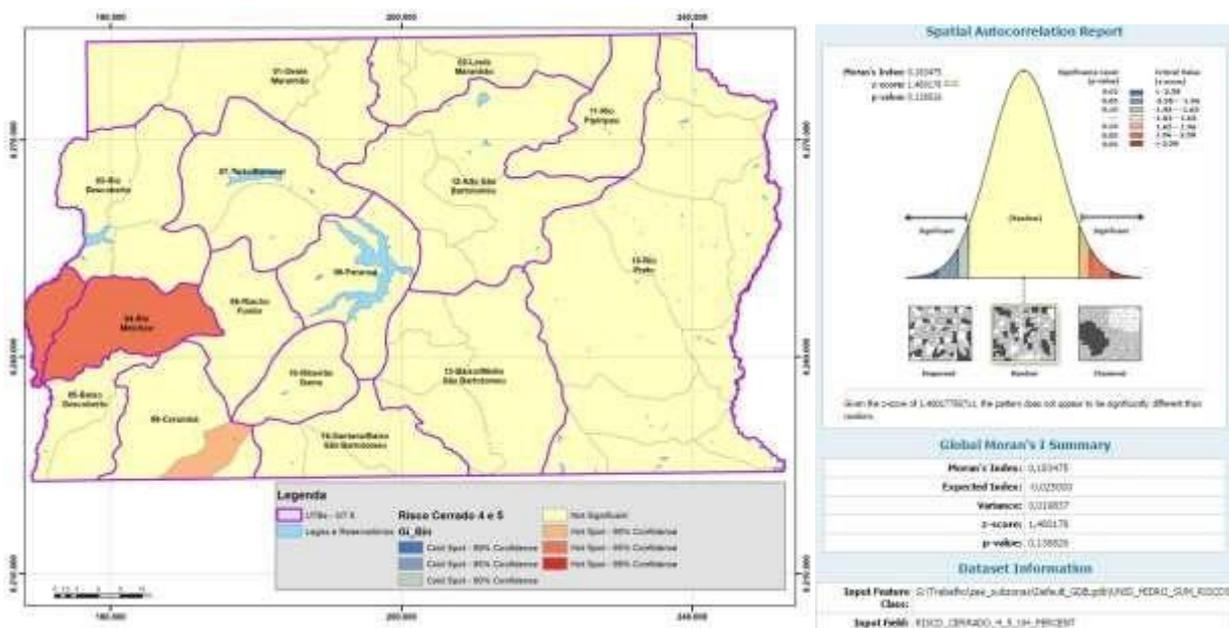


Figura 36 – Hot Spots de alto risco de perda de Cerrado.



Zonamento Ecológico-Econômico do Distrito Federal

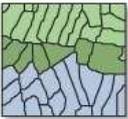
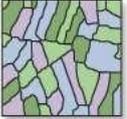
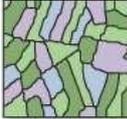
MATRIZ ECOLÓGICA

www.zee.df.gov.br

Observam-se situações bastante assimétricas do ponto de vista do risco de perda da vegetação nativa numa mesma UTB do desenho proposto, ou seja, esta não foi uma variável predominante na análise empreendida.

A análise de consistência de agrupamentos de Unidades Hidrográficas propostas nas 15 (quinze) Unidades Territoriais Básicas (UTB) da Matriz Ecológica do ZEE-DF foi empreendida em base à seguinte classificação:

Tabela 19 – Classificação dos resultados estatísticos para as análises.

A – Agregado	N – Não há diferença	D – Disperso
		

Os resultados estão apresentados abaixo.

Tabela 20 – Consistência dos agrupamentos de UH (UTB) propostas para o Distrito Federal em 2014.

UTB (2014)	Análise por Hot-spot (índice Gets Ord) - 2016						
	Risco erosão (Risco 3 e 5)	Risco Vegetação (Risco 4 e 5)	Risco Aquífero (Risco 3 e 5)	Risco Empilhado 01	Risco Empilhado 03	Risco Empilhado 02	Risco Empilhado 04
1 - Oeste Maranhão	A	N	D	N	A	N	A
2 - Leste Maranhão	A	N	N	N	A	N	A
3 - Rio Descoberto	N	N	N	N	N	N	N
4 - Rio Melchior	N	A	D	A	N	N	N
5 - Baixo Descoberto	A	N	D	A	D	N	N
6 - Corumbá	D	A	N	D	N	N	N
7 - Torto Bananal	N	N	N	N	A	N	N
8 - Riacho Fundo	N	N	N	N	A	N	N
9 - Paranoá	N	N	N	N	N	N	N
10 - Ribeirão Gama	N	N	N	N	N	N	N
11 - Rio Pipiripau	N	N	N	N	N	N	N
12 - Alto São Bartolomeu	N	N	N	N	A	N	A
13 - Médio/Baixo São Bartolomeu	A	N	D	N	N	N	N



Zonamento Ecológico-Econômico do Distrito Federal

MATRIZ ECOLÓGICA

www.zee.df.gov.br

14 Santana/Baixo São Bartolomeu	D	N	A	D	N	D	N
15 – Rio Preto	N	N	N	A	N	A	A

Legenda: A – Agregado, com consistência estatística.

N – Não há diferença.

D – Disperso, com consistência estatística.

Fonte: ZEE-DF (GT de Subzonas), 2016.

A ocorrência de (i) unidades hidrográficas com características híbridas, e (ii) distribuição equivalente das demais UH no território mostra que os agrupamentos propostos nas 15 (quinze) UTB não reflete a ocorrência e distribuição dos riscos ecológicos encontrados no território.

Observe-se uma consistência da ordem de 50% dos agrupamentos propostos para construção da 1ª proposta de UTB em 2014, o que indica a necessidade de aprimoramento da proposta de UTB, tendo por objetivo, explicitar os riscos ecológicos do território de forma a subsidiar as etapas posteriores do trabalho, particularmente a etapa de zonificação.

O grupo construiu uma Unidade de Gestão que incorporou a ação antrópica, com base na Unidade Hidrográfica, de forma a constituir-se uma entidade esta capaz de traduzir o somatório dos impactos antrópicos negativos. Ou seja, construiu-se um tipo de “*Unidade de Intervenção*”. No entanto, a Matriz Ecológica trata das características e dinâmicas ecológicas no território, a partir dos quatro riscos ecológicos, para integrar-se com o diagnóstico sócio econômico na construção das unidades de intervenção.

Nesta lógica de UTB como Unidade de Intervenção, o olhar aos impactos a montante no relevo passou a ser preponderante posto que traz em si o potencial de impactar porções mais baixas, até o corpo hídrico – caso não se faça gestão adequada. Houve, portanto, uma decisão de considerar o risco aos corpos hídricos superficiais como determinante na construção destas Unidades de Intervenção nominadas UTB. A UH do Rio Melchior, por exemplo, apresenta situações de riscos muito díspares internamente, ou seja, a ocorrência de riscos não é homogênea dentro da UH. No entanto, a proposta



Zoneamento Ecológico-Econômico do Distrito Federal

MATRIZ ECOLÓGICA

www.zee.df.gov.br

mantem-na no conceito de UTB, o que possibilita uma unidade de gestão objetiva do ponto de vista da prevenção dos riscos, particularmente àqueles relativos aos corpos hídricos superficiais.

Esta construção tem coerência e fundamentação, no entanto, não cumpre os requisitos metodológicos pois antecipa a etapa de Unidades de Intervenção. Ademais, deixa-se de considerar com igual força os demais riscos ecológicos.

5.3.3. A proposta final de UTB (2015-2016) – “os riscos ecológicos explicitados”

5.3.3.1. A Matriz Ecológica como uma etapa metodológica inicial do ZEE

A etapa de construção da Matriz Ecológica, na metodologia nacional do ZEE, possibilita verificar que os resultados produzidos são insumos para as etapas posteriores, consubstanciadas na etapa crítica de identificação da “*Situação Atual*” do ponto de vista ecológico. Da mesma forma, a Matriz socioeconômica possibilita a montagem do quadro situacional do ponto de vista humano. São os elementos chave de Diagnóstico, a partir do qual poder-se-á tomar decisões sobre o território, com foco em intervenção prática na forma de Unidades de Intervenção e, posteriormente, como zonas e subzonas. Desta forma, as UTB não se confundem com as Unidades de Intervenção ou mesmo com as Zonas ou subzonas.

Os trabalhos empreendidos passaram a buscar, nesta etapa metodológica, a construção de uma entidade geográfica que considere igualmente os quatro riscos ecológicos, com atributos ambientais suficientemente claros de sorte a diferenciá-la de seus vizinhos.

5.3.3.2. Resgate ao protagonismo dos Riscos Ecológicos no território

Partiu-se da hipótese de trabalho de que as **Unidades Territoriais Básicas (UTB) precisam traduzir os riscos ecológicos intrínsecos** – para além de cada uma das Unidades Hidrográficas, ou seja, mantendo-se explícitas no território, sob pena de não viabilizar os insumos à etapa de zonificação, além dos desdobramentos práticos para a gestão do território.



Zoneamento Ecológico-Econômico do Distrito Federal

MATRIZ ECOLÓGICA

www.zee.df.gov.br

Esta abordagem da composição dos riscos agrupados se traduzindo em unidades territoriais básicas aborda a gestão territorial a partir dos riscos, constituindo-se em fundamentação concreta para ações sobre o território. Desta forma, os trabalhos continuaram em busca por uma UTB distrital que preenchesse os requisitos metodológicos e de robustez técnica.

5.3.3.3. Proposta Final de UTB da Matriz Ecológica do ZEE-DF

5.3.3.3.1. Pressupostos para desenvolvimento do conceito de UTB

(...) reconhecer os sítios que possuem estrutura e funcionamento semelhantes.

MMA, 2006

Foram construídos quatro pressupostos utilizados para a construção das UTBs distritais:

I – As UTBs precisam ser **elementos facilitadores do diálogo sobre o território** pelos diferentes setores – É fundamental continuar o esforço de construção de pontes de diálogo entre os diversos setores do governo por meio da consolidação dos riscos ecológicos especializados como identificação das áreas mais desafiadoras do território (onde os diferentes setores precisam encontrar soluções) e não apenas mapas do “não pode”;

II – As UTBs precisam se constituir em **um ente geográfico capaz de representar os sítios que possuem atributos ambientais, estrutura, funcionamento e riscos semelhantes**, de sorte a diferenciá-la de seus vizinhos;

III – As UTBs precisam **comunicar igualmente os diferentes aspectos da infraestrutura ecológica** através da especificidade de cada um destes sítios, de um modo a ser útil para os diferentes setores do governo e da sociedade, sem privilegiar um em detrimento de outros;

IV – As UTBs precisam **explicitar os Riscos Ecológicos** pois este é um elemento novo para o planejamento e gestão territoriais no DF.



Zoneamento Ecológico-Econômico do Distrito Federal

MATRIZ ECOLÓGICA

www.zee.df.gov.br

5.3.3.2. Metodologia para construção das UTB

Nesta fase dos trabalhos, partiu-se para uma análise mais detida dos riscos ecológicos. Estes estão expressos em 4 (quatro) mapas de risco tendo uma graduação de 5 (cinco) níveis de risco cada um.

Assumimos que os riscos ecológicos evidenciam aspectos específicos da infraestrutura ecológica de um dado local. Eles podem ser considerados representações temáticas ou “aproximações” desta infraestrutura ecológica complexa.

Desta forma, além das Unidades Hidrográficas, os riscos ecológicos podem e devem ter papel central na concepção das UTBs, considerando que apresentam homogeneidade na ocorrência de riscos altos e muito altos e que esta homogeneidade de riscos e deve possibilitar tratamentos distintos do ponto de vista do uso do território.

Se explicitar os **Riscos Ecológicos permite uma aproximação da infraestrutura ecológica**, assumimos que a **compreensão destes riscos pode trazer benefícios em antecipar custos para o Estado na sua estratégia de ocupação**. Em outras palavras, uma porção do território com um risco alto e muito alto pode e deve ter custo para ocupação e aporte de infraestrutura distinto e neste caso menor, do que a ocorrência simultânea de dois, três ou quatro riscos altos e muito altos. Neste último caso, **além de mais cara, a ocupação tende a ser mais complexa, para dar conta de riscos altos distintos e de alta intensidade**. Desta forma, assumimos que **os riscos ecológicos são elementos centrais para o planejamento e gestão territoriais**.

Fizemos hipótese de que explicitar a ocorrência dos riscos em intensidades mais críticas (alta e muito alta) de tipologias diferentes, poderia mudar a forma de ver e se apropriar do território. E por serem “capazes” de comunicar aos diversos setores a Matriz Ecológica, os riscos ecológicos construídos devem estar explicitados nas UTBs e devem ser a base para os demais procedimentos metodológicos da zonificação.



Zoneamento Ecológico-Econômico do Distrito Federal

MATRIZ ECOLÓGICA

www.zee.df.gov.br

Esta abordagem apresenta desafios metodológicos para integração dos diferentes riscos. As formas tradicionais de integração são geralmente a forma visual ou por meio de álgebra de mapas. Ambas apresentam prós e contras.

Os desafios para a construção das UTBs foram de três naturezas:

- ***1 – Como a informação gerada na forma de mapa pode ser reconhecida por todos como “verdadeira” representação do DF e por isto ser útil para o planejamento e gestão nas suas mais diversas abordagens ?***

A primeira e maior dificuldade é a de saber o que explicitar ou para quem a informação será útil. Neste caso, não queremos aplicar uma álgebra de mapa que utilize pesos para algumas variáveis em detrimento de outras se isto for acarretar um resultado que não é compreendido ou aceito como efetiva realidade, por todos os setores.

Neste sentido, foram feitos diversos exercícios para a construção do mapa de UTB. Foram feitas inúmeras tentativas de integração dos riscos, por meio da álgebra de mapas, cujos resultados não foram reconhecidos pelo conjunto de profissionais que compunham a Comissão Distrital de Acompanhamento (2011-2012). Compreendeu-se então que ponderar os riscos ecológicos priorizando um em relação a outro(s) depende do que se quer mostrar. Ou seja, o mapa de risco de perda de solo por erosão, que traz consigo a declividade, é um elemento crítico para aporte de infraestrutura e processos construtivos em geral, mas que não é o foco principal de quem está trabalhando com quantidade e qualidade de águas, cuja preocupação pode estar centrada na manutenção de permeabilidade do solo para assegurar a recarga por um lado e os riscos de potencial contaminação do subsolo. Outros têm foco na preservação do Cerrado nativo. Cada um destes tem motivos e motivação para que seu olhar prevaleça e seja o elemento predominante na construção do mapa final.

No entanto, privilegiando-se um em detrimento de outro, restringe-se a possibilidade de aplicação do mapa resultante de UTBs de forma mais universal, posto que a ponderação utilizada não possibilita o atendimento a todos e por isto, o mapa passa a expressar um território agora “desconhecido”, e assim este não é reconhecido e aceito.



Zoneamento Ecológico-Econômico do Distrito Federal

MATRIZ ECOLÓGICA

www.zee.df.gov.br

Todos aqueles argumentos são legítimos. A questão central passou a ser então a “não ponderação” (instituição de pesos) como condição para que o mapa resultante seja reconhecido e validado ao mesmo tempo em que possibilite ampliar os olhares sobre o território e não restringí-los.

- ***II – Para efeito de aumentar a compreensão dos riscos ecológicos e assim maximizar sua adoção pelos diversos setores de planejamento e gestão, o que seria mais útil: apresentar os riscos mais baixos ou mais altos ?***

Após inúmeros debates, ficou compreendido que o mapa de UTBs deve apresentar os níveis mais altos de risco ecológico no território, uma vez que não se trata do mapa do “não pode”. Nos riscos mais altos residem os desafios urgentes para embasar as estratégias de uso e ocupação do solo. Estes desafios estão relacionados aos custos no curto, médio e longo prazos para a sociedade e o Estado. Assume-se, portanto, que o “não endereçamento” dos riscos ecológicos nas estratégias e nos projetos leva a um padrão de ocupação e uso aparentemente coerente, mas que irá acarretar impactos negativos importantes nos níveis local, da unidade hidrográfica, bacia hidrográfica ou mesmo em todo o DF. Isto é válido, por exemplo, quando ao observar o padrão de ocupação humana na porção sudoeste do DF, com taxas muito altas de impermeabilização em área prioritária de recarga de aquíferos, à exemplo de Taguatinga, Ceilândia, entre outros. Ou seja, estabelecer barreiras físicas ao retorno da água aos aquíferos, em grandes extensões certamente terá impacto negativo no futuro. Existem soluções relacionadas aos padrões urbanos ou morfologia urbana que endereçam estes desafios.

O elemento pedagógico neste caso é compreender que naquele sítio existe um ou mais riscos alto ou muito alto e que o projeto de ocupação deve trazer soluções para evitar, reduzir e/ou mitigar as externalidades negativas que dali advirão.

Esta abordagem se consubstancia com base no Princípio da Precaução. Desta forma, ao explicitar riscos ecológicos altos e muito altos busca-se explicitar os elementos cuja intervenção pode resultar em impactos negativos importantes, e que a ação sobre este território precisa de fundamentação técnica e soluções inclusive ao nível de projeto.



Zoneamento Ecológico-Econômico do Distrito Federal

MATRIZ ECOLÓGICA

www.zee.df.gov.br

Por este motivo, decidiu-se por construir as UTBs a partir da articulação dos níveis mais críticos de riscos ecológicos, sem prejuízo à utilização de cada um dos mapas individuais ou mesmo de novas análises buscando as áreas com menos intensidade de riscos, ou seja, mais propícias ao uso e ocupação.

- **III – Qual o método para a construção das UTBs, assumindo-se a necessidade de:**
 - ***maior acuidade no resultado (portanto mais do que o método visual);***
 - ***a não-valorização entre os riscos, ou seja a “não instituição de pesos” entre os riscos ecológicos (ou seja, a não adoção per si da álgebra de mapas) e,***
 - ***a explicitação dos níveis mais altos de riscos ecológicos.***

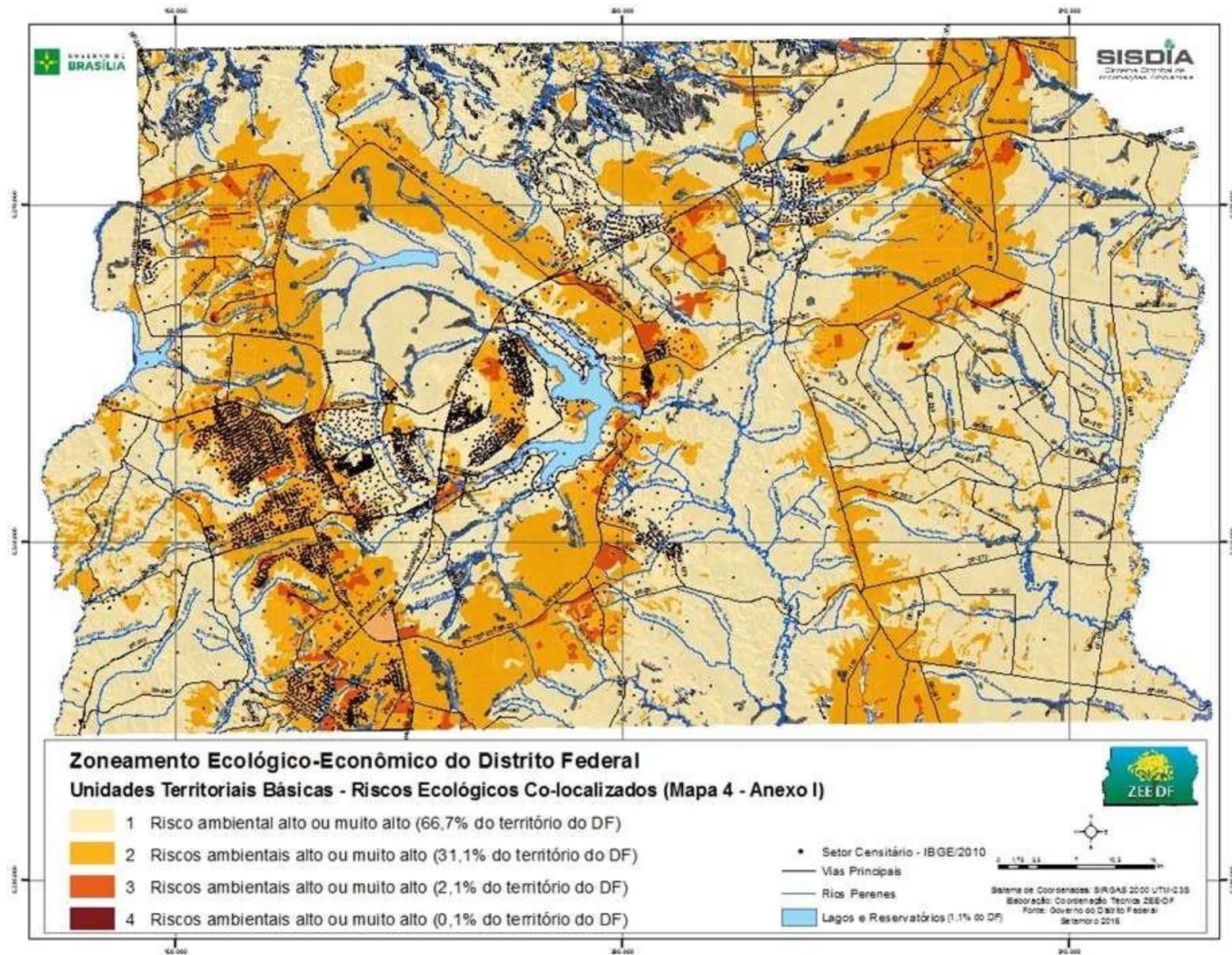
Fizemos hipótese de que a colocalização destes riscos ecológicos (altos e muito altos) permitiria a observância de padrões de risco no território, atendendo aos pressupostos acima. Em outras palavras, testou-se a sobreposição dos riscos utilizando técnica simples de “*empilhamento*” das camadas de informação dos riscos alto e muito alto.

Foram realizados procedimentos de correção topológica necessários para que não ocorresse dupla contagem de área em relação aos riscos.

O mapa síntese foi denominado “*mapa de UTBs*” ou “*mapa de riscos ecológicos colocalizados*”. Este mapa está apresentado à escala 1:100.000 posto que os mapas de risco ecológico, base para este mapa final, estão naquela escala.

5.3.3.3. Resultados: o DF apresenta variações de riscos ecológicos em tipologia, intensidade e distribuição geográfica.

O mapa síntese das UTBs está apresentado abaixo:



Fonte: ZEE-DF, 2015.

Figura 37 – “UTBs do Distrito Federal” ou “Riscos Ecológicos Co-localizados do DF” (proposta final).

Os resultados mostram uma ocorrência diferenciada em termos de colocalização de riscos altos e muito altos.

Tabela 21 – Ocorrência de riscos ecológicos altos e muito altos colocalizados.

Ocorrência	% de área do DF	Identificação
Só um risco ecológico alto e muito alto	66,7 %	
Dois riscos ecológicos (alto e muito alto) colocalizados	31,1 %	
Três riscos ecológicos (alto e muito alto) colocalizados	2,1 %	○
Quatro riscos ecológicos (alto e muito alto) colocalizados	0,1 %	○
Total	100,0 %	○

Fonte: ZEE-DF, 2015.

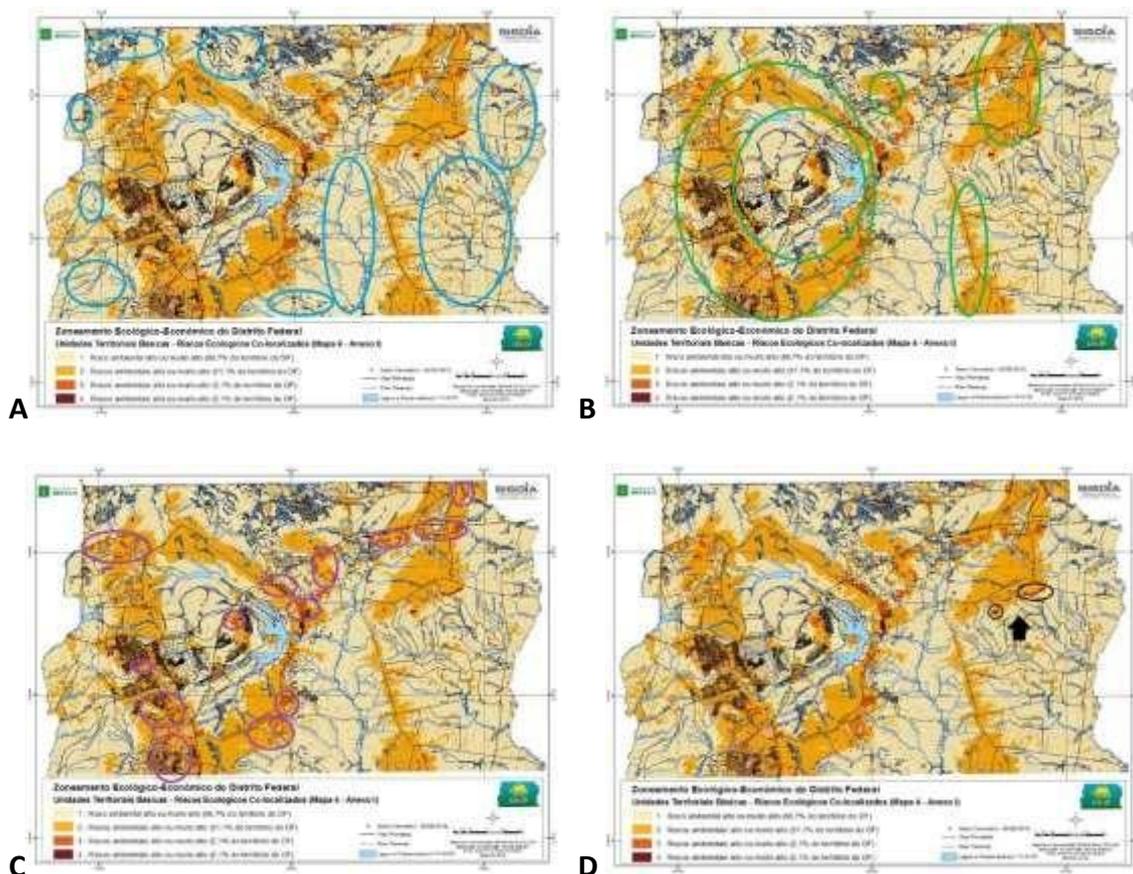


Figura 38 – Distribuição de riscos ecológicos altos e muito co-localizados no Distrito Federal
 Fonte: ZEE-DF, 2015.



Zonamento Ecológico-Econômico do Distrito Federal

MATRIZ ECOLÓGICA

www.zee.df.gov.br

Mais da metade (66,7%) de todo Distrito Federal apresenta um risco ecológico alto ou muito alto. Isto representa grandes possibilidades para a gestão em vista da necessidade de endereçar aspectos mais específicos no território, ou seja, ou trata-se de risco de erosão, ou de recarga, ou de contaminação ou de perda de cerrado (figura x – A).

Um terço do território (31,1%) demanda gestão simultânea de dois riscos ecológicos altos e muito altos. Existe um anel de recarga de aquífero nos limites da Bacia do Lado Paranoá que representa cerca de 25% do território, além de áreas atualmente rurais entre Sobradinho e Planaltina, na sub bacia do Pípiripau e nos limites leste da Bacia do Rio São Bartolomeu com a Bacia do Rio Preto (figura x – B).

A ocorrência de um risco ou simultaneamente de dois riscos representa quase a totalidade de todo o Distrito Federal (97,8 %).

As áreas de maior criticidade são aquelas com ocorrência simultaneamente de três ou quatro riscos ecológicos altos e muito altos. Estas representam apenas 2,2% do total do DF (figura x – C e D).

Observe-se que dentro de cada tipo de mapa de risco, as classes alto e muito alto risco ecológico foram selecionadas. Passou-se a uma análise topológica para eliminar dupla contagem de áreas que acontecem em análise de classes agrupadas. E destas, foram descontadas áreas do território que correspondem a lagos, rios entre outros, de modo que o total de áreas de risco não correspondem a 100% do DF. De fato, quase 92% do território tem pelo menos 1 tipo de risco alto e muito alto e 8% do território não possui nenhum risco alto ou muito alto.

Do ponto de vista do planejamento territorial, resguardadas as Unidades de Conservação, há que se ter foco na ocorrência dos dois riscos simultâneos, posto que a porção sudeste do principal anel de recarga do DF é objeto de expansão urbana segundo o Plano Diretor de Ordenamento Territorial do DF (PDOT) e as Diretrizes Urbanísticas (DIUR) decorrentes, elaboradas pela SEGETH. Em que pese considerar relevo (e erosão), não consideram em sua formulação, o risco ao ciclo da água.

Neste sentido, destacam-se para a gestão mais acurada, as áreas urbanas sobre o anel principal de recarga sobre os limites da Bacia Hidrográfica do Lago Paranoá, a porção rural entre Sobradinho e Planaltina, a região do Pípiripau (rural) e os limites da Bacia Hidrográfica do Rio Preto (rural). São áreas



Zoneamento Ecológico-Econômico do Distrito Federal

MATRIZ ECOLÓGICA

www.zee.df.gov.br

que somam 31% do território e que precisam comparecer no Zoneamento Final com um tratamento adequado em termos de subzonas e de diretrizes.

Há que se **assegurar compatibilidade entre os instrumentos, conforme preconizado na Lei Orgânica do DF e da observância das diretrizes e zoneamento do ZEE-DF na revisão do PDOT.**

O **ZEE-DF elevou a água a um patamar estratégico para o planejamento e gestão territoriais** e este **elemento precisa ser aprofundado nos instrumentos de ordenamento territorial e urbanístico**, sob pena de agudizarmos problemas que se vislumbram estruturais, tais como a crise hídrica. Desta forma, a internalização dos mapas de risco ecológico, além do risco de perda de solo por erosão (relevo) é fundamental tanto para o PDOT, para as DIUR e para legislações como Lei de Uso e Ocupação do Solo (LUOS).

Neste sentido, a revisão do PDOT e das DIUR deve considerar:

- O ciclo da água nos termos do zoneamento instituído no ZEE-DF;
- Os mapas de risco ecológico, nos termos do zoneamento instituído no ZEE-DF;
- Estabelecer indicadores de monitoramento de cada um destes instrumentos, inclusive referente ao impacto ao ciclo da água no território.

6. Corredores Ecológicos e Áreas Prioritárias para Conservação do Cerrado no DF

6.1. O que já se conhece no DF

O Distrito Federal é a Unidade da Federação com maior percentual de território protegido, através de diversas categorias estabelecidas no SNUC. Excetuando-se as zonas urbanas consolidadas, o território está regido por regulamentações advindas de diversas Unidades de Conservação, especialmente a Área de Proteção Ambiental – APA, seja com gestão federal, seja distrital. No entanto, esta situação não se reflete em baixos impactos ambientais no território, conforme debatido abaixo.

Em que pese o universo extenso de dados e informações sobre o Distrito Federal, estes não são facilmente encontrados devido à pulverização de dados e informações em diversas instituições. Estes



Zoneamento Ecológico-Econômico do Distrito Federal

MATRIZ ECOLÓGICA

www.zee.df.gov.br

passarão a estar organizados e disponibilizados de forma pública, com o advento do ZEE-DF e a instituição da infraestrutura de dados espaciais temática ambiental (IDE-A) denominada SISDIA.

6.1.1. Áreas Protegidas no DF

O Sistema Nacional de Unidades de Conservação, instituído por lei federal nº 9.985/2.000, reúne o conjunto de unidades de conservação federais, estaduais e municipais no Brasil. É composto por 12 (doze) categorias de UC, as quais apresentam diferenças nos objetivos específicos, na forma de proteção e nos usos permitidos (MMA, 2017a).

O sistema nacional foi concebido de forma a potencializar o papel das UC, de sorte a garantir adequada representação no território nacional de populações, habitats e ecossistemas, por meio de amostras significativas e ecologicamente viáveis.

O Distrito Federal instituiu o Sistema Distrital de Unidades de Conservação em lei complementar distrital em 22 de julho de 2010. Ademais, esta lei regulamenta o artigo 279 da Constituição (incisos I, III, IV, XIV, XVI, XIX, XXI, XXII) bem como o artigo 281 da Lei Orgânica do Distrito Federal.

O conjunto de objetivos definidos na lei federal, juntamente com os objetivos da lei distrital, foram o ponto de partida para a construção de uma proposta de Corredores Ecológicos no Distrito Federal.

São objetivos do SNUC:

- *Contribuir para a conservação das variedades de espécies biológicas e dos recursos genéticos no território nacional e nas águas jurisdicionais;*
- *Proteger as espécies ameaçadas de extinção;*
- *Contribuir para a preservação e a restauração da diversidade de ecossistemas naturais;*
- *Promover o desenvolvimento sustentável a partir dos recursos naturais;*
- *Promover a utilização dos princípios e práticas de conservação da natureza no processo de desenvolvimento;*
- *Proteger paisagens naturais e pouco alteradas de notável beleza cênica;*
- *Proteger as características relevantes de natureza geológica, morfológica, geomorfológica, espeleológica, arqueológica, paleontológica e cultural;*



Zoneamento Ecológico-Econômico do Distrito Federal

MATRIZ ECOLÓGICA

www.zee.df.gov.br

- *Recuperar ou restaurar ecossistemas degradados;*
- *Proporcionar meio e incentivos para atividades de pesquisa científica, estudos e monitoramento ambiental;*
- *Valorizar econômica e socialmente a diversidade biológica;*
- *Favorecer condições e promover a educação e a interpretação ambiental e a recreação em contato com a natureza; e*
- *Proteger os recursos naturais necessários à subsistência de populações tradicionais, respeitando e valorizando seu conhecimento e sua cultura e promovendo-as social e economicamente.*

MMA, 2017b.

São objetivos do SDUC:

I – contribuir para a manutenção da diversidade biológica e dos recursos genéticos no território do Distrito Federal;

II – contribuir para a preservação e restauração da diversidade de ecossistemas naturais;

III – disciplinar a criação, implantação, alteração e gestão das unidades de conservação no Distrito Federal;

IV – favorecer condições e promover a educação e interpretação ambiental, a recreação em contato com a natureza e o turismo ecológico;

V – promover a utilização dos princípios e práticas de conservação da natureza no processo de desenvolvimento;

VI – promover o desenvolvimento sustentável a partir dos recursos naturais;

VII – promover a participação da sociedade na implantação e gestão das unidades de conservação;

VIII – proporcionar meios e incentivos para atividades de pesquisa científica, estudos e monitoramento ambiental;

IX – proteger as características relevantes de natureza geológica, geomorfológica, espeleológica, arqueológica, paleontológica, paisagística e cultural;

X – proteger as espécies ameaçadas de extinção no Cerrado;

XI – proteger e recuperar recursos hídricos e edáficos;

XII – proteger os recursos naturais necessários à subsistência da população local;

XIII – proteger paisagens naturais e pouco alteradas de notável beleza cênica;

XIV – recuperar ou restaurar ecossistemas degradados;

XV – valorizar econômica, cultural e socialmente a diversidade biológica.

Lei complementar distrital nº 827 (22/07/2010).



Zoneamento Ecológico-Econômico do Distrito Federal

MATRIZ ECOLÓGICA

www.zee.df.gov.br

A existência de diversos instrumentos legais incidindo no território motivou a equipe formuladora a buscar a articulação e interligação destes instrumentos em prol da Conservação do Cerrado, em seu sentido amplo.

6.1.2. Conectores Ambientais no DF

Os conectores ambientais são definidos como:

(...) porções de ecossistemas naturais, parques e equipamentos urbanos como vias públicas, calçadas, canteiros centrais, praças e playgrounds, providos de arborização e áreas verdes, utilizados como elementos de conexão entre espaços naturais preservados e demais unidades de conservação e áreas protegidas, possibilitando maior fluxo genético entre as espécies vegetais e o trânsito da fauna local.

PDOT (2009), GT-5/ZEE-DF (2012)

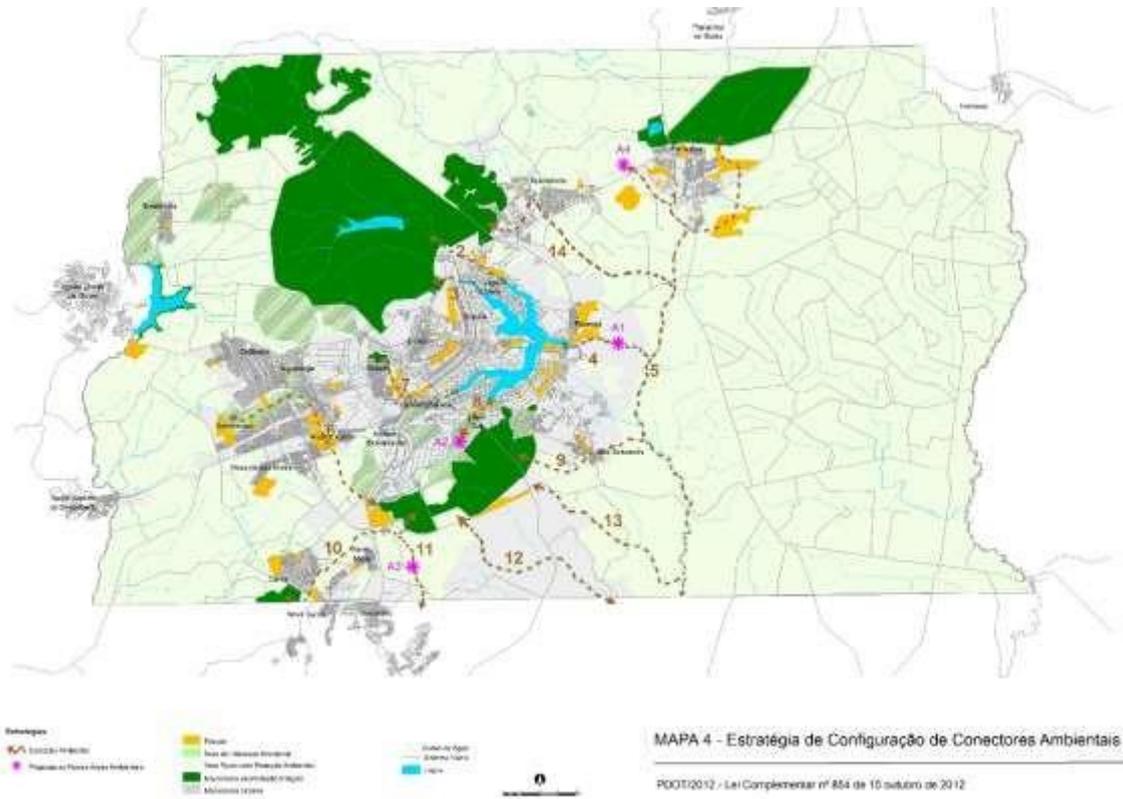
Este conceito tem como pressuposto o “fomento ao pertencimento” como estratégia de ampliar as possibilidades para viabilizar a manutenção e conservação de áreas naturais e de alguma forma consta do Plano Diretor de Ordenamento Territorial vigente, instituído pela lei distrital nº 803/2009 (atualizada pela lei nº 854/2012). Em que pese apresentado, o conceito de Conectores Ambientais não apresenta a amplitude contida no conceito de Corredores Ecológicos para o DF.



Zoneamento Ecológico-Econômico do Distrito Federal

MATRIZ ECOLÓGICA

www.zee.df.gov.br



Fonte: PDOT (2012) – mapa 4.

Figura 39 – Estratégia de Configuração de Conectores Ambientais do PDOT-DF.

Observe-se que a configuração apresentada integra áreas protegidas com áreas rurais e áreas urbanas.

6.1.3. A Reserva da Biosfera do Cerrado

As Reservas da Biosfera constituem

(...) um instrumento de conservação que favorece a descoberta de soluções para problemas como o desmatamento das florestas tropicais, a desertificação, a poluição atmosférica, o efeito estufa, entre outros.

MMA, 2017 d.

São áreas terrestres ou marinhas do Planeta de excepcional significado ambiental e social, que são declaradas pela UNESCO, por meio de seu Programa MAB – O Homem e a Biosfera. Elas constituem:



Zonamento Ecológico-Econômico do Distrito Federal

MATRIZ ECOLÓGICA

www.zee.df.gov.br

(...) um modelo, adotado internacionalmente, de gestão integrada, participativa e sustentável dos recursos naturais.

MMA, 2017 c.

(...) áreas de ambientes marinhos ou terrestres, representativos, reconhecidos internacionalmente pelo seu valor para a conservação ambiental e para o provimento do conhecimento científico, da experiência e dos valores humanos com vistas à promoção do desenvolvimento sustentável.

Unesco, 2000.

Atualmente existem mais de 550 reservas em cerca de 110 países, cobrindo área superior a 250 milhões de hectares.



Fonte: www.rbma.org.br/mab/unesco_03_rb_cerrado.asp

Figura 40: Reservas da Biosfera no mundo.

As Reservas da Biosfera possuem uma estrutura comum, lastreada e um zoneamento tríplice contendo área núcleo, zona de amortecimento e zona de transição. A área núcleo é constituída por UC de Proteção Integral e por esta razão apresentam perímetro definido. Esta área tem função primeira de preservação da biodiversidade. Ao redor da área núcleo está a zona de amortecimento, com função de reduzir as pressões e impactos sobre estes núcleos. Correspondem geralmente a Áreas de Proteção de Mananciais (APM), Áreas de Proteção Ambiental (APA) e regiões de interesse ambiental. A zona de transição está situada à faixa contigua à zona de amortecimento e tem foco principal no monitoramento e educação ambiental. Sua delimitação é atualizada periodicamente em função das dinâmicas socioeconômicas. Observe-se que, à exceção da área núcleo, existe presença humana nas duas zonas.



Zoneamento Ecológico-Econômico do Distrito Federal

MATRIZ ECOLÓGICA

www.zee.df.gov.br



Fonte: Doyle, 2009.

Figura 41: Estrutura comum de uma Reserva da Biosfera.

No Brasil, desde 1992 a 2005, foram instituídas 7 (sete) RB no Brasil, cuja implantação ainda está em curso. A Reserva da Biosfera do Cerrado (RBC) foi criada em 1993 e envolve 5 (cinco) Unidades da Federação: DF, GO, TO, MA e PI, em um total de 29,653 milhões de hectares. A implantação da RBC foi planejada em três fases, das quais a fase I, com implantação no Distrito Federal. A fase II corresponde à implantação no Estado de Goiás e as fase III, nos estados de Tocantins, Piauí e Maranhão.

A Lei distrital nº 742, de 26 de julho de 1994, institucionalizou a Reserva da Biosfera do Cerrado no Distrito Federal, cuja área corresponde a área de cerca de 230.000 hectares (40% do território). Segundo a lei distrital:

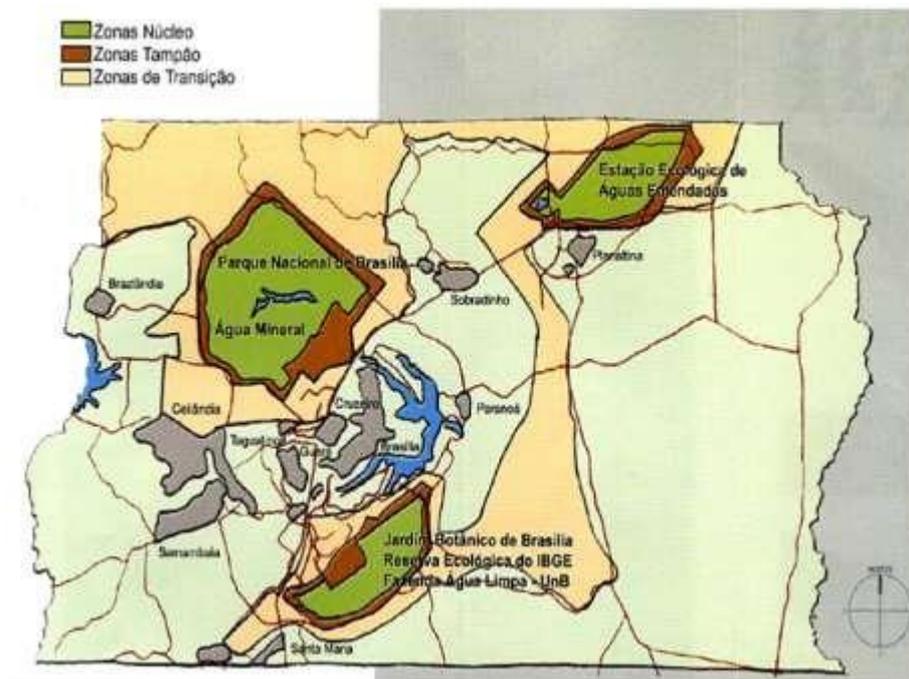
- ✓ Área Núcleo: Parque Nacional de Brasília, Estação Ecológica de Águas Emendadas, Jardim Botânico de Brasília, Reserva Ecológica do IBGE e Fazenda Água Limpa da Universidade de Brasília. Todas são unidades de conservação de proteção integral;
- ✓ Zonas de Amortecimento e Zonas de Transição: as Zonas de Transição localizam-se na área compreendida em um raio de três quilômetros em torno da área núcleo. As zonas de transição teriam seus limites definidos a partir de estudos posteriores, em um prazo de 80 dias, medida que não se concretizou. Essas zonas são constituídas pelas Áreas de Proteção Ambiental: da Bacia do Rio São Bartolomeu; da Bacia do Rio Descoberto; da Bacia dos Córregos do Gama e Cabeça de Veado, e de Cafuringa.



Zoneamento Ecológico-Econômico do Distrito Federal

MATRIZ ECOLÓGICA

www.zee.df.gov.br



Fonte: Doyle, 2009.

Figura 42: Reserva da Biosfera do Cerrado no Distrito Federal.

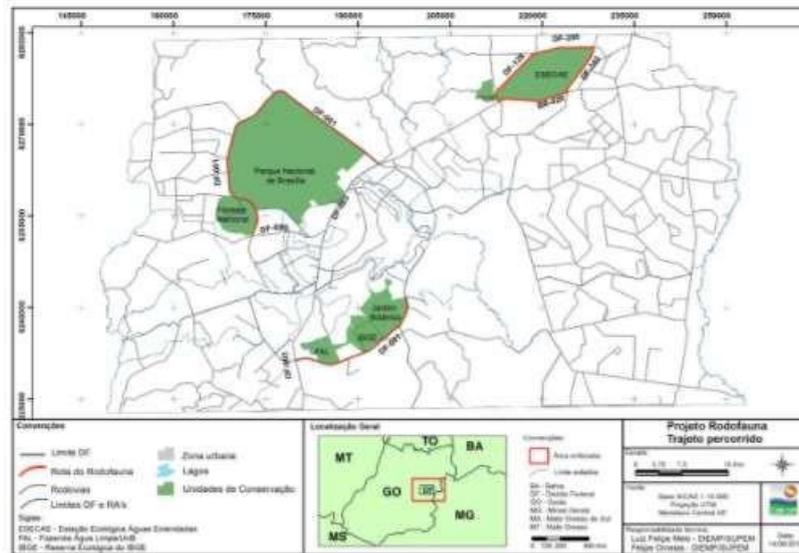
Em que pese sua criação formal, o conselho gestor e a secretaria executiva apresentam atuação com maior e menor dinamismo e é importante recomendar a reativação e consolidação da atuação do Conselho Gestor para que a RBC no DF seja cada vez mais um instrumento efetivo de gestão para a conservação e para uso sustentável do Bioma Cerrado.

6.1.4. O Monitoramento de Atropelamento de Fauna no DF

Desde 2010, o IBRAM desenvolve o projeto Rodofauna com vistas a monitorar o impacto ambiental de atropelamentos sobre a fauna silvestre, registrando e georreferenciando os animais atropelados ao longo das Zonas Núcleo da Reserva da Biosfera do Cerrado. A identificação dos pontos críticos de acidentes permite direcionar medidas preventivas, promovendo ações e estratégias conservacionistas e educativas.



Zonamento Ecológico-Econômico do Distrito Federal
MATRIZ ECOLÓGICA
www.zee.df.gov.br



Fonte: IBRAM, 2015.

Figura 43 – Trajetos percorridos pelo Rodofauna no DF.

Ao avaliar os padrões espaciais e temporais de atropelamento nas rodovias e identificar os locais (*hotspots*) e períodos (*hot-moments*) com elevado número de colisões, construiu-se uma ferramenta para identificar áreas prioritárias para implementação de medidas mitigadoras.

Os atropelamentos estão concentrados em determinados pontos da estrada os quais não se modificam ao longo dos anos. Desta forma, o endereçamento destes pontos representa maiores resultados e menores gastos ao longo do tempo. Os resultados constam dos estudos sobre os padrões de agregação espacial e temporal de atropelamentos de fauna, disponibilizados pelo sitio eletrônico do IBRAM no seguinte endereço: <http://www.ibram.df.gov.br/component/content/article/261.html>.

Os trabalhos estão consubstanciados entre outros, em trabalhos de pesquisas realizadas e de pós-graduação no Departamento de Ecologia da Universidade de Brasília (UnB), disponível no referido endereço eletrônico (Santos, 2011; 2017). Nestes trabalhos há identificação de *hotspots* que se mantêm na mesma localização por ao menos cinco anos (Santos, 2017).



Zoneamento Ecológico-Econômico do Distrito Federal

MATRIZ ECOLÓGICA

www.zee.df.gov.br

Corredores ecológicos: porções de ecossistemas naturais ou seminaturais, ligando unidades de conservação, que possibilitam entre elas o fluxo de genes e o movimento da biota, facilitando a dispersão de espécies e a recolonização de áreas degradadas, bem como a manutenção de populações que demandam para sua sobrevivência áreas com extensão maior do que aquela das unidades individuais (artigo 2º inciso XIX).

Para amalgamar o conceito de Corredores Ecológicos adaptado às condições do Distrito Federal, partiu-se do conceito instituído no SNUC, que condiciona a ligação entre Unidades de Conservação, buscando alternativas para assegurar a máxima conservação do Cerrado. Deste feito, considerando as dinâmicas ecológicas, socioeconômicas e de uso do solo, o grupo ampliou o conceito original conforme abaixo:

Corredores ecológicos do DF: *Porções de ecossistemas com permeabilidade ecológica, com objetivo de garantir a manutenção de populações de flora e fauna nativa, facilitando a dispersão de espécies nativas, a recolonização e regeneração de áreas degradadas, bem como a sustentabilidade dos recursos hídricos.*

A proposta de Corredores Ecológicos foi formulada a partir de um conceito central, qual seja, de *permeabilidade ecológica*, que está baseado nos fundamentos de Ecologia da Paisagem (Risser *et al.*, 1984). Este conceito também é adotado em outros países.

Permeabilidade Ecológica:

- *o grau de facilidade ou dificuldade do deslocamento de algumas espécies entre fragmentos florestais, sejam remanescentes nativos ou com algum grau de antropização; ou*
- *o grau de resistência que a matriz da paisagem oferece ao deslocamento dos organismos entre as diferentes unidades de habitat.*

ZEE-DF, GT-5, 2013

Esta permeabilidade ecológica implica na adoção de um “*gradiente ecológico*” onde em uma extremidade, a permeabilidade ecológica está inviabilizada, como no caso de cidades densas e sem sistema de áreas verdes intraurbanos, e no outra, a permeabilidade é plena, como em um ambiente natural que não esteja sob pressão antrópica.



Zoneamento Ecológico-Econômico do Distrito Federal

MATRIZ ECOLÓGICA

www.zee.df.gov.br

A conceituação para a modelagem de corredores ecológicos no Distrito Federal evoluiu, ademais, para os conceitos de *Conectores Ambientais* e *Rede de Trilhas e Roteiros*.

Conectores Ambientais: *Porções de ecossistemas naturais, parques e equipamentos urbanos como vias públicas, calçadas, canteiros centrais, praças e playgrounds, providos de arborização e áreas verdes, utilizados como elementos de conexão entre espaços naturais preservados e demais unidades de conservação e áreas protegidas, possibilitando maior fluxo genético entre as espécies vegetais e o trânsito da fauna local.*

PDOT, 2009.

Os conectores foram instituídos no Plano Diretor de Ordenamento Territorial (PDOT) vigente. Este conceito foi adotado, pelo G5, como uma das ferramentas de integração do território, buscando a convergência dos instrumentos em prol da conservação do Cerrado no DF.

*A Rede de Trilhas e Roteiros compreende porções do território, de beleza cênica e importância ecológica onde ocorrem o fluxo de flora e fauna e atividades de caminhadas, ciclismo, *mountain bike*, caminhos religiosos, circuitos esportivos e culturais que servirão de ferramenta de apoio para divulgação do Corredor Ecológico e seus objetivos com a função principal de informar e fomentar o sentimento de pertencimento da sociedade às questões ambientais do Distrito Federal.*

ZEE-DF, GT-5, 2013.

Os seguintes pressupostos estão na base do conceito de Corredores Ecológicos adotado para o DF:

- ✓ A necessidade de articular e integrar conceitos presentes no marco legal vigente, inclusive territorial, que promovam o Cerrado;
- ✓ A necessidade de contemplar e expressar funções ecológicas e seus serviços ambientais e as funções socioambientais;
- ✓ O “fomento ao pertencimento” pode e deve aumentar as possibilidades efetivas de manutenção, preservação, conservação e recuperação de áreas naturais.

O “fomento ao pertencimento” adotado como pressuposto está referenciado em experiências internacionais. Esta abordagem integrada coloca o ser humano como protagonista e responsável na



Zoneamento Ecológico-Econômico do Distrito Federal

MATRIZ ECOLÓGICA

www.zee.df.gov.br

conservação ambiental, não sendo portanto apenas uma responsabilidade de Estado, para conexão de Unidades de Conservação, mas de maneira mais ampla, da promoção do Cerrado, onde este estiver, de sorte a integrar a rede de corredores ecológicos.

6.2.1. Objetivos dos Corredores Ecológicos do DF

Os trabalhos buscaram avançar para detalhar o propósito dos Corredores Ecológicos no DF. Os objetivos traçados para estes são:

- I – garantir a conexão ecológica e funcional das paisagens de interesse biológico, histórico-cultural, cênico ou visual;
- II - incentivar a gestão integrada do conjunto de unidades de conservação;
- III - compatibilizar o desenvolvimento social e econômico com a proteção das paisagens e ecossistemas;
- IV – manter maciços vegetais representativos do bioma Cerrado, interligando fragmentos de vegetação natural de forma a garantir o fluxo gênico e a manutenção de populações de fauna e flora, em especial para espécies que necessitam de grandes áreas de vida, raras, endêmicas e ameaçadas nacionalmente e regionalmente;
- V – recuperar áreas degradadas e promover a recomposição de vegetação, restabelecendo as funções ecológicas de porções do território;
- VI - instituir instrumentos econômicos e incentivos fiscais destinados a iniciativas que vão ao encontro dos objetivos do corredor;
- VII – criar diretrizes para o licenciamento;
- VIII - manter e potencializar os serviços ambientais prestados pelas áreas verdes;
- IX – promover a manutenção da qualidade e quantidade dos recursos hídricos.

6.2.2. Metodologia para a Delimitação Territorial dos Corredores Ecológicos no DF

A definição da área do Corredor Ecológico do Distrito Federal foi realizada pela integração de dados espaciais em ambiente de sistema de informações geográficas (Qgis e ArcGis). A delimitação das áreas se baseou na análise Gestalt, baseada na valorização da percepção e experiência dos técnicos envolvidos. Cada resultado produzido foi analisado criticamente pelos técnicos integrantes do GT5 e posteriormente apresentado e submetido ao conjunto de técnicos formalmente designados no ZEE-DF.



Zoneamento Ecológico-Econômico do Distrito Federal

MATRIZ ECOLÓGICA

www.zee.df.gov.br

Na metodologia proposta, foram instituídos três passos principais:

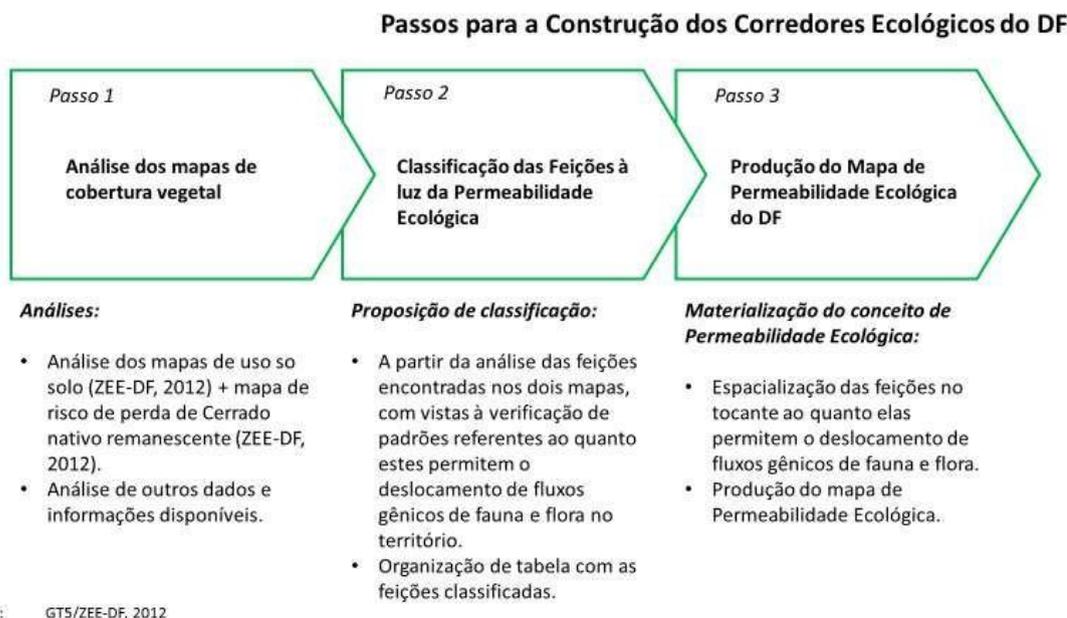


Figura 45 – Passos para a construção dos Corredores Ecológicos do DF.

- **Passo 1:** Inicialmente foi empreendida a análise com os mapas produzidos no ZEE-DF, refinados com outras informações disponíveis conforme abaixo:
- Mapa de uso e ocupação do solo (ZEE-DF, 2012), na escala 1:100.000.
 - Mapa de risco de perda de Cerrado nativo (ZEE-DF, 2012) que expressa a situação da cobertura vegetal no DF, à época, em escala 1:100.000.
 - Mapa de áreas protegidas oficialmente criadas, construído em escalas de 1:5.000 a 1:50.000.
 - Mapa de Conectores Ambientais do PDOT.
 - Zoneamentos de Unidades de Conservação distritais e federais no DF, em escalas variadas.
 - Dados primários e informações do Projeto Rodofauna, particularmente os trechos críticos de atropelamentos.
- **Passo 2:** Foi feita a classificação das feições encontradas nos mapas, analisando-se o quanto elas permitem o deslocamento de fluxos gênicos de fauna e flora.



Zoneamento Ecológico-Econômico do Distrito Federal

MATRIZ ECOLÓGICA

www.zee.df.gov.br

Neste passo, foram subtraídas do mapa as áreas urbanas estrito senso, as áreas verdes intra-urbanas e as grandes extensões de áreas de lavouras de cultura de grãos. Estas áreas subtraídas representam cerca 31% da área total do Distrito Federal. As demais feições foram objeto da análise classificadas em três níveis de permeabilidade ecológica:

- a) Natural
- b) Natural com algum grau de antropização
- c) Antropizado.

A primeira categoria (*natural*) expressa a situação ambiental natural, sem intervenção humana explícita.

No outro extremo, há o *meio natural antropizado*, com claras modificações do ambiente natural. Registre-se que esta alteração do meio natural não inclui os ambientes tipicamente urbanos, áreas periurbanas e as áreas extensas de lavouras de grãos, ou seja, é um ambiente antropizado ainda capaz de oferecer suporte à vida silvestre.

Entre uma categoria e a outra, existe um conjunto de situações que se referem desde as pequenas, porém efetivas perturbações no ambiente natural, até situações onde há maiores e mais importantes interferências no ambiente natural.

A tabela, gerada no segundo passo da metodologia adotada, apresenta a classificação das feições vegetais no DF.

Tabela 22 – Classificação das Feições de Vegetação no Distrito Federal (2014)

Nº	Uso e cobertura	Agrupamento	Área (m ²)	Hectares Corredor	Total Agrup. (ha)	% area Agrup. DF	% área Corredor	% area Corr. / Classe
1	Campos naturais	1	745.768.040,59	74.576,80	209.348,96	36,09	52,20 %	18,596 %
2	Cerradão	1	1.052.737,39	105,27				0,0262 %
3	Cerrado sentido restrito	1	708.216.019,12	70.821,60				17,660 %



Zoneamento Ecológico-Econômico do Distrito Federal

MATRIZ ECOLÓGICA

www.zee.df.gov.br

4	Mata Ciliar e Mata de Galeria	1	457.689.386,49	45.768,94				11,413 %	
5	Mata Seca ou Mesofítica	1	104.663.458,97	10.466,35				2,610 %	
6	Murundus e veredas	1	76.099.935,77	7.609,99				1,898 %	
7	Campos naturais degradados	2	115.113.921,24	11.511,39	133.678,62	23,05	33,33	2,870 %	
8	Cerrado sentido restrito degradado	2	86.274.514,05	8.627,45				2,151 %	
9	Chácaras de uso misto	2	634.842.002,05	63.484,20				15,830 %	
10	Formação Campestre degradada	2	446.576,42	44,66				0,011 %	
11	Olericultura	2	168.171.345,02	16.817,13				4,193 %	
12	Pastagem formada	2	98.355.515,93	9.835,55				2,453 %	
13	Pastagem natural	2	57.980.285,94	5.798,03				1,446 %	
14	Reflorestamento	2	78.815.749,22	7.881,57				1,965 %	
15	Reflorestamento degradado	2	2.639.190,06	263,92				0,066 %	
16	Represas, Lagos, Lagoas e Rios	2	25.648.681,65	2.564,87				0,640 %	
17	Vegetação alterada	2	68.498.414,79	6.849,84	1,708 %				
18	Área degradada	3	19.391.619,77	1.939,16	58.009,28	10,00	14,46	0,484 %	
19	Área verde intra urbana	3	64.844.995,30	6.484,50				1,617 %	
20	Cultura de grãos	3	53.031.102,77	5.303,11				1,322 %	
21	Cultura permanente (Café)	3	2.620.407,76	262,04				0,065 %	
22	Fruticultura	3	4.535.808,12	453,58				0,113 %	
23	Pastagem	3	432.404.208,41	43.240,42				10,782 %	
24	Pastagem degradada	3	1.308.722,09	130,87				0,033 %	
25	Piscicultura	3	193.518,05	19,35				0,005 %	
26	Lagoas de Estabilização	3	1.762.368,69	176,24	0,044 %				
					401.036,85	85	4	100	100

Observação – As cores utilizadas na tabela são as mesmas utilizadas no mapa produzido no passo 3 da metodologia e referem-se à classificação das feições em função da Permeabilidade das áreas.



Zoneamento Ecológico-Econômico do Distrito Federal

MATRIZ ECOLÓGICA

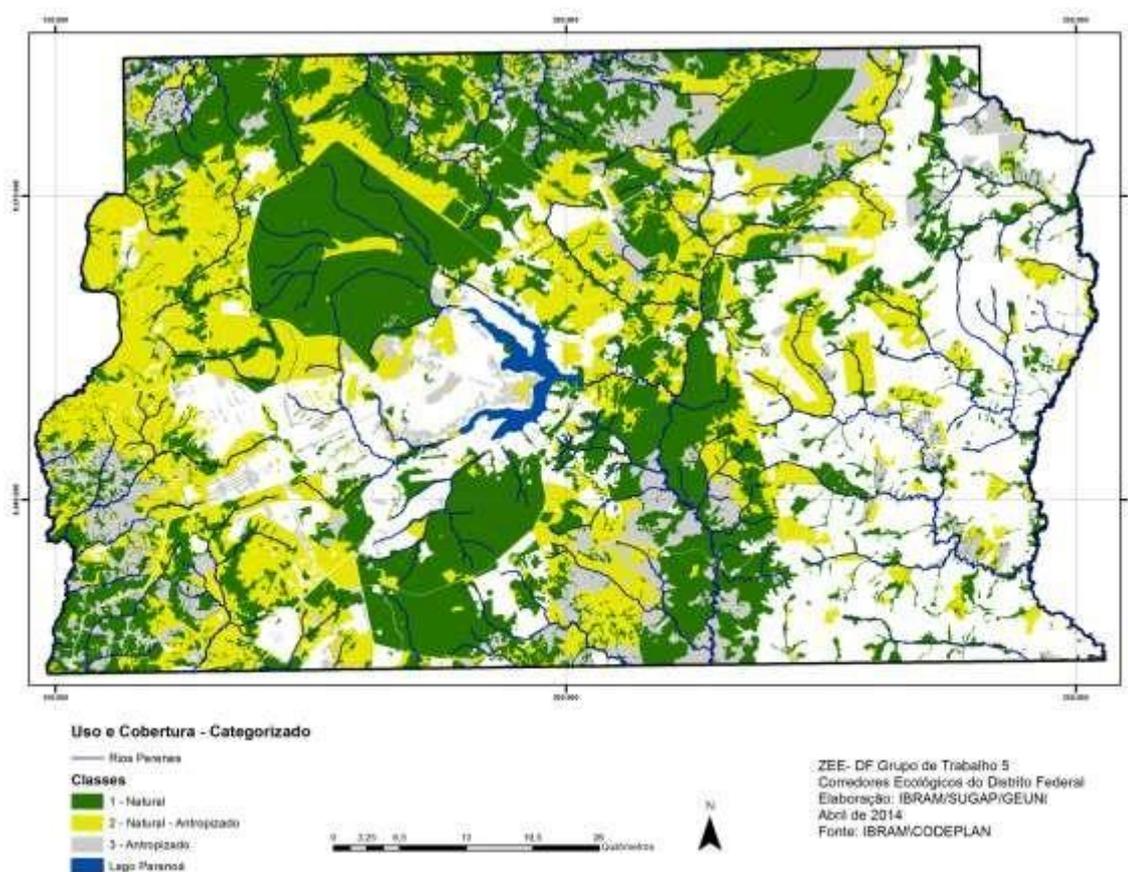
www.zee.df.gov.br

Desta forma, a soma das áreas da categoria “*natural*” representa 36% da área total do Distrito Federal, após a subtração das áreas indicadas no passo 2. São cerca de 209 mil hectares do DF.

A categoria intermediária “com algum grau de antropização” totaliza 23 % da área total do Distrito Federal, após a subtração das áreas indicadas no passo 2. São cerca de 134 mil hectares do DF.

A categoria “antropizada” totaliza 10 % da área total do Distrito Federal, após a subtração das áreas indicadas no passo 2. São cerca de 58 mil hectares do DF.

- **Passo 3:** A classificação foi espacializada e produziu-se o mapa de Permeabilidade Ecológica do DF.



Agrupado	Hectares	%	%DF
Natural	211.424,57	52,02	36,45
Natural Antropizado*	117.196,41	28,83	20,2
Antropizado	77.779,61	19,13	13,41
TOTAL	406.400,59	100,00	70,06

* Natural com algum nível de antropização



Zoneamento Ecológico-Econômico do Distrito Federal
MATRIZ ECOLÓGICA
www.zee.df.gov.br

Fonte: ZEE-DF, 2014 (GT5).

Figura 46 – Mapa da Permeabilidade Ecológica do DF.

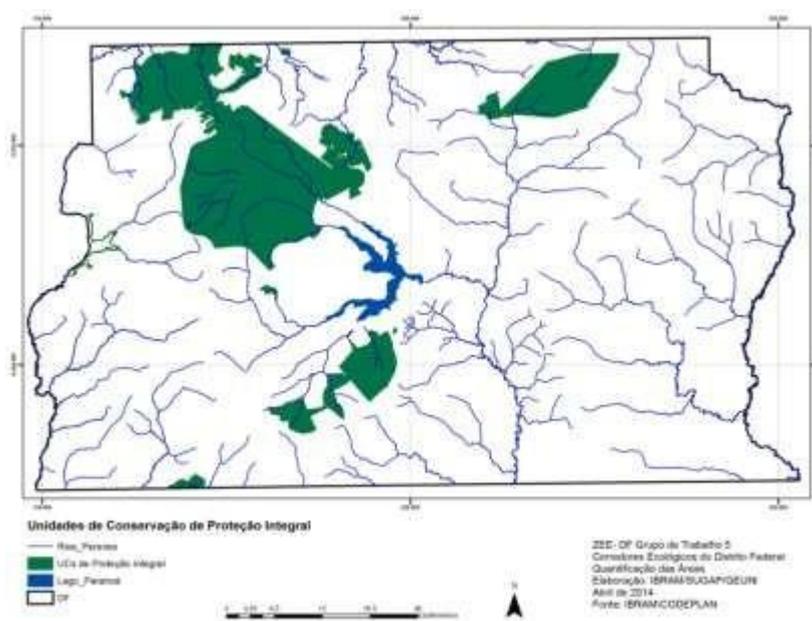
➤ **Passo 4:** Integração das poligonais de áreas críticas aos estudos da Ecologia da Paisagem.

Após os estudos da Ecologia de Paisagem, foram integradas às análises as seguintes poligonais:

- ✓ Unidades de Conservação de Proteção Integral;
- ✓ Unidades de Conservação de Uso Sustentável, exceto APA;
- ✓ Zonas de Vida Silvestre delimitadas nos zoneamentos das APA;
- ✓ Outras áreas especialmente protegidas no DF, como Parques Urbanos, Parques de Uso Múltiplo e Vivenciais, dentre outras;
- ✓ Conectores Ambientais do PDOT;
- ✓ Trechos críticos de atropelamento de fauna apontados pelo Projeto Rodofauna - IBRAM (trechos que indicam travessia de fauna).

A integração destas poligonais resultou nos seguintes planos de trabalhos:

- ✓ Unidades de Conservação de Proteção Integral no DF;



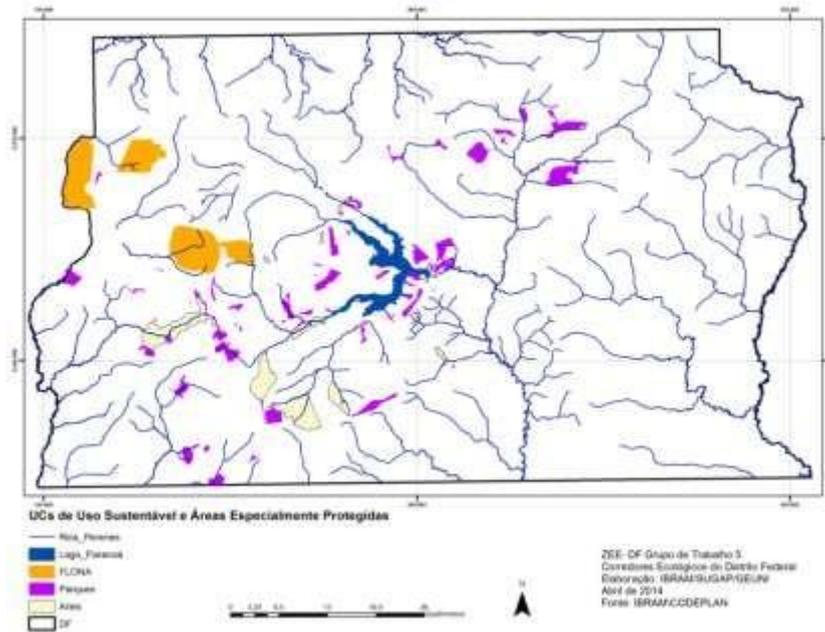
Fonte: ZEE-DF, 2014 (GT5).

Figura 47 – Unidades de Conservação de Proteção Integral no DF.



Zoneamento Ecológico-Econômico do Distrito Federal
MATRIZ ECOLÓGICA
www.zee.df.gov.br

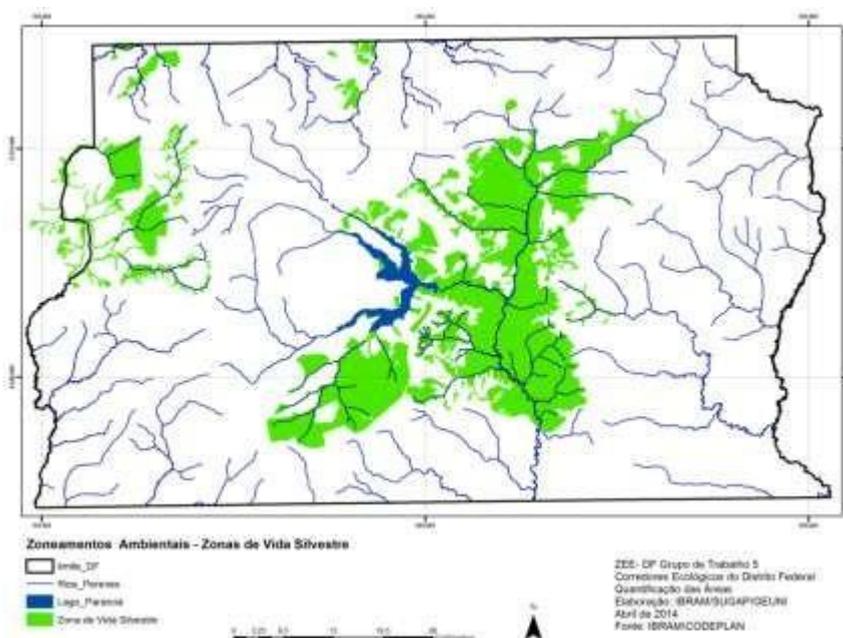
- ✓ Unidades de Conservação de Uso Sustentável e Áreas Especialmente Protegidas;



Fonte: ZEE-DF, 2014 (GT5).

Figura 48 – Unidades de Conservação de Uso Sustentável e Áreas Especialmente Protegidas no DF.

- ✓ Zoneamentos Ambientais – Zonas de Vida Silvestre;



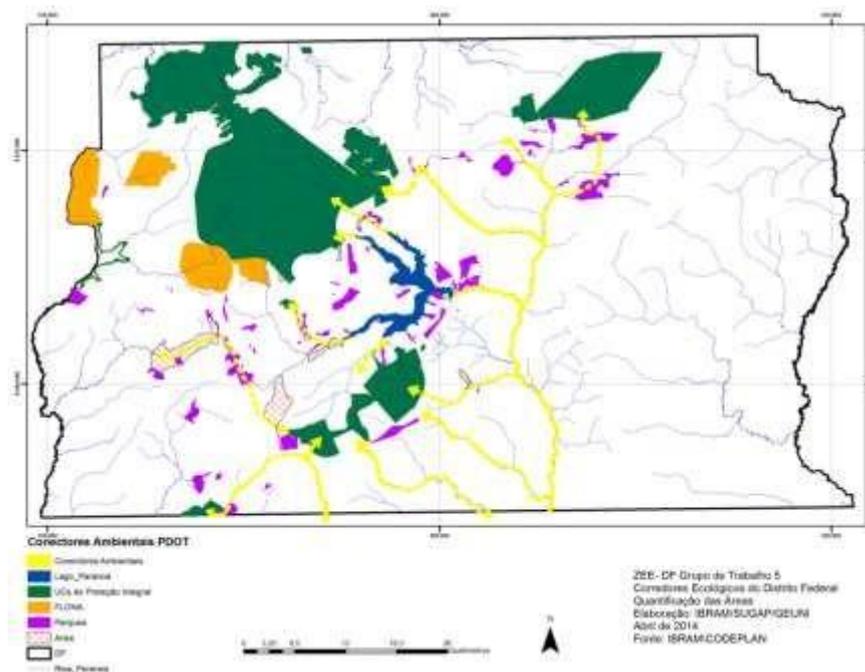


Zoneamento Ecológico-Econômico do Distrito Federal
MATRIZ ECOLÓGICA
www.zee.df.gov.br

Fonte: ZEE-DF, 2014 (GT5).

Figura 49 – Zoneamentos Ambientais – Zonas de Vida Silvestre no DF.

✓ Conectores Ambientais do PDOT no DF



Fonte: ZEE-DF, 2014 (GT5).

Figura 50 – Conectores Ambientais do PDOT no DF.

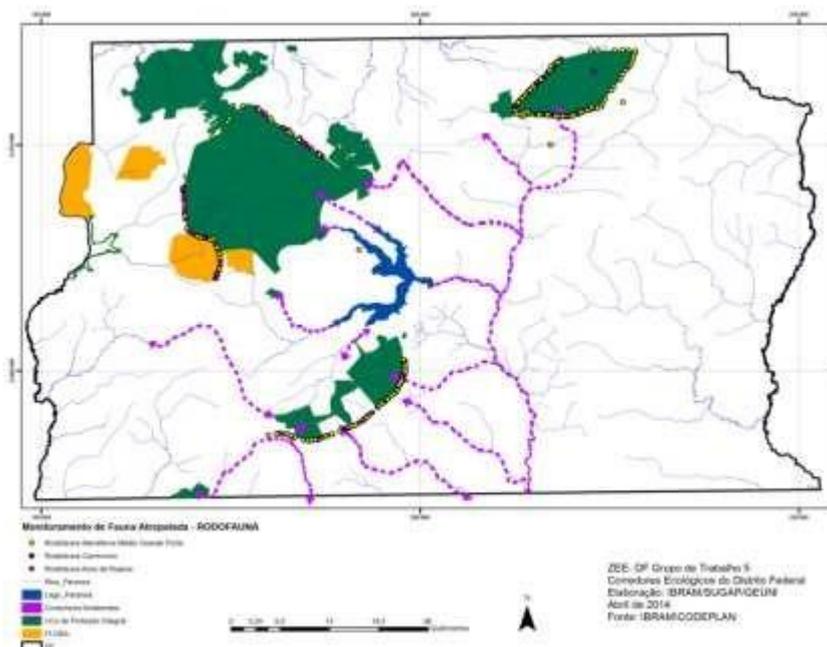
✓ Monitoramento de Fauna Atropelada – Projeto Rodofauna



Zonamento Ecológico-Econômico do Distrito Federal

MATRIZ ECOLÓGICA

www.zee.df.gov.br



Fonte: ZEE-DF, 2014 (GT5).

Figura 51 – Monitoramento de Fauna Atropelada no DF.

A definição espacial dos Corredores Ecológicos demandou critérios para integração dos planos de trabalho, conforme apresentado abaixo:

- ✓ Quando da sobreposição das poligonais das áreas protegidas sobre o Mapa de Uso e Cobertura vegetal prevaleceu a classificação mais restritiva;
- ✓ No entorno da ESECAE foram incluídas áreas de produção de grãos, uma vez que os dados de atropelamento de fauna consideram estas áreas;

➤ **Passo 5:** Definição Espacial dos Corredores Ecológicos do Distrito Federal.

A proposta de Corredores Ecológicos foi dividida em três zonas, a partir do gradiente ecológico existente no DF, e ilustram o gradiente de permeabilidade e o valor biológico associado a cada zona.

Para maior capacidade de comunicar o valor ecológico das zonas, estas foram nominadas com base em nome de animais representativos do gradiente de permeabilidade ecológica no DF. Assumiu-se que os nomes das zonas devem fazer parte da estratégia de melhor comunicar o valor biológico da



Zoneamento Ecológico-Econômico do Distrito Federal

MATRIZ ECOLÓGICA

www.zee.df.gov.br

zona e fomentar o “pertencimento” pela população distrital face às diferenças ecológicas entre as zonas do Corredor.

6.2.3. A proposta de Corredores Ecológicos para o DF

São propostas três zonas:

- I – **Zona Suçuarana:** composta pelas Unidades de Conservação de proteção integral e remanescentes florestais e savânicos íntegros;
- II – **Zona Lobo-guará:** composta pelas Unidades de Conservação de uso sustentável e remanescentes florestais e savânicos em bom estado de conservação; e,
- III – **Zona Sagui:** composta por remanescentes com algum grau de intervenção e grande potencial para a recuperação.

A discussão da articulação de áreas urbanas articulada com corredores ecológica deve ser retomado no pré-zoneamento, quando far-se-á a espacialização das zonas e subzonas e definir-se-ão as diretrizes, retomando o conceito de gradiente de permeabilidade ecológica. Neste caso, cabem diretrizes específicas para a implantação de um sistema de áreas verdes permeáveis intra urbanas e destas ligando as ambiências urbanas. De fato, há possibilidade de articular áreas como Lago Norte e Lago Sul onde é possível observar a presença de fauna de tipo sagui circulando livremente e em abundância.

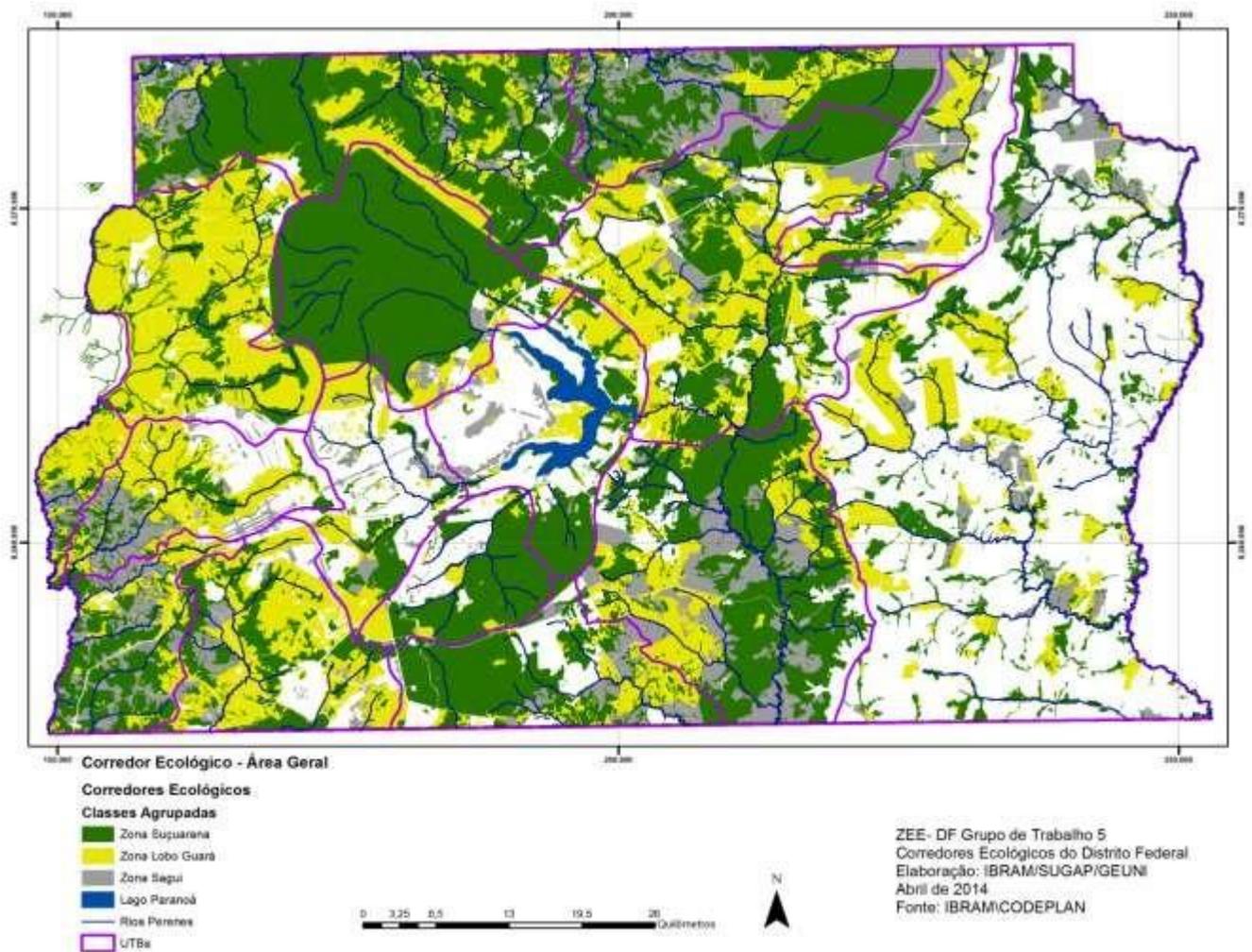
O mapa síntese apresenta as zonas dos Corredores Ecológicos do DF e consideram as Unidades Hidrográficas e Bacias Hidrográficas do Distrito Federal.



Zoneamento Ecológico-Econômico do Distrito Federal

MATRIZ ECOLÓGICA

www.zee.df.gov.br



Fonte: ZEE-DF, 2014 (GT5).

Figura 52 – Corredores Ecológicos do Distrito Federal.

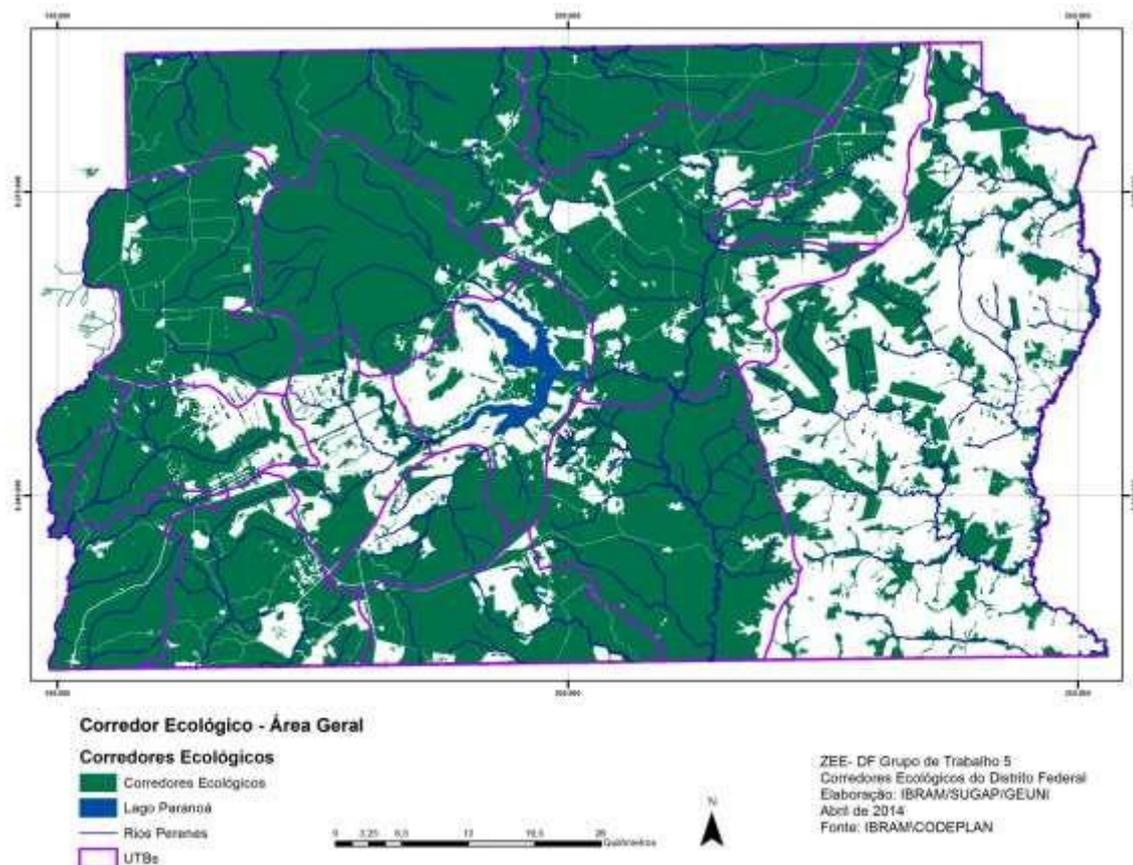
Outra forma de representar todas as áreas compreendidas do território que potencializam e maximizam a interligação das Unidades de Conservação no DF, está apresentada abaixo:



Zonamento Ecológico-Econômico do Distrito Federal

MATRIZ ECOLÓGICA

www.zee.df.gov.br



Fonte: ZEE-DF, 2014 (GT5).

Figura 53 – Área Total dos Corredores Ecológicos do Distrito Federal.

6.3. Sistema de Áreas Verdes Permeáveis Intra Urbanas e Interurbanas

Cidades e estados no Brasil e no mundo trazem experiências que nos auxiliam a aprofundar o tema da importância de áreas verdes permeáveis no interior dos ambientes urbanos e entre estes.

A experiência da cidade de Curitiba é particularmente interessante no tocante à gestão das áreas verdes e à gestão das águas. O primeiro parque urbano de Curitiba foi criado e implantado ainda em 1886, com vistas a assegurar a qualidade ambiental e particularmente a proteção de mananciais. Desde então, a persistência de esforços possibilitou avanços importantes e estruturantes para o território. Em 1973 a cidade já contava com legislação específica para o controle de árvores, mediante a instituição da licença prévia de corte. Nestes anos, a gestão ambiental começou como uma política pública no município. Com a criação da Secretaria de Meio Ambiente e Recursos Hídricos em 1986, iniciou-se o controle contra a grilagem de bosques urbanos que culminou com a criação do Sistema Municipal de Áreas Verdes, em 1988, e o inventário da cobertura vegetal da cidade.



Zoneamento Ecológico-Econômico do Distrito Federal

MATRIZ ECOLÓGICA

www.zee.df.gov.br

A tomada de posição para a construção da resiliência no ambiente urbano possibilitou a adoção de instrumentos econômicos e mecanismos fiscais para fortalecer a proteção das florestas urbanas e a gestão das águas. Em Curitiba, há redução de IPTU em até 100% mediante a manutenção de 70 a 100% da cobertura vegetal nativa. No mesmo sentido, o empreendedor é premiado com o aumento do número de pavimentos autorizados em relação proporcional à vegetação nativa protegida do terreno. Ademais, orientou-se a doação à prefeitura, de áreas com cobertura nativa como pagamento de dívidas a exemplo de impostos atrasados. A gestão de parques tem sido gerenciada em conjunto com a gestão de recursos hídricos, com base em planejamento estratégico e no licenciamento ambiental estratégico do município (Seraphim, 2011).

Iniciativas como estas são necessárias e urgentes no DF e podem ser construídas articulando-se os elementos disponíveis no território: UCs, áreas de interesse ambiental, APPs, parques urbanos, entre outros, que resultem na implantação, interligação e consolidação de sistema distrital de áreas verdes permeáveis intraurbanas, particularmente nas áreas de risco alto e muito alto de recarga de aquíferos e a ampliação destas conexões entre as ambiências urbanas.

7. Recomendações às próximas etapas do trabalho

7.1. Recomendações às próximas etapas do ZEE-DF

7.1.1. Adotar as Unidades Hidrográficas como elemento estruturante para a construção das zonas e subzonas.

- Adotar a Bacia Hidrográfica como unidade de planejamento, considerando as implicações relativas à sua gestão a partir de suas características naturais.

7.1.2. Adotar a UTB como elemento estruturante para a construção das zonas e subzonas

7.1.2.1. A UTB como instrumento para orientar a construção das Zonas e Subzonas do ZEE-DF



Zoneamento Ecológico-Econômico do Distrito Federal

MATRIZ ECOLÓGICA

www.zee.df.gov.br

Os riscos ecológicos, separadamente e co-localizados, articulados com os estudos da socioeconomia, trazem os insumos necessários e suficientes para gerar as unidades de intervenção, na etapa de pré-zoneamento. Isto significa que os riscos ecológicos possibilitam um conhecimento necessário e útil para a tomada de decisão para o DF, rumo à definição de vocações ecológico-econômicas para o Distrito Federal.

Estas vocações serão materializadas em diretrizes para todo DF e para suas porções, de modo a promover a convergência dos instrumentos de planejamento do território, particularmente os planos diretores, e orientar imediatamente os instrumentos de gestão do território, a saber, o licenciamento ambiental, licenciamento urbanístico e a outorga pelo uso da água.

7.1.2.2. A UTB como instrumento para orientar os Atos Autorizativos – Licenciamento Ambiental e Urbanístico e Outorga de Uso da Água

Os atos autorizativos constituem a materialização, no âmbito da gestão, do planejamento e regramentos vigentes. De fato, ao autorizar um empreendimento, deve-se considerar todo o marco legal vigente que incide sobre o território.

A maioria do marco legal vigente ambiental e de recursos hídricos não trata do território em si, mas da “*atividade potencialmente poluidora*”, da “*magnitude de impacto*” e do “*estoque de água disponível para outorga*”.

O potencial poluidor é definido como:

Aquelas (atividades) relacionadas no Anexo VIII da Lei federal nº 6.938, de 1981, e também aquelas que, por força de normas específicas, estejam sujeitas a controle e fiscalização ambientais.

Instrução Normativa nº 06 (15/03/2013), que regulamenta o Cadastro Técnico Federal de Atividades Potencialmente Poluidoras e Utilizadoras de Recursos Naturais – artigo 2º Inciso I.

Na Resolução CONAMA nº 237 (1997) encontramos a parametrização do potencial poluidor, o qual orienta toda a lógica do licenciamento ambiental.



Zoneamento Ecológico-Econômico do Distrito Federal

MATRIZ ECOLÓGICA

www.zee.df.gov.br

Os atos autorizativos pressupõem que serão considerados os atributos ambientais do território (incluindo água) e os riscos ecológicos, mas não há nenhuma menção explícita, a não ser nos estudos ambientais que se fazem necessários, tais como EIA-RIMA e outros. Nestes estudos, a maioria dos dados e informações costumam ser de tipo diagnóstico, nenhuma segurança há que os resultados dos estudos efetivamente se consubstanciarão em um documento autorizativo que considerou o conjunto dos riscos ecológicos.

Os riscos ecológicos possibilitam um conhecimento necessário e útil para a tomada de decisão no âmbito do licenciamento ambiental, urbanístico e a outorga do uso da água. A sua definição e instituição formal possibilitam parametrizar demandas para o desenho dos projetos com vistas a assegurar o enfrentamento dos riscos do território, ampliando as possibilidades de resiliência e sustentabilidade. Por outro lado, também possibilitam redução da discricionariedade na tomada de decisão pelo Governo e o tempo para elaboração de estudos. Trata-se da importância do ZEE-DF na escala tática.

7.1.2.3. A UTB como instrumento para comunicar custos potenciais para uso e ocupação do território

Os Riscos Ecológicos foram construídos como uma aproximação da infraestrutura ecológica do DF, ainda que incompleta. Neste sentido, assumimos que a compreensão destes riscos pode trazer benefícios em antecipar custos para o Estado na sua estratégia de ocupação, seja em termos de aporte e manutenção de infraestrutura, seja em termos de elementos necessários à qualidade de vida humana. Em outras palavras, uma porção do território com um risco alto e muito alto pode e deve ter custo para ocupação, aporte de infraestrutura e manutenção das condições apropriadas para a ocupação, distinto, e neste caso, menor do que no caso de áreas que tenham ocorrência simultânea de dois, três ou quatro riscos ecológicos altos e muito altos. Neste último caso, além de mais cara (na ocupação e no longo prazo, considerando os custos de manutenção), a ocupação tende a ser mais complexa, para dar conta de riscos altos distintos e de alta intensidade.

Desta forma, assumimos que os riscos ecológicos são elementos centrais para o planejamento e gestão territoriais por possibilitarem antecipar a análise de custos potenciais para uso e ocupação do território.



Zoneamento Ecológico-Econômico do Distrito Federal

MATRIZ ECOLÓGICA

www.zee.df.gov.br

7.1.2.4. A UTB como instrumento para orientar a tomada de decisão sobre uso do solo e orientar a revisão do marco legal territorial e urbanístico

O conhecimento dos riscos ecológicos e dos custos associados ao aporte de infraestrutura e de sua manutenção, minimizando a degradação ambiental é importante para a decisão envolvendo uma escala mais estratégica do território. O planejamento territorial capaz de considerar os riscos ecológicos intrínsecos é aquele que compreende de fato as implicações destes riscos, inclusive no tocante aos investimentos necessários para assegurar a permanência humana no território com qualidade de vida.

Neste sentido, o processo de sensibilização e conscientização dos diferentes setores do governo e da sociedade, em relação à utilidade do ZEE para orientar os instrumentos territoriais de escala mais estratégica, deve ser uma prioridade do comitê gestor do ZEE. A indicação da estratégia de uso e ocupação do solo de todo o território deve ser modelada a partir dos riscos ecológicos, nos instrumentos territoriais e urbanísticos, a começar pelo Plano Diretor de Ordenamento Territorial do DF (PDOT), assim como para os demais instrumentos urbanísticos que dele decorrem.

7.2. Estudos adicionais necessários:

- Estabelecimento da **vazão remanescente** no DF.
- Definição de **indicadores ecológicos para os corpos hídricos superficiais**.
- Estabelecimento de bases técnicas para definição, pelo CRH-DF, do **enquadramento das águas subterrâneas**, à luz do proposto no PGRIH (2012). A retomada destes estudos e a **definição das metas de qualidade esperada para os recursos subterrâneos** é fundamental.
- Realização de **inventário da infraestrutura ecológica em ambientes urbanos** no DF (fauna e flora) e integração ao SISDIA;
- **Eliminação de subsídios que promovem o uso excessivo dos serviços dos ecossistemas**, assegurando de maneira clara, nas políticas públicas, sempre que possível, transferência desses subsídios para o pagamento de serviços não comercializáveis dos ecossistemas;



Zoneamento Ecológico-Econômico do Distrito Federal

MATRIZ ECOLÓGICA

www.zee.df.gov.br

- Adoção intensificada de **ferramentas econômicas e abordagens baseadas no mercado para a gestão dos serviços dos ecossistemas**, quando as condições permitirem.

7.3. Recomendações à minuta do Projeto de Lei do ZEE-DF

Apresentamos as recomendações emanadas da Matriz Ecológica, à elaboração da minuta do PL do ZEE-DF:

7.3.1. Sobre os riscos ecológicos no DF, capacidade de suporte e serviços ecossistêmicos

- **Instituir formalmente os mapas de riscos ecológicos e das UTBs (riscos colocalizados)**, como parte integrante do PL.
- Estabelecer os **riscos ecológicos** como **artigo específico dos conceitos** necessários à compreensão do PL do ZEE-DF.
- Definir **diretrizes claras**, nas subzonas que apresentarem riscos ecológicos colocalizados, **com orientações para a melhor gestão da capacidade de suporte ecológica e dos serviços ecossistêmicos**.
- Estabelecer a **capacidade de suporte ecológica** por subzona como atividade **prioritária na fase de implementação** do ZEE-DF.
- Estabelecer **Plano Distrital de Áreas Verdes Permeáveis Intraurbanas** (incluindo a Infraestrutura Verde) para o Distrito Federal, particularmente no âmbito no eixo de desenvolvimento urbano previsto no PDOT, assegurando inclusive a interconexão.
- Estabelecer obrigatoriedade da **gestão integrada dos estoques de água superficiais e subterrâneos**, considerando o enquadramento das águas no DF.
- Incorporar **valores não comercializáveis dos ecossistemas nas decisões de gestão dos recursos**.
- Promover **tecnologias que possibilitem um maior rendimento das lavouras sem impactos negativos**, a exemplo da redução do uso da água por unidade produzida, assim como a redução do uso de agrotóxicos em áreas com alto e muito alto risco de contaminação e recarga de aquíferos.
- Sempre que possível, **delegar poderes a grupos dependentes dos serviços dos ecossistemas**.



Zoneamento Ecológico-Econômico do Distrito Federal

MATRIZ ECOLÓGICA

www.zee.df.gov.br

7.3.2. Sobre os Corredores Ecológicos e Unidades de Conservação e a presença de Cerrado em áreas prioritárias para Recarga de Aquíferos.

- **Instituir** na minuta de lei **os Corredores Ecológicos** do Distrito Federal, seus objetivos e as diretrizes para sua regulamentação.
- Abordar nas diretrizes a **proteção das Unidades de Conservação Distritais e Federais, bem como a priorização de sua implantação e manutenção.**
- **Recuperação dos serviços dos ecossistemas**, a exemplo do mapeamento de áreas degradadas, instituição de sistema de áreas verdes permeáveis intraurbanas, adoção do manejo de águas pluviais, principalmente em ambiência urbana, entre outros.

7.3.3. Sobre indicadores do território

- Definir em lei, um primeiro grupo de **indicadores gerais para o território**. Os **indicadores das subzonas, inclusive para as áreas urbanas**, devem ser definidos na **regulamentação da lei**. Esta diretriz está relacionada aos esforços para assegurar a transparência, o controle social e elevar a capacidade de Estado em relação ao planejamento e gestão do território.
- Os riscos ecológicos e a capacidade de suporte devem ser objeto de **indicadores**, a serem definidos por subzona do ZEE-DF.

7.3.4. Sobre a gestão estratégica da informação ambiental

- **Instituir o Sistema Distrital de Informações Ambientais (SISDIA)**, na forma de Infraestrutura de Dados Espaciais temática Ambiental (IDE-A), como forma de assegurar a transparência, o controle social e elevar a capacidade do Estado em relação ao planejamento e gestão do território.

7.3.5. Sobre a articulação e convergência dos instrumentos de planejamento e gestão e orientações aos atos autorizativos



Zoneamento Ecológico-Econômico do Distrito Federal

MATRIZ ECOLÓGICA

www.zee.df.gov.br

- Elaborar **diretrizes para a revisão do PDOT e demais instrumentos urbanísticos**, de modo que estes **considerem os riscos ecológicos** na definição do regramento e padrões urbanos compatíveis, a exemplo dos níveis de permeabilidade do solo, entre outros.
- Instituir a **obrigatoriedade de utilização dos riscos ecológicos e das UTBs** para a tomada de decisão **nos atos autorizativos**.



Zoneamento Ecológico-Econômico do Distrito Federal

MATRIZ ECOLÓGICA

www.zee.df.gov.br

Referências Bibliográficas

- ABAS. 2015. www.abas.org/educacao.php. Consultado em 17/09/2015.
- ADASA. 2006. Resolução nº 350 (23 de junho de 2006). Estabelecer procedimentos gerais para requerimento e obtenção de outorga do direito de uso dos recursos hídricos em corpos hídricos de domínio do Distrito Federal e em corpos hídricos delegados pela União e Estados.
- ANA. 2001. Introdução ao Gerenciamento de Recursos Hídricos. 2ª edição. Disponível em: http://www.comitepcj.sp.gov.br/download/livro_Introd-Gerenc-Rec-Hidr.pdf
- Benedict, M.A. & McMahon, E. 2006. Green Infrastructure. Linking Landscapes and Communities. 320p. The Conservation Fund.
- Bertoni, J. & Lombardi Neto, F. 1993. Conservação do Solo. 3ª Ed. Ícone Editora, São Paulo.
- Calcagno, A. 2001. Identificação de Área para a Execução de Programas e Ações Piloto e Definição de Termos de Referência: Atividade 09 do Projeto Aquífero Guarani. Brasil: ANA.
- Câmara, G., Davis, C., Monteiro, A.M. 2001. Introdução à Ciência da Geoinformação. INPE, São José dos Campos, SP. INPE-10506-RPQ/249.
- Campos, J.E.G & Freitas-Silva, F.H. 1998. Hidrogeologia do Distrito Federal. In: Inventário Hidrogeológico e dos Recursos Hídricos Superficiais do Distrito Federal. Brasília. IEMA/SEMATERC. UnB Parte IV. 85p.
- Cavalcante, I. N. & Sabadia, J. A. B. 1992. Potencial Hídrico Subterrâneo: Um Bem Mineral Ameaçado Pela Poluição Antrópica. Rev. de Geologia. DEGEO/UFC. p. 115 – 124.
- CODEPLAN. 1984. Atlas do Distrito Federal. Brasília. Secretaria do Governo / Secretaria da Educação e Cultura / CODEPLAN. Vol. 1, p. 78.
- Chaves, H.M.L., P.A. Silva & Rosimery J.C. 1995. *Adaptação da USLE e SIG para a predição da erosão atual e potencial a nível regional: O caso do Vale do R. São Francisco*. In: XXV Congresso Bras. de Ciência do Solo, Viçosa, MG.
- Chaves, H.M.L., xxx. 2006.
- Dias, R. 2012. Metodologias de Capacidade de Carga. Seminário: Capacidade de Suporte Ambiental nas Regiões Metropolitanas do Brasil. Em:



Zoneamento Ecológico-Econômico do Distrito Federal

MATRIZ ECOLÓGICA

www.zee.df.gov.br

http://www.mma.gov.br/port/conama/reuniao/dir1575/GT_CapacidadeSuporte_Doris.pdf,
consultado em 25/03/2015.

Doyle, P.M.M.C. 2009. Reserva da Biosfera do Cerrado no Distrito Federal. In:
www.rbma.org.br/mab/unesco_03_rb_cerrado.asp, consultado em 06/07/2016.

Dunne, T. & Leopold, L.B. 1978. Water in Environmental Planning. Macmillian Ed. 818p.

Ellison, W.D. 1947. Soil Erosion Studies. Part II: Soil Detachment Hazard by Raindrop Splash. In: *Agric. Eng.*, **28**:197-201.

EMBRAPA. 1978. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação dos Solos. Levantamento de Reconhecimento dos Solos do Distrito Federal. Escala 1:100.000. Rio de Janeiro, EMBRAPA, SNLCS, Boletim Técnico, 455p.

FAO, 2015. Status of the World's Soil Resources. FAO and Intergovernmental Technical Panel on Soils ITPS. Rome, Italy.

FAO, 2017. Colloque International sur le Carbone Organique du Sol. Rome, Italie. Mars, 2017. In:
www.fao.org/about/meetings/soil-organic-carbon-symposium/fr (consultado em 23/07/2017).

Fetter, C.W. 2001. Applied hydrogeology. 4th edition. Merrill Publishing Company, USA.

Foster, S. & Hirata, R.C.A. 1988. Groundwater pollution risk evaluation: the methodology using available data. CEPIS/PAHO/WHO. Lima, 78 p.

GDF. 2017. Programa Recupera Cerrado.

Hardin, G. 1968. The Tragedy of the Commons. In: *Science*: **162**(3859):1243-48. Published by American Association for the Advancement of Science. Dec.13, 1968.

Hardin, G. 1991. Environmental Science: Sustaining the Earth. Wadsworth. by G. Tyler Miller.

Hendryx, M. & Ahern, M.M. 2008. Relations Between Health Indicators and Residential Proximity to Coal Mining in West Virginia. In: *American Journal of Public Health*: **98**(4). April 2008. p.669-671.

Hendryx, M. Entrevista. In: <http://www.loe.org/blog/blogs.html/?seriesID=1&blogID=17>, consulta em 2017.

Holling, C.S. 1973. Resilience and stability of ecological systems. *Annual Review of Ecology and Systematics*. **4**: 1-23.



Zoneamento Ecológico-Econômico do Distrito Federal

MATRIZ ECOLÓGICA

www.zee.df.gov.br

- ICMBio. 2009. Capacidade de Suporte de Fernando de Noronha – Estudo e determinação. Produtos 3 e 4.
- IEMA/SEMATEC. 1994. Mapa de Unidades Hidrográficas de Gerenciamento do Distrito Federal. 1ª edição, GDF, Brasília.
- IPT. 1986. Erosão do solo.
- IPT. 1991.
- IUCN e WRI, 2014. Guia sobre a Metodologia de Avaliação de Oportunidades de Restauração (ROAM): Avaliação de Oportunidades de Restauração de Paisagens Florestgland, ais em Nível Regional ou Nacional. Documento de Trabalho (edição – teste), Suíça: IUCN. 125 pp.
- Kay, J.J. & Foster, J . 1999. About Teaching Systems Thinking. In: Savage G., Roe, P. (eds) Proceedings of the HKK Conference, 14-16 June, 1999.
- Latouche, S. 2009. Farewell to Growth. English edition. Polity Press.
- Leal, A.S. 1999. As Águas Subterrâneas no Brasil: Ocorrências, Disponibilidades e Uso. Brasília: ANEEL. CD-Rom.
- Lima, V.S. 2003. Erosão do Solo: Fatores Condicionantes e Modelagem Matemática. In: Cadernos do Logepa, 2, nº 1. Departamento de Geociências, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa.
- Lima, J.E.F.W. 2011. Situação e Perspectivas sobre as Águas do Cerrado. In: Ciência e Cultura, **63**:27-29.
- Lopes, R.B., & Miola, D.T.B. 2010. Sequestro de Carbono em Diferentes Fitofisionomias do Cerrado. *SynThesis* Revista Digital FAPAM. V.2, nº2, p.127-143. Pará de Minas: FAPAM.
- Lousada, E.O. e Campos, J.E.G. 2005. Proposta de Modelos Hidrogeológicos Conceituais Aplicados aos Aquíferos da Região do Distrito Federal. *Revista Brasileira de Geociências*, 35(3):407-414.
- Lyman, S.M. e Scott, M.B. 1967. Territoriality: A Neglected Sociological Dimension. In: *Sociol. Probl.* 15 (2): 236-249.
- Malthus, T.R. 1798. An Essay on the Principle of Population. London. 1st printed for J. Jonhson, in St. Paul's Church-Yard, London. In: Electronic Scholarly Publishing Project; <http://www.esp.org>; consultado em 30/03/2015.



Zoneamento Ecológico-Econômico do Distrito Federal

MATRIZ ECOLÓGICA

www.zee.df.gov.br

- Martins, E.S. 2000. Petrografia, Mineralogia e Geomorfologia dos Regolitos Lateríticos no Distrito Federal. Tese de Doutorado. Instituto de Geociências, Universidade de Brasília, 196p.
- Martins, E.S. & Baptista, G.M.M. 1998. Compartimentação Geomorfológica e Sistemas Morfodinâmicos do Distrito Federal. In: Inventário Hidrogeológico e dos Recursos Hídricos Superficiais do Distrito Federal. Brasília: IEMA/ SEMATEC/UnB. Vol.I, p.89-137.
- Mendonça, ML. 2017. In: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/8104410/relatorio-da-fao-com-participacao-da-embrapa-revela-que-33-dos-solos-do-mundo-estao-degradados>. Consultado em 20/06/2017.
- Ministério do Meio Ambiente. 2006. Diretrizes para o Zoneamento Ecológico Econômico no Brasil.
- MMA. 2016. Plano de Ação para a Prevenção e o Controle do Desmatamento no Cerrado. 85p.
- MMA (a). 2017. In: <http://www.mma.gov.br/biomas/cerrado>. Consultado em 20/06/2016.
- MMA (b). 2017. In: <http://www.mma.gov.br/governanca-ambiental/informacao-ambiental/sistema-nacional-de-informacao-sobre-meio-ambiente-sinima>. Consultado em 06/07/2016.
- MMA (c). 2017. In: www.mma.gov.br/areas-protegidas/instrumentos-de-gestao/reserva-da-biosfera. Consultado em 06/07/2016.
- MMA (d). 2017. In: <http://www.mma.gov.br/biomas/caatinga/reserva-da-biosfera>, consultado em 06/07/2016.
- Miranda, A.C. de. 2012. Seminário sobre Capacidade de Suporte Ambiental das Regiões Metropolitanas do Brasil. MMA. Apresentação da FIOCRUZ. In: http://www.mma.gov.br/port/conama/reuniao/dir1575/GT_CapacidadeSuporte_AryCarvalho.pdf, consultado em 25/03/2015.
- Myers, N., Mittermeier, R.M., Mittermeier, C.G., Fonseca, G.A., e Kent, J. 2000. Biodiversity Hotspots for Conservation Priorities. *Nature*, 403:853-858.
- Novaes Pinto, M. 1994. Caracterização geomorfológica do Distrito Federal. In: Novaes pinto, M., org. Cerrado: Caracterização, ocupação e perspectivas. Brasília, Universidade de Brasília / SEMATEC, p.285-344.
- Oliveira, A.M.S. 1994. Depósitos Tecnogênicos e Assoreamento de Reservatórios. Exemplo do Reservatório de Capivara. Rio Paranapanema. SP/PR. Tese de Doutorado. Departamento de



Zoneamento Ecológico-Econômico do Distrito Federal

MATRIZ ECOLÓGICA

www.zee.df.gov.br

Geografia, Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo. São Paulo.

Oliveira, J.B. & Prado, H. 1987. Levantamento Pedológico Semi-Detalhado do Estado de São Paulo: Quadrícula de Ribeirão Preto. Instituto Agrônomo de Campinas, Campinas, 133p.

Raffestin, C. 1980. Pour une géographie du pouvoir. Préface de R. Brunet, Paris, Libraires techniques, 249 p.

Rebouças, A.C., Braga, B & Tundisi, J.G. 2002. Águas Doces no Brasil: Capital Ecológico, Uso e Conservação. 2ª edição revisada e ampliada, São Paulo, 703 p.

Requia, W.J., Roig, H.L., Koutrakis, P., Rossi, M.S. 2015. Mapping alternatives for public policy decision making related to human exposures from air pollution sources in the Federal District, Brazil. Land Use Policy, 59:375-385.

Rees, M. & Eackermagel, W. 1996. Our ecological footprint: reducing human impact on the Earth. The New Catalyst Bioregional Series. New Society Publishers.

Ribeiro, J.F. e Walter, B.M.T. 2008. As Principais Fitofisionomias do Bioma Cerrado. In: Sano, S.M., Almeida, S.P., Ribeiro, J.F. Ecologia e Flora. Brasília: EMBRAPA. V.1, p. 152-212.

Risser P.G., Karr, J.R. & Forman, R.T.T. 1984. Landscape Ecology: Directions and Approaches. Illinois Natural History Survey Special Publication 2, Champaign Risser PG, Karr JR, Forman RTT (1984) Landscape ecology.

Ruschmann, D. Metodologias de Capacidade de Carga. Seminário: Capacidade de Suporte Ambiental nas Regiões Metropolitanas do Brasil. Em: http://www.mma.gov.br/port/conama/reuniao/dir1575/GT_CapacidadeSuporte_Doris.pdf, consultado em 25/03/2015.

Schenkel, C.S., Brummer, B.M. 2002. Vegetação do Distrito Federal: Tempo e Espaço. Uma Avaliação Multitemporal da Perda de Cobertura Vegetal no DF e da Diversidade Florística da Reserva da Biosfera do Cerrado – Fase 1. 2ª ed. Brasília: UNESCO. 80 p.

Santos, R. A. L., Figueiredo, A. P., & Guilam, C. M. 2011. Definição dos pontos críticos de atropelamento de fauna silvestre em cinco unidades de conservação no Distrito Federal. In: Anais do Road Ecology Brazil. Universidade Federal de Lavras, MG, Brasil.



Zoneamento Ecológico-Econômico do Distrito Federal

MATRIZ ECOLÓGICA

www.zee.df.gov.br

- Santos, R. A. L., Ascensão, F., Ribeiro, M.L., Bager, A., Santos-Reis, M. & Aguiar, L. M.S. 2017. Assessing the Consistency of Hotspot and Hot-moment Patterns of Wildlife Road Mortality Over Time. *Perspectives in Ecology and Conservation*: **15**:56–60.
- Seraphim, D.S. 2012. Gestão Ambiental das Regiões Metropolitanas. Seminário: Capacidade de Suporte Ambiental nas Regiões Metropolitanas do Brasil. Em: http://www.mma.gov.br/port/conama/reuniao/dir1575/GT_CapacidadeSuporte_Doris.pdf, consultado em 25/03/2015.
- Silva, J.G. 2017. In <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/8104410/relatorio-da-fao-com-participacao-da-embrapa-revela-que-33-dos-solos-do-mundo-estao-degradados>. Consultado em 20/06/2017.
- Silvério da Silva, J. L., Pavão, A. D. M., Berro, R. S. V., Cruz, R. C. & Wandscheer, E.A.R. 2003. Avaliação da Vulnerabilidade dos Recursos Hídricos Subterrâneos da Bacia Hidrográfica do Rio Santa Maria, RS. In: XV Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, Curitiba. CD-ROM.
- Souza, M.T. 2001. Fundamentos para Gestão dos Recursos Hídricos do Distrito Federal. Dissertação de Mestrado, Instituto de Geociências, Universidade de Brasília. 94p.
- UNESCO. 2000. Revisão Periódica para Reservas de Biosfera.
- Vasconcelos Sobrinho, J. 1978. Metodologia para Identificação dos Processos de Desertificação. Manual de Indicadores. SEMA-SUDENE. Recife. Em: Encontro dos Órgãos de Preservação e Controle Ambiental do Nordeste. Maceió.
- Vilaça, M.F.I., Gomes, I., Machado, M.L., Vieira, E.M., Simão, M.L. 2009. Bacia hidrográfica como unidade de planejamento e gestão: o estudo de caso do Ribeirão Conquista no Município de Itaguara – MG. In: XIII Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada. Viçosa.
- Wackermagel, M. & Rees, W.E. 1996. Our Ecological Footprint. New Society Publishers. 160p.
- Wischmeier, W.H. & Smith, D.D. 1978. Predicting Rainfall Erosion Losses – A Guide to Conservation Planning. U.S. Department of Agriculture and Purdue Agricultural Experiment Station. Agriculture Handbook nº 537.
- WREGGE, M. 1997. Termos Hidrogeológicos Básicos. Caderno Técnico da associação Brasileira Águas Subterrâneas, nº 4.