

**Pró-Reitoria de Pós-Graduação e Pesquisa
Stricto Sensu em Planejamento e Gestão Ambiental**

**IDENTIFICAÇÃO DE UNIDADE DE HABITAT (UH) PARA
PTERIDIUM AQUILINUM, EM ÁREAS SELECIONADAS
DA ÁREA DE PROTEÇÃO AMBIENTAL (APA) GAMA E
CABEÇA DE VEADO, DF.**

**Autor: Ronaldo Soares Salgado
Orientador: Prof. Dr. Perseu Fernando dos Santos**

RONALDO SOARES SALGADO

**Identificação de Unidade de Habitat (UH) para *Pteridium aquilinum*,
em áreas selecionadas da Área de Proteção Ambiental (APA)
Gama e Cabeça de Veado, DF.**

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

Orientador: Prof. Dr. Perseu Fernando dos Santos

Coorientador: Prof. Dr. Rodrigo Studart Corrêa

**Brasília - DF
2012**



Dissertação de autoria de Ronaldo Soares Salgado, intitulada "Identificação de Unidade de Habitat para *Pteridium aquilinum*, em áreas selecionadas da Área de Proteção Ambiental (APA) Gama e Cabeça de Veado, DF", apresentada como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Planejamento e Gestão Ambiental da Universidade Católica de Brasília, em 29 de junho de 2012, defendida e aprovada pela banca examinadora abaixo-assinada:

Prof. Dr. Perseu Fernando dos Santos

Orientador

Programa de Pós Graduação em Planejamento e Gestão Ambiental - UCB

Prof. Dr. Gustavo Souto Maior Salgado

Examinador Externo

UnB

Prof. Dr. Rodrigo Studart Corrêa

Examinador Interno

Programa de Pós Graduação em Planejamento e Gestão Ambiental - UCB

Prof. Dr. Douglas José da Silva

Examinador Suplente

Programa de Pós Graduação em Planejamento e Gestão Ambiental - UCB

**Brasília
2012**

Dedico esta dissertação ao meu companheiro William França, pela força dispensada em todos os momentos necessários e pela participação de mais uma importante conquista realizada em minha trajetória profissional.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a todas as pessoas mais próximas – familiares e amigos – que acabaram por se envolver com o meu processo de criação desta dissertação de mestrado e que, em maior ou menor grau, contribuíram na execução do projeto – seja por meio de palavras de apoio e encorajamento, seja com algum tipo de material e ideias diretamente empregados para a sua construção diária.

Estendo meus agradecimentos aos professores do curso de Planejamento e Gestão Ambiental (PGA) pela oportunidade de crescermos juntos e pela orientação necessária. Saudações especiais ao meu orientador Dr. Perseu dos Santos, pela oportunidade de troca mútua do conhecimento neste período, visto que, segundo Paulo Freire, "Ensinar não é transferir conhecimento, mas criar as possibilidades para a sua própria produção ou a sua construção".

*"Renda-se como eu me rendi. Mergulhe no que
você não conhece, como eu mergulhei. Não se
preocupe em entender. Viver ultrapassa
qualquer entendimento."*

Clarice Lispector

RESUMO

SALGADO, Ronaldo Soares. **Identificação de Unidade de Habitat para *Pteridium aquilinum* em áreas selecionadas da Área de Proteção Ambiental (APA) Gama e Cabeça de Veado - DF**: estudo de caso: 2012. 109 f..Dissertação. (Mestrado em Planejamento e Gestão Ambiental) - Universidade Católica de Brasília - Brasília, 2012.

Os estudos de adequabilidade de habitats podem designar características ecológicas do comportamento e do ciclo vital das espécies, bem como favorecer o conhecimento dos elementos que compõem esse habitat e que sejam mais favoráveis ao estabelecimento de uma espécie – parâmetros fundamentais para que se possa exercer um manejo adequado de uma área por meio de estratégias de conservação ambiental. O objetivo do presente trabalho é a utilização do Habitat Suitability Index (HSI) ou Índice de Adequabilidade de Habitat (IAH) para a espécie exótica de pteridophyta, *Pteridium aquilinum*, em parcelas selecionadas na Área de Proteção Ambiental (APA) Gama e Cabeça de Veado, em Brasília - DF. O estudo foi realizado a partir da identificação de áreas ou parcelas aleatórias que apresentassem a espécie de *Pteridium aquilinum*. Tais áreas foram georreferenciadas de forma a mapear o uso do solo, onde foram identificados quatro tipos de micro habitats: Mata de Galeria, Vereda, Cerrado com solo hidromórfico e Mata Ciliar. A metodologia de aplicação de avaliação de habitat possibilitou determinar as Unidades de Habitat (UH) por meio do Índice de Adequabilidade de Habitat (IAH), disponíveis para a espécie de *Pteridium aquilinum* na APA. O total de Unidade de Habitat para a espécie invasora na unidade de conservação foi de 135.557.286, sendo que os habitats de maior adequabilidade para a invasora representam 62.228.799,68 deste total. Desta forma, esta medida de UH pode ser empregada para analisar a frequência do uso e a seleção de habitat pela espécie nas áreas pré-selecionadas no interior daquela Unidade de Conservação, na proposição de mecanismos de manejo da espécie invasora e como parâmetro para a sua utilização em áreas contíguas do bioma Cerrado.

Palavras-chave: APA Gama e Cabeça de Veado, DF. *Pteridium aquilinum*. Invasão Biológica. Índice de Adequabilidade de Habitat (IAH). Unidades de Habitat (UH). Manejo de espécies invasoras.

ABSTRACT

Studies of habitat suitability may designate ecological characteristics of the behavior and life cycle of the species, as well as foster knowledge of the elements of this habitat and that are more favorable to the establishment of a sort - key parameters so you can have a management an appropriate area through conservation strategies. The objective of this study is the use of the Habitat Suitability Index (HSI) or Índice de Adequabilidade de Habitat (IAH) to the exotic plant *Pteridium aquilinum* in selected portions in the Environmental Protection Area (APA) Gama e Cabeça de Veado in Brasilia - DF. The study was performed from the identification of areas or random plots to present the kind of *Pteridium aquilinum*. That areas were georeferenced in order to map the land use, which identified four types of microhabitats: Gallery Forest, Vereda, Savannah with hydromorphic soil and riparian forest. The methodology for implementing habitat assessment allowed us to determine Habitat Units (HU) through the Habitat Suitability Index (HSI), available for the species of *Pteridium aquilinum* in the APA. The total unit Habitat for invasive species in the protected area was 135,557,286, with the habitat more suitable for invasive represent 62,228,799.68 of the total. Thus, this measure of UH can be used to analyze the frequency of use and habitat selection by species in preselected areas within that conservation area, in proposing mechanisms for management of invasive species and as a parameter for its use in contiguous areas of Cerrado.

Keywords: APA Gama e Cabeça de Veado, DF. *Pteridium aquilinum*. Biological Invasion. Habitat Suitability Index. Management of invasive species. Habitat Units.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Síntese dos materiais e métodos utilizados para a obtenção dos índices e unidades de adequabilidade de habitat para a espécie <i>Pteridium aquilinum</i> na APA Gama e Cabeça de Veado - DF.....	38
Tabela 2: Informações adicionais sobre o IAH e suas formas de mensuração.....	39
Tabela 3: Representatividade da Flora da APA Gama e Cabeça de Veado, de acordo com a flora vascular do Cerrado.....	44
Tabela 4: Uso e Ocupação do solo da APA Gama e Cabeça de Veado - ano 1991 - Fonte: (UNESCO, 2003).....	58
Tabela 5: Avaliação de campo das fitofisionomias do cerrado da APA Gama e Cabeça de Veado - DF, 2012.....	66
Tabela 6 - Resultado da análise química do solo em dois pontos distintos e georreferenciados da APA Gama e Cabeça de Veado, realizada pela Soloquímica - Análises de Solo Ltda., em 5 de junho de 2012.....	69/70
Tabela 7 - Dados de presença e de pseudo-ausência de <i>P.aquilinum</i> (ocupação/uso do solo antrópico).....	75
Tabela 8 - O índice de Adequação ou Adequabilidade de Habitat (IAH) representa as interações combinadas de todas as relações do <i>Pteridium aquilinum</i> com o habitat disponível. O resultado é um índice numérico que quantifica a capacidade de um habitat para fornecer suporte à espécie-alvo. O índice UAH pode variar de 0 a 1.....	76
Tabela 9 - Dados de presença e de pseudo ausência de <i>P.aquilinum</i> (ocupação/uso do solo natural) com os respectivos IAH para a espécie invasora.....	77
Tabela 10 - Percentual de áreas antrópicas e de áreas naturais com relação à totalidade da área da APA Gama e Cabeça de veado - DF. Fonte: (UNESCO, 2003).....	50
Tabela 11 - Tipos de uso e ocupação do solo da APA Gama e Cabeça de Veado - DF, em 1999. Fonte: (UNESCO, 2003).....	75
Tabela 13 - Índices de Unidade de Habitat para <i>P.aquilinum</i> para os usos naturais e antrópicos de ocupação do solo na APA Gama e Cabeça de Veado - DF.....	83

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1 - Principais etapas do processo de invasão. O tamanho da população e a duração de cada etapa varia para as espécies. Fonte: (MARCHANTE, 2001).....21
- Figura 2 - Localização da área de estudo (APA Gama e Cabeça de Veado - Brasília - DF), 2012.....40
- Figura 3 - Registro de espécies invasoras em Unidades de Conservação do DF.....41
- Figura 4 - Placa de sinalização da APA Gama e Cabeça de Veado, contendo o número do decreto de criação da Unidade de Conservação.....43
- Figura 5 - Placa semelhante, disposta na área de Vereda do córrego Mato Seco, na APA Gama e Cabeça de Veado.....43
- Figura 6 - Mapa de uso e ocupação do solo (incluindo as fitofisionomias de cerrado) da APA Gama e Cabeça de Veado - DF, 2012.....45
- Figura 7 - Perfil representando o método de avaliação das fitofisionomias, mostrando a projeção perpendicular das formas de vegetação do cerrado e seus estratos florestais, arbustivos e herbáceos. (Adaptado de Meirelles et.al. (2002, apud Barbosa - Silva, 2007).....46
- Figura 8 - Metodologia empregada, demonstrando o registro em campo das coordenadas geográficas de uma das parcelas utilizadas no estudo: Vereda e Mata de Galeria.....47
- Figura 9 - Perfil das características das fitofisionomias, mostrando a formação de manchas ecotonais entre uma zona e outra. Na região de transição da Zona Inundada para a Zona Úmida, a ocorrência de *P.aquilinum* foi verificada de forma mais evidente.....48
- Figura 10 - Vereda ladeada por renques de buritis (*Mauritia flexuosa*) na região da Lagoa do cedro, da APA Gama e Cabeça de Veado. No estrato herbáceo da zona de transição, é possível constatar a presença de *Pteridium aquilinum*, gramíneas e *T. parviflora*.....49
- Figura 11 - Vista parcial de Mata de Galeria e da Vereda do Córrego do cedro - região de transição - evidenciada pela presença de Buritis (*Mauritia flexuosa*).....50
- Figura 12 - Amostra do solo do tipo gleissolo (hidromórfico) na fitofisionomia Mata de Galeria.....50
- Figura 13 - Mata de Galeria da APA Gama e Cabeça de Veado, com alta incidência da invasora *Pteridium aquilinum* em meio às espécies de *Mauritia flexuosa* (Buritis) e *Miconia spp.* - espécies indicadoras de ambientes úmidos.....51

Figura 14 - Propagação da invasora <i>P.aquilinum</i> em zona de transição entre Mata de Galeria e Campo Úmido ma APA Gama e Cabeça de Veado.....	51
Figura 15 - Detalhe da estrutura foliar de <i>P. aquilinum</i> contendo as estruturas reprodutivas (soros contendo os esporos) e a gema (broto), que desenvolve uma nova planta da espécie invasora.....	51
Figura 16 - População de <i>P.aquilinum</i> em ambiente de transição entre Vereda e Campo úmido na APA Gama e Cabeça de Veado - DF.....	52
Figura 17 - Área de Cerrado <i>sensu stricto</i> da APA Gama e Cabeça de Veado, fitofisionomia adota como de pseudo ausência para <i>P.aquilinum</i>	53
Figura 18 - Imagem demonstrando a presença de <i>P aquilinum</i> em áreas antropizadas - próxima a uma rodovia asfaltada, numa margem com cascalho. e ao lado de um núcleo residencial - Quadra 16 do Setor de Mansões do Park Way, integrante da APA Gama e Cabeça de Veado.....	54
Figura 19 - Marcação de pontos aleatórios e georreferenciados ao longo da APA Gama e Cabeça de Veado - DF para a determinação dos Índices de Adequabilidade de Habitat (IAH) área <i>P.aquilinum</i>	55
Figura 20 - Localização geográfica de habitats de <i>P.aquilinum</i> na APA Gama e Cabeça de Veado, DF.....	57
Figura 21 - Instrumental utilizado no trabalho de georreferenciamento, <i>in loco</i>	57
Figura 22 - Passos para a construção do Índice de Adequabilidade de Habitat (IAH).....	59
Figura 23 - Mapa das coordenadas geográficas de coleta dos pontos de controle da vegetação e de amostra do solo para a obtenção dos resultados que farão parte dos Índices de Adequabilidade de Habitat (IAH) para <i>P.aquilinum</i> na APA Gama e Cabeça de Veado - DF, 2012.....	63
Figura 24 - Coordenadas geográficas do local de coleta de solo com a presença de <i>Pteridium aquilinum</i> na APA Gama e Cabeça de Veado - DF, 2012.....	67
Figura 25 - Local da coleta da amostra de solo com a presença de <i>Pteridium aquilinum</i> na APA Gama e Cabeça de Veado - DF, 2012.....	67
Figura 26 - Amostra de solo coletado na APA Gama e Cabeça de Veado com presença de <i>P.aquilinum</i>	67
Figura 27 - Local da coleta da amostra de solo sem a presença de <i>Pteridium aquilinum</i> na APA Gama e Cabeça de Veado - DF, 2012.....	68
Figura 28 - Coordenadas geográficas do local de coleta de solo sem a presença (ou com pseudo-ausência) de <i>Pteridium aquilinum</i> na APA Gama e Cabeça de Veado - DF, 2012.....	68

Figura 29 - Amostra de solo coletado na APA Gama e Cabeça de Veado sem a presença de <i>P.aquilinum</i> (ou pseudo-ausência)	68
Figura 30 - Indicação do Núcleo rural Vargem Bonita, integrante da APA Gama e Cabeça de Veado - DF. Local onde a prática de queimadas favorece a entrada de espécies exóticas invasoras, como o <i>P. aquilinum</i>	72
Figura 31 - Foto feita em abril de 2009, indicando infestação por <i>P. aquilinum</i> numa área de ocorrência de incêndio subterrâneo na APA Gama e Cabeça de Veado - DF, ocorrido no ano de 2008.....	73
Figura 32 - Vista parcial da área onde houve a proliferação de <i>P.aquilinum</i> na região da APA Gama e Cabeça de Veado - DF, que sofreu incêndio de turfa. A foto, feita em 2009, evidencia a necromassa ou serrapilheira da invasora após intervenção mecânica para a restauração da área.....	74
Figura 33 - Foto de 2009, mostrando em detalhe o estabelecimento de mudas nativas na área outrora incendiada e posteriormente colonizada pelo <i>P. aquilinum</i> na APA Gama e Cabeça de Veado - DF. É possível verificar que, após o plantio das mudas nativas, os propágulos da planta invasora ressurgem em meio à serrapilheira, indicando seu alto potencial agressivo e sua excelente adequabilidade de habitat para o fator área queimada.....	74
Figura 34 - Mapeamento de <i>Habitat Suitability Index (HSI)</i> , ou Índice de Adequabilidade de Habitat (IAH) para <i>Pteridium aquilinum</i> na APA Gama e Cabeça de Veado - DF, 2012....	86

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

APA - Área de Proteção Ambiental

APP - Área de Preservação Permanente

ARCGIS - É o nome de um grupo de programas informáticos e que constitui um Sistema de Informação Geográfica (SIG)

ÁREA (Ad.) - Área de Adequabilidade

Brachiaria (spp.) - O termo (*spp.*) significa que foram encontradas as gramíneas exóticas africanas (capim braquiária) de várias espécies dentro do género *Brachiaria*, espécies essas não identificadas ou que não puderam ser identificadas.

CDB - Convenção da Diversidade Biológica

CTC - Capacidade de Troca Catiônica

ESECAE - Estação Ecológica de Águas Emendadas

EEJBB - Estação Ecológica do Jardim Botânico de Brasília

ESM - Ecological Services Manual

GPS - Global Positioning System

HEP - Habitat Evaluation Procedures

HSI - Habitat Suitability Index

IAH - Índice de Adequabilidade de Habitat

IAH (t) - Índice de Adequabilidade de Habitat Total

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IBRAM - Instituto do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos do Distrito Federal - Instituto Brasília Ambiental

MAB - Man and Biosphere

MO - Matéria Orgânica

MMA - Ministério do Meio Ambiente

PDOT - Plano Diretor de Ordenamento Territorial

pH - É o símbolo para a grandeza físico-química *potencial hidrogeniônico*, que indica a acidez, neutralidade ou alcalinidade de uma solução ou material.

Pinus (spp.) - O termo (*spp.*) significa que foram encontrados pinheiros de várias espécies dentro do gênero *Pinus*, espécies essas não identificadas ou que não puderam ser identificadas.

PPM - Partes por milhão é a medida de concentração que se utiliza quando as soluções são muito diluídas.

PRAD - Plano de Recuperação de Área Degradada

Pteridium aquilinum (L.) Kuhn - O termo (**L.**) significa dizer que o nome binomial da espécie do gênero *Pteridium* atual é da autoria de Friedrich Adalbert Maximilian Kuhn, tendo sido publicado em 1879.

Pteridium (sp.) - O termo (*sp.*) significa que foram encontradas samambaias de apenas uma espécie dentro do gênero *Pteridium*, espécie essa não identificada ou que não se pode identificar.

SMPW - Setor de Mansões Park Way

SNUC - Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza

SIG - Sistema de Informações Geográficas

UC - Unidade de Conservação da Natureza

UH - Unidade de Habitat

UnB - Universidade de Brasília

UNESCO - Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura

ZEE - Zoneamento Ecológico Econômico do Distrito Federal

USFWS - United States Fish and Wildlife Services

VAH - Valor de Adequabilidade de Habitat

VUH - Valor de Unidade de Habitat

ZPVS - Zona de Preservação da Vida Silvestre

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO GERAL.....	16
1.1. AS INVASÕES BIOLÓGICAS.....	19
1.2. AS INVASÕES EM ÁREAS PROTEGIDAS DO DISTRITO FEDERAL...22	
1.3. A ESPÉCIE INVASORA: <i>PTERIDIUM AQUILINUM</i> (L.) KUHN.....	26
1.4. ÍNDICE DE ADEQUABILIDADE DE HABITAT (IAH).....	30
2. OBJETIVOS.....	33
2.1. OBJETIVO GERAL.....	33
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	33
3. JUSTIFICATIVA.....	34
4. MATERIAIS E MÉTODOS.....	38
4.1. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	39
4.2. ÁREAS DE PSEUDO-AUSÊNCIA	52
4.3.METODOLOGIA NA IDENTIFICAÇÃO DE UNIDADES DE HABITAT DE <i>PTERIDIUM AQUILINUM</i> EM ÁREAS SELECIONADAS DA APA GAMA E CABEÇA DE VEADO, DF.....	55
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	62
5.1. ÍNDICES DE PRESENÇA E PSEUDO-AUSÊNCIA	62
5.2. ANÁLISE QUÍMICA DO SOLO	66
5.3. GRADIENTE DE DISTÂNCIA AO CORPO HÍDRICO	70
5.4. ÁREAS QUEIMADAS E PASTAGENS NA APA	71
5.5. DETERMINAÇÃO DO VALOR DE UNIDADE DE HABITAT (UH)	75
6. CONCLUSÃO E RECOMENDAÇÕES	87
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	93
8.GLOSSÁRIO.....	101
8. ANEXOS	107

1. INTRODUÇÃO GERAL

De acordo com a Convenção sobre Diversidade Biológica - CDB (2006), "espécie exótica" é, em linhas gerais, toda espécie que se encontra fora dos limites geográficos de sua área de distribuição natural. "Espécie exótica invasora", por sua vez, é designada como aquela que põe em risco os ecossistemas, os habitats ou outras espécies, principalmente as nativas e endêmicas.

As espécies exóticas invasoras, por suas vantagens competitivas e favorecidas pela ausência de predadores naturais e pela degradação dos ambientes, ocupam de forma dominante os nichos ecológicos característicos das espécies nativas, notadamente em áreas frágeis e com certo grau de alteração antrópica (PIVELLO, 2005).

Para os propósitos deste trabalho, optou-se por seguir a definição da Decisão VI da CDB (2006) quando se tratar do gênero *Pteridium sp.* na Unidade de Conservação da categoria de uso sustentável Área de Proteção Ambiental (APA) Gama e Cabeça de Veado, DF – que será mais bem detalhada em capítulo posterior:

O termo espécies exóticas se refere a uma espécie, subespécie ou táxon inferior introduzido fora de sua área de distribuição natural passada ou presente; inclui qualquer parte, gametas, sementes, ovos ou propágulos dessas espécies, que possam sobreviver e subsequentemente se reproduzir.

As espécies invasoras do gênero *Pteridium sp.* apresentam elevada distribuição geográfica dentro do filo *Pteridophyta* e são altamente persistentes, em virtude de uma reprodução vegetativa eficiente e da capacidade de formação de um dossel de grandes proporções, colocando restrições ao desenvolvimento de outras espécies e conferindo sucesso ao seu estabelecimento como espécie invasora (MARRS; WATT, 2006).

Segundo Williamson (1996), as invasões biológicas, tanto faunísticas quanto florísticas, representam umas das principais ameaças para a conservação da

biodiversidade em áreas protegidas. Desta forma, infere-se que a destruição ou o desflorestamento de áreas naturais estão intimamente associados à presença de invasoras, visto que uma região com alta taxa de fragmentação florestal apresenta baixa biodiversidade e, conseqüentemente, está propensa à incidência de espécies com potencial ruderal e invasor.

Em geral, as espécies invasoras em referência (*Pteridium sp.*) possuem fácil reprodução e criação, multiplicam-se rapidamente, apresentam um período juvenil curto, têm boa capacidade de dominância, grande vigor competitivo, além de se adaptarem facilmente aos novos ambientes (MACK et. al., 2000).

Praticamente todas as categorias de unidades de conservação – Áreas de Proteção Ambiental, Reservas Biológicas, Parques Nacionais e Distritais, Estações Ecológicas, entre outras áreas protegidas – que visam à conservação ambiental dos ecossistemas do Cerrado mostram-se, atualmente, em maior ou menor grau, invadidas por espécies exóticas, onde encontraram ambiente adequado e ausência de predadores naturais (PIVELLO, 2005).

A Área de Proteção Ambiental (APA) Gama e Cabeça de Veado, escolhida para este estudo, registra a maior quantidade de espécies invasoras dentre as unidades de conservação do Distrito Federal. Nela foram identificadas 151 espécies – seguida do Parque Nacional de Brasília, com 66 espécies invasoras; APA de Cafuringa, com 14 espécies, e, por fim, Estação Ecológica de Águas Emendadas (ESECAE), com 9 espécies. Portanto, isto nos revela que as invasões biológicas no Distrito Federal vêm ocorrendo mesmo em áreas especialmente protegidas por lei (Distrito Federal, 2012).

Diversas abordagens a fim de se conhecer um pouco mais sobre as espécies invasoras estão sendo realizadas e a grande maioria é focada no aspecto espacial, por meio de linhas de pesquisa em modelação de habitat, de estudo de cartografia de áreas invadidas, por meio da análise do padrão de dispersão dessas espécies e pelo Índice de Adequabilidade de Habitat (IAH) – ferramenta objeto desta dissertação (GUISAN, 2000).

O Sistema de Informação Geográfica (SIG), em associação com modelos estatísticos preditivos, é a ferramenta-padrão para as diferentes metodologias de análise da adequabilidade de habitat por espécies invasoras. São vários os

exemplos existentes na literatura científica para a obtenção de modelos que quantifiquem ou identifiquem o grau de habitabilidade de uma determinada área por uma espécie (ZIMMERMAN, 2000).

Os levantamentos de campo de presença, ausência ou pseudo ausência de espécies na área de estudo constituem uma ação de grande relevância para uma melhor dimensão na identificação de unidades de habitat para espécies invasoras, visto que, segundo Zimmermam (2000), uma espécie invasora não teve condições temporais, de interação com o meio e capacidade de se instalar por todo o ambiente da área de estudo, havendo lugares que apresentam condições boas de dispersão, porém, com ausência de indivíduos.

Para contribuir com a melhoria da previsão na identificação de possíveis Índices de Adequabilidade de Habitat pela espécie, serão inclusos na metodologia de trabalho dados de pseudo ausência associados aos índices de presença – sendo que os primeiros não constituem dados de total ausência dos indivíduos, mas sugerem uma forma de amostragem das características gerais da área de estudo (CAPINHA, 2008).

Este trabalho busca apresentar ainda uma metodologia de IAH para a planta invasora *Pteridium sp.* em áreas selecionadas, de forma aleatória, na unidade de conservação de uso sustentável APA Gama e Cabeça de Veado, no Distrito Federal, utilizando-se para isso registros de presença e pseudo ausência da espécie.

O emprego dos procedimentos de avaliação de habitat utilizando-se do Habitat Suitability Index - HSI, ou Índice de Adequabilidade de Habitat - IAH, desenvolvidos pela United States Fish and Wildlife Services (USFWS), possibilitam a "descrição da capacidade suporte do ambiente para as diferentes espécies-alvo, representadas pelos organismos mais destacados da comunidade de interesse" (TEIXEIRA, 2011).

Por fim, serão discutidos os resultados destes índices visando a um melhor reconhecimento dos micro habitats mais adequados para a espécie do gênero *Pteridium sp.* e a respectiva identificação do seu potencial como invasora da unidade de conservação APA Gama e Cabeça de Veado.

1.1. AS INVASÕES BIOLÓGICAS

As invasões biológicas acarretam perdas inestimáveis aos biomas em todo o mundo, principalmente em regiões tropicais, sendo um agente causador de impactos ambientais negativos ao desencadear a degradação dos ecossistemas, a dominância de espécies exóticas pelas nativas, a poluição genética e as perdas de *pools* gênicos (SHEIL, 2001).

As definições da nomenclatura envolvida nos trabalhos sobre invasão biológica são assim definidas, de acordo com Richardson et. al. (2000); Psek et. al. (1995):

- **Espécie nativa:** espécie que evoluiu no ambiente em questão ou que lá chegou desde épocas remotas, sem a interferência humana;
- **Espécie exótica:** espécie que está em ambiente diferente de seu local de origem, por ação do homem (intencional ou acidental);
- **Exótica casual:** espécie fora de seu ambiente de origem, sem a capacidade de formar população persistente;
- **Exótica naturalizada:** espécie fora de seu ambiente de origem, capaz de formar população persistente e de conviver com a comunidade nativa sem invadir ecossistema natural ou antrópico;
- **Invasora:** espécie exótica em ecossistema natural ou antrópico, que desenvolve altas taxas de crescimento, reprodução e dispersão;
- **Praga:** espécie exótica ou não, indesejável no local por razões geralmente econômicas; e
- **Superdominante:** espécie nativa que se comporta como invasora, mediante desequilíbrio ambiental.

Matos e Pivello (2009) apontam que em virtude da grande ameaça acarretada pelas espécies exóticas invasoras à biodiversidade dos espaços naturais, pouquíssimas ações de manejo de fato existem no Brasil com o intuito de realizar um controle biológico e a erradicação de tais espécies. Os fatores são os mais diversos: pouco conhecimento sobre as espécies invasoras no país e o fato de os estudos sobre essas espécies e seus efeitos nas comunidades invadidas serem poucos e recentes.

Para muitas espécies vegetais e mesmo animais, a área de ocorrência geográfica é limitada por fatores climáticos e ambientais, que definem seu grau de dispersão. O chamado isolamento geográfico proporciona diferentes formas de evolução espacial das espécies, acarretando indivíduos com características singulares e endemismos regionais (PRIMACK ; RODRIGUES, 2001).

No entanto, esse padrão foi alterado pela sociedade, durante os tempos, com a introdução e reintrodução, de forma acidental ou voluntária, de espécies de plantas cultivadas e de propágulos vegetais, ao estabelecer a ocupação dos espaços naturais.

Segundo Hedgpeth (1993), atualmente uma grande proporção de espécies já foi introduzida de forma intencional ou acidental, em localidades onde não são consideradas espécies nativas. Tal introdução deu-se pelo processo de colonização, por meio das práticas de horticultura e agricultura e pelo transporte incidental.

A história do trânsito de espécies exóticas invasoras no Brasil é bem antiga, remonta ao período do Descobrimento e se intensifica com o tráfico dos escravos. Com isso, a entrada de ervas e sementes, como o dendê (*Elaeais guineensis*), foi largamente disseminada pelas embarcações, acarretando grandes prejuízos aos ecossistemas brasileiros, durante anos.

As chamadas invasões biológicas constituem um processo de grande complexidade para a dinâmica ecológica de uma determinada região, com reflexo de significância negativa para a biodiversidade. De forma mais genérica, referem-se às espécies animais ou vegetais, oriundas de outras regiões, que ao serem introduzidas e posteriormente estabelecidas, se adaptam facilmente ao "novo habitat" e se reproduzem de tal forma que prejudicam o equilíbrio e a dinâmica das espécies nativas (CDB, 2012).

Valery et. al. (2008) consideram que o processo de colonização de uma área por espécies invasoras ocorre quando:

Uma espécie adquire uma vantagem competitiva seguida do desaparecimento de obstáculos naturais para a sua proliferação, permitindo que se espalhe rapidamente e conquiste novas áreas em ecossistemas receptivos nos quais ela se torna dominante.

O processo de invasão biológica pode ser dividido em quatro fases distintas: a chegada (ou introdução) da espécie, seu estabelecimento (ou fixação), sua expansão e o equilíbrio da espécie na comunidade (WILLIAMSON, 1961).



Figura 1 - Principais etapas do processo de invasão. O tamanho da população e duração de cada etapa variam para as espécies. Fonte: (MARCHANTE, 2001)

De acordo com Pivello (2011), todas as espécies que se tornam invasoras são altamente eficientes na competição por recursos, o que as levam a dominar as espécies nativas originais. Têm também alta capacidade reprodutiva e de dispersão, como já mencionado.

De forma geral, as espécies invasoras e exóticas são consideradas como a segunda causa de perda de biodiversidade do mundo e mesmo estando presente em todos os ambientes, suas alterações e/ou interferências são pouco percebidas e conhecidas (VÁZQUEZ; ARAGON, 2001).

Diversos autores e acadêmicos realizaram diferentes estudos e modelos estatísticos e matemáticos no sentido de conhecerem as características e a natureza das espécies invasoras e das áreas nas quais são ocorridas as invasões biológicas. Os estudos basearam-se nos ciclos de vida curto de tais espécies, no baixo espaço de tempo entre a produção de sementes e alta produção de propágulos de baixa pesagem e a ampla distribuição da espécie no ambiente (DARK, 2004).

Por meio de estudos das espécies exóticas, Moody e Mack (1988) consideraram que as "áreas-satélites" ocupadas pelas invasoras trazem maiores

informações de dados sobre o processo de invasão em si que o foco da mesma, de forma que a gestão ambiental no sentido do manejo de tais espécies deva ser voltada a essas localidades, o que na prática não é percebido.

Segundo Ziller et. al. (2004), as plantas invasoras podem desencadear alterações em propriedades ecológicas essenciais que influenciam as cadeias tróficas, pelas alterações provocadas na ciclagem de nutrientes e na produção vegetal, na estrutura, na densidade, dominância, distribuição e funções de espécies, índice de área foliar, produção de serrapilheira, taxas de decomposição, processos evolutivos e relações entre polinizadores e plantas.

A presença das plantas exóticas invasoras determina modificações nos ecossistemas originais que podem desencadear ainda alterações de grande importância na composição florística nativa em escala temporal (MENDONÇA et. al., 2008).

A perda de biodiversidade está relacionada, em primeira instância, pela remoção de habitats e em seguida pela introdução de espécies exóticas. Tais processos estão intimamente relacionados, já que as áreas com algum grau de perturbação ou índices de degradação são mais susceptíveis à instalação e à proliferação de invasoras (ESPÍNDOLA et. al., 2004).

1.2. INVASÕES EM AREAS PROTEGIDAS DO DF

No bioma Cerrado, a paulatina substituição da floresta nativa por monoculturas e pastagens ajuda a promover o processo de invasão biológica. As principais espécies que se tornaram invasoras do cerrado são justamente as gramíneas de origem africana – especialmente *Melinis minutiflora* (capim gordura), *Hyparrhenia rufa* (capim jaraguá), *Panicum maximum* (capim colônia) e a *Brachiaria spp.* (braquiárias), que foram introduzidas como forrageiras para a criação de gado bovino. Essas espécies possuem alta capacidade competitiva, dominando as nativas e acabando por extingui-las (PIVELLO, 2005).

Outras espécies conhecidas por seu potencial invasor nas áreas protegidas do Distrito Federal correspondem aos pinheiros (*Pinnus spp.*) que podem ocupar extensas áreas nativas em decorrência de monoculturas dessa espécie.

A samambaia do gênero *Pteridium sp.* – espécie-alvo deste trabalho científico – é uma planta invasora resistente ao fogo, que ocorre em grande escala nas unidades de conservação com vegetação de cerrado com algum grau de perturbação externa, no estado de Goiás e no Distrito Federal (PIVELLO, 2007).

As ações de manejo e controle de invasoras em áreas protegidas dependem do conhecimento prévio de diferentes fatores: como se dá o desenvolvimento vegetativo da espécie invasora, suas formas de propagação e de reprodução, informações do habitat ou do ambiente no qual se dá a invasão, entre outras. Muitas estratégias de ação podem, ao contrário do que se pensa, produzir efeito contrário ao que se espera: o uso do fogo por exemplo, pode auxiliar a proliferação de invasoras em áreas que já sofreram certo grau de perturbação.

As medidas preventivas, como programas de educação ambiental junto às comunidades locais, legislação específica para o trânsito de espécies dentro e fora de um país, apreensão e descontaminação de material potencialmente causador de invasões biológicas, ações de monitoramento em áreas protegidas, conhecimento de preferência por determinados habitats, dentre outras propostas de manejo, necessitam ser executadas juntamente com alternativas de controle e minimização da incidência de espécies exóticas invasoras (PIVELLO, 2009).

A unidade de conservação avaliada neste estudo é a Área de Proteção Ambiental (APA) Gama e Cabeça de Veado, criada por meio do Decreto Distrital nº 9.417/1986, regulamentada pelo Decreto nº 23.238, de 24 de setembro de 2001, que tem como objetivo a proteção e a conservação da hidrologia local e da riqueza natural do cerrado, como uma forma de se assegurar uma unidade modelo de gestão sustentável do Distrito Federal (FELFILLI, 2004).

De acordo com Brasil (1998), o "Primeiro Relatório Nacional para a Convenção sobre a Diversidade Biológica" revela que estão sob proteção 15.890.000 hectares ou 1,87 % do território nacional em unidades de conservação de uso direto e 23.178.000 hectares ou 2,72% em unidades de conservação de uso indireto ou de uso sustentável, em se tratando do sistema federal. Outros dados

dizem respeito a 23.796,2 mil hectares, ou 3,4 % do território do país, transformados em unidades de conservação estaduais, dos quais somente 21% de unidades de uso indireto e 79% de uso direto.

Segundo Gondelles (1991), as unidades de conservação tornam-se garantias à comunidade de que parcelas efetivas de determinados biomas importantes como patrimônio estejam resguardados nesses espaços. Logo, as áreas protegidas constituem formas de garantia de sobrevivência perante as ameaças constantes que sofrem, em virtude da incorreta utilização dos seus recursos, que afeta diretamente a integridade natural desses locais.

No Levantamento Florístico realizado na Área de Proteção Ambiental Gama e Cabeça de Veado, onde está localizada uma das zonas nucleares da Reserva da Biosfera do Cerrado - Fase 1, foram descobertas 151 espécies exóticas, um indicativo de ameaça à biodiversidade da unidade, visto que a incidência de modificações e distúrbios podem facilitar a expansão por plantas invasoras e, como consequência, ocasionar a queda no número de espécies nativas (FELFILI et. al., 2004).

As espécies exóticas invasoras supracitadas, com seus diferentes potenciais de invasão, estão reunidas na tabela relativa à Flora Vascular da APA Gama e Cabeça de Veado (Tabela 3), distribuídas em 144 famílias, 671 gêneros e 1.900 espécies. Dentre elas, destaca-se o *Pteridium aquilinum*, da família Dennstaedtiaceae, com hábito herbáceo e habitat preferencial por áreas alteradas (FELFILI et. al., 2004)

Os mesmos autores apregoam que as áreas especialmente protegidas em unidades de conservação merecem proteção estatal efetiva, por meio de manejo e gestão ambiental adequados, que possam garantir a conservação dos aspectos biodiversos singulares que apresentam.

Na América Latina, e mais precisamente no Brasil, onde há grande riqueza biológica – países com mega biodiversidade –, as unidades de conservação da natureza desempenham importante papel como um mecanismo de proteção de seus recursos naturais.

Sem procedimentos de manejo e gestão adequados, muitas unidades de conservação brasileiras encontram-se em processo de insularização ou fragmentação de habitat. De acordo com Turner (1996), a fragmentação florestal geralmente ocasiona uma alta probabilidade de incidência por espécies exóticas invasoras. O meio urbano tem provocado a redução e o completo isolamento das áreas protegidas, o que geralmente traz, como consequência, a diminuição da riqueza natural desses espaços legalmente protegidos.

A fragmentação de habitats é a interferência mais profunda do homem na natureza em termos de impactos ambientais negativos. Massas contínuas de vegetação em gerações recentes hoje encontram-se em vias de extinção e completamente desconexas. Tal processo de isolamento dos mosaicos vegetais ocasiona remanescimento de "ilhas" ou habitats fragmentados, circundados por diferentes paisagens transformadas.

A fragmentação ocorre de forma frequente nas grandes e médias cidades e gera a perda de espécies nativas e a colonização facilitada por espécies exóticas, colocando em risco a qualidade da biota, particularmente nos países com a megadiversidade dos trópicos, onde as perdas podem ser espantosas (FERNANDEZ, 1997).

Segundo Bennet (1999), a fragmentação de habitats constitui – por ser um fenômeno dinâmico que compreende aspectos relacionados à perda de habitats na unidade de conservação em sua totalidade – a incidência de espécies invasoras, a minimização dos remanescentes florestais e o aumento do isolamento do fragmento por novas formas de utilização.

A fragmentação da paisagem leva ao surgimento dos efeitos de borda que acarretam muitos impactos negativos, que devem ser levados em conta ao se realizar o manejo de áreas protegidas. O efeito de borda caracteriza-se como "fronteira entre os ambientes" que levam paulatinamente à degradação da paisagem (FORMAN, 1995).

Nos locais próximos às bordas, a quantidade de nível trófico correspondente a predadores é maximizada por aqueles níveis tróficos presentes em áreas adjacentes. Há maior predação de ninhais de aves, por exemplo, nos habitats de bordas do que no interior das florestas. Outros fatores negativos incidentes nos

locais de borda é o aumento da competição interespecífica (incluindo-se aqui os processos de competição entre espécies exóticas e nativas), a perturbação pelo uso de agrotóxicos e inseticidas, os acidentes por incêndios florestais, entre outros distúrbios oriundos das áreas limítrofes.-(BENNETT, 1999)

O Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC) – Lei nº 9.985/2000 – define Manejo Ambiental em seu artigo 2º, inc. VIII, como: "Todo e qualquer procedimento que vise assegurar a conservação da diversidade biológica e dos ecossistemas". Já o mesmo artigo, inc. XVII, dispõe:

Plano de Manejo é o documento técnico mediante o qual, com fundamento nos objetivos gerais de uma unidade de conservação, se estabelece o seu zoneamento e as normas que devem presidir o uso da área e o manejo dos recursos naturais, inclusive a implantação das estruturas físicas necessárias à gestão da unidade. (BRASIL, 2002).

A APA Gama e Cabeça de Veado não conta com Plano de Manejo, porém apresenta a publicação "Subsídios para o zoneamento ambiental da APA Gama Cabeça de Veado" - área núcleo da Reserva da Biosfera do Cerrado do Distrito Federal, que tem como objetivo orientar políticas públicas e estratégias de planejamento e gestão ambiental voltados àquela unidade.

Nesse contexto, em virtude da carência de um Plano de Manejo efetivo para a unidade, da problemática da fragmentação de habitat, da forte incidência de espécies invasoras nas unidades de conservação do DF, especialmente na APA objeto do estudo em pauta, este documento torna-se importante como forma de difusão de informações acerca das preferências de habitats da espécie de *Pteridium sp.* e na sua possível distribuição nos diferentes habitats colonizados da APA.

1.3. A ESPÉCIE INVASORA: *PTERIDIUM AQUILINUM* (L.) KUHN

De acordo com o Inventário Florestal da Flora Vascular da APA Gama e Cabeça de Veado integrante da publicação "Flora e Diretrizes ao Plano de Manejo da APA", Felfili et. al. (2004) levantaram que para o gênero *Pteridium sp.*, a espécie presente na APA é *Pteridium aquilinum*, (L.) Kuhn, família Dennstaedtiaceae,

designada pelos autores como uma espécie exótica de hábito herbáceo e com habitat preferencial por áreas alteradas. Desta forma, a partir deste capítulo, utilizar-se-á a taxonomia correspondente à espécie identificada.

As samambaias invasoras da espécie *Pteridium aquilinum* são nativas do território continental português, apresentando no entanto uma distribuição cosmopolita, pois se espalharam para diversos continentes e habitam áreas ruderais, áreas ribeirinhas ou ripícolas e florestas com algum grau de perturbação, entre nativas e exóticas. Com relação à sua taxonomia, pertence ao reino *Plantae*, Filo *Pteridophyta*, Classe *Filicopsida*, Ordem *Polypodiales*, Família *Dennstaedtiaceae* e Gênero *Pteridium*.

De acordo com Vigilato e Zampar (2011) apud MMA, 2006; ZILLER, 2010; CDB, 2009, o conceito para espécies exóticas invasoras consiste em:

Organismos que, introduzidos fora de sua área de distribuição natural, ameaçam ecossistemas, habitats ou outras espécies podendo modificar sistemas naturais, ocupando o espaço das nativas, levando-as a diminuir em abundância e extensão geográfica, ocasionando extinções e alterações negativas aos ecossistemas naturais e cultivados.

Espécies clonais do gênero *Pteridium sp.* ocorrem em todos os continentes – exceto na Antártida –, frequentemente como invasoras altamente persistentes (MARSS et al., 2006). Em áreas dominadas por *Pteridium aquilinum* (Klf.) Herter, geralmente há grande acúmulo de serrapilheira, que favorece o empobrecimento do banco de sementes e constitui um substrato desfavorável ao estabelecimento a partir de sementes (DEN OUDEN et al., 2000; GHORBANI et al., 2006).

O gênero *Pteridium sp.* é considerado por alguns autores como nativo do Brasil em virtude da ampla ocorrência, tendo sua distribuição geográfica de norte a sul do país – com exceção de poucos estados (VIGILATO; ZAMPAR, 2011).

Pteridium aquilinum var. *Arachnoideum* é uma planta rizomatosa com folhas grandes, de 60 a 180 cm de comprimento e 60 a 120 cm de largura, bipinadas, com as pinas profundamente lobadas e glabras ou lanuginosas e ferrugíneas na face dorsal. As folhas formam touceiras densas, ou se estendem ao longo dos rizomas (GUERIN, 2010).

Normalmente o rizoma e seus rizóforos estão profundamente enterrados, o que permitem à samambaia resistir às queimadas. O rizoma atua também como órgão de armazenamento de nutrientes, possuindo propriedades de expansão, o que facilita a colonização e a fixação da planta no solo (ATKINSON, 1989).

O Samambaiáçu ou Samambaia Brava (*Pteridium aquilinum*) é uma espécie altamente ruderal de clima tropical e habita clareiras e bordas dos fragmentos arbóreos, em locais ensolarados e com certo grau de umidade, onde ocorrem em grandes touceiras e/ou agrupamentos.

A presença destas espécies indica que as florestas analisadas encontram-se, de maneira geral, bastante alteradas pela ação antrópica. A presença de *Pteridium aquilinum* no cerrado funciona como uma espécie biondicadora de excesso de alumínio tóxico (TURNAU, K.; KOTTKE, I. ; OBERWINKLER, F., 1993).

Diante do exposto, segundo Sakai et. al. (2001), muitas características relacionadas à adequabilidade de habitat ou predições ecológicas de uma determinada espécie invasora dependem dos locais onde estas são introduzidas. Dessa forma, uma espécie exótica invasora pode apresentar hábitos distintos conforme os diferentes nichos ecológicos nos quais elas colonizam.

No entanto, são amplamente conhecidos os recursos preferenciais de *Pteridium* no ambiente de cerrado: solo com Potencial Hidrogeniônico - PH ácido e desprovido de nutrientes. Em relação a ambientes com presença de água, a espécie tem predileção por solos drenados, independentemente de ser uma fitofisionomia de Vereda com grande abundância de água (WAT, 2006).

Em geral, as espécies de *Pteridium sp* desenvolvem-se bem em solos bem drenados e com presença plena de luminosidade, podendo, no entanto, desenvolverem-se em habitat com algum sombreamento. Temperaturas muito baixas e geadas podem desfavorecer o desenvolvimento da espécie (MARRS;WAT, 2006).

Na América do Sul, são encontradas as espécies *Pteridium aquilinum* e *Pteridium arachnoideum*, sendo a primeira espécie mais abundantemente encontrada na APA Gama e Cabeça de Veado, de acordo com levantamento florístico realizado (FELFILI, 2004).

As samambaias invasoras competem por diferentes recursos com as espécies nativas do bioma cerrado, por meio do vasto sistema de reprodução rizomatozo subterrâneo, dificultando o desenvolvimento de espécies iniciantes do processo sucessional, comprometendo assim o processo de sucessão natural ecológico (MARRS et. al. 2000).

Silva e Matos (2006) apregoam que a samambaia do gênero *Pteridium sp.* é uma invasora em diversos países neotropicais e capaz de provocar impactos negativos na vegetação nativa por onde se instala. No Brasil, com ampla distribuição geográfica, chega a medir três metros de altura, sendo considerada uma planta de difícil erradicação.

Os mesmos autores mostraram que em áreas que ocorreram incêndio com certa frequência, *Pteridium* e também a gramínea exótica *Panicum maximum* estão se expandindo para o interior dos talhões florestais, ocasionando grande formação de necromassa – material combustível –, que favorece ainda mais a intensidade, a ocorrência e a duração de incêndios florestais em áreas ocupadas por essa espécie.

Pteridium aquilinum, espécie típica invasora da APA Gama e Cabeça de Veado, é, portanto, uma planta extremamente agressiva, geralmente encontrada em regiões tropicais em áreas degradadas e perturbadas, formando grandes populações por meio de ramificações de seus rizomas nas margens de trilhas e estradas e como invasora de campos e pastagens. É resistente ao fogo e considerada uma das plantas daninhas mais difíceis de se erradicar.

Outros aspectos relacionados à espécie supracitada refere-se à toxicidade ao gado em áreas de pastagem e o efeito alelopático da serrapilheira formada por suas frondes e caule (GHORBANI et. al., 2006). Dessa forma a camada formada pela serrapilheira constitui uma barreira ao estabelecimento da vegetação original.

As formas de controle da espécie, segundo Pakeman et. al. (2002), são ações que devam ser implantadas de forma conjunta: controle mecânico, químico e manual, por meio do corte de rizomas de *Pteridium* e da utilização de herbicida do tipo glifosato ou asulam. Porém as ações de controle citadas não conseguem exterminar por completo a espécie, conferindo maior importância às estratégias de manejo prévio e do conhecimento comportamental da espécie e de seus respectivos Índices de Adequabilidade de Habitat (IAH).

1.4. INDICE DE ADEQUABILIDADE DE HABITAT (IAH)

O estudo do habitat é uma importante ferramenta que possibilita a gestão das populações de flora e fauna de uma determinada região e a utilização de modelos que realizem a descrição e a pormenorização da estrutura e da natureza do habitat. Dessa forma, a inter-relação das características do habitat com as populações podem ser empregadas de forma satisfatória para estudo das espécies (BROOKS, 1997).

O Índice de Adequabilidade de Habitat (Habitat Suitability Index - HSI) representa um modelo de larga utilização nos Estados Unidos e possibilita a identificação e a análise da quantidade e da qualidade do habitat para diferentes espécies selvagens (GARCIA; ARMBRUSTER, 1997).

O modelo considera a interação de diferentes fatores ou variáveis que sejam de vital importância para a espécie em termos de médias aritméticas e geométricas e fatores acumulativos, com o pressuposto de que as espécies selecionam as áreas que melhor se adequem às suas condições ideais biológicas, levando em conta a "competência" da espécie em se apropriar daquele meio (USFWS, 1981).

Os modelos de adequação de habitat são os mais empregados na tentativa de se estabelecer uma associação entre o habitat e a espécie, em termos da adequação de uma determinada espécie às características singulares àquele ambiente.

Os valores do índice devem estar relacionados ao valor de suporte ou carga do habitat para a espécie que se pretende testar, variando entre "0", quando o habitat é completamente inadequado, e "1" quando um determinado habitat apresenta condições ideais para a espécie (LAUVER et.al., 2002).

De acordo com Hastings et.al. (2005), o estudo do espaço associado aos mecanismos da invasão biológica originou uma série de metodologias utilizadas a fim de gerar informações a respeito do georeferenciamento das áreas infestadas, diferentes índices de adequabilidade de habitat e modelos estatísticos.

No que tange à determinação de um modelo estatístico capaz de designar quali-quantitativamente o valor de unidade de habitat de determinado espaço geográfico por uma determinada espécie, como sendo o objeto metodológico do presente trabalho, vários dispositivos já foram testados e utilizados (PETERSON ; VIEGLAIS, 2001).

Uma abordagem relativamente desafiadora diz respeito à modelagem ou o uso de indicadores de adequabilidade de habitat para espécies exóticas invasoras, proposta deste trabalho. A utilização do mecanismo de avaliação de valores para a unidade de habitat em termos de espécies nativas já foi bastante estudado em todo o mundo, com inúmeros resultados divulgados cientificamente.

De acordo com Peterson et al. (2001), existe um número bastante menos expressivo de metodologias de avaliação de unidades de habitat com espécies exóticas comparativamente à sua aplicabilidade com espécies nativas.

Seguindo esse raciocínio, a modelação espacial da adequabilidade de habitat para as espécies invasoras baseia-se nas metodologias e nos índices amplamente utilizados para a avaliação de adequabilidade de habitats potenciais empregados na biologia da conservação e na macroecologia de espécies autóctones, bem como na avaliação dos desempenhos preditivos desses organismos (PETERSON; COHOON, 1999).

Este trabalho objetiva, portanto, uma metodologia de modelação espacial da adequabilidade de habitat à espécie Samambaiáçu ou Samambaia Brava (*Pteridium aquilinum*), uma pteridófito exótica invasora, na Área de Proteção Ambiental (APA) Gama e Cabeça de Veado, Brasília (DF), Brasil.

A metodologia de levantamento de dados adotada na área de ocorrência das samambaias invasoras e o método de avaliação do modelo testado – Índice de Adequabilidade de Habitat (IAH) e Valor de Unidade de Habitat (VUH) – para as espécies invasoras não nativas, serão amplamente discutidos, a fim de se obter uma metodologia que seja de fato apropriada aos fins aos quais se prestam (U.S.F.W.S. 1981).

Na discussão dos resultados serão avaliados e convalidados os índices e o Valor de Adequabilidade de Habitat, objetivando um reconhecimento sistemático dos

locais ou áreas mais adequadas a essas espécies com relação ao seu potencial como invasora e competidora.

2. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GERAL

O objetivo geral do trabalho é apresentar uma metodologia de identificação de habitats preferenciais para a espécie invasora do gênero *Pteridium aquilinum* em áreas delimitadas na APA Gama e Cabeça de Veado - Brasília-DF, utilizando-se para isso o Índice de Adequabilidade de Habitat (IAH) e os valores de Unidade de Habitat (UH), com o intuito de se predizerem possíveis habitats preferenciais da espécie, em termos físicos e ecológicos.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Propor a identificação dos índices de adequabilidade de habitat para a espécie invasora de samambaia *Pteridium aquilinum* (L.) Kuhn, na APA Gama e Cabeça de Veado, como forma de estabelecer variáveis ambientais relacionadas aos aspectos físicos e bióticos do habitat por meio do modelo numérico, Índice de Adequabilidade de Habitat (IAH).

Obter subsídios para a identificação dos componentes de habitat mais adequados à espécie *Pteridium aquilinum*, que são aspectos imprescindíveis para o desenvolvimento de estratégias de conservação de unidade de conservação e conseqüentemente, do bioma Cerrado;

Por meio da área correspondente à APA e do IAH da espécie *Pteridium aquilinum*, possibilitar a determinação do quantitativo de Unidades de Habitat (UH) disponibilizados para a espécie na poligonal da unidade; e

Estimar a incidência das espécies invasivas em Unidade de Conservação pelo conhecimento da UH e do IAH da espécie invasora na APA Gama e Cabeça de Veado, tentando minimizar as populações pré-estabelecidas.

3. JUSTIFICATIVA

Desde a década de 1960, com a transferência da Capital Federal para o Centro-Oeste, a pressão demográfica e a urbanização acelerada promoveram uma redução considerável do ecossistema natural do bioma Cerrado, acarretando inúmeros impactos ao meio ambiente, ameaçando de forma acentuada a integridade de sua biodiversidade.

O alargamento das fronteiras agrícolas e pecuárias – com a prática indiscriminada de queimadas e com a abertura de grandes áreas para cultura e pastoreio –, somado aos danos diretos e indiretos causado pela exploração mineral e vegetal e aliado ao crescimento da economia, são fatores que vêm promovendo reduções ainda mais significativas no domínio Cerrado.

Considera-se ainda como agravantes que as queimadas e a formação de pastagens podem favorecer a incidência de plantas exóticas de forte potencial invasor avançando em direção às florestas e matas nativas do cerrado. A incidência populacional dessas espécies ocasionam a gradativa queda da diversidade florística e faunística de uma dada região.

Em condições extremas de descontrole, as populações de invasoras podem ser determinantes na extinção de espécies endêmicas e nativas do cerrado, pela competição por recursos e nichos ecológicos. Requerem, portanto, o conhecimento de estratégias relacionadas ao monitoramento das condições e dos efeitos da invasão e da comunidade invadida para a proposição de ações de prevenção e manejo.

No entanto, o desenvolvimento de novas técnicas de manejo do bioma, bem como os conhecimentos sobre o zoneamento ambiental do território, não evoluíram na mesma proporção que a destruição do ecossistema. É patente a necessidade de modelos de gestão ambiental que integrem cada vez mais os conhecimentos do habitat e dos processos ecológicos.

Os procedimentos de avaliação de habitat podem proporcionar o conhecimento e o detalhamento da presença da espécie invasora em inter-relação com o conjunto de fatores do meio ambiente que são considerados ideais para as funções vitais da espécie.

A espécie a ser testada – e conseqüentemente o potencial de adequabilidade do conjunto das unidades de habitat que compõem a área representada neste trabalho pela APA Gama e Cabeça de Veado –, pode refletir de forma satisfatória o conjunto das diferentes variáveis ambientais em termos de suas fitofisionomias vegetais, conferindo um importante instrumento para avaliação nos aspectos de presença, ausência, pseudo-ausência, abundância e densidade da espécie-alvo.

Segundo Campos et. al. (2006), a incidência dessas espécies invasoras em áreas naturais torna-se um problema grave, acarretando preocupações dos planejadores e gestores ambientais quanto ao seu manejo e controle.

Estudos relativos à invasão de espécies exóticas em unidades de conservação da natureza sinalizam que esta é a primeira causa junto à fragmentação e à destruição de habitats de perda de biodiversidade nesses locais e em ilhas.

Em razão dos motivos elencados, o desenvolvimento de metodologias de modelação espacial da adequação do habitat para a planta invasora *Pteridium aquilinum* numa área que integra um mosaico de unidades de conservação de extrema importância para a conservação do bioma Cerrado (APA Gama e Cabeça de Veado), torna-se primordial o levantamento de tais índices, para o conhecimento das preferências ecológicas da espécie e para o tratamento das populações infestantes.

A metodologia de reconhecimento da presença e da pseudo-ausência da espécie e a avaliação de desempenho do modelo com vistas à otimização dos seus resultados, utilizando-se para isso os procedimentos de avaliação de habitat, foram – segundo a literatura científica – mais amplamente difundidos para os estudos de fauna.

Desta forma, o presente trabalho fundamenta-se na veemente necessidade de estudos de habitat envolvendo comunidades florestais com potencial invasor, ainda pouco divulgados na comunidade científica.

A documentação a ser utilizada sobre inventário e supervisão de habitats naturais, descrita por pesquisadores norte americanos e publicada pela US Fish and Wildlife Service na década de 1980, permite a determinação da Unidade de Habitat (UH) dos organismos e do Índice de Adequabilidade (IAH) desses no ambiente nos quais incidem.

Tanto o UH quanto o IAH possibilitam ganhos ambientais ao auxiliarem no planejamento e na gestão territorial com a proposição de mitigação dos impactos ambientais negativos, decorrentes da incidência e da propagação de espécies com potencial invasor.

A escolha da espécie justifica-se por se tratar de uma pteridófito invasora agressiva à unidade de conservação, na qual incide e pelo fato de ser considerada por muitos estudiosos uma indicadora de áreas degradadas e/ou perturbadas, acarretando perdas de biodiversidade aos ecossistemas e até mesmo provocando a extinção da vegetação nativa.

Conhecer os hábitos de vida da espécie é importante para que possam ser mais bem estudados e compreendidos os mecanismos de invasão em áreas protegidas, prestando-se aos gestores e administradores diretos da área possam apresentar estratégias de ação voltadas ao controle da espécie.

A escolha da unidade amostral adequada e o número de unidades amostrais necessárias devem ser determinados com base em estudos criteriosos e nos conhecimentos biológicos e comportamentais da planta, que podem justificar o sucesso na validação dos resultados do modelo.

O conhecimento do estabelecimento dos níveis populacionais da planta invasora normalmente requer estudos de longa duração, envolvendo observações do ciclo da espécie, fisiologia da planta, prejuízos da exótica, custo de controle e valor da produção. No entanto, há autores que defendem o ponto de vista de que em vez de se esperar até que todos os dados definitivos sejam obtidos, deve-se empregar a experimentação de métodos que possibilitem uma melhor informação

existente e favoreçam que os conhecimentos práticos adquiridos possam delinear um manejo experimental das espécies invasoras.

O que se verifica atualmente no Brasil é que os níveis de dano e de controle para o monitoramento de invasoras-chave para diversos ecossistemas são adotados com base em resultados experimentais de outros países. Esta afirmação, contudo, pode assumir um caráter subjetivo e comprometer a confiabilidade dos dados obtidos para o estabelecimento de planos de manejo de espécies no país.

A metodologia aqui adotada – além de possibilitar a preservação de parte significativa do patrimônio do bioma cerrado, em sintonia com os estudos de adequação de habitat – pode permitir que, além da espécie *Pteridium aquilinum*, outras espécies invasoras e agressivas que não são devidamente manejadas tenham sua regeneração inibida por meio de técnicas de manejo que não comprometam o desenvolvimento da vegetação nativa.

Sendo assim, este estudo pode se tornar uma ferramenta de extrema importância, pois contribui para garantir o sucesso das funções ecológicas e dos objetivos da unidade de conservação estudada – e, quiçá, permitir o aprimoramento das técnicas de identificação de adequabilidade ecológica como um instrumento difusor de conhecimento para a modelação de habitats potenciais para as espécies exóticas, em áreas similares do bioma Cerrado.

4. MATERIAIS E MÉTODOS

O quadro abaixo apresenta de forma resumida a metodologia empregada e os materiais utilizados para a determinação dos principais fatores ou parâmetros mensuráveis de habitat da espécie invasora – *Pteridium aquilinum* – na APA Gama e Cabeça de Veado, DF.

Por meio de parcelas aleatórias georeferenciadas em campo e também de consulta bibliográfica às publicações e artigos científicos sobre o Índice de Adequabilidade de Habitat (IAH) – e utilizando-se do próprio macro habitat da APA como uma metodologia de avaliação voltada para o planejamento e a gestão ambiental –, foi possível mensurar os índices de adequabilidade de habitat para a espécie invasora:

Dados da coleta	Origem	Método/Análise	Indicadores Gerados
Coordenadas geográficas das populações de <i>Pteridium sp.</i>	Registro de Campo	Aparelho de GPS/Mapas	Unidades de Habitat – Localização Geográfica de Habitat
Dados dos tipos de microhabitat: PH, Salinidade, Declividade, Fitofisionomias do Cerrado, entre outros.	Registros de campo	Análise de campo/Literatura especializada	Diferenciação e/ou predição por tipos de microhabitat
Rotas de dispersão	Mapeamento de campo	Parcelas aleatórias	Mapas de localização geográfica

Tabela 1 - Síntese dos materiais e métodos utilizados para a obtenção dos índices e unidades de adequabilidade de habitat para a espécie *Pteridium aquilinum* na APA Gama e Cabeça de Veado - DF.

Dados a serem coletados	Origem	Método/Análise	Indicadores Gerados
Índices de adequabilidade de habitat (0 – 1) (Conforme o grau de abundância no habitat)	Medições de parâmetros físicos (variáveis do habitat)	Análise de campo. Estudo de literatura especializada, Dados existentes	Índice de Adequabilidade do Habitat - IAH
Estabelecimento de variáveis ambientais	Componentes físicos do habitat + (IAH)	Observações de campo (<i>in loco</i>); Consulta à Literatura; Especialistas no assunto.	Valor de Unidade de Habitat (VUH)

Tabela 2 - Informações adicionais sobre o IAH e suas formas de mensuração.

4.1. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A APA Gama e Cabeça de Veado é uma Unidade de Conservação de Uso Sustentável localizada na porção centro-sul do Distrito Federal que, por sua vez, está situada integralmente no domínio do bioma Cerrado – considerado o segundo maior bioma do País em área, e um dos 35 *hotspots* mundiais para a conservação da biodiversidade (MYERS et. al., 2005), ocupando, aproximadamente, 2.000.000 km², o que representa 23% do território nacional.



Figura 2 - Localização da área de estudo (APA Gama e Cabeça de Veado - Brasília- DF). 2012

Cordenadas do Sistema: GCS SIRGAS 2000
 Datum: SIRGAS 2000
 Units: Degree

A APA abrange uma área rica em áreas de preservação permanente, por conter em seus domínios, parcelas preservadas de diferentes fitofisionomias de cerrado dos tipos: Cerrado Típico, Campo Sujo, Campo Limpo, Campo Rupestre, Campos de Murundus, Vereda, Mata Mesofítica e Cerradão. (FELFILLI, 2002).

Praticamente todas as unidades de conservação que visam à proteção de ecossistemas do Cerrado encontram-se, atualmente, em maior ou menor grau, invadidas por espécies exóticas, onde encontraram ambiente propício e ausência de inimigos naturais (PIVELLO, 2005).

A quantidade de espécies invasoras registradas em unidades de conservação hoje é elevada. Os quantitativos registrados e publicados nos estudos de Felfilli et. al. (2004); Filgueiras (2006); Horowitz et. al. (2007); Martins et. al. (2007); e Rocha et. al. (2008) são apresentados na figura a seguir:

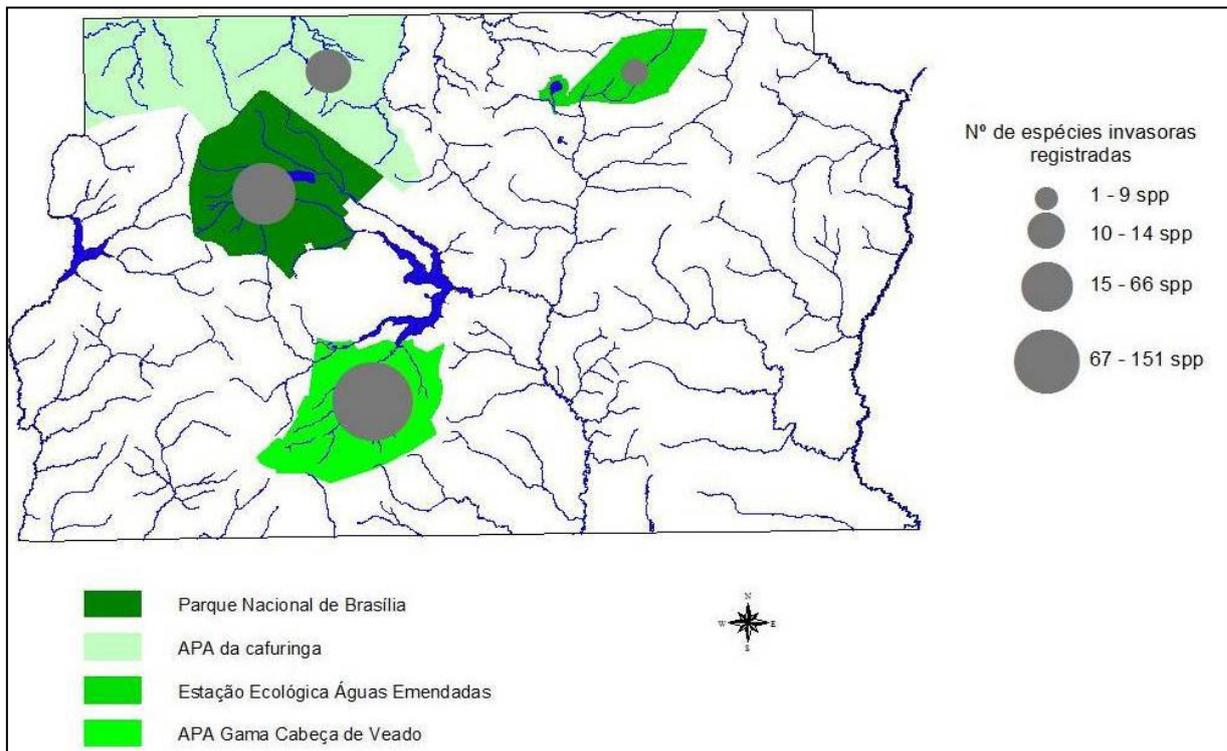


Figura 3 - Registro de Espécies Invasoras em Unidades de Conservação do DF.

Fontes: Felfili et. al. (2004); Filgueiras (2006); Horowitz et. al. (2007); Martins et. al. (2007) e Rocha et. al. (2008); Silva (2009).

No Distrito Federal, a Área de Proteção Ambiental - APA Gama e Cabeça de Veado é uma unidade de conservação de uso sustentável, que faz parte de um mosaico de áreas protegidas, junto ao Jardim Botânico de Brasília, a Estação Ecológica de Pesquisa da Universidade de Brasília (UnB) e a Estação Ecológica do IBGE.

O grande objetivo da APA Gama e Cabeça de Veado é garantir a integridade dos ecossistemas de cerrado com toda a sua biodiversidade característica, principalmente no que se refere aos cursos d'água integrantes da Bacia Hidrográfica do Paranoá (UNESCO, 2003).

Como todo o Distrito Federal, no qual a APA está inserida, a grande ameaça em torno de sua biodiversidade está representada pelas pressões demográficas de forma desordenada – podendo influenciar diretamente no acréscimo da fragmentação de habitat da unidade. Por sua vez, o entorno da unidade está sendo ocupado de forma irregular e acelerada pela expansão habitacional e pela ocupação desordenada do solo, ocasionando impactos socioambientais diversos.

Como agravante deste cenário descrito acima, a APA Gama e Cabeça de Veado em função dos impactos gerados por fatores como ocupação histórica irregular, fragmentação de habitat e antropização dos espaços naturais, apresenta ainda riscos à integridade de sua biodiversidade pela introdução de espécies exóticas invasoras (UNESCO, 2003).

Nas bordas da Mata de Galeria – em seus dois tipos, inundável e não inundável – da unidade é comum a presença de populações de *Trembleya parviflora*, *Mimosa heringeri*, samambaião ou samambaiaçú (*Pteridium aquilinum*), capim-braquiária (*Brachiaria spp.*) e de populações de capim gordura (*Melinis minutiflora*) (FELFILI et. al., 2004).

Ainda de acordo com Felfili (2004), foi registrada a proliferação de *Pteridium aquilinum* nos ambientes alterados (bordas de Matas de Galeria, Campos Limpo, ou mesmo Cerrado Sentido Rupestre) da APA em tela, sugerindo que esta espécie pode ser indicadora de áreas perturbadas.

A APA apresenta uma área de 23.650 hectares, de acordo com seu memorial descritivo e contém o maior número de áreas de preservação permanente e de proteção em seu território, além de ocupação urbana e rural e instituições federais dentro de seus limites – se comparada às demais unidades de conservação do DF. Esta unidade representa cerca de 11% do total das APA's existentes no território do Distrito Federal (FELFILI et. al., 2004).



Figura 4 - Placa de sinalização da APA Gama e Cabeça de Veado, contendo o número do Decreto de criação da Unidade de Conservação



Figura 5 - Placa semelhante, disposta na área de Vereda do córrego Mato Seco, na APA Gama e Cabeça de Veado

A unidade em referência também faz parte da Reserva da Biosfera do Cerrado, programa "Homem e a Biosfera (*Man and Biosphere - MAB*)" da Unesco, com objetivos diversos, mas com a premissa principal quanto a necessidade de preservação do Bioma Cerrado – eleito pela *Conservation International* como um dos 25 *hot spots* mundiais para conservação da biodiversidade – frente às pressões das expansões urbanas e atividades agropastoris que ameaçam a integridade biológica do ecossistema (UNESCO, 2003).

Na APA, há grande diversidade florística, derivada de diferentes fitofisionomias vegetais do bioma Cerrado. Em seus domínios há ocorrência de Campo limpo, Campo sujo, Cerrado *sensu stricto*, Cerradão, Vereda e Mata de Galeria, contendo 30% das espécies e 78% das famílias de plantas do bioma Cerrado – vide tabela (UNESCO, 2003):

Flora	Bioma Cerrado	APA Gama e Cabeça de Veado	Em relação ao Bioma
Fanerógamas	151 famílias; 6.062 espécies	132 famílias, 1.872 espécies	78% famílias, 30% espécies
Pteridófitas	19 famílias, 267 espécies	12 famílias, 28 espécies	63% famílias, 11 % espécies
TOTAL	170 famílias, 6.329 espécies	144 famílias, 1.900 espécies	85% famílias, 30% espécies

Tabela 3 - Representatividade da Flora da APA Gama e Cabeça de Veado, de acordo com a flora vascular de cerrado.

A avaliação de habitat foi realizada em áreas representativas, selecionadas de forma aleatória, da APA Gama e Cabeça de Veado, com o prévio conhecimento da literatura especializada quanto às predileções ecológicas da espécie *Pteridium aquilinum*:

- Áreas que apresentam cursos hídricos ou regiões plena ou parcialmente alagadas, charcos e córregos;
- Áreas com solos bem drenados, ou com certo grau de umidade;
- Áreas com plena incidência de radiação solar ou com algum grau de sombreamento;
- Regiões com solos ácidos e pobres em nutrientes;
- Áreas modificadas antropicamente, com clareiras induzidas;
- Áreas onde ocorreram incêndios florestais, devido ao alto teor de acidez do solo.

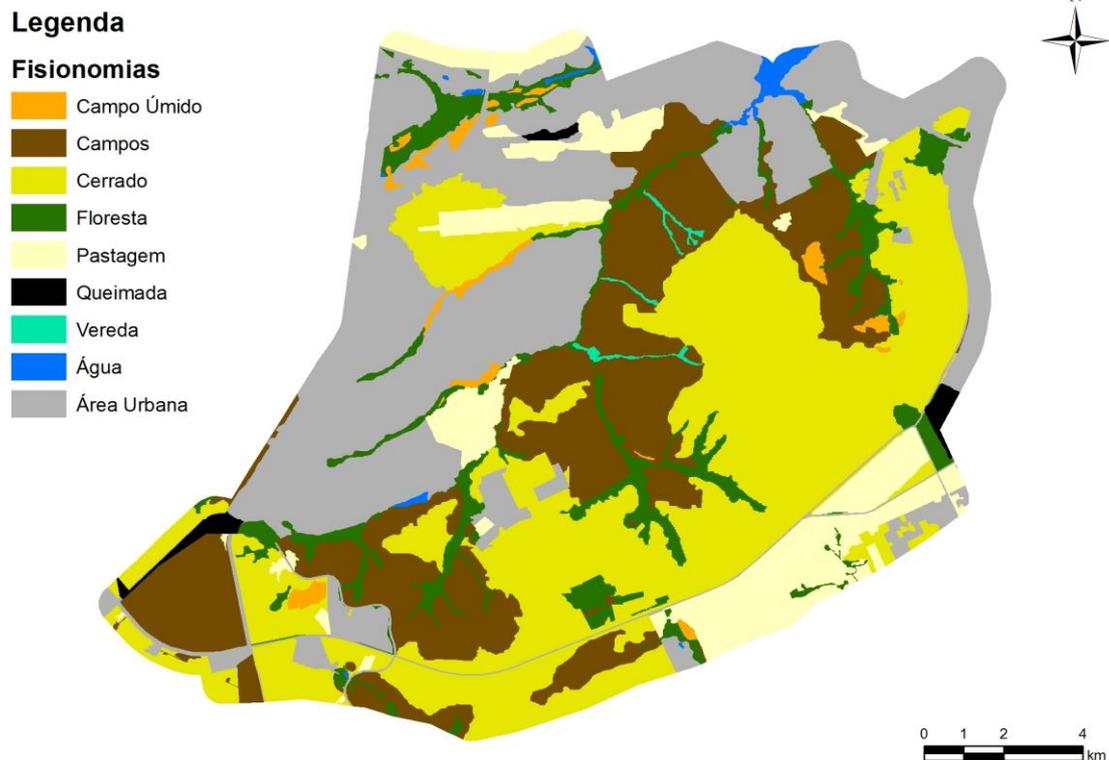


Figura 6 - Mapa de uso e ocupação do solo (incluindo as fitofisionomias de cerrado) da APA Gama e Cabeça de Veado - DF. 2012.

Segundo Felfili (2004), incêndios na borda da mata podem favorecer a propagação de espécies exóticas invasoras, como as gramíneas africanas exóticas e o samambaião (*Pteridium aquilinum*) impedindo que a rebrota da vegetação nativa se estabeleça em substituição às espécies atingidas pelo fogo.

Como se pode constatar, a espécie *Pteridium aquilinum* depende de água para a sua reprodução, logo, o estudo limitou-se às regiões ou fitofisionomias da APA com presença de recursos hídricos e áreas com formação de solos do tipo hidromórficos, estacionalmente inundáveis, classificados como *gleissolos*, mal desenvolvidos e com algum grau de aeração, sobre relevo plano ou suave ondulado.

Outra variável de habitat amplamente conhecida como adequada ao *Pteridium aquilinum* é a alteração do solo por meio do uso antrópico, que se fez na APA ao longo do tempo – solo exposto, área urbana, queimadas, pastagem e cultura – e que representa cerca de 26% da APA.

Constituem, portanto, ambientes apropriados à presença da espécie, visto ser amplamente conhecida a sua adequabilidade – de acordo com a literatura científica – em terrenos com alteração antrópica induzida.

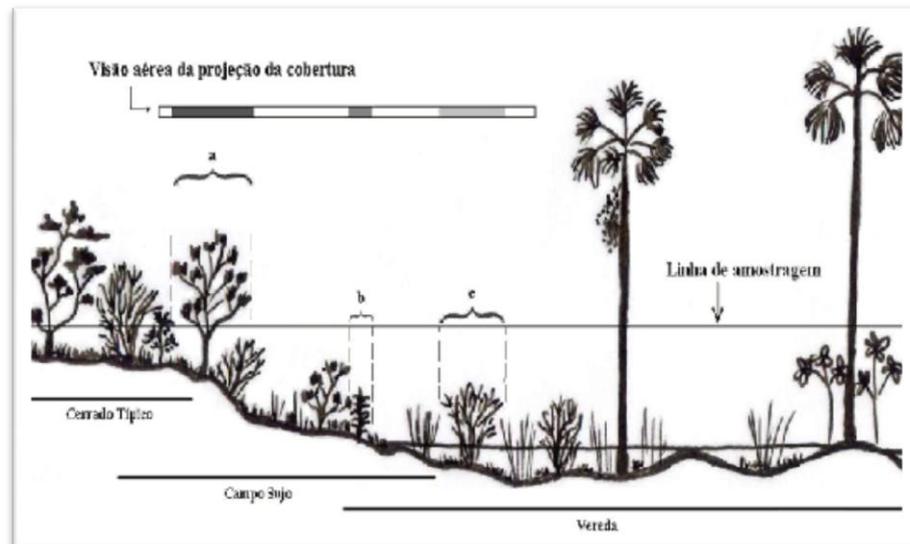


Figura 7 - Perfil representando o método de avaliação das fitofisionomias, mostrando a projeção perpendicular das formas de vegetação do cerrado e seus estratos florestais, arbustivos e herbáceos.

[Adaptado de Meirelles et. al. (2002, apud Barbosa-Silva, 2007)]

Foram georreferenciados pontos ao longo do córrego do Cedro (fitofisionomia de Vereda), em áreas de nascente, onde há predomínio de solos permanentemente alagados para a verificação da presença de *P.aquilinum*. Uma característica singular dessas áreas refere-se à presença de renques de buritis (*Mauritia flexuosa*) e a uma camada herbácea composta por gramíneas e ciperáceas. Vide figura:



Figura 8 - Metodologia empregada, demonstrando o registro em campo das coordenadas geográficas de uma das parcelas utilizadas no estudo: Vereda e Mata de Galeria.

Nas Veredas, foi verificado que as faixas de localização dos seus domínios na APA que refletem suas zonas de transição apresentam grupos florestais e herbáceos com peculiaridades próprias para cada tipo de ecótono registrado.

Espécies como a *Trembleya parviflora*, espécie lenhosa indicadora de áreas alagadiças e úmidas, estende-se desde campos cerrados típicos e úmidos até as áreas brejosas e de charcos no interior da Vereda. O estrato herbáceo ao longo da Vereda está impregnado por espécies de gramíneas e notadamente pelas espécies-alvo deste trabalho: *Pteridium aquilinum*, principalmente na linha de drenagem da Vereda.

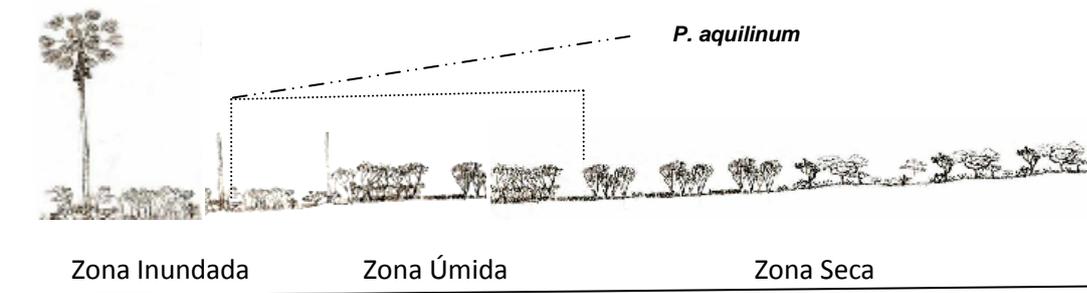


Figura 9 - Perfil das características das fitofisionomias, mostrando a formação de manchas ecotonais entre uma zona e outra. Na região de transição da Zona Inundada para a Zona Úmida, a ocorrência de *P. aquilinum* foi verificada de forma mais evidente.

Na Vereda, a palmeira *Mauritia flexuosa* é a espécie vegetal mais representativa de tal formação de cerrado e registrada nas áreas alagadiças e com alto grau de umidade da área de estudo. Nas regiões de borda da vereda, em transição com a área úmida, foi registrada uma maior adequabilidade de habitat para *P.aquilinum*.

No meio e no fundo da Vereda, em razão das características já conhecidas quanto aos hábitos da invasora pela literatura, infere-se que não haja incidência da espécie. As zonas da Vereda, onde o *P.aquilinum* não se desenvolve, foram adotadas como variáveis fitofisionômicas de pseudo-ausência para a espécie-alvo.



Figura 10 - Vereda ladeada por renques de Buritis (*Mauritia flexuosa*) na região da Lagoa do Cedro, da APA Gama e Cabeça de Veado. No estrato herbáceo da zona de transição, é possível constatar a presença de *Pteridium aquilinum*, gramíneas e *T. parviflora*.

Outra variável relativa à ocupação florestal de cerrado considerada foi a fitofisionomia Mata de Galeria – que se encontra bem drenada ao longo do ribeirão do Gama – e as áreas de mata inundáveis ao longo do córrego Mato Seco e do córrego do Cedro.

Os solos das Mata de Galeria apresentam condições favoráveis ao desenvolvimento de vegetação florestal do Cerrado devido à umidade constante advinda do lençol freático raso – ao longo dos fundos dos vales – e ao alto teor de matéria orgânica da ciclagem de nutrientes oriunda da própria rede perenifólia florestal ao longo da mata (FELFILI, et. al. 2004).

Nestes locais, a presença de *P.aquilinum* foi evidente nas parcelas averiguadas em campo.



Figura 11 - Vista parcial da Mata de Galeria e da Vereda do Córrego do Cedro - região de transição - evidenciada pela presença de Buritis (*Mauritia flexuosa*).



Figura 12 - Amostra do solo do tipo gleissolo (hidromórfico) na fitofisionomia Mata de Galeria.

Alguns autores destacam diferentes comunidades de espécies em Matas de Galeria que estão intimamente relacionadas à gradação do encharcamento do solo, em virtude da proximidade do lençol freático. Alguns tipos de Mata de Galeria estão associadas em maior ou menor grau aos ambientes de Vereda – região alagada – caracterizando dois tipos básicos de matas de galeria: as inundáveis e as não inundáveis.

Por meio de observação e registro in loco, o *Pteridium aquilinum* é mais comumente observado nas Matas de Galeria não inundáveis, em virtude da caracterização morfológica do tipo de solo nesses locais serem mais apropriados ao desenvolvimento da espécie. Tal fator não impede que nas zonas de ecótono – regiões muito tênues entre um tipo vegetacional e outro – não haja a incidência da espécie.

Nos talhões amostrais ficou evidente, em campo, que a infestação por *P.aquilinum* é intensificada com a incidência de luz plena, já que a invasora compete ativamente com as espécies de início de colonização, comprometendo a sucessão vegetal destas fitofisionomias.

Nas Matas de Galeria e demais usos do solo com presença da planta invasora, as espécies nativas não tolerantes ao sombreamento podem apresentar um desenvolvimento comprometido.



Figura 13 - Mata de Galeria da APA Gama e Cabeça de Veado, com alta incidência da invasora *Pteridium aquilinum* em meio às espécies de *Mauritia flexuosa* (Buritis) e *Miconia spp.* – espécies indicadoras de ambientes úmidos



Figura 14 - Propagação da invasora *P. aquilinum* em zona de transição entre a Mata de Galeria e Campo Úmido na APA Gama e Cabeça de Veado.



Figura 15- Detalhe de estrutura foliar de *P. aquilinum* contendo as estruturas reprodutivas (soros contendo os esporos) e a gema (broto), que desenvolve uma nova planta da espécie invasora.

As fitofisionomias correspondentes aos Campos Limpos foram, igualmente às Matas de Galeria, considerados como um tipo de variável de entrada no modelo de adequabilidade da espécie, em razão da confirmação e do registro *in loco* de grande concentração da espécie *Pteridium aquilinum*.

Nas zonas contendo tipos variáveis de campos úmidos presentes na APA, ladeando as Matas de Galeria em solos estacionalmente inundáveis, especialmente sobre solos hidromórficos – gleissolos e solos orgânicos turfosos – foi constatada uma boa incidência da espécie.



Figura 16 - População de *P. aquilinum* em ambiente de transição entre Vereda e Campo Úmido na APA Gama e Cabeça de Veado - DF.

4.2. ÁREAS DE PSEUDO-AUSÊNCIA

As áreas da APA Gama e Cabeça de Veado classificadas neste trabalho como pseudo-ausência para *P. aquilinum*, ao invés de serem consideradas como regiões ou micro habitats com total ausência do indivíduo, visam representar uma amostra das características gerais da área de estudo. A não visualização em campo da espécie invasora nesta fitofisionomia selecionada não necessariamente indica que as condições edáficas do local não são adequadas à espécie.

Segundo Engler et. al. (2004), as variáveis de pseudo-ausência permitem fornecer junto aos dados de presença da espécie exótica resultados preditivos superiores aos métodos que somente se utilizam de dados de presença.

A fisionomia Cerrado *sensu stricto*, predominante na APA e considerada como variável no estudo para pseudo-ausência, ocorre sobre latossolo vermelho amarelo e vermelho escuro e reveste relevos suaves do pediplano de Brasília, que predomina na região da unidade analisada.

Pode-se inferir que a espécie invasora não ocupou a maior parte da região de cerrado típico nas parcelas avaliadas em virtude de um período reduzido de interação da invasora com o meio, ocasionando um não confronto com todas as adversidades provenientes deste "novo espaço", diminuindo assim, consideravelmente, as áreas de ocupação da espécie invasora (CAPINHA, 2008).

Outra variável a ser considerada como uma barreira física à adequabilidade da espécie em maior ou menor grau, corresponde à distância em metros longitudinalmente aos corpos hídricos nos ambientes de Mata de Galeria.

Conforme confirmado em campo, a presença do *Pteridium aquilinum* decresce em número de indivíduos, em função do gradiente de distância formado ao longo do leito do córrego. Tal variável pôde ser mensurada e classificada pelo conceito de pseudo-ausência, como já mencionado.



Figura 17 - Área de Cerrado *sensu stricto* da APA Gama e Cabeça de Veado, fitofisionomia adotada como de pseudo-ausência para *P. aquilinum*.

Portanto, este estudo limitou-se às regiões da APA Gama e Cabeça de Veado analisadas pontualmente em campo e por meio da revisão de literatura

especializada para a mensuração e identificação dos índices de adequabilidade da espécie, na poligonal da unidade em referência.

Para tanto, foram fatores de entrada no presente estudo para o modelo de adequabilidade, as fitofisionomias presentes na poligonal correspondem à Vereda, à Mata de Galeria, ao Campo Úmido, ao Cerradão, ao Cerrado *sensu stricto* e aos Campos (sujo e rupestre), e ainda levando-se em consideração os aspectos relacionados ao tipo de solo (hidromorfismo) e à distância relativa da espécie invasora ao corpo hídrico correspondente.

Outros parâmetros avaliados e de grande importância ao estudo foram a mensuração das áreas com algum tipo de uso antrópico da unidade, correspondente às áreas utilizadas para pastoreio, culturas agrícolas e ocupação urbana, em associação às possíveis regiões onde ocorreram queimadas.



Figura 18 - Imagem demonstrando a presença de *P. aquilinum* em área antropizada - próxima a uma rodovia asfaltada, numa margem com cascalho, e ao lado de um núcleo residencial - Quadra 16 do Setor de Mansões do Park Way, integrante da APA Gama e Cabeça de Veado - DF.

4.3. METODOLOGIA NA IDENTIFICAÇÃO DE UNIDADES DE HABITAT (UH) DE PTERIDIUM AQUILINUM EM ÁREAS SELECIONADAS DA APA GAMA E CABEÇA DE VEADO

Na delimitação amostral foram obtidas, além das fitofisionomias indicativas de presença da espécie, possíveis dados de pseudo-ausência e considerações sobre um gradiente de distância registrado a partir da borda do córrego do Cedro, em sua Mata de Galeria – aspectos estes avaliados em termos de utilização no esforço amostral.

Da combinação destas variáveis, resultou um total de 21 pontos de amostragem que foram georreferenciados e coletados aleatoriamente pela área de estudo. Para as demais variáveis de cobertura vegetal consideradas e não checadas *in loco*, levou-se em consideração o vasto material bibliográfico existente e pesquisado.



Figura 19 - Marcação de pontos aleatórios e georreferenciados ao longo da APA Gama e Cabeça de Veado - DF para a determinação dos Índices de Adequabilidade de Habitat (IAH) para *P. aquilinum*.

Para cada visita aos pontos amostrais foram levantados aspectos das feições fisionômicas vegetais dos diferentes habitats, como o gradiente de distância do córrego. Também foi realizada a coleta do solo para análise química e a verificação do tipo fisionômico do bioma Cerrado utilizado pela invasora em possíveis áreas de presença e pseudo-ausência da espécie.

Outros aspectos da área com a presença do *Pteridium aquilinum* foram considerados para a determinação dos índices de reprodução e de nicho ecológico para a espécie ruderal:

- Tipos de ocupação do solo (áreas urbanizadas e/ou antropizadas);
- Formação de pastagens; e
- Indução de culturas e áreas queimadas.

Outros fatores que se relacionam diretamente para a obtenção do IAH da espécie invasora que possibilitam o dimensionamento da sua UH, são as demais variáveis preferenciais, já amplamente conhecidas:

- Formação de serrapilheira ou necromassa da própria planta;
- Solos drenados e pouco férteis;
- Umidade relativa do solo; e
- Luminosidade plena, dentre outros.

Os dados da cobertura do solo foram obtidos manualmente por meio do programa de geoprocessamento de dados ArcGis 9.3 em associação com imagens aéreas da APA de 2009, com resolução espectral de 0,45 metros.

A classificação das fisionomias florestais do cerrado na unidade de conservação teve sua validação *in loco* por meio da obtenção de coordenadas geográficas em aparelho de GPS (Global Positioning System), com precisão média de 5 metros.



Figura 20 - Localização geográfica de habitats de *Pteridium aquilinum* na APA Gama e Cabeça de Veado - DF.



Figura 21 - Instrumental utilizado no trabalho de georreferenciamento, *in loco*.

Outros dados utilizados como auxílio para o cálculo das Unidades de Habitat da APA e do Índice de Adequabilidade da espécie-alvo foram os percentuais médios de uso e de ocupação do solo – natural e antrópico – da APA, constantes na publicação "Subsídios ao Zoneamento da APA Gama e Cabeça de Veado e Reserva da Biosfera do Cerrado - Caracterização e Conflitos Sociambientais" (UNESCO, 2003).

Tipo de Uso e ocupação	APA	
	Área Total (km ²)	Ocupação (%)
Campo	74,45	31,64
Cerrado	90,70	38,56
Cultura, Pastagem	20,57	8,75
Matas, Veredas	9,00	3,82
Urbano, solo exposto, queimadas	39,94	17,0
Água	0,55	0,23
Total	235,216	100

Tabela 4- Uso e ocupação do solo da APA Gama e Cabeça de Veado – ano 1991.
Fonte: (UNESCO, 2003).

Adaptando-se Cooperrider (1986), de forma a propiciar uma futura tomada de decisão por parte dos gestores ambientais e formadores de opinião no assunto, pretende-se obter um valor adimensional para a identificação de adequabilidade de habitat da espécie-alvo deste estudo, *Pteridium aquilinum*.

De posse dos índices de adequabilidade, espera-se que estes sejam utilizados na formulação de estratégias de manejo da espécie invasora e consequentemente, na conservação dos ecossistemas de cerrado.

O presente trabalho traz como inovação a aplicabilidade do método de avaliação de habitat para uma espécie vegetal, visto serem mais amplamente encontrados na literatura dados de trabalhos e estudos realizados para a determinação da potencialidade (IAH) para espécies de populações faunísticas.

O diferencial, e ainda mais desafiador, é que o presente estudo trata de uma espécie com alto potencial invasor. Para tanto, os dados de presença simplesmente podem não fornecer corretamente o seu verdadeiro habitat potencial. A partir desta premissa, para um melhor IAH, foram levadas em conta as variáveis de pseudo-ausência, já mencionadas.

O valor que se pretende dimensionar corresponde à Unidade de Habitat que define a quantidade de habitats livres e em adequação à espécie objeto do estudo. De posse destes dados é possível estimar graus de perdas de habitat – importante informação quando se trabalha com gestão e planejamento ambiental, no sentido da conservação da biodiversidade.

Segue o diagrama contendo a definição das etapas para a obtenção do Índice de Adequabilidade de Habitat (IAH) realizado:

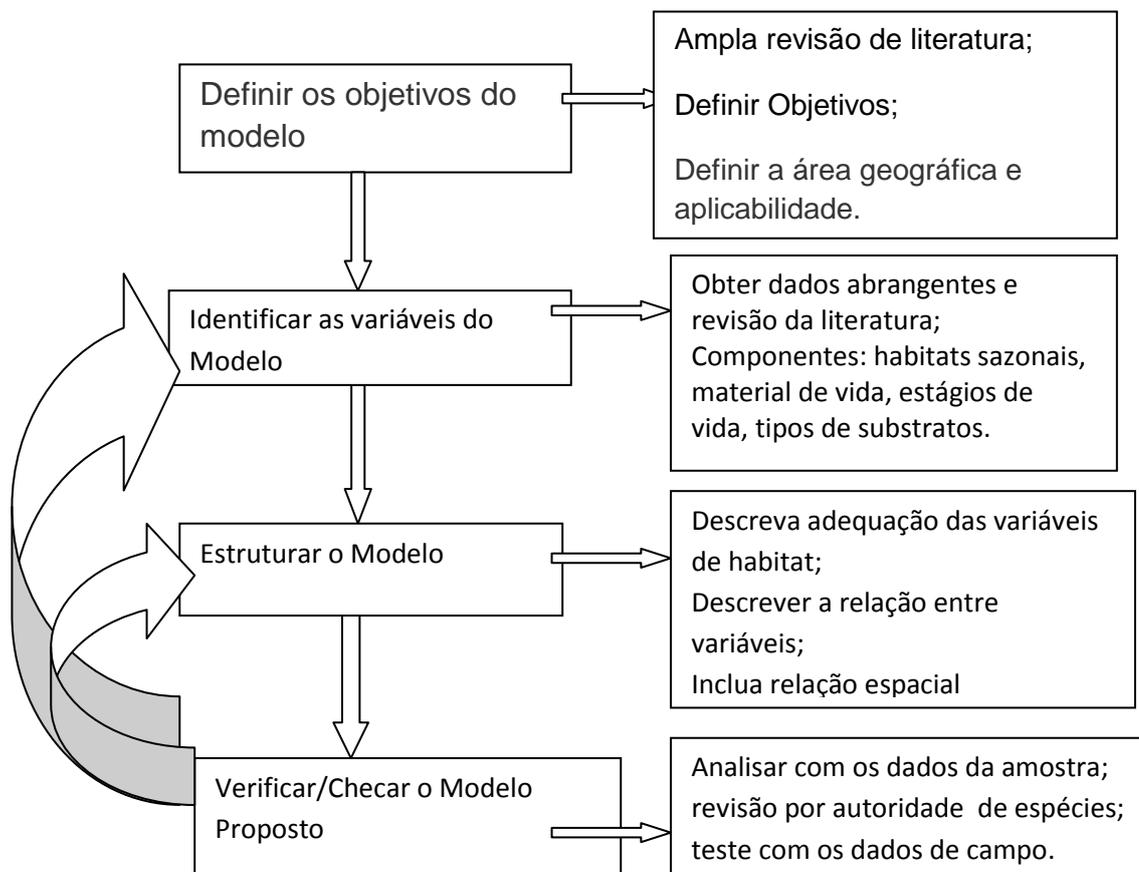


Figura 22 - Passos para a construção do Índice de Adequabilidade da Habitat (IAH).

Fonte: <<http://www.epa.gov>>

De forma resumida, são três as etapas principais para a aplicação da metodologia de estudo:

- O conhecimento das condições básicas do habitat na APA Gama e Cabeça de Veado (os componentes que irão fazer parte do modelo);

A delimitação geográfica da área a ser avaliada, que neste caso foi considerada toda a extensão da APA, evidenciando suas principais coberturas florestais; e

- A verificação em campo da presença e pseudo-ausência da espécie em estudo.

A terceira e última etapa baseia-se no conhecimento das áreas das diferentes fitofisionomias e o total de Unidade de Habitat (UH) para a APA Gama e Cabeça de Veado. A inferência de UH requer valores do Índice de Adequabilidade de Habitat (IAH) para a espécie de *Pteridium aquilinum* que melhor represente aquela região amostral.

Para a determinação do IAH foi realizada de forma prévia consulta à literatura especializada, utilizando-se das publicações "Flora e Diretrizes ao Plano de Manejo da APA Gama e Cabeça de Veado" e "Subsídios ao Zoneamento da APA Gama e Cabeça de Veado e Reserva da Biosfera de Cerrado", constantes na bibliografia do presente estudo.

Também foram largamente realizadas consultas ao modelo desenvolvido pelo "Ecological Services Manual" (ESM 103) editado pela U.S. Fish and Wildlife Service (USFWS), para a determinação da mensuração da adequabilidade do habitat estudado em relação à espécie-alvo, além da realização do mapeamento da cobertura vegetal do solo realizado por meio do Programa ARcGis.

As coberturas vegetais supracitadas e referenciadas por meio de trabalhos já publicados na área (Felfili et.al., 2004) corresponderam, neste trabalho, aos pontos obtidos *in loco* com a marcação de coordenadas geográficas.

As análises realizadas para a identificação do Índice de Adequabilidade de Habitat (IAH) foram realizadas de acordo com os procedimentos constantes do USFWS – Habitat Evaluation Procedures (HEP) 102 ESM e Standards for the Development of Habitat Suitability Index Models 103 ESM.

A metodologia de análise e a mensuração do habitat baseiam-se na relação linear que a capacidade de suporte do meio deve apresentar em função de um valor

quantitativo específico para cada Unidade de Habitat (UH) que a espécie pode requerer para a sua sobrevivência –valor este relativo ao recurso natural por ela utilizado.

Para a determinação da UH da espécie-alvo *Pteridium aquilinum* foi necessário obter o valor do IAH da espécie por meio da mensuração do nicho ecológico disponibilizado pela área. Este índice foi distribuído pelo valor ideal, de forma a se obter um valor entre "0" e "1", sendo "0" para o pior resultado de adequabilidade daquela espécie àquele habitat e "1" como sendo o melhor resultado preditivo (USFW - EMS 103).

Para o cálculo do IAH foram utilizadas, como variáveis de entrada, a análise química do solo em ambiente com a presença e a pseudo-ausência da planta alvo e as medições e observações in loco da espécie invasora nos locais previamente conhecidos publicados na área de ecologia: Mata de Galeria, Vereda, Campo e Campo Úmido da APA Gama e Cabeça de Veado.

Como já mencionado, os valores do índice (IAH) variam entre 0 (quando o habitat é inadequado) e 1 (quando o habitat apresenta condições ideais para a espécie), estando intimamente relacionados à predisposição dos habitats presentes na unidade de conservação em estudo em dar suporte àquela população de indivíduos que se pretende avaliar (LAUVER et. al. 2002).

5.RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1. ÍNDICES DE PRESENÇA E PSEUDO-AUSÊNCIA

A partir dos métodos e materiais utilizados para a determinação dos índices de adequabilidade de habitat para a espécie *P.aquilinum*, na APA Gama e Cabeça de Veado, a fim de determinar posteriormente a Unidade de Habitat que a unidade de conservação apresenta para a invasora, pôde-se chegar aos resultados que serão discutidos na sequencia.

Ao longo dos 21 pontos registrados por geoprocessamento foram verificados dados de presença e de pseudo-ausência do *Pteridium aquilinum* nas fitofisionomias do bioma cerrado e nos demais tipos de uso e ocupação do solo verificados – uso agrícola, pastagens, queimadas e ocupação urbana.

Os valores obtidos nas variáveis dos índices parciais (tipos de cobertura vegetal, proximidade de água, zona urbanizada e antropizada, agricultura e área queimada) foram dimensionados por meio do cruzamento dos dados de campo com a bibliografia consultada para o estudo.

Os dados de pseudo-ausência verificados referem-se aos locais da APA com desempenhos de nível considerado de "baixo" a "nulo" para as possíveis predições de distribuição da espécie invasora.



Figura 23 - Mapa das coordenadas geográficas de coleta dos pontos de controle da vegetação e de amostra do solo para obtenção dos resultados que farão parte dos Índices de Adequabilidade de Habitat (IAH) para *P. aquilinum* na APA Gama e Cabeça de Veado - DF, 2012.

A fitofisionomia Mata de Galeria não inundável, que na APA forma uma rede florestal perenifólia ao longo do ribeirão do Gama, é bordada pelos campos e cerrados e apresenta uma cobertura arbórea de 80 a 100%, com quantidade grande de árvores emergentes ao dossel que atinge de 20 a 30 m de altura (UNESCO, 2003).

Neste micro habitat, contribuem para a adequabilidade da invasora o fato de a umidade ser constante, devido à relativa proximidade do lençol freático e ao alto teor de matéria orgânica com solos do tipo hidromórficos, ácidos ou alcalinos.

Estes fatores são de grande adaptabilidade à espécie de pteridófita em pauta. Nesse sentido, foi verificada uma alta incidência populacional de *Pteridium aquilinum* na Mata de Galeria não inundável, conferindo a esta fitofisionomia, pelo menos no que concerne aos pontos de amostra, uma maior pesagem (muito próximo a "1") no cálculo do IAH para a espécie.

O presente estudo considerou Vereda como um micro habitat de adequabilidade "baixa" para a espécie invasora, ao considerar a área como permanentemente alagada. O tipo de solo com hidromorfismo alto e portanto, com pouca ou nenhuma aeração, e rico em matéria orgânica, são fatores que desfavorecem a adaptabilidade da espécie invasora, que é exigente por solos bem drenados e pouco férteis.

Logo, a fitofisionomia de Vereda recebeu um peso "baixo" no cálculo do HSI para a espécie, havendo menor representatividade do *P.aquilinum* se comparada ao tipo de vegetação de Mata de Galeria, por exemplo.

Porém, a representatividade da invasora muda ao considerarmos as zonas de transição da Vereda para Campo Úmido. Isso porque tais zonas de ocorrência da espécie muitas vezes se sobrepõem, em maior ou menor grau de incidência, formando regiões de transição entre ecossistemas distintos – ecótonos – formados por espécies vizinhas.

Alguns destes ecótonos apresentam espécies que lhe são peculiares. As regiões de transição, de acordo com constatação *in loco*, sinalizam espécies com diferentes habilidades no que se refere à adequabilidade ao habitat.

No habitat de transição do tipo Vereda para Campo Úmido, ao longo dos trechos do córrego Cedro – próximo à Quadra 16 do Setor de Mansões Park Way (SMPW), na região da lagoa do Cedro – onde o leito indefinido do córrego configura-se como uma região de alagamento, a presença do *Pteridium aquilinum* se faz de forma relevante, em meio à espécie igualmente invasora de *Trembleya parviflora*.

Na região de transição entre a zona úmida (Campo Úmido) e zona inundada (Vereda) foram observadas populações consideráveis de *Pteridium aquilinum*, visto que a presença de recurso hídrico favorece a reprodução e o desenvolvimento da planta, além da alta incidência de radiação solar, principalmente em locais com clareira ou algum tipo de perturbação antrópica (desflorestamento).

Neste caso, denominou-se essa região de transição como Campo Úmido. O fato de o solo não ser permanentemente alagado confere a esta zona um IAH igual a "1", como micro habitat de "muito boa" predição – de acordo com a avaliação de campo e consulta à literatura.

Como verificado *in loco*, na APA Gama e Cabeça de Veado, a presença do *Pteridium aquilinum* em dois diferentes micro habitats possibilitaram inferir sobre aspectos relacionados às preferências ecológicas da espécie, conforme detalhado a seguir.

Em um micro habitat onde o talhão é constituído por Mata de Galeria preservada e com a formação de um dossel fechado, as espécies de *P.aquilinum* encontravam-se em processo de competição ecológica com as demais espécies heliófilas pelo recurso luminosidade, e revelaram um crescimento vertical acentuado.

Já em um outro micro habitat observado, onde o cerrado foi do tipo ralo ou campo cerrado com manchas de solo hidromórfico, com plena penetrabilidade da radiação solar, a competição por tal recurso era mínima, e, portanto, foi observado um tímido desenvolvimento da espécie invasora *Pteridium aquilinum* no que se refere ao fator crescimento verticalizado.

Os campos limpos analisados na APA constituem uma camada rasteira de arvoretas e arbustos, que se destacam sob solos rasos e onde frequentemente há presença de gradientes de umidade em faixas contínuas.

As regiões do cerrado contendo manchas de Campos Úmidos, especialmente em áreas de nascentes, apresentam solos turfosos e úmidos. Nestes locais da APA, muitas vezes os solos são drenados para que se estabeleçam ocupações residenciais e culturas agrícolas, com o aterramento de nascentes.

Com os atributos edáficos e com o alto grau de perturbação antrópica, a área é considerada como de alto índice de adequabilidade de habitat para a espécie invasora em questão, especialmente nas regiões de transição contendo os gradientes de umidade dentro da fisionomia campo limpo.

Esses atributos conferem a este ecótono (campo limpo x campo úmido) um valor intermediário de IAH, visto configurar como manchas transitórias, onde o *Pteridium aquilinum* se propaga com certo grau de intensidade.

Para a melhor compreensão dos termos discutidos acima foi possível a compilação de tais informações na tabela que apresenta um panorama geral dos IAH do *P.aquilinum* no macro habitat APA Gama e Cabeça de Veado.

Avaliação de campo das Fisionomias de Cerrado						
Variáveis de PRESENÇA e PSEUDO-AUSÊNCIA da espécie <i>P. aquilinum</i>						
IAH	Vereda	Campo Úmido	Mata de Galeria	Cerradão	Cerrado <i>sensu stricto</i>	Campos (sujo e rupestre)
Pseudo-Ausência (0)				X	X	X
Muito Baixo (0,1-0,2)				X		X
Baixo (0,2 - 0,4)					X	
Médio (0,4 - 0,6)	X					
Bom (0,6 - 0,8)	X	X	X			
Muito Bom (0,8 - 1)		X	X			

Tabela 5 - Avaliação de campo das fitofisionomias do Cerrado da APA Gama e Cabeça de Veado - DF, 2012.

5.2. ANÁLISE QUÍMICA DO SOLO

A coleta para os parâmetros físico-químicos do solo em pontos georeferenciados de presença e de pseudo-ausência para *P. aquilinum* foi realizada no dia 2 de maio de 2012. As amostras representativas de solo – cerca de 10 kg para cada uma das duas amostras – foram obtidas pela extração a uma profundidade de cerca de 20 cm da superfície.

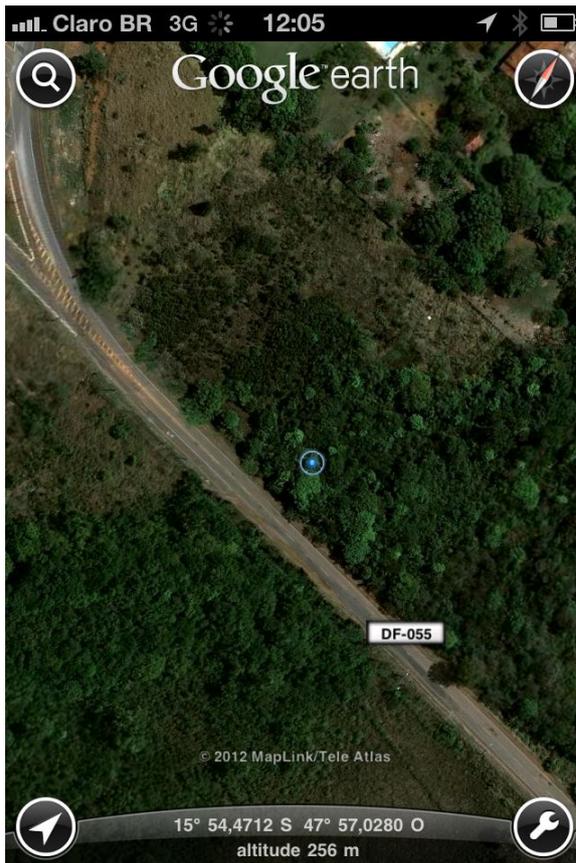


Figura 25 - Local da coleta da amostra de solo com a presença de *Pteridium aquilinum* na APA Gama e Cabeça de Veado - DF, 2012.

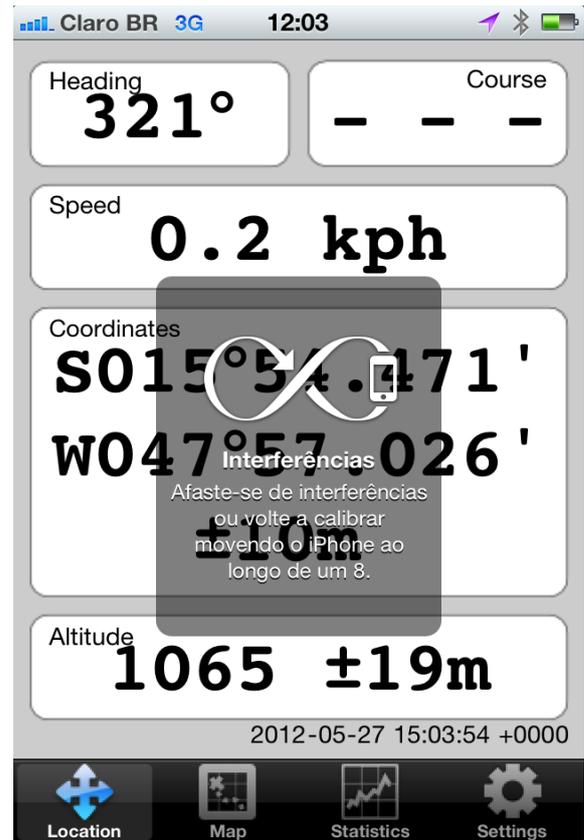


Figura 24 - Coordenadas geográficas do local de coleta de solo com a presença de *Pteridium aquilinum* na APA Gama e Cabeça de Veado - DF, 2012.



Figura 26 - Amostra de solo coletado na APA Gama e Cabeça de Veado com presença de *P. aquilinum*.

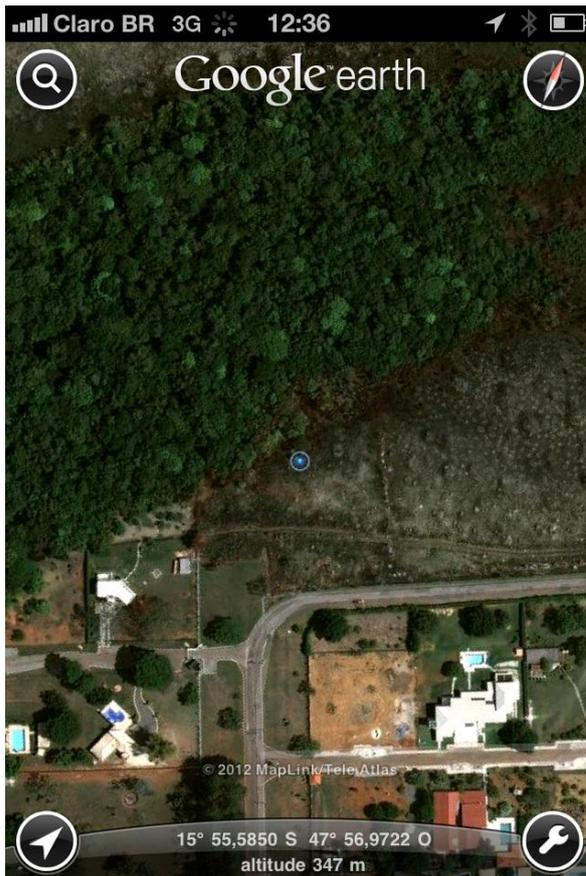


Figura 27 - Local da coleta de solo sem a presença de *P. aquilinum* na APA Gama e Cabeça de Veado - DF.; 2012

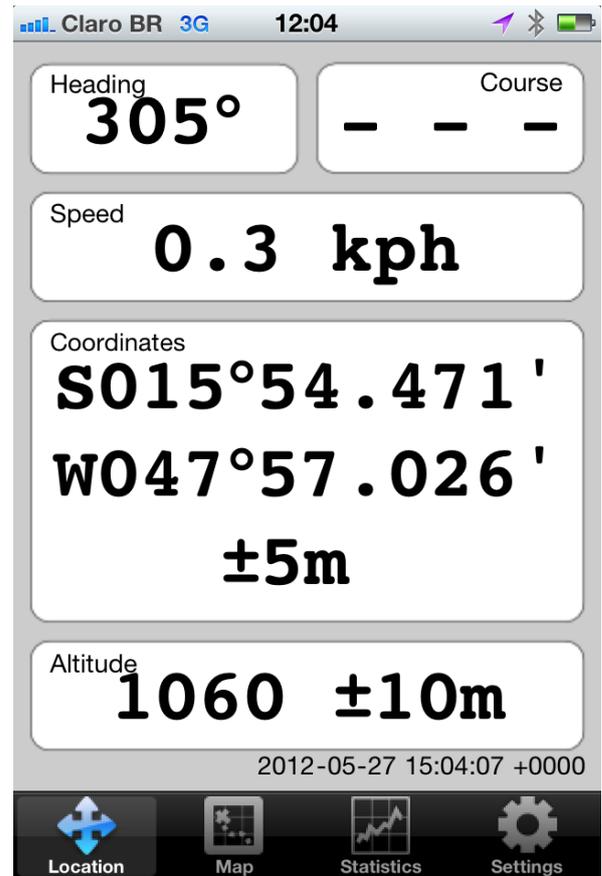


Figura 28 - Coordenadas geográficas do local da coleta de solo sem a presença (ou com pseudo-ausência) do *P. aquilinum* na APA Gama e Cabeça de Veado -DF, 2012.



Figura 29 - Amostra de solo sem a presença (ou com pseudo-ausência) do *P. aquilinum* na APA Gama e Cabeça de Veado - DF, 2012.

Os resultados da análise foram mensurados em 05 de junho de 2012 pelo laboratório Soloquímica - Análises de Solo Ltda. (Vide anexo).

Os resultados obtidos pela análise química do solo em um ponto da APA com a presença do *P.aquilinum* e em outro ponto com a não ocorrência de indivíduos da espécie não diferiram muito em termos dos parâmetros obtidos. Os dados de pH e acidez deduziram tratar-se de um solo ácido e rico em alumínio. A presença de macronutrientes, muito próximas a zero, podem evidenciar um solo não muito fértil.

No entanto, a inferência que se fez neste estudo sobre a possível ausência da pteridófita invasora em solo com propriedades físico-químicas muito próximas, baseia-se no conceito de pseudo-ausência da espécie – não podendo ser facilmente dedutível afirmar que no solo sem populações de *P.aquilinum* há total ausência dos indivíduos.

É importante salientar, como já mencionado no decorrer deste trabalho, que a espécie pode não ter tido oportunidade e condições fisiológicas para interagir com os fatores de um ambiente ainda não colonizado. Entre as possíveis causas, está a questão temporal – ainda reduzida para a sua dispersão em solos de tais regiões.

Análise Química do solo – APA Gama Cabeça de Veado

Complexo Sortivo de macro-nutrientes e demais parâmetros do solo	Solo com incidência de <i>P. aquilinum</i>	Solo com pseudo-ausência de <i>P. aquilinum</i>
pH em água	5,7	5,5
Fósforo - P (em mg/dm³ - ppm)	0,4	0,6
Cálcio - Ca (em cmolc/dm³) = mE/100mL	0,3	0,5
Magnésio - Mg (em cmol/dm³) = mE/100 mL	0,1	0,2
Potássio - K (em cmol/dm³) = mE/100mL	0,1	0,12
Sódio - Na (em cmol/dm³) = mE/100mL	0,02	0,02

Alumínio - Al (em cmol/dm ³) = mE/100mL	0,3	1,7
Acidez (H + Al) (em cmol/dm ³) = mE/100mL	4,3	4,6
Soma das Bases (em cmol/dm ³) = mE/100mL	0,52	0,84
CTC ou T (em cmol/dm ³) = mE/100mL	5	5
Saturação por Bases - V (%)	11	15
Saturação por alumínio - m (%)	37	67
Saturação com Sódio ISNa (%)	0,4	0,4
Carbono Orgânico - C em g/Kg	13,3	14,8
Matéria Orgânica - MO, em g/kg	22,9	25,5

Tabela 6 - Resultado da análise química do solo em dois pontos distintos e georreferenciados da APA Gama e Cabeça de Veado, realizada pela Soloquímica - Análises de Solo Ltda., em 5 de junho de 2012.

Apesar da extensa área da APA, outros fatores que podem ter corroborado para os resultados de solo semelhantes nas áreas correspondentes, têm por base a vasta formação de zonas de ecótono que possibilitam um mosaico de vegetações distintas, acarretando solos com características morfológicas e estruturalmente próximas. A replicação ou repetibilidade das amostras é outro fator que pode ser preponderante para a confirmação da precisão dos resultados obtidos.

5.3. GRADIENTE DE DISTÂNCIA AO CORPO HÍDRICO

Outro parâmetro levado em conta para a incidência do *P.aquilinum* neste estudo foi a relativa aproximação da espécie ao leito dos córregos presentes nas Matas de Galeria da APA.

A variável gradiente de distância ao corpo hídrico foi verificado *in loco* em relação ao córrego Gama, pois neste local havia uma relativa abundância de indivíduos da espécie invasora. Na região mais próxima ao leito do rio, foi

constatado um número mais bem representativo da espécie, ao passo que a uma distância aproximada de 15 metros, os indivíduos se fazem mais esparsos e em menor quantidade.

Infere-se portanto que o índice de maior população dos indivíduos refletem a capacidade suporte da planta ao meio, em virtude do maior índice de umidade do solo, entre outros recursos, indispensáveis ao desenvolvimento do *Pteridium*.

A variável gradiente de distância ou concentração em relação ao corpo hídrico correspondente também foi uma variável considerada para o cálculo do índice de adequabilidade da espécie. Um maior afastamento do corpo hídrico deduz uma menor adequabilidade do habitat para a espécie.

5.4. ÁREAS QUEIMADAS E PASTAGENS NA APA

Outro fator considerado neste estudo foi o tipo de uso que se faz do solo na APA, como a prática de queimadas para a abertura de pastagens e de culturas agrícolas. Soma-se a este uso, a ocorrência dos incêndios florestais – naturais e provocados – nos períodos de maior seca do ano, quando há um acúmulo de material combustível e altas temperaturas. São portanto, regiões perturbadas, nas quais o *P. aquilinum* encontra ambiente adequado para expansão.

Segundo Rodrigues (2002), no Distrito Federal e no entorno as principais áreas protegidas estão sofrendo impactos ambientais, oriundos, principalmente, da caça predatória, da elevada ocorrência de queimadas, da disseminação de plantas e animais exóticos e/ou invasores, da degradação dos corpos d'água e nascentes e do atropelamento de animais silvestres nas áreas de potencial riqueza de espécies da fauna. Estes impactos diversos vêm ameaçando a biodiversidade única do bioma Cerrado.

As chácaras da Vargem Bonita – núcleo rural da APA – correspondem às maiores produtoras de folhosas do DF, faz divisa com a Estação Ecológica do Jardim Botânico e Fazenda Água Limpa da UnB, Zona Núcleo da Biosfera do Cerrado. As chácaras realizam práticas incompatíveis com a APA, que vão desde o desmatamento de Áreas de Preservação Permanentes (APP's) até a prática de queimadas para a limpeza do terreno.

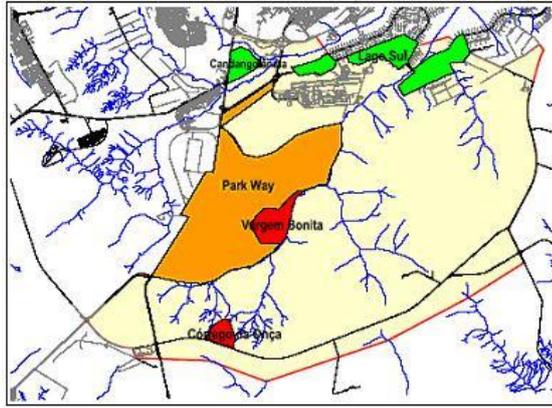


Figura 30 - Indicação do Núcleo rural Vargem Bonita, integrante da APA Gama e Cabeça de Veado - DF. Local onde a prática de queimadas favorece a entrada de espécies exóticas invasoras, como o *P. aquilinum*.

Considerando que o incêndio florestal naturalmente acontece no bioma Cerrado com intervalos médios de três a quatro anos (UNESCO, 2003), esse fenômeno vem se intensificando devido às ações antrópicas. Por isso, as espécies nativas têm maiores dificuldades de se adaptar a este processo "não-natural", propiciando um micro habitat favorável à ocupação de espécies invasoras, entre elas o *Pteridium aquilinum*.

Como forma de corroborar este estudo, pode-se pegar como exemplo o Plano de Recuperação de Área Degradada - PRAD realizado na APA no ano de 2009, onde foram selecionadas áreas queimadas – coincidentemente vizinhas às áreas estudadas no presente trabalho – para o plantio de mudas nativas do Cerrado.

Além do plantio, houve a manutenção e o monitoramento da evolução e do efetivo estabelecimento de 4.560 (quatro mil, quinhentos e sessenta) indivíduos arbóreos nativos do cerrado, em área degradada por incêndio de turfa na Mata de Galeria do córrego Mato Seco.

Próximo à Quadra 20 - SMPW, na região da Mata de Galeria da APA, como mencionado, a ocorrência de incêndio subterrâneo no período seco do ano anterior ocasionou posteriormente uma grande infestação por *P.aquilinum*, formando praticamente uma floresta da espécie invasora em solo do tipo hidromórfico, conforme atestado pelas fotos a seguir, constantes do PRAD analisado pelo Instituto Brasília Ambiental - IBRAM, do qual o autor deste trabalho teve sua participação técnica.

O PRAD analisado fez uma série de recomendações técnicas para o efetivo sucesso na restauração da área, reforçando o caráter competitivo e resistente da planta invasora nos locais antropizados e de ocorrência do incêndio. Dentre as recomendações técnicas, destacam-se:

- A realização de um controle intensivo das samambaias exóticas (*Pteridium aquilinum*), a fim de evitar a competição interespecífica;
- A serrapilheira adotada como forma de retenção de umidade às mudas é correta, desde que não seja constituída pela matéria orgânica dos próprios pterídeos, já que nesse material há grande possibilidade de germinação das estruturas reprodutivas ali existentes. Recomenda-se a substituição por outro material orgânico (palha de coco, folhas, frutos, sementes e resíduos) capazes de ceder nutrientes e favorecer a retenção de umidade;
- Promover a remoção de entulho e resíduos sólidos da área onde havia os pterídeos, de forma a permitir o desenvolvimento das mudas nativas.



Figura 31 - Foto feita em abril de 2009, indicando infestação por *P. aquilinum* numa área de ocorrência de incêndio subterrâneo na APA Gama e Cabeça de Veado - DF. ocorrido no ano de 2008.



Figura 32 - Vista parcial da área onde houve a proliferação de *P. aquilinum* na região da APA Gama e Cabeça de Veado - DF, que sofreu incêndio de turfa. A foto, feita em 2009, evidencia a necromassa ou serrapilheira da invasora após intervenção mecânica para a restauração da área.



Figura 33 - Foto de 2009, mostrando em detalhe o estabelecimento de mudas nativas na área outrora incendiada e posteriormente colonizada pelo *P. aquilinum* na APA Gama e Cabeça de Veado - DF. É possível verificar que, após o plantio das mudas nativas, os propágulos da planta invasora ressurgem em meio à serrapilheira, indicando seu alto potencial agressivo e sua excelente adequabilidade de habitat para o fator área queimada.

Desta forma, pôde-se atribuir valores ao índice de adequabilidade de habitat para esse tipo de ocorrência e de ocupação do solo no interior da APA para a espécie *Pteridium aquilinum*:

Usos do Solo na APA	Densidade Populacional <i>P. aquilinum</i>	IAH para <i>P.aquilinum</i>
Pastagem + Cultura	Muito Bom a Ótimo	0,7
Solo desnudo + Queimada + Urbano	Muito bom a Ótimo	1,0

Tabela 7- Dados de presença e de pseudo-ausência de *P. aquilinum* (ocupação/uso do solo antrópico)

5.5. DETERMINAÇÃO DO VALOR DE UNIDADE DE HABITAT (UH)

O Índice de Adequabilidade de Habitat (IAH) possibilitou descrever a adequação do macro habitat APA Gama e Cabeça de Veado por meio da combinação das interações de todas as variáveis ambientais, importantes nas taxas vitais da espécie *P.aquilinum* e, finalmente, de sobrevivência da invasora.

Os gráficos representados a seguir para a espécie *Pteridium aquilinum* descrevem a associação das principais condições bióticas e físicas do meio que possibilitam a adequação das variáveis de habitat para a existência dessa espécie no local avaliado:

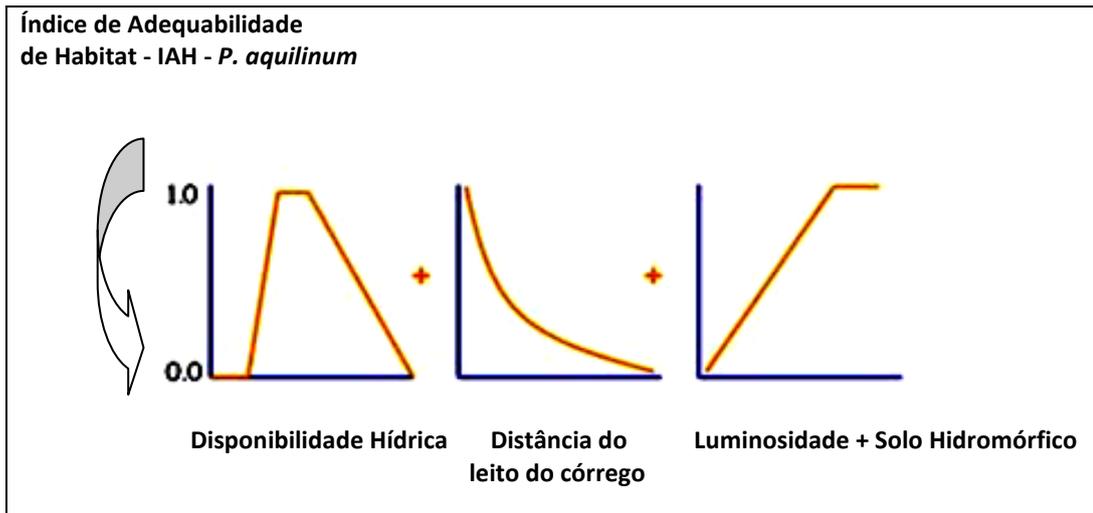


Tabela 8 - O Índice de Adequação ou de Adequabilidade de Habitat (IAH) representa as interações combinadas de todas as relações do *Pteridium aquilinum* com o habitat disponível. O resultado é um índice numérico que quantifica a capacidade de um habitat para fornecer suporte à espécie-alvo. O índice IAH pode variar de 0 a 1.

Após a determinação do IAH do *P. aquilinum* e de posse do tamanho da área da APA Gama e Cabeça de Veado de Brasília foi possível dimensionar o cálculo do valor de Unidade de Habitat (UH) para a espécie.

Os parâmetros mensuráveis do habitat, como prováveis indicadores da presença ou pseudo-ausência da invasora em ambientes naturais de cerrado na APA, referem-se à estrutura e às características dessas fisionomias.

A tabela 10 mostra os resultados para cada ponto de coleta e demais dados bibliográficos para a espécie *Pteridium aquilinum*. Os resultados referem-se ao tipo de cobertura vegetal da APA (fitofisionomias) e possíveis variáveis do meio (gradiente de distanciamento do leito do córrego Cedro) para as variáveis resposta do modelo do tipo presença e pseudo ausência:

Fitofisionomias e Recursos Hídricos da APA	Densidade Populacional <i>P. aquilinum</i>	IAH <i>P. aquilinum</i>
(P1) Vereda	Muito Boa	0,8
(P2) Mata de Galeria	Ótima	1,0
(P3) Campo Úmido	Muito Boa	1,0
(P4) Cerrado <i>Sensu stricto</i>	Pseudo-Ausência	0,3
Cerradão(Literatura)	Pseudo-Ausência	0,2
Campos (rupestre e sujo) (Literatura)	Baixa	0,4
Água	Pseudo-Ausência	0

Tabela 9 - Dados de presença e de pseudo-ausência de *P. aquilinum* (ocupação/ uso de solo natural) com os respectivos IAH para a espécie invasora.

O gráfico a seguir representa o quantitativo de áreas antrópicas e de áreas naturais com relação à área da poligonal da APA Gama e Cabeça de Veado. Os percentuais indicam que cerca de 30% da unidade vem sendo ocupada por urbanização, pastagens, culturas agrícolas e queimadas.

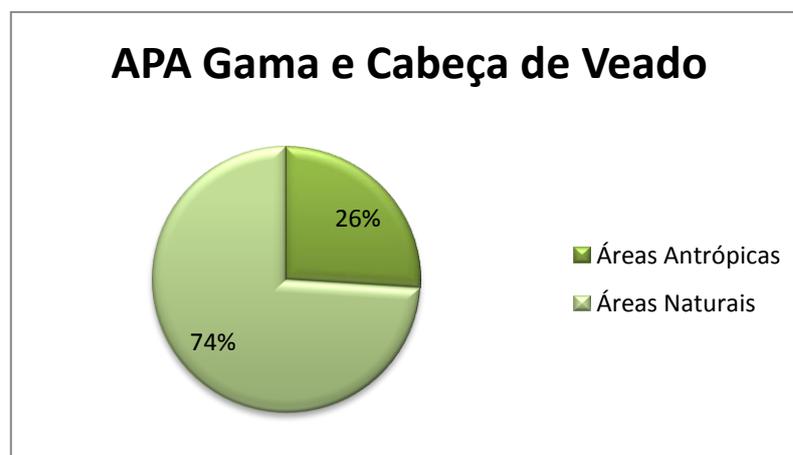


Tabela 10- Percentual de áreas antrópicas e de áreas naturais com relação à totalidade da área da APA Gama e Cabeça de Veado - DF.

Fonte: (UNESCO, 2003).

Vale salientar que o *Pteridium aquilinum* pode ser encontrado nas áreas naturais e antropizadas, sem obedecer qualquer parâmetro ou relação com o percentual 30-70%, visto que a espécie se propaga em ambas. Áreas antropizadas, inclusive, podem favorecer a dispersão da espécie para as áreas naturais da APA.

De acordo com o manual ESM 103 (1981), o cálculo da Unidade de Habitat é realizado pelo produto do Índice de Adequabilidade de Habitat (IAH) pela área disponível pelo organismo. Na APA as fitofisionomias e demais áreas de uso e ocupação são representadas em termos de valor de área percentual da seguinte forma:

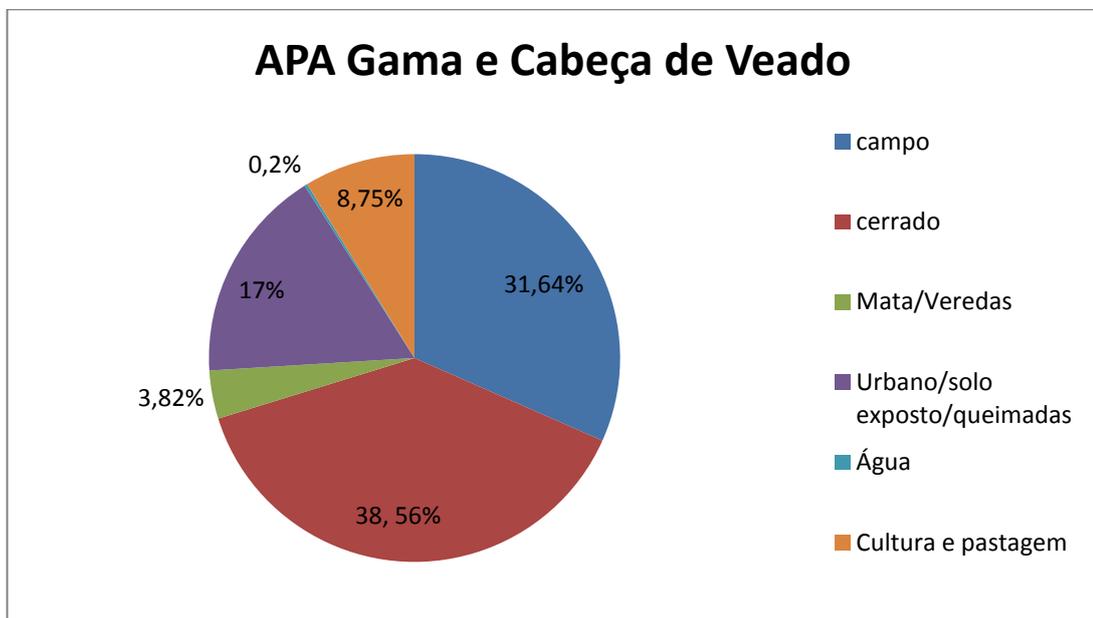


Tabela 11 - Tipos de uso e ocupação do solo da APA Gama e Cabeça do Veado - DF, em 1999.

Fonte: (UNESCO, 2003).

De posse dos dados de interesse e excetuando-se aqueles não aplicáveis na identificação de dados de presença e pseudo-ausência do *Pteridium aquilinum*, foram determinados os valores de Unidade de Habitat (UH) para espécie invasora.

O cálculo do UH ou Valor de Unidade de Habitat - VUH é simplificada o produto entre o valor de IAH da espécie pela área disponível para que esta desempenhe suas atividades vitais, em termos de habitat e nicho ecológico – parâmetros vitais – da espécie.

$$\mathbf{VUH = IAH * Tamanho da \acute{A}rea (hectares)}$$

VUH = Valor de Unidade de Habitat (adimensional)

IAH = Variável de "0" a "1"

O *Pteridium aquilinum* necessita para a sua reprodução, por meio de seus gametas flagelados, certo grau de disponibilidade hídrica, como principal fator de adequabilidade de habitat para essa espécie. Na APA foram delimitados pelo menos três tipos de locais com este fator determinante: Mata de Galeria não inundável e inundável, Veredas e Campo Úmido. Para cada uma dessas variáveis de habitat foi determinado o UH correspondente.

O somatório de todos os UH's relativos aos pontos de coleta e dos dados de literatura refletem a quantificação média das Unidades de Habitat na APA Gama e Cabeça de Veado para a espécie *Pteridium aquilinum*.

A seguir serão mostrados os resultados do cálculo da UH para cada fitofisionomia ou área natural da APA Gama e Cabeça de Veado.

1 - Áreas de Mata de Galeria:

Em virtude de não termos um valor de área individualizado para Mata de Galeria e Vereda, e sim um total de 9 km² ou 9.000.000 m² de área para as duas fitofisionomias do bioma Cerrado, optou-se por considerar 50% para cada uma delas, logo:

$$\text{Área (Mata de Galeria)} = 4,5 \text{ km}^2 \text{ ou } 4.500.000 \text{ m}^2$$

$$\text{IAH} = 1$$

$$\text{UH} = \text{Área (Mata de Galeria)} * \text{IAH}$$

$$\mathbf{UH = 4.500.000}$$

2 - Áreas de Vereda:

Considerou-se a área permanentemente alagada (zona brejosa + bordas ou linhas de drenagem da Vereda).

$$\text{Área (Vereda)} = 4,5 \text{ km}^2 \text{ ou } 4.500.000 \text{ m}^2$$

$$\text{IAH} = 0,8$$

$$\text{UH} = \text{Área (Vereda)} * \text{IAH}$$

$$\text{UH} = 4500000 * 0,8$$

$$\text{UH} = \mathbf{3.600.000}$$

3 - Área de Campo Úmido (Zona úmida de transição):

$$\text{Área de Campos} = 74,45 \text{ km}^2 \text{ ou } 74.450.000 \text{ m}^2$$

Ressalta-se que a fitofisionomia Campos refere-se ao mosaico de tipologias vegetais representadas na APA por Campo Limpo, Campo Sujo e Campo Rupestre. No entanto, nas áreas de Campo Limpo há presença de zonas úmidas denominadas Campos Úmidos, especialmente nas áreas de nascente em encostas e fundos de vale.

Desta forma, optou-se por utilizar o valor de área para a fisionomia Campo Úmido como 50% da área de Campos, para os fins de estimativa de incidência da invasora em termos de presença e pseudo-ausência da espécie. Seguindo este raciocínio, a área para Campo Úmido pode perfazer assim, um total de, aproximadamente, 37.225.000 m².

Logo:

Área (Campo Úmido) = 37,225 km² ou 37.225.000 m²;

$$IAH = 1$$

$$UH = \text{Área (Campo Úmido)} * IAH$$

$$UH = 37.225.000 \text{ m}^2 * 1$$

$$\mathbf{UH = 37.225.000}$$

4 - Área de Campos (Limpo, Rupestre e Sujo)

Áreas de Pseudo-Ausência:

Área (Campos Limpo, Rupestre e Sujo) = 37,225 km² ou 37.225.000 m²;

$$IAH = 0,3$$

$$UH = \text{Área (Campos Limpo Rupestre e Sujo)} * IAH$$

$$UH = 37.225.000 \text{ m}^2 * 0,3$$

$$\mathbf{UH = 11.167.500}$$

5- Área de Cerrado (Cerrado *sensu stricto* + Cerradão)

Zonas de Pseudo Ausência + Presença:

Área Cerrado (*Sensu Stricto* + Cerradão) = 90,7 km² ou 90.700.000 m²

$$IAH = 0,01$$

$$UH = \text{Área (Cerrado)} * IAH$$

$$UH = 90.700.000 \text{ m}^2 * 0,01$$

$$\mathbf{UH = 907.000}$$

6 - Área de Cultura e Pastagem:

Área Cultura e Pastagem = 20,57 km² ou 20.570.000 m²

$$\text{IAH} = 0,7$$

$$\text{UH} = \text{Área (Cultura e Pastagem)} * \text{IAH}$$

$$\text{UH} = 20.570.000 \text{ m}^2 * 0,7$$

$$\text{UH} = 14.399.000$$

7 - Área urbana com solo exposto e queimadas:

Área (Urbana c/ Solo exposto e Queimada) = 39,94km² ou 39.940.000 m²

$$\text{IAH} = 0,8$$

$$\text{UH} = \text{Área (Urbana c/ Solo exposto e Queimada)} * \text{IAH}$$

$$\text{UH} = 39.940.000 \text{ m}^2 * 0,8$$

$$\text{UH} = 31.952.000$$

8 - Água:

Área (Água) = 0,55 km² ou 550.000 m²

$$\text{IAH} = 0$$

$$\text{UH} = \text{Área (Água)} * \text{IAH}$$

$$\text{UH} = 550.000 \text{ m}^2 * 0$$

$$\text{UH} = 0$$

Os resultados obtidos para a Unidade de Habitat (UH) do P.aquilinum para cada fitofisionomia (áreas naturais) e os demais usos antrópicos do solo na APA Gama e Cabeça de Veado podem ser expressos por meio do gráfico a seguir:

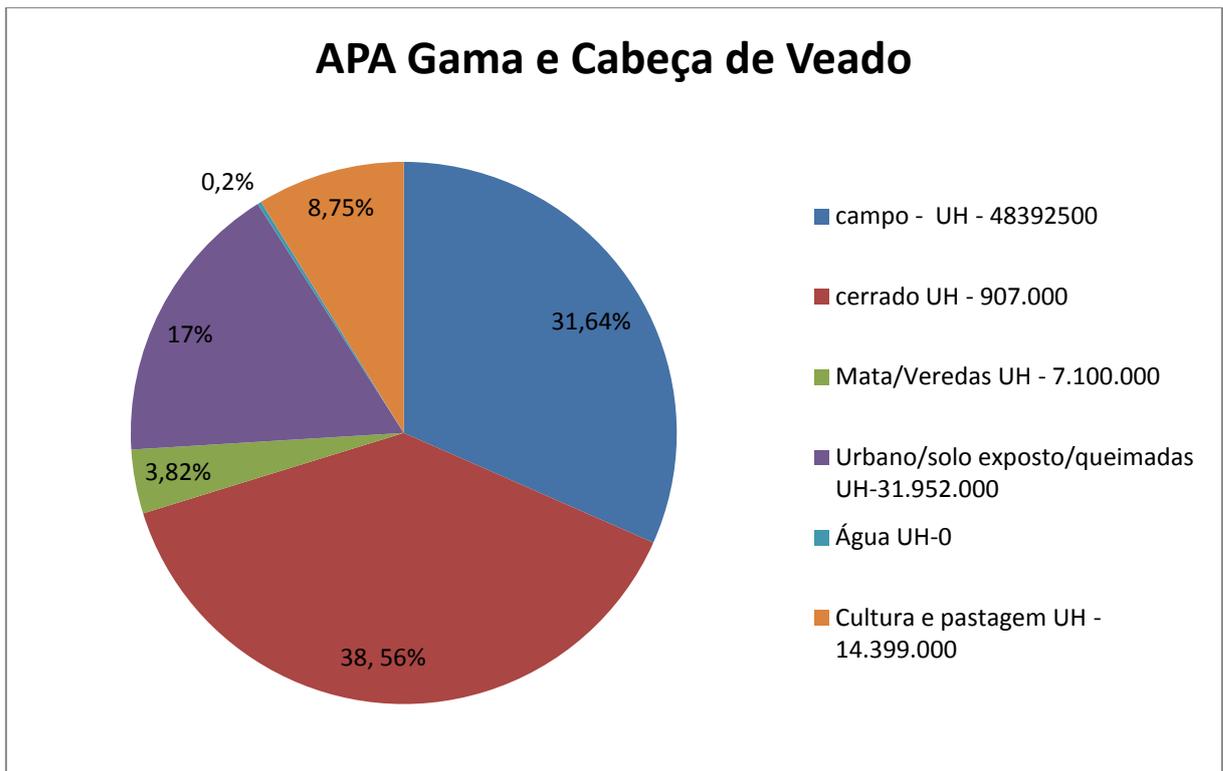


Tabela 11 - Índices de Unidade de Habitat para *P. aquilinum* para os usos naturais e antrópicos de ocupação do solo na APA Gama e Cabeça de Veado - DF.

De posse dos valores das Unidades de Habitat (UH) médios das fitofisionomias e dos usos do solo representativos para a Área de Proteção Ambiental (APA) Gama e Cabeça de Veado de Brasília-DF, é possível determinar a Unidade de Habitat para a espécie de *Pteridium aquilinum* para toda a APA.

Para tanto, calcula-se o Índice de Adequabilidade de Habitat (IAH) da espécie invasora para toda a Unidade de Conservação e, posteriormente, multiplica-se o valor obtido pelo total das áreas disponíveis e mais adequadas à espécie-alvo (USFW - EMS 1-3, 1981).

O cálculo do IAH da espécie *Pteridium aquilinum* em relação à Unidade de Conservação - APA Gama e Cabeça de Veado é portanto, a média simples dos IAHs obtidos anteriormente para cada fitofisionomia do bioma Cerrado, nos locais onde há ocorrência em maior ou menor grau da espécie invasora.

Levando-se em consideração para o índice total os dados de presença e de pseudo-ausência da referida planta, tem-se o IAH (t):

$$\text{IAH}(t) = 0,5763$$

O valor obtido para IAH(t) representa o Índice de Adequabilidade de Habitat total da invasora *Pteridium aquilinum* para a totalidade da área da APA Gama e Cabeça de Veado de Brasília (DF).

Para o cálculo do valor de Unidade de Habitat para a espécie *Pteridium aquilinum* foram usados os valores de área disponibilizados pela APA para a espécie.

De posse do IAH da espécie – de aproximadamente 0,58 – e do total de área que apresenta condições de oferecer nichos ecológicos para a planta na unidade (107.290.999,45 m²), resultante da exclusão das áreas de pseudo-ausências e ausências na unidade de conservação, o total de Unidades de Habitat disponíveis para *Pteridium aquilinum* é de 62.228.799,68.

Este resultado é demonstrado a seguir:

$$\text{IAH} = 0,58$$

$$\text{Área (Adequabilidade)} = \text{Área total (APA)} - \text{Áreas selecionadas (ausência + pseudo-ausências)}$$

$$\text{Área total (APA)} = 235.216.000 \text{ m}^2$$

$$\text{Áreas selecionadas (ausência + pseudo-ausências)} = \text{Área (água)} + \text{Área (Cerrado)} + 50\% \text{ da Área (Campos)}$$

$$\text{Áreas selecionadas (ausência + pseudo-ausências)} = 0,55 + 90.700.000 + 37.225.000$$

$$\text{Áreas selecionadas (ausência + pseudo-ausências)} = 127.925.000,55$$

$$\text{Area (Ad.)} = 235.216.000 - 127.925.000,55$$

$$\text{Area (Ad.)} = 107.290.999,45 \text{ m}^2$$

$$\text{UH} = \text{Área (Ad)} * \text{IAH}$$

$$\text{UH} = 107.290.999,45 * 0,58$$

$$\text{UH} = 62.228.799,68$$

A partir do IAH (t), também se pode mensurar o valor de Unidade de Habitat total - UH(t) para a APA:

$$\text{VUH (t)} = \text{IAH (t)} * \text{Área Total da APA}$$

$$\text{VUH (t)} = 0,5763 * 235.220.000 \text{ m}^2$$

$$\text{VUH (t)} = 135.557.286$$

Diante dos dados obtidos, o valor de Unidade de Habitat para *P. aquilinum* da APA Gama e Cabeça de Veado de Brasília é 135.557.286. Este quantitativo descreve o número de unidades de habitat em que a espécie invasora consegue ocupar e manter uma descendência fértil para a sua população no bioma Cerrado da referida unidade de conservação.

Este valor poderá ser variável visto que os dados obtidos de uso e ocupação do solo para a APA são anteriores ao ano vigente (1999).

É possível que após treze anos, porém, estes dados quantitativos das áreas para cada região fitofisionômica da unidade não devam ter se modificado de forma significativa. Visto que as ocupações nas áreas urbanas e rurais da APA já se encontram consolidadas, em virtude de o Plano Diretor de Ordenamento Territorial (PDOT) do DF, desde 1997 e mais recentemente revisto em 2009, ter delimitado os zoneamentos urbanos, rurais e de conservação do cerrado.

Por fim, de forma resumida, vale ressaltar que os valores obtidos de Unidade de Habitat (UH) que a APA Gama e Cabeça de Veado disponibiliza para a espécie *Pteridium aquilinum* é de 135.557.286, visto que o Índice de Adequabilidade de Habitat (IAH) para a espécie numa área de 235.220.000 m² é de 0,57.

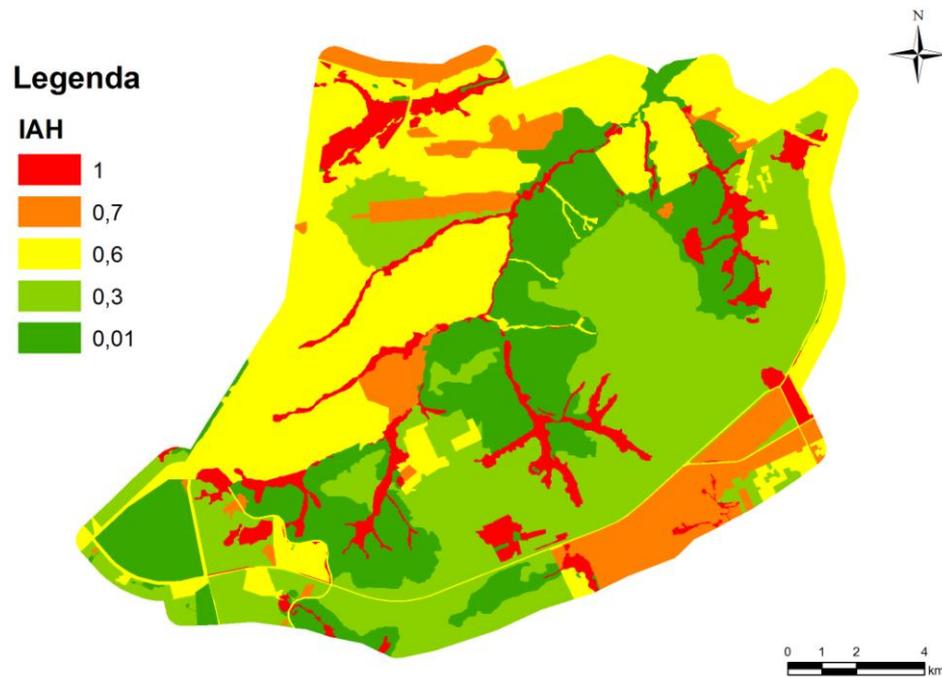


Figura 34 - Mapeamento do Habitat Suitability Index (HSI), ou Índice de Adequabilidade de Habitat (IAH) para *Pteridium aquilinum* na APA Gama e Cabeça de Veado - DF, 2012.

6 – CONCLUSÃO E RECOMENDAÇÕES

O método de avaliação e determinação da adequabilidade de habitat por meio dos Habitats Suitability Index (HSI) ou Índices de Adequabilidade de Habitat (IAH) desenvolvido pelo US Fish and Wildlife Service (USFWS) constitui-se em um modelo ágil ao fornecimento de subsídios para os procedimentos de avaliação de habitat e na determinação quali-quantitativa da área de ocorrência da espécie *Pteridium aquilinum* (L.) Kuhn (Dennstaedtiaceae) na APA Gama e Cabeça de Veado, Brasília (DF).

O valor adimensional do Habitat Unit (HU) ou Unidade de Habitat (UH) fornece as condições, em termos de suporte das áreas contidas nas fitofisionomias avaliadas, em consonância com os demais fatores ecológicos do meio – que oferece algum tipo de recurso necessário à sobrevivência da espécie invasora.

A UH relaciona-se aos tipos de interações entre o meio e a espécie invasora, por meio da seleção do habitat, além de refletir características importantes do comportamento e da dinâmica de sua comunidade herbácea.

A UH para *Pteridium aquilinum* na APA demonstrou a forte ligação entre esses organismos à presença, em maior ou menor grau, de umidade –o que faz com que em termos adaptativos, a espécie ocorra em ecossistemas variados do bioma Cerrado, representados na APA pelas fitofisionomias de Vereda, Mata de Galeria, Campos Úmidos.

Também apresenta ampla ocorrência nas regiões ecotonais ou de transição de um micro habitat a outro, visto não haver homogeneidade definitiva de uma área quando tratamos de ecologia da paisagem.

O conhecimento das regiões na unidade de conservação onde as populações da espécie incidem com um maior grau de adequabilidade, auxilia nos procedimentos de mitigação e do controle da invasora, pois evidencia as preferências ecológicas onde a colonização e o estabelecimento da invasora se fazem de forma efetiva.

A Unidade de Habitat (UH) elevada para os processos de uso e ocupação do solo, do tipo pastagem e culturas agrícolas, bem como nas áreas que sofreram algum tipo de perturbação antrópica em decorrência de queimadas ou incêndios, é um forte indicativo para a premissa de que a espécie é dependente de tais áreas para a sua expansão e sobrevivência.

Deve-se observar que, de acordo com o zoneamento ambiental da APA, a Zona de Preservação da Vida Silvestre (ZPVS) é a de maior restrição dentro da unidade por conter todas as Áreas de Preservação Permanente (APP's) correspondentes às Matas de Galeria, Veredas e cursos hídricos. No entanto, são justamente nestas áreas onde há um maior número de unidades de habitat da espécie invasora.

A constatação supracitada evidencia por meio dos valores de UH do *Pteridium*, que a ZPVS necessita de maior atenção em termos conservacionistas para o bioma, visto que a ampla disseminação do *Pteridium aquilinum* neste tipo de zoneamento pode estar ocasionando perdas ambientais para a riqueza do Cerrado como um todo.

A unidade de habitat para *Pteridium aquilinum* demonstrou ser uma metodologia eficiente mediante a validação dos dados em campo, pela utilização de ferramentas georreferenciadas e pela consulta à bibliografia especializada no assunto, como foi o caso deste trabalho.

O valor do IAH para a espécie invasora de *Pteridium* foi de aproximadamente 0,58 para uma área de 235.220.000 m² da APA que contém todos os nichos ecológicos e a capacidade de suporte deste meio para este organismo. A partir do conhecimento da área de ocorrência da planta infestante e do seu índice de adequação ao habitat, chegou-se a uma mensuração da unidade de habitat APA para a espécie, na ordem de 135.557.286.

Foi possível a modelação espacial de zonas de adequabilidade para a espécie vegetal herbácea invasora - *Pteridium aquilinum* - utilizando-se dos índices de adequabilidade de habitat potenciais usualmente empregados para as espécies nativas.

A distribuição espacial das populações de *Pteridium aquilinum* mostraram-se dependentes da unidade amostral, do comportamento da espécie e do tipo de avaliação feita. Foi observado que o padrão de distribuição da invasora variou ao longo do tempo, sendo que no início da colonização na unidade de conservação a tendência foi de ela tenha se ajustado às condições de habitabilidade e dos recursos determinísticos para o seu ciclo vital.

Diferentemente do que acontece em campo com os registros unicamente de presença da espécie, os dados de pseudo-ausência permitiram uma representação mais ampla da área de estudo, possibilitando, ainda, a apresentação de resultados preditivos superiores com relação à adequabilidade de habitat do *Pteridium aquilinum* em relação à APA Gama e Cabeça de Veado de Brasília - DF.

Com relação às variáveis que usualmente fazem parte deste tipo de modelo de identificação de adequabilidade de habitat para o *Pteridium sp.*, os tipos de cobertura (fitofisionomias de cerrado) e usos do solo da APA Gama e Cabeça de Veado de Brasília podem ser uma ferramenta de excelência estratégia para demonstrar a dinâmica do presente modelo.

Os resultados obtidos por esta metodologia do Índice de Adequabilidade de Habitat (IAH) e Unidade de Habitat (UH) para a espécie *Pteridium sp.* permitem ainda traçar um panorama geral dos potenciais impactos negativos da espécie invasora sobre o território da Unidade de Conservação, em termos de sua biodiversidade.

Com os dados obtidos por meio do modelo utilizado é possível obter um conhecimento mais apurado com relação às variáveis do habitat e determinados fatores ambientais que se relacionam em função dos mecanismos de invasão do gênero de *Pteridium sp.*

Essas informações tornam-se de importante utilização no planejamento ambiental de áreas estratégicas para a conservação, no momento de se traçarem os planos de monitoramento, de erradicação e de mitigação dos impactos ocasionados pelo processo de invasão.

A aplicação do método do IAH, em associação à análise ambiental *in loco*, e às técnicas e ferramentas de Sensoriamento Remoto e dos Sistemas de

Informações Geográficas (SIG) foi preponderante na conjugação dos resultados, permitindo a aplicação de estratégias de manejo direcionadas à espécie em questão.

O modelo apresentou-se como simples e de vasta aplicabilidade em termos estruturais – porém com bases sólidas no que tange a uma escala espacial de análise da paisagem, possibilitando a sua utilização na tomada de decisão para as ações estratégicas de manejo e de planejamento ambiental da pteridófito invasora em pauta, notadamente pela implantação de medidas de gestão de habitats que sejam favoráveis à ocorrência da espécie.

Verificou-se ainda que o *Pteridium aquilinum* seleciona os ambientes de Mata de Galeria, Vereda e Campo Úmido em proporções superiores à respectiva disponibilidade dos micro habitats na área – e, embora estes sejam os habitats menos representativos na composição fitofisionômica da APA, são os mais sensíveis sob o ponto de vista ambiental. São locais onde as ações de monitoramento e de controle ambiental devem ser priorizadas em virtude de se constituírem habitats-chave para a sobrevivência da espécie invasora.

Para os parâmetros de uso e de ocupação do solo da APA relativos à pastagem, culturas agrícolas e antropização de áreas, associados às práticas de queimadas – correspondentes a cerca de 6.051 hectares –, demonstraram a necessidade de se proceder a recuperação das áreas degradadas da APA a fim de promover a sua recomposição florística.

Com relação ao solo analisado em laboratório, enquanto os dados de presença naquela parcela de solo pode ser confirmada pela análise de persistência dos indivíduos, ou da própria manifestação da incidência da invasão, o levantamento de ausências é caracterizado pela incerteza, não sendo totalmente correto inferir que a "ausência" da espécie se deva à falta de condições nutricionais do solo, necessários nestes locais.

De toda forma, a análise realizada para os solos de presença e pseudo-ausência da espécie invasora permitiu confirmar os dados da literatura científica quanto à preferência para a espécie por solos mais ácidos e pobres em nutrientes. Quanto à disponibilidade de água, o seu estabelecimento se dá em solos preferencialmente mais drenados como constatado *in loco* – porém, nos ambientes

mais encharcados típicos de vereda e zonas brejosas, o *Pteridium* se desenvolve nas bordas, onde a aeração do solo é menos comprometida.

As áreas de pastagem e cultura evidenciadas pelo estudo "Subsídios ao Zoneamento da APA Gama e Cabeça de Veado e Reserva da Biosfera do Cerrado", correspondem a 20, 57 km² do total da unidade. Com a metodologia aplicada neste estudo pode-se inferir que a alta incidência da espécie invasora mensurada pelo método, por meio do alto valor de Unidade de Habitat da espécie para este tipo de uso do solo, pode ocasionar a intoxicação de bovinos pela presença de alcaloides tóxicos na planta, caso não se realize um controle da planta nestas localidades (MARÇAL, 2002).

Um IAH alto nos ambientes de Vereda, Campos Úmidos e Mata de Galeria da espécie *P. aquilinum* indica, entre outros fatores, que pode haver contaminação do solo e dos cursos hídricos pelo componente carcinogênico da planta, por meio do processo de lixiviação. Este resultado é considerado um fator de risco ambiental – tanto para a saúde animal quanto para a saúde humana – a longo prazo e pode, a partir do modelo de espacialização de habitat aqui proposto, permitir a proposição de medidas para que esses danos sejam minimizados ou mesmo evitados.

Para uma maior confiabilidade na utilização do método para uma excelência na mensuração da Unidade de Habitat (UH) da área de estudo é recomendável que esta ferramenta passe por uma validação e pela replicação dos dados em campo. Tais procedimentos adicionais podem permitir avançar de forma mais sistematizada no conhecimento dos habitats preferenciais da espécie invasora, utilizando-se de técnicas aprimoradas de geoprocessamento que contemplem a totalidade das suas populações na área de interesse, de forma majoritária, senão, censitária, do *Pteridium*.

Para tanto, considera-se que ao permitir que o presente estudo contribua para o monitoramento e o controle da espécie *Pteridium aquilinum* na APA Gama e Cabeça de Veado, consequentemente também ajude a obter uma percepção geral dos potenciais impactos da espécie invasora nas demais áreas protegidas referentes à Estação Ecológica do Jardim Botânico de Brasília (EEJBB), Reserva Ecológica do IBGE e Fazenda Água Limpa da UnB, que integram a APA.

Tanto o UH quanto o IAH possibilitam ganhos ambientais ao auxiliarem no planejamento e na gestão territorial com a proposição de mitigação dos impactos ambientais negativos, decorrentes da incidência e da propagação de espécies com potencial invasor.

O registro do alto índice de espécies invasoras na APA Gama e Cabeça de Veado – 151 espécies – em relação às demais unidades de conservação do Distrito Federal, evidencia que as invasões biológicas no DF vêm ocorrendo de forma alarmante em modelos de categorias de áreas protegidas que muitas vezes não cumprem seus reais objetivos conservacionistas. A categoria APA pode ser incluída neste tipo de modelo, ao permitir de forma pouco criteriosa a expansão urbana desordenada em seus domínios.

Portanto, conclui-se que este estudo é necessário para que se obtenha um conhecimento mais amplo do potencial invasor e ecológico da espécie *Pteridium Aquilinum* em áreas de cerrado do Brasil Central e dos seus efeitos nos ecossistemas invadidos.

O conjunto das técnicas de erradicação da espécie - física, química e mecânica - já conhecidas, aliadas ao conhecimento das preferências de habitat por meio do cálculo da Unidade de Habitat das áreas de cerrado, em unidade de conservação, pode ainda ser eficaz para o controle e a erradicação das espécies invasoras nesses locais.

Por fim, deduz-se pelos resultados aqui obtidos, que os modelos e metodologias de campo empregados neste trabalho, em consonância com os preceitos desenvolvidos pelo United States Fish and Wildlife Service (USFWS, 1981) para o Índice de Adequabilidade do Habitat – IAH, da espécie invasora herbácea - *Pteridium aquilinum* - na APA Gama e Cabeça de Veado - DF, podem também ser verificados em outras unidades de conservação – inclusive nas de proteção integral da biodiversidade do bioma Cerrado –, possibilitando desta maneira o mapeamento das áreas de preferência ecológica da espécie para um manejo mais adequado de seu potencial invasor.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ATKINSON T.P. **Seasonal and altitudinal variation in *Pteridium aquilinum* (L.) Kunh: fornd and stand types.** New Phytology 113: 359-365, 1989.

BARBOSA SILVA, D. **Distribuição de espécies de Melastomataceae Juss. Ao longo de um gradiente entre três fisionomias contíguas do bioma Cerrado na estação ecológica de Águas Emendadas (Planaltina - DF).** Brasília. 2007. 83p. Dissertação de Mestrado. Universidade de Brasília, Brasília, 2007.

BENNETT, A. F. **Linkages in the landscape: the role of corridor and connectivity in wildlife conservation.** Cambridge: IUCN – The World Conservation Union, 1999.

BRASIL. Lei Federal (2000). **Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza - SNUC – Lei nº 9.985.** Brasília, DF : MMA/SBF, 2002. 52 p.

Brasil. Ministério do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal. **Primeiro relatório nacional para a Convenção sobre Diversidade Biológica:** Brasil. Brasília, 1998. 283 p.

BROOKS, D.B. – **Water Demand Management: Conceptual Framework and Policy Implementation – Planning Workshop:** Water Demand Management Research Networking in Africa and Middle East, Cairo, Egypt, 1997.

CAMPOS, J. B., TOSSULINO, M. G. P. & MÜLLER, C. R. C. (Org.). **Unidades de conservação: ações para valorização da biodiversidade.** Curitiba: Instituto Ambiental do Paraná, 2006.

CAPINHA, C. **Modelação espacial da adequabilidade de habitat a espécies invasoras: o *Carpobrotus edulis* em terreno não dunar.** Finisterra, 43(86): 53-68, 2008.

CAPINHA, C. **A modelação da intensidade solar e eólica da região de Leiria como ferramenta de apoio ao ordenamento e à competitividade territorial.** In Sousa A, Serrador H, Santos JV (ed.) 4º Congresso Região de Leiria: Inovação e Oportunidades. Jorlis Edições e Publicações, Leiria: 259-263, 2007.

Conservação da Diversidade Biológica - C.D.B. - Decisão VI/23, s.d. Disponível em: <<http://www.biodiv.org/decisions/default.aspx?dec=VI23>>. Acesso em 10 mar. 2012.

Conservação da Diversidade Biológica - C.D.B. - Artigo 8h, s.d. Disponível em: <<http://www.biodiv.org/convention/articles.shtml?a=cbd-08>>. Acesso em 10 mar. 2012.

Conservação da Diversidade Biológica - C.D.B. - Decisão VI/23. s.d. Disponível em: <<http://www.biodiv.org/decisions/default.aspx?dec=VI/23>>. Acesso em 15 mar. 2012.

COOPERRIDER, A.Y., Habitat Evaluation Systems. In: Cooperrider, A. Y.; Boyd, R. J.; Stuart, H. R. **Inventory and Monitoring of Wildlife Habitat**. U.S. Dept. Inter., Bur. Land Manage. Service Center. Denver, CO. P.757 – 776, 1986.

DEN-ouden, D., **The role of bracken (*Pteridium aquilinum*) in forest dynamics**. Neetherlands: Wageningen University. [PhD Thesis], 2000.

DISTRITO FEDERAL. **Zoneamento Ecológico Econômico do Distrito Federal/ZEE-DF**. Disponível em: <<http://www.zee-df.com.br/>>. Acesso em 12 jun. 2012.

ELLIS, J. A., J. N. BURROUGHS, M. J. Armbruster, D. L. Hallett, P. A. Korte, and T. S. Baskett. **Appraising four field methods of terrestrial habitat evaluation**. Trans. N. Amer. Wildl. and Natur. Resour. Conf. 44: 369-379, 1979.

ENGLER R., GUISAN A., RECHSTEINER L. **An improved approach for predicting the distribution of rare and endangered species from occurrence and pseudo-absence data**. Journal of Applied Ecology, 41 (22): 263-274., 2004.

ESPINDOLA, M. B.; BECHARA, F. C.; BAZZO, M.S.; REIS, A. **Recuperação ambiental e contaminação biológica: aspectos ecológicos e legais**. Biotemas.18, p. 27 - 38., 2005.

FELFILI, J. M.; FAGG, C. W.; SILVA, J. C. S. da; OLIVEIRA, E. C. L. de; PINTO, J. R.R.; SILVA JÚNIOR, M. C. da; RAMOS, K. M. O. **Plantas da APA Gama e Cabeça de Veado: espécies, ecossistemas e recuperação**. Brasília, DF: Universidade de Brasília, 52 p., 2002.

FELFILI, J. M., Santos, A A B. ; Sampaio, J. C. **Flora e Diretrizes ao Plano de Manejo da APA Gama e Cabeça de Veado**. Brasília: Universidade de Brasília – Departamento de Engenharia Florestal, 2004.

FELFILI, J. M., Santos, A A B. ; Sampaio, J. C. (2004). **Flora e Diretrizes ao Plano de Manejo da APA Gama e Cabeça de Veado**. Brasília: Universidade de Brasília – Departamento de Engenharia Florestal.

FERNANDEZ, F. A. S. Efeitos da fragmentação de ecossistemas: a situação das Unidades de Conservação. In: IV CONGRESSO BRASILEIRO DE UNIDADES DE CONSERVAÇÃO, **Anais...** Curitiba: UNILIVRE, v.1, p. 48-68, 1997.

FILGUEIRAS, Tarcisio S. Mar de Capins: Gramíneas em Cafuringa. In: **APA de Cafuringa – a última fronteira natural do DF**. Secretaria de Meio Ambiente e Recursos Hídricos. Brasília – DF: Semarh, 2006.

FONSECA, G.A.B. & KENT, J. Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature*, 403:853-858, 2005.

FORMAN, R. T. T. **Land mosaics : the ecology of landscapes and regions.** Cambridge: Cambridge University Press, 632 p., 1995.

GARCÍA, L. A. Y M. ARMBRUSTER . **A decision support system for evaluation of wildlife habitat.** *Ecological Modelling*, 102: 287-300, 1997.

GONDELLES, R. Significado de las áreas bajo régimen de administración especial y situación en Venezuela. In: TALLER INTERNACIONAL SOBRE ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS. **Anais...** Merida, Venezuela: CIDIT/OEA, p.30-45, 1991.

GUIBAN A. **Predictive habitat distribution models in Ecology.** *Ecological Modelling*, 135 (2): 147 - 186, 2006.

Ghorbani, J. A., Le Duc M.G., McAllister H.A. et al. **Effects of the litter layer of Pteridium aquilinum on seed banks under experimental restoration.** *Appl. Veg. Sci.*, 9: 127 - 136, 2006.

HASTINGS, A., CUDDINGTON, K., DAVIS, K., DUGAW, C., ELMENDORF, C., e Freestone, S. **The spatial spread of invasions.** *Ecology Letters*, 8:91{101, 2005.

HEDGPETH, J.W. **Foreign invaders.** *Science* v. 261, p. 34-35, 1993.

HOOPEES, M. F. ; HARRISON, S. Metapopulation, source-sink and disturbance dynamics. In: SUTHERLAND, W. J. (Ed.). **Conservation Science And Action.** Oxford: Black-well Science Ltd., p.135-151, 1998.

HOROWITZ, C.; MARTINS, C. R.; SCARPONI, T. M. **Espécies exóticas arbóreas, arbustivas e herbáceas que ocorrem nas zonas de uso especial e de uso intensivo do Parque Nacional de Brasília.** Brasília, DF. Ibama, 2007.

INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS. **Efetividade de Gestão das Unidades de Conservação Federais do Brasil..** – Brasília: Ibama, WWF-Brasil, 96 p, 2007.

KLINK, C.A.; MACHADO, R. B. **A conservação do Cerrado brasileiro.** *Megadiversidade*. 1 (1): 147-155, 2005.

LAUVER, C. L., W. H. BUSBY Y J. L. WHISTLER. **Testing a GIS model of habitat suitability for a declining grassland bird.** *Environmental Management*, 30 (1): 88-97. 2002.

MACK, R.N.; SERLOFF, D.; LONSALE, W.M.; EVANS, H.; CLOUT, M. e BAZZAZ, F.A. **Biotic Invasions: causes, epidemiology, global consequences and control.** *Issues in Ecology* n.5. 2000

MARCHANTE, H. (2001) **Invasão dos ecossistemas dunares portugueses por Acácia: uma ameaça para a biodiversidade nativa**, Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra para obtenção do grau de Mestre em Ecologia.

MARÇAL, S. W. **Aspectos clínicos clínicos-epidemiológicos da toxidez da samambaia em bovinos**. Ciência Veterinária nos Trópicos, Recife, v.5, n. 2/3, p. 61-69, maio/dezembro, 2002.

MARRS, RH., LE-DUC, MG., MITCHELL, RJ., GODDARD, D., PATERSON, S. and PAKEMAN, RJ., 2000. **The ecology of bracken: its role in succession and implications for control**. Annals of Botany, vol. 85, no. B, p. 3-15

MARRS, R. H. & WATT, A. S. 2006. **Ecological Flora of the British Isles: Pteridium aquilinum (L.) Kuhn**. Journal of Ecology, 94: 1272 - 1321, 2006.

MARTINS, C. R.; HAY, JOHN DU VALL; VALLS, JOSÉ F. M.; LEITE, LAÉRCIO L.; HENRIQUES, RAIMUNDO P. B. Levantamento das gramíneas exóticas do Parque Nacional de Brasília, Distrito Federal, Brasil. Natureza e Conservação, v. 5, nº. 2, outubro, 2007. p. 23-30.

MATOS, D.M.S. & PIVELLO, V. R. 2009. O impacto das plantas invasoras nos recursos naturais de ambientes terrestres: alguns casos brasileiros. Ciência e Cultura (SBPC), v. 61, p. 27-30, 2009.

MEIRELLES M. L. et. al. **Espécies do estrato herbáceo e altura do lençol freático em áreas úmidas do Cerrado (Planaltina - DF)**. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados. 2002b. 19p.

MENDONÇA, R.C., FELFILI, J.M., WALTER, B.M.T., SILVA JÚNIOR, M.C., REZENDE, A.V., FILGUEIRAS, T.S., NOGUEIRA, P.E. & FAGG, C.W. 2008. **Flora vascular do bioma Cerrado: um checklist com 12.356 espécies**. In **Cerrado: ecologia e flora**. (S.M. Sano, S.P. Almeida & J.F. Ribeiro, eds.). Embrapa Cerrados/Embrapa Informação Tecnológica, Brasília v.2. p.421-1279

MILANO, M.S; RIZZI, N.E. e; KANIAK, V. C. **Princípios básicos de manejo e administração de áreas silvestres**. Curitiba: ITCF, 1986. 55 p.

MILLER, K.R. Evolução do conceito de áreas protegidas: oportunidades para o século XXI. In: IV CONGRESSO BRASILEIRO DE UNIDADES DE CONSERVAÇÃO. **Anais...** Curitiba: IAP/Unilivre/RNPUC, 1997. v.1, p.3-21.

MILLER, K.R. The natural protected areas of the world. In: WORLD CONGRESS ON NATIONAL PARKS, 3., (Bali, Indonesia, 1982). **Anais...** Washington, DC: IUCN/Smithsonian Institution Press, 1984. p. 20-23.

Miranda, G. H. B. de e Faria, D. S. de. 2001. **Ecological aspects of black-pinellated marmoset (*Callithrix penicillata*) in the cerrado and dense cerrado of the Brazilian Central Plateau.** Braz. J. Biol. 61(3): 397–404.

Moody, M.E. & R.N. Mack. 1988. Controlling the spread of plant invasions: The importance of nascent foci. *Journal of Applied Ecology* 25: 1009-1021.

MÜLLER, A. C. **Manejo de Áreas Silvestres (1ª parte).** Curitiba: UFPR, 1973.

MYERS, N., MITTERMEIER, R.A., MITTERMEIER, C.G., FONSECA, G.A.B. & KENT, J. 2005. **Biodiversity hotspots for conservation priorities.** *Nature*, 403:853-858.

MYERS, N., MITTERMEIER, R.A., MITTERMEIER, C.G., MENDONÇA, R.C., FELFILI, J.M., WALTER, B.M.T., SILVA JÚNIOR, M.C., REZENDE, A.V., FILGUEIRAS, T.S., NOGUEIRA, P.E. & FAGG, C.W. **Flora vascular do bioma Cerrado: um checklist com 12.356 espécies.** *In Cerrado: ecologia e flora.* (S.M. Sano, S.P. Almeida & J.F. Ribeiro, eds.). Embrapa Cerrados/Embrapa Informação Tecnológica, Brasília v.2. p.421-1279, 2008.

MYERS, N., MITTERMEIER, R.A., MITTERMEIER, C.G., FONSECA, G.A.B. & KENT, J. 2005. **Biodiversity hotspots for conservation priorities.** *Nature*, 403:853-858.

PAKEMAN, R.J.; THWAITES, R.H.; LE DUC, M.G.; MARRS, R.H. **The effects of cutting and herbicide treatment on *Pteridium aquilinum* encroachment.** *Appl. Veg. Science*, V.S., p. 203-212, 2002.

PETERSON, A. T., and K. P. COHOON. 1979. **Sensitivity of distributional prediction algorithms to geographic data completeness.** *Ecological Modelling*. 117: 159-164.

Peterson A, Vieglais A (2001) **Predicting species invasions using ecological niche modeling: new approaches from bioinformatics attack a pressing problem.** *Bioscience*, 51 (5): 363-371.

PIVELLO. CAMPOS. J. B.; RODRIGUES. L. S. R. **Eliminação de Espécies Exóticas nas Unidades de Conservação Estadual do Paraná.** In: CAMPOS, J. B., TOSSULINO, M. conservação: ações para valorização da biodiversidade. Curitiba: Instituto Ambiental do Paraná, p. 120-125, 2006.

PIVELLO VR (2011) **Invasões Biológicas no Cerrado Brasileiro: Efeitos da Introdução de Espécies Exóticas sobre a Biodiversidade.** *ECOLOGIA.INFO* 33

PIVELLO, V.R. Invasões biológicas no Cerrado Brasileiro: efeitos da introdução de espécies exóticas sobre a Biodiversidade. *Ecologia. Info* 33, 2009. Disponível em: <www.ecologia.info> Acesso em: 20 fev. 2012

PIVELLO, V. R. **Invasões biológicas no Cerrado brasileiro: efeitos da introdução de espécies exóticas sobre a biodiversidade.** *Ecologia Info*, v.33, 2005.

PRIMACK, R.; ROZZI, R.; FEISINGER, P.; DIRZO, R.; MASSARDO, F. **Fundamentos de Conservación Biológica, Perspectivas Latinoamericanas.** Fondo de Cultura Económica, México. 797 pp.

Pysek. **On the terminology used in plant invasion studies.** *In*: Pysek, P., Prach, K., Rejmanek, M. & Wade, M. (eds.) *Plant Invasions*. SPB Academic Publ., Amsterdam. Pp. 71–81, 1995

Richardson, D.M., Pysek, P., Rejmanek, M., Barbour, M.G., Panetta, D. & West, C.J. **Naturalization and invasion of alien plants: concepts and definitions.** *Diversity and Distributions* v. 6, p. 93–107, 2000.

RODRIGUES, F. H. G.; HASS, A.; REZENDE, L.M.; PEREIRA, C.S.; FIGUEIREDO, C.F; LEITE, B.F.; FRANÇA, F.G.R. 2002. **Impacto de rodovias sobre a fauna da Estação Ecológica de Águas Emendadas, DF.** III CONGRESSO BRASILEIRO DE UNIDADES DE CONSERVAÇÃO. Anais... Fortaleza, CE: Rede Nacional Pró- Unidades de Conservação, FBPN, Associação Caatinga, p. 585-593.

ROCHA, D. M. S.; BARBOSA-SILVA, D.; BUCCI, F. F. B. **Espécies introduzidas e exóticas.** *In*: **ÁGUAS EMENDADAS.** Org.: FONSECA, F. O. Brasília, DF: Seduma, 2008.

Sakai A Allendorf F, Holt J, Lodge D, Molofsky J, With A, Baughman S, Cabin J, Cohen J, Ellstrand N, Mccailey D, O'Neil P, Parker I, Thompson J, Weller S (2001). **The population biology of invasive species.** *Annual Review of Ecology and Systematics*, 32: 305-332.

SILVA, Juliana Silvestre. **Diversidade alfa, florística e fitossociologia na ARIE do Cerradão, na APA Gama e Cabeça de Veado, DF.** 2009. 126 f. Dissertação (Mestrado em Botânica) - Universidade de Brasília, Brasília, 2009.

SILVA, U.S.R.; MATOS, D.M.S. **The invasion of *Pteridium aquilinum* and the impoverishment of the seed bank in fire prone areas of Brazilian Atlantic Forest.** *Biodivers. Conserv.*; v.15, p. 3035-3043, 2006.

SHEIL, D. **Conservation and biodiversity monitoring in the tropics: realities, priorities, and distractions.** *Conservation Biology*, v. 15, p.1179-1182, 2001.

TEIXEIRA Jr., Armando de Queiroz. **Procedimentos para avaliação de habitat para o cerrado brasileiro na área do Jardim Botânico de Brasília - DF para as espécies *dendropsophus minutus* e *anolis meridionalis*.** 2011. 43 f. Dissertação (Mestrado em Planejamento e Gestão Ambiental) – Universidade Católica de Brasília, Brasília, 2011.

TURNAU, K.; KOTTKE, I. & OBERWINKLER, F. **Element localization in mycorrhizal roots of *Pteridium aquilinum* (L.) Kuhn collected from experimental plots treated with cadmium dust.** *New Phytol.*, v.123, p.313-324, 1993.

TURNER, I. M., 1996, **Species loss in fragments of tropical rain forests: a review of the evidence.** *J. Appl. Ecol.*, 33: 200-209.

UNESCO. **Subsídios ao zoneamento da APA Gama-Cabeça de Veado e Reserva da Biosfera do Cerrado: caracterização e conflitos socioambientais.** – Brasília : UNESCO, MAB, Reserva da Biosfera do Cerrado, 2003. 176p.

U.S. Fish and Wildlife Service. **Standards for the development of habitat suitability index models for use in the habitat evaluation procedure.** Division of Ecological Services Manual 103. Washington, DC: U.S. Fish and Wildlife Service, 1981.

United States of Fish and Wildlife Service - USFWS. **Habitats a Basis for Environmental Assessment 101 ESM.** Washington-DC: USFWS - Unites State Fish and Wildlife Service Departament os Interior., 1980. Disponível em <<http://www.fws.gov/policy/ESM101.pdf>>. Acesso em 20 jan. 2012

_____. **Habitat Evaluation Procedures (HEP) 102 ESM.** Washington - DC: USFWS - Unites State Fish and Wildlife Service Departament os Interior., 1980. Disponível em < <http://www.fws.gov/policy/ESM102.pdf> >. Acesso em 15 abr. 2012.

_____. **Standards for the Development of Habitat Suitability Index Models 103 ESM.:** USFWS - Unites State Fish and Wildlife Service Departament os Interior., 1981. Disponível em < <http://www.fws.gov/policy/ESM103.pdf> >. Acesso em 10 abr. 2012.

VALERY, L; FRITZ, H; LEFEUVRE, J. C., SIMBERLOFF, D. **In search of a real definition of the biological invasion phenomenon itself.** *Biological invasion*, v.10, n.8, p.1345-1351, 2008.

VÁZQUEZ, D.P. e ARAGON, R. (eds.). **Biological Invasions in Southern South America: a First Sptep towards a Synthesis.** *Biological Invasions (Special Issue)*, 4 (1-2). 209 pp. 2002.

VIGILATO, G.; Zampar, R.. **Susceptibilidade das zonas de recuperação de uma unidade de conservação à invasão biológica por espécies arbóreas exóticas.** *SABIOS-Revista de Saúde e Biologia*, América do Norte, 6 9 12 2011.

WILLIAMSON, M. 1996. **Biological invasions.** Chapman & Hall, London, UK;

WILLIAMSON, M; FITTER, A. **The characters of successful invaders.** *Biol. Conserv.*, v.78,p.163-170,1996a.

ZILLER, S. **Espécies exóticas invasoras em unidades de conservação.** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE UNIDADES DE CONSERVAÇÃO, 4., 2004, Curitiba.

Anais...Curitiba: Rede Pró-Unidades de Conservação/Fundação O Boticário de Proteção à Natureza, 2004. p.74-77.

ZILLER, S. **Espécies exóticas da flora invasoras em unidades de conservação.** In: CAMPOS, J.B.: TOSSULINO, M. de G. P.; MULLER, C.R.C. (org.). Unidades de Conservação: ações para valorização da Biodiversidade. Curitiba: Instituto Ambiental do Paraná, p. 34-52., 2006.

ZILLER, S.R. **Plantas exóticas invasoras: a ameaça da contaminação biológica.** Ciência Hoje. v.178, p. 77-79, 2001.

GLOSSÁRIO

Filo Pteridophyta - Os filios são os agrupamentos mais elevados geralmente aceites em cada um dos Reinos em que os seres vivos foram divididos, tendo em conta os seus traços evolutivos e a sua estrutura e ancestralidade. Cada filo representa o agrupamento mais alargado geralmente aceite de seres vivos que partilham certas características evolutivas comuns. O **Filo Pteridophyta** compreende às pterófitas, conhecidas também como filicíneas, correspondentes às samambaias e avencas. Tais espécies vivem em ambientes úmidos e sombreados e podem ser epífitas, aquáticas ou possuírem caules aéreos.

Fitofisionomia - Em cada bioma há um tipo de vegetação (fitofisionomia) predominante, que ocupa a maior parte da área, e que é determinada em primeiro lugar pelo clima. Outros tipos de vegetação também são encontrados, e a sua ocorrência está associada a eventos temporais (tempos geológico e ecológico) e variações locais, como aspectos físicos e químicos do solo, paisagem, relevo e topografia.

Folhas bipinadas - Folhas bipinadas são folhas duplamente pinadas, ou seja, os folíolos – subdivisões das folhas das plantas vasculares – são também compostos. Cada porção do folíolo pinado recebe o nome de foliólulo.

Frondes - Em botânica designam-se frondes às folhas verdes e geralmente compostas das samambaias e das palmeiras.

Hot spots - Designa, geralmente, uma determinada área de relevância ecológica por possuir vegetação diferenciada da restante e, conseqüentemente, abrigar espécies endêmicas. Os hotspots de biodiversidade estão identificados pela Conservation International (CI), que se refere a 34 áreas de grande riqueza biológica em todo o mundo que são alvo das atividades de conservação da CI. Segundo esta organização, ainda que a área correspondente a estes habitats naturais ascenda apenas a 1,4% da superfície do planeta, concentra-se aí cerca de 60% do património biológico do mundo no que diz respeito a plantas, aves, mamíferos,

répteis e espécies anfíbias. Numa conferência de imprensa recente, a CI actualizou a lista com nove hotspot de biodiversidade. Esta lista inclui a cordilheira dos Himalaias, bem como a nação insular do Japão.

Pinas ferrugíneas - Folhas que contêm a cor da ferrugem. De cor escura.

Pinas glabras - Quando as folhas ou folíolos se apresentam desprovidos de tricomas (pêlos, pubescência).

Pinas lanuginosas - Que tem a natureza da lã. Coberto de lanugem ou penugem.

Pinas lobadas - Recortes profundos que, no entanto, são menores que a metade do semilimbo – metade da parte essencial da folha e caracteriza-se, em geral, por ser uma *superfície plana e ampla*, sendo esta uma lâmina verde, sustentada pelas nervuras, onde possibilita uma maior área possível para a captação de luz solar e do gás carbônico –, podendo ser *bilobada, trilobada, multilobada, palmatilobada* ou *pinatilobada*.

Planta rizomatosa - Espécie vegetal que se propaga por meio de rizomas.

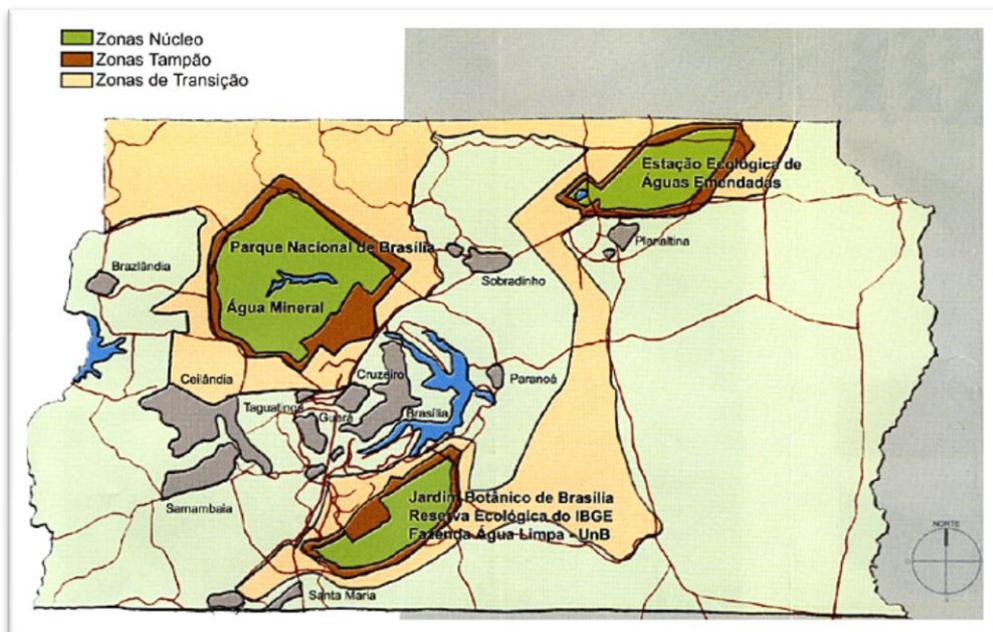
Pool gênico - O conceito de pool gênico foi proposto por Harlan e Wet (1971) numa tentativa de ser um guia prático para o relacionamento entre as espécies cultivadas e espécies aparentadas. Os diferentes genótipos que fazem parte de um germoplasma são classificados pela facilidade de hibridação, ou seja, na facilidade de troca de genes entre eles. É definido, pois, como a soma total de todos os alelos (pares de cromossomos-irmãos) diferentes nos membros reprodutivos de uma população em determinada época.

Reserva da Biosfera do Cerrado - Fase I - A Reserva da Biosfera do Cerrado, que teve até o presente definidas três fases que se situam em regiões do Distrito Federal e dos estados de Goiás, Tocantins, Maranhão e Piauí. O bioma Cerrado, por força das formas de exploração agrícola e pecuária de forte impacto ambiental, e de baixa capacidade de geração de emprego e renda, já apresenta uma grande perda de sua

diversidade biológica riquíssima, combinada a um conjunto de paisagens preciosas, que precisa ser conservado.

O escopo maior de seus trabalhos é a implantação do desenvolvimento sustentável nas regiões da Reserva da Biosfera. Também privilegia a conservação dos remanescentes ainda intocados de Cerrado, a recuperação de áreas alteradas e de corredores ecológicos já fortemente degradados, com perdas importantes de solo e de ricas aguadas, que, em algumas regiões, vêm ameaçadas, já, a sua perenidade. A declaração da fase I da Reserva, que se circunscrevia ao território do Distrito Federal, data de 1994. Seu Comitê Distrital, depois de um início de poucas iniciativas, vem, nos últimos anos, conduzindo sua implantação, de maneira efetiva. Trabalha em consonância com um plano de ação, por ele elaborado, para a implantação do segmento da Reserva da Biosfera do Cerrado no quadrilátero do Distrito Federal.

A da segunda fase, de outubro de 2000. Seu Comitê Estadual está, já, em atividade, contando com um elenco de temas para desenvolver as primeiras iniciativas para a sua implantação. O Governo do Estado as produziu em trabalho conjunto com os governos dos municípios goianos da Reserva, e de parcelas da sociedade envolvidas com o desenvolvimento da Região Nordeste de Goiás. Com a aprovação da fase III, em setembro de 2001, a COBRAMaB apoiou a formação do Conselho da Reserva da Biosfera, restando que se trabalhe a criação dos Comitês Estaduais do Tocantins, do Maranhão e do Piauí.



Detalhe da Reserva da Biosfera do Cerrado

Fonte: < www.semarh.df.gov.br >

Rizóforos - O rizóforo é um tipo de caule com crescimento vertical orientado para cima (geotropismo positivo), produzido por algumas plantas além do seu eixo caulinar "normal". Um sistema de rizóforos pode auxiliar a sustentação ou estabilização da planta, ou aumentar a capacidade de exploração do solo adjacente.

Rizoma - Rizomas são caules subterrâneos com capacidade para armazenar nutrientes, composto por gemas, nós ou escamas. As plantas rizomatosas, como as das samambaias, crescem formando touceiras que devem ser separadas periodicamente para limpeza do canteiro e produção de novas mudas. Na produção de mudas, corta-se um pedaço do rizoma contendo duas ou três gemas e replanta-se.

Ruderal - (do latim: *runderis*; "entulho") é a designação dada em ecologia às comunidades vegetais que se desenvolvem em ambientes fortemente perturbados pela ação humana, como cascalheiras, depósitos de entulho, aterros, aberturas de caminhos e espaços similares. Por extensão, designam-se por "*plantas ruderais*", ou por "*vegetação ruderal*", as espécies e as comunidades vegetais típicas desses ambientes

Serrapilheira - É a camada formada pela deposição e acúmulo de matéria orgânica morta em diferentes estágios de decomposição que reveste superficialmente o solo ou o sedimento aquático. É a principal via de retorno de nutrientes ao solo ou sedimento.

Unidade de Conservação de Uso Direto ou Sustentável - É aquela cujo objetivo básico é promover e assegurar o uso sustentado do ambiente. Dividem-se em 7 (sete) categorias básicas:

- ❖ **Área de Proteção Ambiental (APA)** - Área de domínio público e privado, sob administração pública, com o objetivo de proteger recursos hídricos e bacias hidrográficas, preservar belezas cênicas e atributos culturais relevantes, criar condições para o turismo ecológico, incentivar o desenvolvimento regional integrado, fomentar o uso sustentado do ambiente e servir de zona tampão para as categorias mais restritivas. Os objetivos específicos do manejo e as restrições de uso dos recursos naturais são estabelecidos no ato legal de

criação da APA, compatibilizando o desenvolvimento socioeconômico com as necessidades de conservação.

- ❖ **Floresta Nacional, Distrital, Estadual e Municipal** - Área de domínio público, com cobertura vegetal predominantemente nativa, com uso múltiplo dos recursos, e produção sustentável de madeira e outros produtos florestais, manejo de fauna silvestre, recreação, proteção de recursos hídricos, e área tampão para as categorias mais restritivas.
- ❖ **Reserva Extrativista** - Área natural ou pouco alterada, de domínio público, ocupada por grupos extrativistas que tenham como fonte de sobrevivência a coleta de produtos da biota nativa e que a realizem segundo formas tradicionais de exploração, conforme planos de manejo preestabelecidos.
- ❖ **Reserva de Fauna** - Área de domínio público ou privado, que abriga populações de espécies da fauna nativa, com potencial para o uso sustentado de produtos de origem animal, mediante manejo cientificamente conduzido, sob fiscalização governamental. Também destina-se à educação ambiental e a recreação em contato com a natureza.

Unidade de Conservação de Uso Indireto ou de Proteção Integral - É aquela cujo objetivo básico é a preservação ambiental permitindo, tão somente, o uso indireto do ambiente, salvo as exceções legais. Dividem-se em 6 (seis) categorias básicas:

- ❖ **Parque Nacional, Estadual, Distrital e Municipal** - Unidade administrada pelo Poder Público, tendo como objetivo básico a preservação de ecossistemas naturais, a realização de pesquisas científicas, de atividades de educação ambiental, de recreação e contato com a natureza e de turismo ecológico.
- ❖ **Reserva Biológica** - Área destinada à preservação integral da biota, administrada pelo Poder Público, sem interferência humana direta, cuja superfície varia em função do ecossistema ou das espécies a serem preservadas. O acesso público é restrito à pesquisa científica e a educação ambiental.
- ❖ **Monumento Natural** - Sítio de características naturais raras ou de grande beleza cênica, de significância em nível nacional, estadual ou municipal, administrados pelo Poder Público, com tamanho dependendo do recurso natural em questão. Destina-se a atividades de educação ambiental, recreação e pesquisas.
- ❖ **Estação Ecológica** - Área representativa de um ecossistema, destinada à realização de pesquisas, à proteção do ambiente natural e à educação ambiental, permitindo alteração antrópica para realização de pesquisa

científica em até 5% da área. As áreas compreendidas em seus limites devem ter domínio público.

- ❖ **Refúgio de Vida Silvestre** - Área de domínio público ou privado, com o objetivo de garantir, por meio de manejo específico, a preservação de espécies ou populações migratórias ou residentes.
- ❖ **Reserva Particular de Patrimônio Natural (RPPN)** – Área particular, com objetivo de preservação do ambiente natural, gravada com perpetuidade, sem implicar em desapropriações, sob a fiscalização governamental.

Zona de Preservação da Vida Silvestre (ZPVS) - De acordo com o Decreto Distrital nº 9.417 de 21 de abril de 1986 que Cria a Área de Proteção Ambiental das bacias dos córregos Gama e Cabeça de Veado, o zoneamento ambiental da APA fica subdividido em Zona de Preservação da Vida Silvestre (ZPVS) e Zona Tampão (ZT). A ZPVS tem por objetivo a preservação dos ecossistemas naturais da biota nativa inclusive das espécies raras ou ameaçadas de extinção na região, as coleções hídricas e demais recursos naturais existentes, já a ZT objetiva o disciplinamento da ocupação das áreas que contornam a Zona de Vida Silvestre, visando garantir que atividades nestas áreas não venham a ameaçar ou comprometer a preservação dos ecossistemas, biota e demais recursos naturais da Zona da Vida Silvestre.

Anexos - Amostras de solo da APA Gama e Cabeça de Veado, Brasília - DF



SOLOQUIMICA Analises de Solo Ltda.

Análises Físico-químicas de Solo, Folha, Adubo, Ração,
Corretivo, Água, Sal Mineral, Meio Ambiente
e Análises Sedimentométricas.

CRS 511 - Bloco B - Nº 49
CEP 70361-520 - Brasília-DF
Tel: (61) 3346-3611
Tel/Fax: (61) 3346-1622
Cel: (61) 8124-3067 | 8124-3411
www.soloquimica.com.br
contato@soloquimica.com.br

Av. Expedito Garcia - Nº 50 - Sala 202
CEP 29146-200 - Canaieira-ES
Tel: (27) 3396-0506
Tel/Fax: (27) 3090-0506
Cel: (27) 8144-9403



RONALDO SOARES SALGADO
BRASÍLIA - DF

APA GAMA E CABEÇA DE VEADO
05.06.2012 - 461

AUSÊNCIA DE PTERIDIUM - SP

PARÂMETROS ANALISADOS

COMPOSIÇÃO GRANULOMÉTRICA

Argila, g/kg	x
Areia, g/kg	x
Silte, g/kg	x
COMPLEXO SORTIVO	
pH em H ₂ O, sem unidade	5,5
pH em KCl, sem unidade	x
FÓSFORO - P, em mg/dm ³ = ppm	0,6
CÁLCIO - Ca, em cmol _c /dm ³ = mE/100mL	0,5
MAGNÉSIO - Mg, em cmol _c /dm ³ = mE/100mL	0,2
POTÁSSIO - K, em cmol _c /dm ³ = mE/100mL	0,12
SÓDIO - Na, em cmol _c /dm ³ = mE/100mL	0,02
ALUMÍNIO - Al, em cmol _c /dm ³ = mE/100mL	1,7
ACIDEZ (H + Al), em cmol _c /dm ³ = mE/100mL	4,6
SOMA DAS BASES, em cmol _c /dm ³ = mE/100mL	0,84
CTC ou T, em cmol _c /dm ³ = mE/100mL	5
SATURAÇÃO por BASES - V, em %	15
SATURAÇÃO por ALUMÍNIO - m, em %	67
SATURAÇÃO com SÓDIO - ISNa, em %	0,4
CARBONO ORGÂNICO - C, em g/kg	14,8
NITROGÊNIO ORGÂNICO - C, em g/kg	x
MATÉRIA ORGÂNICA - MO, em g/kg	25,5
MICRONUTRIENTES	
BORO DISPONÍVEL - B, em mg/dm ³ = ppm	x
COBRE DISPONÍVEL - Cu, em mg/dm ³ = ppm	x
FERRO DISPONÍVEL - Fe, em mg/dm ³ = ppm	x
MANGANÊS DISPONÍVEL - Mn, em mg/dm ³ = ppm	x
ZINCO DISPONÍVEL - Zn, em mg/dm ³ = ppm	x
ENXOFRE DISPONÍVEL - S, em mg/dm ³ = ppm	x

Paulo Cesar

CRQ 12ª REGIÃO 12100079



SOLOQUIMICA Analises de Solo Ltda.

Análises Físico-químicas de Solo, Folha, Adubo, Ração,
Corretivo, Água, Sal Mineral, Meio Ambiente
e Análises Sedimentométricas.

CRS 911 - Bloco B - Nº 49
CEP 70361-520 - Brasília-DF
Tel: (61) 3346-3611
Tel/Fax: (61) 3346-1622
Cel: (61) 8124-9087 | 8124-3411
www.soloquimica.com.br
contato@soloquimica.com.br

Av. Expedite Garcia - Nº 50 - Sala 202
CEP 29146-200 - Cariacica-ES
Tel: (27) 3398-0506
Tel/Fax: (27) 3080-0506
Cel: (27) 8144-9403



RONALDO SOARES SALGADO
BRASÍLIA - DF

APA GAMA E CABEÇA DE VEADO
05.06.2012 - 461

PRESENÇA DE PTERIDIUM - SP

PARÂMETROS ANALISADOS

COMPOSIÇÃO GRANULOMÉTRICA

Argila, g/kg	X
Areia, g/kg	X
Silte, g/kg	X

COMPLEXO SORTIVO

pH em H ₂ O, sem unidade	5,7
pH em KCl, sem unidade	X
FÓSFORO - P, em mg/dm ³ = ppm	0,4
CÁLCIO - Ca, em cmol _c /dm ³ = mE/100mL	0,3
MAGNÉSIO - Mg, em cmol _c /dm ³ = mE/100mL	0,1
POTÁSSIO - K, em cmol _c /dm ³ = mE/100mL	0,1
SÓDIO - Na, em cmol _c /dm ³ = mE/100mL	0,02
ALUMÍNIO - Al, em cmol _c /dm ³ = mE/100mL	0,3
ACIDEZ (H + Al), em cmol _c /dm ³ = mE/100mL	4,3
SOMA DAS BASES, em cmol _c /dm ³ = mE/100mL	0,52
CTC ou T, em cmol _c /dm ³ = mE/100mL	5
SATURAÇÃO por BASES - V, em %	11
SATURAÇÃO por ALUMÍNIO - m, em %	37
SATURAÇÃO com SÓDIO - ISNa, em %	0,4
CARBONO ORGÂNICO - C, em g/kg	13,3
NITROGÊNIO ORGÂNICO - C, em g/kg	X
MATÉRIA ORGÂNICA - MO, em g/kg	22,9
MICRONUTRIENTES	
BORO DISPONÍVEL - B, em mg/dm ³ = ppm	X
COBRE DISPONÍVEL - Cu, em mg/dm ³ = ppm	X
FERRO DISPONÍVEL - Fe, em mg/dm ³ = ppm	X
MANGANÊS DISPONÍVEL - Mn, em mg/dm ³ = ppm	X
ZINCO DISPONÍVEL - Zn, em mg/dm ³ = ppm	X
ENXOFRE DISPONÍVEL - S, em mg/dm ³ = ppm	X

Paulo Cesar

CRQ 12ª REGIÃO 12100079