



Universidade de Brasília
Faculdade de Tecnologia
Departamento de Engenharia Florestal
Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais

**Dinâmica de ocorrência de incêndios florestais em unidade
de conservação influenciada por diversos usos e cobertura do solo:
APA Gama e Cabeça de Veado – DF**

Estudante: Raymeson Rodrigues de Melo, matrícula: 16/0067031

Orientador: Prof. Dr. Reginaldo Sérgio Pereira

Dissertação apresentada ao Programa de Pós Graduação em Ciências Florestais – PPGEFL – UnB, como exigência à obtenção de título de Mestre em Ciências Florestais.

Brasília – DF, Março de 2018

Raymeson Rodrigues de Melo

**Dinâmica de ocorrência de incêndios florestais em unidade
de conservação influenciada por diversos usos e cobertura do solo:
APA Gama e Cabeça de Veado – DF**

Linha de pesquisa: Manejo Florestal

Temática: Geoprocessamento e Sensoriamento Remoto Aplicado

Orientador: Prof. Dr. Reginaldo Sérgio Pereira

Brasília – DF, Março de 2018

Ficha catalográfica elaborada automaticamente,
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

RM528d Rodrigues de Melo, Raymeson
DINÂMICA DE OCORRÊNCIA DE INCÊNDIOS FLORESTAIS EM
UNIDADE DE CONSERVAÇÃO INFLUENCIADA POR DIVERSOS USOS E
COBERTURA DO SOLO: APA GAMA E CABEÇA DE VEADO - DF /
Raymeson Rodrigues de Melo; orientador Reginaldo Sérgio
Pereira. -- Brasília, 2018.
85 p.

Dissertação (Mestrado - Mestrado em Ciências Florestais)
- Universidade de Brasília, 2018.

1. Ciências da Terra. 2. Ciências Agrárias. 3. Ciências
Florestais. 4. Manejo Florestal. 5. Geoprocessamento e
Sensoriamento Remoto. I. Sérgio Pereira, Reginaldo, orient.
II. Título.

**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA FLORESTAL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS FLORESTAIS**

**“DINÂMICA DE OCORRÊNCIA DE INCÊNDIOS FLORESTAIS EM
UNIDADE DE CONSERVAÇÃO INFLUENCIADA POR DIVERSOS USOS E
COBERTURA DO SOLO: APA GAMA E CABEÇA DE VEADO – DF”**

RAYMESON RODRIGUES DE MELO

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

APROVADA POR:

**Prof. Dr. REGINALDO SÉRGIO PEREIRA (Departamento de Engenharia Florestal –
EFL/UnB);
(Orientador)**

**Prof. Dr. ERALDO APARECIDO TRONDOLI MATRICARDI (Departamento de
Engenharia Florestal – EFL/UnB);
(Examinador Interno)**

**Prof. Dr. FABIANO EMMERT (Universidade Federal Rural da Amazônia – UFRA);
(Examinador Externo)**

**Prof. Dr. EDER PEREIRA MIGUEL (Departamento de Engenharia Florestal –
EFL/UnB);
(Examinador Suplente)**

Brasília – DF, 28 de fevereiro de 2018.

*À todos aqueles que amam, e tentam, mesmo que por meio de mínimas ações,
salvar o Cerrado.*

Agradecimentos

Agradeço a Deus, autor e consumidor da minha fé. Sem Ele nada seria possível.

Aos meus pais, Sandra e Iranildo, meus alicerces que me apoiam em todos os momentos da minha vida.

Meus amigos e familiares, que me ajudaram, mesmo sem saber, nos momentos de aflição e estresse.

A meu Orientador professor Dr. Reginaldo Pereira que se dispôs a me orientar e me ajudar na realização deste trabalho.

Ao professor Dr. Eraldo Matricardi que se dispôs a me ajudar em todos os aspectos que precisei. Sem sua ajuda esta dissertação não teria ficado pronta.

A CAPES pelo apoio financeiro a realização desta pesquisa.

A todos meus professores, colegas, amigos, e pessoas que estiveram presentes ao longo destes dois anos de Mestrado. O homem que se forma hoje não é o mesmo de dois anos atrás, graças a contribuição de todos vocês.

RESUMO

Buscou-se entender quais fatores ambientais e topográficos contribuíram para a ocorrência de incêndios florestais na APA Gama e Cabeça de Veado ao longo de 15 anos de estudo, entre 2000 a 2014. Este trabalho foi conduzido na APA Gama e Cabeça de Veado, unidade de conservação localizada no Distrito Federal que vem sofrendo com incêndios florestais ao longo dos anos. Foram quantificadas as áreas das fitofisionomias via classificação supervisionada, quantificadas e localizadas cicatrizes de fogo na área, e relacionados fatores que poderiam afetar a ocorrência de fogo. O resultado da classificação de solo mostrou que o método de máxima verossimilhança foi muito eficaz para áreas de Cerrado natural, áreas urbanas, e de agricultura, contudo os resultados para áreas degradadas, e reflorestamentos não foram considerados bons. Quanto a determinação das cicatrizes de fogo dentro da APA, a metodologia de componentes principais foi eficaz e mostrou que em praticamente todos os anos de estudo mais de mil hectares da área da APA foram queimados. Observou-se que os anos de 2005 e 2011 concentraram os dois piores incêndios florestais que afetaram a APA no intervalo estudado. A proximidade com zonas urbanas, alteração de vegetação, Cerrado sensu stricto e Formação Campestre foram os fatores que mais contribuíram para a ocorrência de fogo, enquanto a proximidade com áreas agrícolas e matas de galeria produziram a menor contribuição para a ocorrência de fogo. O mapeamento da área via método de máxima verossimilhança se mostrou eficiente, e conseguiu classificar a área com mais de 80% de eficiência. As alterações no uso e cobertura do solo quantificadas ao longo dos anos revelaram que a estrutura vegetacional da APA é dinâmica, provavelmente devido aos recorrentes incêndios florestais. Concluiu-se que as metodologias aplicadas responderam as questões de pesquisa do trabalho, sendo necessário uma avaliação mais profunda do uso e ocupação do solo, e permanência das cicatrizes de fogo, utilizando a metodologia de componentes principais, associando estes dados a informações meteorológicas. Estudos neste aspecto ajudaram na formulação de políticas públicas e auxiliarão gestores quanto a tomada de decisão na prevenção e combate aos incêndios florestais.

Palavras-chave: Ocupação de solo; Cerrado; Incêndios Florestais; Geoprocessamento

ABSTRACT

Aiming to find out which environmental and topographic factors most contributed to the occurrence of forest fires in the APA Gama e Cabeça de Veado over the 15 years of study, between 2000 and 2014, this work was conducted at the APA Gama e Cabeça de Veado, a conservation unit located in the Federal District that suffers from fires almost every year. The areas of phytophysionomies classified by supervised classification, quantified and localized fire spots in the area were quantified and finally related factors that affected the occurrence of fire in the area. The results of the soil classification showed that the maximum likelihood method was very effective for areas of natural Cerrado, urban areas, and agriculture, but results for degraded areas and reforestation were not considered good. Regarding the determination of the fire spots within the APA, using the methodology of main components was effective, and showed that in almost all the years of study more than a thousand hectares of the APA area were burned. It is also observed that the years 2005 and 2011 concentrated the two worst fires that affected the APA in the interval studied. Finally, the third step that proposed to link the data collected, and quantify the contribution of each land use feature, showed that proximity to urban areas, vegetation change, Cerrado sensu stricto, and Campestre Formation were the factors that most contributed to the occurrence of fire, while proximity to agricultural areas and gallery forests produced the smallest contribution to the occurrence of fire. The mapping of the area through the maximum likelihood method was efficient, and was able to classify the area with more than 80% efficiency. The changes in the use and coverage quantified over the years revealed that the vegetative structure of the APA is dynamic, probably causing recurrent forest fires. It is concluded that the applied methodologies answered the questions of work research, and it is proposed the continuity of the researches with a more thorough evaluation of the use and occupation of the soil, and the permanence of fire scars, using the methodology of main components, associating this data with meteorological information. Studies in this area helped in the formulation of public policies, and will assist managers in the decision-making process in the fight against forest fires.

Keywords: Soil occupation; Cerrado; Forest Fire; Geoprocessing

Sumário

1. INTRODUÇÃO.....	13
1.1 QUESTÕES DE PESQUISA.....	15
1.2 JUSTIFICATIVA.....	16
1.3 OBJETIVOS.....	16
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	18
2.1 OCUPAÇÃO DO SOLO E VEGETAÇÃO DO DISTRITO FEDERAL.....	18
2.2 APA GAMA E CABEÇA DE VEADO.....	19
2.3 INCÊNDIOS FLORESTAIS.....	21
2.4 CAUSAS E FATORES QUE INFLUENCIAM INCÊNDIOS FLORESTAIS.....	22
2.5 MAXENT.....	25
3. MATERIAL E MÉTODO.....	27
3.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO.....	27
3.2 DESCRIÇÃO METODOLÓGICA.....	28
3.2.1 <i>Determinação de Uso e Ocupação de Solo.....</i>	<i>28</i>
3.2.2 <i>Determinação de Cicatrizes de Fogo.....</i>	<i>31</i>
3.2.3 <i>Determinação dos Fatores de Influência a Ocorrência de Fogo.....</i>	<i>33</i>
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	37
4.1 USO E OCUPAÇÃO DE SOLO.....	37
4.2 CICATRIZES DE FOGO.....	44
4.3 FATORES DE INFLUÊNCIA AO FOGO.....	50
5. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES.....	58
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	59
7. ANEXOS.....	70

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1 - USO E VEGETAÇÃO NA APA GAMA E CABEÇA DE VEADO.....	27
FIGURA 2 - ÁREA, EM HA, DAS CLASSES DE INTERESSE CALCULADAS VIA CLASSIFICAÇÃO SUPERVISIONADA ENTRE OS ANOS DE 2000 A 2014.....	40
FIGURA 3 - CLASSIFICAÇÃO DE USO E OCUPAÇÃO DO SOLO (2014).....	44
FIGURA 4 - RELAÇÃO ÁREA QUEIMADA X PRECIPITAÇÃO.....	46
FIGURA 5 - CICATRIZ DE FOGO DE 2000 - 2004 NA ÁREA ESTUDADA.....	47
FIGURA 6 - CICATRIZ DE FOGO DE 2005 - 2009 NA ESTUDADA.....	48
FIGURA 7 - CICATRIZ DE FOGO DE 2010 - 2014 NA ESTUDADA.....	48
FIGURA 8 - FATORES, EM PORCENTAGEM, QUE MAIS CONTRIBUÍRAM A OCORRÊNCIA DE INCÊNDIOS FLORESTAIS NA APA.....	52
FIGURA 9 - CONTRIBUIÇÃO DE CADA FATOR AMBIENTAL NA OCORRÊNCIA DE INCÊNDIOS FLORESTAIS NA APA.....	55
FIGURA 10 - CLASSIFICAÇÃO DE USO DO SOLO (2000).....	71
FIGURA 11 - CLASSIFICAÇÃO DE USO DO SOLO (2001).....	72
FIGURA 12 - CLASSIFICAÇÃO DE USO DO SOLO (2002).....	73
FIGURA 13 - CLASSIFICAÇÃO DE USO DO SOLO (2003).....	74
FIGURA 14 - CLASSIFICAÇÃO DE USO DO SOLO (2004).....	75
FIGURA 15 - CLASSIFICAÇÃO DE USO DO SOLO (2005).....	76
FIGURA 16 - CLASSIFICAÇÃO DE USO DO SOLO (2006).....	77
FIGURA 17 - CLASSIFICAÇÃO DE USO DO SOLO (2007).....	78
FIGURA 18 - CLASSIFICAÇÃO DE USO DO SOLO (2008).....	79
FIGURA 19 - CLASSIFICAÇÃO DE USO DO SOLO (2009).....	80
FIGURA 20 - CLASSIFICAÇÃO DE USO DO SOLO (2010).....	81
FIGURA 21 - CLASSIFICAÇÃO DE USO DO SOLO (2011).....	82
FIGURA 22 - CLASSIFICAÇÃO DE USO DO SOLO (2012).....	83
FIGURA 23 - CLASSIFICAÇÃO DE USO DO SOLO (2013).....	84
FIGURA 24 - CLASSIFICAÇÃO DE USO DO SOLO (2014).....	85

ÍNDICE DE TABELAS

TABELA 1 - DADOS DAS IMAGENS PARA CLASSIFICAÇÃO DE USO DO SOLO.....	28
TABELA 2- DADOS DAS IMAGENS COLETADAS.....	31

TABELA 3 - ÁREA, EM HA, DAS CLASSES DE INTERESSE CALCULADAS VIA CLASSIFICAÇÃO SUPERVISIONADA ENTRE 2000 A 2014.....	37
TABELA 4 - ÍNDICE KAPPA DA CLASSIFICAÇÃO AO LONGO DOS ANOS ESTUDADOS.....	41
TABELA 5 - ÁREA QUEIMADA, EM HECTARE, NA APA GAMA E CABEÇA DE VEADO.....	45
TABELA 6 - CONTRIBUIÇÃO DAS VARIÁVEIS AMBIENTAIS NA OCORRÊNCIA DOS INCÊNDIOS FLORESTAIS NA APA.....	51
TABELA 7 - UAC E DESVIO PADRÃO DOS TESTES.....	57

LISTA DE SIGLAS E SÍMBOLOS

%	Porcentagem
APA	Área de Preservação Ambiental
ARIE	Área de Relevante Interesse Ecológico
AW	Clima tropical com estação seca de Inverno
BR	Brasil
°C	Graus Celsius
CO ₂	Dióxido de Carbono
FAL	Fazenda Água Limpa
FAO	Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ha	Hectare
M	Metros
PC	Principal Components
RGB	Red Green Blue
RPPN	Reserva Particular do Patrimônio Natural
S	Sul
ZEE	Zoneamento Ecológico Econômico
UnB	Universidade de Brasília
W	Oeste

1. INTRODUÇÃO

A APA Gama e Cabeça de Veado foi formada pela junção de várias unidades de conservação, contudo seus limites incluíram também uma área habitacional, o *Park way*, e uma grande área dedicada a produção agrícola. A legislação permite tais práticas desde que previstas no plano administrativo da APA, porém os impactos indiretos que tais práticas causam no meio ambiente da APA são esquecidos, e por vezes ignorados. Na APA Gama e Cabeça de Veado a pressão por conversão da área também é intensa por conter áreas já urbanizada, sofre pressões em receber novos setores habitacionais e enfrenta mais pressões por parte do setor agrícola que almeja expandir suas fronteiras.

Uma das formas de se resolver tais problemas seria delimitando bem os usos e formas de ocupação dos solos da área. Carneiro et al. (2009) comentaram que existem diversas inter-relações entre os atributos físicos, químicos e biológicos nos solos, deste modo, conforme Brookes (1995) qualquer alteração no solo pode alterar diretamente sua estrutura e sua atividade biológica e, conseqüentemente, sua fertilidade. Neste aspecto, conhecer o uso e ocupação dos solos pode servir como indicador da propensão à ocorrência de incêndios florestais na área, além de poder trazer informações sobre a dinâmica do evento e a intensidade do fogo. Uma das formas de realizar esta delimitação é por meio das ferramentas de Geoprocessamento, que permitem mensurar com grau de confiabilidade a configuração do uso de solo.

Dados de sensores remotos e ferramentas de geoprocessamento constituem uma alternativa para apoiar os estudos na área florestal. No que concerne aos recursos florestais, os satélites permitem avaliações muito precisas e que reduzem o dispêndio de recursos provocados pela necessidade de sucessivas idas a campo. Dados de satélite possuem multiaplicabilidade. Segundo Dalponte et al. (2014), durante os últimos anos, uma investigação extensiva tem sido dedicada ao uso de dados de sensoriamento remoto para aplicações florestais. Autores como Solberg et al. (2013), por exemplo, utilizaram dados de radar para medições precisas de volume e biomassa em florestas. Outros autores como Dalponte et al. (2014) conseguiram fazer identificações em nível de espécies com imagens de sensores hiperespectral.

Sendo possível uma série de medições e estudos utilizando instrumentos do sensoriamento remoto, várias áreas da ciência enfocaram seus esforços nas ferramentas de geoprocessamento a fim de conseguir resultados mais rápidos e de fácil coleta. Atualmente, pode-se afirmar que, praticamente, todas as áreas de atuação das Ciências Florestais utilizam

os instrumentos do sensoriamento remoto e ferramentas do Geoprocessamento para algum tipo de finalidade.

Conforme Curran (1989), informação sobre a vegetação podem ser extraídas a partir dos dados de sensores remotos por conta do modo a qual a radiação emitida pelos sensores interage com a vegetação. Asrar (1989) comentou que o advento do sensoriamento remoto nas ciências florestais se deu no uso de classificação da vegetação. Hoje, estudos estão avançados e experimentos como de Stow et al. (2014) classificaram, nos Estados Unidos, frentes de fogo e temperatura de incêndios durante e após incêndios apenas com imagens aéreas de sensores termiais.

A história mostra que incêndios florestais são responsáveis por desastres ambientais, que geram grande perda econômica, porém, o fogo também é utilizado como forma de prática agrossilvopastoril, que gera, de certa forma, um contraste de informações. Segundo Bonfim et al. (2003) desde os primórdios o homem emprega o fogo objetivando a limpeza do terreno e o seu manejo para a pecuária e a agricultura. Segundo Miranda et al. (2006) este sistema primitivo é usado ainda hoje por parte dos agricultores, bem como em sistemas de alta produção de cana de açúcar. De acordo com Vasconcelos et al. (2005) esta prática causa sérios danos ao meio ambiente, como emissões de gases de efeito estufa, redução da biodiversidade, esgotamento e erosão do solo.

Segundo Stow et al. (2014) a adaptação do manejo do fogo e suas respostas à incêndios florestais promove a compreensão do comportamento do fogo, exigindo, dentre outros, dados atuais de inteligência, como exemplo, modelagens de ocorrências de fogo, velocidade de propagação, modelos sofisticados de combustível e de comportamento do fogo para avaliar sua resposta. Um exemplo recente da necessidade de entender as variáveis de propagação de fogo, envolvendo fatores físicos e ambientais que causam e permitem a propagação do fogo, foi o incêndio florestal que destruiu 65 ha, cerca de 26% da área do Parque Nacional da Chapada dos Veadeiros no ano de 2017. Além da perda de espécimes vegetais e animais foram destruídos também pousadas e pontos turísticos da área, o que gerou um prejuízo incalculável pela perda de biodiversidade, nicho ecológico, habitat, beleza cênica, dentre outros, afetando diretamente a economia dos municípios envolvidos, o que causou expressiva redução do turismo no parque.

Segundo Pivelo (2001) fitofisionomias vegetais sofrem queimadas por ação humana por conta das mais diversas justificativas de uso e manejo do solo, contudo os potenciais naturais de queimada das vegetações são muito diferentes. Segundo Phillips (1974) apud Pivelo (2001) existem dois conceitos acerca do fogo, sendo eles: Inflamabilidade, definida

como a capacidade de um incêndio ser iniciado na vegetação a partir de um ponto de ignição e, combustibilidade, que é a capacidade da vegetação de sustentar o fogo e mantê-lo aceso. Pivelo (2011) comentou que tais parâmetros dependem do tipo de vegetação, biomassa, umidade do combustível, e demais variáveis vegetacionais.

Hardesty et al. (2005) classificaram os ecossistemas do mundo segundo suas ‘dependências’ ou ocorrências de fogo, afirmando que o cerrado Brasileiro é “dependente ou influenciado pelo fogo”, colocando o cerrado em um cenário de dependência/adaptação a ocorrência do fogo. Contudo este cenário não considera os incêndios florestais criminosos e acidentais que afetam a área, colocando o bioma não mais em um cenário de dependência ou adaptação, e movendo-o para um cenário de ameaça, uma vez que a ocorrência do fogo é altamente ativa, e em certos casos de recorrência anual.

Kumar et al. (2016) comentou que florestas atuam como sequestradores de carbono, armazenando grande quantidade deste gás sob a forma de biomassa. Considerando o cenário em que o fogo é uma ameaça a vegetação, é importante saber como a ocupação humana em áreas antes florestais e como a proximidade às áreas de ocupação urbana tem tornado a vegetação mais susceptível ao fogo. A junção destes dois fatores proximidade a área urbana e acúmulo de biomassa, associados ao clima seco do ‘inverno’ no cerrado, tornam a vegetação muito susceptível ao fogo, provocando, dentre outras consequências, perda de diversidade biológica no bioma.

A ocorrência de fogo no Cerrado se deve principalmente à ação humana (SOUSA ET AL., 2017). Porém, esse é um evento que pode ocorrer de forma natural no Cerrado, devido a descargas elétricas, por exemplo. As espécies do Cerrado, mesmo que resistentes ao fogo natural, não estão adaptadas a incêndios florestais descontrolados que queimam as mesmas áreas ano após ano. França (2000) destacou que o aumento dos incêndios florestais nas últimas décadas é muito significativo, e que pode ter como causa principal o aumento das fronteiras agrícolas, devido a conversão de florestas em pastagens e/ou áreas de agricultura.

1.1 Questões de Pesquisa

a) Qual frequência, distribuição espacial e abrangência dos incêndios na APA Gama e Cabeça de Veado?

b) A ocorrência e a propagação do fogo sofrem influência das alterações na dinâmica de uso do solo na APA Gama e Cabeça de Veado?

1.2 Justificativa

De acordo Canales et al. (1994) pesquisas conduzidas em áreas de Savana na Venezuela sugerem que o fogo pode ter efeito de ‘poda’ e de desbaste na vegetação natural, eliminando, por vezes, indivíduos pouco resistentes e quebrando dormências de sementes ou plântulas sufocadas no sub-bosque. Porém, estes fatores considerados benéficos estão associados a incêndios naturais. Se tratando de incêndios forçados, na maioria das vezes, pela ação do homem, os efeitos positivos da ocorrência do fogo poderão ser atenuados por efeitos devastadores, ficando apenas o poder de destruição.

A ocorrência de incêndios florestais se dá por diversos fatores. Santos et al. (2006) comenta em seu trabalho que maioria dos incêndios tem origem humana, mas são fatores meteorológicos como seca e velocidade do vento, ou o relevo do local que influenciam a sua propagação e determinam os seus efeitos devastadores. Fatores como uso e ocupação de uma área também irão influenciar na ocorrência de incêndios florestais. Moraes (2007) e Silveira et al. (2008) comentaram como a proximidade de áreas agrícolas ou fragmentos florestais podem afetar a ocorrência de incêndios.

Contudo, o principal fator associado a ocorrência de incêndios é o uso e ocupação da área. A biomassa disponível é o que afetar mais diretamente a ocorrência de incêndios. Todos os demais fatores são dependentes daquilo que existe na área. Segundo Bond et al. (2005) plantas C4 rapidamente acumulam biomassa ante alta exposição à incidência de luz solar, e alto teor de umidade no período de verão, tornando-se facilmente inflamáveis durante período mais seco do ano. Cianciaruso et al. (2010) comentou que o fogo altera a biomassa vegetal e, dessa forma, modifica os padrões de dominância e as interações entre as espécies. De modo geral, o fogo reduz substancialmente a biomassa seca (SILVA ET AL., 2001).

Informações sobre esses fatores associados aos parâmetros de fogo que mais contribuem aos incêndios florestais seriam importantes ao fomento e criação de políticas públicas e medidas de prevenção a incêndios nas unidades de conservação do Distrito Federal, possibilitando melhores ações no combate efetivo ao fogo.

1.3 Objetivos

O objetivo geral do presente trabalho foi avaliar as alterações na dinâmica de uso e ocupação do solo e sua influência no comportamento do fogo na APA Gama e Cabeça de Veado, e seu entorno. Buscou-se também definir quais alterações de uso e ocupação do solo

foram responsáveis por incrementos na capacidade de destruição e de propagação dos incêndios florestais. Como objetos específicos citam-se:

- Mapear a área e mensurar as alterações de uso e cobertura da APA Gama e Cabeça de Veado e arredores ao longo dos anos de 2000 a 2014, por meio de classificação supervisionada de imagens de satélite;

- Estudar a localização das áreas queimadas na APA Gama e Cabeça de Veado e seu entorno entre os anos de 2000 a 2014; e

- Analisar a relação entre os incêndios florestais que ocorreram na APA Gama e Cabeça de Veado e seu entorno e as mudanças de uso e cobertura de solo na área de estudo.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Ocupação do Solo e Vegetação do Distrito Federal

De acordo a constituição federal de 1988, foi conferida ao DF, no seu Artigo 30, a responsabilidade de "adequado planejamento territorial, mediante planejamento e controle do uso, do parcelamento e da ocupação do solo urbano". Com isso, foi criado, em 2017, a LUOS (Lei de Uso e Ocupação do Solo) que estabeleceu regras para o uso e ocupação do solo nas regiões do Distrito Federal, regulando as categorias de uso por tipo e porte.

Segundo Vicente et al. (2017), às áreas urbanas, tem um conjunto extenso de leis e normas regulamentares referentes a uso, a parcelamento e a ocupação do solo: diretrizes para o adensamento, áreas prioritárias ou vetadas para expansão, delimitação dos núcleos urbanos, zoneamento, coeficientes de aproveitamento e gabaritos edifícios, instrumentos de fiscalização e combate à ocupação irregular do solo, etc.

Mesmo sendo uma região relativamente pequena, abriga grandes maciços populacionais que por vezes ocupam áreas de relevante interesse ecológico e/ou áreas que deveriam ser preservadas. São recorrentes os conflitos territoriais, que são causa do elevado crescimento populacional e das pressões por posse de áreas públicas e/ou privados não utilizadas. Segundo Hein (2011), como consequência, tais áreas de proteção ambiental, que supostamente estão preservadas, pois prestam serviços ambientais e proteção de recursos, como a água, estão sob ameaça pelas inúmeras pressões de uso do solo.

As unidades de conservação, que abrigam os mais diversos ecossistemas, são importantes porque desempenham funções ambientais essenciais, tais como, controle de pragas e erosões, incremento da fertilidade dos solos, e dentre outras coisas, desempenham papel em um dos fatores mais críticos no DF ao longo dos últimos anos: a purificação da água e do ar. Assim, fica clara a necessidade de preservação de recursos ambientais (IPA, 2008).

O Distrito Federal possui importantes remanescentes de vegetação de Cerrado, Bioma considerado um *hotspot* mundial devido sua grande diversidade biológica e alta vulnerabilidade (MYERS ET AL., 2000). Conforme publicação da UNESCO (2000) as Unidades de Conservação ocupam um total de 42% da área total do DF, contudo grande parte destas áreas, como as Áreas de Proteção Ambiental (APA), foram invadidas por edificações ilegais, e em muitos casos, edificações legais, concedidas pelo governo. Além destas

ocupações ‘irregulares’, Pinheiro et al. (2004) estimaram que mais de três mil hectares dos solos do DF estejam degradados pela mineração.

Arruda (2003) comentou que a área total de unidades de conservação de Cerrado existentes não é suficiente para suprir a real necessidade demandada pelo bioma, o que torna o Cerrado altamente exposto e comprometimento por falta de áreas suficientemente protegidas. Mesmo sendo ‘uma grande área de proteção ambiental’, o Distrito Federal tem sido objeto de acelerada ação depredatória dos recursos naturais do bioma (ASSUNÇÃO, 2014).

Nas últimas três décadas, mudanças no uso do solo foram registradas na região Centro-Oeste, substituindo grandes áreas de vegetação nativa por outras formas de uso (BALENSIEFER ET AL., 1994). Segundo Caiado (2013) o DF apresentou forte ritmo do crescimento, principalmente no período de 1970-1980, quando os fluxos migratórios dirigidos às grandes cidades se intensificaram. Esse forte ritmo migratório formou no DF a criação de cidades periféricas que fatalmente passaram a ocupar áreas que pertenciam ao Cerrado. O incremento populacional da região, de 1970 a 2000, foi de 2.193.235 habitantes, sendo 1.513.654 habitantes localizados no DF e 682.581 habitantes no entorno.

Segundo Felfili (2000) 44 anos após o início de sua ocupação, 73,8% da cobertura original de Cerrado foi destruída. Felfili et al. (2002) ainda comentaram que da cobertura original do cerrado brasileiro, mais de 37% já foi reduzida, incluindo a redução de sua biodiversidade.

2.2 APA Gama e Cabeça de Veado

A Constituição da República de 1988, artigo 225, determinou a criação de unidades de conservação que visassem à manutenção dos recursos biológicos para futuras gerações. Com isso, a Lei 6.938/81 (Política Nacional de Meio Ambiente), criou os instrumentos de preservação do meio ambiente, como o zoneamento ambiental e as unidades de conservação do meio ambiente, em âmbito nacional, estadual e municipal.

A Lei 9985/2000 artigos 7º parágrafo 2º, definiu que Áreas de Proteção Ambiental (APA) são unidades de proteção ambiental de uso sustentável, ou seja, que permitem certo grau de atividade humana, podendo ser estas áreas públicas ou privadas. O Art. 15 da mesma lei define APA como:

“Art. 15. A Área de Proteção Ambiental é uma área em geral extensa, com um certo grau de ocupação humana, dotada de atributos abióticos, bióticos, estéticos ou culturais especialmente importantes para a qualidade de vida e o bem-estar das

populações humanas, e tem como objetivos básicos proteger a diversidade biológica, disciplinar o processo de ocupação e assegurar a sustentabilidade do uso dos recursos naturais. ”

Segundo Santos (2003) o Distrito Federal é considerado um projeto piloto para trabalhar a questão do desenvolvimento e conservação, que possa ser aplicado em todo o Bioma Cerrado. As Unidades de Conservação do DF ocupam o total de 42% de sua área física, mas muitas dessas áreas, inclusive as Áreas de Proteção Ambiental, encontram-se invadidas por edificações ilegais, o que leva a contaminação e assoreamento dos corpos d'água e conseqüente queda da biodiversidade (UNESCO 2000).

A APA Gama e Cabeça de Veado foi criada pelo decreto nº 9.417 de 1986, e é constituída pela Fazenda Água Limpa – FAL/UnB, Reserva Ecológica do IBGE, e Jardim Botânico de Brasília. Segundo Santos (2003), compõe um conjunto de unidades de categorias diferentes justapostas, constituindo um mosaico, com distintos objetivos de preservação. O autor ainda afirma que a finalidade maior da APA é garantir a integridade ecológica dos ecossistemas terrestres e aquáticos e proteger os cursos d'água que integram a bacia do Paranoá, além de possibilitar produções científicas sobre a biodiversidade, funcionamento e estratégias para manejo dos ecossistemas de Cerrado e Matas de galeria.

Segundo Felfili et al. (1992), trata-se de área de cerca de 24.000 ha, localiza-se entre as coordenadas de 15°52' a 15°59'S e 47°50' a 47°58'W; com altitude média de 1.100 metros. Vegetação com predomínio de Cerrado *sensu stricto* apresentando, também, extensas áreas de campo sujo e campo limpo. Fiedler et al. (2004) também afirmam que se trata de uma área de Cerrado *sensu stricto*, sendo a flora considerada rica e com presença de várias espécies raras e endêmicas. O solo predominante na área de estudo é o Latossolo Vermelho-Amarelo, pobre em nutrientes e com um alto teor de alumínio (FIEDLER et al., 2004).

Segundo Classificação de Köppen, o clima da região é do tipo Aw, com temperatura médias maiores que 22 °C. Fiedler et al. (2004) afirmam que a umidade relativa na área entre os meses de maio a setembro fica abaixo de 70%, onde, de forma geral, a umidade mínima ocorre em agosto, com média de 47%, podendo cair para 15% nos períodos mais secos. A precipitação anual média entre 1.110 e 1.600 mm (FIEDLER et al., 2006).

Tem sido observadas pressões demográficas de toda ordem, no DF, incluindo invasões, mudanças de destinação de uso, e parcelamento ilegal de solo, ocorrendo principalmente pela falta de ordenamento territorial desregrado do DF e pela ausência de zoneamento ambiental. Santos (2003). Com isso a área tem sofrido perda da integridade

ecológica dos ecossistemas terrestres e aquáticos, e comprometimento da criação das zonas de amortecimento e corredores ecológicos.

2.3 Incêndios Florestais

O fogo é um dos principais responsáveis por problemas ambientais, econômicos e, mesmo, humanos, no Brasil e no mundo (SANTOS et al., 2006). Os incêndios, além dos inúmeros danos aos ecossistemas florestais têm importância ecológica fundamental devido sua influência sobre a poluição atmosférica que podem ter impactos sobre os habitats e os ecossistemas (BATISTA, 2004).

Segundo Santos et al. (2006) a maioria dos incêndios tem origem humana, mas são fatores climáticos, como seca, velocidade do vento e relevo do local que influenciam a sua propagação e determinam os seus efeitos devastadores. Segundo Chuvieco et al. (2004) entre os fatores mais críticos quando se estuda incêndios, está o conhecimento preciso do combustível, que constitui o principal risco dos incêndios. Arroyo et al. (2008) afirmam que, em geral, as condições do combustível na área de estudo são complicadas e de difícil de descrição, devido à variedade de formas e tamanhos disponíveis na floresta.

Definido no decreto federal nº 2.661/88, artigo 20º, os incêndios florestais são considerados o fogo não controlado em florestas ou qualquer outra forma de vegetação. Destaca-se que a legislação permite queimadas no território Brasileiro, desde que atendidos uma série de requisitos, que visam dar mais ‘controle’ ao fogo produzido. Batista (2000), comentou que as ocorrências de incêndios florestais no Brasil e em outras partes do mundo provocam a necessidade de se adotar mecanismos para redução em número e extensão de danos. As estatísticas de ocorrência dos incêndios florestais são as principais ferramentas para se traçar o perfil dos incêndios (SANTOS, 2006) e medidas efetivamente combativas a estes incêndios.

Crutzen et al. (1990) comentam que devido alta frequência e extensão dos incêndios, o Cerrado é uma das maiores fontes de lançamento de gases na atmosfera, devido queima constante de sua biomassa. Hao et al. (1990) estimam que no período de 1975-1980, cerca de 75% da biomassa queimada nas regiões tropicais do mundo, foram provenientes do Cerrado. Kauffman et al. (1994), concluíram em seus estudos que, no Cerrado, a estrutura da comunidade florestal exerce fortes influências sobre o comportamento e severidade do fogo.

No ano de 2000, Tansey et al. (2004) observaram que cerca de 67% das queimadas observadas em território nacional, ocorreram no Cerrado. Como consequência a essa elevada

taxa de incêndios no Cerrado, Miranda et al. (2009), comentaram que a alta frequência dos incêndios altera o funcionamento dos serviços ecológicos, podendo comprometer a qualidade de vida das populações e a sustentabilidade das atividades econômicas das áreas afetadas. A magnitude e a importância de impactos ecológicos devido ao fogo nas savanas tropicais justificam a necessidade de monitoramentos dos padrões espaço-temporais da ocorrência de incêndios (SANTOS SILVA, 2015).

Estudos, como o de Batista et al. (2013), em uma área experimental controlada de reflorestamento revelaram que os eventos de fogo não alteram as variáveis meteorológicas, como temperatura, umidade do ar e velocidade do vento. Arroyo et al. (2008) comenta que as escalas em que se estuda o fogo variam de abordagens globais, onde o objetivo é compreender a sua contribuição para o orçamento de CO₂ a escalas locais onde supressão de fogo ou a análise do comportamento do fogo pode ser o objetivo do estudo

Souza (2015) comenta que, anualmente, no DF sofrem com os impactos do fogo que destroem Fauna e Flora. O autor ainda comenta que muitas destas áreas estão rodeadas por áreas rurais com atividades agropecuárias, onde o preparo do solo para plantio ou na limpeza com a queima são causas de grandes incêndios que ameaçam a conservação da biodiversidade e dos processos ecológicos. Outra causa aos incêndios se deve ao fato de apenas 7,44% da cobertura vegetal original do Cerrado está protegida em Unidades de Conservação (MMA/IBAMA/PNUD, 2009), criadas para a proteção da biodiversidade e dos recursos naturais.

No Distrito Federal as estatísticas sobre ocorrências de incêndios florestais indicam o aumento no número de atendimentos realizados pelo Corpo de Bombeiros nos últimos dez anos (PEREIRA, 2004). Incendiários e fogo para limpeza de terrenos têm sido as maiores causas dos incêndios florestais ocorridos no DF (CBMDF, 2000). Pereira (2004) afirmou que a maioria dos incêndios no DF ocorreram no Jardim Botânico de Brasília, na Reserva Ecológica do IBGE e na fazenda Água Limpa, região que forma a APA Gama e Cabeça de Veado.

2.4 Causas e Fatores que Influenciam incêndios Florestais

Conforme dados do Corpo de bombeiros militar do DF (CBMDF, 2000) a maioria dos incêndios florestais tem causas variáveis, que se concentram no ato criminoso, pela ação intencional de incendiários. Como foi o caso do incêndio florestal que destruiu 26% da área do Parque Nacional da Chapada Dos Veadeiros. Segundo a Instituto Chico Mendes de

Conservação da Biodiversidade (ICMBio), o incêndio foi criminoso, com suspeitas de ações em represália, por parte de Fazendeiros da região, à [recente ampliação da área do parque](#) (EBC, 2017).

Por outro lado, fica também evidente que caso tivessem sido tomadas medidas preventivas a ocorrência do fogo na área da Chapada dos Veadeiros, o incêndio não teria consumido o montante acumulado. Conforme cita Soares et al. (1974), de nada adianta proibir queimadas para limpeza de determinada área, quando a principal causa dos incêndios é por ação de incendiários. Do mesmo modo, não adianta ações para coibir incêndios criminosos, quando ações preventivas ao fogo não são executadas dentro das unidades de conservação.

Segundo informações da FAO (1954), citadas por Soares et al. (1974), são adotados 8 grupos para enquadrar a origem dos incêndios florestais, sendo elas:

1. Raios: Incêndios causados direta ou indiretamente por descargas elétricas;
2. Incendiários: Incêndios provocados intencionalmente por pessoas em propriedades alheias, por vingança, ou desequilíbrio mental;
3. Queimas para Limpeza: Incêndios originados de fogo usado para limpeza do terreno para quaisquer propósitos, que por negligência ou descuido tenha, escapado ao controle e atingido áreas florestais;
4. Fumantes: Incêndios originados por fósforos e pontas de cigarros acesas, que são atiradas displicentemente por fumantes descuidados;
5. Fogo Campestre: Incêndios originados por fogueiras, feitas por pessoas acampando, caçando, pescando em florestas ou proximidades;
6. Operações Florestais: Incêndios causados por trabalhadores florestais quando em atividade na floresta;
7. Estradas de Ferro / Rodovias: Incêndios florestais causados direta ou indiretamente pelas atividades das estradas de ferro;
8. Diversos: Incêndios que não podem ser classificados satisfatoriamente nas classes supracitadas. São de ocorrência pouco frequente e esporádicas, e por esta razão não justificam uma classe especial.

Incêndios cujas causas são desconhecidas, não devem ser enquadrados na categoria de diversos ou em nenhum outro grupo (SOARES et al. 1974). Deve-se avaliar, conforme comenta Batista (2000) que a ocorrência de incêndios em uma região vai depender também de fatores associados a combustão da matéria vegetal.

Segundo Santos et al. (2006) são fatores climáticos que afetam os incêndios florestais, seca e velocidade do vento. O relevo do local também influencia a propagação do fogo e

determina seus efeitos devastadores. Essa situação vem se agravando em muitos países em consequência do acúmulo de material combustível e, principalmente, devido ao crescimento populacional. No Cerrado Brasileiro, o acúmulo de material combustível é um dos principais fatores agravantes para propagação dos incêndios. É característica do Bioma o acúmulo de biomassa seca acima do solo, conforme observado por Azevedo et al. (2013), essa matéria seca acumulada sobre o solo é combustível para propagação do fogo.

Outros fatores também influenciam a propagação do fogo, Conforme cita Silveira et al. (2008), podem ser levados em consideração:

1. Face de exposição ao sol: Segundo Ribeiro et al. (2008) a face de exposição ao sol tem influência direta na umidade do material combustível. Quando maior exposição, mais seco estará o material combustível;
2. Declividade do Terreno: Maior risco de incêndios florestais está associado a maiores valores de declividade (PEZZOPANE et al., 2001);
3. Pluviosidade: De modo geral, regiões com menor regime hídrico tendem a ser mais secas, e com distribuição desigual das chuvas. Nelson (2001), observou tal relação em sua publicação;
4. Proximidade à malha viária: Áreas marginais às rodovias estão relacionadas ao alto risco de incêndios florestais. (SILVEIRA et al. ,2008). Conforme Silva et al. (2004), são áreas sujeitas a incêndios de veículos, cargas e fogueiras produzidas por transeuntes;
5. Proximidade aos centros urbanos: Fragmentos próximos às regiões urbanas sofrem com ameaças de redução de sua área, em função da ocupação inapropriada do solo da área. (GUTZWILLER et al., 2003);
6. Proximidade a rede hidrográfica: Ribeiro et al. (2008) comenta que cursos d'água podem atuar como barreira de proteção a incêndios, visto que, no caso do cerrado, permitem propagação de vegetação com característica úmida e com pouca ou praticamente nenhuma matéria orgânica seca;
7. Vizinhaça aos fragmentos de Floresta: Proximidade a áreas agrícolas ou agropecuárias aumentam risco de incêndios, visto que ações criminosas, ou queimadas para limpeza podem afetar estas áreas. Morais (2007) comenta que incêndios causados por descuidos durante queimas de limpeza são os de maior ocorrência;
8. Face de Exposição aos Ventos: Segundo Ferraz et al. 2003 o vento atua como agente de retirada da umidade da matéria orgânica, além do oxigênio em sua

composição ser comburente para o fogo. Caso região esteja voltada para direção de maior ocorrência de vento, a ocorrência do fogo é agravada. Torres (2006) também comenta que o vento ajuda a alterar a forma de propagação do fogo.

É importante ressaltar, conforme observou Bontempo (2006), que outros fatores podem estar associados a ocorrência e propagação de incêndios, e cada incêndio deve ser analisado individualmente, a fim de possibilitar uma melhor compreensão de sua ocorrência.

2.5 MaxEnt

O MaxEnt se trata de um método utilizado para mensuração de modelos de máxima entropia. Segundo Dutra et al. (2008) a máxima entropia é um método para realizar previsões ou inferências a partir de informações incompletas. Segundo Phillips et al. (2008) nestes tipos de modelos a distribuição real de uma espécie ou evento é representada como uma distribuição de probabilidade sobre um conjunto de dados de uma área específica, que levam em consideração os recursos disponíveis, bem como as limitações da área. Jaynes (1957) comentou em seu trabalho que as restrições dentro das áreas de estudo limitam a maioria dos modelos. Se tratando de modelos de máxima entropia, o mesmo contempla e atende as restrições impostas dentro das áreas afetadas, sem que tais restrições afetem, significativamente, o resultado final da modelagem.

Elith et al. (2011) afirmou que o modelo se concentra na comparação das densidades de probabilidade num espaço covariável. O MaxEnt primeiro faz uma estimativa da relação entre os dados, denominada "saída" bruta da MaxEnt. Este é o núcleo da saída do modelo MaxEnt, dando informações sobre quais recursos são importantes e estimando a adequação de um lugar versus outro. Segundo Nishimura (2017), o modelo funciona a partir do princípio de que dada observação de eventos, a taxa de ocorrência relativa (ROR) descreve a probabilidade de que ele seja proveniente de cada pixel na paisagem. Merow et al. (2013) afirma que a taxa de ocorrência relativa (ROR) é a probabilidade de uma célula estar contida num conjunto de amostras de presença. Nishimura (2017) continua sua linha de pensamento e afirma que o software prevê a ROR como uma função das variáveis preditoras ambientais.

O MaxEnt tem sido muito utilizado, desde 2004, como modelo de predição de ocorrência de espécies (ELITH ET AL. 2010), porém vários autores demonstraram a eficiência do software para mapear probabilidade de ocorrência de fogo (LI ET AL., 2017; MORITZ ET AL. 2012; PARISIEN ET AL., 2009). Segundo Li et al. (2017) o MaxEnt é um

modelo que produz informações muito precisas e robustas sobre distribuições de várias entidades baseadas em uma combinação de dados de distribuição de presença única e apropriada de informações ambientais.

As características no MaxEnt são derivadas de variáveis ambientais de dois tipos: contínua e categórica. Segundo Phillips et al. (2008) as variáveis contínuas tomam valores reais arbitrários que correspondem a quantidades medidas, como altitude, precipitação anual e temperatura máxima. As variáveis categóricas possuem apenas um número limitado de valores discretos, como o tipo de solo ou o tipo de vegetação. Algumas variáveis categóricas quantificam o grau de alguma propriedade (em escala discreta), por exemplo, fertilidade do solo. Este tipo de variável é referido como ordinal discreto. Normalmente, se trata variáveis discretas ordinais como se fossem contínuas. Dutra et al. (2008) comentaram que a possibilidade de se utilizar variáveis ambientais categóricas e contínuas, constituem uma vantagem para este tipo de modelagem, pois incorpora interações diferentes entre variáveis diferentes, além disso a saída da modelagem é contínua, permitindo uma fina distinção entre os modelos gerados para diferentes áreas.

3. MATERIAL E MÉTODO

3.1 Caracterização da Área de Estudo

O presente estudo foi realizado na APA Gama e Cabeça de Veado, unidade de conservação de uso sustentável com cerca de 27.000 hectares no Distrito Federal, mais uma área de 1 km no entorno da delimitação da APA. A altitude média é de 1.100 metros, vegetação predominantemente de Cerrado sobre latossolo, rico em alumínio, com precipitação média anual de 1.600 mm.

A área em estudo é uma composição de várias unidades de conservação do Distrito Federal, como a Fazenda Água Limpa – FAL/UnB; Reserva Ecológica do Jardim Botânico de Brasília, Reserva Ecológica da Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, área de Relevante Interesse Ecológico do Capetinga/Taquara, Polígono de Proteção Hídrica do Catetinho, do Jardim Zoológico de Brasília e de outras áreas de preservação (DECRETO Nº 9.417, DE 21 DE ABRIL DE 1986). Além das Unidades de Conservação que formam a APA, existe ainda áreas de habitação, como o *Park Way*. O uso e ocupação da APA é muito variado, conforme ilustrado na Figura 1, contudo o Cerrado é a fitofisionomia predominante na região.

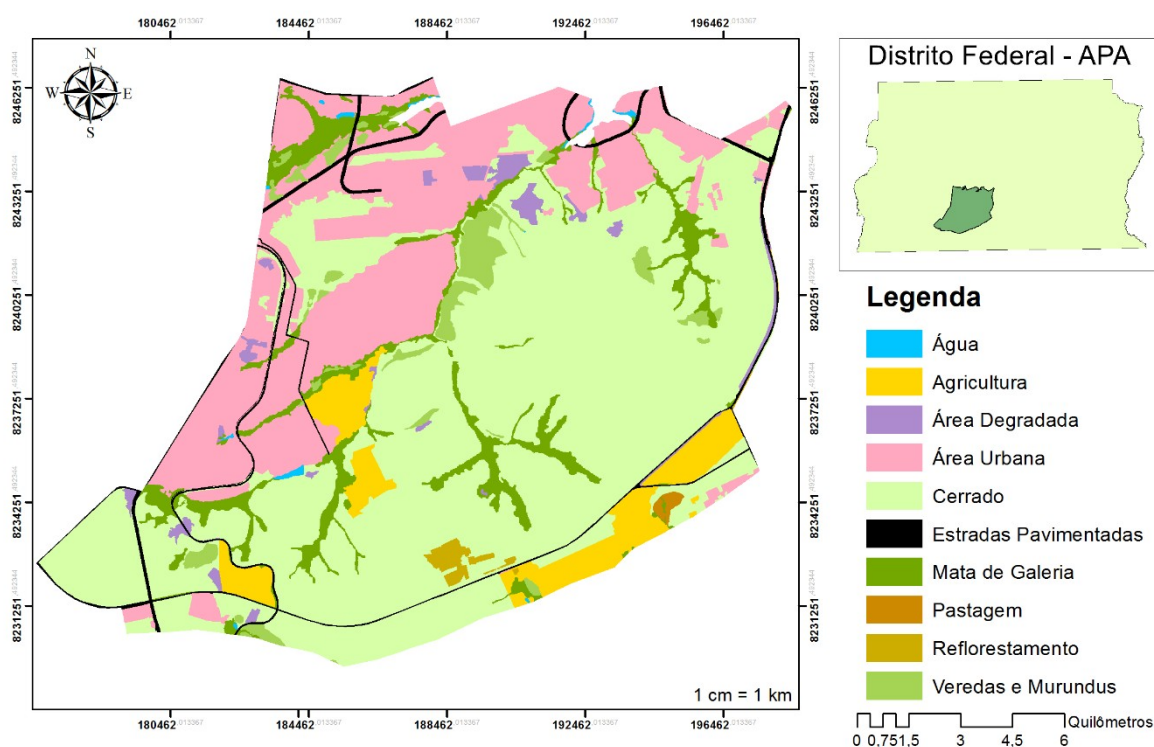


Figura 1 - Uso e vegetação na APA Gama e cabeça de veado

Santos (2003) mencionou que um dos principais desafios futuros será conciliar as cidades e a conservação do meio ambiente, tratando-se de uma região que possui área urbana, pode servir de modelo para novas APA's, ou áreas de preservação que receberão qualquer tipo de ocupação humana.

A ausência das zonas de amortecimento é um dos problemas observados na APA, mesmo que estas não sejam obrigatórias para APA's ou RPPN's. De acordo com Beiroz (2015) apesar de aprovado no Sistema Nacional de Unidades de Conservação – SNUC, Lei nº 9.985/2000, pouquíssimas áreas de conservação no Brasil efetivamente possuem zonas de amortecimento. Santos (2003) comentou que vários estudos mostram a importância das zonas de amortecimento e corredores ecológicos para a efetividade das unidades de conservação e manutenção de sua integridade ecológica, sendo assim, sua ausência pode auxiliar a degradação ambiental da área de proteção ambiental.

3.2 Descrição Metodológica

3.2.1 Determinação de Uso e Ocupação de Solo

A partir de base de dados vetoriais do ZEE-DF (2010), imagens RAPID EYE e Imagens LANDAT 5 e 7, com resolução espacial de 5 m e 30 m, respectivamente, foram criados mapas a fim para detectar a mudança no uso e ocupação dos solos da APA entre os anos de 2000 a 2014. Foram usadas imagens LANDSAT devido a indisponibilidade de imagens Rapid EYE durante o período de estudo. Como consequência direta houve perda de detalhamento nas áreas classificadas com imagens LANDSAT. Para o processamento dos dados foram usados os softwares ENVI 4.7 e ARCGIS 10.3.1. A Tabela 1 traz a data de aquisição das imagens utilizadas.

Segundo Oliveira et al. (2014), na classificação supervisionada, o usuário define em primeiro lugar as assinaturas espectrais das categorias classificadas, em seguida associa as assinaturas espectrais de cada pixel a assinatura espectral mais similar. Portanto, a classificação supervisionada compreende em definir os tipos de cobertura, amostrar e criar assinaturas dos pixels considerados da mesma classe.

Tabela 1 - Dados das imagens para classificação de uso do solo

Ano	Satélite	Data de Aquisição
2000	Landsat 5	13/10/2000
2001	Landsat 5	12/07/2001

2002	Landsat 7	11/10/2002
2003	Landsat 5	18/07/2003
2004	Landsat 5	22/09/2004
2005	Landsat 5	11/10/2005
2006	Landsat 5	12/09/2006
2007	Landsat 5	15/09/2007
2008	Landsat 5	01/09/2008
2009	Landsat 5	19/08/2009
2010	Landsat 5	23/09/2010
2011	Rapid EYE	01/09/2011
2012	Rapid EYE	30/08/2012
2013	Rapid EYE	11/06/2013 – 11/08/2013
2014	Rapid EYE	19/04/2014 e 30/05/2014

A classificação no *software* ENVI 4.7 foi feita utilizando a classificação supervisionada com algoritmo da máxima verossimilhança. Conforme Crósta (1993) para aplicar a classificação supervisionada é necessário possuir certo grau de conhecimento da área estudada e de suas feições, para que ao fim a classificação seja considerada eficaz. O mesmo autor ainda comentou que para se obter um bom resultado é necessária a escolha de vários pixels para cada classe de interesse (amostras) possibilitando uma distribuição estatística próximo da distribuição normal.

Segundo Ribeiro et al. (2007) este é o método mais comumente utilizado quando é necessária a obtenção de classes informacionais a partir de imagens de sensores remotos. A distribuição espectral das classes de uso do solo é considerada como sendo gaussiana ou normal, isto é, objetos pertencentes à mesma classe apresentarão resposta espectral próxima à média de valores para aquela classe.

Para a classificação foram coletadas amostras de regiões de interesse por meio da ferramenta *roi tool* de 9 feições: Agricultura, Água, Área Degradada, Área Urbana, Cerrado Sensu Stricto, Formação Campestre, Mata de Galeria, Reflorestamento e Vegetação Alterada. A diferenciação entre ‘vegetação alterada’ e ‘área degradada’ foi determinada segundo o comportamento espectral das imagem sobre a área estudada, quando visualizadas em tela em um conjunto de composição RGB 123. Para a classificação “Vegetação alterada” foram consideradas áreas com vegetação, com notável intervenção, sendo elas antrópicas. “Áreas degradadas” foram consideradas áreas cujo comportamento a exposição RGB revelava solo exposto, e ou quaisquer outras características que fugissem a regra geral das demais classes

Áreas com incêndios florestais recentes foram classificadas como áreas degradadas, enquanto áreas com incêndios florestais antigos foram classificadas como vegetação alteradas, visto que já era possível observar algum grau de vegetação quando analisada a composição

RGB. Na classe “Formação Campestre” foram incluídas todas as formas de vegetação que se apresentaram pouco densas, quando comparadas às áreas de Cerrado *Sensu Stricto*.

A definição destas classes foi baseada nos dados do ZEE – DF (2010) e seguiu a mesma lógica de ocupação mostrada pelo ZEE, com algumas alterações por conta, principalmente da resolução espacial das imagens RAPID EYE e LANDSAT, ou dificuldades de classificações de fitofisionomias, sem idas a campo. Após a coletadas de feições de todas as regiões de interesse prosseguiu-se com a classificação supervisionada com algoritmo de Máxima Verossimilhança.

A matriz de confusão e o cálculo do índice KAPPA dos dados foi realizada para a classificação de 2010, e usou-se como verdade de campo os dados do ZEE-DF, também de 2010. Para os demais anos, foi considerado o mesmo erro. Para prosseguir com a classificação, os dados do ZEE passaram apenas por uma reclassificação à fim de serem igualados os inicialmente definidos na metodologia desta dissertação. Também foi realizada o cálculo anual do índice kappa, para avaliar se as classificações foram eficazes. Neste caso o índice Kappa revelou quão precisa foi a classificação, com base nos dados previamente oferecidos na etapa de coleta de amostras das regiões de interesse, ou seja, o índice calculou qual percentual de área foi classificado de acordo ao definido pelas regiões de interesse, e retornou uma estimativa de quão exata foi a classificação para toda a imagem.

Conforme Piroli (2010b) classificações com índice Kappa igual ou superior a 80 % são consideradas excelentes. Neste trabalho foram aceitas apenas classificações considerada excelentes, ou seja, maior que 80%. Este tipo de ação se faz necessário para minimizar as diferenças da classificação ano após ano e conseguir captar apenas alterações reais na dinâmica de uso de solo. Após análise da imagem processada, neste caso pelo índice Kappa, prosseguiu-se a etapa de pós-classificação, onde as imagens foram filtradas com operador majoritário 3 x 3, para reduzir os ruídos da classificação.

A segunda etapa foi feita no *software* ARCGIS 10.3.1. O primeiro passo consistiu na conversão do arquivo em formato matricial criado no *software* ENVI para o formato vetorial. Usando a ferramenta de conversão *raster to polygon* do ARCGIS, os dados foram convertidos em polígonos, de modo a possibilitar o uso isolado de cada classe de uso de solo, caso necessário. Após esta conversão as imagens foram cortadas com arquivo vetorial denominada “Área de estudo”. Este arquivo foi criado utilizando a ferramenta *buffer*, e consistiu em um raio de 1 km no entorno da delimitação original da APA Gama e Cabeça de Veado. Tal área foi usada com o objetivo de investigar os incêndios na vizinhança da APA, e verificar se os incêndios fora e dentro da APA Gama e Cabeça de Veado.

3.2.2 Determinação de Cicatrizes de Fogo

A partir da problemática de recorrência e impactos de incêndios, e em seus arredores, as cicatrizes de fogo são ‘marcas’ de fogo deixadas em áreas afetadas por eventos de fogo. No Cerrado o grande problema para detecção destas cicatrizes, utilizando sensoriamento remoto, dá-se pela grande quantia de fitofisionomias existentes, cada qual possuindo um comportamento espectral diferente em relação ao fogo.

Schüle (1990) e Tatagiba (2010) comentaram esta dificuldade, destacando que cada fisionomia tem uma assinatura própria, e após o evento de fogo, a assinatura espectral esperada é diferente para cada fitofisionomia queimada, pois depende de fatores como fenologia das espécies, substrato, eficiência de queima na fitofisionomia, dentre outros. Rivera-Lombardi et al (2005) evidenciaram em seus estudos a dificuldade de avaliação do tempo de permanência das cicatrizes de fogo no cerrado, e suas mensurações foram inconclusivas.

A identificação de cicatrizes de fogo por meio do sensoriamento remoto ainda é agravada pela dificuldade dos *softwares* em diferenciar alvos espectrais com comportamento semelhante. Rivera-Lombardi et al (2005) comentaram sobre este problema e destacam que existem dificuldades para discriminar áreas queimadas de outros elementos, tais como corpos d’água e sombras de relevos ou nuvens, devido à semelhança espectral entre eles. O uso das análises de compostos mineiras é uma das formas encontradas para resolver esta problemática.

Nas áreas sob investigação foram usadas 14 composições de imagens em formato digital dos satélites Landsat 5 TM, e Landsat 7 ETM+, ponto orbita 221/71, bandas de 1 – 5, com resolução espacial de 30 metros, e banda 7 com resolução espacial de 30m. Tais imagens adquiridas no site do INPE (Instituto Nacional de Pesquisa Espacial) e USGS (Serviço Geológico dos Estados Unidos). Optou-se aqui por uso de imagens do período seco no DF (Julho – Outubro) para cada um dos anos de 2000 – 2014, por ser época de maior ocorrência de incêndios florestais. Foram adquiridas imagens com menor percentual de cobertura de nuvens na área da APA Gama e Cabeça de Veado. Ao longo dos anos estudados não foi observado presença de fumaças, ou ruídos atmosféricos que poderiam afetar o trabalho. A Tabela 2 apresenta a data das imagens utilizadas.

Tabela 2- Dados das imagens coletadas

Ano	Satélite	Sensor	Data de Aquisição
2000	Landsat 5	TM	13/10/2000
2001	Landsat 5	TM	12/07/2001

2002	Landsat 7	ETM +	11/10/2002
2003	Landsat 5	TM	18/07/2003
2004	Landsat 5	TM	22/09/2004
2005	Landsat 5	TM	11/10/2005
2006	Landsat 5	TM	12/09/2006
2007	Landsat 5	TM	15/09/2007
2008	Landsat 5	TM	01/09/2008
2009	Landsat 5	TM	19/08/2009
2010	Landsat 5	TM	23/09/2010
2011	Landsat 5	TM	10/09/2011
2012	Landsat 7	ETM +	02/09/2012
2013	Landsat 7	ETM +	25/10/2013
2014	Landsat 7	ETM +	12/10/2014

O processo foi iniciado pelo empilhamento das imagens, utilizando ferramenta *Layer Stacking*. Após, foram coletados três pontos de controle para que fosse feito o registro das imagens. Foram usadas as coordenadas de pontos coincidentes nas imagens e no *software* Google Earth. Usando a ferramenta *registration* do *software* ENVI 4.7, as imagens foram corrigidas geometricamente, e projetadas para o sistema de coordenadas UTM, zona 23 S, datum WGS 84. Optou-se pelo uso de apenas três pontos de controle para realização do registro das imagens, pois foi à metodologia que apresentou melhores resultados, e gerou menor distorção nos dados usados.

Após etapa de correção geométrica, optou-se por não fazer conversão das imagens para reflectância, pois testes iniciais mostraram que dados de reflectância não resultavam bons resultados para detecção das cicatrizes de fogo. Uma vez empilhadas, e corrigidas geometricamente, as imagens estavam prontas para o processamento.

A próxima etapa do processamento consistiu na criação de uma Componentes Principais ou *Principal Components* (PC). Rivera-Lombardi et al. (2005), verificaram que a semelhança espectral entre alguns alvos é a causa da redundância de informações das bandas espectrais, tornando as informações repetitivas. De modo simplista, podemos dizer que a *Principal Components* é uma metodologia que retira essa correlação, ou redundância de informações entre as bandas.

A componentes principais não traz informação completas sobre reflectância das imagens, já que se trata de um método que altera a composição de cores RGB, logo, o fato de estarmos usando a principais componentes para detecção de cicatriz de fogo justifica a não transformação das imagens para reflectância. Esta informação foi confirmada pela realização de testes prévios de classificação, onde não foi observado nenhum tipo de melhoria

significativa dos resultados utilizando imagens em reflectância, comparados a e imagens em número digital.

Subsequente utilizou-se uma classificação não supervisionada por método *k-means*, com 10 classes de uso de solo e 3 iterações. Em sequência a classificação não supervisionada, foi usado o software ARCGIS 10.3.1 para a separação das áreas queimadas, detectadas na classificação não supervisionada usando a ferramenta *reclassify*. Esta ferramenta serve para separar uma classe ou feição de dados em formato matricial. Após reclassificar as áreas queimadas a imagem foi cortada na delimitação da área de estudo e, por fim, o dado foi convertido para o formato vetorial, que objetivou facilitar seu manuseio ou comparação com os dados obtidos na classificação da área com as imagens Rapid EYE.

O método de componentes principais trabalha com o princípio de transformação das imagens composta por bandas em componentes, análogos as bandas espectrais, produzindo imagens com cores mais vibrantes. Isso se deve ao fato das novas bandas geradas pela transformação serem combinações lineares das bandas originais, mas que não possuem correlação entre si. A primeira banda da componente principais possuirá alta porcentagem de variância dos dados, a segunda banda possuirá menos variância que a primeira, e assim sucessivamente até chegarmos a última banda onde as imagens irão possuir mais ruídos, derivados das imagens espectrais originais, devido baixa variância das informações contidas nestas bandas. ENVI (ENVI TOOL HELP, 2008)

Segundo Crosta (1992), a principal função da Componentes Principais é determinar a extensão da correlação existente entre as bandas e através de transformações matemáticas remover a correlação entre as bandas. A composição da componentes principais derivará o mesmo número de bandas que a composição com bandas espectrais originalmente usadas. Logo quanto mais bandas usadas na composição da PC, mais bandas serão geradas pela composição da componentes principais.

A metodologia de componentes principais por si só não é capaz de mostrar áreas afetadas pela ocorrência do fogo. Porém, torna mais fácil a classificação de imagens, uma vez que retira a correlação de informações que se confundem. Classificações de uso de solo tendem sempre a confundirem cursos d'água com queimadas, nuvens, e por vezes até mesmo matas de galeria. Com uso desta metodologia o 'emaranhado' de informações contidos nas imagens são reduzidos, e o classificador é capaz de distinguir as informações espectrais das imagens.

3.2.3 Determinação dos Fatores de Influência a Ocorrência de Fogo

O modelo MaxEnt pode ser usado para analisar distribuição espacial de um evento com base em variáveis ambientais disponíveis, identificando as áreas de maior ocorrência do evento e gerando um mapa de susceptibilidade. Os dados de entrada do modelo são do tipo coordenadas em Latitude e Longitude, e as variáveis deverão ser dados no formato ASC.

Os dados foram então separados da seguinte forma:

- Variável de entrada: Cicatrizes de fogo detectadas para a área de estudo.
- Variável explicativa: Fatores ambientais ou topográficos que possivelmente afetaram a ocorrência de fogo.

Segundo Verdú et al. (2011) a ocorrência de incêndios é influenciada por uma série de variáveis que irão determinar a probabilidade de início e/ou propagação do fogo. Estas variáveis podem ser divididas em 4 grandes categorias: topografia, características da vegetação, condições meteorológicas e atividades humanas. Neste trabalho, foram utilizadas variáveis de dois tipos, sendo eles a topografia e características da vegetação e uso do solo. Conforme Butsic et al. (2017) utilizou como a variável de entrada a localização das estruturas que foram destruídos pelo fogo durante no de estudo, e as variáveis explicativas incluíam mapas de fatores biofísicos e topográficos.

A primeira etapa do trabalho consistiu na conversão de todos os dados para o sistema de Coordenadas Geográficas SIRGAS 2000. Esta transformação foi necessária para atender as exigências do modelo por dados de latitude e longitude. Os dados de uso e ocupação foram individualizados usando a ferramenta de reclassificação do ArcGIS 10.3.1. Em seguida convertidas para o formato ASC também utilizando ferramenta de conversão do ArcGIS 10.3.1.

O modelo MaxEnt não aceita dados de entrada no formato de área, apenas pontos, logo, com os dados de incêndios, foram criados nuvem de pontos aleatórios baseadas nas áreas de cada cicatriz de incêndios florestais. Para cada ponto foram calculados a latitude e longitude no sistema de coordenadas SIRGAS 2000. Subsequente conversão dos dados de coordenadas para o formato CSV. A nuvem de pontos dos incêndios florestais foram criadas com a ferramenta *Create Random Points* do software ARCGIS. Sendo assim, a ferramenta criou uma série de pontos aleatórios nos locais onde foram indicadas a presença de cicatrizes de fogo. O número de pontos criados em cada cicatriz de fogo foi baseado na área calculada de cada cicatriz de fogo.

A partir dos dados de entrada e dados explicativos, prosseguiu-se com cálculo das estatísticas no MaxEnt. Conforme Phillips et al. (2008), os dados de uso do solo individualizados (Agricultura, Água, Área Degradada, Área Urbana, Cerrado Sensu Stricto, Formação Campestre, Mata de Galeria, Reflorestamentos e Vegetação Alterada) foram classificados como variáveis categóricas, pois podem sofrer alterações ao longo do tempo. Os dados de topografia (Altimetria, declividade e face de orientação para o sol) foram agrupados na forma de dados contínuos, visto que assumem valores reais, que não sofrerão pouca, ou nenhuma modificação ao longo do tempo. Os dados de estradas foram agrupados juntos aos dados de classificação de uso de solo, na categoria 'área urbana'. Grande maioria das estradas presentes na APA foram contabilizadas junto classificação de uso de solo, e sua alocação como categoria de dado contínuo causaria redundância de informações.

Um total de 30% das amostras foi considerado como dado de treinamento do modelo. Estas amostras de treinamento foram tratadas pelo modelo como subamostras, e não foram reutilizadas pelo modelo para elaboração dos cálculos finais. A criação destes dados de treinamento foram necessários para permitir ao modelo a adequação das informações para modelagem dos dados. O software permitiu também que fossem definidas o número de repetições realizadas, para estruturar a média dos resultados.

O mesmo procedimento foi realizado para dados de uso de solo e dados topográficos. Conforme informa Steven et al. (2017), para determinar as contribuições relativa das variáveis ambientais no modelo Maxent, o primeiro passo é determinar a primeira estimativa, em cada iteração do algoritmo de treinamento. O aumento no ganho regularizado é adicionado à contribuição da variável correspondente, ou subtraída dela se a mudança para o valor absoluto da variável lambda criada, for negativa. Para a segunda estimativa, para cada variável ambiental, são permutados aleatoriamente os valores nas classes de treinamento e nos dados de fundo.

O modelo é reavaliado nos dados permutados e a queda resultante na AUC (*Area Under Curve* – Área sobre a Curva) de treinamento é mostrada em uma tabela de contribuições, normalizada para porcentagens. As contribuições variáveis devem ser interpretadas com cautela quando as variáveis preditoras estão correlacionadas. No final, os valores serão uma média das repetições executadas.

Segundo Philips et al, 2006 é agregado do modelo um teste denominado *Jackknife*, que trabalha estimando a significância das variáveis, de modo individual, nas análises. Assim, segundo Dutra et al. (2009) podem ser excluídas variáveis que apresentaram os menores valores de ganhos do modelo gerado, produzindo dados mais confiáveis e de maior qualidade.

Conforme Dutra et al. (2009) para avaliar a qualidade do modelo gera-se um conjunto independente de dados divididos em dois conjuntos (treino e teste) antes de efetuar a modelagem. Em seguida, realiza-se a análise da curva característica de operação (ROC) que avalia o desempenho do modelo através de um único valor, que representa a área sob a curva (AUC). A validação dos modelos gerados é feita por meio do gráfico receptor-operador (ROC-plot), no qual são representadas as frações dos verdadeiros positivos contra os falsos positivos. A análise ROC é baseada na medida da sensibilidade, que é a taxa de verdadeiros positivos (ausência de erro de omissão) versus a especificidade que é a taxa de falso positivo (erro de sobreprevisão). Segundo Philips et al, 2006 a área sob a curva (AUC) é tomada como uma medida de acurácia do modelo e caracteriza o seu desempenho.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Uso e Ocupação de Solo

Algumas feições, tais quais, veredas, áreas urbanas em parcelamento, reflorestamentos degradados, dentre outras só poderiam ser verificadas em campo, ou com imagens de melhor resolução, com resolução espacial na casa de 1 metro, como é o caso das imagens do satélite SPOT 6 e 7. Com isso, decidiu-se por utilizar classificações automáticas, no caso a classificação de máxima verossimilhança. Para cada classe de uso foram coletadas amostras que representassem 10% do total da área de cada feição, a fim de se obter uma classificação mais próxima possível da realidade. A definição dos 10% da área foi realizada utilizando como parâmetro os dados do ZEE – DF.

Um dos principais problemas da classificação ocorreu por conta dos incêndios florestais na área. Na APA gama e cabeça de veado os incêndios florestais são observados em praticamente todos os anos. Estes incêndios recorrentes alteram a configuração de solo, e muitas vezes áreas de vegetação do Cerrado passam a apresentar comportamento espectral de áreas agrícolas, uma vez que a regeneração se inicia pelo crescimento de vegetação rasteira. Outro problema apresentado pela classificação foi a confusão na detecção de matas de galeria e reflorestamentos. A classificação não apresentou pixels isolados ou áreas não classificadas. A Tabela 2 e Figura 2 apresenta o uso e ocupação de solo, quantificados em hectares, ao longo dos anos de estudo.

Tabela 3 - Área, em ha, das classes de interesse calculadas via classificação supervisionada entre 2000 a 2014

Categoria	Ano (Em Hectares)
------------------	--------------------------

	2014	2013	2012	2011	2010
Agricultura	4.464,75	6.510,89	5.506,98	6.579,13	6123,50
Água	290,32	287,01	286,71	282,89	272,04
Área Degradada	1.980,64	1.607,07	1.860,16	703,07	1848,62
Área Urbana	4.515,74	3.982,04	4.027,62	4.731,33	6902,60
Cerrado <i>Sensu Stricto</i>	7.160,86	8.911,97	7.381,45	9.948,83	7340,48
Formação Campestre	6.456,98	5.011,69	7.488,60	3.906,36	2718,95
Mata de Galeria	2.677,58	2.088,19	1.623,28	1.622,79	2095,80
Reflorestamento	1.292,55	580,40	507,94	376,10	531,34
Vegetação Alterada	2.229,71	2.089,88	2.386,39	2.918,63	3235,80
Total	31.069,13	31.069,13	31.069,13	31.069,13	31.069,13

Categoria	Ano (Hectares)				
	2009	2008	2007	2006	2005
Agricultura	5377,14	6123,50	6811,57	3616,1	7447,28
Água	257,14	272,04	258,70	286,45	285,32
Área Degradada	1285,64	1848,62	1697,28	1660,15	2050,71
Área Urbana	7723,94	6902,60	7241,82	8939,12	6417,40
Cerrado <i>Sensu Stricto</i>	4559,02	7340,48	3645,78	4171,13	4402,41
Formação Campestre	5096,07	2718,95	7301,68	5781,27	2509,79
Mata de Galeria	2332,88	2095,80	2054,41	1495,33	1360,27
Reflorestamento	3104,41	531,34	264,44	2068,52	2075,46
Vegetação Alterada	1332,89	3235,80	1793,45	3051,06	4520,49
Total	31.069,13	31.069,13	31.069,13	31.069,13	31.069,13

Categoria	Ano (Hectares)				
	2004	2003	2002	2001	2000
Agricultura	2314,84	6742,77	4200,87	6187,27	6953,67
Água	371,15	239,74	792,6	523,24	448,12
Área Degradada	6432,27	1266,25	1963,97	1446,91	801,23
Área Urbana	7660,26	8692,01	7507,73	6824,34	7644,27
Cerrado <i>Sensu Stricto</i>	6207,53	6247,05	5532,19	5912,08	5638,72
<i>Stricto</i>					
Formação Campestre	3748,43	4792,38	6662,76	6091,55	6833,57
Mata de Galeria	1586,24	1197,09	1801,52	1598,26	1480,45
Reflorestamento	1092,18	795,02	1293,63	1252,97	382,49
Vegetação Alterada	1656,23	1096,82	1313,86	1232,51	886,61
Total	31.069,13	31.069,13	31.069,13	31.069,13	31.069,13

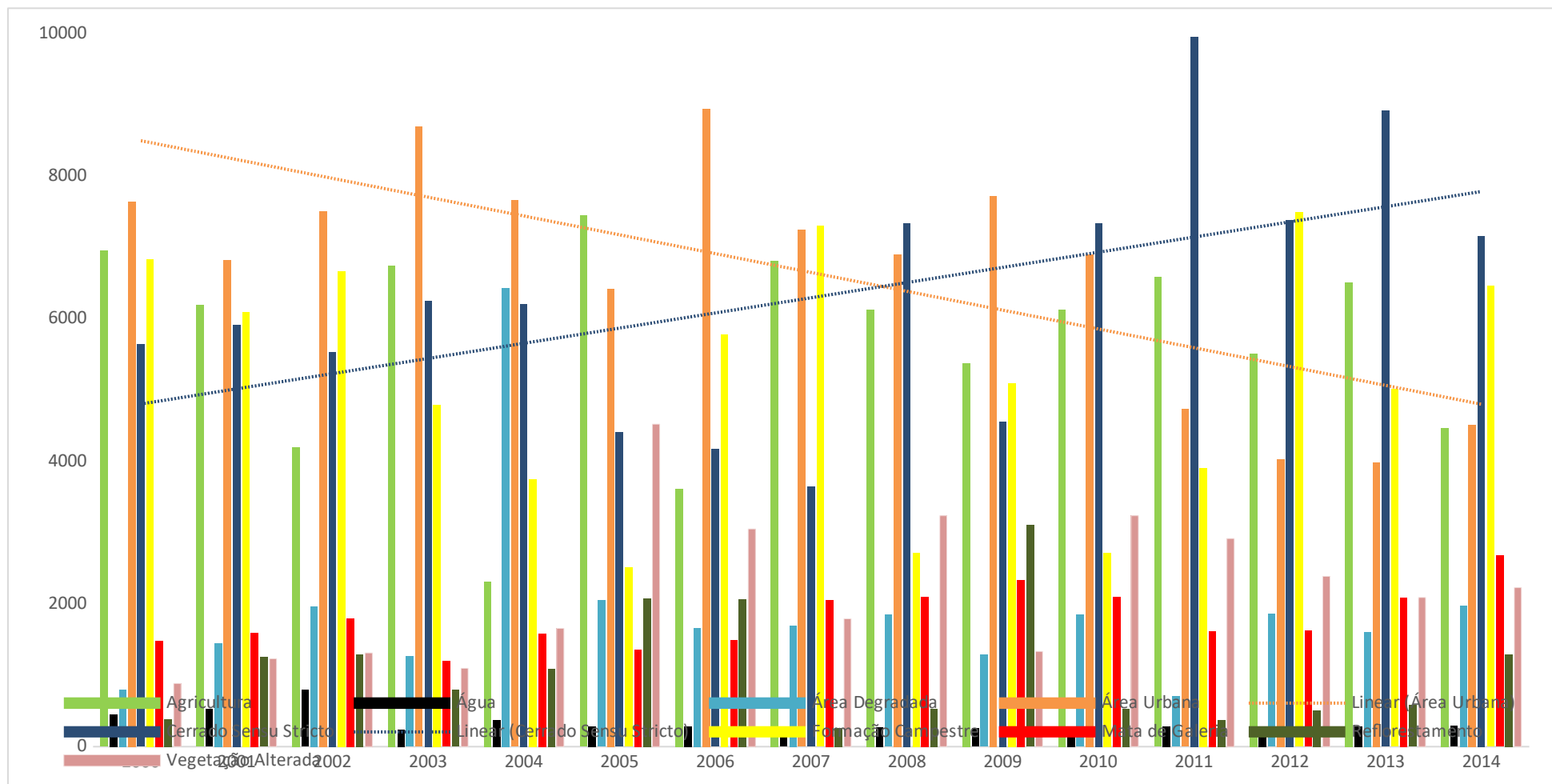


Figura 2 - Área, em ha, das classes de interesse calculadas via classificação supervisionada entre os anos de 2000 a 2014

Em todos os anos de estudo a maior feição registrada nas áreas foram de regiões de Cerrado somadas (Figura 2). Observou-se uma flutuação entre os valores de área de Formação campestre, e Cerrado *sensu stricto*, com áreas somadas variando entre 14 – 10 mil hectares. Para o ano de 2015, a área destas duas feições somadas ficou em torno de 7 mil hectares. Isso é consequência de incêndios que afetaram a área. No ano de 2012, a área de Cerrado somada foi maior que nos demais anos.

As áreas de reflorestamento também tiveram aumento substancial em 2014. Provavelmente causa de erros de classificação, visto que a área de reflorestamentos na APA, destinada principalmente a realização de pesquisas, não teve grande aumento ao longo dos anos. Um comportamento anômalo também foi observado para os anos de 2006 e 2009. As feições de área urbana, conforme se esperava, também apresentaram comportamento semelhante, e as áreas encontradas são próximas entre si. As áreas de mata de galeria aumentaram cerca de 1.000 hectares entre 2011 e 2014.

Com exceção da classe de água, as demais feições apresentam variações entorno de 20%. Isso ocorre devido à dificuldade de selecionar boas amostras para classificação supervisionada com seleção de alvos com comportamento espectral semelhantes. Apesar desta discrepância de áreas, o índice Kappa das classificações mostrou classificações adequadas, com algumas exceções (Tabela 4).

Tabela 4 - Índice KAPPA da classificação ao longo dos anos estudados

Ano	Acurácia (%)				
	2014	2013	2012	2011	2010
Kappa (Adimensional)	0,83	0,76	0,81	0,88	0,89
Precisão Geral	87,40	82,88	85,59	92,09	91,20
Ano	Acurácia (%)				
	2009	2008	2007	2006	2005
Kappa (Adimensional)	0,90	0,81	0,90	0,92	0,92
Precisão Geral	92,15	85,15	92,74	94,42	94,16
Ano	Acurácia (%)				
	2004	2003	2002	2001	2000
Kappa (Adimensional)	0,95	0,91	0,79	0,78	0,83
Precisão Geral	96,15	93,32	84,23	83,16	87,07

As classificações apresentaram índice KAPPA geral acima de 80% (Tabela 44), com este resultado, tem-se que as classificações foram adequadas. Os principais problemas encontrados pela classificação se deram nas áreas classificadas como ‘área degradada’ e, principalmente, nas áreas classificadas como ‘reflorestamento’. Ribeiro et al. (2001)

comentam que classes de “cultura” ou “pastagem” são fortemente influenciadas pela definição inicial das classes. Áreas de reflorestamento apresentam comportamento espectral muito parecido ao de Mata de Galeria, isso fez com áreas de mata de Galeria fossem classificadas como Reflorestamento, aumentando a área dos reflorestamentos, e diminuindo áreas de mata de Galeria. Porém, o inverso não foi observado.

A assinatura espectral das folhas verdes e saudáveis da vegetação na região do visível é dominada pelos pigmentos (clorofilas e carotenoides) já no infravermelho de ondas curtas, é dominada pela água contida na vegetação (CARVALHO JUNIOR et al., 2005). Segundo Colwell (1974) as folhas são os elementos da vegetação que mais contribuem para o sinal detectado pelos sensores ópticos, logo, a correta identificação de alvos vegetais depende de uma análise muito profunda do comportamento espectral de cada alvo em cada uma das bandas disponíveis para análise. Concluiu-se, portanto, que a diferenciação de alvos vegetais dos demais alvos deve ser feita com base no comportamento espectral da vegetação dentro das bandas de estudo.

Em relação a diferenciação dentro dos grupos vegetais, Carvalho Junior et al. (2005), comentaram que um dos métodos usados é a análise do dossel, usando parâmetros responsáveis pelo comportamento espectral incluídos na natureza geométrica (ângulos de iluminação e visada), espectral (outros elementos da vegetação e solo) além de atributos biofísicos dos dosséis (índice de área foliar e distribuição angular foliar). Para correta diferenciação destes alvos, recomenda-se o uso de metodologia específica que consiga separar espectralmente estas duas feições. Spínola et al. (2007), por exemplo, fez esta distinção aplicando classificação visual.

As áreas classificadas como ‘formação campestre’ em 2013 também apresentaram índice kappa baixo (41,34% de acurácia). Isso também pode ser causa do período em que as imagens foram adquiridas, distantes cerca de dois meses entre si. Não é missão fácil determinar com exatidão as causas dos erros de classificação. Porém, quando se trabalha com cenas de datas diferentes, quaisquer tipos de diferenças atmosféricas sazonais durante aquisição das imagens podem afetar o resultado final.

O grande problema de realizar classificações supervisionadas em áreas urbanas é devido à grande variabilidade de objetos inseridos nestas áreas. O comportamento espectral deste tipo de feição é complexo, visto que estas áreas possuem árvores, telhados, solo exposto, gramas, concreto, mantas asfálticas, dentre outros. Esse problema fica muito evidente quando se analisa a Figura 3, onde se observa que o classificador encontrou pontos de ‘agricultura’ dentro da área urbana da APA. Tal problema da classificação não foi

corrigido quando se aumentou aos pontos amostrais das áreas urbanas. Durante os testes de classificação, foi observado que a coleta de muitos pontos de interesse em áreas urbanas reduziu o índice KAPPA, com conseqüente aumento dos erros de comissão e omissão nas demais classes.

Essa confusão do classificador é causada pelo comportamento espectral semelhante entre culturas agrônômicas, pastagens e o gramado das residências dentro da APA. Existem metodologias específicas que conseguem diferenciar bem as áreas urbanas em relação às demais feições do espectro, porém, nestes casos se usam imagens de outros sensores, outras composições de bandas e técnicas diferenciadas. Alvares et al. (2010) diferenciaram a vegetação dentro da área urbana utilizando índices de vegetação, e imagens fotografias aéreas e videografias da área de estudo.

Quanto a variação ao longo do tempo percebeu-se que em todas as feições estudadas, a mudança do primeiro para o último ano estudado foi sutil, e decorreram, principalmente, de falhas nas classificações. Devido diferença das imagens utilizadas nos últimos anos de estudo, as imagens classificadas dos anos de 2011 – 2014 possuem maior nível de detalhamento, dificultando a comparação destas informações aos demais anos. De acordo a Figura 2, percebe-se que, de acordo a linha de tendência linear dos dados, existiu uma tendência de diminuição da área urbana, dentro da APA, seguida por aumento da área de Cerrado sensu stricto.

Analisando apenas as imagens classificadas do satélite LANDSAT, percebe-se que a área urbana esteve estável dentro da janela de 2000-2010. A análise separada das imagens Rapid EYE igualmente retornaram valores estáveis, com variações muito pequenas. Segundo dados da CODEPLAN (2014), a população do Park Way apresentou ritmo de crescimento de apenas 0,28% ao longo dos anos de 2010-2014, logo, logo, a estabilidade nas áreas estaria em consonância ao observado nas estatísticas de crescimento populacional da área urbana locada dentro da APA.

Quanto ao aumento das áreas de Cerrado, é possível que isto tenha ocorrido devido políticas públicas de conservação. A APA Gama e Cabeça de Veado é uma unidade de conservação, e o que se espera ao longo dos anos, é que exista regeneração da vegetação natural dentro de áreas deste tipo. Porém, ao analisar individualmente imagens classificadas do satélite LANDSAT dentro da janela de 2000-2010, percebe-se uma redução das áreas de cerrado e formação campestres, somadas. Esta redução, pode ter sido causada pela ação de incêndios florestais. A análise separada das imagens Rapid EYE de 2011-2014, retornaram valores estáveis, com pouca variação de área.

Na Figura 3 encontra-se o resultado obtido pela classificação supervisionada para 2014. Apesar de gerar erros de comissão e omissão, o classificador conseguiu diferenciar áreas urbanas de agricultura de modo adequado às classes de uso dentro da APA, e gerou dados que se aproximam muito da realidade da região.

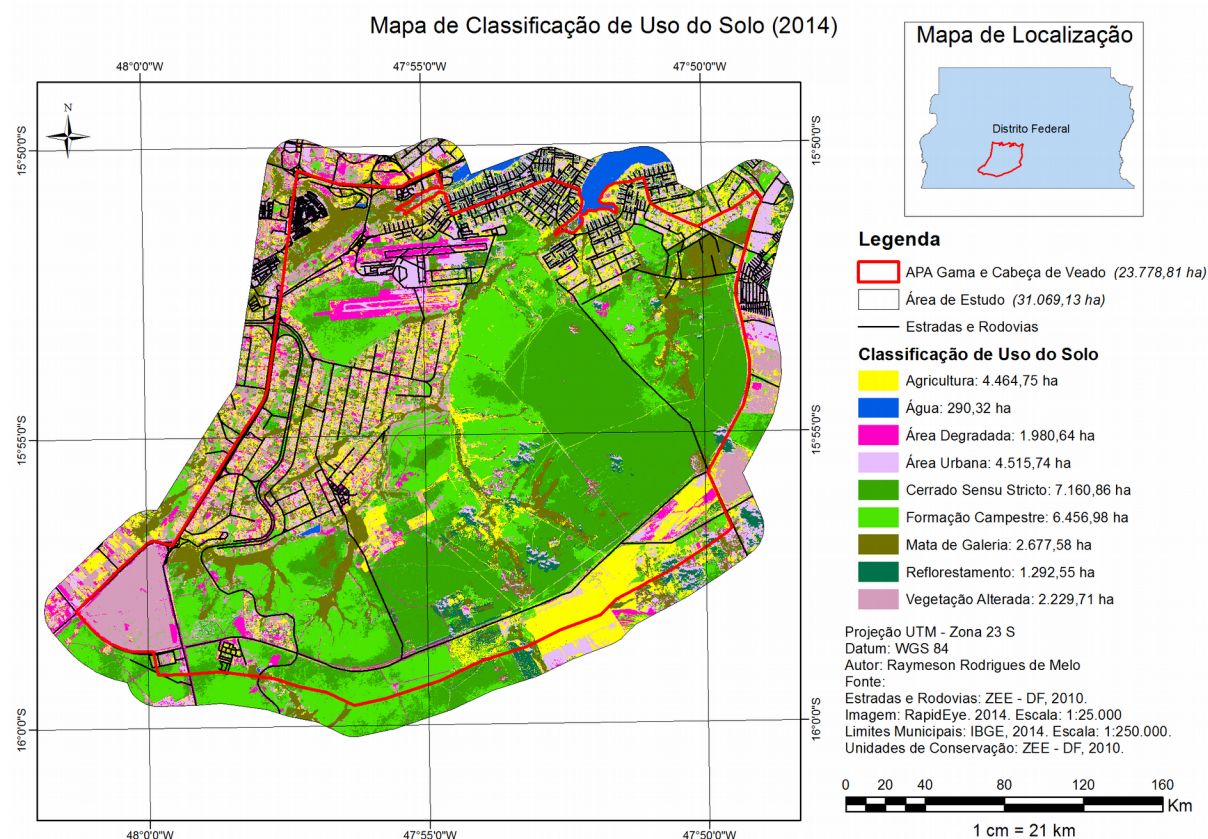


Figura 3 - Classificação de uso e ocupação do solo (2014)

Os anexos, no fim deste trabalho, apresentam os demais tipos de uso de solo na área de estudo.

4.2 Cicatrizes de Fogo

A *principal components* foi feita com a composição de imagens registrada com as bandas 1 a 5 e banda 7. Outro teste realizado foi com a classificação dos dados utilizando a banda 6, do infravermelho termal, invés da banda 7, que traz consigo informações do infravermelho médio. O uso da banda 6 se se mostrou tão eficaz quanto a banda 7, desde que os incêndios fossem recentes. A metodologia detectou com exatidão os incêndios da APA de 2011, pois a imagem de satélite foi tomada em um período de tempo muito curto em relação à passagem de fogo. Porém os resultados não foram bons para detecção de incêndios ocorridos muito antes da passagem do satélite e data de aquisição das imagens. Contudo, não é possível estabelecer a relação do tempo de permanência dos incêndios, visto que se não se sabe com

exatidão as áreas queimadas em cada ano de incêndios, bem como a data de passagem deste fogo.

Segundo informações do INPE a banda seis apresenta sensibilidade aos fenômenos e aos contrastes térmicos, enquanto a banda sete é sensível à morfologia do terreno e à minerais com íons hidroxila nos solos. Incêndios florestais deixam muitas cinzas no solo, e a coloração escura adquirida na área aumenta a absorção de calor, logo, a banda seis consegue captar esse aumento, e acaba por determinar muito bem incêndios recentes. Porém, na medida em que a vegetação reinicia sua recomposição e o solo perde a coloração escura, esta banda vai perdendo esta capacidade e se torna pouco útil no estudo de incêndios florestais.

Os dados processados com o uso das bandas de 1 – 5 e banda 7 se mostraram bons para detecção de incêndios. Entretanto não foi suficiente para captar incêndios antigos ainda visíveis nas composições RGB 123. Ressalta-se que no presente estudo não foi avaliado o tempo de permanência de cicatrizes de incêndios nas áreas afetadas. A Tabela 5 mostra a área queimada em hectares, ao longo dos anos de 2000 – 2014.

Tabela 5 - Área queimada, em hectare, na apa gama e cabeça de veado.

Ano	Área Queimada (HA)
2000	65,11
2001	143,47
2002	139,51
2003	56,84
2004	1.161,47
2005	5.922,86
2006	1.223,81
2007	3.212,97
2008	1.540,97
2009	545,23
2010	2.971,10
2011	8.677,41
2012	Sem Incêndio
2013	529,49
2014	1.286,00

A Figura 4 apresenta os dados de área queimadas, relacionados a pluviosidade dentro do Distrito Federal nos anos de estudo. Pela simples análise visual, não é possível afirmar que exista qualquer tipo de relação entre a quantia de chuva durante os anos, e a ocorrência de incêndios florestais. Uma melhor análise neste caso, poderia ser feita pela comparação dos dados de pluviosidade mensalmente. Porém, neste caso se faria necessário avaliar o exato mês de ocorrência dos incêndios florestais, à fim de se verificar se incêndios são agravados pela menor ocorrência de chuvas.

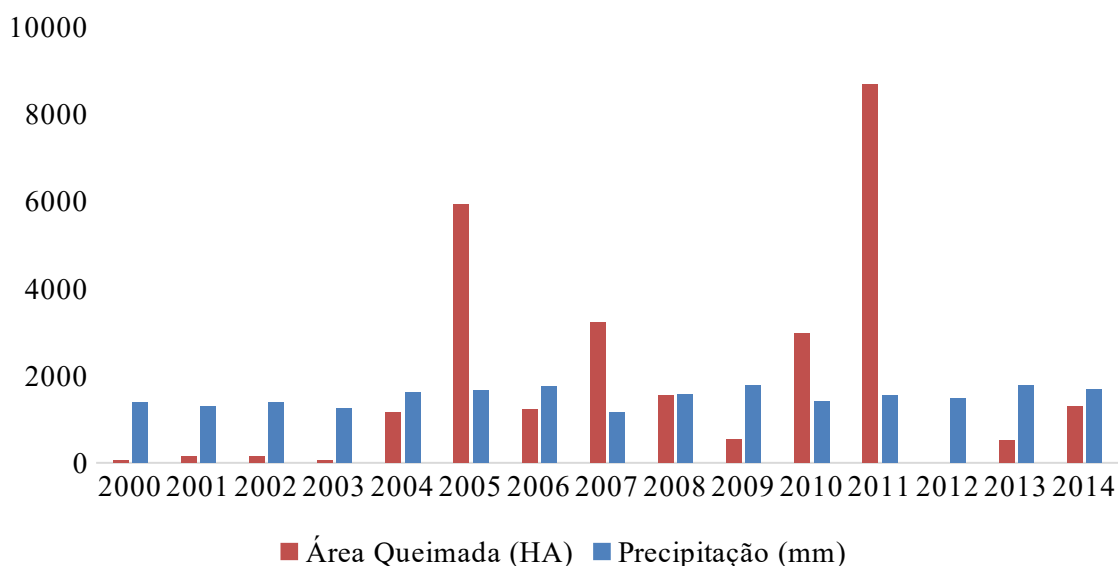


Figura 4 - Relação Area Queimada x Precipitação

Os anos mais críticos de ocorrência de incêndios florestais na APA foram 2005 e 2011, neste último ano foi queimado cerca de 30% da área total da APA Gama e Cabeça de Veado, que representou mais de 50% da vegetação nativa dentro nativa da área. Não é foi determinar as causas destes incêndios, porém o acúmulo de biomassa seca, associados a incendiários pode ter sido a causa dos incêndios de grandes proporções. Outra hipótese é a de incidentes que culminaram em incêndios na área tais como faíscas, pedaços de vidro na área, descuido de turista, dentre outros. Os meses de junho a outubro no DF, são de baixa umidade, com isso a vegetação acumula matéria orgânica seca, e qualquer fonte de ignição já se torna potencialmente uma grande fonte de ocorrência de incêndio florestal.

Existe ainda a hipótese de que a ocorrência de fenômenos climáticos, como La Niña ou El Niño tenham contribuído para a ocorrência de incêndios florestais na área. Marcuzzo et al. (2013) comentaram que para o Estado de Goiás foi observado uma tendência de decréscimo da precipitação pluviométrica nos meses de agosto, do período de 1977 a 2006, quando os mesmos estavam sob influência dos fenômenos climáticos El Niño e La Niña. Neste caso, supondo que os meses de maior ocorrência de incêndios florestais no DF sejam de julho e agosto, pode-se inferir que fenômenos climáticos que interferem no clima, acabam por afetar, indiretamente, a ocorrência de fogo, visto que a ausência de chuvas diminuirá a umidade do ar, além de propiciar a formação de biomassa seca.

Para 2000, 2003 e 2012 foram observadas as menores áreas queimadas. Isso, provavelmente é reflexo dos incêndios ocorridos em anos anteriores que reduziram a biomassa disponível. Adicionalmente é muito comum que após uma tragédia, exista um senso de solidariedade e maior proteção dos bens comuns por parte da sociedade. Hummell (2014)

comentou sobre essa questão em seu trabalho sobre solidariedade desses desastres. Contextualizando para área ambiental, pode-se perceber uma tendência da população em proteger aquilo que está em situação de extrema vulnerabilidade. Outra causa para a ausência de incêndios pode ser também a ausência de matéria seca para ser queimada.

O intervalo de queimadas entre os anos de 2004 a 2008 também pode ser considerado crítico. Em todos estes anos de estudo, foram observados incêndios que afetaram mais de mil hectares de vegetação nativa de Cerrado. As Figura 5, 6 e 7 trazem a localização espacial dos incêndios ocorridos na área e período de estudo. É possível perceber que a área central da APA, local com maior concentração de vegetação nativa, foi impactado com incêndios todos os anos. Na porção sudoeste da área estudada, próximo a Santa Maria e Gama, foram detectados incêndios em praticamente todos os anos de estudo. Talvez as proximidades com a BR 040 e DF 001 tenham contribuído a ocorrência destes incêndios.

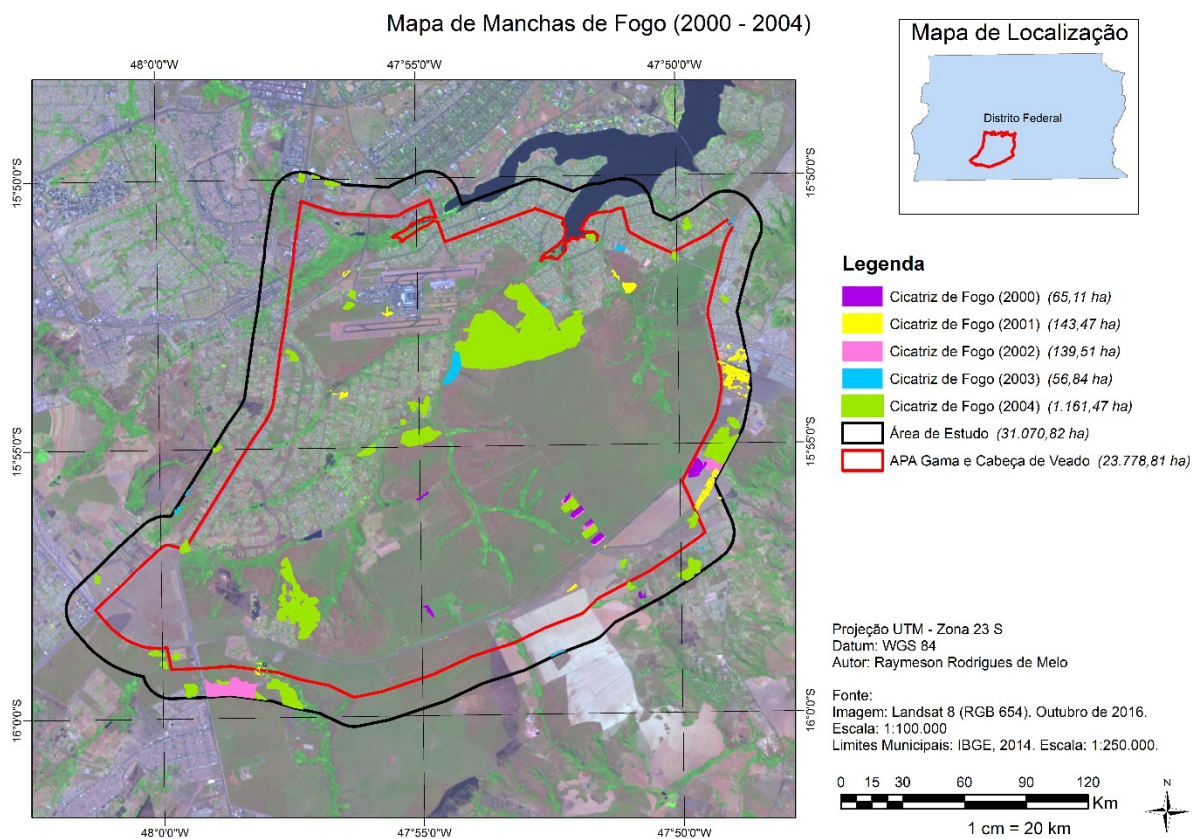
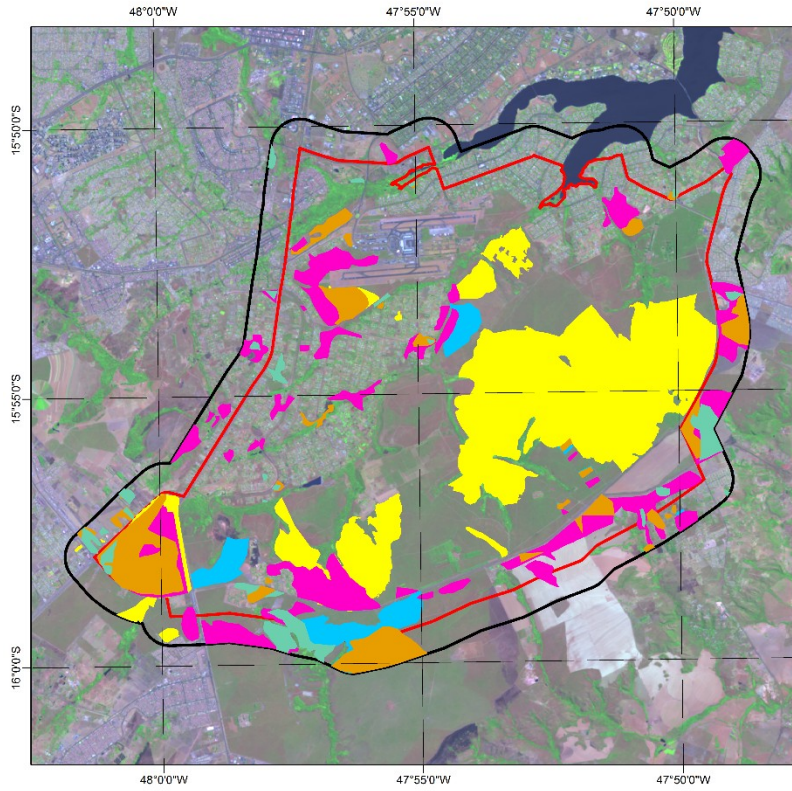


Figura 5 - Cicatriz de fogo de 2000 - 2004 na área estudada

Mapa de Manchas de Fogo (2005 - 2009)



Legenda

- Cicatriz de Fogo (2005) (5.922,86 ha)
- Cicatriz de Fogo (2006) (1.223,81 ha)
- Cicatriz de Fogo (2007) (3.212,91 ha)
- Cicatriz de Fogo (2008) (1.540,97 ha)
- Cicatriz de Fogo (2009) (545,23 ha)
- APA Gama e Cabeça de Veado (23.778,81 ha)
- Área de Estudo (31.070,82 ha)

Projeção UTM - Zona 23 S
 Datum: WGS 84
 Autor: Raymeson Rodrigues de Melo

Fonte:
 Imagem: Landsat 8 (RGB 654), Outubro de 2016.
 Escala: 1:100.000
 Limites Municipais: IBGE, 2014. Escala: 1:250.000.

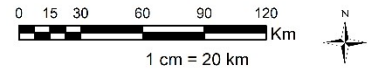
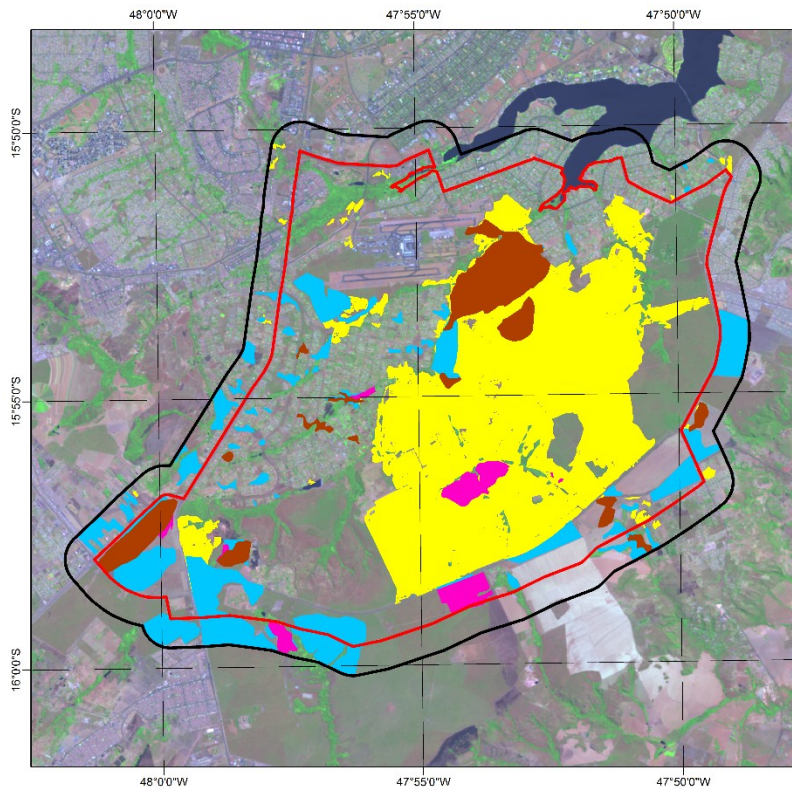


Figura 6 - Cicatriz de fogo de 2005 - 2009 na estudada

Mapa de Manchas de Fogo (2010 - 2014)



Legenda

- Cicatriz de Fogo (2010) (2.971,10 ha)
- Cicatriz de Fogo (2011) (8.677,41 ha)
- Cicatriz de Fogo (2012) (0,0 ha)
- Cicatriz de Fogo (2013) (529,49 ha)
- Cicatriz de Fogo (2014) (1.286,00 ha)
- APA Gama e Cabeça de Veado (23.778,81 ha)
- Área de Estudo (31.070,82 ha)

Projeção UTM - Zona 23 S
 Datum: WGS 84
 Autor: Raymeson Rodrigues de Melo

Fonte:
 Imagem: Landsat 8 (RGB 654), Outubro de 2016.
 Escala: 1:100.000
 Limites Municipais: IBGE, 2014. Escala: 1:250.000.

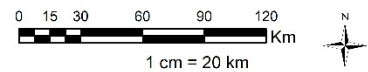


Figura 7 - Cicatriz de fogo de 2010 - 2014 na estudada

A região menos afetada pelos incêndios florestais foi à zona agrícola da APA. Os fatores econômicos envolvidos na produção agrícola podem ter reduzido a ocorrência de incêndios registrados. Os plantios estão separados por estradas que funcionam como aceiros, distantes da vegetação nativa. No caso de ocorrência de incêndios, esta área se encontra isolada, e dificilmente seria afetada, visto que se trata de áreas úmidas, devido irrigação diária. Esta umidade também serve como barreira a passagem de fogo.

A área da Fazenda Água Limpa que abriga os reflorestamentos contidos na APA foi menos impactada pela ocorrência do fogo quando comparado ao restante da área. Talvez por conta da ausência de vegetação rasteira, práticas de manejo adotadas e vigilância, esse tipo de área é menos susceptível a ocorrência de fogo, que em tese fica isolado apenas a queima da serapilheira do solo.

Almeida et al. (2014) afirmaram que a ocorrência do fogo na Área da Fazenda Água Limpa (área integrante da APA) não compromete de modo geral o nível de riqueza e nem colocaram em risco a persistência das espécies mais importantes e mais representativas da comunidade florestal. Fidelis et al. (2011), define que o fogo também atua como mantenedor da própria biota. Almeida et al (2014) também comentou que mesmo com os distúrbios causados pelo fogo, a vegetação da área tem se mostrado estável ao longo do tempo e apresenta grande riqueza de espécies arbóreas representativas do Cerrado.

Bond et al. 2005 explica em sua publicação que prognoses de cenários com exclusão total da ocorrência do fogo em cenário mundial causaria aumento de 26,9% a 56,4% da cobertura florestal mundial, mudança de áreas com presença de gramíneas C4 para florestas mais fechadas de angiospermas. Esta ação, conforme cita Fidelis et al. (2011), causaria modificações na fisionomia, diversidade e o funcionamento desses ecossistemas. Nestes casos, o fogo tem atuado como função de manter a atual estrutura dos ecossistemas, e sua biodiversidade.

Existe um consenso da adaptação do Cerrado ao fogo natural. Contudo, é preciso salientar que o aumento da frequência do fogo no Cerrado resultará na redução do número de espécies lenhosas (MIRANDA et al. 2002). Fidelis et al. (2011) comentou que a maior ameaça para as unidades de conservação de ecossistemas onde o fogo ocorre são as queimadas descontroladas, porém estudos como de França 2010 e Hardesty et al. 2005 mostraram que é praticamente impossível manter ecossistemas savânicos sem ocorrência do fogo, visto que alteraria vegetação e processos ecossistêmicos, e esta modificação cria, de certo modo um ambiente propício à ocorrência de incêndios.

Na APA Gama e Cabeça de Veado a recorrência do fogo é anual, e se faz necessária pesquisas que acompanhem quais espécies estão conseguindo se manter após a passagem do fogo. Estudos neste sentido poderão ajudar a entender melhor como a ação do fogo tem afetado a estrutura horizontal das florestas, e poderão indicar como tem sido a evolução do Cerrado ante a ação do fogo descontrolado.

4.3 Fatores de Influência ao Fogo

Os primeiros testes foram realizados no âmbito de estabelecer alguns parâmetros do modelo, principalmente número de repetições em cada teste. Considerou-se aqui que 10 repetições para cada teste seriam suficientes para eliminar possíveis erros da modelagem. Além disso, quanto mais repetições são exigidas do modelo, mais pesado é a execução da modelagem, em para alguns anos estudados, como no caso do ano de 2011, o teste com mais de 10 repetições não conseguiu ser executado.

O modelo estimou com base em dados de presença e ausência a distribuição mais homogênea sobre a área avaliada, utilizando algoritmos de máxima entropia (Mathias et al, 2013). Com base no teste do modelo MaxEnt foi possível mensurar a contribuição de cada variável, conforme se observa na Erro: Origem da referência não encontrada.

Tabela 6 - Contribuição das variáveis ambientais na ocorrência dos incêndios florestais na APA.

Valores sublinhados representam os dois principais fatores de cada ano.

Classe Uso	Contribuição em cada ano (%)						
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Agricultura	0,2	0,5	0,6	2,8	5,6	1,8	10,0
Água	0,0	2,1	0,5	0,0	0,5	0,8	1,1
Área Degradada	0,0	1,4	0,8	0,0	<u>47,3</u>	0,7	1,8
Área Urbana	<u>46,0</u>	<u>81,8</u>	<u>80,2</u>	<u>88,5</u>	0,4	4,9	3,5
Cerrado Sensu Stricto	3,7	3,5	5,7	<u>5,2</u>	<u>17,5</u>	<u>9,5</u>	11,7
Formação Campestre	8,3	<u>7,5</u>	<u>9,3</u>	3,2	9,7	0,0	<u>14,3</u>
Mata de Galeria	0,0	2,1	1,2	0,3	3,5	0,0	3,3
Reflorestamento	<u>41,9</u>	0,1	0,9	0,0	2,7	3,8	5,6
Vegetação Alterada	0,0	1,0	0,8	0,0	12,8	<u>78,5</u>	<u>48,6</u>
Classe Uso	Ano						
	2007	2008	2009	2010	2011	2013	2014
Agricultura	0,3	3,3	9,6	3,9	15,6	4,5	0,0
Água	0,5	1,9	0,4	0,6	1,8	0,5	1,3
Área Degradada	2,2	3,2	1,1	0,6	0,1	2	1,9
Área Urbana	0,7	0,0	<u>40,7</u>	<u>12,6</u>	<u>31,4</u>	7,2	17
Cerrado Sensu Stricto	12,3	<u>42,9</u>	<u>17,7</u>	10,0	<u>21,4</u>	0	0,3
Formação Campestre	<u>21,2</u>	12,4	14,4	9,7	6,4	<u>74,5</u>	<u>34,9</u>
Mata de Galeria	5,5	12,3	2,2	3,8	2,4	0,3	3
Reflorestamento	0,5	1,7	11,1	4,2	0,4	0,2	0,0
Vegetação Alterada	<u>58,8</u>	<u>22,3</u>	2,3	<u>54,8</u>	20,4	<u>10,8</u>	<u>41,5</u>

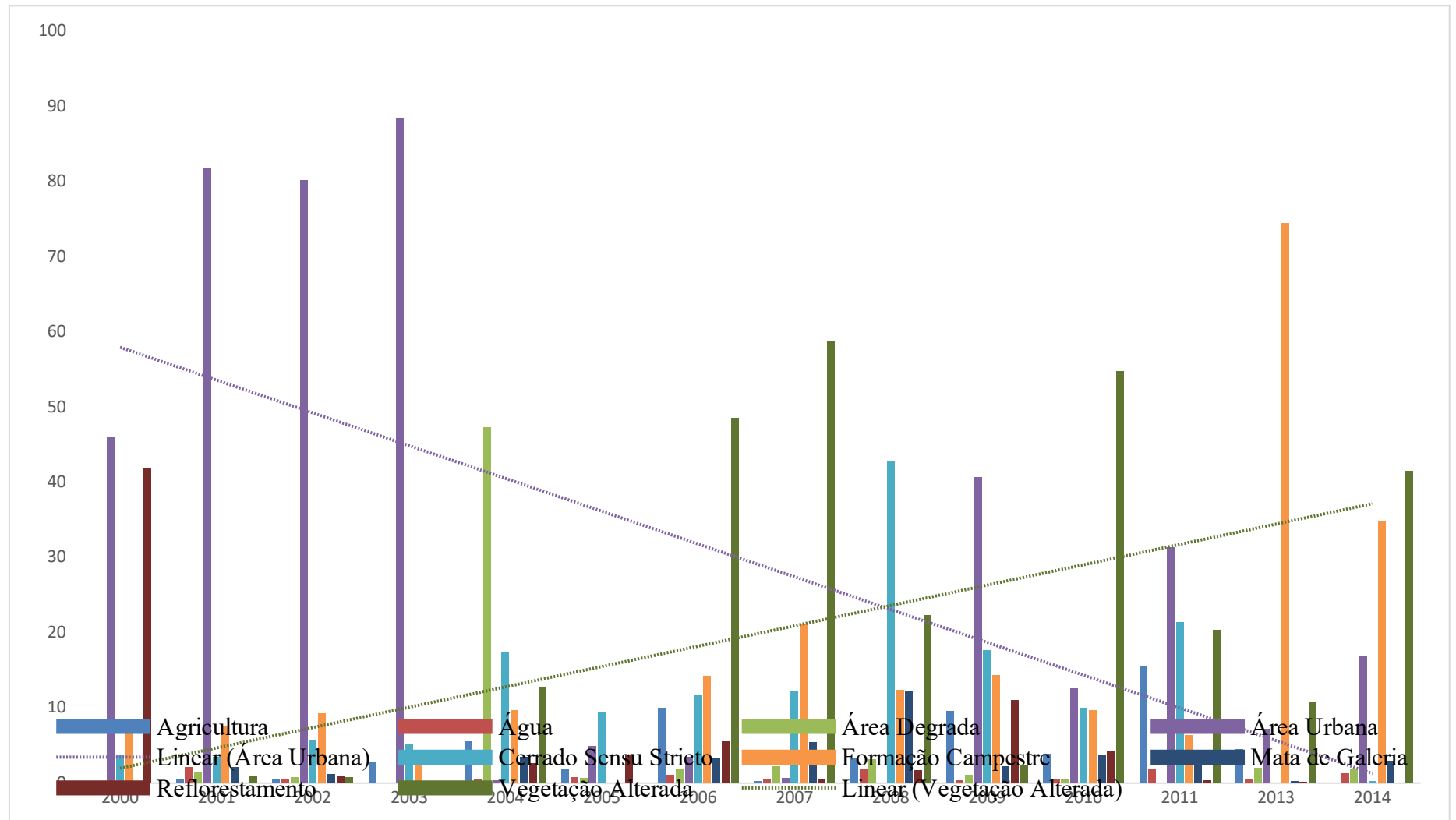


Figura 8 - Fatores, em porcentagem, que mais contribuíram a ocorrência de incêndios florestais na APA

Conforme Tabela 6 e Figura 8 as variáveis que mais contribuíram com ocorrência de incêndios foram “Área Urbana”, ocorrendo em 06 anos diferentes como fator principal e 01 vez como fator secundário; “Vegetação Alterada”, ocorrendo em 05 anos diferentes como fator principal e 02 vezes como fator secundário; A “Formação Campestre”, ocorrendo 01 vez como fator principal, e 05 anos diferentes como fator secundário; e “Cerrado Sensu Stricto”, ocorrendo 01 vez como fator principal e 05 anos diferentes como fator secundário.

Foi observado também, conforme Figura 8 que existiu uma tendência de diminuição da influência do fator de proximidade com a área urbana, para a ocorrência de incêndios florestais, enquanto que para vegetação alterada, a influência foi mais ao passar dos anos. Estes fatores poderiam ser explicados pela ocorrência dos fenômenos El Niño e La Niña, no âmbito de que alterações meteorológicas causadas pelos fenômenos pode ter reduzido as chuvas nos períodos críticos para ocorrência de fogo no DF, tornando a vegetação mais susceptível a queimadas.

A proximidade com áreas urbanas foi o principal fator de contribuição para ocorrência de incêndios na APA Gama e Cabeça de Veado, principalmente entre 2000 e 2003. Esta categoria de uso de solo, onde foram incluídos as estradas e Área do Aeroporto de Brasília, aparece 07 vezes como causa de ocorrência de fogo. Soares et al. (1974); Soares et al. (2002); Bonfim et al. (2003); Santos et al. (2006) e Torres et al. (2010), observaram que a atividade antrópica tem relação. A simples presença do homem na floresta para fins diversos pode aumentar as chances de ocorrência de fogo, como consequência, observa-se que as regiões com vegetação nativa localizadas próximas a vias públicas, ou aglomerados urbanos, tendem a ser susceptíveis a ocorrência de fogo.

Após os anos críticos de ocorrência de incêndios nas proximidades das áreas ou núcleos urbanos, aparentemente houve redução no conflito de uso de solo, possivelmente por conta de ações e políticas públicas de conscientização da população dentro da APA, e paralização da expansão de áreas edificáveis. Alterado o motivo, os incêndios continuaram a ocorrer de semelhante modo dentro da APA. Pode-se afirmar, analisando os três demais principais fatores, que a vegetação existente na área foi o principal fator responsável pela ocorrência de fogo.

Com base nas observações de campo, e dados desta pesquisa, pode-se afirmar que a abertura de acessos para diversos fins de uso antrópicos aumentou o fluxo de veículos. Com isso, aumentou-se a urbanização na área, e junto da urbanização houve introdução de espécies não nativas.

A classificação de uso de solo detectou áreas afetadas pelo fogo na forma de “vegetação alterada”. É muito comum se observar em áreas abandonadas, ou destruídas pela ocorrência do fogo, a ocupação maciça de gramíneas não nativas. A regeneração de áreas do cerrado se inicia não pelo crescimento de espécies pioneiras, ou rebrota de indivíduos que resistiram aos incêndios, mas sim pelo crescimento do chamado ‘mato’. Esta forma de vegetação, que por vezes sufoca e impede o desenvolvimento de plântulas nativas do Cerrado. Possui alta carga de biomassa, e alto poder calorífico. Sua capacidade regenerativa é alta, e seu potencial para geração de grandes incêndios é igualmente grande.

A propagação destas espécies invasoras se dá pelas mais diversas formas, mas com altíssimo grau de sucesso. Visto isso, quando se diz que “vegetação alterada” foi o segundo maior gerador de incêndios, pode-se automaticamente deduzir que na verdade “Gramíneas invasoras” foram a segunda principal causa de incêndios na área.

O terceiro e quarto fator relacionados com a ocorrência dos incêndios florestais foi a vegetação nativa. Isto pode indicar, de certo modo, que existe um ciclo em que a vegetação nativa do cerrado se prepara ocorrência de incêndios florestais. Observou-se uma relação entre o acúmulo de biomassa seca, e ocorrência do fogo. Periodicamente a vegetação fica mais susceptível ao fogo, para que o mesmo desafogue a serapilheira que sufoca a vegetação. Especulações em torno das razões pelo qual a vegetação nativa é a responsável pela ocorrência do fogo eu destrói a si mesmo são muitas, mas o fato é que dentro de uma janela temporal de cinco anos, a vegetação nativa do Cerrado foi a principal responsável pelos incêndios que a afetaram área.

Este trabalho não analisou a origem dos incêndios florestais, estrutura horizontal da floresta, nem estoque de biomassa antes e depois da ocorrência do fogo. Porém os resultados desta pesquisa indicaram que independente da origem do incêndio, a vegetação do Cerrado aparentemente se prepara para o evento de fogo, e ação de incêndios não naturais serve apenas como um agente antecipador de um evento certo. Obviamente, o evento de fogo só irá existir se houver uma fonte de ignição, logo ações de prevenção aos incêndios florestais, segundo Nogueira et al. (2002) devem procurar eliminar a fonte de ignição do fogo, já que o grande gargalo é como este evento antecipado afeta a estrutura de floresta. A Figura 9 ilustra como os fatores afetaram a ocorrência de incêndios, sendo responsáveis, quase sempre sozinhos, pela ocorrência do fogo

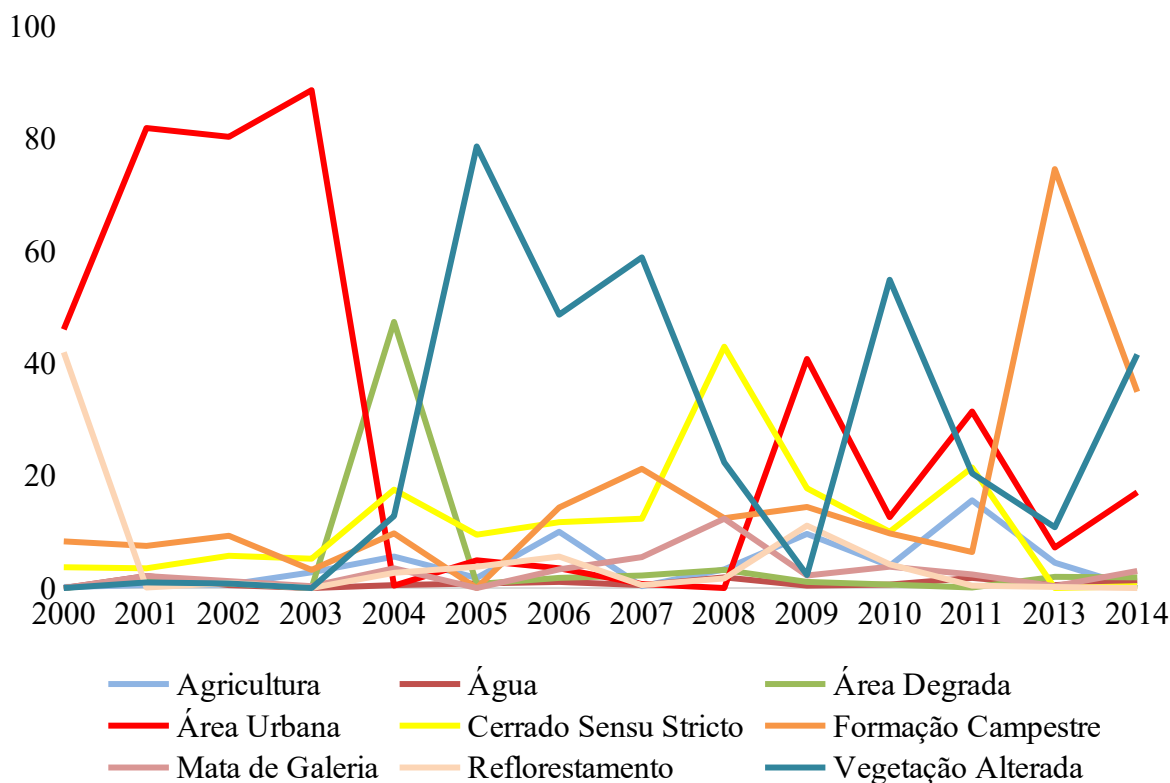


Figura 9 - Contribuição de cada fator ambiental na ocorrência de incêndios florestais na APA

Se por um lado Áreas urbanas, e vegetação foram as principais responsáveis pela ocorrência do fogo, de outro é interessante observar que a Agricultura e Matas de Galeria tiveram influência quase nula na ocorrência do incêndios. Isto possivelmente, é causa das regras adotadas pelo comitê gestor para autorização de práticas agrícolas dentro da APA. Se tratando de área protegida o Código Florestal, de modo geral, impõe restrição de utilização das margens dos rios para qualquer tipo de atividade, devendo ser preservada a mata ciliar (Azevedo, 2008). Não apenas, o artigo 5 da resolução Conama 010/88, cita:

Art. 5º - Nas APA's onde existam ou possam existir atividades agrícolas ou pecuárias, haverá Zona de Uso Agropecuário, nas quais serão proibidos ou regulados os usos ou práticas capazes de causar sensível degradação ao meio ambiente.

Matas de galeria também não contribuíram a ocorrência de fogo. Isto é causa principalmente da presença de cursos d'água, e alta umidade deste tipo de formação dentro do Cerrado. Contudo, conforme Hoffmann (1998), a alta frequência de queimadas dentro deste tipo de formação pode aumentar significativamente a mortalidade de plântulas e impedir que atinjam tamanho reprodutivo. Pode-se dizer que a proteção e conservação deste tipo de

fitofisionomia dentro da APA, conforme mostram os resultados obtidos, serve também como forma de bloqueio a ocorrência do fogo.

A saída modelada foi uma função exponencial delineando a probabilidade de uma estrutura ser destruída pelo fogo, confrontada a real localização dos pontos de destruição causados pelo fogo. Butsick et al. (2017) comentou que essa função reflete a probabilidade de destruição das estruturas que compõem a área porque a localização das estruturas destruídas refletiu no resto da paisagem que foi usada para o plano de fundo dados.

As causas de ocorrência dos incêndios no modelo são dinâmicas, e varia conforme novas áreas ou fitofisionomias são adicionadas à paisagem. A não modificações das formas de ocupação da vegetação no modelo ao longo dos anos não refletiria a realidade, pois sabe-se que a vegetação é dinâmica. Conforme comenta Butsick et al. (2017), processos em pequena escala, como sucessão pós-fogo e as condições de combustível para ação de fogo são altamente estocásticas e incertas; e mudanças em escala mais ampla, como as do tipo de combustível, seriam improváveis dentro de uma janela de 15 anos, como é o caso deste estudo.

De acordo com os gráficos gerados para o modelo temos que a omissão em amostras de teste é uma correspondência boa com a taxa de omissão prevista, a taxa de omissão para dados de teste extraídos da própria distribuição do MaxEnt, pois estão abaixo da linha de omissão prevista. Segundo Phillips et al. (2006), em algumas situações, quando a linha de omissão dos testes está abaixo da linha de omissão prevista, isto representa que os dados de teste e treinamento são dependentes, e derivam do mesmo dado de presença subcorrelacionados espacialmente. No caso dos dados aqui usados, as amostras de treinamento são independentes, já que apesar de serem derivam de uma mesma fonte, são tratados como subamostras da amostra total.

O valor da área sobre a curva ROC (AUC) é uma medida de qualidade do modelo, não sofre muita influência da prevalência e é muito utilizada devido sua robustez (Barreto, 2008). Segundo Mathias et al. (2013) modelos com valores de UAC próximos a 1,0 podem ser considerados bons e conseguem prever a presença de condições para o evento melhor de que ao acaso, entretanto modelos com UAC inferiores a 0,5 são considerados modelos não melhores que o acaso. A Tabela 7 apresenta os valores obtidos na UAC dos testes, bem como o desvio padrão.

Tabela 7 - UAC e desvio padrão dos testes

Ano	UAC Teste	Desvio Padrão
2000	0,815	0,025
2001	0,843	0,012
2002	0,815	0,018
2003	0,813	0,020
2004	0,822	0,006
2005	0,799	0,003
2006	0,843	0,004
2007	0,830	0,006
2008	0,762	0,007
2009	0,782	0,010
2010	0,843	0,004
2011	0,713	0,003
2013	0,748	0,018
2014	0,714	0,012

De acordo com os resultados deste estudo, mostrados na Tabela 7, todos os modelos apresentam AUC maior que 0,7, portanto, pode explicar melhor a ocorrência de incêndios, do que um modelo aleatório. Os modelos de 2001, 2006 e 2010 apresentaram maior AUC, indicando alta confiabilidade de resultados obtidos.

O “*Jackknife*” (Teste e Treinamento), faz a exclusão de uma variável a cada vez que o modelo foi executado, ou seja, exclui a variável e observa se sua exclusão variou o modelo. Isso permite avaliar qual variável é mais importante pra prever a ocorrência de incêndios. Segundo Coelho et al. (2016), uma variável com ganho muito baixo, próximo de zero, apresenta predição tão ruim quando um modelo aleatório. Para os dados obtidos nenhuma variável, sozinha, foi capaz de explicar a ocorrência de incêndios. As variáveis, de um modo geral, apresentaram ganho semelhante, com valores maiores que zero.

No caso das variáveis topográficas, a altimetria das áreas foi o fator de maior influência na ocorrência de incêndios na área o período de estudos, com mais de 80 % de participação apenas desta variável, em todos os casos. A UAC média para este dado foi de 0,6, indicando que o teste com estas variáveis não foi tão bom quando comparados aos testes com uso de solo. O teste *Jackknife* mostrou eu face de exposição ao sol não causou nenhuma influência nos modelos, e em certos casos, sua exclusão produziria um modelo melhor. Segundo o teste, utilizando apenas a variável altimétrica, o modelo gerado apresentaria UAC de maior confiabilidade. Devido a inconsistência das informações obtidas, optou-se aqui por

desconsiderar-se os efeitos da topografia sobre os incêndios na APA Gama e Cabeça de Veado.

5. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

O mapeamento da área via método de máxima verossimilhança se mostrou eficiente, e conseguiu classificar a área com mais de 80% de eficiência. As alterações no uso e cobertura quantificadas ao longo dos anos revelaram que a estrutura vegetacional da APA é dinâmica, prevalente devido aos recorrentes incêndios florestais

Quanto a localização das áreas queimadas, a metodologia de componentes principais funcionou de acordo com o esperado, e detectou as cicatrizes de incêndios florestais em todos os anos do estudo. A quantificação destas áreas também foi possível com uso da metodologia proposta.

A relação estatística entre alterações de uso de solo e ocorrências de incêndios foi realizado com o modelo MaxEnt, mostrando que proximidade a áreas urbanas foi o principal efeito na ocorrência de incêndios florestais na APA. A estatística do teste foi feita pelo parâmetro UAC do teste, que indicou se os resultados gerados eram ou não melhores que suposições ao acaso.

É proposto a continuidade deste trabalho, com avaliação mais profunda do uso e ocupação do solo, preferencialmente com imagens de alta resolução em todos os anos de estudo. Outra sugestão, é de que se continue o estudo de permanência das cicatrizes de fogo, utilizando a metodologia de componentes principais, e também um estudo detalhado de como os fenômenos ‘Niño’ afetaram as chuvas nos meses de ocorrência de fogo, podendo assim, estabelecer se existe relação queimadas e fenômeno meteorológicos.

A fim de minimizar a ocorrência de fogo dentro de unidades de conservação, como é o caso da APA Gama e Cabeça de Veado, propõe-se a construção de aceiros nas áreas de vegetação à 500 metros das rodovias mais próximas. Desta forma, o fogo provocado acidentalmente por transeuntes não afetaria a área. Também é sugerido o uso de queimadas controladas, como forma de limpeza da biomassa seca, principalmente nas regiões próximas a área urbana da APA.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agência Brasil (EBC). ICMBio: incêndios que já atinge 22% da Chapada dos Veadeiros foi criminoso. Pedro Peduzzi. 2017. Disponível em: <<http://agenciabrasil.ebc.com.br/geral/noticia/2017-10/icmbio-incendio-que-ja-atinge-22-da-chapada-dos-veadeiros-foi-criminoso>> Acesso em 10 de Novembro de 2017.
- ALMEIDA, R. F., FAGG, C. W., DE OLIVEIRA, M. C., MUNHOZ, C. B. R., DE LIMA, A. S., & DE OLIVEIRA, L. S. B.. Mudanças florísticas e estruturais no Cerrado sensu stricto ao longo de 27 anos (1985-2012) na Fazenda Água Limpa, Brasília, DF. **Rodriguésia** - Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 65(1), 001-019. 2014.
- ALVAREZ, I. A., SILVA FILHO, D. F. D., COUTO, H. T. Z. D., POLIZEL, J. L. Comparação entre videografia e fotografia aérea para diagnóstico da vegetação em ambiente urbano de Piracicaba, SP. **Revista Árvore** 34.4. 691-698. 2010.
- ARROYO, L. A.; PASCUAL, C.; & MANZANERA, J. A. Fire models and methods to map fuel types: the role of remote sensing. **Forest ecology and management**, 256(6), 1239-1252. 2008.
- ARRUDA, M. B. Representatividade Ecológica com Base na Biogeografia de Biomas e Ecorregiões Continentais do Brasil: o caso do bioma Cerrado. 2003. 176 f. **Tese (Doutorado)** - Curso de Ecologia, Instituto de Ciências Biológicas, Universidade de Brasília, Brasília, 2003.
- ASRAR, G. Theory and Applications of Optical Remote Sensing, Wiley, New York. 1989.
- ASSUNÇÃO, S. L.; FELFILI, J. M. Fitossociologia de um fragmento de cerrado sensu stricto na APA do Paranoá, DF, Brasil. **Acta botanica brasílica**, 18(4), 903-909. 2004.
- AZEVEDO, G. B., REZENDE, A. V., DE OLIVEIRA SOUSA, G. T., DE MIRANDA, J. F. N., & DE CERQUEIRA, P. H. A. Estoques em Biomassa e Carbono Acima do Solo em um Cerrado sensu stricto no Distrito Federal. **IV CONEFLOR – III SEEFLOR/ Vitória da Conquista (BA)**, 25 a 28 de Novembro de 2013. - Resumo Expandido - [642] ISSN: 2318-6631
- AZEVEDO, N. T. Agricultura familiar e proteção ambiental: o caso da APA Dona Francisca em Joinville (SC). **IV Encontro Nacional da Anppas – Brasília**, DF. 4,5 e 6 de junho de 2008.
- BALENSIEFER, M.; ARAUJO, A.J.; ROSOT, N.C. Efeitos da descompactação e adubação do solo na revegetação espontânea de uma cascalheira no Parque Nacional de Brasília. In:

- Simpósio Sul-Americano, 1.; **Simpósio Nacional de Recuperação de Áreas Degradadas**, 2.; Foz do Iguaçu. Anais... Foz do Iguaçu, 1994. p. 527-534. 1994.
- BATISTA, A. C. Mapas de risco: uma alternativa para o planejamento de controle de incêndios florestais. **Floresta**, Curitiba, 30(1/2), 45-54. 2000.
- BATISTA, A. C. Detecção de incêndios florestais por satélites. **Floresta** 34 (2), Mai/Ago. 237-241, Curitiba, Pr. 2004.
- BATISTA, A. C.; BEUTLING, A.; & PEREIRA, J. F. Estimativa do comportamento do fogo em queimas experimentais sob povoamentos de *Pinus elliottii*. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.37, n.5, p.779-787, 2013.
- BARRETO, F. C. C. Modelagem de distribuição de espécies como ferramenta para a conservação: Seleção e avaliação de algoritmos e aplicação com *Heliconius natterii* Felder, 1865. **Tese**. Programa de Pós Graduação em Entomologia da Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, MG. 2008.
- BEIROZ, H. Zonas de amortecimento de Unidades de Conservação em ambientes urbanos sob a ótica territorial: reflexões, demandas e desafios. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, v. 35, 2015.
- Biomass. Ministério do Meio Ambiente (MMA). Acesso em 04/07/2017. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/biomass>>
- BOND, W.J.; WOODWARD, F.I & MIDGLEY, G.F. The global distribution of ecosystems in a world without fire. **New Phytologist**, 165: 525-538. 2005.
- BONFIM, V. R.; RIBEIRO, G. A.; SILVA, E. Diagnóstico do uso do fogo no entorno do Parque Estadual da Serra do Brigadeiro (PESB), MG. Viçosa: **Revista Árvore**, vol.27 n.1, p.87-94, 2003.
- BONTEMPO, Gínia César et al. Ocorrência de incêndios florestais e educação ambiental nos parques abertos à visitação pública em Minas Gerais. 2006. **Dissertação de Mestrado**. Universidade Federal de Viçosa.
- BORGES FILHO, H. C., FELFILI, J. M. Avaliação dos níveis de extrativismo da casca de barbatimão [*Stryphnodendron adstringens* (Mart.) Coville] no Distrito Federal, Brasil. **Revista Árvore**, v. 27, n. 5, 2003.
- BUTSIC, V., SYPHARD, A. D., KEELEY, J. E., & BAR-MASSADA, A. Can private land conservation reduce wildfire risk to homes? A case study in San Diego County, California, USA. **Landscape and Urban Planning**, 157, 161-169. 2017

- CAIADO, M. C. S. Estruturação intra-urbana na região do Distrito Federal e entorno: a mobilidade e a segregação socioespacial da população. **Revista Brasileira de Estudos de População**, 22(1), 55-88. 2013.
- CANALES, J.; TREVISAN, M.C.; SILVA, J.F. & CASWELL, H. A demographic study of an annual grass (*Andropogon brevifolius* Schwrz) in burnt and unburnt savanna. **Acta Oecologica** 15(3): 261-273. 1994.
- CARVALHO JÚNIOR, O. A. D., GUIMARÃES, R. F., MARTINS, É. D. S., CARVALHO, A. P. F. D., & GOMES, R. A. T. Aplicação do método de identificação espectral para imagens do sensor ASTER em ambiente de cerrado. **Revista Brasileira de Geofísica**, 23(2), 159-172. 2005.
- CBMDF. Ocorrências de Incêndios Florestais-Subseção de Estatística, 2000.
- CIANCIARUSO, M.V.; SILVA, I.A. & BATALHA, M.A.. Aboveground biomass of functional groups in the ground layer of savannas under different fire frequencies. **Australian Journal of Botany**, 58(3): 169-174. 2010.
- CHUVIECO, E.; COCERO, D.; RIAÑO, D.; MARTIN, P.; MARTIÑEZ-VEGA, J.; RIVA, J.D.L.; PÉREZ, F. COMBINING NDVI and surface temperature for the estimation of live fuel moisture content in forest fire danger rating. **Remote sensing of environment** 92, 322–331. 2004.
- COELHO, G. L. N.; CARVALHO, L. M. T.; GOMIDE, L. R. Modelagem preditiva de espécies pioneiras no Estado de Minas Gerais. **Pesq. Agrop. Bras. [online]**. Vol. 51, n.3, pp207-2014, 2016.
- COELHO, M. R., SANTOS, H. G., SILVA, E. F., AGLIO, M. L. D., MANZATTO, C., FREITAS JR, E., PERES, J. O recurso natural solo. **Uso agrícola dos solos brasileiros. Capítulo 01**. 2002.
- COLWELL, J. E. 1974. Vegetation canopy reflectance. **Remote Sensing of Environment**, 3: 175–183.
- CONAMA. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução CONAMA nº 010 de 14 de dezembro de 1988. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=74>> . Acesso em: 22 de Dezembro. 2017.
- CRÓSTA, A. P, **Processamento Digital de Imagens de Sensoriamento Remoto**, Campinas, SP, UNICAMP, ed. rev., 1993.

- CRUTZEN, P. J, ANDREAE, M. O. Biomass burning in the tropics: Impacts on atmospheric chemistry and biogeochemical cycles. **Science**, 250, 1669-1678. 1990.
- CURRAN, P. J. Remote sensing of foliar chemistry. **Remote sensing of Environment**, 30(3), 271-278. 1989.
- DALPONTE, M.; ØRKA, H. O.; ENE, L. T.; GOBAKKEN, T.; & NÆSSET, E. Tree crown delineation and tree species classification in boreal forests using hyperspectral and ALS data. **Remote sensing of environment**, 140, 306-317. 2014
- DALPONTE, M.; ENE, L. T.; ORKA, H. O.; GOBAKKEN, T.; & NAESSET, E. Unsupervised selection of training samples for tree species classification using hyperspectral data. Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing, **IEEE Journal of**, 7(8), 3560-3569. 2014.
- DECRETO NO 9.417, DE 21 DE ABRIL DE 1986. Texto Transcrito do DIÁRIO OFICIAL DO DISTRITO FEDERAL, de 24 de abril de 1986 – Ano X – N o 76.
- DUTRA, G. C.; CARVALHO, L. M. T. Modelos de distribuição geográfica de *Amaioua guianensis* Aubl. em Minas Gerais, Brasil Geographic distribution models of *Amaioua guianensis* Aubl. in Minas Gerais, Brazil. **Ambiência**, v. 4, n. 4, p. 47-55, 2009.
- EITEN, G. A. Vegetação do Cerrado. In: PINTO, M. N. (Org.) **Cerrado: caracterização, ocupação e perspectivas**. Brasília: Ed. da UNB, 1993.
- ELITH, J., S.J. PHILLIPS, T. HASTIE, M. DUDIK, Y.E. CHEE, C.J. YATES. A statistical explanation of MaxEnt for ecologists. **Diversity and Distributions** 17:43-57.2011.
- FERRAZ, S. F. B.; VETTORAZZI, C. A. Identificação de áreas para recomposição florestal com base em princípios de Ecologia da Paisagem. **Revista Árvore**, v.27, n.4, p.575-583, 2003.
- FELFILI, J.M. Perda da diversidade. In: UNESCO. Vegetação no Distrito Federal: tempo e espaço. Brasília: 33-34. 2000.
- FELFILI, J.M.; NOGUEIRA, P.E.; SILVA JÚNIOR, M.C.; MARIMON, B.S. & DELITTI, W.B.C. Composição florística e fitossociologia do cerrado sentido restrito no município de Água Boa, MT. **Acta Botanica Brasilica** 16(1): 103-112. 2002.
- FELFILI, J. M; SILVA JUNIOR, M. C; REZENDE, A. V; MACHADO, J. W. B; WALTER, B. M. T; SILVA, P. E. N; HAY, J. D. Análise Comparativa da Florística e Fitossociologia da Vegetação Arbórea do Cerrado Sensu Stricto Na Chapada Pratinha, DF - Brasil. **Acta bot. Bras**, 6(2), 27. 1992.

- FIDELIS, A., & PIVELLO, V. R. Deve-se usar o fogo como instrumento de manejo no Cerrado e Campos Sulinos?. **Biodiversidade brasileira**, (2), 12-25. 2011
- FIEDLER, N. C., REZENDE, A. V., & VENTUROILI, F. Efeito de incêndios florestais na estrutura e composição florística de uma área de cerrado sensu stricto na fazenda Água Limpa-DF. **Revista Árvore**, 28(1). 2004.
- FIEDLER, N. C., RODRIGUES, T. O., MEDEIROS, M. D. Avaliação das condições de trabalho, treinamento, saúde e segurança de brigadistas de combate a incêndios florestais em unidades de conservação do Distrito Federal: estudo de caso. **Revista Árvore**, 30(1), 55-63. 2006.
- FRANÇA, H. Metodologia de identificação e quantificação de áreas queimadas no Cerrado com imagens AVHRR/NOAA. São Paulo, SP. **Tese de Doutorado**. Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo; 2000.
- FRANÇA, H. Os incêndios de 2010 nos parques nacionais do Cerrado. 2010. Disponível em: <http://www.ufabc.edu.br/index.php?option=com_content&view=article&id=4109:professora-da-ufabc-mapeiaqueimadas-em-unidades-de-conservacao-do-Cerrado&catid=587:2010&Itemid=183>. Acesso em 01/11/2017.
- GUTZWILLER, K. J.; BARROW, W. C. Influences of roads and development on bird communities in protected Chihuahuan Desert landscapes. **Biological Conservation**, v.113, n.2, p.225-237, 2003.
- HAO, W.M.; LIU, M.H.. & CRUTZEN, P.J. Estimates of annual and regional releases of CO₂ and other trace gases to the atmosphere from fires in the tropics, based on the FAO statistics for the period 1975-1980. **Fire in the Tropical Biota** (ed. J. G. Goldammer), pp. 440-462. Springer-Verlag, Berlin. 1990.
- HARDESTY, J., R. MYERS, AND W. FULKS. Fire, ecosystems, and people: a preliminary assessment of fire as a global conservation issue. **The George Wright Forum** 22: 78-87. 2005.
- HEIN, L. Economic benefits generated by protected areas: the case of the Hoge Veluwe forest, the Netherlands. **Ecology and Society** 16(2): 13. 2011. Disponível em: <http://www.ecologyandsociety.org/vol16/iss2/>. Acesso em 23 maio 2017.

HOFFMANN, W.A. Post-burn reproduction of woody plants in a Neotropical savanna: the relative importance of sexual and vegetative reproduction. **Journal of applied ecology**, v.35, p.422-433, 1998.

HUMMELL, B. M. D. L. Das Geografias da solidariedade: inequidades no direcionamento de recursos internacionais em momentos pós-desastres naturais na década de 2000 ;**Tese de doutoramento** defendida junto ao Programa de Pós-graduação em Gestão Urbana da Pontificia Universidade Católica do Paraná, Curitiba. 2014.

INPE. Landsat 5 e 7. Acesso em 06 de julho de 2017. Disponível em: <http://www.dgi.inpe.br/Suporte/files/Cameras-LANDSAT57_PT.php>

IPA - Instituto de Pesquisa da Amazônia. O que são Serviços Ambientais? É possível compensar economicamente a prestação destes serviços? IPA, 2008. Disponível em: <<http://ipam.org.br/entenda/o-que-sao-servicos-ambientais-e-possivel-compensar-economicamente-a-prestacao-destes-servicos/>> Acesso em: 05 jun. 2017

JAYNES, E. T. Information theory and statistical mechanics. *Phys. Rev.* 106: 620-630. 1957.

KAUFFMAN, J. BOONE, D. L. CUMMINGS; D. E. Ward. Relationships of fire, biomass and nutrient dynamics along a vegetation gradient in the Brazilian cerrado. **Journal of Ecology**: 519-531. 1994.

KUMAR, K. K.; NAGAI, M.; WITAYANGKURN, A.; KRITIYUTANANT, K.; & NAKAMURA, S. Above Ground Biomass Assessment from Combined Optical and SAR Remote Sensing Data in Surat Thani Province, Thailand. **Journal of Geographic Information System**, 8(04), 506. 2016.

LI, S., HUGHES, A. C., SU, T., ANBERRÉE, J. L., OSKOLSKI, A. A., SUN, M., FERGUSON, D. K., ZHOU, Z. Fire dynamics under monsoonal climate in Yunnan, SW China: past, present and future. **Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology**, 465, 168-176. 2017.

MARCUZZO, F. F. N.. Influência do El Niño e La Niña na precipitação máxima diária do estado de Goiás. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 28, n. 4, 2013.

MATHIAS, L. B; COELHO, A. L. N. Modelagem ecológica e ferramentas SIG aplicadas à conservação de *Dymorphila genei*. **Anais XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto – SBSR**, Foz do Iguaçu, PR, Brasil. INPE, p. 7966. 13 a 18 de abril de 2013.

- MEROW, C., SMITH, M.J. & SILANDER, J.A. A practical guide to MaxEnt for modeling species distributions: what it does, and why inputs and settings matter. – **Ecography** 36: 1058–1069. 2013.
- MIRANDA, E. E.; MORAES, A. V. C.; OSHIRO, O. T. Queimada na Amazônia Brasileira em 2005. Embrapa, São Paulo. (**Comunicado Técnico, 18**). Disponível em: http://www.cnpem.embrapa.br/publica/download/cot19_bal_ucstis06_vf.pdf. Acesso: 10/09/2016. 2006.
- MIRANDA, H.S.; BUSTAMANTE, M.M.C. & MIRANDA, A.C. The fire factor, 51-68. In: Olivera, P.S. & Marquis, R.J. (eds). The cerrados of Brazil: ecology and natural history of a neotropical savanna. **Columbia University Press**. 2002.
- MIRANDA, H. S., SATO, M. N., NETO, W. N., AIRES, F. S. Fires in the cerrado, the Brazilian savanna. In *Tropical Fire Ecology* (pp. 427-450). **Springer Berlin Heidelberg**. 2009.
- MMA, IBAMA e PNUD Relatório técnico de monitoramento do desmatamento no bioma cerrado, 2002 a 2008: dados revisados acordo de cooperação técnica Ministério do Meio Ambiente / Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis / Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento. Centro de Sensoriamento Remoto - CSR/IBAMA, Brasília, 2009
- MORAIS, J. C. M. Incêndios florestais e queimadas. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA). Centro Nacional de Prevenção e Combate aos Incêndios Florestais – **PREVFOGO**. 16p. 2007.
- MORITZ, M.A., PARIEN, M.-A., BATLLORI, E., KRAWCHUK, M.A., VAN DORN, J., GANZ, D.J., HAYHOE, K. Climate change and disruptions to global fire activity. **Ecosphere** 3, 1-22. 2012.
- MUNHOZ, C. B. R.; & FELFILI, J. M. Fitossociologia do estrato herbáceo-subarbustivo de uma área de campo sujo no Distrito Federal, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, 20(3), 671-685.2006.
- MYERS, N., MITTERMIER, R.A., MITTERMIER, C.G., et al., Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature** 403,853–858. 2000.
- NELSON, B. W. Fogo em florestas da Amazônia. In: Simpósio brasileiro de sensoriamento remoto, 10., 2001, Foz do Iguaçu. Anais. Foz do Iguaçu: **INPE** 2001. p.1975-1982.

- NISHIMURA, R. Y. G. O papel de variáveis ambientais na distribuição e diversificação de espécies arbustivo-arbóreas do Cerrado e floresta. **Dissertação**. Instituto de Biologia da Universidade Estadual de Campinas. 2017.
- NOGUEIRA, S. G., RIBEIRO, A. G.; SOARES, C. A. R. A.; PEREIRA, E. S. Escolha de locais para instalação de torres de detecção de incêndio com auxílio do SIG. Viçosa: **Revista Árvore**, v.26, n.3, p.363-369, 2002.
- PARISIEN, M.A., MORITZ, M.A. Environmental controls on the distribution of wildfire at multiple spatial scales. **Ecological Monographs** 79, 127-154. 2009.
- PEREIRA, C. A.; FIEDLER, N. C.; & MEDEIROS, M. B. D. Análise de ações de prevenção e combate aos incêndios florestais em unidades de conservação do Cerrado. **Revista Floresta**, 34(2), 95-100. 2004.
- PESQUISA DISTRITAL POR AMOSTRA DE DOMICÍLIOS - PARK WAY - PDAD /2014. CODEPLAN – Brasília – DF, 2014. Acesso em 20 de Março de 2018. Disponível em: <<http://www.codeplan.df.gov.br/wp-content/uploads/2018/02/PDAD-Park-Way.pdf>>
- PEZZOPANE, J. E. M.; OLIVEIRA NETO, S. N.; VILELA, M. F. Risco de incêndios em função da característica do clima, relevo e cobertura do solo. **Floresta e Ambiente** , v.8, n.1, p.161-165, 2001.
- PHILLIPS, S. J.; ANDERSON, R. P. SCHAPIRE, R. E. Maximum entropy modelling of species geographic distributions. **Ecological Modelling**, Vol. 190/3-4. Pp.231-259, 2006.
- PHILLIPS, S.J.; DUDÍK, M. Modeling of species distributions with Maxent: new extensions and a comprehensive evaluation. **Ecography**, 31, 161–175. 2008.
- PINHEIRO, C.Q.; CORRÊA, R.S. Determinação da dose ideal de composto de lixo, lodo de esgoto e esterco bovino para produção de *Inga marginata* em substrato minerado. In: **Simpósio Brasileiro de Engenharia Ambiental**, 3.; Anais... Taguatinga, Universidade Católica de Brasília, DF, 2004.
- PIVELLO, V. R. The use of fire in the Cerrado and Amazonian rainforests of Brazil: past and present. **Fire ecology** 7.1 24-39. 2011.
- PIROLI, E. L.. Disciplina de geoprocessamento: práticas em Idrisi – versão Taiga. Ourinhos: Unesp/Campus Experimental de Ourinhos. 56p .2010b.
- RAMOS-NETO, M. B. O Parque Nacional das Emas (GO) e o fogo: implicações para a conservação biológica. 2000. 159 f. Tese (**Doutorado em Ecologia**) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2000.

- RIBEIRO, L., KOPROSKI, L. P., STOLLE, L., LINGNAU, C., SOARES, R. V., BATISTA, A. C. Zoneamento de riscos de incêndios florestais para a Fazenda Experimental do Canguiri, Pinhais (PR). **Floresta**, 38(3). 2008.
- RIBEIRO, R. J. C.; BAPTISTA, G. M. M.; BIAS, E. S. Comparação dos métodos de classificação supervisionada de imagem Máxima Verossimilhança e Redes Neurais em ambiente urbano. **Anaix XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**, Florianópolis, INPE. P.5471-5478. Brasil. 21-26 abril, 2007
- RIBEIRO, S. R. A., CAETANO, J. S. Classificação do uso do solo utilizando redes neurais e o algoritmo MAXVER. **Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto 20**. 2001.
- RIVERA-LOMBARDI, R. J., KRUG, T.;SANTOS, J. R. Permanência média de cicatrizes do fogo em diferentes tipos fisionômicos do cerrado brasileiro, utilizando dados do sensor TM/Landsat. **Anais XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**, Goiânia, Brasil, 16-21, INPE, p. 3269-3276. Abril 2005.
- SANTOS, J. F., SOARES, R. V., BATISTA, A. C. Perfil dos incêndios florestais no Brasil em áreas protegidas no período de 1998 a 2002. **FLORESTA**, Curitiba, PR, v. 36, n. 1, jan./abr. 2006.
- SANTOS, M. 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**. 176p. 2003.
- SANTOS SILVA, P. H. Detecção e análise de áreas queimadas por meio da normalização de séries temporais MODIS na região do Jalapão. **Tese de Doutorado**. Universidade de Brasília. 2015.
- SANT'ANNA, C. M.; FIEDLER, N. C.; MINETTE, L. J. Controle de incêndios florestais. Alegre, ES, **Editora Suprema**. 152 p. 2007.
- SCHÜLE, W. Landscape and climate in prehistory: Interaction of wildlife, man, and fire. In: Goldammer, J.G., ed. **Fire in the tropical biota**. New York: Springer-Verlag, Cap. 13, p. 273-318. (Ecological Studies, 84). 1990.
- SILVA, D. M., LOIOLA, P. D. P., ROSATTI, N. B., SILVA, I. A., CIANCIARUSO, M. V., & BATALHA, M. A. Os efeitos dos regimes de fogo sob a vegetação de cerrado no Parque Nacional das Emas, GO: considerações para a conservação da diversidade. **Número Temático: Ecologia e Manejo de Fogo em Áreas Protegidas**. Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. 2011.

SILVA, S. A.; CABRAL, J. B. P.; SCOPEL, I. Incêndios em vegetação entre 2000 e 2002, nas propriedades rurais limítrofes às rodovias pavimentadas do município de Jataí-GO. Jataí. **Geoambiente**, n.2, p.1-20, 2004.

SILVEIRA, H. L. F.; VETTORAZZI, C. A.; VALENTE, R. O. A. Avaliação Multicriterial No Mapeamento De Risco De Incêndios Florestais, em Ambiente SIG, na Bacia do Rio Corumbataí, SP1. **Revista árvore**, v. 32, n. 2, 2008.

SHOW, S. B. S. B., & CLARKE, B.(FAO). La lucha contra los incendios forestales (Nº. 04; SD421, S46.).1953.

SOARES, R. V.; CORDEIRO, L. Análise das causas e épocas de ocorrência de incêndios florestais na região centro-paranaense. **Floresta**, v. 5, n. 1, 1974.

SOARES, R. V.; SANTOS, J. F. Perfil dos incêndios florestais no Brasil de 1994 a 1997. Curitiba: **Floresta**, v.32, n.2, p.219-232, 2002.

SOLBERG, S., ASTRUP, R., BREIDENBACH, J., NILSEN, B., WEYDAHL, D. Monitoring spruce volume and biomass with InSAR data from TanDEM-X. **Remote sensing of environment**, 139. 60-67. 2013.

SOUSA, I. M. P., GIONGO, M. Quantificação da Área Queimada no Estado Do Tocantins no Período de 2003 a 2011 Utilizando Imagens do Satélite Tm/Landsat-5. **DESAFIOS**, v. 3, p. 126-130, 2017.

SOUZA, M. A. D. Levantamento de plantas de baixa inflamabilidade em áreas queimadas de cerrado no Distrito Federal e análise das suas propriedades físicas. **Dissertação de Mestrado** do PPGEF. Brasília – DF, 2015.

SPÍNOLA, C. M., BECHARA, F. C., & BARRETTO, K. D. Uso de Sensoriamento Remoto na Identificação de Fitofisionomias de Cerrado Lato Sensu. **Revista Brasileira de Biociências**, 5(S1), pg-378. 2007.

STEVEN J. P.; MIROSLAV D.; ROBERT E. S. Maxent software for modeling species niches and distributions (Version 3.4.1). Disponível em: <http://biodiversityinformatics.amnh.org/open_source/maxent/>. Acesso em 01/12/2017.

STOW, D. A.; RIGGAN, P. J.; STOREY, E. J.; & COULTER, L. L. Measuring fire spread rates from repeat pass airborne thermal infrared imagery. **Remote sensing letters**, 5(9), 803-812. 2014.

SULSOFT, Guia do ENVI em Português. Disponível em: <<http://www.envi.com.br/>>. Acesso em: 06/05/2017.

TATAGIBA, M. M. A. Estudo da Dinâmica Espacial e Temporal dos Incêndios Florestais no Parque Nacional da Chapada dos Veadeiros. **Dissertação de Mestrado** em Engenharia Florestal, Programa de Pós Graduação em Engenharia Florestal – PPGEFF. Departamento de Engenharia Florestal, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 76p. 2010.

TANSEY, K.; GRÉGOIRE, J. M.; STROPPIANA, D.; SOUSA A.; SILVA J.; PEREIRA, J. M. C.; BOSCHETTI, L.; MAGGI, M.; BRIVIO, P. A.; FRASER, R.; FLASSE, S.; ERSHOW, D.; BINAGHI, E.; GRAETZ, D.; PEDUZZI, P. Vegetation burning in the year 2000: global burned area estimates from SPOT VEGETATION data. **Journal of Geophysical Research-Part D-Atmospheres** 109. 2004.

TIAN X, ZHAO F, SHU L, WANG M. Distribution characteristics and the influence factors of forest fires in China. **Forest Ecology and Management**; 2013(310): 460-467. 2013.

TORRES, F. T. P. Relações entre fatores climáticos e ocorrências de incêndios florestais na cidade de Juiz de Fora (MG). **Caminhos de Geografia**, 7(18), 162-171. 2006.

TORRES, F. T. P., RIBEIRO, G. A., MARTINS, S. V., LIMA, G. S Determinação do período mais propício às ocorrências de incêndios em vegetação na área urbana de Juiz de Fora, MG. Viçosa: Revista **Árvore**, v.34, n.2, p.297-303, 2010.

TORRES, F. T. P., ROQUE, M. P. B., LIMA, G. S., MARTINS, S. V., & FARIA, A. L. L. D. Mapping of Forest Fires Risk Using Geoprocessing Techniques. **Floresta e Ambiente**, 24. 2017.

VASCONCELOS, S.S.; ROCHA, K.S.; SELHORST, D.; PANTOJA, N.V.; BROWN, I.F. Evolução de focos de calor nos anos de 2003 e 2004 na região de Madre de Dios/Peru – Acre/Brasil – Pando/Bolívia (MAP): uma aplicação regional do banco de dados INPE/IBAMA. **XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**, 3411-3417. 2005. Disponível em: <http://marte.sid.inpe.br/col/ltid.inpe.br/sbsr/2005/02.12.16.31/doc/@sumario.htm>. Acesso: 10/09/2016.

VERDÚ, F.; SALAS, J. Caracterización de variables biofísicas en los incendios forestales mayores de 25 ha de la España peninsular (1991-2005). **Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles**, n°57, p.79-100, 2011.

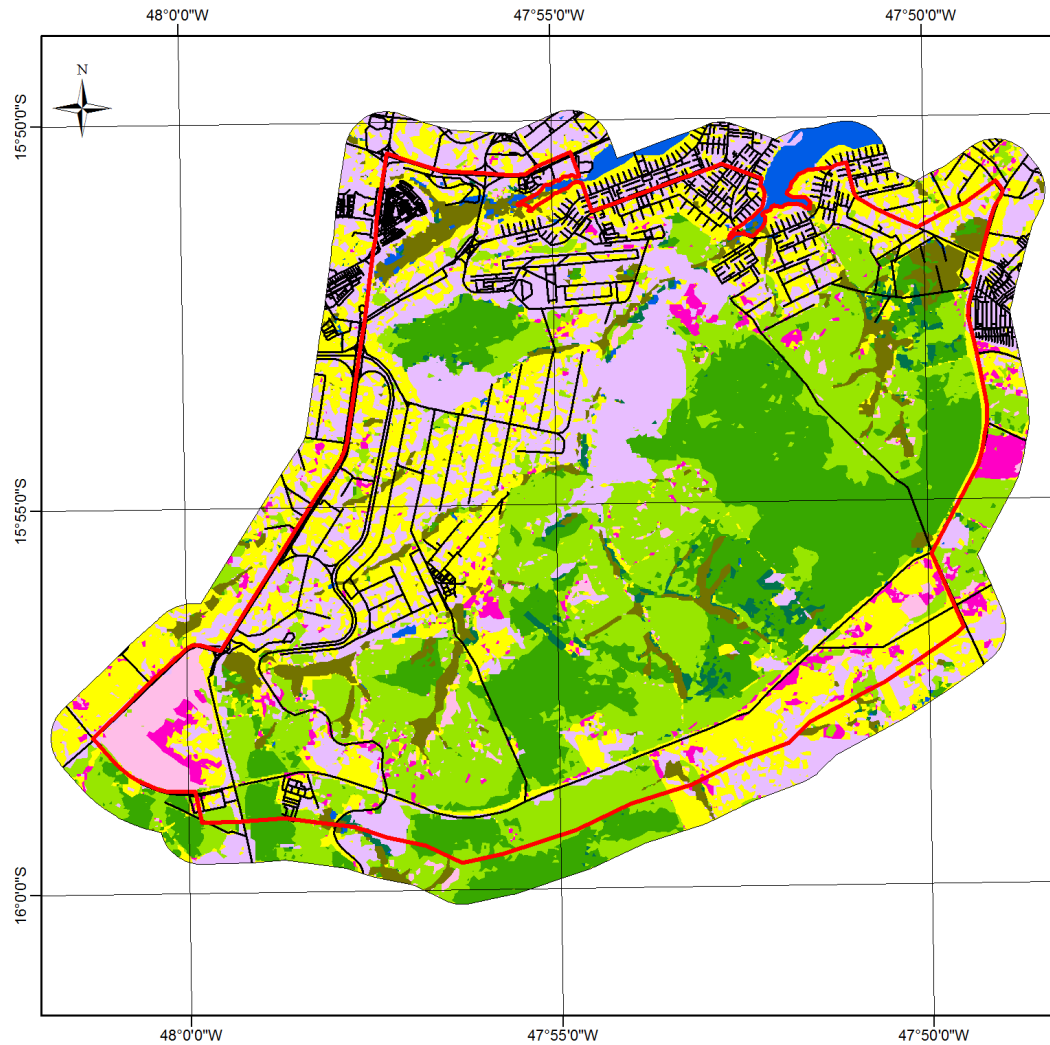
VICENTE, V. M. B., CALMON, P. C. D. P.; ARAÚJO, S. M. V. G. D. Analyzing Institutional Changes In Urban Territorial Policy Of Brazilian Federal District Applying The Advocacy Coalition Framework. **Organizações & Sociedade**, 24(80), 135-156. 2017.

VIEGAS, D. X. Parametric study of eruptive fire behaviour model. **International Journal of Wildland Fire**, 15(2), 2006.

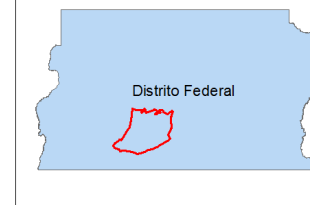
UNESCO. Vegetação no Distrito Federal: tempo e espaço. 2000.

7. ANEXOS

Mapa de Classificação de Uso do Solo (2000)



Mapa de Localização



Legenda

APA Gama e Cabeça de Veado (23.778,81 ha)

Área de Estudo (31.069,13 ha)

— Estradas e Rodovias

Classificação de Uso do Solo

Agricultura: 6953,67 ha

Água: 448,12 ha

Área Degradada: 801,23 ha

Área Urbana: 7.644,27 ha

Cerrado Sensu Stricto: 5.638,72 ha

Formação Campestre: 6.833,57 ha

Mata de Galeria: 1.480,46 ha

Reflorestamento: 382,49 ha

Vegetação Alterada: 886,61 ha

Projeção UTM - Zona 23 S

Datum: WGS 84

Autor: Raymeson Rodrigues de Melo

Fonte:

Estradas e Rodovias: ZEE - DF, 2010.

Imagem: Landsat 5, 2000. Escala: 1:100.000

Limites Municipais: IBGE, 2014. Escala: 1:250.000.

Unidades de Conservação: ZEE - DF, 2010.



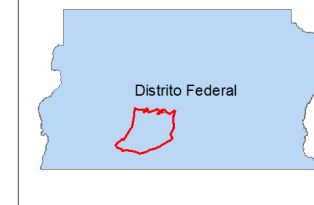
1 cm = 21 km

Figura 10 - Classificação de Uso do Solo (2000)

Mapa de Classificação de Uso do Solo (2001)



Mapa de Localização



Legenda

APA Gama e Cabeça de Veado (23.778,81 ha)

Área de Estudo (31.069,13 ha)

— Estradas e Rodovias

Classificação de Uso do Solo

Agricultura: 6.187,27 ha

Água: 523,24 ha

Área Degradada: 1.446,91 ha

Área Urbana: 6.824,34 ha

Cerrado Sensu Stricto: 5.912,08 ha

Formação Campestre: 6.091,55 ha

Mata de Galeria: 1.598,26 ha

Reflorestamento: 1.252,97 ha

Vegetação Alterada: 1.232,51 ha

Projeção UTM - Zona 23 S

Datum: WGS 84

Autor: Raymeson Rodrigues de Melo

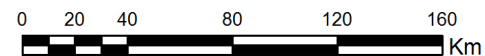
Fonte:

Estradas e Rodovias: ZEE - DF, 2010.

Imagem: Landsat 5, 2001, Escala: 1:100.000

Limites Municipais: IBGE, 2014, Escala: 1:250.000.

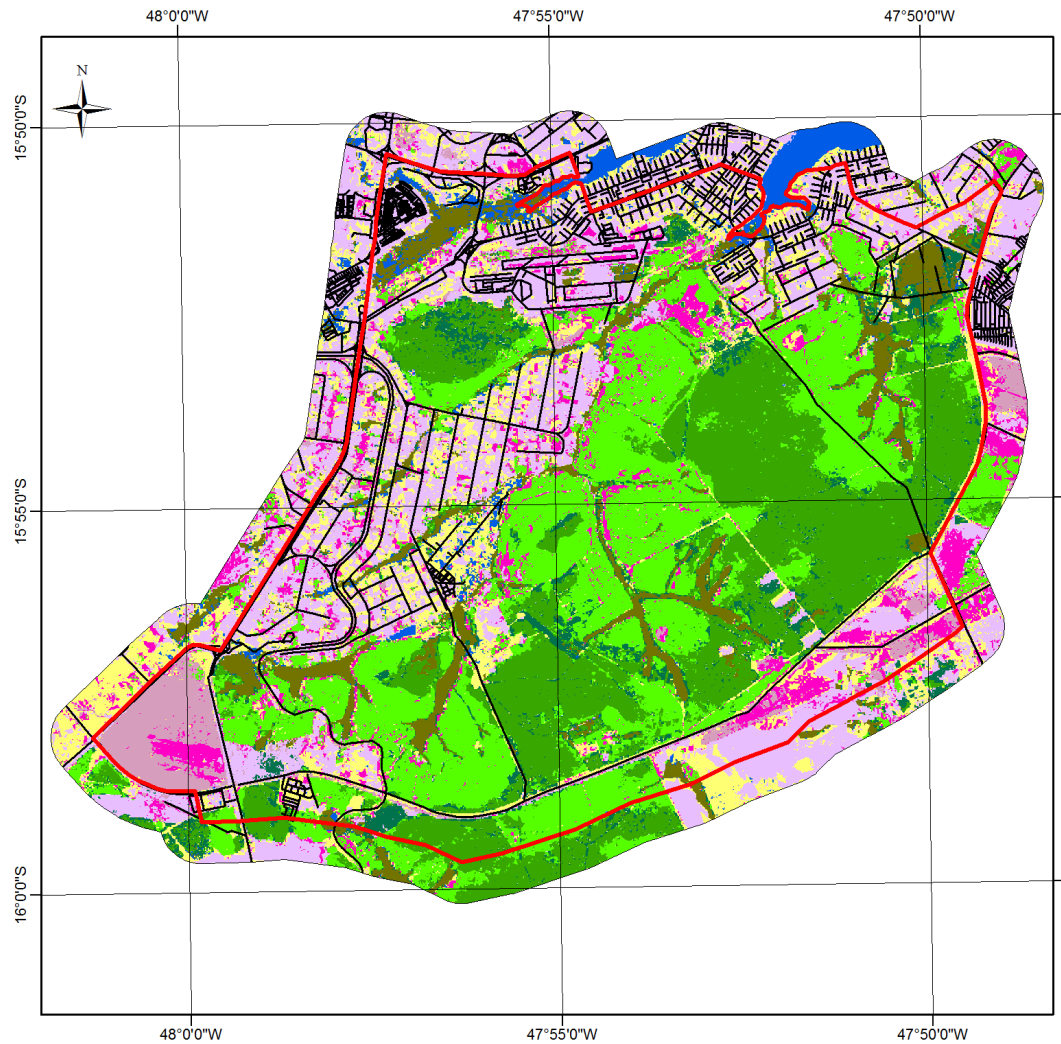
Unidades de Conservação: ZEE - DF, 2010.



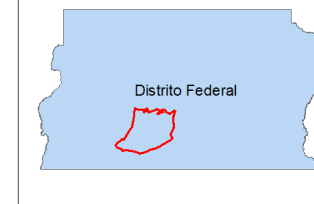
1 cm = 21 km

Figura 11 - Classificação de Uso do Solo (2001)

Mapa de Classificação de Uso do Solo (2002)



Mapa de Localização



Legenda

APA Gama e Cabeça de Veado (23.778,81 ha)

Área de Estudo (31.069,13 ha)

— Estradas e Rodovias

Classificação de Uso do Solo

Agricultura: 4.200,87 ha

Água: 792,60 ha

Área Degradada: 1.963,97 ha

Área Urbana: 7.507,73 ha

Cerrado Sensu Stricto: 5.532,19 ha

Formação Campestre: 6.662,76 ha

Mata de Galeria: 1.801,52 ha

Reflorestamento: 1.293,63 ha

Vegetação Alterada: 1.313,86 ha

Projeção UTM - Zona 23 S

Datum: WGS 84

Autor: Raymeson Rodrigues de Melo

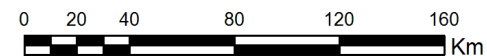
Fonte:

Estradas e Rodovias: ZEE - DF, 2010.

Imagem: Landsat 7. 2002. Escala: 1:100.000

Limites Municipais: IBGE, 2014. Escala: 1:250.000.

Unidades de Conservação: ZEE - DF, 2010.



1 cm = 21 km

Figura 12 - Classificação de Uso do Solo (2002)

Mapa de Classificação de Uso do Solo (2003)



Legenda

- APA Gama e Cabeça de Veado (23.778,81 ha)
- Área de Estudo (31.069,13 ha)
- Estradas e Rodovias

Classificação de Uso do Solo

- Agricultura: 6.742,77 ha
- Água: 239,74 ha
- Área Degradada: 1.266,25 ha
- Área Urbana: 8.692,01 ha
- Cerrado Sensu Stricto: 6.247,05 ha
- Formação Campestre: 4.792,38 ha
- Mata de Galeria: 1.197,09 ha
- Reforestamento: 795,02 ha
- Vegetação Alterada: 1.096,82 ha

Projeção UTM - Zona 23 S
Datum: WGS 84

Autor: Raymeson Rodrigues de Melo

Fonte:

Estradas e Rodovias: ZEE - DF, 2010.

Imagem: Landsat 5, 2003. Escala: 1:100.000

Limites Municipais: IBGE, 2014. Escala: 1:250.000.

Unidades de Conservação: ZEE - DF, 2010.

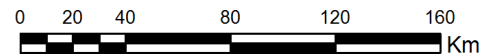
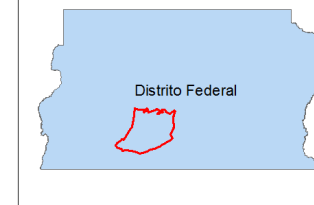


Figura 13 - Classificação de Uso do Solo (2003)

Mapa de Classificação de Uso do Solo (2004)



Mapa de Localização



Legenda

APA Gama e Cabeça de Veado (23.778,81 ha)

Área de Estudo (31.069,13 ha)

— Estradas e Rodovias

Classificação De Uso de Solo

Agricultura: 2.314,84 ha

Água: 371,15 ha

Área Degradada: 6.432,27 ha

Área Urbana: 7.660,26 ha

Cerrado Sensu Stricto: 6.207,53 ha

Formação Campestre: 3.748,43 ha

Mata de Galeria: 1.586,24 ha

Reflorestamento: 1.092,18 ha

Vegetação Alterada: 1.656,23 ha

Projeção UTM - Zona 23 S

Datum: WGS 84

Autor: Raymeson Rodrigues de Melo

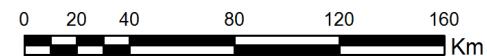
Fonte:

Estradas e Rodovias: ZEE - DF, 2010.

Imagem: Landsat 5, 2004, Escala: 1:100.000

Limites Municipais: IBGE, 2014, Escala: 1:250.000.

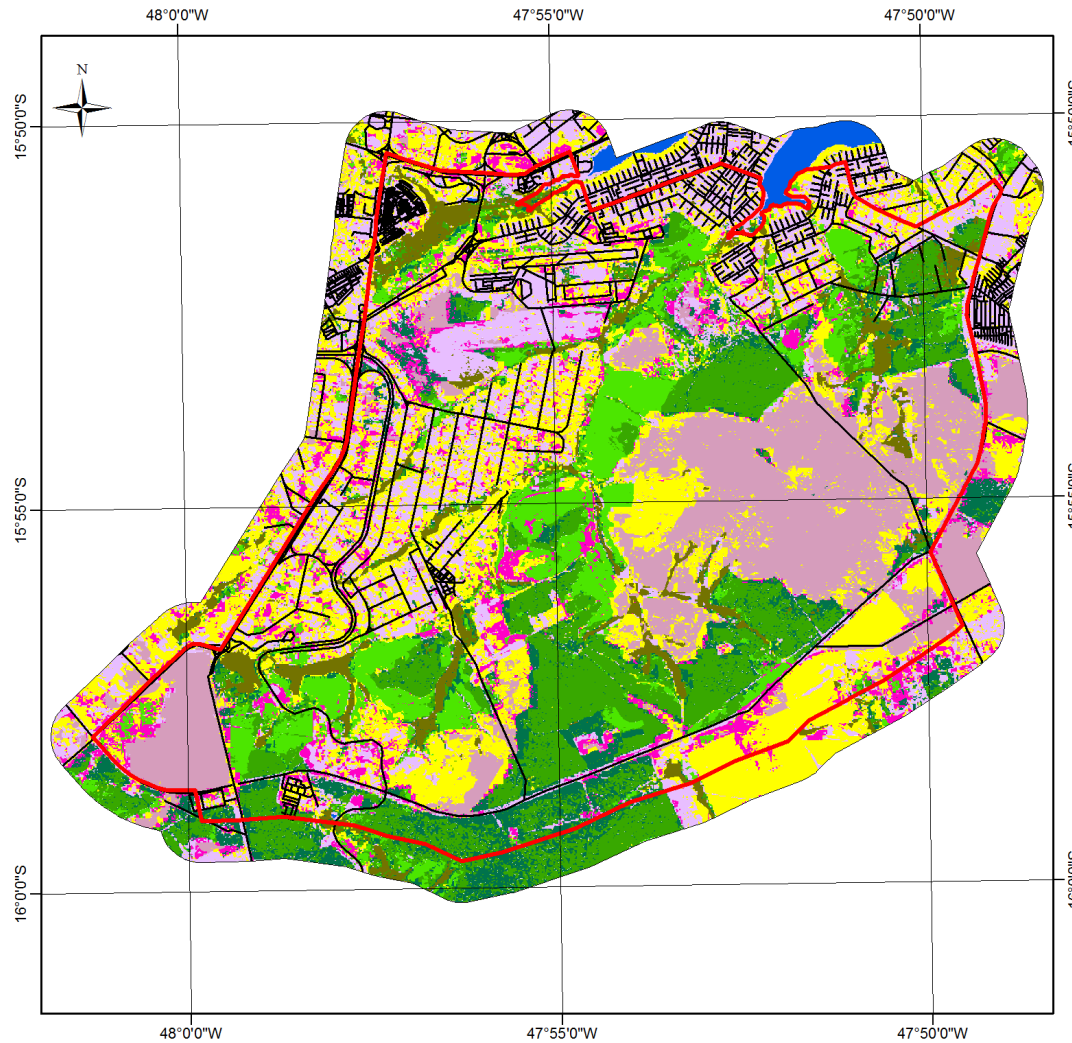
Unidades de Conservação: ZEE - DF, 2010.



1 cm = 21 km

Figura 14 - Classificação de Uso do Solo (2004)

Mapa de Classificação de Uso do Solo (2005)



Legenda

- APA Gama e Cabeça de Veado (23.778,81 ha)
- Área de Estudo (31.069,13 ha)
- Estradas e Rodovias

Classificação de Uso do Solo

- Agricultura: 7.447,28 ha
- Água: 285,32 ha
- Área Degradada: 2.050,71 ha
- Área Urbana: 6.417,40 ha
- Cerrado Sensu Stricto: 4.402,41 ha
- Formação Campestre: 2.509,79 ha
- Mata de Galeria: 1.360,27 ha
- Reflorestamento: 2.075,46 ha
- Vegetação Allterada: 4.520,49 ha

Projeção UTM - Zona 23 S
Datum: WGS 84

Autor: Raymeson Rodrigues de Melo

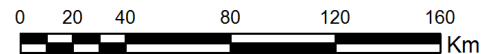
Fonte:

Estradas e Rodovias: ZEE - DF, 2010.

Imagem: Landsat 5, 2005. Escala: 1:100.000

Limites Municipais: IBGE, 2014. Escala: 1:250.000.

Unidades de Conservação: ZEE - DF, 2010.



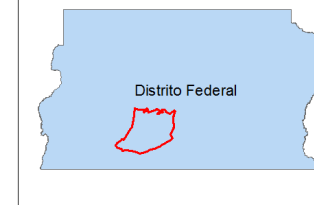
1 cm = 21 km

Figura 15 - Classificação de Uso do Solo (2005)

Mapa de Classificação de Uso do Solo (2006)



Mapa de Localização



Legenda

APA Gama e Cabeça de Veado (23.778,81 ha)

Área de Estudo (31.069,13 ha)

— Estradas e Rodovias

Classificação de Uso do Solo

Agricultura: 3.616,10 ha

Água: 286,45 ha

Área Degradada: 1.660,15 ha

Área Urbana: 8.939,12 ha

Cerrado Sensu Stricto: 4.171,13 ha

Formação Campestre: 5.781,27 ha

Mata de Galeria: 1.495,33 ha

Reforestamento: 2.068,52 ha

Vegetação Alterada: 3.051,06 ha

Projeção UTM - Zona 23 S

Datum: WGS 84

Autor: Raymeson Rodrigues de Melo

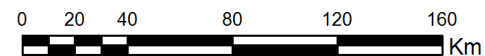
Fonte:

Estradas e Rodovias: ZEE - DF, 2010.

Imagem: Landsat 5, 2006. Escala: 1:100.000

Limites Municipais: IBGE, 2014. Escala: 1:250.000.

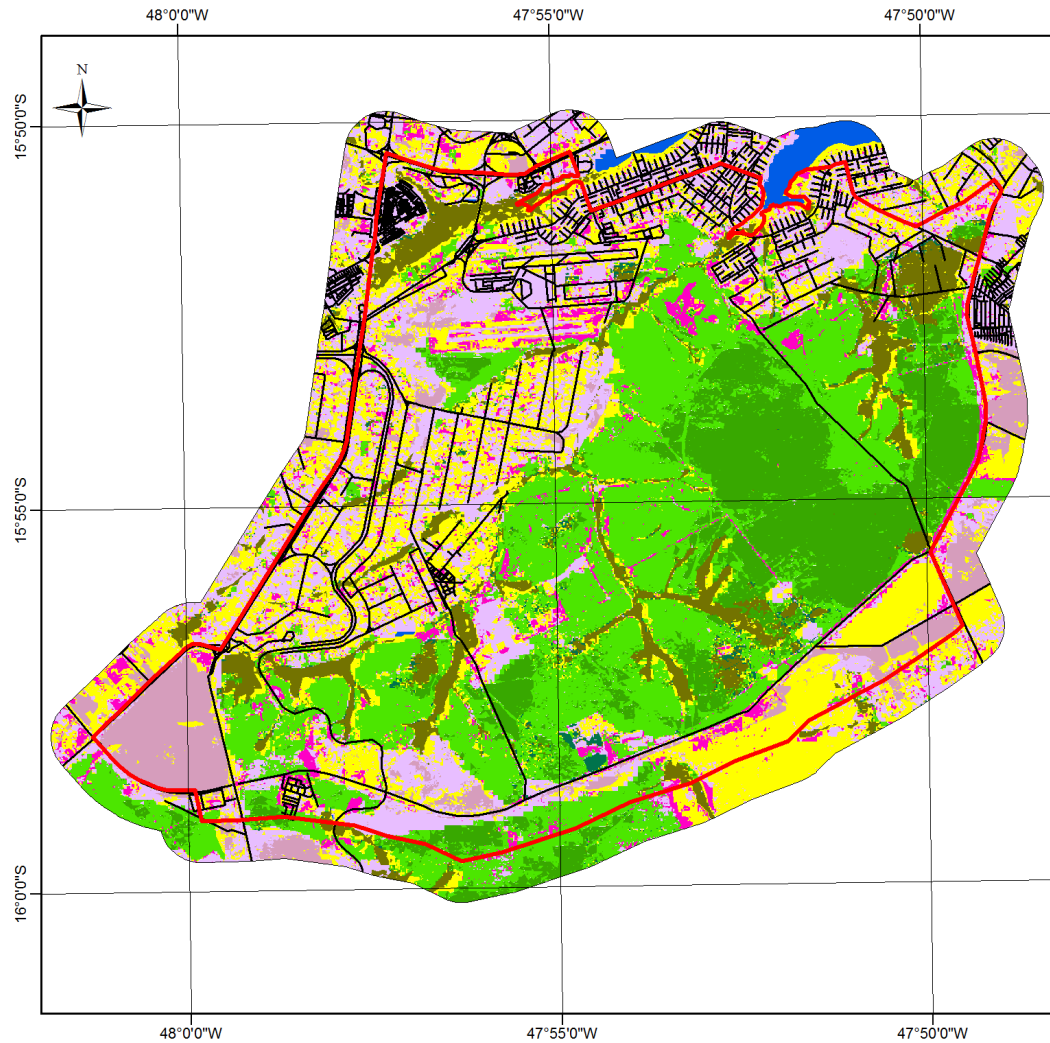
Unidades de Conservação: ZEE - DF, 2010.



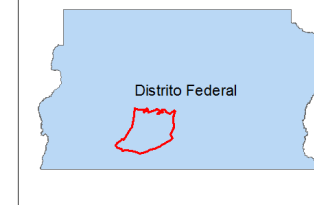
1 cm = 21 km

Figura 16 - Classificação de Uso do Solo (2006)

Mapa de Classificação de Uso do Solo (2007)



Mapa de Localização



Legenda

APA Gama e Cabeça de Veado (23.778,81 ha)

Área de Estudo (31.069,13 ha)

— Estradas e Rodovias

Classificação de Uso de Solo

Agricultura: 6.811,57 ha

Água: 258,70 ha

Área Degradada: 1.697,28 ha

Área Urbana: 7.241,82 ha

Cerrado Sensu Stricto: 3.645,78 ha

Formação Campestre: 7.301,68 ha

Mata de Galeria: 2.054,41 ha

Reflorestamento: 264,44 ha

Vegetação Degradada: 1.793,45 ha

Projeção UTM - Zona 23 S

Datum: WGS 84

Autor: Raymeson Rodrigues de Melo

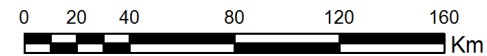
Fonte:

Estradas e Rodovias: ZEE - DF, 2010.

Imagem: Landsat 5, 2007. Escala: 1:100.000

Limites Municipais: IBGE, 2014. Escala: 1:250.000.

Unidades de Conservação: ZEE - DF, 2010.



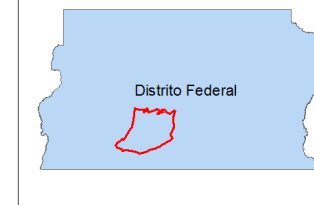
1 cm = 21 km

Figura 17 - Classificação de Uso do Solo (2007)

Mapa de Classificação de Uso do Solo (2008)



Mapa de Localização



Legenda

APA Gama e Cabeça de Veado (23.778,81 ha)

Área de Estudo (31.069,13 ha)

— Estradas e Rodovias

Classificação de Uso do Solo

Agricultura: 6.123,50 ha

Água: 272,04 ha

Área Degradada: 1.848,62 ha

Área Urbana: 6.902,60 ha

Cerrado Sensu Stricto: 7.340,48 ha

Formação Campestre: 2.718,95 ha

Mata de Galeria: 2.095,80 ha

Reflorestamento: 531,34 ha

Vegetação Alterada: 3.235,80 ha

Projeção UTM - Zona 23 S

Datum: WGS 84

Autor: Raymeson Rodrigues de Melo

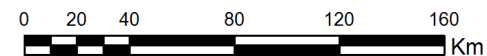
Fonte:

Estradas e Rodovias: ZEE - DF, 2010.

Imagem: Landsat 5, 2008. Escala: 1:100.000

Limites Municipais: IBGE, 2014. Escala: 1:250.000.

Unidades de Conservação: ZEE - DF, 2010.



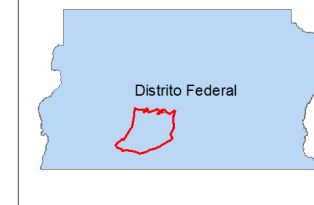
1 cm = 21 km

Figura 18 - Classificação de Uso do Solo (2008)

Mapa de Classificação de Uso do Solo (2009)



Mapa de Localização



Legenda

APA Gama e Cabeça de Veado (23.778,81 ha)

Área de Estudo (31.069,13 ha)

— Estradas e Rodovias

Classificação de Uso do Solo

Agricultura: 5.377,14 ha

Água: 257,14 ha

Área Degradada: 1.285,64 ha

Área Urbana: 7.723,94 ha

Cerrado Sensu Stricto: 4.559,02 ha

Formação Campestre: 5.096,07 ha

Mata de Galeria: 2.332,88 ha

Reflorestamento: 3.104,41 ha

Vegetação Alterada: 1.332,89 ha

Projeção UTM - Zona 23 S

Datum: WGS 84

Autor: Raymeson Rodrigues de Melo

Fonte:

Estradas e Rodovias: ZEE - DF, 2010.

Imagem: Landsat 5, 2009, Escala: 1:100.000

Limites Municipais: IBGE, 2014, Escala: 1:250.000.

Unidades de Conservação: ZEE - DF, 2010.



1 cm = 21 km

Figura 19 - Classificação de Uso do Solo (2009)

Mapa de Classificação de Uso do Solo (2010)

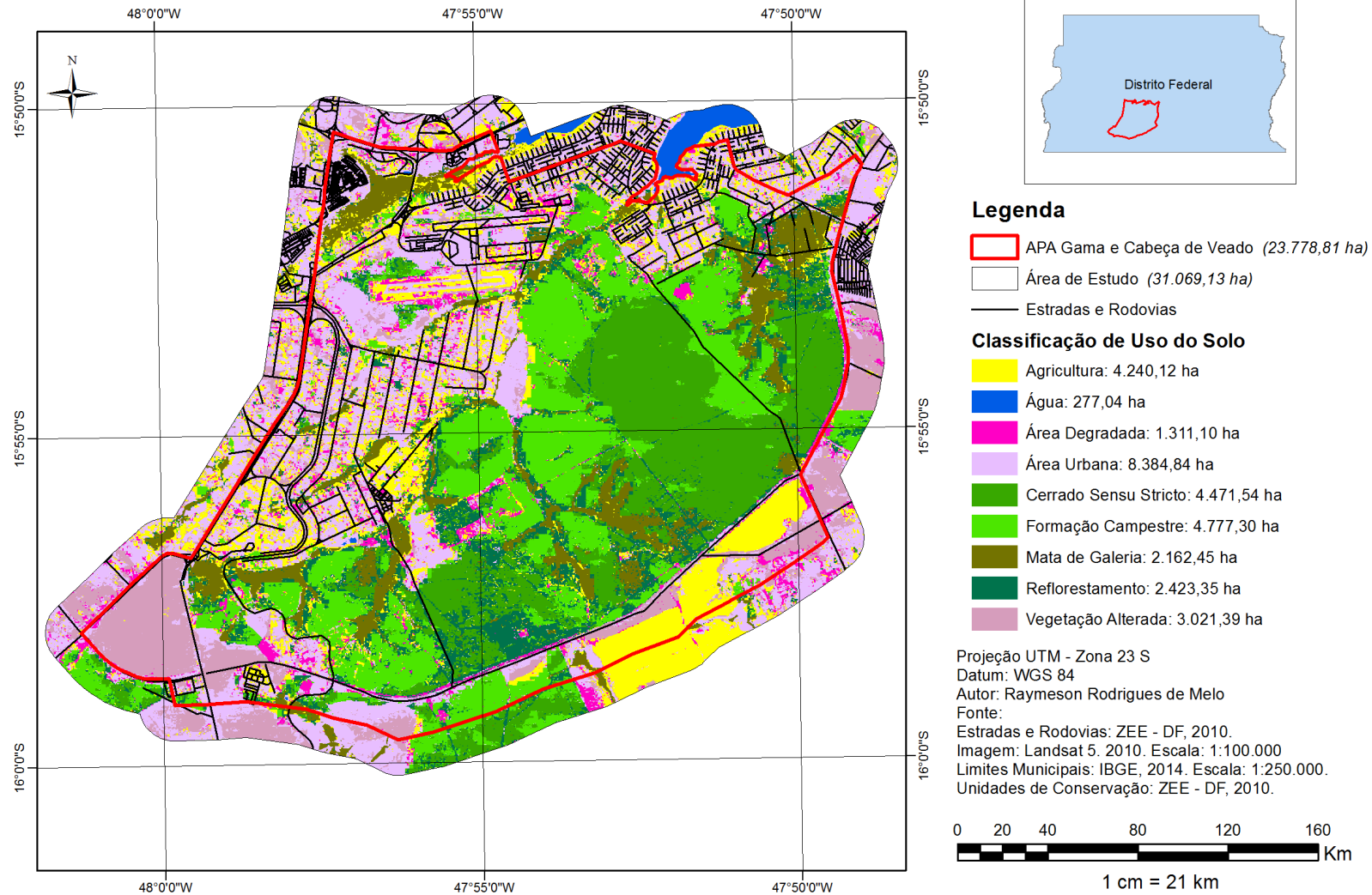


Figura 20 - Classificação de Uso do Solo (2010)

Mapa de Classificação de Uso do Solo (2011)

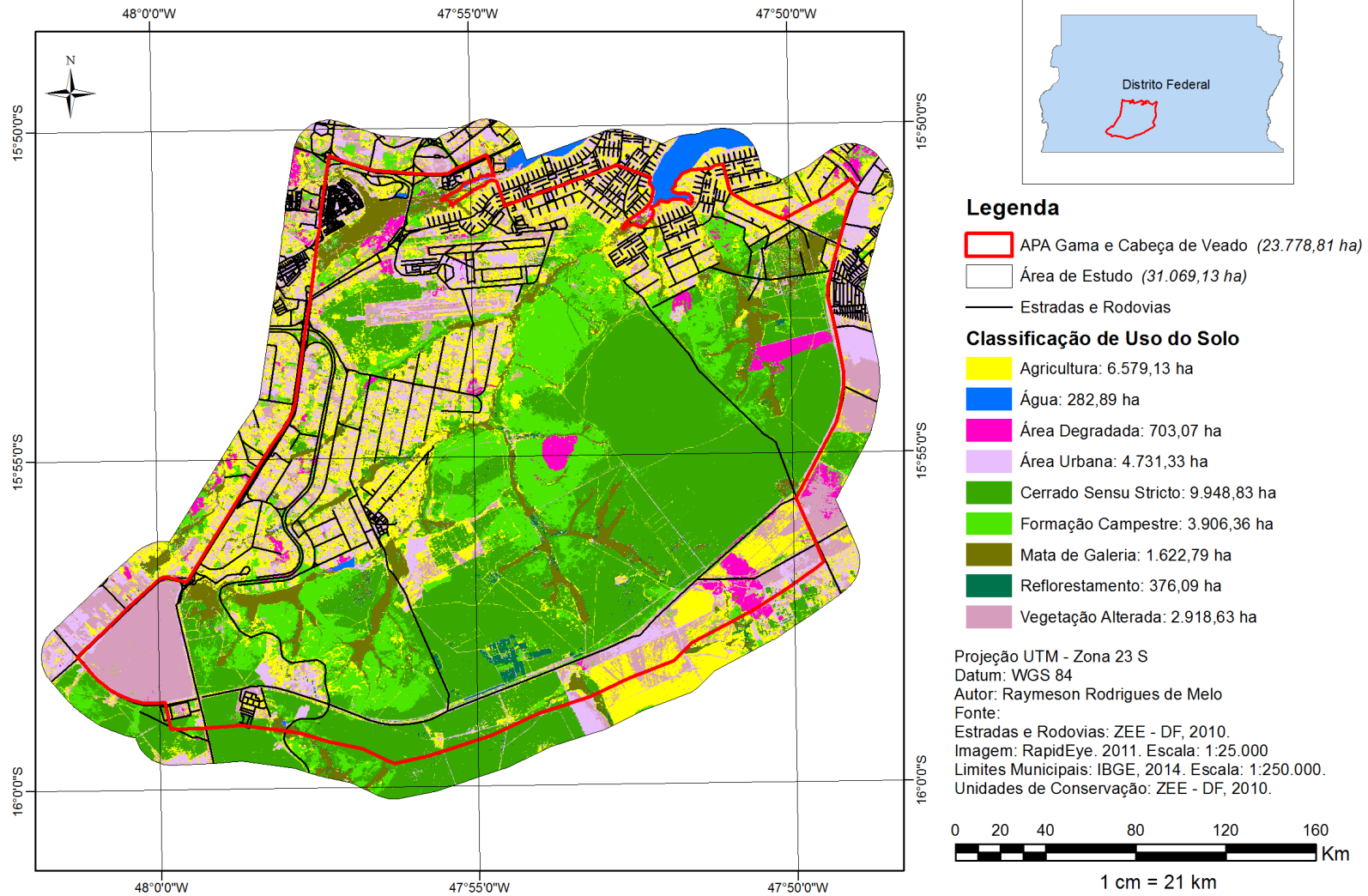
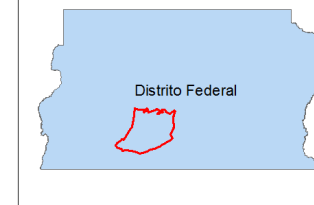


Figura 21 - Classificação de Uso do Solo (2011)

Mapa de Classificação de Uso do Solo (2012)



Mapa de Localização



Legenda

APA Gama e Cabeça de Veado (23.778,81 ha)

Área de Estudo (31.069,13 ha)

— Estradas e Rodovias

Classificação de Uso do Solo

Agricultura: 5.506,98 ha

Água: 286,71 ha

Área Degradada: 1.860,16 ha

Área Urbana: 4.027,62 ha

Cerrado Sensu Stricto: 7.381,45 ha

Formação Campestre: 7.488,60 ha

Mata de Galeria: 1.623,28 ha

Reforestamento: 507,94 ha

Vegetação Alterada: 2.386,39 ha

Projeção UTM - Zona 23 S

Datum: WGS 84

Autor: Raymeson Rodrigues de Melo

Fonte:

Estradas e Rodovias: ZEE - DF, 2010.

Imagem: RapidEye. 2012. Escala: 1:25.000

Limites Municipais: IBGE, 2014. Escala: 1:250.000.

Unidades de Conservação: ZEE - DF, 2010.



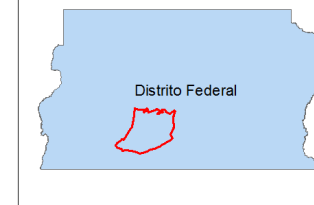
1 cm = 21 km

Figura 22 - Classificação de Uso do Solo (2012)

Mapa de Classificação de Uso do Solo (2013)



Mapa de Localização



Legenda

APA Gama e Cabeça de Veado (23.778,81 ha)

Área de Estudo (31.069,13 ha)

Estradas e Rodovias

Classificação de Uso do Solo

Agricultura: 6.510,89 ha

Água: 287,01 ha

Área Degradada: 1.607,07 ha

Área Urbana: 3982,040244

Cerrado Sensu Stricto: 8.911,97 ha

Formação Campestre: 5.011,69 ha

Mata de Galeria: 2.088,19 ha

Reflorestamento: 580,39 ha

Vegetação Alterada: 2.089,87 ha

Projeção UTM - Zona 23 S

Datum: WGS 84

Autor: Raymeson Rodrigues de Melo

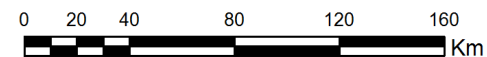
Fonte:

Estradas e Rodovias: ZEE - DF, 2010.

Imagem: RapidEye. 2013. Escala: 1:25.000

Limites Municipais: IBGE, 2014. Escala: 1:250.000.

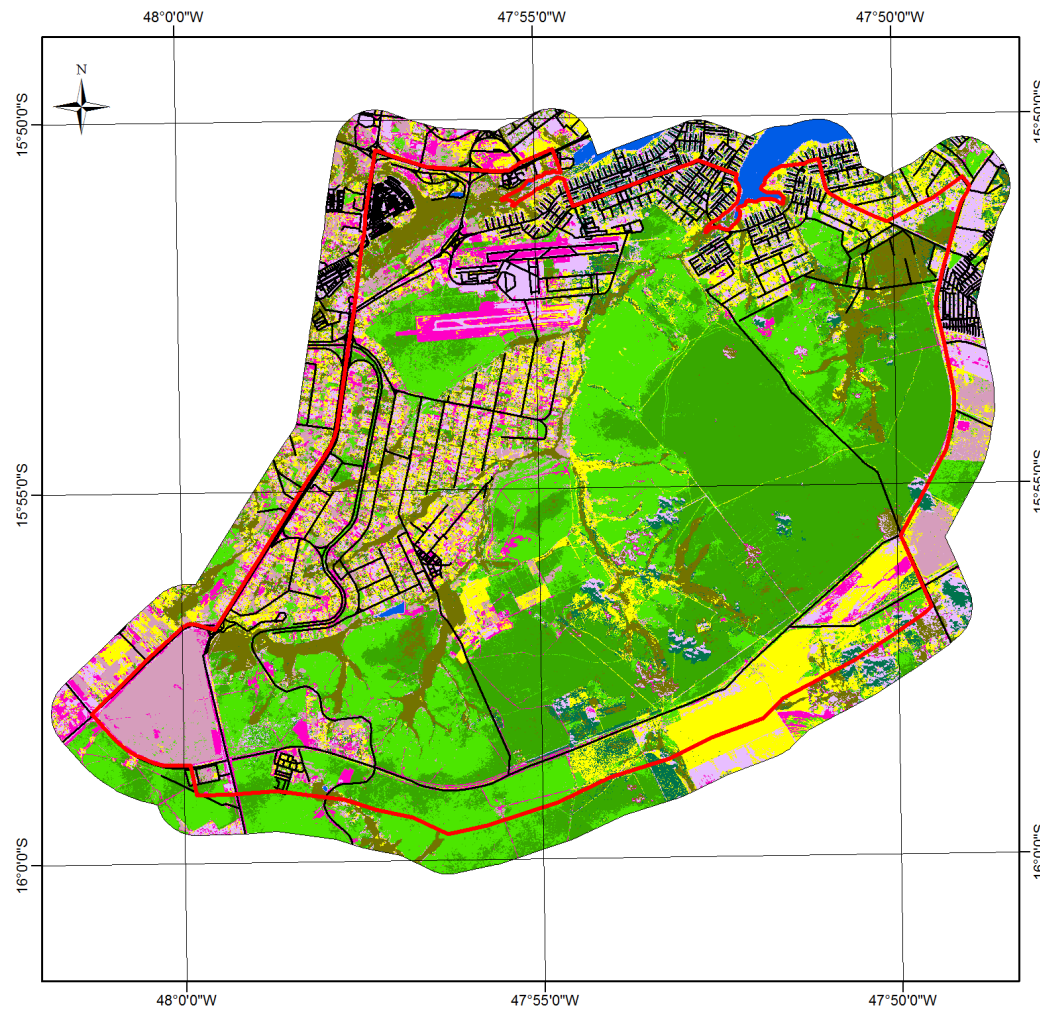
Unidades de Conservação: ZEE - DF, 2010.



1 cm = 21 km

Figura 23 - Classificação de Uso do Solo (2013)

Mapa de Classificação de Uso do Solo (2014)



Legenda

- APA Gama e Cabeça de Veado (23.778,81 ha)
- Área de Estudo (31.069,13 ha)
- Estradas e Rodovias

Classificação de Uso do Solo

- Agricultura: 4.464,75 ha
- Água: 290,32 ha
- Área Degradada: 1.980,64 ha
- Área Urbana: 4.515,74 ha
- Cerrado Sensu Stricto: 7.160,86 ha
- Formação Campestre: 6.456,98 ha
- Mata de Galeria: 2.677,58 ha
- Reflorestamento: 1.292,55 ha
- Vegetação Alterada: 2.229,71 ha

Projeção UTM - Zona 23 S

Datum: WGS 84

Autor: Raymeson Rodrigues de Melo

Fonte:

Estradas e Rodovias: ZEE - DF, 2010.

Imagem: RapidEye. 2014. Escala: 1:25.000

Limites Municipais: IBGE, 2014. Escala: 1:250.000.

Unidades de Conservação: ZEE - DF, 2010.



1 cm = 21 km

Figura 24 - Classificação de Uso do Solo (2014)