



**ÍNDICE DE IMPORTÂNCIA BIOLÓGICA BASEADO EM ANÁLISE
MULTICRITERIAL APLICADO NO ZONEAMENTO AMBIENTAL**

RENATA DINIZ AGUIAR

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO EM CIÊNCIAS FLORESTAIS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA FLORESTAL**

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA – UnB

FACULDADE DE TECNOLOGIA - FT

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA - UnB
FACULDADE DE TECNOLOGIA – FT
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA FLORESTAL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS FLORESTAIS

**ÍNDICE DE IMPORTÂNCIA BIOLÓGICA BASEADO EM ANÁLISE
MULTICRITERIAL APLICADO NO ZONEAMENTO AMBIENTAL**

RENATA DINIZ AGUIAR

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO EM CIÊNCIAS FLORESTAIS

ORIENTADOR: PROF. DR. REUBER ALBUQUERQUE BRANDÃO
COORIENTADORA: PROF. DRA. CRISTIANE GOMES BARRETO

PUBLICAÇÃO EM: 05/2019

BRASÍLIA – DF, MARÇO DE 2019.

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA - UnB
FACULDADE DE TECNOLOGIA – FT
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA FLORESTAL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS FLORESTAIS

**ÍNDICE DE IMPORTÂNCIA BIOLÓGICA BASEADO EM ANÁLISE
MULTICRITERIAL APLICADO NO ZONEAMENTO AMBIENTAL**

RENATA DINIZ AGUIAR

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO ACADÊMICO SUBMETIDA AO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS FLORESTAIS DA UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA, COMO PARTE DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE EM CIÊNCIAS FLORESTAIS.

APROVADA POR:



Dr. Reuber Albuquerque Brandão (Departamento de Engenharia Florestal – UnB);
(Orientador)



Dr. Eraldo Aparecido Trondoli Matricardi (Departamento de Engenharia Florestal – UnB);
(Examinador Interno)



Dr. Renata Dias Françoso Brandão (Instituto Federal de Brasília - IFB); (Examinador
Externo)

BRASÍLIA – DF, 18 DE MARÇO DE 2018.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

AGUIAR, R. D. (2019). Índice de importância biológica baseado em análise multicriterial aplicado no zoneamento ambiental, Publicação PPG/EFL. 2019, Programa de Pós-graduação em Ciências Florestais, Universidade de Brasília, Brasília-DF, 73 p.

CESSÃO DE DIREITOS

AUTOR: Renata Diniz Aguiar.

TÍTULO: Índice de importância biológica baseado em análise multicriterial aplicado no zoneamento ambiental.

GRAU: Mestre; ANO: 2019; ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: Conservação da Natureza.

Concedo à Universidade de Brasília-UnB permissão para reproduzir cópias desta dissertação de mestrado e para emprestá-las somente para propósitos acadêmicos e científicos. Reservo outros direitos de publicação, de forma que nenhuma parte desta dissertação de mestrado pode ser reproduzida sem minha autorização por escrito.



Renata Diniz Aguiar

Endereço eletrônico: rda.aguiar@gmail.com

Dedico esta dissertação à minha irmã Cris, maior inspiração de todas.

“Você tem que ser o espelho da mudança que está propondo. Se eu quero mudar o mundo tenho que começar por mim”.

Mahatma Gandhi.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, eu gostaria de agradecer ao meu computador por ter resistido até o final do mestrado apesar de todas as adversidades que (o pobrezinho) passou.

Agradeço aos meus queridos pais, Bolivar e Mara, e irmã, Cris, por todos os momentos que tivemos e, que ultimamente não estivemos juntos. Obrigado por me apoiarem em todas as minhas decisões.

Luti, você é incrível, você sabe né? Obrigada por me apoiar nas minhas maiores loucuras e por ter me ajudado de todas as formas possíveis para que eu pudesse realizar essa conquista.

Agradeço à Laura, Cado, Cla, Vó Sônia e Vô Joca por todo apoio que me deram durante todo esse período conturbado, vocês são demais. Agradeço à Genoveva, José e Raquel por em ajudarem no momento em que eu não tinha onde morar, se não fossem vocês, eu provavelmente nem teria começado a fazer meu mestrado. Raquel, você sabe que é a melhor, né?

Agradeço à Ana por ter me ajudado, acreditado em mim e me apoiado nos momentos em que eu nem aparecia em casa para nada. Você surgiu timidamente na minha vida, e sabe que veio pra ficar, né?

Agradeço à Biazete, pois sem você com certeza eu não teria me engajado para conseguir finalizar meu mestrado a tempo. Obrigada por todas as noites viradas, cafés e doideiras que passamos nesses tempos de mestrado (muitas histórias, né?).

Agradeço, em especial, ao meu orientador, Reuber Brandão, pela oportunidade, confiança, paciência e incentivo para realizar esta dissertação, e por toda sua dedicação profissionalismo. Você é um dos melhores professores que tive!

Em especial, agradeço também à Cristiane Barreto, minha coorientadora, que teve m(uuu)ita paciência comigo e dedicação com meu trabalho. Sem você esse trabalho não teria saído. Muito obrigada!

Obrigada ao Tarcísio Abreu, mais conhecido como seu moço, por me ajudar com tanta prontidão nos meus dados! Obrigada por todas as oportunidades que você me proporcionou e aprendizados.

Agradeço à Renata Françoso e ao Eraldo Matricardi por terem aceitado participar da banca avaliadora da minha dissertação e por todas as contribuições realizadas.

Agradeço ao departamento de Engenharia Florestal, aos funcionários e servidores pela paciência e experiência da graduação e mestrado. Agradeço a bolsa disponibilizada pela Capes.

Agradeço a todos do LAFUC, aos Mestres por todas as experiências compartilhadas, ensinamentos e também desesperos coletivos.

Agradeço ao pessoal do frisbee que me ajudou na tabulação dos dados mesmo estando no RJ. Em especial, agradeço ao Gio, Biguin e Martelo por me ajudarem sempre nos meus stories desesperados.

E por fim, mas não menos importante, à Jane, à Jovita e à Cynthia que em meio ao período mais conturbado da minha vida conseguiram me fazer acreditar que as coisas poderiam mudar e que só dependiam de mim.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS.....	9
LISTA DE TABELAS.....	10
RESUMO.....	11
ABSTRACT	11
CONSIDERAÇÕES INICIAIS	13
a) Unidades de Conservação.....	13
b) Índices de Biodiversidade	19
c) Estudo de caso: APA Gama e Cabeça de Veado – Distrito Federal.....	21
Questões de Pesquisa	24
Objetivos.....	24
1. INTRODUÇÃO	26
2. MATERIAIS E MÉTODOS	28
2.2.4. Análise de dados.....	37
2.3.2. Procedimentos metodológicos	38
2.3.3. Análise de dados	40
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	41
4. CONCLUSÕES	46
CAPÍTULO 2: Zoneamento Ambiental baseado em análise hierárquica e importância biológica.	47
1. INTRODUÇÃO.....	47
2. MATERIAIS E MÉTODOS.....	48
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	53
4. CONCLUSÃO.....	61
CONSIDERAÇÕES FINAIS	62
ANEXO I - Ferramenta <i>AHP Online System</i>	63
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	65

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1. ETAPAS DE ELABORAÇÃO E IMPLEMENTAÇÃO DO PLANO DE MANEJO DE UMA UNIDADE DE CONSERVAÇÃO.	16
FIGURAS 2. OS TRÊS ÚLTIMOS REMANESCENTES DE CERRADO DO DF	22
FIGURA 3. QUANTIDADES DE UNIDADES DE CONSERVAÇÃO DISTRITAIS E FEDERAIS E DE PROTEÇÃO INTEGRAL E USO SUSTENTÁVEL. *DESCONSIDEREI OS MONUMENTOS NATURAIS.....	22
FIGURA 4. LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE PROTEÇÃO AMBIENTAL GAMA E CABEÇA DE VEADO	29
FIGURA 5. DIAGRAMA DA CAMADA DE IMPORTÂNCIA BIOLÓGICA, DE ACORDO COM A MODELAGEM DO PROBLEMA DA ANÁLISE HIERÁRQUICA DE PROCESSOS.....	31
FIGURA 6. MATRIZ COMPARATIVA DOS COMPONENTES DO ÍNDICE CIB BASEADO NO AHP, SENDO X, Y E Z VARIANDO DE ACORDO COM O QUADRO 1.	31
FIGURA 7. CÁLCULOS NECESSÁRIOS PARA DEFINIR OS PESOS OU IMPORTÂNCIAS DE CADA UM DOS INDICADORES.....	32
FIGURA 8. CÁLCULOS DA ANÁLISE DE SENSIBILIDADE OU CONSISTÊNCIA LÓGICA QUE LEVA EM CONSIDERAÇÃO A MATRIZ DE PONDERAÇÕES.....	33
FIGURA 9. INFORMAÇÕES NECESSÁRIAS PARA PREPARAR OS DADOS PARA APLICAR A CAMADA DE IMPORTÂNCIA BIOLÓGICA.	36
FIGURA 10. O FORMATO DOS DADOS QUE SERÃO UTILIZADOS NA CAMADA DE IMPORTÂNCIA BIOLÓGICA, SENDO F (1 A 5) SÃO AS DIFERENTES FITOFISIONOMIAS.	36
FIGURA 11: GRÁFICOS REPRESENTAM OS PESOS JULGADOS PELOS CINCO AVALIADORES PARA A RIQUEZA, ENDEMISMO E AMEAÇA (I) E PARA AS ESPÉCIES CRITICAMENTE AMEAÇADAS, EM PERIGO E VULNERÁVEIS (II).	43
FIGURA 12. DIAGRAMA DA CAMADA DE IMPORTÂNCIA BIOLÓGICA COM SEUS RESPECTIVOS PESOS MÉDIOS.....	43
FIGURA 13. ÁREA DE PROTEÇÃO AMBIENTAL GAMA E CABEÇA DE VEADO.....	48
FIGURA 14. REFERÊNCIA E POSIÇÃO DAS IMAGENS DE <i>RAPIDEYE</i> UTILIZADAS PARA REPRESENTAR A APA.	49
FIGURA 15. PESOS REFERENTES ÀS CAMADAS PARA A ELABORAÇÃO DO ZONEAMENTO AMBIENTAL.	54
FIGURA 16. GRÁFICO DOS JULGAMENTOS DOS PESOS DOS CINCO PROFISSIONAIS PARA CADA UMA DAS CAMADAS DO ZONEAMENTO AMBIENTAL.	54

FIGURA 17. CLASSIFICAÇÃO DE USO E OCUPAÇÃO DO SOLO DE ACORDO COM RESPECTIVOS PESOS.....	55
FIGURA 18. CLASSIFICAÇÃO DE ÁREAS SUSCETÍVEIS E NÃO SUSCETÍVEIS DE ACORDO COM SEUS PESOS.....	56
FIGURA 19: CLASSIFICAÇÃO DAS DECLIVIDADES DA APA COM SEUS RESPECTIVOS PESOS	57
FIGURA 20. CAMADA DE IMPORTÂNCIA BIOLÓGICA - CIB	58
FIGURA 21. CAMADA DO VALOR DE IMPORTÂNCIA BIOLÓGICA - VIB.....	58
FIGURA 22. (A) ZONEAMENTO AMBIENTAL DE ACORDO COM O CIB. (B) ZONEAMENTO AMBIENTAL DE ACORDO COM O VIB.	60

LISTA DE TABELAS

TABELA 1. CATEGORIAS DE UNIDADES DE CONSERVAÇÃO PREVISTAS PELO SNUC.	14
TABELA 2. EXEMPLOS DE ZONAS PREVISTOS PELO ROTEIRO METODOLÓGICO DE UNIDADES DE CONSERVAÇÃO DE PROTEÇÃO INTEGRAL E SEUS PRINCIPAIS OBJETIVOS.	17
TABELA 3. VALORES DE X, Y E Z UTILIZADOS NA MATRIZ DE COMPARAÇÃO DOS INDICADORES DA AHP.....	31
TABELA 4. CATEGORIAS DOS GRUPOS TAXONÔMICOS E SUAS RECLASSIFICAÇÕES.	39
TABELA 5. OS RESULTADOS DA CAMADA DE IMPORTÂNCIA BIOLÓGICA (CIB) E DO VALOR DE IMPORTÂNCIA BIOLÓGICA (VIB) DOS CINCO GRUPOS TAXONÔMICOS EM CADA FITOFISIONOMIA ESTUDADA.....	44
TABELA 6. COMPARAÇÃO DAS FITOFISIONOMIAS COM MAIS ESPÉCIES ENDÊMICAS (↑E) OU AMEAÇADAS (VULNERÁVEIS – ↑VU, EM PERIGO – ↑EM E CRITICAMENTE AMEAÇADAS – ↑CR) EM RELAÇÃO ÀS FITOFISIONOMIAS MAIS IMPORTANTES NO CIB E NO VIB, E A COMPARAÇÃO DAS FITOFISIONOMIAS COM MENOS ESPÉCIES ENDÊMICAS (↓E) OU AMEAÇADAS (VULNERÁVEIS – ↓VU, EM PERIGO – ↓EM E CRITICAMENTE AMEAÇADAS – ↓CR) EM RELAÇÃO ÀS FITOFISIONOMIAS MENOS IMPORTANTES NO CIB E NO VIB.....	45

RESUMO

Propus uma ferramenta de priorização de áreas para conservação baseada no conceito de importância biológica e análise hierárquica. A ferramenta é a Camada de Importância Biológica (CIB), e se trata da hierarquização dos indicadores “Riqueza”, “Endemismo” e “Ameaça”, de acordo com suas importâncias para identificar porções da paisagem com maior vocação para a conservação. Analisei a eficácia do CIB por meio da comparação dos resultados de um estudo de caso com outra metodologia de importância biológica, o Valor de Importância Biológica (VIB). No estudo de caso, o CIB conseguiu explicar melhor os indicadores que o VIB. Para o CIB a paisagem mais importante foi o campo, enquanto que para o VIB foi o cerradão. Além disso, elaborei Zoneamentos Ambientais, sendo um baseado no CIB e outro no VIB. Para a área de estudo, o Zoneamento Ambiental baseado no CIB priorizou mais áreas que o do VIB.

ABSTRACT

I proposed a tool for prioritizing areas for conservation based on the concept of biological importance and hierarchical analysis. The tool is named “Camada de Importância Biológica” (CIB), and it is the hierarchy of the indicators "Richness", "Endemism" and "Threat", according to their importance to identify portions of the landscape with a greater vocation for conservation. I analyzed the effectiveness of CIB by comparing the results of a case study with another methodology of biological importance, the “Valor de Importância Biológica” (VIB). In the case study, the CIB was able to explain the indicators better than the VIB. For the CIB the most important landscape was the course, while for the VIB it was the cerradão. In addition, I developed Environmental Zoning, one based on the CIB and another on the VIB. For the study area, the CIB-based Environmental Zoning prioritized more areas than the VIB.

ÍNDICE DE IMPORTÂNCIA BIOLÓGICA BASEADO EM ANÁLISE MULTICRITERIAL APLICADO NO ZONEAMENTO AMBIENTAL

Esta dissertação foi dividida em três partes, sendo a primeira composta pelas Considerações iniciais, que aborda sobre a fundamentação teórica da pesquisa, e pelas Considerações finais, que simplifica as conclusões mais importantes. A segunda e terceira são compostas por capítulos no formato de artigo, ou seja, apresentam introdução, material e métodos, resultados e discussão e conclusão. O capítulo 1 se chama “Camada de Importância Biológica: nova ferramenta de Zoneamento de Áreas Protegidas baseada em indicadores biológicos voltadas ao apoio da gestão e manejo de áreas silvestres”. Este capítulo se trata da proposição de um índice baseado em indicadores biológicos, que identifique na paisagem os ambientes mais importantes para a conservação. O Capítulo 2 tem o título “Zoneamento Ambiental baseado em análise hierárquica e importância biológica”. Este aborda sobre a comparação de dois índices para auxiliar na composição do Zoneamento Ambiental da Unidade de Conservação APA Gama e Cabeça de Veado.

CONSIDERAÇÕES INICIAIS

a) Unidades de Conservação

O principal marco das políticas brasileiras visando a preservação e conservação da natureza foi a criação da primeira área protegida em âmbito nacional, o Parque Nacional de Itatiaia, no estado do Rio de Janeiro, em 1937. Nessa época, as “áreas de proteção” eram selecionadas a partir de critérios como beleza cênica, fenômenos geológicos ou regimes políticos, e não por fatores técnico-científicos de importância ambiental (Pureza et al, 2015).

O reconhecimento de áreas biologicamente importantes e a sua proteção com a criação de áreas especialmente protegidas é a estratégia mais importante e internacionalmente aceita para conservação da biodiversidade (Fonseca, 1999). Esta estratégia foi enfatizada em 1982, no III Congresso Mundial de Parques, realizado em Bali (Fonseca, 1999). Dez anos mais tarde, a Convenção da Diversidade Biológica (CDB), órgão colegiado das Nações Unidas, estabelecida durante a ECO-92, propôs a implementação de um sistema de áreas protegidas como o primeiro passo para a conservação *in situ* da diversidade biológica. As resoluções da CDB foram amplamente adotadas em 1994 no Brasil (BRASIL, 1994) e implementadas a partir de 1998.

Visando garantir a proteção de áreas naturais especialmente protegidas, foi instituído, em 18 de Julho de 2000, o Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC), a partir da promulgação da Lei nº 9.985, posteriormente regulamentada pelo Decreto nº 4.340 de 22 de agosto de 2002. Nessa lei foram estabelecidos alguns critérios e normas para a criação, implantação e gestão das unidades de conservação (Mercadante, 2001).

No primeiro capítulo do SNUC foram conceituados alguns termos essenciais para o entendimento da lei, como Unidades de Conservação (UC), conservação da natureza, diversidade biológica, recurso ambiental, preservação, proteção integral, conservação *in situ*, manejo, uso direto, uso indireto, uso sustentável, extrativismo, recuperação, zoneamento, zona de amortecimento, plano de manejo e corredores ecológicos. Além disso, as UCs são dispostas em três esferas governamentais: federal, estadual e municipal (BRASIL, 2000).

Para esta dissertação, utilizei o conceito de Unidade de Conservação de acordo com o SNUC:

“espaço territorial e seus recursos ambientais incluindo as águas jurisdicionais, com características naturais relevantes, legalmente instituído pelo Poder Público com objetivos de conservação e limites definidos, sob regime especial de administração, ao qual se aplicam garantias adequadas de proteção” (BRASIL, 2000).

No Brasil, as diferentes esferas das UCs demandam órgãos responsáveis pela sua gestão, monitoramento e fiscalização, sendo o ICMBio responsável pelas UCs federais e os órgãos estaduais de meio ambiente pelas estaduais e as prefeituras pelas municipais.

As UCs são criadas com diversos objetivos, tais como a promoção da conservação e o uso sustentável dos recursos naturais, a educação ambiental, a pesquisa científica e o lazer, dentre outros (BRASIL, 2000). Assim existem várias categorias de UC que são organizadas em dois grupos, Proteção Integral e Uso Sustentável. A primeira categoria tem como objetivo principal a preservação da natureza, permitindo apenas o uso indireto dos recursos naturais presentes. Já as UCs de uso sustentável visam compatibilizar a conservação ambiental com o uso direto e sustentável de parte dos recursos ali presentes. A partir desses grupos, temos 12 categorias de UC no Brasil (Tabela 1).

Tabela 1. Categorias de unidades de conservação previstas pelo Sistema Nacional de Unidades de Conservação.

Grupo	Categorias
1 Proteção Integral	Estação Ecológica (ESEC)
	Reserva Biológica (REBIO)
	Parque Nacional (PARNA)
	Monumento Natural (MN)
	Refúgio de Vida Silvestre (RVS)

Grupo	Categorias
2 Uso Sustentável	Área de Proteção Ambiental (APA)
	Área de Relevante Interesse Ecológico (ARIE)
	Florestal Nacional (FLONA)
	Reserva Extrativista (RESEX)
	Reserva de Fauna (REFAU)
	Reserva de Desenvolvimento Sustentável (RDS)
	Reserva Particular de Patrimônio Natural (RPPN)

Para alcançar os objetivos de conservação da biodiversidade é essencial a criação de áreas protegidas (Prendergast et al., 1999; Margules & Pressey, 2000). Para a criação de uma UC é necessário que sejam elaborados estudos técnicos que definam a localização, a dimensão, a delimitação dos limites mais coerentes com as características da unidade e a categoria desta. Além disso, é obrigatória a realização de consulta pública para facilitar a comunicação e a negociação entre o Poder Público e a comunidade local.

O ato da criação da UC não acompanha, necessariamente, a delimitação da zona de amortecimento, nem eventuais corredores ecológicos. Todavia, esse fato tem gerado alguns problemas relativos à proteção ambiental pois, após a implementação da unidade, as áreas do entorno podem concentrar tendências à degradação, especulação imobiliária e outros conflitos socioambientais, a ponto de se tornarem inviáveis para a conservação ou até a recuperação. Um exemplo disso é o Parque Nacional de Brasília, no Distrito Federal (Ganem, 2007).

Para que haja eficiência no alcance dos objetivos das UCs é necessária a produção de documentos de planejamento estratégico e de caráter científico, que estabeleçam a melhor forma de uso para essas áreas, denominados planos de manejo (PM). O SNUC estabeleceu que os PMs devem dispor do zoneamento, normas de uso da área e de manejo dos recursos naturais (BRASIL, 2000), além de integrar os atores econômicos e sociais das comunidades

do entorno (Ganem, 2007). Esse documento é imprescindível para o fornecimento das informações técnicas para o gestor da área protegida, para a devida implementação da UC.

A estrutura do PM, especialmente das UCs federais, é organizada em encartes (Figura 1) que, normalmente, apresentam a seguinte estrutura: (1) Informações gerais da UC; (2) Contexto e enquadramento governamental, estadual e regional em que está a UC; (3) Diagnóstico e análise da UC e seu entorno, contando com a zona de amortecimento e os corredores ecológicos; (4) Planejamento e gestão da unidade; (5) Elaboração dos projetos específicos e (6) Monitoramento, avaliação e reavaliação das metodologias do plano (IBAMA, 2002).

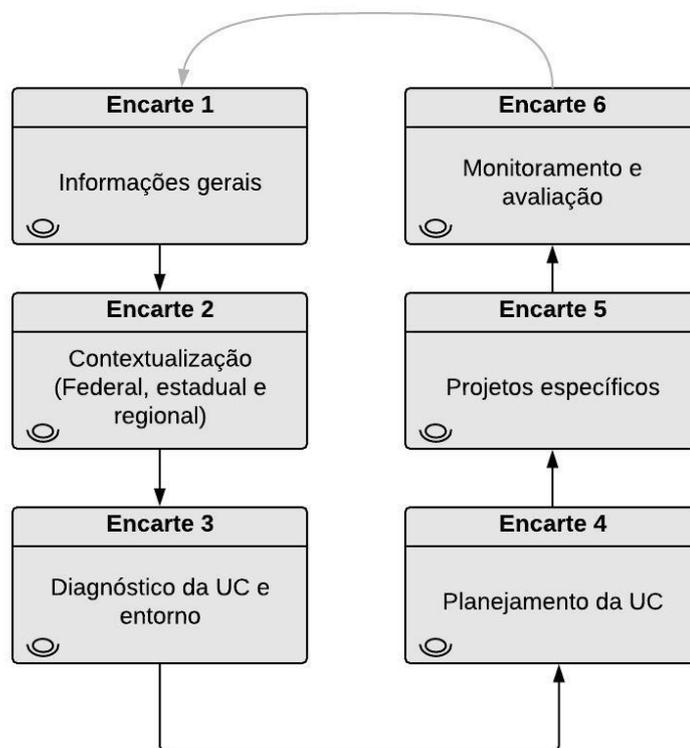


Figura 1. Etapas de elaboração e implementação do Plano de Manejo de uma Unidade de Conservação. (Fonte: IBAMA, 2002).

Apesar de existirem seis encartes, o PM normalmente inclui apenas os quatro primeiros, pois os outros dois são realizados durante a revisão dos planos. Além disso, as APAs contam apenas com os três primeiros encartes, pois os de contextualização e diagnósticos são fundidos (IBAMA, 2001).

Uma das principais ferramentas para auxiliar nesse planejamento da UC é o Zoneamento Ambiental, que estratifica a área por tipos de usos, permitindo assim o manejo adequado dos diferentes grupos de UC. O Zoneamento Ambiental (ZA) é o instrumento utilizado para identificar e mapear os potenciais e fragilidades ambientais, sociais e econômicas de diferentes áreas dentro de uma UC e no seu entorno (BRASIL, 2000).

O ZA consiste em definir áreas homogêneas dentro de uma UC (ou no seu entorno) que, baseado nas similaridades e diferenças próprias dessas áreas, terão objetivos e normas específicas, visando o cumprimento dos objetivos da UC de forma eficiente (BRASIL, 2000). Esse deve ser abrangente, contemplando informações técnico-científicas, visando solucionar problemas em diferentes perspectivas espaço-temporal.

As zonas, dentro da unidade, devem ser divididas em conformidade com os objetivos gerais da categoria da UC. Normalmente, as UC de proteção integral contam com zonas de maior proteção (zona intangível e zona primitiva); zonas de média intervenção (zona de uso extensivo e zona de uso especial); zonas de maior intervenção (zona de recuperação e zona de uso intensivo); e outras zonas específicas, que são definidas conforme particularidades da UC (por exemplo, zona histórico-cultural, zona de ocupação temporária e zona de uso conflitante) (Tabela 2) (IBAMA, 2002). Além disso, há também a zona de amortecimento que se localiza no entorno da UC e visa minimizar impactos externos sobre a integridade da área protegida. Essas são as categorias gerais, mas dependendo da especificidade da UC, podem ocorrer outras zonas como as zonas de preservação da vida silvestre, no caso das APAs (ICMBio, 2007) e as zonas de extrativismo, das RESEX (ICMBio, 2012).

Tabela 2. Exemplos de zonas previstos pelo roteiro metodológico de Unidades de Conservação de Proteção Integral e seus principais objetivos.

Zona	Objetivos
Intangível (I)	Proteção integral de ecossistemas, recursos genéticos e monitoramento ambiental.
Primitiva (II)	Preservação ambiental com a mínima interferência possível. É permitida realização de pesquisa científica e educação ambiental.

Zona	Objetivos
Uso Extensivo (III)	Conservação ambiental com pequenas alterações para oferecer acesso e facilidades para o público. Possui maior parte coberta por áreas naturais.
Uso Intensivo (IV)	Conservação ambiental com grandes alterações humana como centros de visitação, museus e outros serviços para o público.
Histórico-Cultural (V)	Conservação ambiental com alterações necessárias para preservar, estudar e restaurar manifestações históricas e arqueológicas para apresentação ao público.
Recuperação (VI)	Recuperação ambiental de áreas muito antropizadas para que depois sejam recategorizada em alguma das outras zonas.
Uso Especial (VII)	Local utilizado para sede da UC, no qual deve ter a salas da administração, manutenção e outros serviços da unidade.

(Fonte: IBAMA, 2002).

É sugerido que as zonas apresentem padrões gradativos de uso, nos quais a zona mais interna deve, idealmente, apresentar menor interferência humana e máxima proteção, enquanto as mais externas, permitiriam maior interferência e manejo, incluindo infraestrutura para uso público, fiscalização e operacionalização, a depender da categoria da UC (IBAMA, 2002). A delimitação das zonas não segue um protocolo específico, pois devem se adaptar às condições locais, como topografia, antropização, presença de recursos hídricos importantes, biodiversidade, vulnerabilidade ambiental, dentre outros fatores e critérios que são definidos caso a caso (UNESCO, 2003).

A elaboração do ZA ainda é um pouco objetiva e muito circunstancial, pois, apesar de existirem alguns roteiros metodológicos, as UCs são muito distintas entre si. Dessa forma, os parâmetros, critérios e os tratamentos levados em consideração acabam sendo diferentes, variando muitas vezes entre diferentes estudos e dificultando a comparação na eficiência das propostas entre diferentes áreas. Os roteiros existentes foram elaborados por órgãos oficiais, como Ministério do Meio Ambiente (MMA), Instituto Chico Mendes da Biodiversidade da

Conservação (ICMBio) e Instituto Brasileiro do Meio Ambiente (IBAMA). Normalmente, a partir dessas referências, o zoneamento parte mais de critérios de uso e intensidade de intervenções no ambiente, do que de fatores naturais, intrínsecos, como sua vulnerabilidade e importância biológica. Nesse sentido, como crítica geral aos zoneamentos desenvolvidos para as áreas protegidas, as quais visam garantir a preservação e a conservação da biodiversidade, as informações biológicas acabam tendo importância subjetiva ou secundária no zoneamento final das unidades de conservação (Françoso, 2009). Dessa forma, é necessário incorporar mais profundamente a biodiversidade das áreas protegidas no seu zoneamento (Françoso & Brandão, 2008).

b) Índices de Biodiversidade

O termo “biodiversidade” ou “diversidade biológica” parte da ideia de um conjunto de todas as formas de variação biótica em diversos níveis (Noss, 1992). Por transcender as dimensões hierárquicas (de genes a ecossistemas), espaciais (de local a regional) e temporais (dentro e entre gerações), o conceito de biodiversidade também gera dificuldades na sua compreensão e ao coloca-lo em prática, no caso de transformá-lo em medidas quantitativas que auxiliem nos esforços de proteção à natureza (Noss, 1990; Savard, 1994).

A maior parte da dedicação em traduzir o conceito de biodiversidade em parâmetros quantitativos se concentra, principalmente, em duas medidas, que são a riqueza e a abundância relativa (Pianka, 1994; BRASIL, 2000; Purvis & Hector, 2000). A riqueza é a quantidade de espécies e a abundância relativa é quantidade de indivíduos de uma espécie da região estudada (Pianka, 1994; Moreno, 2001). Existem diversas metodologias para calcular a diversidade e riqueza de uma área (Margurran, 1998), mas cada método costuma gerar um resultado diferente para o mesmo conjunto de dados, dependendo do que se busca com aquele estudo (Carvalho, 1997). O principal objetivo de medir a biodiversidade de uma área é priorizar ou traçar a melhor maneira de protegê-la (Scholes & Biggs, 2010).

Para mensurar a biodiversidade foram criados diversos índices e estimadores que, por meio dos dados biológicos, descrevem a diversidade de uma determinada área. Os índices mais comumente utilizados, como Shannon-Wiener, Simpson, Margalef ou Pielou, são baseados na distribuição da abundância relativa entre as espécies (Margurran, 1998; Dias, 2004). No entanto, esses índices geram valores comparativos e não informações ecológicas

propriamente ditas, criando um desafio posterior aos tomadores de decisão (Dias 2004). Já os estimadores de riqueza, como por exemplo, Jackknife 1 e 2, Chao 1 e 2, Bootstrap são baseados na premissa de que a maioria das comunidades apresenta espécies representadas por poucos indivíduos (Margurran, 1998) e são utilizados principalmente para prever quantas espécies devem ocorrer em um determinado ecossistema, com base nos dados brutos de riqueza e abundância (Gotelli & Colwell, 2001; Gotelli & Colwell, 2011).

Recentemente, a principal aplicação das medidas de biodiversidade tem sido feita em associação ao termo “importância biológica”, no qual o maior interesse é revelar os padrões de uma paisagem (Rangel et al, 2007) e otimizar a conservação do maior número de espécies em áreas protegidas (Ricotta, 2005; Melo, 2008). Assim, a caracterização se dá pela presença de indicadores biológicos ou espécies alvo de conservação (WWF, 2014).

Nesse contexto, existem diversas formas de prever a importância biológica, mas nenhuma é considerada, a priori, melhor que outra, como o Planejamento Sistemático para a Conservação (PSC), a Teoria Unificada da Macroecologia e o Zoneamento Biológico.

O PSC passa por seis etapas, sendo (1) a definição das características a serem usadas para representar a biodiversidade geral no processo de planejamento; (2) o estabelecimento de objetivos diretos de conservação; (3) a análise do quanto os objetivos de conservação foram alcançados nas reservas existentes; (4) a utilização de métodos para localizar e planejar novas reservas e complementar alguma já existente; (5) a aplicação de critérios explícitos para a implementação de ações de conservação no solo; e (6) a adoção de objetivos explícitos e mecanismos para manutenção das condições necessárias dentro das reservas para garantir a permanência de características naturais fundamentais, com seu monitoramento e revisão (Margules & Pressey, 2000).

A Teoria Unificada de Macroecologia se baseia em padrões de abundância e utiliza três premissas para delimitar as áreas de conservação, onde (1) a ocupação geográfica de cada espécie se situa de forma independente da ocupação de outras espécies; (2) diferentes espécies variam em abundância global de acordo com uma curva de abundância (*hollow curve*); e (3) a abundância dentro de um determinado alcance se estrutura com o pico no centro e decaimento gradual de acordo com a distância para este centro. Além da criação de áreas prioritárias para a conservação, essa teoria busca também a permanência das espécies estudadas nessas áreas (McGill & Collins, 2003).

Já o Zoneamento Biológico avalia a relevância de determinados ambientes a partir da soma dos organismos considerados indicadores biológicos, da riqueza dos grupos taxonômicos estudados, onde os indicadores biológicos são escolhidos baseado em características intrínsecas, por exemplo, espécies endêmicas, ameaçadas, topos de cadeia, visadas para caça entre outros, sobrepostas na paisagem (Françoso et al, 2014).

Uma das relações encontradas nas diferentes metodologias explanadas acima é a utilização de uma análise complexa que envolve muitas variáveis ou critérios para compor uma única resposta. Portanto, diagnósticos que buscam expressar mais de um dado, como no caso da importância biológica, exigem análises mais complexas. Existem diversos tipos de análises, mas a abordada neste projeto é a multicriterial.

A Análise Multicriterial é um conjunto de procedimentos matemáticos para análise de problemas complexos, com várias variáveis ou critérios, que busca auxiliar na tomada de decisão (Malczewski, 1999). A Análise Hierárquica de Processos (AHP) é um modelo de análise multicriterial com menor subjetividade, que se divide em três etapas básicas:

(1) Modelagem do problema: identificação e organização dos objetivos, critérios, alternativas e limitações de forma hierárquica;

(2) Atribuição de pesos ou importância dos critérios escolhidos: avaliação por meio de comparações pareadas entre os critérios;

(3) Análise de sensibilidade ou consistência lógica: utilização de algoritmo com os resultados possíveis para que essas avaliações comparadas façam sentido quando colocadas numa mesma escala (Saaty, 1988).

c) Estudo de caso: APA Gama e Cabeça de Veado – Distrito Federal

A paisagem do Distrito Federal está correlacionada diretamente com processos de adensamento urbano e o crescimento da agropecuária, sendo esses os principais responsáveis pela redução de 57% dos remanescentes de cerrado (UNESCO, 2002). Atualmente, há três grandes remanescentes de vegetação no DF, sendo o Parque Nacional de Brasília, a Estação Ecológica de Águas Emendadas e a Área de Proteção Ambiental Gama e Cabeça de Veado (Figura 2).



Figuras 2. Os três últimos remanescentes de Cerrado do Distrito Federal. (Fonte: MAB/ UNESCO, 2002, disponível em: www.rbma.org.br/mab/unesco).

No DF existem diversas UCs federais e distritais (Figura 3), sendo essas regidas pelo Sistema Distrital de Unidades de Conservação (SDUC), que foi criado pela Lei Complementar nº 827 em julho de 2010. Há 26 UCs no DF, sendo a maioria de uso sustentável (Figura 3) e estão sobrepostas umas às outras. Além disso, apenas dez UCs tem plano de manejo, o que dificulta o principal objetivo das UCs.

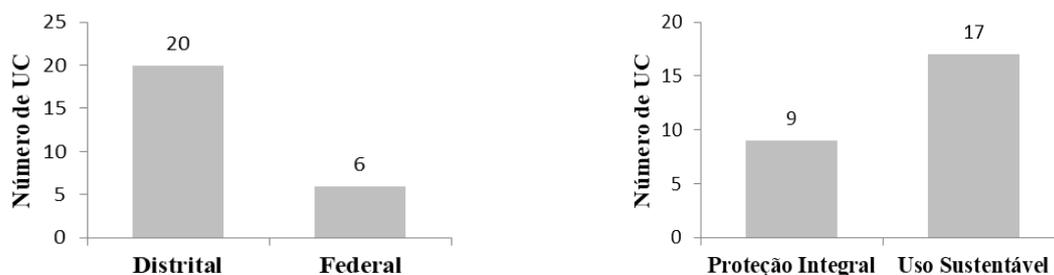


Figura 3. Quantidades de Unidades de Conservação distritais e federais e de proteção integral e uso sustentável. *Desconsidere os Monumentos Naturais. (Fonte: IBRAM, 2018).

A partir da grande quantidade de UC é possível aferir a importância e relevância de manejar de forma adequada os recursos que ainda existem no DF, seja criando planos de manejo nas unidades que não tem, seja gerindo os recursos de forma a cumprir os objetivos reais de criação. Uma das áreas que não apresenta PM é a APA Gama e Cabeça de Veado.

A APA Gama e Cabeça de Veado é uma UC de uso sustentável distrital e, por isso, segue as premissas e diretrizes dispostas no SDUC. Esta pode ser constituída por terras públicas ou privadas e devem respeitar as restrições estabelecidas em lei, além de ter um conselho consultivo com representantes da sociedade civil e órgãos públicos envolvidos (GDF, 2010). Pode se aferir que essa categoria deveria contribuir como um instrumento de ordenamento territorial já que uma das suas atribuições é “disciplinar o processo de ocupação do território” (GDF, 2010).

Nessa categoria são permitidos três tipos de usos, a ocupação/atividades humanas, a preservação e a recuperação, que são organizados em três zonas, a Zona de Conservação da Vida Silvestre (ZCS), a Zona de Preservação da Vida Silvestre (ZVS) e a Zona de Recuperação (CONAMA, 1999). Na ZCS podem ocorrer intervenções antrópicas moderadas e sustentáveis, enquanto que na ZVS são proibidas intervenções antrópicas que alterem os recursos naturais ali presentes (IBAMA, 2001).

A APA Gama e Cabeça de Veado abriga dois núcleos rurais, um núcleo urbano, uma fazenda experimental, além de diversas áreas protegidas e UCs. De acordo com o SDUC, quando houver mosaicos de UC (UCs e/ou áreas protegidas justapostas ou sobrepostas), a gestão deve ser compatibilizada, respeitando as diferentes categorias e, garantindo o principal objetivo de uma UC, a preservação da biodiversidade (DISTRITO FEDERAL, 2010).

A APA é uma área de importância biológica “extremamente alta” de acordo com o programa Áreas Prioritárias para a Conservação (MMA, 2015) e apresenta diversas UCs. Entretanto, as UCs não possuem uma gestão compartilhada a fim de manejar as áreas de forma integrada. Apesar da importância da área ser reportada por vários estudos, a legislação vigente e de ocupação do DF não corroboram com conservação da APA.

Existem diferentes instrumentos de ordenamento territorial usados no Zoneamento Ambiental do Distrito Federal, como o Plano Diretor de Ordenamento Territorial (PDOT), o Zoneamento Ecológico-Econômico (ZEE-DF), e os diferentes PMs das unidades de conservação. Essa sobreposição de proposições quanto ao uso do solo no DF cria uma série de complicações e confusões para gestores, sem representar, no entanto, ganhos relevantes para a conservação dos recursos naturais no DF.

De acordo com o Artigo 12º da Lei Complementar Distrital nº 17/97, que promulga o PDOT, as diretrizes das áreas especiais de proteção sobrepõem-se às diretrizes do PDOT (BRASIL, 1997). Assim, as UCs deveriam reger sobre o uso e ocupação por elas ocupada.

Entretanto, não é o que acontece, como pode ser observado no novo PDOT, no qual desconsiderou a existência dos planos de manejo de todas as UCs dentro da APA Gama e Cabeça de Veado (PDOT, 2017). Isso remete ao fato de que os instrumentos usados para a conservação e preservação da biodiversidade e do bioma Cerrado não têm recebido a devida atenção dos gestores públicos, colocando em risco o provimento de serviços ecossistêmicos essenciais para a qualidade de vida da população do DF.

Outra questão é que o Zoneamento Ambiental da APA não foi elaborado levando em consideração dados quantitativos da biodiversidade e relevância biológica das áreas. Portanto, estou propondo uma metodologia mais robusta que contenha dados de importância biológica baseado no método de análise multicriterial.

Questões de Pesquisa

As questões de pesquisa que esta dissertação busca responder são:

- Quais os critérios mais importantes para um índice de importância biológica?
- Como o índice proposto se comporta em comparação ao índice Valor de Importância Biológica?
- Como os índices de importância biológica podem ser explorados no zoneamento de UCs?

Objetivos

O principal objetivo é propor um Zoneamento Ambiental para a APA Gama e Cabeça de Veado utilizando um índice de importância biológica que incorpore a distribuição da biodiversidade na paisagem da APA para embasar a proposta.

Os objetivos específicos são:

- Capítulo 1: Propor um índice de importância biológica baseado em análise multicriterial que permita apoiar a gestão e o manejo de unidades de conservação, e comparar o índice proposto com um existente;

- Capítulo 2: Elaborar e comparar os Zoneamentos Ambientais da APA Gama e Cabeça de Veado aplicando diferentes índices de importância biológica.

CAPÍTULO 1: Camada de Importância Biológica: nova ferramenta de Zoneamento de Áreas Protegidas baseada em indicadores biológicos voltadas ao apoio da gestão e manejo de áreas silvestres

1. INTRODUÇÃO

Os índices são instrumentos fundamentais para caracterizar determinado aspecto da realidade, seja em valores quantitativos ou qualitativos, preferencialmente de acordo com uma escala pré-estabelecida. Um índice é baseado em variáveis relacionadas à questão que se busca caracterizar (Prabhu et al, 1999), que são combinadas por diferentes métricas visando auxiliar a tomada de decisões (Siche et al, 2007). Com isso, os índices permitem comparar diretamente diferentes tipos de informação.

Os índices podem auxiliar na interpretação dos dados ambientais complexos. A caracterização da biodiversidade de uma comunidade, por exemplo, requer estudos faunísticos, florísticos e ambientais (McNeely, 1990), no qual as amostragens geram informações fundamentais para produzir os índices (Souza & Soares, 2013). Existem diversos índices de biodiversidade que combinam variáveis ambientais visando explicar a estrutura das comunidades naturais (Ricotta, 2005), sendo que os mais utilizados, como Shannon, Pielou e Simpson, se baseiam no comportamento da riqueza e da abundância de espécies (Margurran, 1998; Dias, 2004). As desvantagens na aplicabilidade dos índices de biodiversidades mais comuns são a falta de escala pré-definida, como é o caso de Shannon, o que favorece interpretações subjetivas ou abstratas (Jost, 2007; Melo, 2008) ou, no caso de Simpson, que possui vieses relacionados à importância das espécies mais raras (Peet, 1974). Os diferentes índices têm equações próprias e, conseqüentemente, sensibilidades diferentes para as variáveis, voltados a finalidades, às vezes, muito específicas. Essas discrepâncias tornam os estudos confusos, pois uma mesma comunidade pode ter avaliações diferentes da biodiversidade quando analisadas por mais de um índice (Hurlbert, 1971; Melo, 2008).

No que se refere aos dados globais, o problema se repete. Existem diversas metodologias e índices para expressar a biodiversidade, seja quantitativamente, seja qualitativamente, sendo que cada uma apresenta uma métrica e respostas diferentes, complicando a compilação dos dados globais. Diante disso, e de outros problemas, a

Convenção da Diversidade Biológica (CDB) definiu regras básicas para a escolha de indicadores que devem representar os IBs (CBD, 2003).

As regras são (1) fornecer informações claras e significativas para a elaboração de políticas e tomada de decisões; (2) ter base científica, com precisão e validação dos resultados; (3) gerar resultados sobre a relevância da biodiversidade, tais como estado de conservação ou ameaça, impactos, dentre outros; (4) obter vantagens para aceitação dos atores e profissionais envolvidos e ter abordagem acessível; (5) apresentar monitoramento e atualização dinâmicas e fáceis; e (6) ser sensíveis para detectar mudanças e tendências em diferentes escalas de espaço e tempo (CBD, 2003).

A avaliação da biodiversidade também tem sido realizada por meio dos índices de importância biológica, no qual o maior interesse é revelar os padrões de uma paisagem (Rangel et al, 2007) ou otimizar a conservação do maior número de espécies em áreas protegidas (Ricotta, 2005; Melo, 2008). Assim, a caracterização de uma área se dá pela presença de indicadores biológicos ou espécies alvo de conservação (WWF, 2014). A escolha dos indicadores é baseada em características das espécies. Por exemplo, espécies endêmicas, ameaçadas, topo-de-cadeia, guarda-chuvas, visadas para caça, dentre outros fatores (Françoso et al, 2014; Scaramuzza et al, 2005). Essa abordagem tem sido muito eficaz na aplicação do zoneamento ambiental a fim de priorizar áreas para a conservação (Françoso et al, 2014; Scaramuzza et al, 2005).

Em 2005, Scholes & Biggs propuseram o *Biodiversity Intactness Index* (BII) que avalia os impactos humanos na biodiversidade seguindo as regras propostas pela CBD. O BII é baseado na abundância média de um conjunto grande de dados de uma dada área geográfica, no qual é comparado o valor atual com suas populações antes da antropização (Scholes & Biggs, 2010). Apesar de ser muito utilizado, o BII é um índice complicado, pois está condicionado a conseguir informações prévias confiáveis, de quando as áreas estavam intactas.

Outra metodologia que vem sendo aprimorada é o Planejamento Sistemático da Conservação (PSC), que tem como objetivo localizar e delimitar novas áreas para conservação a fim de complementá-las e cumprir as metas de conservação (WWF, 2014). O PSC é baseado no custo de conservação a partir de espécies alvo e seu grau de insubstituibilidade e representatividade, além da complementariedade e flexibilidade (Margules & Pressey 2000). É um índice bem complexo que demanda a utilização de muitos *softwares* necessitando de treinamento específico para sua aplicação.

O Valor de Importância Biológica (VIB) é um índice de importância biológica proposto por Françoso et al. (2014). O VIB é baseado na combinação da riqueza de espécies e as espécies indicadoras (endêmicas, ameaçadas de extinção, visadas para caça, predadores topo de cadeia, entre outros) que resulta num mapa de importância biológica das diferentes unidades de paisagens da área de estudo (como fitofisionomias, ecossistemas, bacias hidrográficas, dentre outras). No entanto, a atribuição do valor dos pesos não passa por nenhum processo comparativo para a melhor escolha, conferindo subjetividade ao índice. Além disso, alguns indicadores (p.ex. predador topo de cadeia) muitas vezes não são adaptáveis para todos os grupos taxonômicos estudados (p.ex. anfíbios).

Os objetivos do meu estudo são (1) propor um índice de importância biológica baseado em análise multicriterial visando apoiar a gestão e manejo de áreas silvestres, a fim de preencher as lacunas de limitação dos índices já existentes; e (2) Aplicar e comparar o índice proposto com o índice Valor de Importância Biológica (VIB) em uma UC do Distrito Federal.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1. Área de estudo

A área de estudo abrange a APA Gama e Cabeça de Veado e parte de cinco Regiões Administrativas, sendo R.A. I – Brasília (1%), R.A. VIII – Núcleo Bandeirante (22%), R.A. XIII - Santa Maria (9%), R.A. Park Way, R.A XVI - Lago Sul (65%) e R.A. XIX – Candangolândia (3%) (IBRAM, 2019).

Dentro da APA existem outras áreas protegidas e UCs mais restritivas, sendo a Área de Relevante Interesse Ecológico Capetinga/Taquara (ARIE Capetinga e Taquara), localizada na fazenda experimental da Universidade de Brasília (Fazenda Água Limpa – FAL), a Estação Ecológica do Jardim Botânico de Brasília (EEJBB), a Área de Proteção de Manancial do Catetinho, a Reserva Ecológica do IBGE (RECOR IBGE) e área da Aeronáutica. Além disso, há dois núcleos rurais na APA, Córrego da Onça (CO) e Vargem Bonita (VB) (Figura 4).

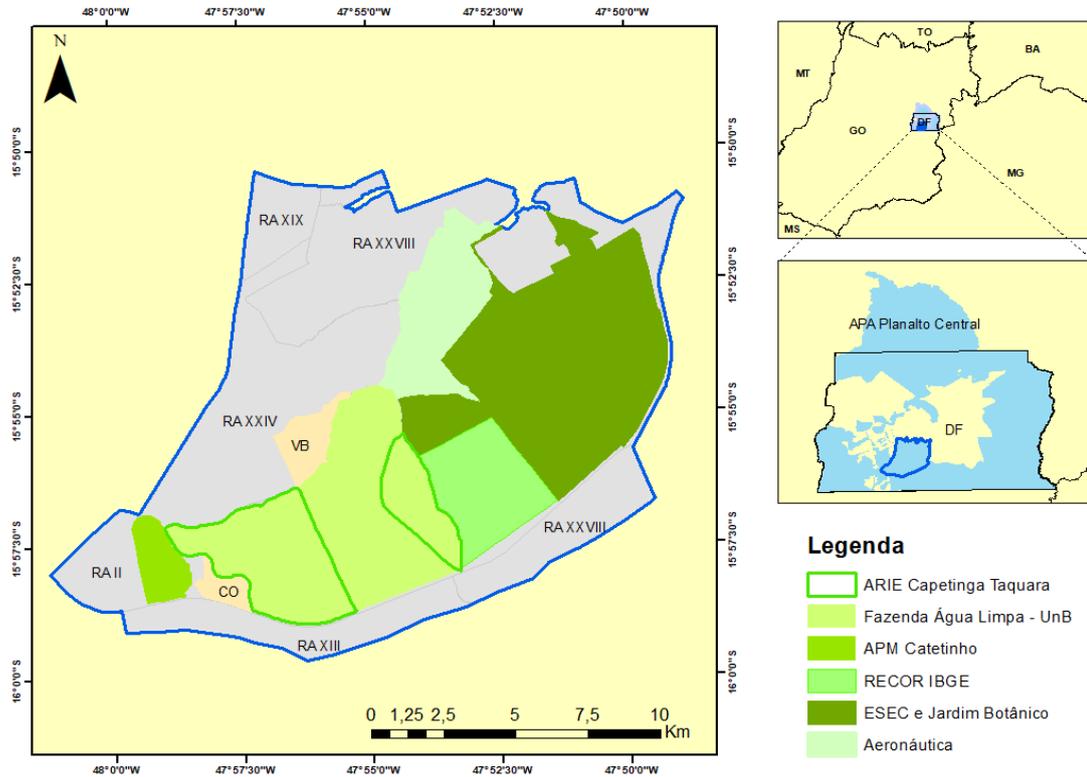


Figura 4. Localização da Área de Proteção Ambiental Gama e Cabeça de Veado (fonte: autora, 2019).

É possível observar que a área de estudo se localiza dentro de outra APA chamada Planalto Central, que passa dos limites do DF. A APA Gama e Cabeça de Veado está no centro-sul e abrange tanto áreas urbanizadas quanto rurais e remanescentes de cerrado.

2.2. Índice Camada de Importância Biológica - CIB

Proponho um índice chamado Camada de Importância Biológica (CIB), que visa introduzir dados de importância biológica e análise multicriterial para o zoneamento de áreas prioritárias para conservação. O CIB é baseado em três indicadores “Riqueza”, “Ameaça” e “Endemismo”, que possibilita identificar porções da paisagem com maior vocação para a conservação por meio da distribuição espacial.

A escolha dos indicadores foi baseada nos *hotspots* da biodiversidade mundial (Myers et al., 2000). A riqueza (quantidade de espécies) é uma das medidas da biodiversidade (Pianka, 1994), e possui evidente importância biológica. O endemismo está ligado à

distribuição de espécies e aos padrões biogeográficos de especiação (Brown & Lomolino, 1998), podendo ter caráter regional ou local. E por sua vez, a ameaça é a probabilidade de extinção das espécies (Araújo, 1998), além de ser um indicador de fácil entendimento e possuir diversas listagens de ameaça disponíveis na literatura. Para o CIB, utilizei três categorias de espécies ameaçadas de acordo com a Lista Vermelha da União Internacional de Conservação da Natureza (IUCN) sendo elas vulnerável, em perigo e criticamente ameaçada. (IUCN, 2018).

O CIB pode utilizar dados de diversos grupos taxonômicos para caracterizar as unidades de paisagens, assim esta funciona como a base de diferenciação (ou estratificação) da área. A definição da unidade de paisagem deve ser capaz de reconhecer, em uma dada região, características que permitam descrever áreas homogêneas em componentes estruturais e/ou bióticos, que podem variar de paisagem a paisagem (Kirchhoff et al., 2013). Essa pode ser definida diferentemente para cada tipo de estudo, dependendo do objetivo inicial. Alguns exemplos são o tipo de vegetação ou fitofisionomia, tipo de solo, unidade geológica, dentre outros.

O CIB se baseia na metodologia de Análise Hierárquica de Processos (AHP). Esse método hierarquiza os processos de análise e os pondera a fim de apoiar a tomada de decisão (Saaty, 1987). Nesse caso, hierarquiza os indicadores de relevância biológica e os pondera. A AHP é dividida em três etapas, sendo (1) modelagem do problema; (2) atribuição de pesos ou importância dos indicadores; e (3) análise de sensibilidade ou consistência lógica (Saaty, 1987).

Nesse contexto, o CIB é hierarquizado em dois níveis, sendo que o primeiro nível pondera a riqueza, o endemismo e a ameaça, enquanto o segundo pondera as categorias de espécies ameaçadas (criticamente ameaçadas, em perigo e vulneráveis) (Figura 5).

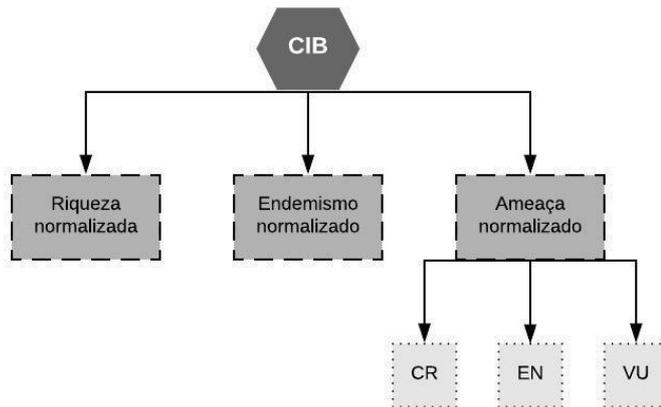


Figura 5. Diagrama da Camada de Importância Biológica, de acordo com a modelagem do problema da Análise Hierárquica de Processos.

A definição dos pesos ocorre a partir da comparação pareada entre os indicadores, de modo que estes são julgados quanto à sua importância por meio de uma matriz. Nesse caso, as duas matrizes foram de 3 x 3 (Figura 6). Essas comparações são realizadas por valores que variam de 1 a 9 (Saaty, 1987) (Tabela 3). Os valores da matriz são normalizados e utilizados para o cálculo da Importância Relativa (IR) de cada um dos indicadores (Figura 7).

	Riqueza	Endemismo	Ameaça
Riqueza	1	X	Y
Endemismo	1/X	1	Z
Ameaça	1/Y	1/Z	1

Figura 6. Matriz comparativa dos componentes do índice CIB baseado no AHP, sendo X, Y e Z variando de acordo com o Quadro 1.

Tabela 3. Valores de X, Y e Z utilizados na matriz de comparação dos indicadores da AHP.

Importância	Definição	Explicação
1	Importância igual	Os dois indicadores contribuem igualmente para o objetivo/índice
2	Pouca ou fraca	
3	Importância moderada	Experiência e julgamento favorecem levemente um indicador sobre o outro
4	Moderada para cima	
5	Importância forte	Experiência e julgamento favorecem grandemente um indicador sobre o outro
6	Importância forte para cima	
7	Muito importante	Experiência e julgamento favorecem muito grandemente um indicador sobre o outro
8	Muito importante para cima	
9	Extremamente importante	A evidência de favorecer um indicador sobre o outro é do mais alto grau de afirmação

(Fonte: Adaptado de Saaty, 1987).

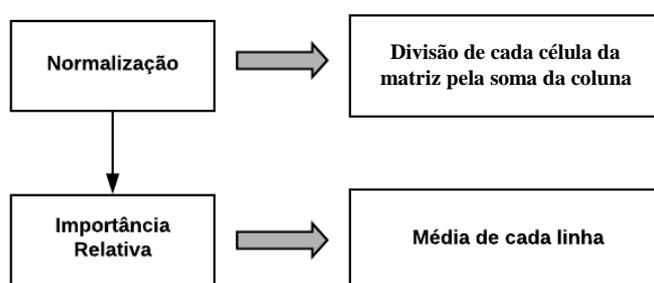


Figura 7. Cálculos necessários para definir os pesos ou importâncias de cada um dos indicadores (Fonte: Adaptado de Saaty, 1987).

Por fim, para reduzir a subjetividade desse julgamento, é realizado o cálculo de sensibilidade, que confirma ou não a consistência lógica dos julgamentos (Figura 8) (Sant’Anna, 2017). O resultado do cálculo deve ser menor ou igual a 0,10 para ser considerado como lógico. Caso contrário, os julgamentos não são consistentes e a ponderação deve ser refeita (Saaty, 1987).

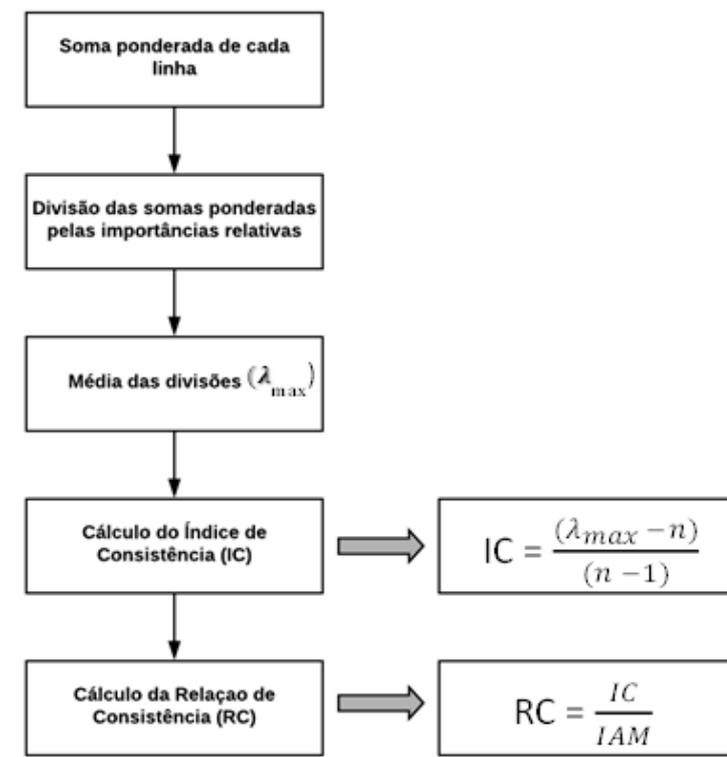


Figura 8. Cálculos da Análise de sensibilidade ou consistência lógica que leva em consideração a matriz de ponderações. O n é o número de indicadores, assim é 3. O IMA é a Inconsistência Aleatória Média que é estabelecido de acordo com a dimensão da matriz, nesse caso é 3 x 3, então é 0,52. (Fonte: Adaptado de Saaty, 1987).

A ferramenta, de acesso livre, *AHP Online System*, (<https://bpmsg.com/academic/ahp.php>) facilita nos cálculos da segunda e terceira etapas da AHP, isto é, na obtenção dos pesos (importâncias) dos indicadores e na análise de sensibilidade. Para isso é preciso criar uma conta no *site* e adicionar um projeto, que se refere ao índice, e os critérios estabelecidos, que se referem aos indicadores a serem ponderados. O processo é simples, assim após a elaboração da hierarquia é preciso enviar o *link* para os avaliadores e os cálculos são realizados automaticamente. Vale ressaltar que o *site* só aceita submissão de respostas que sejam aprovadas pela consistência lógica, validando assim as informações (BPMSG, 2018) (ANEXO I).

O CIB foi criado para suprir algumas lacunas de informações das metodologias existentes (WWF, 2014). Algumas delas são a disponibilidade de bancos de dados confiáveis,

no caso do BII, a quantidade de pessoas treinadas para utilizar *softwares* complexos, no caso do PSC, e a subjetividade, no caso do ZB. Portanto, as características do CIB são:

- Viabilidade alta (fácil aplicabilidade): o indicador é baseado na quantidade de espécies (riqueza) e não em quantidade de indivíduos (abundância). Assim, a base de dados pode ser retirada de estudos previamente realizados ou inventários mais rápidos, como Avaliação Ecológica Rápida (Sayre et al., 1999);
- Subjetividade baixa: os indicadores são iguais para todas as espécies avaliadas e a ponderação destes é baseada em análise multicriterial;
- Replicabilidade alta: o índice pode ser facilmente atualizado, além de poder ser aplicado em diversas escalas espaciais e temporais;
- Representatividade alta: o índice é baseado na metodologia de “gap analysis” (Scott et al., 1993; Araújo, 1998), utilizando indicadores similares às ferramentas reconhecidas como *hotspots* e PSC (Myers et al., 2000; WWF, 2003), e obedece a todas as regras básicas de escolha dos indicadores da CDB (CBD, 2003).

2.2.1. Equação da Camada de Importância Biológica

O CIB é definido como a soma ponderada dos indicadores riqueza, endemismo e ameaça, no qual os pesos são escolhidos por meio da AHP. O índice, que varia entre 0 e 1, é gerado para cada grupo taxonômico em uma unidade de paisagem (Equação 1). Posteriormente, soma-se os valores de cada grupo taxonômico para gerar a importância da paisagem baseado nos indicadores biológicos e o resultado varia de 0 a n (onde n é a quantidade de grupos taxonômicos abordados no estudo) (Equação 2).

$$CIB_f^{gt} = R + E + A \quad (\text{Equação 1})$$

$$R = P_r * r$$

$$E = P_e * e$$

$$A = P_a * a$$

$$a = (p_{CR} * CR) + (p_{EN} * EN) + (p_{VU} * VU)$$

Onde,

CIB_f^{gt} é a Camada de Importância Biológica de dado grupo taxonômico em determinada fitofisionomia;

P_r, P_e, P_a são os pesos da riqueza, endemismo e ameaça, respectivamente;

p_{CR}, p_{EN}, p_{VU} são os pesos das espécies ameaçadas criticamente ameaçadas, em perigo e vulneráveis, respectivamente;

CR, EN, VU são as quantidades das espécies criticamente ameaçadas, em perigo e vulneráveis;

R, E, A são a riqueza de espécies ponderada, a quantidade de espécies endêmicas ponderada e a quantidade de espécies ameaçadas ponderada, respectivamente;

r, e, a são a riqueza normalizada, quantidade de espécies endêmicas normalizadas e a quantidade de espécies ameaçadas normalizadas, respectivamente.

$$CIB_f = \sum_1^n CIB_f^{gt} \quad (\text{Equação 2})$$

Onde,

CIB_f é a soma dos CIBs de cada grupo taxonômico para dada fitofisionomia, sendo a Camada de Importância Biológica da fitofisionomia f . A soma varia entre 1 e n , sendo n o número de grupos taxonômicos.

2.2.2. Preparo dos dados

O primeiro passo para o cálculo do CIB é definir os grupos taxonômicos que serão contabilizados, sendo que, quanto maior o número de grupos, maior a representatividade do índice em relação à realidade dos ambientes. Por exemplo, aves, mamíferos, anfíbios, ictiofauna, répteis, entre a fauna, e angiospermas e pteridófitas, entre a flora. A escolha das espécies deve envolver apenas plantas e vertebrados devido à maior dificuldade na obtenção

de informações aplicáveis para outros organismos, como invertebrados (Scholes e Biggs 2010).

Para cada grupo taxonômico deve ser obtido o nome da espécie, se é ameaçada ou não (de acordo com a lista vermelha [IUCN] ou outras mais adequadas à região e objetivos do trabalho), se é endêmica ou não (de acordo com o bioma ou região), em que fitofisionomias ocorrem ou unidade de paisagem (sendo que cada espécie pode ocorrer em mais de uma paisagem) (Figuras 9 e 10).

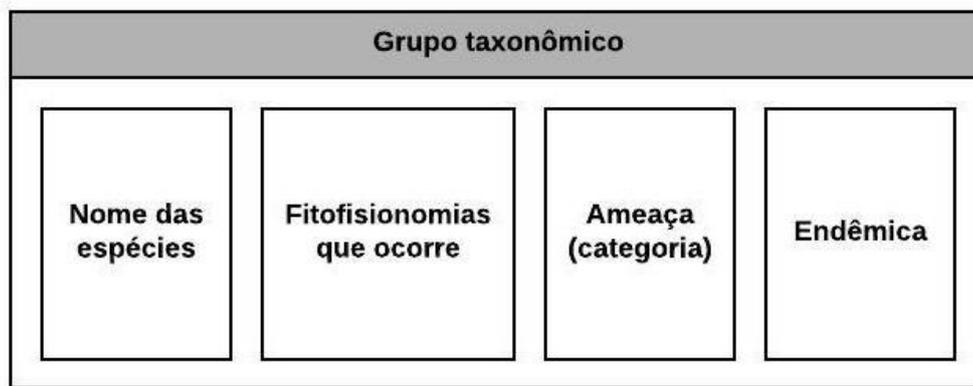


Figura 9. Informações necessárias para preparar os dados para aplicar a Camada de Importância Biológica.

Grupo taxonômico					
	F1	F2	F3	F4	F5
Riqueza	5	0	4	12	7
Endemismo	2	0	1	3	0
Ameaça (CR)	0	0	0	1	0
Ameaça (EN)	1	0	0	1	0
Ameaça (VU)	0	0	1	0	5

Figura 10. O formato dos dados que serão utilizados na Camada de Importância Biológica, sendo F (1 a 5) são as diferentes fitofisionomias.

O terceiro passo é normalizar os indicadores (Equação 3), em relação aos grupos taxonômicos, para que seja possível a comparação dos CIBs entre as diferentes fitofisionomias. Assim, a escala de todos os grupos serão a mesma, variando de 0 a 1.

$$Valor_{norm} = \frac{(valor_{obs} - valor_{min})}{(valor_{max} - valor_{min})} \quad \text{(Equação 3)}$$

Onde,

$Valor_{obs}$ é o valor observado em questão, que é a soma das espécies encontradas em uma fitofisionomia para o dado grupo taxonômico;

$Valor_{min}$ é o valor mínimo do indicador (riqueza, endemismo ou ameaça) em relação às diferentes fitofisionomias para dado grupo taxonômico;

$Valor_{max}$ é o valor máximo do indicador (riqueza, endemismo ou ameaça) em relação às diferentes fitofisionomias para dado grupo taxonômico.

2.2.3. Resultados obtidos

Os valores gerados são a importância biológica de cada grupo taxonômico para cada unidade de paisagem estudada e a importância biológica da paisagem. O termo “Camada” se refere à superfície local associada às características da biodiversidade da paisagem em análise, pois os dados numéricos podem ser transformados em atributos da paisagem. Assim, são utilizados para elaborar o mapeamento por meio do Sistema de Informação Geográfica (SIG).

Os resultados numéricos poderão ser utilizados para elaborar políticas de conservação de espécies ou paisagens, áreas prioritárias, dentre outros. Os dados espaciais auxiliam para compor o ZA ou zoneamento de Áreas Prioritárias para determinadas.

2.2.4. Análise de dados

A análise é gerada para cada unidade de paisagem e para cada grupo taxonômico. Como a escala é pré-definida, variando entre 0 e 1, é possível aferir qual paisagem é mais importante e o quanto ela é mais importante. Por exemplo, se o $CIB_{mata\ de\ galeria}^{aves}$ é de 0,7 e o CIB_{campo}^{aves} é de 0,5, então, nesse exemplo, a “mata de galeria” é mais relevante para a conservação das aves, significando que matas de galeria devem receber maior atenção de conservação quando comparadas com o “campo”. Da mesma forma, se o $CIB_{cerrado}$ é 1,5 e o CIB_{vereda} é 2,2, então a vereda seria mais importante, em termos biológicos, que o cerrado.

Como os valores foram normalizados, caso o CIB gerar um valor próximo de zero, não significa que aquela área não seja importante, mas sim que, diante das outras áreas, foi menos importante. Nesse mesmo sentido, é bem improvável que o CIB de uma paisagem dê um valor n (n = número de grupos taxonômicos estudados), pois isso indicaria que, para todos os grupos taxonômicos estudados, aquela fitofisionomia é a mais importante. Isso poderia ocorrer no caso de estudos realizados para apenas um grupo taxonômico.

2.3. Estudo de caso

2.3.1. Obtenção de Dados

A APA Gama e Cabeça de Veado tem diversos estudos faunísticos e florísticos disponíveis, desenvolvidos por diferentes pesquisadores. Isso ocorre pelo fato da área abranger a fazenda experimental da Universidade de Brasília, a RECOR e a EEJBB, onde são desenvolvidos diversos estudos. Nesse sentido, utilizei dados secundários, retirados de estudos já desenvolvidos. Os dados de flora foram retirados de Felfili et al. (2004), os de répteis, anfíbios, aves e mamíferos foram disponibilizados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. A lista de fauna foi revisada pelos pesquisadores Reuber Brandão e Tarcísio Abreu.

2.3.2. Procedimentos metodológicos

Para corrigir e atualizar a taxonomia das espécies de flora e identificar as endêmicas do bioma Cerrado utilizei o pacote “flora” do *software* R 10.3, que é baseado no site “Flora do

Brasil 2020” do Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Depois reclassifiquei as fitofisionomias em que cada espécie ocorria para as seis categorias de fitofisionomias escolhidas (Tabela 4). Utilizei apenas as espécies nativas do cerrado, excluindo as exóticas. Após o preparo dos dados quantifiquei a riqueza de espécies, espécies endêmicas e espécies ameaçadas, de acordo com a lista vermelha da IUCN (IUCN, 2018), para cada fitofisionomia. Isso foi repetido para anfíbios, aves, répteis e mamíferos, com exceção do primeiro passo.

Tabela 4. Categorias dos grupos taxonômicos e suas reclassificações.

Categorias	Reclassificação
cerrado e cerrado rupestre	cerrado
mata de galeria e ciliar	mata de galeria
campo: sujo, limpo, rupestre, úmido, com murundus	campo
vereda	vereda
áreas alteradas e outras fitofisionomias alteradas	alteradas

Para a análise dos pesos do CIB, escolhi cinco especialistas da área de conservação da natureza para avaliarem a importância dos indicadores. A análise foi realizada por meio da ferramenta online *AHP Online System - BPMSG* no qual criei um projeto com o modelo de hierarquia que foi disponibilizado aos especialistas. Com isso foram obtidos os valores de ponderação dos indicadores a partir da média linear do julgamento dos especialistas.

Paralelamente, normalizei os valores dos indicadores para que ficassem na mesma escala, permitindo sua comparação (Equação 3). Por fim, fiz o cálculo do CIB para os cinco grupos taxonômicos nas diferentes fitofisionomias, que varia entre 0 e 1 (Equação 1) e somei os CIBs dos táxons para gerar o resultado do CIB para cada fitofisionomia, que varia entre 0 e n , sendo $n = 5$ (cinco grupos taxonômicos) (Equação 2).

Para o VIB, a riqueza não é considerada um indicador *per se*, mas sim o número relativo ao total das espécies por grupo taxonômico e fitofisionomia. Dessa forma, os indicadores podem ser escolhidos dependendo do objetivo do estudo. Escolhi o endemismo e ameaçada da IUCN (mesmos do CIB), além das espécies de uso comercial listada no CITES (2011) para

fauna e flora, as visadas para caça, os predadores topo de cadeia de fauna e as protegidas por lei do DF (ICMBio, 2008; Melo, s.d.). Por fim, fiz o cálculo do VIB para os cinco grupos taxonômicos nas diferentes fitofisionomias (Equação 4) e somei para gerar o resultado do VIB geral para cada fitofisionomia (Equação 5), sendo que a variação de valores não é conhecida já que não possui escala pré-estabelecida.

$$VIB_f^{gt} = \frac{(I + R)}{R} \quad (\text{Equação 4})$$

Onde,

VIB_f^{gt} é o Valor de Importância Biológica dos dados de cada grupo taxonômico em uma fitofisionomia;

I é a soma dos indicadores biológicos na fitofisionomia;

R é a riqueza de espécies na fitofisionomia.

$$VIB_f = \Sigma VIB_f^{gt} \quad (\text{Equação 5})$$

Onde,

VIB_f é a soma dos VIBs de cada grupo taxonômico para dada fitofisionomia, sendo o Valor de Importância Biológica da fitofisionomia f.

2.3.3. Análise de dados

Apesar de terem objetivos semelhantes, ou seja, acessar a importância biológica das diferentes fitofisionomias em uma paisagem, as duas metodologias são diferentes, pois utilizam indicadores diferentes. O CIB tem escala, enquanto o VIB não tem; o CIB utiliza pesos diferentes para os indicadores, enquanto o VIB utiliza pesos únicos. Assim comparei

os resultados com base nas características em comum de ambos os índices e na identificação de áreas importantes para a conservação.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Camada de Importância Biológica

3.1.1. Vantagens e aplicações do CIB

O CIB foi criado a fim de introduzir informações de importância biológica e análise multicriterial para auxiliar nas lacunas existentes. A metodologia segue as seis regras básicas da CDB (CDB, 2003) além de ter alta viabilidade, baixa subjetividade, alta replicabilidade e alta representatividade como supracitado. Além disso, tem indicadores já estabelecidos, o que torna as comparações mais fidedignas, já que todos os dados passam pelos mesmos tratamentos.

O CIB é um índice numérico de análise exploratória que permite avaliar a importância de unidades de paisagem a partir de indicadores biológicos, admitindo a caracterização da paisagem. Esses valores podem auxiliar na elaboração de planos de conservação de determinadas espécies, zoneamento ambientais dos planos de manejo, zoneamento de áreas prioritárias e políticas de conservação. Além da utilização dos valores numéricos é possível utilizá-los para estudos de mapeamentos ambientais por meio de ferramentas de SIG.

3.1.2. Limitações do CIB

Os indicadores escolhidos foram baseados, principalmente, nos mesmos indicadores utilizados para identificar os *hotspots* mundiais de conservação (Myers et al 2000). Apesar dos hotspots serem globalmente aceitos, existem autores que questionam a eficiência da escolha de determinadas regiões em detrimento de outras (Kershaw et al, 1994; Williams et al, 1996). Esses autores sugerem que o princípio da complementariedade, proposto por Pressey et al. (1993), que é baseado na raridade das espécies, torna a escolha das áreas prioritárias mais eficientes.

Apesar da consistência lógica, que é utilizado para reduzir a subjetividade, os pesos são avaliados por profissionais e há variações associadas às diferentes opiniões pessoais, gerando erros associados. Com isso, a seleção dos profissionais e seu treinamento prévio tendem a minimizar os erros.

3.2. Estudo de caso

Analisei, para a APA, os dados de 1759 espécies de plantas, 43 de anfíbios, 341 de aves, 126 de mamíferos e 83 de répteis, totalizando 2.352 espécies, sendo que uma espécie pode ocorrer em mais de uma fitofisionomia. A área de estudo é relativamente pequena, com cerca de 25.000 ha. No entanto, é bem representativa do bioma, pois abriga cerca de 64% da flora (Mendonça et al., 1998), 43% das aves, 38% dos anfíbios e 45 % dos répteis listados para o Cerrado (MMA, 2007).

Os pesos dos indicadores foram analisados por cinco profissionais da conservação (Figura 11) e utilizei o valor médio das respostas como peso dos indicadores (11,4% riqueza; 51,4% endemismo 25,3% criticamente ameaçadas; 8,6%, em perigo; 3,4% vulneráveis) (Figura 12). A maioria dos profissionais julgou seguindo critérios parecidos, com 69,7% de concordância (RC: 0,5%) na avaliação entre os três indicadores. Por outro lado, o critério dos graus de ameaça foi alto, com 96,7% de concordância (RC: 2,9%). Vale ressaltar que a concordância (RC), ou seja, o grau de dispersão das respostas deve ter um limite de 10% para ser considerado como consistente.

O endemismo foi apontado como o indicador mais importante para explicar a importância biológica por três dos cinco participantes, enquanto outros dois selecionaram o indicador ameaça como o mais importante (Figura 11). Apenas um participante incluiu o indicador de riqueza como a segunda mais importante, trazendo um desvio padrão grande. O cálculo de análise de sensibilidade auxilia na redução da subjetividade de ponderação dos indicadores (Saaty, 1987), entretanto pude observar que esse cálculo é sensível a dois pontos, sendo a quantidade de tomadores de decisão, que nesse caso foram 5, e o grau de concordância das respostas dadas (ou dispersão). Desse modo, recomendo que os estudos sejam baseados num maior número de especialistas julgadores. A introdução de diferentes julgamentos reduz a tendenciosidade do índice, e conseqüentemente, a subjetividade geral.

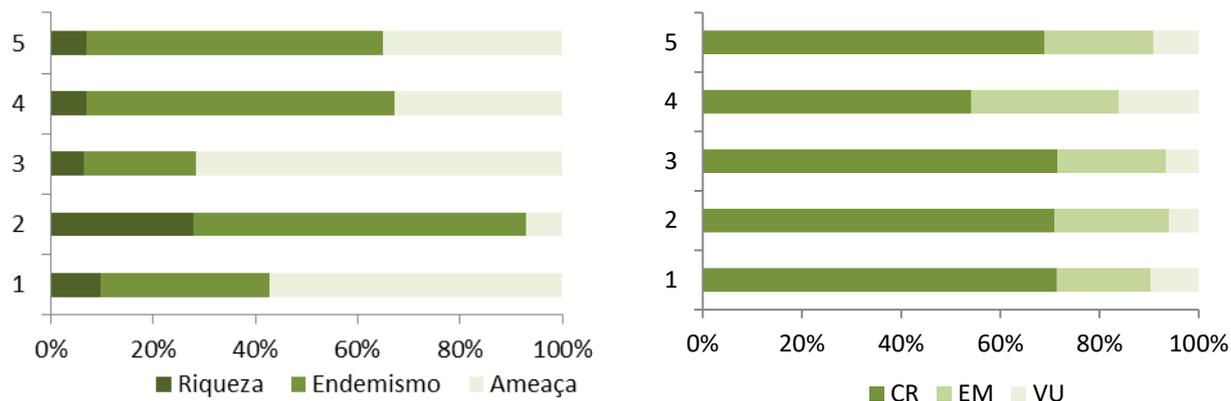


Figura 11: Gráficos representam os pesos julgados pelos cinco avaliadores para a riqueza, endemismo e ameaça (I) e para as espécies criticamente ameaçadas, em perigo e vulneráveis (II).

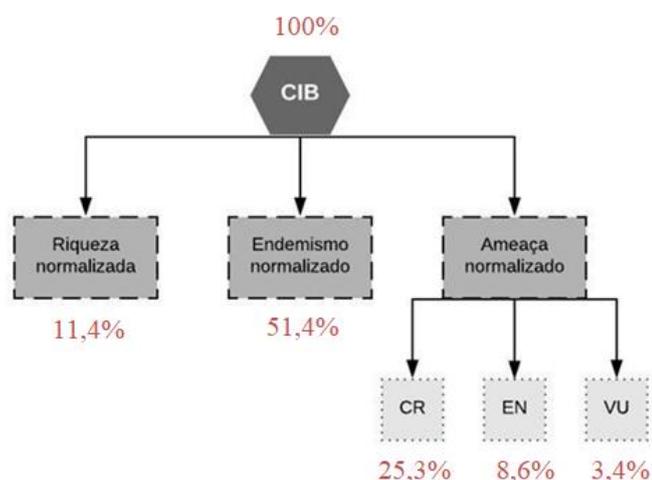


Figura 12. Diagrama da Camada de Importância Biológica com seus respectivos pesos médios

Os resultados do CIB variaram entre 0 ($CIB_{alterada}^{anfíbios}$ e $CIB_{vereda}^{reptéis}$) e 0,899 ($CIB_{campo}^{mamífero}$), e os CIB_{totais} variaram entre 0,202 (CIB_{vereda}) e 2,993 (CIB_{campo}) (Tabela 5). Já os de VIB variaram entre 1 ($VIB_{alterada}^{anfíbios}$) e 2,50 ($VIB_{alterada}^{reptéis}$), enquanto os VIB_{totais} variaram entre 7,24 (VIB_{vereda}) e 8,34 ($VIB_{cerradão}$) (Tabela 5).

Nas duas metodologias é possível verificar quais os grupos taxonômicos que apresentaram maiores e menores importâncias para as fitofisionomias. Entretanto, no CIB é

possível perceber melhor a variação dos resultados dentro de uma escala fixa (0 a 5), diferentemente do VIB, que não possui uma escala de referência.

Tabela 5. Os resultados da Camada de Importância Biológica (CIB) e do Valor de Importância Biológica (VIB) dos cinco grupos taxonômicos em cada fitofisionomia estudada.

CIB						
	Cerrado	Mata de galeria	Campo	Cerradão	Vereda	Alterada
Flora	0,730	0,584	0,706	0,037	0,014	0,002
Anfíbios	0,600	0,571	0,628	0,139	0,163	0,000
Aves	0,354	0,700	0,646	0,103	0,023	0,343
Mamíferos	0,256	0,469	0,899	0,317	0,002	0,067
Répteis	0,771	0,114	0,114	0,005	0,000	0,027
CIB total	2,711	2,368	2,993	0,600	0,202	0,439
VIB						
Flora	1,48	1,24	1,46	1,41	1,33	1,13
Anfíbios	1,39	1,27	1,30	1,25	1,14	1,00
Aves	1,49	1,38	1,52	1,51	1,69	1,36
Mamíferos	1,47	1,78	1,75	1,88	1,42	2,27
Répteis	1,94	1,86	1,75	2,50	1,67	1,78
VIB total	7,77	7,53	7,78	8,34	7,24	7,54

Caso os dois índices tenham aplicabilidade e reflitam a realidade da distribuição da biodiversidade na paisagem, é esperado que ambos se comportem de maneira semelhante na seleção de unidades de paisagem mais importantes. Dessa forma, comparando apenas os indicadores coincidentes dos dois índices (endemismo e ameaça), o CIB conseguiu atingir o esperado. Portanto, as fitofisionomias com mais espécies endêmicas ou ameaçadas foram as mais importantes e as com menos, as menos importantes (Tabelas 6). Já para o VIB, apenas a flora e os anfíbios se comportou como o esperado (Tabelas 6). Assim é possível concluir que os outros indicadores do VIB (espécies caçadas, comerciais, predadoras e protegidas) se tornaram mais importantes que as próprias características de priorização de áreas (Myers et al., 2000).

Apesar da maioria das respostas dos índices terem sido diferentes, houve algumas fitofisionomias escolhidas iguais para os dois índices. Isso ocorreu para as fitofisionomias mais importantes da flora (cerrado) e dos anfíbios (área alterada) e para as fitofisionomias menos importantes dos répteis (veredas) e dos mamíferos (veredas) (Tabelas 6).

O campo foi a fitofisionomia com maior importância biológica pelo CIB, enquanto o cerrado apresentou maior importância biológica pelo VIB. O campo pode ter apresentado maior importância, pois considere todas as fitofisionomias campestres como campo, aumentando consideravelmente a biodiversidade. As fitofisionomias campestres foram os campos limpos (seco, úmido e com murundus) e os campos limpos (seco, úmido e com murundus) (Ribeiro & Walter, 1998). O cerrado possui muitas espécies encontradas em outras fitofisionomias, como mata de galeria e cerrado (Ribeiro & Walter, 1998). Entretanto, o valor do VIB para essa fitofisionomia foi alta devido ao valor encontrado para anfíbios.

A vereda foi a menos importante para os dois índices. Isso pode ser explicado pelo fato dessa fitofisionomia aparecer em uma porção muito pequena da APA, assim, a amostragem pode ter sido insuficiente.

Tabela 6. Comparação das fitofisionomias com mais espécies endêmicas (↑E) ou ameaçadas (vulneráveis – ↑VU, em perigo – ↑EM e criticamente ameaçadas – ↑CR) em relação às fitofisionomias mais importantes no CIB e no VIB, e a comparação das fitofisionomias com menos espécies endêmicas (↓E) ou ameaçadas (vulneráveis – ↓VU, em perigo – ↓EM e criticamente ameaçadas – ↓CR) em relação às fitofisionomias menos importantes no CIB e no VIB.

	Flora	Anfíbios	Aves	Mamíferos	Répteis
↑E	cerrado	campo cerrado	mata de galeria	campo	mata de galeria
↑VU	mata de galeria	-	campo	mata de galeria	-
↑EM	campo cerrado	-	-	-	-
↑CR	campo	-	-	campo	-
↑CIB	cerrado	campo	mata de galeria	campo	cerrado
↑VIB	cerrado	cerrado	vereda	alterada	cerrado
↓E	alterada	alterada	vereda	vereda	vereda
↓VU	-	-	vereda cerrado	vereda	alterada vereda
↓EM	-	-	-	-	-
↓CR	-	-	-	-	-
↓CIB	alterada	alterada	vereda	vereda	vereda
↓VIB	alterada	alterada	alterada	vereda	vereda

* Os dados que tem “-“ quer dizer que não tem nenhuma espécie ou quase todas as fitofisionomias se comportaram de forma semelhante.

A falta de ponderação dos indicadores do VIB, que têm pesos iguais, dão tratamentos diferentes aos grupos taxonômicos, já que estes apresentam características diferentes. Além de que mais de um dos indicadores pode ter a mesma premissa, trazendo assim a redundância ao índice e repetição de espécies com as mesmas características.

4. CONCLUSÕES

O índice Camada de Importância Biológica é baseado em três indicadores biológicos (riqueza, endemismo e ameaça) e em análise multicriterial do tipo AHP. O CIB é uma ferramenta satisfatória para apoiar a gestão e o manejo de áreas silvestres já que consegue explicar a importância dos ambientes baseado na biodiversidade.

As vantagens do CIB são que os indicadores são definidos previamente. Assim, todos os grupos taxonômicos passam pelos mesmos tratamentos; tem escala pré-definida permitindo a comparação de qual a paisagem é mais importante e o quão ela é importante; tem menos subjetividade já que apresenta o cálculo de consistência lógica (AHP); obedece a todas as regras básicas dos índices estabelecidas pela CDB e supre as lacunas dos índices existentes.

No estudo de caso, comparando apenas os indicadores coincidentes dos dois índices (endemismo e ameaça), o CIB conseguiu explicar as fitofisionomias mais e menos importantes, mas o VIB precisou dos outros indicadores para essa explicação. No CIB, a fitofisionomia mais importante foi o campo e no VIB foi o cerradão. Já a menos importante foi a vereda para ambos os índices.

CAPÍTULO 2: Zoneamento Ambiental baseado em análise hierárquica e importância biológica.

1. INTRODUÇÃO

Para que haja eficiência no alcance dos objetivos das Unidades de Conservação, um dos requisitos necessários é a elaboração de documentos técnicos-científicos de apoio à gestão, chamados de plano de manejo (PM) (BRASIL, 2000). Esses PM expressam a complexidade ambiental, em nível multidisciplinar, e com variação de escalas regionais e temporais (Silva & Santos, 2004). Uma das ferramentas do PM é o zoneamento ambiental (ZA), que divide a UC em diferentes zonas com usos específicos. Portanto, o ZA é utilizado para identificar e mapear os potenciais e as fragilidades ambientais, sociais e econômicas de diferentes áreas dentro e no entorno de uma UC (BRASIL, 2000).

A delimitação das zonas é caracterizada pelas paisagens em função das variáveis (Silva & Santos, 2004), na qual as abordagens devem ser complexas com análises dinâmicas (Cadavid Garcia, 2001) tanto do ponto de vista sistêmico quanto do analítico (Silva & Santos, 2004). Além disso, a delimitação deveria seguir a relação de hierarquia entre os fatores e subfatores ambientais (Naveh & Lieberman, 1994), evitando sobreposições de mapas temáticos sem resultados relevantes (Silva & Santos, 2004).

A representação da complexidade dos dados ambientais em métricas quali-quantitativas pode ser melhor alcançada com análises de multicritérios (Silva & Santos, 2004), que é uma ferramenta de comparação de critérios para auxiliar tomadores de decisão (Roy, 1996). A Análise Hierárquica de Processos (AHP) é uma metodologia multicriterial que hierarquiza os processos de análise e os pondera, de acordo com sua importância (Saaty, 1987), corroborando com Naveh & Lieberman (1994). Assim, é possível fazer com que, numa análise revestida de particularidades locais ou regionais, as variáveis ambientais possam apresentar tratamentos (pesos) diferentes, de acordo com a sua importância (Dee et al., 1973).

O Plano Estratégico Nacional de Áreas Protegidas foi instituído pelo Decreto nº 5.758 de 2006 e um dos seus objetivos foi estabelecer diretrizes e estratégias para tornar as áreas protegidas mais eficientes para proteção dos remanescentes de vegetação nativa (MMA, 2006). Uma das estratégias é incorporar resultados de novas metodologias de distribuição de biodiversidade nos instrumentos de planejamento das UCs (MMA, 2006). França (2009)

2.2. Procedimentos metodológicos

2.2.1. Tratamento das imagens de satélite

Para compor a APA utilizei duas imagens de anos subsequentes (2012 e 2013) fornecidas pelo MMA (Figura 14). As imagens foram do satélite *RapidEye*, que possui resolução espacial ortorretificada alta (5 metros) e correção atmosférica (TYC et al., 2005). Além disso, possui cinco bandas espectrais variando de 440 a 850nm, sendo (1) Azul, (2) Verde, (3) Vermelho, (4) *Red-edge*, (5) Infravermelho próximo (TYC et al., 2005). A composição de bandas foi RGB 352, permitindo a diferenciação dos componentes da paisagem.

Elaborei todas as etapas de dados espaciais pelo *software ArcGIS 10.3* e os mapas gerados tiveram projeção UTM Zona 23S SIRGAS 2000. Cortei as imagens por meio da ferramenta *clip* do tamanho exato da APA, considerando que essa categoria de UC não tem zona de amortecimento (BRASIL, 2000). Não fiz o mosaico, pois as imagens precisavam de tratamentos diferentes de display, pois eram de datas diferentes.

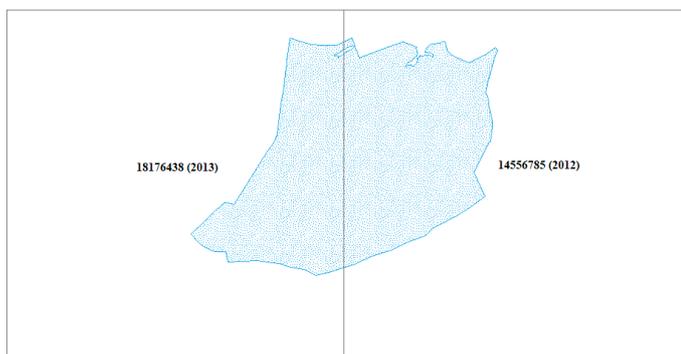


Figura 14. Referência e posição das imagens de *RapidEye* utilizadas para representar a APA.

2.2.2. Camadas para os Zoneamentos Ambientais

O Zoneamento Ambiental é composto pela sobreposição de camadas com informações ambientais, nesse sentido os critérios ou camadas que escolhi foram as camadas “uso e ocupação do solo”, “declividade”, “susceptibilidade ambiental” e “importância biológica”. A

escolha dessas camadas foi baseada no Roteiro Metodológico para Gestão de Áreas de Proteção Ambiental (IBAMA, 2001) e ao PNAP (MMA, 2006).

Para cada uma das camadas, atribuí o valor médio dos julgamentos de cinco especialistas da área de conservação que avaliaram os indicadores por meio da análise hierárquica, no qual foi utilizada a ferramenta *AHP Online System - BPMSG* (detalhamento da metodologia no capítulo 1).

Cada uma das camadas é subdividida em categorias, no qual tem um *score* ou importância diferente. O *score* variou de acordo com o número de paisagens encontradas no Capítulo 1, sendo assim variou de 1 a 7. A lógica foi “um” para as áreas menos relevantes ou com processos de antropização irreversíveis a “sete” para as áreas mais relevantes, no caso das camadas que mapeiam a importância ambiental (susceptibilidade ambiental, declividade, CIB e VIB).

2.2.2.1. Camada Uso e Cobertura do Solo

As classes de uso e cobertura do solo foram definidas com base no *shapefile* de uso e cobertura do solo do PDOT (2009) e fiz alterações e atualizações referentes às imagens por meio da análise visual. As classes ou categorias estabelecidas foram:

- Uso urbano: áreas ocupadas com construções, condomínios e aeroporto de Brasília;
- Uso rural: áreas destinadas a ocupações de núcleos rurais;
- Infraestrutura: áreas administrativas das áreas preservadas e estradas pavimentadas;
- Silvicultura: áreas destinadas a plantios de *Eucalyptus* ou *Pinus*;
- Agropecuária: áreas destinadas a fins de agricultura e pecuária;
- Área degradada: áreas onde houve algum tipo de intervenção, mas que está abandonada;
- Solo exposto: áreas onde não há nenhuma cobertura vegetal;
- Remanescente: áreas cobertas com vegetação de cerrado *lato sensu*.

Para essa camada, os *scores* seguiram uma lógica diferente das outras camadas já que mapeia os tipos de usos da área. Assim, pontuei um para áreas irreversíveis (urbano, rural e infraestrutura); quatro para silvicultura; cinco para agropecuária; seis para áreas reversíveis e inutilizadas (área degradada e solo exposto); e sete para os remanescentes. O maior *score* foi dado para os remanescentes, pois caso contrário, no cálculo final sua importância reduziria

2.2.2.2. Camada Suscetibilidade Ambiental

A suscetibilidade ambiental, neste trabalho, foi baseada nas Áreas de Preservação Permanente (APP), que são protegidas em função da sua fragilidade ambiental, por serem especialmente mais sensíveis quanto à antropização (Ross, 1994; BRASIL, 2012). Utilizei as imagens e *shapefiles* de rede de drenagens (ZEE-DF, 2009), vegetação e uso do solo (ZEE-DF, 2009) e análise visual para identificar as APPs.

Dessa forma, delimitarei, a partir da ferramenta *Buffer*, as áreas suscetíveis como as APPs e seus entornos, de acordo com a legislação, seguindo as seguintes características:

- Campo de murundus com entorno de 50 metros de acordo com a Lei nº 16.153/2007 e Normativa nº 38/2014;
- Nascentes, veredas e lagos com entorno de 50 metros de acordo com o Código Florestal de 2012 (BRASIL, 2012);
- Córregos com entorno de 30 metros de acordo com o Código florestal de 2012 (BRASIL, 2012);
- Solos hidromórficos e mata de galeria restante delimitarei apenas as áreas com essas características, sem área tampão.

Utilizei os valores estabelecidos por lei apesar de que o decreto de criação da APA define que área tampão (entorno) para qualquer curso d'água deveria ser de 80 metros.

Para as categorias da camada de susceptibilidade ambiental, os *scores* foram um para áreas não susceptíveis e sete para áreas susceptíveis. Essa camada está ligada às áreas protegidas por lei devido à sua importância (BRASIL, 2012).

2.2.2.3. Camada Declividade

Utilizei a ferramenta *slope* para transformá-la um produto de Modelo Digital de Elevação (MDE) em declividade. O MDE traduz informações da superfície por meio da matriz de pixel com valores de amplitude de elevação do terreno (Silva Jr & Fuckner, 2010). O MDE é uma ferramenta que auxilia na identificação de áreas favoráveis ou não para a antropização (Huggel et al., 2010), sendo que as áreas mais planas são as mais propensas

(Brandão et al., 2011). Para facilitar a análise, dividi a declividade em apenas duas categorias de acordo com Brandão et al. (2011):

- Menores que 25%: áreas planas a onduladas;
- Entre 25 e 100%: áreas fortemente onduladas a montanhosas.

Os *scores* das categorias da declividade foram um para declividade entre 25 e 100% e sete para declividade menor que 25%. Isso ocorreu devido à maior chance de conversão das áreas mais planas (Brandão et al., 2011).

2.2.2.4. Camadas de Importância Biológica

Fiz duas camadas para a importância biológica: a Camada de Importância Biológica (CIB) e o Valor de Importância Biológica (VIB). Essas foram utilizadas separadamente para os dois Zoneamentos Ambientais da APA.

Como base de unidades de paisagem para a aplicação do CIB e VIB, utilizei o *shapefile* de cobertura e uso do solo do PDOT (2009) e a partir das imagens de satélite, corriji as delimitações por meio da análise visual. As classes foram:

- Cerrado que recebeu *score* 6 para o CIB e 5 para o VIB;
- Cerradão que recebeu *score* 4 para o CIB e 7 para o VIB;
- Campo que recebeu *score* 7 para o CIB e 6 para o VIB;
- Mata de galeria que recebeu *score* 5 para o CIB e 3 para o VIB;
- Veredas que recebeu *score* 2 para o CIB e 2 para o VIB;
- Áreas alteradas reversíveis que recebeu *score* 3 para o CIB e 4 para o VIB; e
- Áreas alteradas irreversíveis que recebeu *score* 1 para o CIB e o VIB.

Escolhi os *scores* de acordo com as importâncias biológicas calculadas no Capítulo 1, sendo os valores menores menos importantes e os maiores mais importantes, de acordo com a relevância ambiental.

2.2.3. Zoneamentos Ambientais

Transformei todas as camadas de *shapefiles* em *raster* pela ferramenta *feature to raster* com base nos *scores* de cada camada. Depois fiz dois zoneamentos ambientais se diferenciando apenas na camada de importância biológica, sendo um com o CIB e outro com o VIB, por meio do *raster calculator*.

2.2.4. Análise dos dados

Comparei os dois zoneamentos ambientais entre si, com zoneamento existente da APA e PDOT (2017) e ZEE-DF (2017).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Camadas para o Zoneamento Ambiental

Os pesos médios das camadas foram 11,5% do uso e cobertura do solo, 34,5% da suscetibilidade ambiental, 5,6% da declividade e 48,4% da importância biológica (Figura 15). A importância biológica foi indicada como a mais importante por quatro dos cinco avaliadores, sendo que o outro especialista indicou a suscetibilidade ambiental como a mais importante (Figura 16). A vantagem da análise multicriterial é que a tomada de decisão é baseada no peso, ou seja, na importância que tal fator representa para um melhor zoneamento ambiental, nesse caso (Store & Kangas, 2001).

O julgamento teve concordância muito alta com 88,4% (RC: 3%), sendo assim os profissionais tiveram posições bem parecidas. Assim, a tomada de decisão é traduzida pela concordância ou percentagem que o peso do critério é preterido em relação à outra (Saaty, 1987).

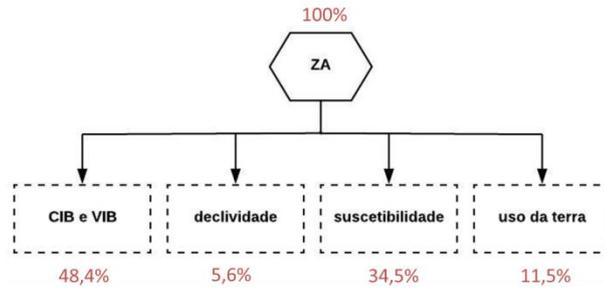


Figura 15. Pesos referentes às camadas para a elaboração do Zoneamento Ambiental.

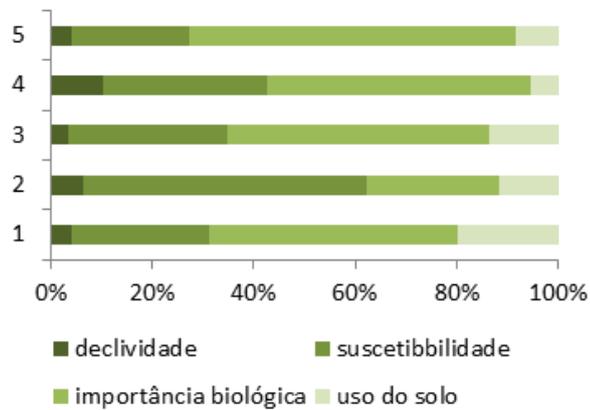


Figura 16. Gráfico dos julgamentos dos pesos dos cinco profissionais para cada uma das camadas do Zoneamento Ambiental.

3.1.1. Camada Uso e Cobertura do Solo

A classificação resultou em 29,88% de uso urbano, uso rural e infraestrutura; 0,91% de silvicultura, 1,52% de agropecuária, 5,10% de área degradada e solo exposto; e 62,59% de remanescentes (Figura 17). Os valores encontrados foram parecidos para a mesma área, mas com classificação supervisionada (Melo, 2018).

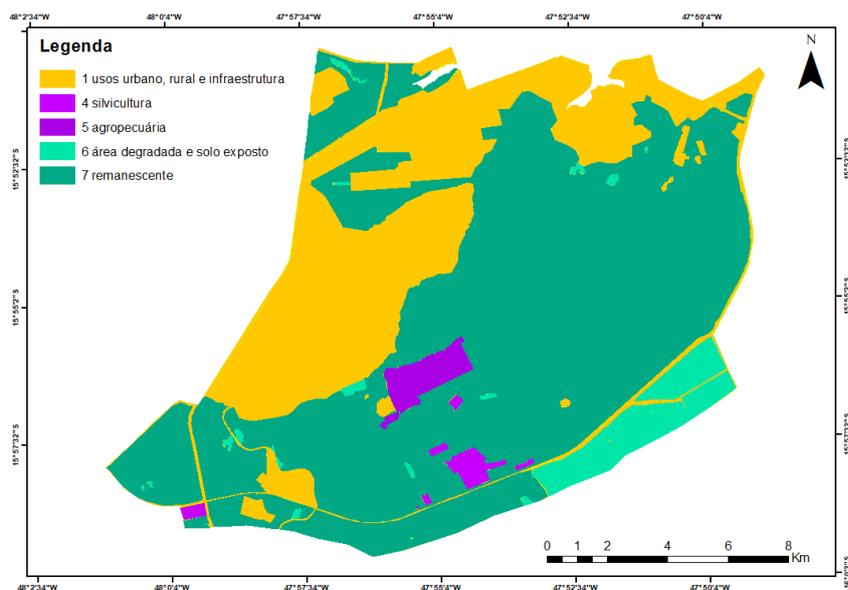


Figura 17. Classificação de uso e ocupação do solo de acordo com respectivos *scores* (fonte: autora, 2019).

Esse tipo de classificação é importante na elaboração de zoneamentos, pois delimita áreas com seus tipos de usos (Santos & Petronzio, 2011) corroborando com possíveis ações de melhora no manejo e recuperação de uma área.

Historicamente, a APA apresenta muitos conflitos sociais tanto de questão fundiária quanto de ordenamento territorial, e ambientais em relação à preservação dos recursos naturais restantes (UNESCO, 2003). Entretanto, os instrumentos existentes para a APA são ineficientes já que desconsideram os estudos e descrições ambientais já realizados na área, como os planos de manejo das UCs (PDOT, 2017), gerando assim apenas desgastes e não a compatibilização dessas questões. Isso pode ser observado também na falta de zona de amortecimento das UCs de proteção integral inseridas na APA, nas quais deveria ter restrições de uso no entorno e fiscalização eficiente.

Outra questão é a forte correlação entre os usos do solo e os incêndios florestais, já que esses ocorrem praticamente todos os anos na APA (Melo, 2018). Apesar das sucessivas ocorrências do fogo alterar a estrutura da vegetação (Miranda et al., 2009), não foi constatado comprometimento na riqueza de espécies arbóreas (Almeida et al., 2014). Entretanto, houve diferença significativa nas áreas degradadas causadas pelo fogo, pois a regeneração acaba sendo por espécies exóticas (Melo, 2018) alterando completamente as relações ecossistêmicas.

3.1.2. Camada Suscetibilidade Ambiental

A suscetibilidade ambiental trouxe o conceito de fragilidade aportando ambientes mais suscetíveis de acordo com a legislação. A porção de áreas suscetíveis foi de 20,01% da APA (Figura 18). A importância da mata de galeria ou APP é fundamentada nos serviços ecossistêmicos que essa vegetação traz para todo o ecossistema (Durigan & Silveira, 1999), e na instabilidade do ambiente.

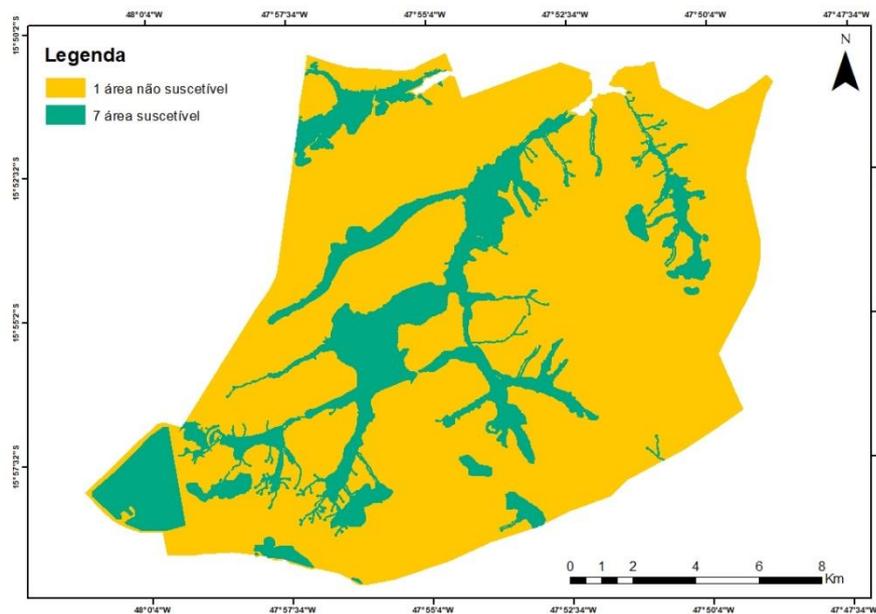


Figura 18. Classificação de áreas suscetíveis e não suscetíveis de acordo com seus *scores* (Fonte: autora, 2019).

A supressão das APPs causa graves impactos para a fauna, com ênfase na diversidade de peixes, e flora, bem como a perda da qualidade da água dos córregos por meio de processos como o assoreamento e a poluição (Ramalho et al., 2014). Um caso preocupante é que no córrego Taquara, que divide as áreas do IBGE e da FAL, existe uma espécie endêmica local chamada *Simpsonichthys boitonei* (Pirá-Brasília) (UNESCO, 2003), e algumas nascentes desse córrego possui usos inadequados. Outro caso é a utilização de parte dos solos hidromórficos da APA para fins de agricultura pelo núcleo rural Vargem Bonita (Felfili et al., 2007).

3.1.3. Camada Declividade

A declividade praticamente inteira foi menor que 25% com 99,99% (Figura 19), sendo considerada como um relevo de plano a com forte ondulações (Ross, 1990). Essa área é propícia para urbanização (Brandão et al., 2011), pois a aptidão do solo é favorável à conversão para fins como agricultura, devido à disponibilidade hídrica e facilidade de agricultura mecanizada (Carvalho et al., 2008).

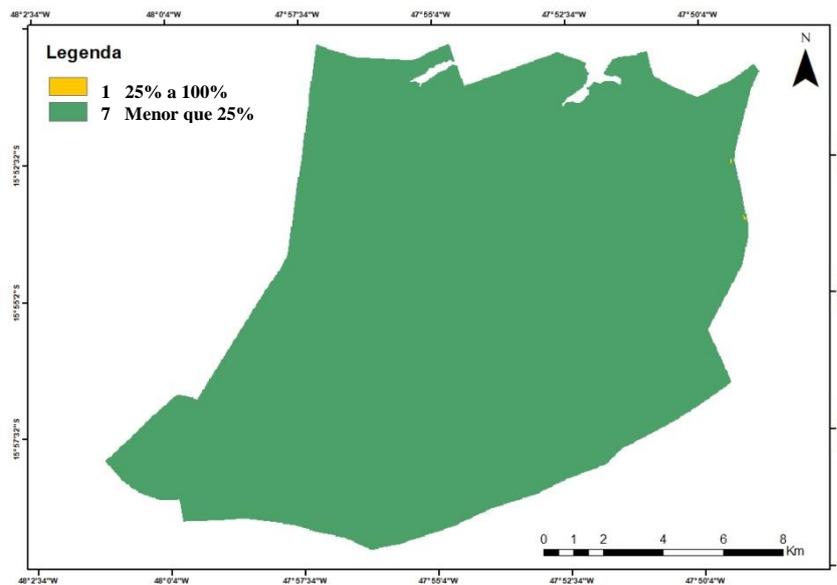


Figura 19: Classificação das declividades da APA com seus respectivos *scores* (Fonte: Autor, 2019).

A declividade da APA não representa risco de incêndios florestais já que esses estão associados a altos valores de declividade (Pezzopane et al., 2001). Além disso, também não é preocupante em relação à susceptibilidade à erosão (Salomão, 1999).

3.1.4. Camadas de importância biológica

A classificação resultou em 33,55% de cerrado; 4,27% de cerradão, 6,13% de mata de galeria, 24,42% de área alterada consolidada; e 11,47% de área alterada reversível, 20,01% de campo e 0,15% de vereda. A diferença de resultados do CIB e do VIB retratou e discutiu no Capítulo 1.

De acordo com o CIB, a maior parte da área (53,56%) é considerada com pesos altos, sendo 6 para cerrado e 7 para campo, confirmando a importância da APA e das outras UCs ali presentes (Figura 20). Já no VIB, os dois maiores pesos ocupam apenas 24,28% da APA, reduzindo sua importância (Figura 21).

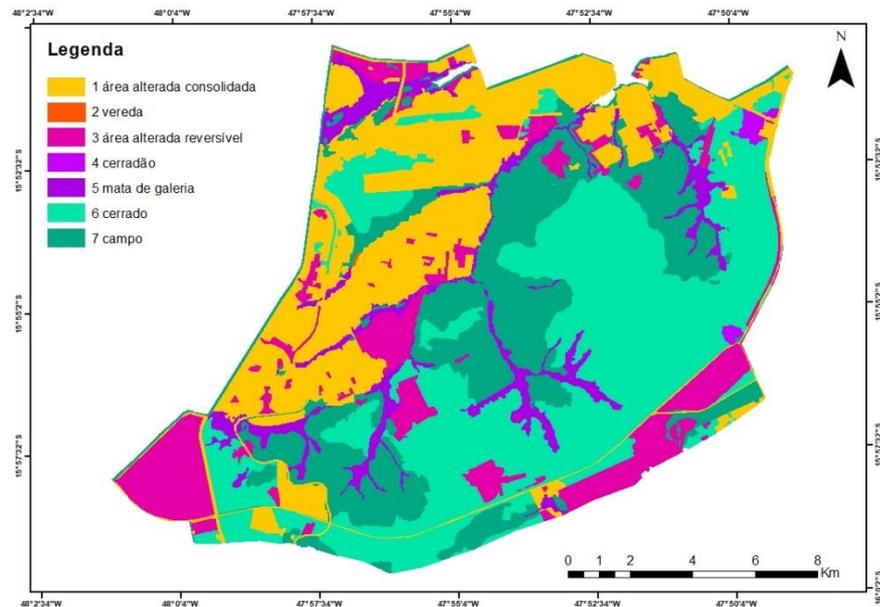


Figura 20. Índice Camada de Importância Biológica - CIB (Fonte: autora, 2019).

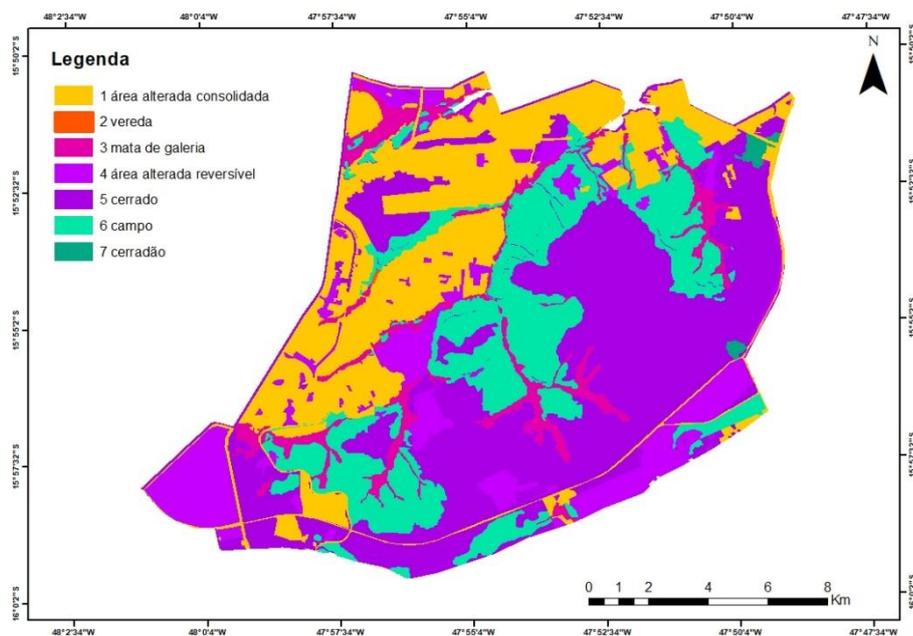


Figura 21. Índice Camada do Valor de Importância Biológica - VIB (Fonte: autora, 2019).

A importância de introduzir dados da biodiversidade no Zoneamento Ambiental se dá na melhora do planejamento das áreas protegidas (MMA, 2006). Dessa forma auxilia na escolha de estratégias mais direcionadas a deficiências na proteção dos remanescentes. Trata-se de áreas protegidas ou UCs que trazem os benefícios dos serviços ecossistêmicos para a manutenção dos ecossistemas e para a população humana (Pagiola, 2008; Andam et al., 2010; Clements & Milner-Gulland, 2015).

3.2. Zoneamentos Ambientais

As classificações finais dos zoneamentos ambientais foram irrelevante, pouco relevante, relevante, muito relevante e extremamente relevante. Essa nomenclatura foi utilizada apenas para facilitar na compreensão do mapa, mas não quer dizer que as áreas irrelevantes sejam de fato irrelevantes, mas sim que são áreas já consolidadas e praticamente irreversíveis para remanescentes.

Apesar das classificações serem as mesmas, as proporções foram muito diferentes nos dois zoneamentos (Figura 22). O zoneamento baseado no VIB priorizou uma área muito menor que no CIB, e ainda reduziu a importância de algumas áreas suscetíveis de acordo com a camada de suscetibilidade ambiental.

Os mapas de zoneamento ambiental apresentaram feições (estratificação da paisagem) bem parecidas com as das camadas de importância biológica. Primeiramente aferi que isso ocorreu, pois o peso da importância biológica foi o maior. Entretanto, refiz outras opções de pesos das camadas para avaliar o comportamento das outras camadas e mesmo assim feições foram bem similares.

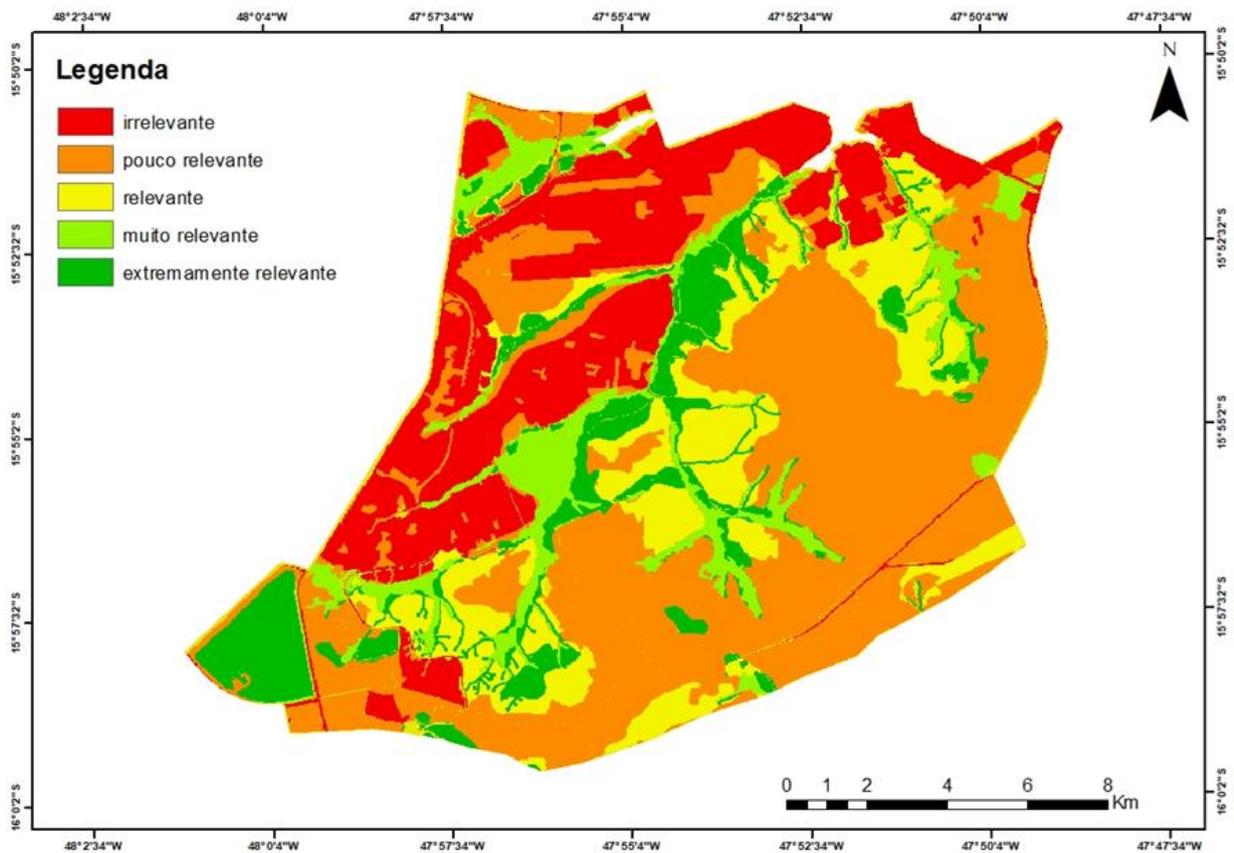
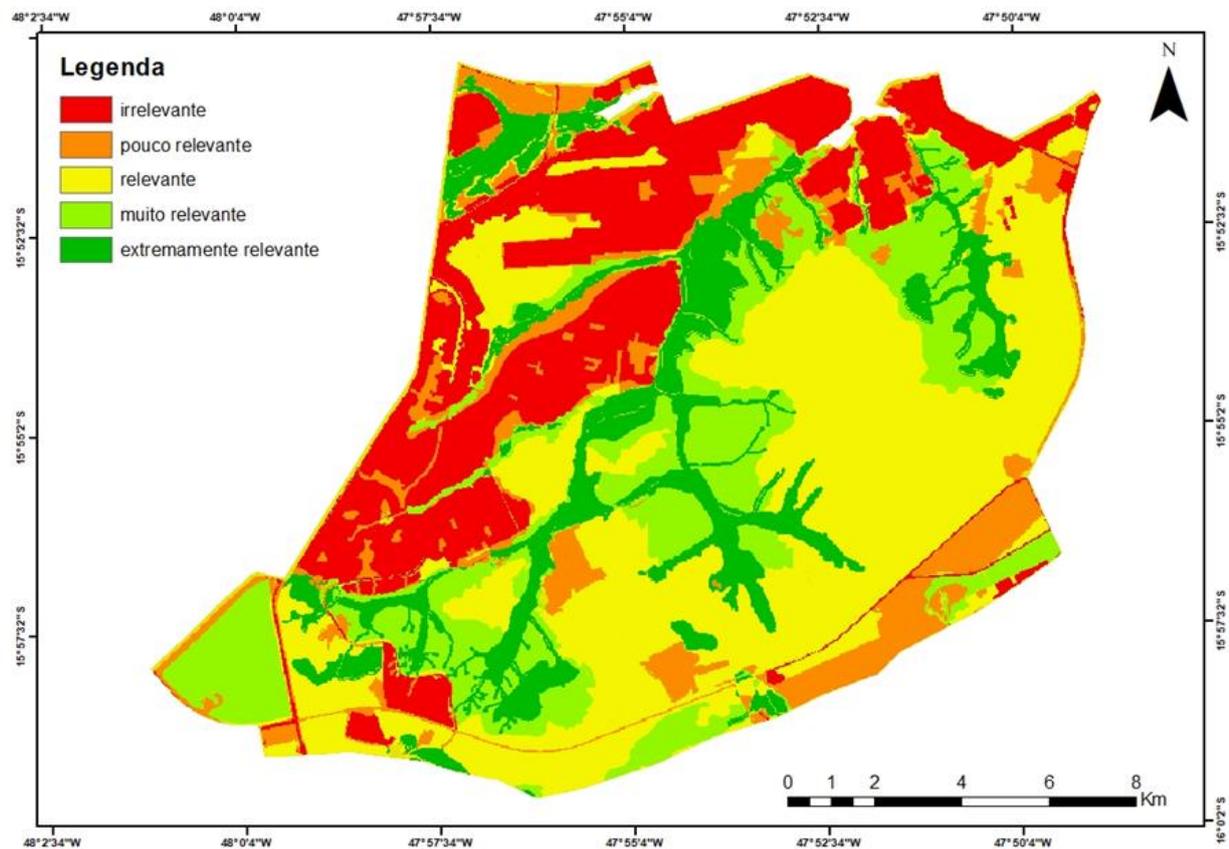


Figura 22. (a) Zoneamento Ambiental de acordo com o CIB. (b) Zoneamento Ambiental de acordo com o VIB (fonte: autora, 2019).

A importância da APA, tanto para a dinâmica dos ecossistemas naturais, quanto para o provimento de serviços ecossistêmicos que oferece para a população do entorno já foi comprovada (UNESCO, 2000; Unesco, 2003; Felfili et al., 2004; MMA, 2007; Doyle, 2009). No entanto, esta não está sendo manejada como deveria, como pode ser observada nas diversas inconformidades aprovadas pelo GDF, tal como o Plano Diretor de Ordenamento Territorial do Distrito Federal (2017) e o Zoneamento Ecológico Econômico do Distrito federal (2017).

O ZEE-DF leva em consideração algumas características ecológicas avaliadas como riscos, que variam de 0 (menor risco) a 5 (maior risco) (ZEE-DF, 2017). As características em que a APA está inserida são a “perda de áreas de remanescentes de cerrado (classe 3)”, “perda de áreas de recarga de aquíferos (classe 5)” e “contaminação do solo (classe 5)” (ZEE-DF, 2017). Mesmo com toda essa importância avaliada, a APA está inserida na “Zona de Diversificação e Dinamização Produtiva” ao invés de estar na “Zona de Prestação Serviços Ecossistêmicos” (ZEE-DF, 2017), o que é completamente controverso e contraditório.

4. CONCLUSÃO

A proposta de Zoneamento Ambiental baseado em AHP permite que gestores das Unidades de Conservação e especialistas possam contribuir no julgamento dos pesos das camadas para auxiliar no planejamento e manejo das UCs. Portanto, conclui que essa ferramenta foi eficiente para ponderar as camadas Uso e Ocupação do solo, Suscetibilidade Ambiental, Declividade e Importância Biológica.

Os ZAs tiveram diferenças significativas em relação à quantidade de áreas extremamente relevantes para a conservação. O CIB foi mais robusto quanto à relevância da APA que o VIB.

Recomendo que haja revisões e atualizações nos zoneamentos do PDOT e ZEE-DF de 2017 para reduzir as inconformidades ambientais no Distrito Federal.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Respondendo às questões de pesquisas:

- **Quais os critérios mais importantes para um índice de importância biológica?**

O principal objetivo das Unidades de Conservação é conservar a biodiversidade, sendo assim a introdução de dados de importância biológica é extremamente relevante para auxiliar no planejamento, gestão e manejo das áreas protegidas e UCs. Dessa forma auxilia na escolha de estratégias mais direcionadas a deficiências na proteção dos remanescentes, por exemplo.

- **Como os índices de importância biológica podem ser explorados no zoneamento de UCs?**

O índice Camada de Importância Biológica é baseado em três indicadores biológicos (dados quantitativos): riqueza, endemismo e ameaça, e em análise multicriterial do tipo AHP, que auxilia na hierarquização e ponderação dos indicadores de forma lógica.

- **Como o índice proposto se comporta em comparação com outros índices disponíveis?**

O CIB é uma ferramenta satisfatória para apoiar a gestão e manejo de áreas silvestres já que consegue explicar a importância dos ambientes baseado na biodiversidade. Além disso, consegue suprimir as lacunas de limitação dos índices existentes e obedece a todas as regras básicas da CDB.

As vantagens do CIB são que os indicadores já são definidos previamente assim todos os grupos taxonômicos passam pelos mesmos tratamentos; tem escala pré-definida permitindo a comparação de qual a paisagem é mais importante e o quão ela é importante; tem menos subjetividade já que apresenta o cálculo de consistência lógica (AHP); tem ampla aplicabilidade.

No estudo de caso, os três indicadores do CIB conseguiram explicar as fitofisionomias mais e menos importantes mesmo com um número baixo de pesquisadores os ponderando. Já no VIB, os outros indicadores explicaram melhor as importâncias.

ANEXO I - Ferramenta AHP Online System

Passo 1. Criar uma conta no *site* para elaborar a hierarquia a ser ponderada. Abaixo a imagem é possível visualizar a página inicial do *site*.

BPMMSG Home Latest News Java is enabled. (forgot?) Register

AHP Online System - BPMMSG

Multi-criteria Decision Making Using the Analytic Hierarchy Process

This free web based AHP solution is a supporting tool for decision making processes. The programs can be helpful in your daily work for simple decision problems and also support complex decision making problems. Participate in a group session and try a [practical example](#). Download the [quick reference guide](#) or the [AHP-OS manual](#). For full functionality you need to login. Please [register](#) as new user, if you don't have an account yet. It's all free!

1. [My AHP Projects](#)
2. [AHP Priority Calculator](#)
3. [AHP Hierarchies](#)
4. [AHP Group Session](#)

For programs 2 and 3 you can export the results as csv files (comma separated values) for further processing in excel. For terms of use please see our [user agreement and privacy policy](#). If you like the program, [please help and consider a donation to maintain the website](#).

For your work please cite:
Goepel, K.D. (2018). Implementation of an Online Software Tool for the Analytic Hierarchy Process (AHP-OS).

Passo 2. Para ter acesso a elaboração da hierarquia é preciso clicar em “My AHP Projects” e criar a matriz. Na figura abaixo é possível ver um projeto com duas hierarquias e um *link*, no qual deve ser enviado para os avaliadores.

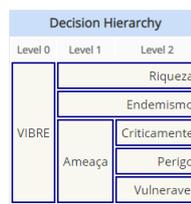
Group Input Link

The session code is **erares**. Provide this session code or the following link to your participants:

<https://bpmmsg.com/academic/ahp-hiergini.php?sc=erares>

Decision Hierarchy

2 (6) hierarchy level(s), 5 (100) hierarchy leafs, 2 (50) hierarchy node(s), 70 (6000) hierarchy characters.



Passo 3. O avaliador irá acessar o site, inserir o seu nome e irá aparecer a página da figura abaixo. Para avaliar é preciso clicar nos botões vermelhos escritos AHP.

Project description
Indice de importancia biologica

Level 0	Level 1	Level 2	Gib Prio.	
VIBRE	Riqueza	0.333	33.3%	
	Endemismo	0.333	33.3%	
	Ameaça	0.333	AHP	
		Criticamente	0.333	11.1%
		Perigo	0.333	11.1%
		Vulneravel	0.333	11.1%
			1.0	

Click on **AHP** to complete pairwise comparisons. Click on **Save judgments** to save your judgments.

Group Input Menu

Passo 4. Esse é o momento do julgamento dos indicadores.

VIBRE: Pairwise Comparison Ameaça

Please do the pairwise comparison of all criteria. When completed, click *Check Consistency* to get the priorities.

AHP Scale: 1- Equal Importance, 3- Moderate importance, 5- Strong importance, 7- Very strong importance, 9- Extreme importance (2,4,6,8 values in-between).

With respect to **Ameaça**, which criterion is more important, and how much more on a scale 1 to 9 for VIBRE?

	A - wrt Ameaça - or B?	Equal	How much more?
1	<input checked="" type="radio"/> Criticamente or <input type="radio"/> Perigo	<input checked="" type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4 <input type="radio"/> 5 <input type="radio"/> 6 <input type="radio"/> 7 <input type="radio"/> 8 <input type="radio"/> 9
2	<input checked="" type="radio"/> Criticamente or <input type="radio"/> Vulneravel	<input checked="" type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4 <input type="radio"/> 5 <input type="radio"/> 6 <input type="radio"/> 7 <input type="radio"/> 8 <input type="radio"/> 9
3	<input checked="" type="radio"/> Perigo or <input type="radio"/> Vulneravel	<input checked="" type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4 <input type="radio"/> 5 <input type="radio"/> 6 <input type="radio"/> 7 <input type="radio"/> 8 <input type="radio"/> 9
CR = 0% Please start pairwise comparison			
<input type="button" value="Check Consistency"/>			

Passo 5. Esse passo é repetido de acordo com a quantidade de hierarquias. É válido ressaltar que o site só aceita a resposta caso haja consistência lógica na resposta.

Pairwise Comparison VIBRE

Please do the pairwise comparison of all criteria. When completed, click *Check Consistency* to get the priorities.

AHP Scale: 1- Equal Importance, 3- Moderate importance, 5- Strong importance, 7- Very strong importance, 9- Extreme importance (2,4,6,8 values in-between).

With respect to **VIBRE**, which criterion is more important, and how much more on a scale 1 to 9?

	A - wrt VIBRE - or B?	Equal	How much more?
1	<input checked="" type="radio"/> Riqueza or <input type="radio"/> Endemismo	<input checked="" type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4 <input type="radio"/> 5 <input type="radio"/> 6 <input type="radio"/> 7 <input type="radio"/> 8 <input type="radio"/> 9
2	<input checked="" type="radio"/> Riqueza or <input type="radio"/> Ameaça	<input checked="" type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4 <input type="radio"/> 5 <input type="radio"/> 6 <input type="radio"/> 7 <input type="radio"/> 8 <input type="radio"/> 9
3	<input checked="" type="radio"/> Endemismo or <input type="radio"/> Ameaça	<input checked="" type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4 <input type="radio"/> 5 <input type="radio"/> 6 <input type="radio"/> 7 <input type="radio"/> 8 <input type="radio"/> 9
CR = 0% Please start pairwise comparison			
<input type="button" value="Check Consistency"/>			

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, R. F., FAGG, C. W., DE OLIVEIRA, M. C., MUNHOZ, C. B. R., DE LIMA, A. S., & DE OLIVEIRA, L. S. B.. Mudanças florísticas e estruturais no Cerrado sensu stricto ao longo de 27 anos (1985-2012) na Fazenda Água Limpa, Brasília, DF. Rodriguésia - Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro, v.65, n.1, p. 001-019, 2014.
- ANDAM, K. S., FERRARO, P. J., SIMS, K. R., HEALY, A., HOLLAND, M. B. Protected areas reduced poverty in Costa Rica and Thailand. Proceedings of the National Academy of Sciences, v.107, n.22, p. 9996-10001, 2010.
- ARAÚJO, M. Avaliação da biodiversidade em conservação. Silva Lusitana n.6, v.1. p. 19-40, 1998. Disponível em <<http://www.cea.uevora.pt/umc/pdfs/Araujo1998.pdf>> Acessado em março de 2019.
- BPMSG. Business Performance Management. Disponível em <<https://bpmsg.com/academic/ahp.php>>. Acessado em janeiro de 2019.
- BRANDÃO, R. A.; FRANÇOZO, R. D., BATISTA, V. B. G. V. Identificação de áreas importantes para conservação baseado em indicadores biológicos: subsídio ao zoneamento dos Parques Nacionais da Serra da Bodoquena e da Chapada dos Guimarães. In: XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto. INPE: Natal p. 2611–2619, 2009.
- BRANDÃO, R. A.; FRANÇOZO, R. D.; BATISTA, V. B. G. V. Identificação de áreas relevantes para conservação baseada em indicadores biológicos: subsídio ao zoneamento de dois Parques Nacionais no cerrado brasileiro. Caminhos de Geografia (UFU), v.12, p.106-118, 2011.
- BRASIL. Lei Complementar Distrital nº 17 de 28 de janeiro de 1997. Aprova o Plano Diretor de Ordenamento Territorial do Distrito Federal - PDOT e dá outras providências.
- BRASIL. Lei nº 9.985 de 18 de julho de 2000. Institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação.
- BRASIL. Lei nº 12.541 de 12 de maio de 2012. Institui o Código Florestal.

- KERSHAW M, WILLIAMS P.H., MACE, G. M. Conservation of Afrotropical antelopes: Consequences and efficiency of using different site selection methods and diversity criteria. *Biodiversity and Conservation*. v.3, p.354–372, 1994.
- CARVALHO, C.M. Anfíbios e Répteis: Perspectivas de estudos. *Publicações Avulsas do Centro Acadêmico de Biologia*, v.1, p. 53, 1997.
- CBD. Convention on Biological Diversity. Biodiversity indicators & the 2010 biodiversity target: Outputs, experiences and lessons learnt from the 2010 Biodiversity Indicators Partnership, 2003.
- BRASIL. Decreto Legislativo nº 2, 1994. Institui a Convenção sobre a Diversidade Biológica.
- DURIGAN, G. & SILVEIRA, E. Recomposição da mata ciliar em domínio de cerrado, Assis, SP. *Scientia Forestalis*. v.56, p.135-144, 1999.
- NAVEH, Z. & LIEBERMAN, A. *Landscape Ecology: theory and application*. 2.ed. New York: Springer-Verlag. P.360, 1994.
- CITES. Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora. Lista de espécies parte 1, 2011.
- CLEMENTS, T., MILNER-GULLAND, E. J. Impact of payments for environmental services and protected areas on local livelihoods and forest conservation in northern Cambodia. *Conservation Biology*, v.29, n.1, p.78-87, 2015.
- CONAMA. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução Normativa nº 10 de 14 de dezembro de 1988. Atribuição dos tipos de zoneamento das Áreas de Proteção Ambiental.
- DEE, N., BAKER, J., DROBNY, N., DUKE, K., WHITMAN, I., FAHRINGER, D. . (1973). An environmental evaluation system for water resource planning. In: *Water Resource Research*. v.9, n.3, p. 523-535, June 1973.
- DIAS, S. C. Planejando estudos de diversidade e riqueza: uma abordagem para estudantes de graduação. v. 4, p. 373, 2004.
- DISTRITO FEDERAL. Decreto nº 9.417 de 21 de abril de 1986. Cria a Área de Proteção Ambiental Gama e Cabeça de Veado.
- DISTRITO FEDERAL. Lei Complementar nº 017 de 28 de janeiro de 1997. Estabelece o Plano Diretor de Ordenamento Territorial do Distrito Federal.

- DISTRITO FEDERAL. Lei Complementar nº 827 de 22 de julho de 2010. Sistema Distrital de Unidades de Conservação.
- DOYLE, P. M. M. C. Reserva da Biosfera do Cerrado no Distrito Federal, 2009. Disponível em: <www.ibram.df.gov.br/sites/400/406/00001158.pdf>. Acessado em outubro de 2018.
- DUNSTER, J.; DUNSTER, K. Dictionary of Natural Resource Management. UCB Press, 1996. Disponível em <https://books.google.com.br/books?redir_esc=y&id=__2Pp5PnVGcC&q=conservation#v=onepage&q&f=false> Acessado em março de 2019.
- FELFILI, J.M., SANTOS, A.A.B., SAMPAIO, J.C. Flora e Diretrizes ao Plano de Manejo da APA Gama e Cabeça de Veado. Universidade de Brasília, Departamento de Engenharia Florestal, Brasília, 2004.
- BROWN, J. H. & LOMOLINO, M. V. Biogeography, 2nd ed. xii + 691 pp. Sunderland, 1998.
- FONSECA, G. A. B. Estratégia nacional de diversidade biológica contribuição para a estratégia de conservação *in-situ* no Brasil, 1999. Disponível em <http://www.mma.gov.br/estruturas/sbf_chm_rbbio/_arquivos/Conservacao%20in%20situ.pdf> Acessado em março de 2019.
- FRANÇOSO, R. D. & BRANDÃO, R. A. Indicadores de integridade biológica como subsídio ao zoneamento do Parque Nacional Serra da Bodoquena. V Simpósio de Pós-graduação em ciências florestais. Brasília, 2008.
- FRANÇOSO, R. D. Integração de dados ambientais e da Avaliação Ecológica Rápida para o Zoneamento da Reserva Natural Serra do Tombador (Goiás) e diagnóstico do seu entorno. Dissertação de mestrado em Ciências Florestais, 2009.
- FRANÇOSO, R. D.; MACHADO, R. B.; BRANDÃO, R. A framework for biological zoning of protected areas of the Brazilian Cerrado. Neotropical Biology and Conservation. v.9, p.2-8, 2014.
- GANEM, R. S. Políticas de conservação da biodiversidade e conectividade entre remanescentes de cerrado. Tese de Doutorado, 2007.

- GOTELLI, N. J. & COLWELL, R. K. Estimating species richness. *Biological diversity: frontiers in measurement and assessment*, n.12, p.39-54, 2011.
- GOTELLI, N. J. & COLWELL, R. K. Quantifying biodiversity: procedures and pitfalls in the measurement and comparison of species richness. *Ecology Letters*, n.4, v.4, p.379-391, 2001.
- HUGGEL, C.; SCHNEIDER, D.; MIRANDA, P. J.; GRANA DOS, H. D.; KÄÄB, A. Evaluation of ASTER and SRTM D EM data for lahar modeling: A case study on lahars from Popocatepetl Volcano, Mexico. *Journal of Volcanology and Geothermal Research* n. 170 p. 99–110, 2008.
- HURLBERT, S. H. The nonconcept of species diversity: A critique and alternative parameters. *Ecology*. v. 52, n. 4, 1971.
- IBAMA. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e Recursos Naturais. Roteiro metodológico para gestão de Área de Proteção Ambiental, 2001.
- IBAMA. Roteiro Metodológico de Planejamento: Parque Nacional, Reserva Biológica e Estação Ecológica, 2002.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Reserva Ecológica do IBGE - Biodiversidade Terrestre - Tomo 1 e 2, v. 1, 2011.
- IBRAM. Instituto do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos do Distrito Federal Brasília Ambiental. Guia de Unidades de Conservação do Distrito Federal, 2014.
- IBRAM. Instituto do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos do Distrito Federal Brasília Ambiental. Projeto Fauna do Distrito Federal. Dados de fauna, 2018. Disponível em: <<http://www.ibram.df.gov.br/projeto-fauna-df/>>. Acessado em agosto de 2018.
- ICMBio. Instituto Chico Mendes da Biodiversidade. Plano de Manejo da Área de Proteção Ambiental da região serrana de Petrópolis, 2007.
- ICMBio. Instituto de Conservação da Biodiversidade Chico Mendes. Plano de Ação Nacional para Conservação de Aves de Rapina, 2008.
- ICMBio. Instituto Chico Mendes da Biodiversidade. Plano de Manejo da Reserva Extrativista Marinha Caeté-Taperaçu (PA), 2012.
- IUCN. União Internacional de Conservação. Lista vermelha. Disponível em:

<<https://www.iucnredlist.org/>>. Acessado em agosto de 2018.

JOST, L. Partitioning diversity into independent alpha and beta components. *Ecology*, 2007.

KIRCHHOFF, T., TREPL, L., VICENZOTTI, V. What is landscape ecology? An analysis and evaluation of six different conceptions. *Landscape Research*, v.38, p. 33-51, 2013.

MAGURRAN, A.E. *Ecological diversity and its measurement*. New Jersey: Princenton University Press, 1988.

MALCZEWSKI, J. *GIS and multicriteria decision analysis*. John Wiley & Sons, 1999.

MARGULES, C. R.; PRESSEY, R. L. Systematic conservation planning. *Nature*, n. 405, p. 243–253, 2000. Disponível em <<https://www.nature.com/articles/35012251>> Acessado em março de 2019.

MARINS, C. S.; SOUZA, D. O.; BARROS, M. S. O uso do método de análise hierárquica (AHP) na tomada de decisões gerenciais – um estudo de caso. *XLI SBPO*. v. 1, 2009.

MCGILL, B. & COLLINS, C. A unified theory for macroecology based on spatial patterns of abundance. *Evolutionary Ecology Research*, n.5, p. 469–492, 2003.

MCNEELY, J. A; MILLER, K. R.; REID, W. V.; MITTERMEIER, R. A.; WERNER, T. B. *Conserving the world's biological diversity*. IUCN, Gland, Switzerland; WRI, CI, WWF-US, and the World Bank, Washington, 1990.

MELO, A. S. O que ganhamos ‘confundindo’ riqueza de espécies e equabilidade em um índice de diversidade? *Biota Neotropical*. v. 8, n. 3, 2008.

MELO, C. C. S. Mamíferos não voadores da região dos Lagos, municípios de Tartarugalzinho, Pracuúba e Amapá, no Amapá, s.d.

MELO, R. R. Dinâmica de ocorrência de incêndios florestais em unidade de conservação influenciada por diversos usos e cobertura do solo: APA Gama e Cabeça de Veado – DF. Dissertação de mestrado, 2018.

MENDONÇA, R.C.; FELFILI, J.M.; WALTER, B.M.T.; SILVA JUNIOR, M.C.; REZENDE, A.V.; FILGUEIRAS, T.S; NOGUEIRA, P.E. Flora vascular do cerrado. In *Cerrado: ambiente e flora* (S.M. Sano & S.P. Almeida, eds.). Embrapa, Planaltina, p.289, 1998.

- MERCADANTE, M. Uma década de debate e negociação: a história da elaboração da lei do SNUC. In: BENJAMIM, A. H. Direito ambiental das áreas protegidas: o regime jurídico das unidades de conservação. Rio de Janeiro, Forense Universitária, 2001.
- MIRANDA, H. S., SATO, M. N., NETO, W. N., AIRES, F. S. Fires in the cerrado, the Brazilian savanna. In *Tropical Fire Ecology* (pp. 427-450). Springer Berlin Heidelberg. 2009.
- MMA. Ministério do Meio Ambiente. Portaria nº 09 de 23 de janeiro de 2007. Estabelece as áreas prioritárias para conservação.
- MORENO, C.E. Métodos para medir la biodiversidad. *M&T – Manuales y Tesis SEA*, Zaragoza. v. 1. p. 84, 2001.
- MYERS, N., MITTERMEIER, R.A., MITTERMEIER, C.G., FONSECA, G.A.B., KENT, J. Biodiversity Hotspots for Conservation Priorities. *Nature*. 403: 853–858, 2000.
- NOSS, R. F. Issues of scale in conservation biology. In: Fieldler, P.L., Jain, S.K. (Eds.), *Conservation Biology: The Theory and Practice of Nature Conservation, Preservation and Management*. Chapman & Hall, New York, pp. 240-241, 1992.
- NOSS, R. F. Indicators for monitoring biodiversity: a hierarchical approach. *Conserv. Biol.* v. 4, p. 355-364, 1990.
- PAGIOLA, S. Payments for environmental services in Costa Rica. *Ecological economics*, v.65, n.4, p. 712-724, 2008.
- PDOT. Plano de Ordenamento Territorial do Distrito Federal, 2017.
- MAGURRAN, A. E. *Ecological Diversity and its Measurement*. Cambridge, University Press, London, p.179 , 1988.
- MMA. Ministério do Meio Ambiente. Plano Nacional de áreas Protegidas, 2006.
- PEET, R. K. The measurement of species diversity. Section of Ecology and Systematics, Langmuir Laboratory, Cornell University, Ithaca, New York, 1974. Disponível em <<https://www.annualreviews.org/doi/pdf/10.1146/annurev.es.05.110174.001441>>. Acessado em março de 2019.
- PEZZOPANE, J. E. M.; OLIVEIRA NETO, S. N.; VILELA, M. F. Risco de incêndios em função da característica do clima, relevo e cobertura do solo. *Floresta e Ambiente*, v.8,

n.1, p.161-165, 2001.

PIANKA, E.R. *Evolutionary Ecology*. 5. Ed. New York, Harper Collins, 1994.

PRABHU, R.; COLFER, C. J. P.; DUDLEY, R. G. Guidelines for developing, testing and selecting criteria and indicators for sustainable forest management. *Toolbox Series*, n. 1, 1999.

PRENDERGAST, J. R., QUINN, R. M., LAWTON, J. H. The Gaps between Theory and Practice in Selecting Nature Reserves. *Conserv. Biol.* 13, 1999.

PUREZA, F.; PELLIN, A.; PÁDUA, C. *Unidades de Conservação: Fatos e personagens que fizeram a história das categorias de manejo*. Editora Ipê, 2015.

PURVIS, A. & HECTOR, A. Getting the measure of biodiversity. *Nature*. v. 405, p. 212-219, 2000.

RAMALHO, W.; SUSÇUARANA, M.; LÓPEZ-ROJAS, J.; ROCHA, L.; KEPPELER, E. C.; VIEIRA L. Impacto do assoreamento sobre a diversidade de peixes em igarapés de um complexo vegetacional de campinarana no noroeste do Acre, Brasil. *Neotropical Biology and Conservation*, n. 9, v. 2, p.105-114, 2014.

RANGEL, T. F. L. V. B.; DINIZ-FILHO, J. A. F.; COLWELL, R. K. Species richness and evolutionary niche dynamics: a spatial pattern oriented simulation experiment. *Am. Nat.* 2007.

RIBEIRO, J. F.; WALTER, B. M. T. Fitofisionomias do bioma cerrado. In: SANO, S. M.; ALMEIDA, S. P. de (Ed.). *Cerrado: ambiente e flora*. Planaltina: EMBRAPA-CPAC, 1998.

RICOTTA, C. Through the jungle of biological diversity. *Acta Biotheor.* 2005.

ROSS, J L. S. Análise empírica da fragilidade empírica dos ambientes naturais e antropizados. *Revista do Depto de Geografia da USP*. São Paulo. n.8, 1994.

SAATY, R. W. The analytic hierarchy process – What it is and how it is used? *Pergamon Journals Ltd*. v. 9, n. 3-5, 1987.

SALOMÃO, F.X.T. Controle e prevenção dos Processos Erosivos. In GUERRA, A.J.T.; SILVA, A.S.; BOTELHO, R.G.M. *Erosão e Conservação dos Solos: Conceitos, Temas e Aplicações*. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, p. 340, 1999.

- SANT'ANNA, N. C. R. Índice de Performance da Sustentabilidade Municipal: uma nova proposta metodológica para a avaliação socioeconômica e ambiental dos municípios brasileiros. Dissertação de Mestrado. UnB, 2017.
- SANTOS, A. B.; PETRONZIO, J. A. C. Mapeamento de uso e ocupação do solo no município de Uberlândia – MG utilizando técnicas de Geoprocessamento. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Curitiba. v. 15, 2011.
- SAVARD, J. P. L. General concepts related to biodiversity. Biodiversity in Canada: A Science Assessment for Environment Canada. Environment Canada, Ottawa, p. 9-40, 1994.
- SAYRE, R., ROCA, E., SEDAGHATKISH, G., YOUNG, B., KEEL, S., ROCA, R. Nature in focus: rapid ecological assessment. Island Press, 1999.
- SCARAMUZZA, C. A. de M.; MACHADO, R. B.; RODRIGUES, S. T.; RAMOS NETO, M. B.; PINAGÉ, E. R.; DINIZ FILHO, J. A. F. Áreas prioritárias para a conservação da biodiversidade em Goiás. In: FERREIRA, L. G. Conservação da biodiversidade e sustentabilidade ambiental em Goiás: Prioridades, estratégias e perspectivas. Editora, 2005.
- SCHOLES, R. J.; BIGGS, R. A biodiversity intactness index. 434. p. 45–49, 2010.
- SICHE, R.; AGOSTINHO, F.; ORTEGA, E.; ROMEIRO, A. Índices versus indicadores: precisões conceituais na discussão da sustentabilidade. Ambiente & Sociedade. v. X, n. 2, 2007.
- SILVA JR, O. M.; FUCKNER, M. A. Avaliação da correlação entre modelo digital de elevação ASTER e carta topográfica para a região de Marabá – Estado do Pará. In: Simpósio Brasileiro de Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação (SIMGEO), 3., Recife. Anais Recife, , p. 27-30, 2010.
- SOUZA, A. L.; SOARES, C. P. B. Florestas nativas: estrutura, dinâmica e manejo. Ed. UFV, 2013.
- STORE, R.; KANGAS, J. Integrating spatial multicriteria evaluation and expert knowledge for GISbased habitat suitability modelling. Landscape and Urban Planning, Amsterdam, v.55, p.79-93, 2001.
- TYC, G.; TULIP, J.; SCHULTEN, D.; KRISCHK, M.; OXFORT, M. The RapidEye mission design. Acta Astronautica, v. 56, n. 1-2, p. 213–219, 2005.

- UNESCO. Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura. Subsídios ao Zoneamento da APA Gama e Cabeça de Veado e da Reserva da Biosfera do Cerrado: caracterização e conflitos socioambientais. Brasília: UNESCO, MAB, Reserva da Biosfera do Cerrado. p. 172, 2003.
- UNESCO. Uma avaliação multitemporal da perda de cobertura vegetal no DF e da diversidade florística da Reserva da Biosfera do Cerrado – Fase 1. In: Vegetação do Distrito Federal: tempo e espaço. 2.ed, p. 80, 2002.
- UNESCO. Vegetação do Distrito Federal: Tempo e espaço. Brasília, 2000.
- WWF. Definição de Áreas Prioritárias para Conservação do estado de Goiás, Brasil, 2004.
- WWF. Metodologia para Avaliação Rápida e a Priorização do Manejo de Unidades de Conservação (RAPPAM), 2003.
- Williams, P. et al. A comparison of richness hotspots, rarity hotspots, and complementary areas for conserving diversity of British birds. *Cons. Biol.* V.10, p. 155 – 174, 1996.
- ZEE-DF. Zoneamento Ecológico Econômico do Distrito Federal. 2017.