



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
Faculdade de Tecnologia
Departamento de Engenharia Florestal

**Efetividade espaço-temporal da Zona de Amortecimento da Estação
Ecológica Águas Emendadas, Planaltina, DF, Brasil**

LORENA RIBEIRO DE ALMEIDA CARNEIRO

Orientador: Yuri Botelho Salmona
Co-orientador: Eraldo A. Trondoli Matricardi

Brasília-DF, junho de 2016



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
Faculdade de Tecnologia
Departamento de Engenharia Florestal

**EFETIVIDADE ESPAÇO-TEMPORAL DA ZONA DE AMORTECIMENTO DA
ESTAÇÃO ECOLÓGICA ÁGUAS EMENDADAS, PLANALTINA, BRAZIL**

Discente: Lorena Ribeiro de Almeida Carneiro, Matrícula: 07/54862
Linha de pesquisa: Sistema de Informações Geográficas aplicado à Ciência Florestal.
Orientador: Yuri Botelho Salmona
Co-orientador: Eraldo A. T. Matricardi

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Departamento de Engenharia Florestal da Universidade de Brasília, como parte das exigências para a obtenção do título de Engenheira Florestal.

Brasília-DF, junho de 2016



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
Faculdade de Tecnologia
Departamento de Engenharia Florestal

**EFETIVIDADE ESPAÇO-TEMPORAL DA ZONA DE AMORTECIMENTO DA
ESTAÇÃO ECOLÓGICA ÁGUAS EMENDADAS, PLANALTINA/DF**

Estudante: Lorena Ribeiro de Almeida Carneiro

Matrícula: 07/54862

Orientador: Prof. Msc. Yuri Botelho Salmona

Co-orientador: Prof. Dr. Eraldo A. Trondoli Matricardi

Menção: SS

Prof. Msc. Yuri Botelho Salmona
Universidade de Brasília – UnB
Departamento de Geografia
Orientador

Prof. Dr. Eraldo A. Trondoli Matricardi
Universidade de Brasília - UnB
Departamento de Engenharia Florestal
Co-orientador

Msc. Sérgio Henrique Collaço de Carvalho
Ministério do Meio Ambiente - MMA
Membro da Banca

Junho/2016

RESUMO

Modificações na paisagem, tais como a fragmentação de habitats, podem afetar a dinâmica de populações e o equilíbrio de processos ecossistêmicos importantes para a manutenção da qualidade de vida das populações humanas. Visto que muitos desses processos ocorrem em escala regional, e que muitas das Unidades de Conservação (UCs) possuem tamanhos reduzidos, as Zonas de amortecimento (ZA) assumem papel chave na conservação conjunta da biodiversidade e dos recursos naturais das bacias e regiões. Apesar de não serem consideradas parte física das UCs, a legislação prevê que esses espaços sejam regidos por normas ambientais específicas, previstas na maior parte das vezes nos Planos de Manejo das Áreas Protegidas. O Plano de manejo da Estação Ecológica Águas Emendadas (ESECAE) foi publicado em 2009, e definiu uma área de aproximadamente 41.000ha no seu entorno como ZA, excluindo a zona urbana de Planaltina dessa poligonal. No Plano de Manejo, recomendações como: o fomento às atividades econômicas sustentáveis evitando a transformação de áreas rurais em urbanas, o estímulo à criação e implantação de Unidades de Conservação, o incentivo a utilização de técnicas alternativas de manejo do solo e monitoramento das atividades impactantes, foram definidas. Este trabalho visou avaliar se as mudanças de uso e ocupação do solo da ZA, ocorridas seis anos após a implementação deste instrumento de gestão, se deram conforme tais recomendações. O modelo de classificação supervisionada foi satisfatório na definição das classes: agricultura/pasto; ocupações/urbanizações; reflorestamento; formação florestal; campestre; e savânica. Constatamos que cumpriu-se parcialmente ou não foram cumpridas diversas metas, como a recomendação de fomento à criação de novas UCs na ZA e à utilização de técnicas de produção e uso do solo mais sustentáveis. Ao contrário, avanços na melhora da conectividade das formações florestais representam progresso no cumprimento do SDUC. As recomendações do Plano de Manejo podem ser mais objetivas e passíveis de serem monitoradas por imagem de satélite. Assim, além de nortear a rotina de gestão e controle da Unidade, essas técnicas poderão ser utilizadas como instrumento rápido de avaliação do cumprimento das metas.

Palavras-chave: Unidade de Conservação, Monitoramento, Plano de Manejo, geoprocessamento, mudança no uso/cobertura do solo, sensoriamento remoto.

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, por permitirem que eu traçasse meu próprio caminho profissional, novo e desconhecido, me apoiando na busca pelo que eu acredito, amo e me dedico;

Ao fundamental Jefferson Barros, parceiro de vida, meu equilíbrio e testemunha da longa jornada cheia de obstáculos até a conclusão desse curso. Obrigada pelos nossos dias;

Aos amigos, àqueles que fiz na UnB e os da vida, seja pelas ajudas acadêmicas, seja pelo apoio e paciência quando das inúmeras reclamações pelo cansaço e falta de tempo, ou pelos ótimos momentos e almoços no RU. Foi longo, foi especial, foi desafiante, foi cansativo, foi recompensador. Muito obrigada;

Aos grandes professores que além de cumprir seu propósito de transmitir o obrigatório conteúdo, dialogaram sobre liberdade, cidadania e tolerância. Àqueles que mesmo com o passar dos anos não perderam o brilho nos olhos e nem a vontade de transformação, ensinando de forma criativa e leve, e não impondo, coagindo, combatendo, proferindo moralismo raso e intolerante. Agradeço aos mestres que acima de tudo nos tratam com respeito e como futuros profissionais. Eles sabem quem são. A minha sincera gratidão.

Aos meus orientadores Yuri e Eraldo, pelos ensinamentos e ótima parceria. Foi ótimo e leve trabalhar com os senhores.

À equipe da COUNI-IBRAM, principalmente à Danielle Lopes, pela sugestão e apoio na idealização deste estudo, e por ser sempre parceira, acessível e solícita nos projetos pela causa.

Ao estado, pela oportunidade de estudar gratuitamente em instituição de excelência, esperando retribuir o privilégio e o investimento sob a forma de trabalho pela proteção e produção de conhecimento no campo da conservação da vida e da biodiversidade.

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Série temporal de funcionamento dos satélites da Missão <i>Landsat</i> . Fonte: USGS (2015)	18
Figura 2: Localização e limites da Estação Ecológica Águas Emendadas e Sua Zona de Amortecimento.....	21
Figura 3: Índice de Kappa, onde “r” é o numero de linhas na matriz; “xii” é o número de observações na linha i coluna i, e “N” é o número total de observações (Suarez e Candeias, 2012)	24
Figura 4: Série temporal do uso e ocupação do solo na Zona de Amortecimento da Estação Ecológica de Águas Emendadas.....	29
Figura 5: Classes de uso e ocupação do solo detectadas no buffer de 10km de área além da Zona de Amortecimento da ESECAE, e o gráfico do percentual (%) comparativo entre as classes do modelo na ZA e na área entorno, no ano de 2008 e 2015.....	30
Figura 6: Mapa das Unidades de Conservação e Parques situados na Zona de Amortecimento da ESECAE.....	31

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1. Tabela com as matrizes de confusão	24
Tabela 2: Métricas da paisagem utilizadas para a avaliação qualitativa do estado de fragmentação das classes de vegetação remanescente (formação florestal, campestre ou savânica). Fórmulas extraídas do manual FRAGSTAT.....	26
Tabela 3: Resultado da matriz de confusão realizada com os 50 pontos de validação em cada modelo, para o ano de 2008 e 2015. O modelo 1 considera as classes agricultura e pasto separadamente e o modelo 2 considera essas como uma única classe.....	27
Tabela 4: Quantitativo de área em hectares(ha) e em percentagem(%), referente à cada categoria obtida na classificação supervisionada, nos anos de 2008 e 2015, na Zona de Amortecimento (ZA) e no Entorno (perímetro de 10km além da ZA utilizada como área controle).....	28
Tabela 5: Resultado das métricas da paisagem para a área de estudo. São as métricas: A média das distâncias do vizinho mais próximo (MNN); Número de fragmentos (NumP); tamanho médio dos fragmentos da classe (MPS); Medida central de área do fragmento - 50th percentil (MedPS); Coeficiente de variância do tamanho dos fragmentos da classe (PSCoV); Desvio padrão do tamanho dos fragmentos na classe (PSSD); área total da classe (Área)	32
Tabela 6: Unidades de Conservação e Parques situados na Zona de Amortecimento da ESECAE, e seus respectivos instrumentos legais e ano de criação.....	33

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	09
2. PROBLEMAS DE PESQUISA	11
3. OBJETIVOS	13
3.1 Objetivo Geral	13
3.2 Objetivos Específicos	13
4. JUSTIFICATIVA	14
5. REVISÃO DA LITERATURA	15
5.1 Histórico Jurídico da Zona de Amortecimento	15
5.2 Mapeamento de Uso e Ocupação da Paisagem	17
5.3 Mudanças na Paisagem e Efeitos sobre os Processos Ecológico	19
6. MATERIAIS E MÉTODOS	20
6.1 Localização e Caracterização da Área de Estudo	20
6.2 Dados de Sensores Remotos e classificação supervisionada	21
6.3 Estimativa de áreas das classes de uso e cobertura do solo	23
6.3.1 Avaliação da Acurácia da Classificação Supervisionada	24
6.4 Análise das métricas da paisagem	25
7. RESULTADOS	26
7.1 Avaliação da Acurácia da Classificação Supervisionada	27
7.2 Estimativa de áreas das Classes de Uso e Cobertura da Terra	28
7.3 Análise das métricas da paisagem	31
8. DISCUSSÃO	34
8.1 Avaliação da Acurácia da Classificação Supervisionada	34
8.2 Estimativa de áreas das Classes de Uso e Cobertura da Terra e análise de métricas da paisagem	34
9. CONCLUSÃO	39
10. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	40
11. ANEXO	43

1. INTRODUÇÃO

Modificações na paisagem, tais como a fragmentação de habitats, podem afetar a dinâmica de populações de espécies alvo, e interferir no equilíbrio de processos ecológicos e ecossistêmicos (Collinge, 1996; Fahring, 2003; Nabe-Nielsen et al., 2010; Turner, 2005). Visto que muitos desses processos ocorrem em escala mais amplas do que os limites de Unidades de Conservação (UCs) estaduais e distritais, suas Zonas de amortecimento (ZA) assumem papel chave na conservação conjunta da biodiversidade e dos recursos naturais das bacias e regiões (Berlinck, 2008).

As Zonas de Amortecimento (ZAs) são áreas localizadas nas adjacências de Unidades de Conservação (UC) sujeitas à normas ambientais de controle, evitando que impactos negativos incidam diretamente sob as áreas protegidas (Lei nº 9.985/2000, art. 2º, XVIII). Apesar de não serem inseridas no arcabouço fundiário das UCs, essas zonas também exercem comprovada influência na manutenção de processos ecológicos que ocorrem além dos limites geográficos das unidades (Bierregaard et al., 1992; Fahrig, 2003; Wiegand et al., 2005); e, portanto, as atividades potencialmente degradadoras ou poluidoras, e as modificações espaciais nesses ambientes, devem ser controladas e planejadas.

O Sistema Distrital de Unidades de Conservação - SDUC (Lei complementar nº 827/2010), assim como o Sistema Nacional de Unidade de Conservação (Lei nº 9.985/2000), prevê que normas e restrições relacionadas às ZAs de cada unidade sejam tratadas no âmbito dos Planos de Manejo individuais, e a Instrução Normativa do ICMBio nº 1 (2007) complementa que tais normas devem ser formuladas conforme as características socioambientais regionais, as atividades existentes e os impactos potenciais na Unidade.

Dentre as principais ameaças a serem controladas nas ZAs, destaca-se o desmatamento dos remanescentes de vegetação nativa, corredores ecológicos e APPs, a expansão das monoculturas, e crescimento populacional desordenado bem como os danos ambientais associados (Collinge, 1996; Fraçoso et al., 2015). As consequências desses processos antrópicos vão desde impactos como a contaminação dos mananciais por agrotóxicos e pela proliferação de fossas e

cisternas, aumento da incidência de incêndios, erosões de encostas, assoreamento dos corpos hídricos, estabelecimento e propagação de espécies exóticas invasoras, dentre outros processos que tendem a comprometer o equilíbrio dos ecossistemas (Collinge, 1996).

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). Assim como nas proximidades das demais capitais, no Distrito Federal os crimes e conflitos territoriais são recorrentes e praticados tanto em áreas mais pobres e isoladas, como em áreas mais ricas e próximas dos centros administrativos. Esse cenário fundiário, associado às estimativas de crescimento populacional para o Distrito Federal até o ano de 2020 (PDOT DF, 2007), reforçam a preocupação com o estado de conservação dos remanescentes de vegetação, sobretudo nas regiões situadas nas proximidades das UCs. Muitas dessas reservas prestam importantes serviços ambientais, oferecendo a proteção de recursos estratégicos, como a água e a biodiversidade, e estão sob vulnerabilidade pelas inúmeras pressões lindeiras às reservas (Georgieva, et al., 2003; Hein, 2011).

É o caso da Estação Ecológica Águas Emendadas (ESECAE), uma Unidade de Conservação criada nos primórdios da inauguração de Brasília para abrigar importantes características hidrogeográficas e de grande beleza cênica da região situada próximo à cidade satélite de Planaltina (Fonseca, 2008). Foi instituída na condição de Reserva Biológica pelo Decreto Distrital nº 771/1968, posteriormente classificada como Estação Ecológica pelo Decreto Distrital nº 11.137/1988, sendo portanto gerida pelo poder Distrital, por meio do Instituto do Ambiente e Recursos Hídricos do Distrito Federal, Brasília Ambiental (IBRAM).

O nome da Unidade remete ao fenômeno que ocorre em uma de suas áreas alagadas, a Vereda Grande, cujas águas correm em duas direções opostas, vertendo para duas bacias hidrográficas distintas: Para o norte, o córrego Vereda Grande deságua no Rio Maranhão – afluente do Rio Tocantins na bacia do Tocantins/Araguaia (Rodrigues, 2002; Fonseca, 2008). Para o sul, corre o córrego Brejinho que deságua no rio São Bartolomeu, Corumbá e Paranaíba, desembocando no Rio Paraná na Bacia de mesmo nome (Fonseca, 2008). Além de prestar importantes serviços ecossistêmicos

como a garantia da qualidade dos recursos hídricos, a ESECAE abriga também uma vasta diversidade de fauna e flora, com registros de ocorrência de grandes mamíferos que também utilizam o espaço geográfico além dos limites da unidade (Rodrigues, 2002).

Conforme o Plano Diretor de Ordenamento Territorial do Distrito federal (PDOT, 2012), a Zona de Amortecimento da ESECAE é totalmente inserida em Zona Rural de Uso Controlado, Macrozona Rural. Em termos de área ocupada, analisando espacialmente, constata-se que as atividades voltadas à agricultura extensiva e pasto se mostram predominantes na região. A ZA abriga também dois corredores ecológicos previstos no PDOT (2012), o Corredor São Bartolomeu e o Corredor Embrapa, ambos ao sul da Unidade. No concernente ao zoneamento da APA do Planalto Central, A ZA ocupa três (3) zonas de proteção, sendo elas: a Zona de Uso sustentável à oeste da ESECAE; a Zona de Proteção de Mananciais, abrangendo as áreas de proteção de manancial (APM) Pipiripau, APM Brejinho, e APM do Fumal, APM Mestre d`armas, APM Corguinho, APM São Bartolomeu e APM quinze; e a Zona de Preservação da Vida Silvestre, nas áreas onde são localizados as demais Unidades de Conservação e Parques.

Considerando que a manutenção de diversos atributos ambientais sensíveis da ESECAE depende de boas práticas exercidas em escala espacial mais ampla do que os limites geográficos da Unidade; Considerando o Plano de Manejo como o instrumento máximo de gestão das UCs, regendo sobre as funções e diretrizes que devem ser cumpridas a fim de assegurar a manutenção dos processos ecológicos ali existentes; esse trabalho buscou identificar se as mudanças de uso e cobertura de solo na ZA da ESECAE estão de acordo com o previsto no plano de manejo, seis anos após a sua implementação.

2. PROBLEMAS DE PESQUISA

Além dos inúmeros problemas relativos à área da própria unidade, como a regularização fundiária, a fiscalização, a implantação e manutenção da infraestrutura, é comum os gestores enfrentarem dificuldades de relacionamento com a população

lindeira e com o controle dos passivos socioeconômicos desenvolvidos no entorno da Unidade de Conservação. (Ganem, 2015). Entretanto, autores como Ribeiro et al. (2010) afirmam que o estabelecimento de critérios de uso e de ocupação claros para as zonas tampão e o monitoramento do cumprimento dessas diretrizes se mostra igualmente importante à rotina de gestão das UCs em si, uma vez representam as ações de prevenção e mitigação.

O Plano de Manejo da ESECAE foi aprovado no ano de 2009, por meio da Instrução IBRAM n° 49/ 2009, onde a ZA é citada como fundamental na expansão dos atributos e das funções ecológicas da UC além de seus limites político-geográficos. A delimitação da ZA se deu segundo os ritos socioambientais e participativos previstos na legislação (Instrução Normativa do ICMBio n° 1/ 2007), e visando sobretudo garantir a proteção dos atributos hídricos da reserva. Assim, a ZA foi estendida em certos pontos à toda a microbacia do Alto São Bartolomeu e microbacia do Rio Pipiripau. (figura 2).

São as recomendações previstas para a Zona de Amortecimento da ESECAE:

“Fomento às atividades econômicas sustentáveis à ZA, evitando a transformação de áreas rurais em urbanas;”

“Deverá ser incentivada na ZA a implantação de sistemas agrossilvopastoris que utilizem técnicas ambiental e economicamente sustentáveis;”

“Deverá ser estimulada a criação e implantação de Unidades de Conservação, propiciando a formação de mosaicos ou corredores ecológicos;”

“Estimular a utilização de técnicas alternativas de manejo do solo, de forma a minimizar a ocorrência de incêndio;”

“A Zona de Amortecimento deverá propiciar a proteção dos cursos d’água do entorno da UC e ser referência regional no uso e desenvolvimento de técnicas corretas e adequadas ambientalmente, por meio do cumprimento de normas específicas que regulamentam a ocupação e o uso dos recursos desta ZA;”

“O gestor da Estação deverá promover o monitoramento das atividades impactantes, bem como o acompanhamento das condicionantes ambientais previstas nos processos de licenciamento ambiental dessas atividades.”

Tratando-se de área ampla, uma alternativa efetiva e de baixo custo seria a realização de monitoramentos de controle por meio de métodos de geoprocessamento (Xie et al., 2008; Fraser et al., 2009). As análises de mudança de uso e ocupação do solo são técnicas já utilizadas no monitoramento de impactos e no auxílio das rotinas de fiscalização ambiental no país (Farina, 2006; Fortes et al., 2007). Essas técnicas também podem fornecer respostas espaciais rápidas quanto as mudanças históricas na paisagem das Zonas de Amortecimento, contribuindo nas avaliações sobre a efetividade do cumprimento das medidas sancionadas para o zoneamento ambiental da área.

Considerando as recomendações de controle fundiário possíveis de serem avaliadas no âmbito espacial, espera-se responder as seguintes questões com esta pesquisa: As mudanças de Uso e Ocupação do Solo na Zona de Amortecimento da Estação Ecológica Águas Emendadas, se deu conforme as recomendações previstas no seu Plano de Manejo, sete anos após a aprovação do mesmo?

3. OBJETIVOS

3.1 Objetivo Geral

Avaliar, a partir de imagens de satélite, técnicas de sensoriamento remoto e sistemas de informação geográfica (SIG) a efetividade da gestão na Zona de Amortecimento da ESECAE, sete anos após a aprovação do seu Plano de Manejo.

3.2 Objetivos Específicos

- Analisar a dinâmica das mudanças de uso e ocupação do solo no espaço (na ZA e em uma faixa de 10 km a partir do perímetro da ZA como área controle), para

avaliar se houve melhora na matriz da paisagem (aumento de área, maior conectividade entre fragmentos de remanescente vegetação, diminuição das áreas de monocultura, controle das áreas urbanizadas), comparando se as mudanças na matriz da paisagem se deram de forma generalizada ou somente na ZA, apontando efetividade ou não da gestão.

- Analisar a dinâmica das mudanças de uso e ocupação do solo no tempo (antes (2008) e depois da aprovação do PM (2015)), apontando se houve melhora na matriz da paisagem da ZA, conforme as recomendações previstas no PM(acima citadas), sete anos depois da aprovação do mesmo.

4. JUSTIFICATIVA

No Distrito Federal as Unidades de Conservação são, em sua maioria, localizadas nas proximidades da malha urbana, o que aumenta a pressão de impacto sobre as UCs e suas ZAs. Além dos impactos derivados dos adensamentos urbanos, as ocupações irregulares, a monocultura, a incidência de incêndios e o desmatamento sobre os remanescentes de vegetação nativa, podem gerar prejuízos e desequilíbrios às áreas protegidas (Fraçoso et al., 2015).

Técnicas de geoprocessamento podem gerar informações espaciais rápidas para a análise do cumprimento das leis e recomendações ambientais, fornecendo argumentos técnicos para justificar a priorização das ações fiscais nessas ZAs. Além disso, por meio de atualizações do cenário da paisagem, essas ferramentas também podem agregar informações na avaliação do cumprimento das recomendações de mitigação de impactos, e serem utilizados para fins de planejamento estratégico dos anos subsequentes de gestão.

5. REVISÃO DA LITERATURA

5.1 Histórico Jurídico da Zona de Amortecimento

A previsão legal pioneira que reconheceu a existência das zonas tampão no Brasil, enquanto instrumento de controle de impacto sob áreas ambientalmente

relevantes, se deu por meio do Decreto Federal nº 99.274/90 que previu o obrigatório licenciamento ambiental de atividades que podiam afetar a biota, localizadas num raio de dez quilômetros (10km) de área circundante das Unidades de Conservação. Este Decreto regulamentou a Lei federal nº 6.902/81, que dispôs sobre a Criação de Estações Ecológicas e Áreas de Proteção Ambiental, e a Lei nº 6.938/81, que trata sobre a Política Nacional do Meio Ambiente (Ganem, 2015; Vitalli et al., 2009).

No mesmo ano, foi publicado a resolução nº 13 do CONAMA/1990, onde normas relativas ao entorno das unidades de conservação foram estabelecidas, reiterando o raio tampão de 10km de proteção das UCs, onde qualquer atividade que afete a biota deveria obter licença ambiental, concedida mediante a autorização do órgão ambiental responsável pela administração da unidade de conservação (Ferreira e Pascuchi, 2009). Esta norma foi revogada pela Resolução Conama nº 428, de 17 de dezembro de 2010, e reduziu a zona de amortecimento das UCs sem plano de manejo, de 10 km para 3 km, para os casos de empreendimentos de significativo impacto ambiental (sujeitos a EIA/RIMA), e para 2km nos casos de licenciamento ambiental de empreendimentos não sujeitos a EIA/Rima.

Outras normas foram publicadas posteriormente reforçando a importância do tema, como a Resolução CONAMA nº 10/93, que buscou estabelecer parâmetros para a análise dos estágios de sucessão da Mata Atlântica, e citou o Entorno de Unidades de Conservação como “áreas de cobertura vegetal contígua aos limites de Unidade de Conservação, proposta em seu respectivo Plano de Manejo (Vitalli et al., 2009).

No ano 2000, o Sistema Nacional de Unidades de Conservação o SNUC, (Lei nº 9.985/00), que regulamentou o art. 225, § 1º, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, consolidou a proteção do entorno de todas as categorias de UCs federais, exceto para Área de Proteção Ambiental (APA) e a Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN). Essa zona tampão passou a ser denominada Zona de Amortecimento, definida como: “o entorno de uma unidade de conservação, onde as atividades humanas estão sujeitas a normas e restrições específicas, com o propósito de minimizar os impactos negativos sobre a unidade” (Ganem, 2015). O SNUC determinou, ainda, que os Planos de Manejo considerem a gestão para a área da UC, sua Zona de Amortecimento e os Corredores Ecológicos, com a finalidade de promover

sua integração à vida econômica e social das comunidades vizinhas (Artº 27, Lei nº 9.985/00), e que o órgão responsável pela administração da UC estabeleça normas específicas regulamentando a ocupações e o uso dos recursos dessas áreas contíguas às áreas protegidas.

No Distrito Federal, o Sistema Distrital de Unidades de Conservação traz mudanças quanto a matéria sobre as ZAs, como a definição do termo “Zona de Amortecimento” enfatizando o termo urbano ou rural em, “ o entorno de uma unidade de conservação, urbano ou rural, onde as atividades humanas estão sujeitas a normas e restrições específicas, com o propósito de minimizar os impactos negativos sobre a unidade”. Em seu artigo 23º, o SDUC cita que as Áreas de Proteção Ambiental (APAs), Reservas Particulares do Patrimônio Natural (RPPNs) e os Parques Ecológico, uma categoria própria do SDUC criada para considerar seus parques urbanos, não necessitam de zonas de amortecimento.

Outro direcionamento do SDUC, trazido pelo SNUC (art. 49, Lei federal nº 9.985/00) é a definição da zona de amortecimento das UCs de proteção integral como zona rural, não podendo ser transformada em zona urbana depois de instituída (Lei complementar nº 827/2010). Importante salientar que consta como diretriz do SDUC (art 5º):

“XII – proteger grandes áreas por meio de um conjunto integrado de unidades de conservação de diferentes categorias, próximas ou contíguas, e suas respectivas zonas de amortecimento e corredores ecológicos, integrando as diferentes atividades de preservação da natureza, de uso sustentável dos recursos naturais, bem como de restauração e recuperação dos ecossistemas”.

As considerações sobre as ZAs no âmbito jurídico representam avanços no reconhecimento e constatação de que ecossistemas e espécies inseridas em áreas protegidas delimitadas pelo Poder Público podem ser afetados por efeitos externos, de ordem ecológica ou de natureza humana, dando origem às preocupações a necessidade proteção destas áreas entorno (Ferreira e Pascuchi, 2009). Resta o

estado monitorar essas áreas e fazer cumprir as ações de comando e controle, e reformulando estratégias e indicadores do seu cumprimento.

5.2 Mapeamento de Uso e Ocupação do Solo

O mapeamento das informações e a visualização dos fatos no espaço torna mais evidente os padrões de uso e ocupação do solo, facilitando a compreensão das interações existentes e apontando as ações necessárias (Sebusiane e Bettine, 2011). Dessa forma, o monitoramento ambiental feito por meio do acompanhamento da dinâmica do uso e ocupação do solo, possibilita a atuação racional do homem sobre o ambiente (Silva e França, 2013).

A escolha da imagem/satélite e da metodologia para classificação das categorias de uso do solo devem atender as necessidades do usuário de acordo com as características de cada região e do que se espera com o mapeamento. Sano et al. (2007) constataram que o sistema sensor mais adequado para mapear a cobertura vegetal natural e antrópica no Cerrado são os que operam com resolução espacial intermediária (da ordem de 20 a 30 metros), a uma resolução temporal em torno de 10 a 20 dias. O sistema que atende essas especificações na atualidade, e que disponibiliza seu produto gratuitamente, é o Landsat, operando numa resolução espacial de 30 metros, compatível com a escala de mapeamentos 1:100.000.

A missão *Landsat* foi idealizada pela Agência Espacial Americana a partir da segunda parte da década de 1960. Em 23 de Julho de 1972, a missão atinge seu primeiro grande resultado, com o lançamento do *Earth Resources Satellite Technology* (ERTS-1), que mais tarde seria renomeado como Landsat1. Desde então, outros sete satélites foram lançados à órbita pelo mesmo programa Landsat, que hoje é responsável pela maior coleção contínua, e de resolução moderada (30 m), de dados de sensoriamento remoto da terra (USGS, 2015) (Figura 1).

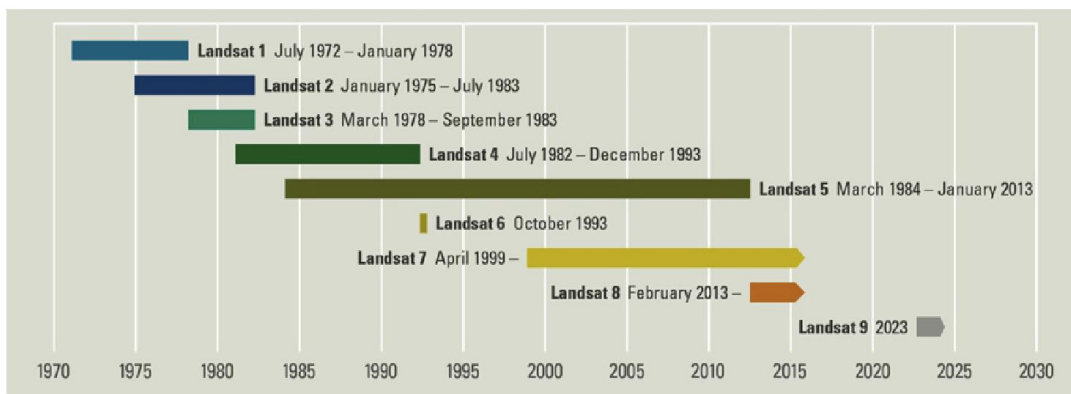


Figura 1: Série temporal de funcionamento dos satélites da Missão Landsat. Fonte: USGS (2015).

Cada satélite levou a bordo tecnologias distintas de sensores, que se desenvolveram a cada campanha. Desde 1999, com o lançamento do *Landsat 7* uma evolução do sensor ETM para o sensor ETM+ (*Enhanced Thematic Mapper Plus*) ampliou as possibilidades de uso dos produtos *Landsat*, melhorando a acurácia do sistema, mantendo os mesmos intervalos espectrais, ampliando a resolução espacial da banda 6 (infravermelho termal) para 60 metros, proporcionando uma resolução espacial mais fina, melhor discriminação espectral entre objetos da superfície terrestre, maior fidelidade geométrica e melhor precisão radiométrica em relação ao sensor MSS (Novo, 2008). O Landsat 8, atualmente em operação, carrega os sensores *Operational Terra Imager* (OLI) e *Thermal Infrared Sensor* (TIRS). Os produtos OLI dispõem de 9 bandas multiespectrais com resolução espacial de 30 metros (bandas de 1 a 7 e 9). Essa mudança de bandas abre caminho para novas abordagens e produtos, com base na combinações das novas bandas.

Séries temporais contínuas de dados, como as disponibilizadas pelo Programa Landsat, fornecem um recurso único para aqueles que trabalham com ciências agrárias, geologia, ciências florestais, planejamento regional, pesquisa em mudanças globais entre outros (USGS, 2015). Por se tratar do programa de satélites de recursos terrestre mais antigo, operando ininterruptamente desde 1972 e disponibilizando imagens gratuitas desde 1973, o programa apresenta um importantíssimo acervo histórico de imagens orbitais (NASA, 2013).

5.3 Mudanças na Paisagem e Efeitos sobre os Processos Ecológicos

Muitos estudos ecológicos estudaram os efeitos da fragmentação de habitats sobre a estrutura das comunidades e o funcionamento dos ecossistemas (Nabe-Nielsen et al., 2010; Didham, 2010). Collinge (1996) em uma completa revisão sobre estudos que defrontaram algumas das principais teorias ecológicas com os efeitos da mudança nas paisagens, concluiu que as principais consequências ecológica dos processos de fragmentação de habitats são: 1) Perda de espécies nativas de plantas e animais; 2) Invasão de espécies exóticas; 3) Aumento dos processos erosivos; 4) Diminuição da qualidade da água.

Segundo a mesma autora, a magnitude e extensão dessas alterações induzidas pela mudança na paisagem dependem do tamanho, conectividade, forma e heterogeneidade dos habitats nos fragmentos. Além disso, o arranjo espacial dos fragmentos pode influenciar nos fenômenos ecológicos locais e regionais (Collinge, 1996; Nabe-Nielsen, 2010).

O Cerrado brasileiro é responsável por mais de 30% da biodiversidade brasileira, e possui apenas cerca de 50% de cobertura natural remanescente. Destes ambientes, menos de 10% está assegurado por Unidades de Conservação Federal, Estadual, Municipal ou Distrital (MMA, 2016). Considerando apenas as frações cobertas por vegetação nativa, essa porcentagem de proteção do Cerrado cai ainda mais para 6,5% do território do Bioma (Fraçoso et al., 2015).

As principais mudanças nas paisagens são atribuídas aos desmatamentos causados pelas monoculturas e pastos, pela instalação de hidrelétricas e expansão de áreas urbanas (Fraçoso et al., 2015). Considerando que processos ecológicos ocorrem em diferentes escalas geográficas, é fundamental que se faça cumprir as restrições ambientais previstas para as ZAs das UCs estratégicas. Essa medida visa não só o cumprimento da função de conservação da área, mas também assegura os serviços ambientais e ecossistêmicos prestados pela Unidade.

6. MATERIAIS E MÉTODOS

6.1 Localização e Caracterização da Área de Estudo

A Estação Ecológica Águas Emendadas é uma Unidade de Conservação pertencente ao grupo de proteção integral localizada em Planaltina, Distrito Federal, (15°33'40''S e 47°36'00''W – Ponto central), à 50 km do centro de Brasília. Possui cerca de 10.500 hectares e abriga remanescentes importantes de vegetação do Cerrado, a maior, mais rica e possivelmente a mais ameaçada das savanas tropicais (Myers et al., 2000).

A área protegida foi criada com a principal finalidade de proteger as condições hídricas ali existentes, assim como as diversas formações fitofisionômicas do bioma Cerrado (Silva Júnior e Felfili, 1996), e biodiversidade (Fonseca, 2008). Em 1992 foi declarada pela UNESCO área nuclear da Reserva da Biosfera do Cerrado juntamente com o Parque Nacional de Brasília e a Estação Ecológica do Jardim Botânico de Brasília.

Seu Plano de Manejo foi aprovado em 2009, e dentre as definições, trouxe a Zona de Amortecimento delimitada seguindo o contorno das sub-bacias hidrográficas contíguas à UC, representando um avanço na proteção dos corpos hídricos da região. Entretanto, pesquisas realizadas sugerem um cenário de severas modificações na paisagem das áreas próximas à ESECAE. Machado et al. (2004) constataram uma diminuição de 41,2% para 35% de áreas ocupadas por vegetação entre os anos 1987 a 1996 na área 10 km contígua à Estação, além do crescimento das manchas de meio urbano em 95% e da agricultura em 76,7% nesse mesmo período.

A área de estudo compreende então a Zona de amortecimento definida no PM da UC, que abrange a porção da Bacia Hidrográfica do rio Maranhão que se encontra nos limites do DF, e as partes das Sub-Bacias Hidrográficas do ribeirão Mestre D'Armas e do ribeirão Pípiripau, pertencentes à Bacia Hidrográfica do rio São Bartolomeu. Na definição da ZA no âmbito do PM, extraiu-se a mancha urbana de Planaltina, conforme recomendações do Instituto Chico Mendes de Biodiversidade e Conservação (Figura 2).

Para fins de avaliação da efetividade espacial das restrições ambientais recomendadas no PM da ESECAE, uma faixa de 10 km além da Zona de Amortecimento será incluída nas análises de uso e ocupação do solo, objetivando a comparação e validação das modificações entre o buffer e a ZA.

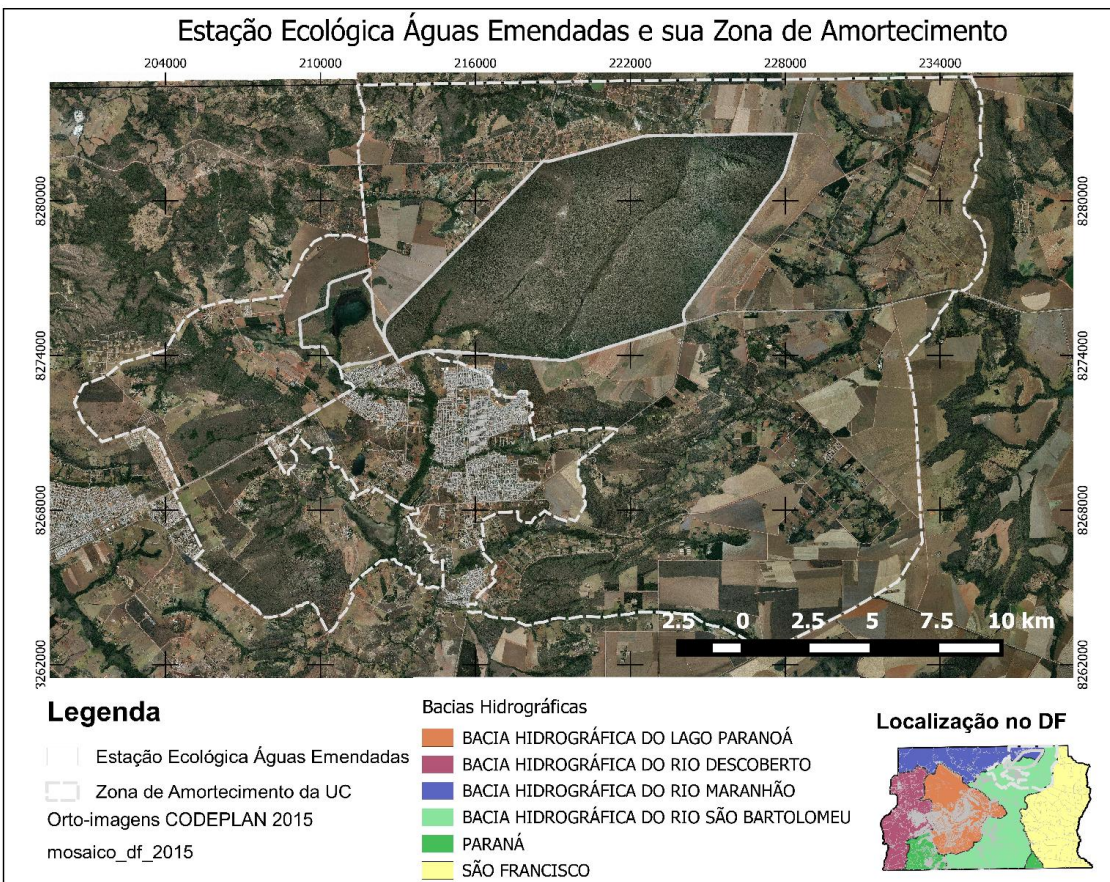


Figura 2: Localização e limites da Estação Ecológica Águas Emendadas e Sua Zona de Amortecimento. No detalhe, a bacias hidrográficas e a localização da UC no Distrito Federal.

6.2 Dados de Sensores Remotos e classificação supervisionada

Para a realização do trabalho foram utilizadas imagens de 2008 Landsat 5 sensor *Thematic Mapper* (TM) *surface reflectance*, orbita ponto 221/071. Para 2015, imagens do sensor OLI (*Operational Land Imager*) - satélite Landsat – 8 foram utilizadas. As imagens de 2008 advindas do sensor TM foram georreferenciadas tendo como referência as imagens do sensor OLI 2015, esse procedimento foi realizado via

georeferencing Wizard, modelo de correção geométrica Polinomial de 2° ordem, limiar de aceitação (RMS) 0,5 pixel, no programa ERDAS (Leica). Para as análises, foram selecionadas imagens que representaram o período mais seco (setembro) e o mais chuvoso (maio) na região. As imagens foram baixadas via *Earthexplorer* (USGS, 2015), já corrigidas radiometricamente. A cena abrangeu toda a área da Zona de Amortecimento da ESECAE e a área do buffer de 10km em torno da mesma (Path:221/ Row:71).

A fim de gerar amostras capazes de representar as classes em questão, foram identificados pontos nas imagens de alta resolução disponibilizadas pela CODEPLAN (Governo de Distrito Federal) – Sistema SICAD, dos anos de 2009 e 2015, e posteriormente verificados em campo, somando 10 pontos por classe. No campo, foram colhidos e tabulados os dados sobre a caracterização da área nos pontos de referência (pontos georreferenciados). Essas informações foram utilizadas como parâmetro na classificação das imagens, segundo as seguintes classes de interesse: Urbano (zona urbanas, ocupações, loteamentos), Agricultura/pasto (monocultura e pastagens), classes “florestal”, “campestre” e “savânica” (como remanescentes de vegetação nativa) e classe reflorestamento (referente aos plantios de florestas homogêneas).

Na classificação das imagens, é comum surgirem dificuldades na diferenciação de algumas classes de interesse, devido as semelhanças em suas respostas espectrais (Borges e Sano, 2014). No Cerrado, pastagens e formações campestres nativas podem ser classificadas erroneamente entre si, pois possuem assinaturas espectrais semelhantes. No entanto, as pastagens tendem a responder mais intensamente aos períodos de seca, enquanto as formações campestres nativas tendem a senescer menos e mais lentamente. O que gera diferenças espectrais quando observamos imagens de períodos secos e úmidos, indicando que a análise conjunta de imagens nesses períodos aumenta a capacidade de discernimento entres essas coberturas, técnica essa chamada de Espectro Temporal Reunido (ETR) (Salmona, 2015). Como parte significativa do Cerrado já foi convertida em pastagens, utilizamos uma imagem resultante de Espectro Temporal Reunido (ETR), junção de três bandas (azul, verde, vermelho) do mês de seca com três bandas (verde, vermelh0

e NIR) do mês chuvoso em uma única imagem representando cada ano, uma vez que estas duas classes (pasto e formações campestres) são melhor distinguíveis conforme as oscilações espectrais sazonais (seco-chuvoso) (Salmona, 2015).

Por fim, as imagens ETR de 2008 e 2015 foram classificadas partindo das amostras coletadas (classificação supervisionada) por meio do algoritmo de vizinho mais próximo, no programa Erdas (Leica).

6.3 Estimativa de áreas das classes de uso e cobertura do solo

A estimativa da área total de cada classe de uso e cobertura do solo foi realizada a partir das imagens classificadas em 2008 e 2015. Para isso, as imagens classificadas foram recortadas conforme os limites da ZA, definidos de acordo com o Plano de Manejo da UC (2009). Uma faixa de 10 km contígua à zona de amortecimento foi incluída no corte da análise. Essa faixa além dos limites da ZA foi utilizada como área controle, visando viabilizar, nas discussões, um cenário comparativo com os resultados da classificação de uso e ocupação do solo obtidas na ZA.

Assim, as análises comparativas entre as áreas das diferentes classes (urbano, agricultura/pasto, remanescentes de vegetação) foram realizadas no espaço (dentro da ZA e fora - buffer de 10km), para avaliar se os ganhos (ex. aumento de área de remanescentes) ou perdas (ex. aumento de áreas ocupadas/urbanizadas) na matriz da paisagem se deram de forma generalizada ou de forma exclusiva na ZA, sinalizando avanços de gestão. E no tempo (entre 2008 e 2015), para avaliar se as mudanças na paisagem se deram conforme as recomendações previstas no plano de manejo da ESECAE, 7 anos depois da aprovação do mesmo.

A mensuração das áreas foi realizada utilizando a projeção Universal Transversal Mercator, fuso 23S, a partir da programa ArcGIS 10.

6.3.1 Avaliação da acurácia da classificação supervisionada

A partir dos 50 pontos aleatórios, gerados no software ArcGIS na área de interesse, a imagem resultado da classificação foi confrontada com a imagem de

referência (imagem aérea de alta resolução CODEPLAN), ponto a ponto, contabilizando em tabela excel (Apendice), se a classe obtida no modelo condiz com o cenário real, observado na imagem de alta resolução. Essas informações foram contabilizadas para cada ano, e dispostas na matriz de confusão para a análise de acurácia do modelo. O emprego dessa matriz é uma das técnicas mais utilizadas na avaliação da acurácia de classificações de dados no ramo do sensoriamento remoto (Congalton,1991).

Tabela 1. Tabela esquemática da matriz de confusão

Classe real	Classe prevista no modelo	
	Sim	Não
	Sim	Verdadeiro Positivo (VP)
Não	Falso positivo (FP)	Falso negativo (FN)

$$\text{Acurácia} = (VP+FP) / (VP+FP+FN+VN)$$

Com base nos índices de erros e acertos do modelo, estimamos a acurácia global do modelo, além dos índices de estatístico de *Kappa*. O coeficiente *Kappa* avalia o quanto a classificação coincide com a sua imagem de referência para além do acaso.

$$K = \frac{N \sum_{i=1}^r x_{ii} - \sum_{i=1}^r (x_{i+} * x_{+i})}{N^2 - \sum_{i=1}^r (x_{i+} * x_{+i})}$$

Figura 3. Índice de Kappa, onde “r” é o numero de linhas na matriz; “xii” é o número de observações na linha i coluna i, e “N” é o número total de observações (Suarez e Candeias, 2012)

A estatística *Kappa* varia de 0 a 1. Um valor de *Kappa* igual a zero (0) sugere que a classificação não é melhor do que uma classificação aleatória dos pixels. Um valor igual a um (1) sugere um processo de classificação altamente eficiente (Moreira, 2001).

6.4 Análise das métricas da paisagem

Além da análise do quantitativo da mudança do solo ocorrida na ZA seis anos após a aprovação do Plano de Manejo da Unidade, utilizamos métricas da paisagem para avaliar qualitativamente o grau de fragmentação/conectividade dos remanescentes de vegetação na área (ZA), nesse período de gestão. Para isso, utilizamos a extensão *Patch Analyst* (Rempel et al., 2012) para Arcmap10 nos cálculos das métricas de paisagem, a partir das imagens classificadas, transformadas para dado vetorial georreferenciadas.

A extensão é derivada do software FRAGSTATS (*Spatial Pattern Analysis Program for Categorical Maps*) (McGarigal et al., 2012), e foi criada para facilitar análises espaciais de manchas na paisagem, e as modelagens de atributos associados aos fragmentos. Assim transformamos as classes de vegetação natural estimadas na classificação supervisionada (florestal, campestre, savânica) para camadas vetoriais, e posteriormente usamos a ferramenta *Spatial statistics* e *Neighbourhood Mean* da extensão *Patch Analyst*, para calcular as métricas dispostas na tabela 2 a seguir.

As métricas selecionadas (tabela 2) obtidas para cada classe de remanescente de vegetação foram comparadas entre si, no ano de 2008 e 2015. A combinação dos resultados de cada métrica permitiu inferir se houve melhora na conectividade dos fragmentos referentes a cada formação fitofisionômica, e se houve melhora na conectividade dos remanescentes de vegetação como um todo.

Tabela 2: Métricas da paisagem utilizadas para a avaliação qualitativa do estado de fragmentação das classes de vegetação remanescente (florestal, campestre, savânica). Fórmulas extraídas do manual FRAGSTAT.

Métrica	Simbolo	Fórmula	Descrição
Mean Nearest Neighbor	MNN	$MN = \frac{\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n x_{ij}}{N}$	Medida de isolamento do fragmento. A menor distância para um fragmento semelhante (ponta a ponta). A média refere-se a distância média do vizinho mais próximo de cada fragmento (metros) para cada classe individual.
Mean Patch Size	MPS	$MPS = Xn/NP * (1/10.000)$	Média do tamanho dos fragmentos (ha)
Number of Patches	NumP	$NP = n_i$	Número de fragmentos para cada classe individual
Median Patch Size	MedPS	$MD = x_{50\%}$	Medida central da série de tamanho dos fragmentos ou 50th percentil
Patch Size Coefficient of Variance	PSCoV	$CV = \frac{SD}{MN} (100)$	Coefficiente de variância do tamanho dos fragmentos
Patch Size Standard Deviation	PSSD	$SD = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n x_{ij}^2 - \left(\frac{\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n x_{ij}}{N} \right)^2}{N}}$	Desvio Padrão do tamanho dos fragmentos
Area	Área	$AREA = a_{ij} \left(\frac{1}{10,000} \right)$	Soma das áreas de todos os fragmentos pertencentes a uma determinada classe (hectares).

7. RESULTADOS

Selecionamos as imagens Landsat 5, de 28 de maio de 2008 e de 1º de setembro de 2008, para a execução do ETR, e posterior classificação supervisionada. Essas foram georreferenciadas conforme as imagens Landsat 8 utilizadas para a formação do ETR e classificação da imagem de 2015 (de 1º de junho de 2015 e 21 de setembro de 2015), comparativo temporal atual.

7.1 Avaliação da Acurácia da Classificação Supervisionada

A matriz de confusão para a análise do resultado do modelo de classificação supervisionada construído segundo as classes: agricultura/pasto, urbano, florestal, campestre, savânico e reflorestamento, indicou boa acurácia em ambos os anos, conforme tabela 3.

Tabela 3: Resultado da matriz de confusão realizada com os 50 pontos de validação em cada modelo, para o ano de 2008 e 2015.

2008	Agri/pasto	Campest.	Savânico	Florestal	Reflorest	total	AP
Agri/pasto	32	3			1	36	0,89
Campest.		3				3	1
Savânico			3			3	0
Florestal	1			3		6	0,33
Reflorest	1				1	2	0
Total	34	9	4	3	0	50	
AU	0,94	0,34	0	0,66	0		

Acuracia (o1)	0,74
o2	1,39215686
o1/total^2	0,00055686
Kappa=	0,7438886

2015	Agri/pasto	Campest.	Savânico	Florestal	Reflorest	total	AP
Agri/pasto	31	4			1	36	0,86
Campest.		4				4	1
Savânico	1		2			6	0,50
Florestal	1			3		4	0,75
Reflorest					0	0	0
Total	33	10	3	4	0	50	
AU	0,94	0,4	1	0,75	0		

Acuracia (o1)	0,82
o2	2,27142256
o1/total^2	0,00090857
Kappa=	0,8181828

A tabela com as coordenadas geográficas dos 50 pontos aleatorizados, utilizados na validação do modelo por meio da matriz de confusão, está disponibilizada como material suplementar.

7.2 Estimativa de área das Classes de Uso e Cobertura do Solo

Tabela 4: Quantitativo de área em hectares(ha) e em porcentagem(%), referente à cada categoria obtida na classificação supervisionada, nos anos de 2008 e 2015, na Zona de Amortecimento (ZA) e no Entorno (perímetro de 10km além da ZA utilizada como área controle).

CLASSES	ZA				Entorno			
	2008		2015		2008		2015	
	Soma de Area	%	Soma de Area	%	Soma de Area	%	Soma de Area	%
Agricultura/Pastagem	25133,35	61,1	25806,42	62,7	50792,68	52,4	56773,6	58,6
Urbano	131,20	0,3	760,05	1,8	5901,14	6,1	7293,69	7,5
Reflorestamento	26,37	0,1	399,06	1,0	371,48	0,4	630,81	0,7
Campestre	9346,07	22,7	7743,6	18,8	21148,35	21,8	14642,60	15,1
Savânico	4998,66	12,1	3499,29	8,5	13613,82	14,1	8214,84	8,5
Florestal	1524,03	3,7	2961,99	7,2	5063,29	5,2	9282,33	9,6
TOTAL	41159,69	100	41160,41	100	96890,77	100	96837,87	100

Na quantificação das áreas referentes a cada categoria na ZA nos dois períodos analisados (2008/2015), constatou-se que as classes agricultura/pasto, urbanizações e reflorestamento, obtiveram crescimento de área, conforme tabela 4. Ao contrário, as classes que representaram as formações campestre e savânicas, apresentaram perda superior a 3% de área, individualmente. Positivamente, a classe “florestal”, que abrange, predominantemente, os remanescentes naturais que margeiam os cursos d’água, protegida pelas APPs (Lei nº 12.651/2012), obteve crescimento de cerca de 5% de área no período (Figura 4).

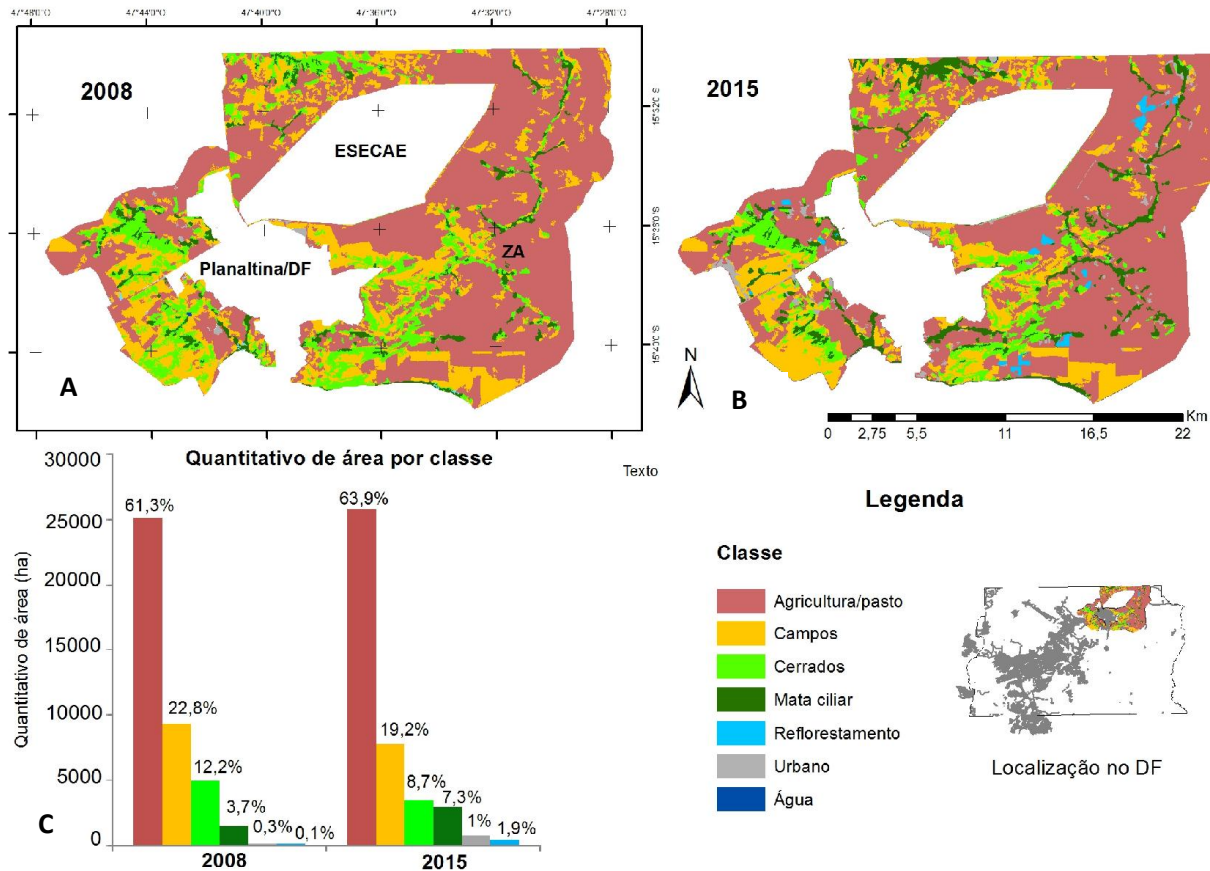


Figura 4: Em A e B, série temporal do uso e ocupação do solo na Zona de Amortecimento da Estação Ecológica de Águas Emendadas, nos anos de 2008 (A) e 2015 (B). Em C, o gráfico do quantitativo bruto e percentual (%) de área, por classe, obtidos nos anos 2008 e 2015.

Comparando espacialmente esse quantitativo com os resultados da mesma classificação de uso e ocupação do solo em uma faixa de área de 10km além da zona de amortecimento da UC, constatou-se que a classe “agricultura/pasto” teve uma maior amplitude de crescimento na área do entorno (de 52,4% em 2008 para 58,6% em 2015), do que na ZA (de 61% para 62,7%). Ainda assim, o percentual total de área voltada para as atividades rurais, referentes aos monoculturas e pasto, se manteve maior do que na área entorno.

Já a classe que representa os espaços com ocupações/antropizações (urbano), obteve crescimento de área proporcionalmente semelhante nas duas regiões (ZA – de 0,3% para 1,8% e no entorno – de 6,1% para 7,5%) no mesmo período.

Apesar da classe “florestal” ter apresentado ganho de área na ZA (de 3,7% para 7,2%), esta também aumentou, e percentualmente mais, na área do entorno (de 5,2% para 9,6%).

A classe das formações campestres obteve maior perda de área no entorno (de 21,8% para 15,1%) do que na ZA (de 22,7% para 18,8%) na sequencia temporal analisada.

A classe que mapeou as formações savânicas, também obteve maior perda de área no entorno do que na ZA, igualando a porcentagem de área em ambas as regiões em 2015 (ZA – de 12,1% para 8,5% e no entorno – de 14,1% para 8,5%).

Já a classe reflorestamento cresceu de forma tímida nas duas regiões, no mesmo período (ZA – de 0,1% para 1,0% e entorno – de 0,4% para 0,7%).

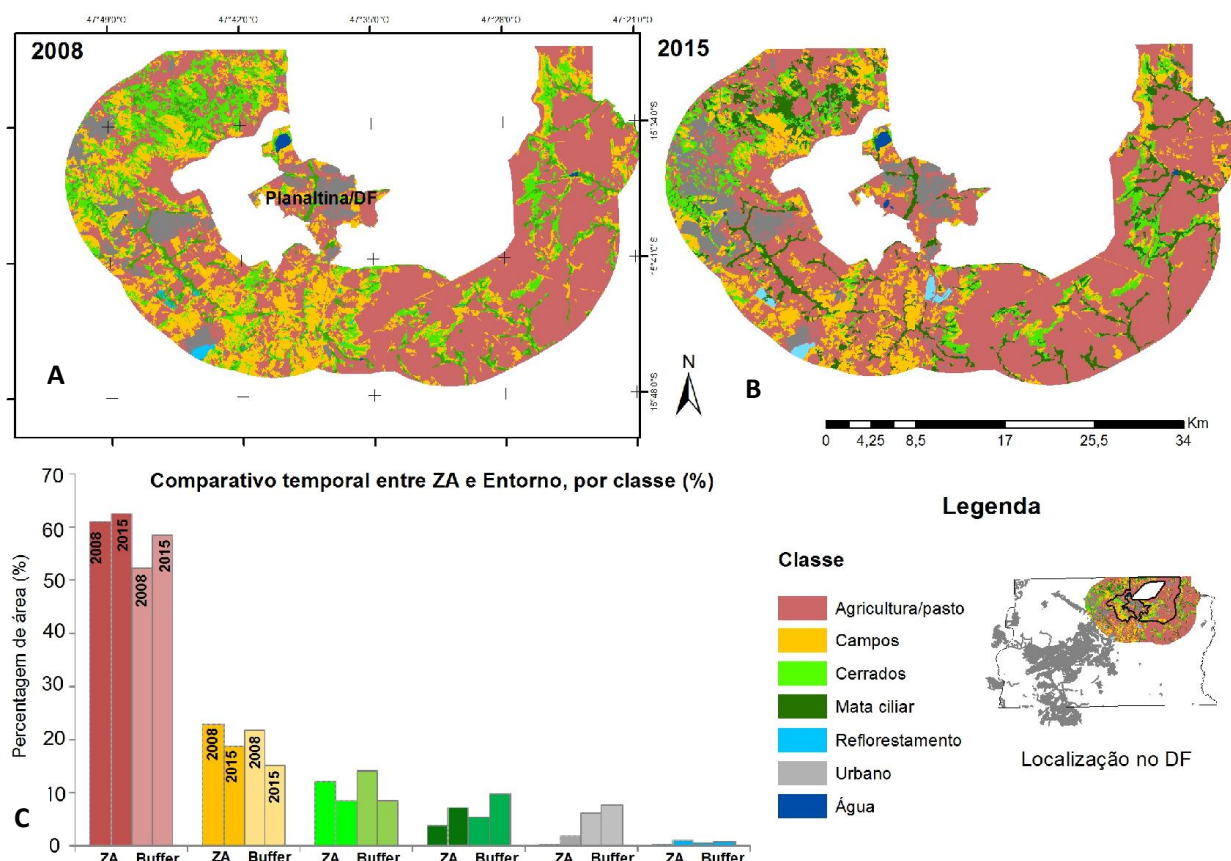


Figura 5: Em A e B, série temporal do uso e ocupação do solo na área controle de 10km a partir da Zona de Amortecimento da Estação Ecológica de Águas Emendadas, nos anos de

2008 (A) e 2015 (B). Em C o gráfico do quantitativo percentual (%) de área, por classe, obtidos tanto na área controle, como na ZA, nos anos 2008 e 2015.

7.3 Análise das métricas da paisagem

Qualitativamente, o resultado das métricas da paisagem, calculadas para as classes de remanescentes naturais de vegetação na ZA, indicaram que a classe “florestal” além de ter apresentado expansão de área (de 1.524ha para 2.961ha), também obteve ganho de conectividade, conforme diminuição do valor de MNN (Média da menor distância entre os fragmentos) (Tabela 5). O número de fragmentos (NumP) da classe também diminuiu, e a média do tamanho dos fragmentos aumentou (MPS), denotando que houve recuperação e fusão de manchas da classe, que acarretou na menor distância média entre os fragmentos, aumento das manchas e conseqüentemente na melhora da conectividade.

Já as classes “campestre” e “savânico” perderam ambas em área no mesmo período (de 4.998ha para 3.499ha - savanas e; de 9.346ha para 7.743ha - campos). Nesse caso, a diminuição do número de fragmentos (NumP) dessas classes tende a representar a substituição da categoria da área por outra classe, antropizada ou natural (ex. regeneração de vegetação secundária nas bordas de matas). Na classe “savânico”, a manutenção do tamanho médio do fragmento, num cenário de perda de área, e diminuição do MNN, denota que essa mudança de paisagem tende a ter ocorrido em setores.

A classe “campestre” também perdeu área, teve o número de fragmentos reduzido, mas aumento na média do tamanho de seus fragmentos. Perda de área de fragmentos menores e isolados para outras classes pode explicar a diminuição do MNN neste caso.

Tabela 5: Resultado das métricas da paisagem para a área de estudo. São as métricas: A média das distâncias do vizinho mais próximo (MNN); Número de fragmentos (NumP); tamanho médio dos fragmentos da classe (MPS); Medida central de área do fragmento - 50th percentil (MedPS); Coeficiente de variância do tamanho dos fragmentos da classe (PSCoV); Desvio padrão do tamanho dos fragmentos na classe (PSSD); área total da classe (Área).

Classe		MNN(m)	NumP	MPS(ha)	MedPS	PSCoV	PSSD	Área(ha)
Formação Florestal	2008	139,88	278	5,48	1,03	182,43	10,01	1524,03
	2015	121,03	241	12,29	3,33	290,09	35,65	2961,99
Savânico	2008	554,66	1108	4,51	0,18	578,86	26,11	4998,66
	2015	367,88	734	4,76	0,36	614,47	29,29	3499,29
Campestre	2008	837,35	1674	5,58	0,18	665,75	37,17	9346,07
	2015	521,68	1042	7,43	0,27	666,71	49,54	7743,61

7.4 Meta de criação de áreas protegidas na ZA

No tocante à recomendação de criação de Unidades de Conservação na Zona de Amortecimento da ESECAE, citado conforme seu plano de manejo, apesar de 100% desta incidir sobre alguma área protegida, a maior parte deste valor refere-se às Área de Proteção Ambiental (APA) do Planalto Central e APA da Bacia do Rio São Bartolmeu,

As demais UCs da área (ZA) foram todas criadas anteriormente ao plano de manejo da Unidade, e correspondem a menos de 3% da área tampão. Estas estão mapeadas conforme a figura 6, sendo seus instrumentos legais de criação e data, dispostos na tabela 6.

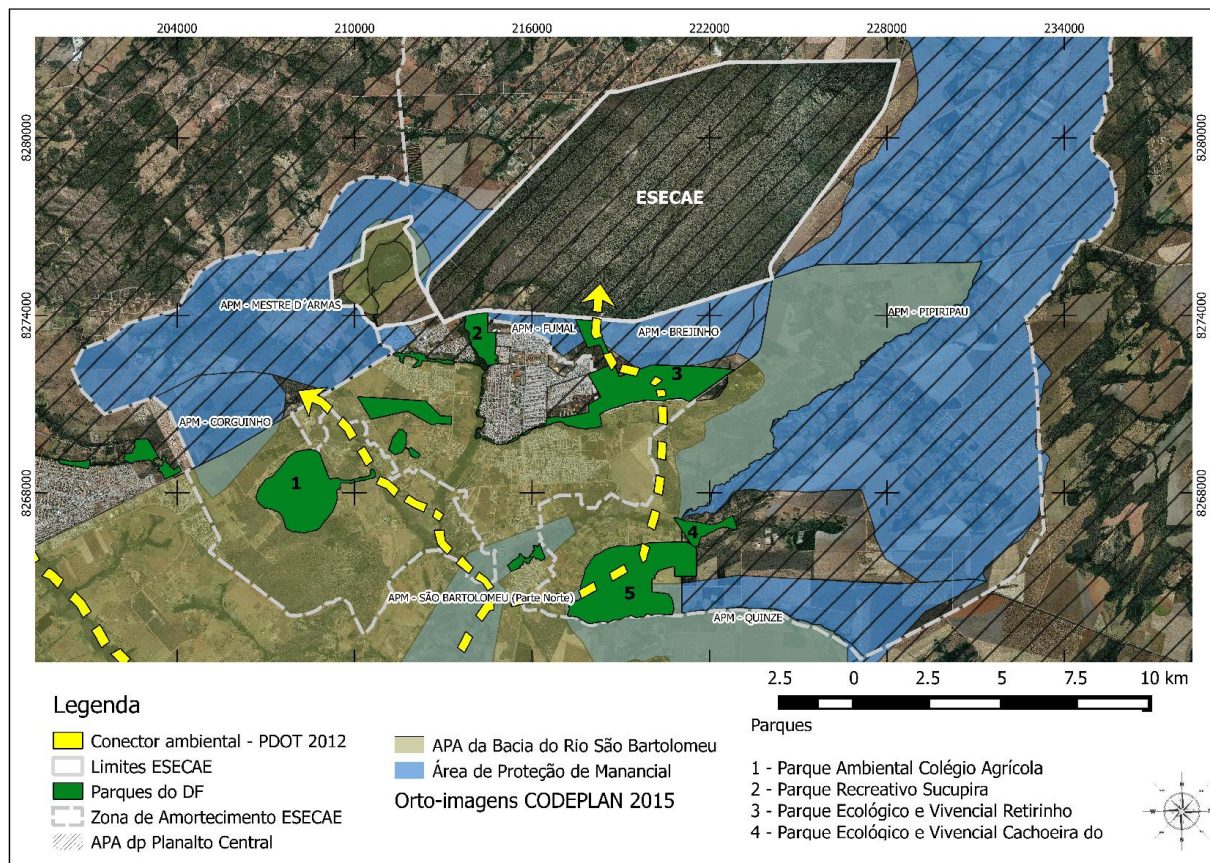


Figura 6: Mapa das Unidades de Conservação, Áreas de Proteção de Mananciais (APM), conectores ambientais (PDOT) e Parques situados na Zona de Amortecimento da ESECAE.

Tabela 6: Unidades de Conservação e Parques situados na Zona de Amortecimento da ESECAE, e seus respectivos instrumentos legais e ano de criação.

Id	Nome da UC	Decreto de criação	Situação na ZA	Gestão
1	Parque Ambiental Colégio Agrícola de Brasília	Lei complementar nº 630/2002	Totalmente inserida	Distrital
2	Parque Recreativo Sucupira	Lei nº 1318/1996	Parcialmente inserida	Distrital
3	Parque Ecológico e Vivencial do Retirinho	Lei nº 2355/1999	Parcialmente inserida	Distrital
4	Parque Ecológico dos Pequizeiros	Lei nº 2279/1999	Totalmente inserida	Distrital
5	Parque Ecológico e Vivencial da Cachoeira do Pípiripau	Lei nº 1299/1996	Totalmente inserida	Distrital
6	APA do Planalto Central	Decreto s/n, de 10/01/2002	Parcialmente inserida	Federal
7	APA da Bacia do rio São Bartolomeu	Decreto nº 88940/1983	Parcialmente inserida	Distrital

8. DISCUSSÃO

8.1 Avaliação da Acurácia da Classificação Supervisionada

O Uso da classificação supervisionada aliada a técnicas de SIG são ferramentas amplamente utilizadas em diagnósticos e gestão de áreas ambientalmente protegidas (Metzger, 2006; Townsend et al., 2009; Magris e Barreto, 2010). Quando as recomendações tratadas nos planos de manejo são possíveis de serem monitoradas por meio da paisagem, tais ferramentas se tornam estratégicas no controle e mitigação dos impactos sob as UCs (Silva e França, 2013).

No Cerrado, a reflectância das áreas de pastagem é próxima da reflectância de áreas pertencente às fitofisionomias campestres do bioma e, portanto, essas se misturam nos exercícios de classificação. Sendo as atividades de agropecuária extensiva uma das maiores ameaças sob os remanescentes de vegetação de campos e cerrados (Salmona, 2015), a utilização de técnicas que consigam distinguir essas classes é estratégico quando se deseja distinguir e quantificar o cenário antrópico do natural.

A utilização da técnica de ETR (Salmona, 2015), aliado ao uso de pontos representativos da paisagem validados em campo, mostrou boa acurácia e bom resultado Kappa (ambos aprox. entre 0,7 e 0,8) em todos modelos utilizados nessa análise. Portanto, uma boa alternativa de uso para fins de mapeamento nesta escala (1:100.000) e conseqüentemente para acompanhamento, controle e gestão da área.

8.2 Estimativa de áreas das Classes de Uso e Cobertura da Terra e análise de métricas da paisagem

A ESECAE e sua Zona de Amortecimento estão inseridas em zona rural (PDOT, 2012), mas faz fronteira ao sul com a cidade satélite de Planaltina, RA VI, que foi retirada do perímetro da Zona de Amortecimento da Unidade, conforme estratégia de

gestão proposta pelo Instituto Federal ICMBio, discutida no âmbito das oficinas do Plano de Manejo da ESECAE. Dessa forma, é natural que a proporção de áreas destinadas à classe “agricultura/pasto” na paisagem da ZA fossem dominantes dentre as demais, e superior se comparado à área entorno. Tal área entorno (faixa de 10Km a partir da ZA), utilizada como área controle (Salmona, et al., 2014), abrangeu a própria cidade satélite de Planaltina, e ainda o Vale do Amanhecer (ao sul de Planaltina), Sobradinho I e II (mancha urbana à oeste de Planaltina), Fercal (ao norte de sobradinho II) e Itapoã (ao sul de sobradinho), não sendo, portanto, razoável a comparação com o quantitativo de área da classe “Urbano” obtido na ZA (Tabela 4).

Enquanto o incremento de área para a classe Urbano na ZA se deu em torno de 500ha, na área entorno esse crescimento foi superior a 2.000ha no mesmo período. Apesar da menor proporção de aumento de área na ZA comparativamente à área entorno, o cenário demonstra o aparente descumprimento da meta “*Fomento às atividades econômicas sustentáveis à ZA, evitando a transformação de áreas rurais em urbanas*”. Ainda que não seja possível inferir sobre a legalidade de tais expansões das áreas ocupadas, o crescimento da classe em si, remete à impactos semelhantes aos observados nas áreas urbanizadas (afugentamento de fauna, problemas sanitários como o carreamento de esgoto para os corpos hídricos, sobre-exploração de recursos naturais como a água e etc.) (Fraçoso et al., 2015). A delimitação da ZA excluindo o perímetro da cidade satélite de Planaltina se deu na tentativa de controle de crescimento da área urbana, visando coibir a expansão além do que eestava consolidado em 2009, ano de aprovação do Plano de Manejo da ESECAE.

Quanto a recomendação de fomento à implantação de sistemas e técnicas economicamente sustentáveis e alternativas aos cultivos tradicionais e pastagem, a classe “agricultura/pasto” aumentou no tempo analisado, tanto na ZA quanto na área controle. A classe obteve aumento de área de cerca de 400ha na ZA, enquanto na área entorno tal aumento na classe foi de aproximadamente 6.000ha. Ainda que o percentual global de área na classe agricultura/pasto na ZA tenha sido inferior à área controle, o crescimento de cerca de 1% na ZA, tornam a meta de fomento às atividades econômicamentes sustentáveis, apenas parcialmente cumprida. Isso porque também

houve aumento de área na classe que detectou os reflorestamento, e isso representa uma melhora na matriz da paisagem que, dependendo dos diferentes requerimentos das espécies, pode propiciar melhora na permeabilidade e conectividade da matriz da paisagem (dos Santos, 2014) garantindo a fluidez de processos ecológicos como a manutenção de metapopulações (Hanski e Simberloff, 1997).

A classe “reflorestamento” obteve aumento de área superior à 300ha, enquanto na área controle, muito maior do que a ZA, obteve crescimento de cerca de 230ha no período. Esse aumento pode estar relacionado aos programas de assistência técnica desenvolvidos pela Emater-DF, ADASA-DF, e outros parceiros governamentais, na Bacia do Ribeirão Pípiripau, à leste da ESECAE, inserida na ZA da Unidade. É o caso do Projeto “produtor de águas”, idealizado pela Agência Nacional de Águas - ANA (2012), que visa fomentar boas práticas de cultivo e cuidado com a terra entre os produtores, a fim de evitar erosões, assoreamentos, escassez hídrica, perda de fertilidade e etc., e isso por meio de políticas positivas de incentivo e apoio financeiro. Além de receber assistência técnica e material para a recuperação das margens de córrego, rios e nascentes (APPs), o projeto ainda promove o fomento à utilização de técnicas agrícolas mais sustentáveis como o plantio direto em detrimento ao plantio convencional, a implementação de reflorestamentos comerciais em áreas abandonadas de baixa fertilidade, os produtores ainda recebem pelos serviços ambientais recuperados. (Proj. Produtor de Águas no Pípiripau, 2012).

Tomando como base o sucesso do programa, uma alternativa de fomento ao controle de tais mudanças na paisagem pode ser feito por meio do cadastramento e aproximação com a comunidade rural inserida na ZA da UC, promovendo eventos de sensibilização e divulgação dos benefícios e serviços ambientais prestados pela Unidade. Outra estratégia seria uma articulação com os demais órgãos prestadores de assistência técnica no Distrito Federal, para o fomento à produção rentável e menos impactante na ZA, promovendo alternativas à monocultura e pecuária extensiva. A monocultura afeta a matriz da paisagem uma vez que simplifica o ambiente, tornando a área pouco permeável à biodiversidade (Goulart et al., 2013). Essas práticas ainda agregam impactos como a larga utilização de defensivos químicos para controle de

pragas, causando impactos ao ambiente, saúde pública e até à economia (Soares, 2010.)

Quanto aos remanescentes naturais, positivamente, a classe “florestal” obteve aumento de área superior à 1000ha, cumprindo a meta do P.M. referente à proteção dos cursos d’água no seu entorno e de manutenção dos corredores ecológicos (Tabela 4). Além do ganho de área, as métricas da paisagem (tabela 5) utilizadas para avaliar qualitativamente o estado de fragmentação de cada classe, mostraram melhora na conectividade dos fragmentos de formações florestais na ZA. A diminuição do MNN, que reflete a média das menores distâncias (euclidiana) entre pares de fragmentos de mata, aliado ao aumento de área total, diminuição do número de fragmentos (NumP), maior tamanho médio dos fragmentos (MPS) e maior valor mediano da série de tamanhos dos fragmentos (MedPS), evidenciam uma maior conectividade entre os fragmentos dessa classe, o que se mostra visualmente perceptível nos mapas entre os anos de 2008 e 2015 (figura 4).

Entretanto, apesar do aumento de área na classe “florestal” na ZA, houve também o aumento da classe, e de forma proporcionalmente semelhante na área controle. Esse aumento em toda a paisagem sugere que o padrão tenha ocorrido em maior escala, como consequência da aprovação de outros instrumentos ambientais legais, como a mudança do Código Florestal (Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012). Essa nova norma prometeu regular e fiscalizar de forma mais efetiva as responsabilidades dos produtores rurais quanto a proteção e recuperação das APPs e também trouxe a possibilidade de comercialização de títulos referentes a propriedades que conservam remanescentes de vegetação nativa, além do que é previsto como obrigatório (Soares-Filho et al., 2014).

Percebe-se também que, além de compor os corredores em volta dos corpos hídricos, as Matas também ocupam uma mancha de relevo acidentado na ZA, à noroeste da ESECAE. Essa área representa um corredor natural até uma região preservada e de relevo acidentado no estado de Goiás, e funciona como um dos últimos corredores da macrofauna na região até a UC. Apesar da classe “florestal” ter aumentado nessa área, muito dessa transformação de classe se deu em decorrência

de recuperação/adensamento de áreas classificadas como naturais (formações savânicas ou campestres) na classificação supervisionada.

As classes “savânico” e “campestre” obtiveram ambas perda de áreas. No comparativo das classificações temporais, percebe-se que trechos considerados, principalmente como savanas nos locais próximos dos corpos hídricos, foram posteriormente classificados como “formação florestal”. A diminuição do MNN em ambas as classes, em um cenário de perda de área, e manutenção ou aumento do tamanho médio dos fragmentos (MPS), denota que a mudança de paisagem pode ter ocorrido em setores, e/ou nos fragmentos menores. Os maiores remanescentes das classes “savânico” e “campestre” permaneceram situados em áreas protegidas ao sul da ZA, que asseguraram a sua manutenção no tempo (Figura 4 e figura 6). É o caso da área próxima ao Parque Ambiental Colégio Agrícola, que abriga o Instituto Técnico de Brasília – IFB, do campo escola da EMBRAPA ao norte do IFB, dos parques Retirinho e Pequizeiros, localizados á leste de Planaltina.

8.3 Meta de criação de áreas protegidas na ZA

Ainda que 100% da Zona de Amortecimento da ESECAE esteja inserida em mosaico de Unidades de Conservação, nenhuma nova UC foi criada desde a aprovação do P.M., e menos de 5% da área sobrepõe e protege a ZA da ESECAE. Os demais 95% são compostos por outras categorias de uso sustentável de UC, sendo elas as área de Proteção Ambiental - APA (Figura 6, tabela 5). APAs são UCs extensas, com certo grau de ocupação humana, cujo objetivo é disciplinar a ocupação dessas áreas ambientais especiais (Lei complementar nº 827/2000). Visto isso, não houve avanço na execução da recomendação de criação de novas áreas protegidas. Dessa forma, sugere-se o estudo e avaliação da área declivosa situada ao nordeste da Unidade (próximo à região da Fercal), devido esta abrigar remanescente de vegetação natural e formar corredor ecológico com a área silvestre do estado de Goiás, e ainda,

avaliar a área próxima ao Parque Ambiental Colégio Agrícola, por este abrigar grande parte do remanescente de vegetação campestres e savânicos.

Considerando que a criação da ESECAE se deu primordialmente pela proteção das características hídricas singulares da região, e da biodiversidade associada; considerando que é função da ZA da Unidade amortecer os eventuais impactos sobre a área protegida; considerando ainda que diversas recomendações do PM da ESECAE para sua ZA são genéricas e difíceis de serem mensuradas e avaliadas quanto a efetividade da gestão, sugere-se que as recomendações sejam reformuladas. Orientações claras e possíveis de serem mensuradas por meio do monitoramento com imagens de satélite, podem nortear o papel do gestor e servirem, constantemente, como indicadores de eficiência de gestão.

Outras métricas da paisagem mais complexas podem ser exploradas, afim de suprir necessidades específicas, como a priorização de áreas para criação de novas UCs e a avaliação da matriz da paisagem por meio de análise da conectividade da soma de todos remanescentes de vegetação natural. Os resultados quantitativos e temporais dessas mudanças na paisagem podem também serem cruzados com séries de dados biológicos e abióticos disponíveis, como incidência de atropelamentos de fauna ou séries de vazão hídrica na bacia, afim de avaliar as consequências ambientais de tais mudanças espaciais.

9. CONCLUSÃO

O Plano de manejo da ESECAE traz recomendações genéricas sobre as atividades permitidas e não permitidas na sua Zona de Amortecimento, tecendo recomendações gerais sobre a mudança na paisagem da ZA. Ainda assim, o método de combinação de bandas com diferenças sazonais (seca e chuva) resultou em modelos de classificação de imagens satisfatórios, passíveis de serem utilizados na avaliação das recomendações previstas no PM para a ZA.

Considerando a efetividade espacial, e as amplas recomendações sobre as normas de controle de gestão da UC na ZA, concluímos que não houve governança quanto ao papel de contenção do crescimento de áreas ocupadas/urbanizadas; cumpriu-se parcialmente a meta de fomento à técnicas de produção sustentáveis e de proteção dos cursos d'água do entorno da UC, por meio do aumento de áreas de floresta, evitando assoreamentos e contaminação dos corpos hídricos; e por fim, até o ano de 2015, não foi cumprido a meta de criação e implantação de novas UCs na ZA.

Com as mudanças temporais na classe das formações florestais, houve avanços na diretriz do SDUC referente à consolidação da conectividade e proteção dos corredores ecológicos. Entretanto, as demais classes de vegetação remanescente (campos e savanas) apresentaram perda de área, substituídas tanto por classes de antropizações (agricultura/pasto e urbano) como para as classes de remanescentes de vegetação (ex. por processos de recuperação), sendo os maiores fragmentos dessas categorias concentrados nas áreas que incidem sobre os parques e campos escolas da região de Planaltina, ao sul da ESECAE.

Apesar da paisagem da ZA ter acumulado ganhos, as ações de gestão da UC no entorno podem melhorar a permeabilidade da matriz na área de amortecimento da ESECAE. Assim, sugere-se que metas claras sejam colocadas à ZA, como o fomento à promoção da conectividade dos fragmentos naturais, afim de possibilitar a análise quantitativa do cumprimento da gestão, por meio do uso das técnicas de classificação supervisionada e de SIG aqui utilizadas. Dessa forma, esta técnica poderá auxiliar no planejamento das rotinas de fiscalização, e ainda fornecer indicadores de efetividade de ações de controle e gestão na ZA da Unidade.

10. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Baptista, I.S. **Mudanças no Uso e Cobertura da Terra, No Sul do Maranhão entre 1995 e 2015**. Monografia (Eng Florestal) - Universidade de Brasília, Brasília, 2015.
- Berlinck, C.N. **Diagnóstico sócio-ambiental do entorno da Estação Ecológica de Águas Emendadas (DF)**. Tese (Doutorado em Ecologia) — Universidade de Brasília, Brasília, 2008.

- Bierregaard Jr., R.O.; Lovejoy, T.E.; Kapos, V.; dos Santos, A.A.; Hutchings, R.W. The biological dynamics of tropical rainforest fragments. **Bioscience** 42, 859-866. 1992.
- Borges E.F.; E. F.; SANO, E.E. Séries temporais de Evi do Modis para o mapeamento de uso e cobertura vegetal do Oeste da Bahia. **Boletim de Ciências Geodésicas**, Curitiba, v. 20, n. 3, p. 526-547, 2014.
- Brasil, Lei nº 6.902, de 27 de abril de 1981. Dispõe sobre a Criação de Estações Ecológicas e Áreas de Proteção Ambiental.
- Brasil, Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente.
- Brasil, Decreto Federal nº 99.274, de 6 de junho de 1990. Dispõe sobre a regulamentação da Lei nº 6.902/81, e a Lei nº 6.938/81.
- Brasil, Lei nº 9.985 de 18 de julho de 2000. Regulamenta o art. 225, § 1º, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências.
- Collinge S.K. Ecological consequences of habitat fragmentation: Implications for landscape architecture and planning. **Landscape and Urban Planning**. 36(1):59–77. 1996.
- CONAMA, Resolução CONAMA nº 13 do CONAMA, de 6 de dezembro de 1990.
- CONAMA, resolução CONAMA nº 10, de 1 de outubro de 1993. Dispõe sobre os estágios de sucessão da Mata Atlântica..
- CONAMA, resolução nº 428, de 17 de dezembro de 2010. “dispõe, no âmbito do licenciamento ambiental, sobre a autorização do órgão responsável pela administração da Unidade de Conservação (UC), de que trata o § 3º do artigo 36 da Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000, bem como sobre a ciência do órgão responsável pela administração da UC no caso de licenciamento ambiental de empreendimentos não sujeitos a EIA-RIMA, e dá outras providências”
- Distrito Federal, Decreto Distrital nº 771, de 12 de agosto de 1968, Cria a Reserva Ecológica de “Águas Emendadas”, e dá outras providências.
- Distrito Federal, Decreto nº 11.137, de 16 de junho de 1988, Modifica a denominação da Reserva Biológica de Águas Emendadas, e dá outras providências.
- Distrito Federal, Instrução IBRAM nº 49, de 17 de junho de 2009. Aprova o Plano de Manejo e o Zoneamento Ambiental da Estação Ecológica de Águas Emendadas.
- Distrito Federal, Lei complementar nº 827, de 22 de julho de 2010, Regulamenta o art. 279, I, III, IV, XIV, XVI, XIX, XXI, XXII, e o art. 281 da Lei Orgânica do DF, instituindo o Sistema Distrital de Unidades de Conservação da Natureza – SDUC, e dá outras providências.

- Distrito Federal, Lei complementar n° 854, de 15 de outubro de 2012, Atualiza a Lei Complementar n° 803, de 25 de abril de 2009, que aprova a revisão do Plano Diretor de Ordenamento Territorial do Distrito Federal – PDOT e dá outras providências.
- Didham, R.K. **Ecological Consequences of Habitat Fragmentation**. In: eLS. John Wiley & Sons Ltd, [doi: 10.1002/9780470015902.a0021904]. 2010.
- Farina, Flávia C. Abordagem sobre as técnicas de geoprocessamento aplicadas ao planejamento e gestão urbana. **Cadernos EBAPE**, 4(4), 01-16. 2006.
- Fahrig, L. Effects of habitat fragmentation on biodiversity. **Ann Rev Ecol Evol Syst**. 34:487–515. 2003.
- Ferreira, G.L.B.V.; Pascuchi, P.M. Zona de Amortecimento: A proteção ao entorno das unidades de conservação. **Âmbito Jurídico**, Rio Grande, XII, n. 63, abr 2009. Disponível em: http://www.ambito-juridico.com.br/site/index.php?artigo_id=5917&n_link=revista_artigos_leitura. Acesso em mar 2016.
- Flather C.H.; Bevers M. Patchy reaction-diffusion and population abundance: the relative importance of habitat amount and arrangement. **Am Nat**. 159:40–56. 2002.
- Fonseca, F.O (Org.). **Águas Emendadas**. 1 ed. Brasília: SEDUMA, Brasília, p. 152-155, 2008. Disponível em: <<http://www.ibram.df.gov.br/sites/400/406/00000211.pdf>>. Acesso em: 03 mar 2016.
- Fortes, P.T.F.O.; Oliveira, G.I.M.; Crepani, E.; Medeiros, J.S.. Geoprocessamento aplicado ao planejamento e gestão ambiental na Área de Proteção Ambiental de Cafuringa, Distrito Federal Parte 3: risco de rebaixamento e contaminação de aquíferos na Chapada da Contagem. **Anais XIII Simpósio Brasileiro de Sens. Remoto, Florianópolis**, INPE 2621-2628. 2007.
- Françoso, R.; Brandão, R.; de Campos Nogueira, C.; Salmona, Y.; Machado, R., Colli G. Habitat loss and the effectiveness of protected areas in the Cerrado biodiversity hotspot. **Natureza & Conservação** 13:35-40. 2015.
- Fraser, R.H.; Olthof, I.; Pouliot, D. Monitoring land cover change and ecological integrity in Canada’s national parks. **Remote Sensing of Environment** 113:1397-1409. 2009.
- Ganem, R.S. **Zonas de Amortecimento de Unidades de Conservação**. Consultoria Legislativa. 2015. Disponível em: <http://www2.camara.leg.br/documentos-e-pesquisa/publicacoes/estnottec/areas-da-conle/tema14/2015-515-zonas-de-amortecimento-de-unidades-de-conservacao-roseli-ganem> . Acesso em: 03 mar 2016.
- Georgieva, K.; Pagiola, S., Deeks, P. Paying for the Environmental Services of Protected Areas: Involving the Private Sector Corresponding. **Vth World Parks Congress: Sustainable Finance Stream**. 2003. Disponível em: http://www.conservationfinance.org/guide/WPC/WPC_documents/Inst_C_Georgieva_v1.pdf Acesso em 20 jun 2016.

- Goulart, F.F.; Salles, P.; Saito, C.H.; Machado, R.B. How do different agricultural management strategies affect bird communities inhabiting a savanna-forest mosaic? A qualitative reasoning approach. *Agriculture, Ecosystems & Environment* (Print), 164: 114-130, 2013.
- Hanski, I.; Simberloff, D. **The metapopulation approach, its history, conceptual domain, and application to conservation.** pp. 5–26. In I. A. Hanski and M. E. Gilpin (eds.), *Metapopulation Biology*. Academic Press, San Diego, California. 1997.
- 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 20 jun 2016
- ICMBio, Instrução Normativa nº 1, de 18 e setembro de 2007. Disciplina as diretrizes, normas e procedimentos para a elaboração de Plano de Manejo Participativo de Unidade de Conservação Federal das categorias Reserva Extrativista e Reserva de Desenvolvimento Sustentável.
- McGarigal, K., SA Cushman, and E Ene. 2012. FRAGSTATS v4: Spatial Pattern Analysis Program for Categorical and Continuous Maps. Computer software program produced by the authors at the University of Massachusetts, Amherst. Available at the following web site: <http://www.umass.edu/landeco/research/fragstats/fragstats.html>
- Machado, R.B.; Ramos Neto, M.B.; Pereira, P.G.P.; Caldas, E.F.; Gonçalves, D.A.; Santos, N.S.; Tabor, K.; Steininger, M. **Estimativas de perda da área do Cerrado brasileiro.** Brasília: [s.n.], 23 p. Relatório técnico. 2004.
- Magris, R.A., Barreto, R. Mapping *and* assessment of protection of mangrove habitats in Brazil. *Pan-Am J Aquat Sci.* 5:546-556. 2010.
- Metzger, J.P., Alves, L.F., Pardini, R., Dixo, M., Nogueira, A.A., Negrão, M.F.F., Martensen, A.C. & Catharino, E.L.M. Características ecológicas e implicações para a conservação da Reserva Florestal do Morro Grande. *Biota Neotrop.* 6(2): 2006.
- Moreira, MA. **Fundamentos do sensoriamento remoto e metodologias de aplicações.** São Jose dos Campos: INPE; 2001.
- Myers, N., Mittermier, R.A., Mittermier, C.G., et al., Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature* 403,853–858. 2000.
- Nabe-Nielsen, J.; Sibly, R.M.; Forchhammer, M.C.; Forbes, V.E.; Topping V.E. The effects of landscape modifications on the long-term persistence of animal populations. 2010. *PloS one* 5 (1), e8932.
- NASA - National Aeronautics and Space Administration. Landsat Data Continuity Mission: Continuously Observing Your World. 2013. Disponível em: <http://ldcm.gsfc.nasa.gov/>. Acesso em: 10 de março de 2016.
- Novo, E.M.L.M. **Sensoriamento Remoto: Princípios e Aplicações.** São Paulo: Edgard Blucher, 3ª edição revista e ampliada. 2008.

- Plano Diretor de Ordenamento Territorial do Distrito Federal - Documento Técnico . 2007, disponível em:
http://www.sedhab.df.gov.br/arquivos/pdot_revisao_2007/versao_cldf/demografia_df.p
df. Acesso em: 10 de março de 2016.
- Projeto Produtor de Águas no Pípiripau. 2012. Disponível em: <http://rsc.org.br/pipiripau/o-projeto/conheca-produtor-de-agua-do-pipiripau/> Acesso em: 01 de julho de 2016.
- Rempel, R.S., Kaukinen. D., Carr. A.P. Patch Analyst and Patch Grid. Ontario Ministry of Natural Resources. Centre for Northern Forest Ecosystem Research, Thunder Bay, Ontario.2012.
- Ribeiro, M.F.; Freitas, MAV, Costa, VC. O desafio da gestão ambiental de zonas de amortecimento de unidades de conservação. **VI Seminário Latino-Americano de Geografia Física II Seminário Ibero-Americano de Geografia Física**. 2010.
Disponível em:
http://arquivos.proderj.rj.gov.br/inea_imagens/downloads/pesquisas/Ribeiro_etal_2010.pdf. Acesso em: 13 de março de 2016.
- Rodrigues, F.H.G. **Biologia e conservação do lobo-guará na Estação Ecológica de Águas Emendadas**, DF. Tese de Doutorado, Unicamp. 2002.
- Salmona, Y.B.; Ribeiro, F.F.; Matricardi, E.A.T. Parques “no papel” conservam? O caso do Parque dos Pirineus em Goiás. **Boletim Goiano de Geografia**. 34(2) 295-310. 2014.
- Salmona, Y.B. **Pastagem ou Campo? Diferenciação por Espectro Temporal Reunido**. Monografia de especialização do curso Geoprocessamento Ambiental, UnB. 2015.
- Sano, E.E.; Bezerra, H.S.; Barcellos, A.O.; Rosa, R. **Metodologias para Mapeamento de Pastagens Degradadas no Cerrado**. Planaltina, DF: Boletim de pesquisa e desenvolvimento, Edição: 70 / Embrapa Cerrados, 2002.
- Sano, E.E.; Rosa, R.; Brito, J.L.S., Ferreira, L.G. **Mapeamento de cobertura vegetal do Bioma Cerrado: estratégias e resultados** / Edson Eyji San. [et al.]. Planaltina, DF : Embrapa Cerrados, 2007.
- Dos Santos, J.S. Influência da permeabilidade da matriz e da heterogeneidade da paisagem na conservação da biodiversidade de mamíferos terrestres. Tese de doutorado. – São José dos Campos :INPE, 2014.
- Sebusiani, H.R.V. e Bettine, S.C. Metodologia de análise do uso e ocupação do solo em microbacia urbana, **Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional**. 7(1) 256- 285. 2011.
- Silva, L.S.; França, C.A.S.S.M. SIG como ferramenta de mapeamento das formas de uso e ocupação do solo na APA Igarapé São Francisco, Rio Branco, Acre. In: **XVI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR**, Foz do Iguaçu, PR, Brasil, INPE. Anais.2013.
- Silva Junior, M.C.S.; Felfili, J.M. **A vegetação da Estação Ecológica de Águas Emendadas**. Brasília: SEMATEC/IEEMA, 43p.1996.

- Soares, W.L. **Uso dos agrotóxicos e seus impactos à saúde e ao ambiente: uma avaliação integrada entre a economia, a saúde pública, a ecologia e a agricultura.** Tese (Doutorado) em Ciências na área de Saúde Pública e Meio Ambiente. Fundação Oswaldo Cruz – Fiocruz. 2010.
- Soares-Filho, B.S.; Rajão R.; Macedo M.; Carneiro A., Costa W., Coe M., et al. **Cracking Brazil's forest code.** *Science*. 2014;344:363–64.
- Suarez, A.F.; Candeias, A.L.B. Avaliação de acurácia da classificação de dados de sensoriamento remoto para o município de Maragogipe. **IV Simpósio Brasileiro de Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação.** Recife, PE, Brasil, 2012.
- Townsend, P. A., T. R. Lookingbill, C. C. Kingdon, and R. H. Gardner. Spatial pattern analysis for monitoring protected areas. **Landsc Ecol.** 28 (5), 905–930. 2009.
- Turner, MG. Landscape ecology: What is the state of the science? **Ann Rev Ecol Evol Syst** 36: 319–344. 2005
- USGS - United States Geological Survey. **Landsat Project Description.** Disponível em: <<http://landsat.usgs.gov/>> Acesso em: março de 2015.
- Vitali, PDL; Zakia, MJB and Durigan, G. Considerações sobre a legislação correlata à zona-tampão de unidades de conservação no Brasil. **Ambient. soc.** 2009, vol.12, no.1, p.67-82. ISSN 1414-753X
- Xie, Y.; Sha, Z.; Yu, M. Remote sensing imagery in vegetation mapping: a review. **J Plant Ecol** 1 (1): 9-23. 2008. doi:10.1093/jpe/rtm005
- Wiegand T, Revilla E, Moloney KA. Effects of habitat loss and fragmentation on population dynamics. **Conserv Biol.**19:108–121. 2005.

11. Anexo

Tabela A: Coordenadas geográficas dos pontos selecionados aleatoriamente conforme ferramenta de SIG, para validação do modelo em matrix de confusão.

wgs84/UTM23s		ZA_2008	Classe		ZA_2015	Classe		
id	Lat	Long	R_VALUE	Modelo	Observado	R_VALUE	Modelo	Observado
1	227102,275	8283464,36	30	Agri//pasto	Agri//pasto	27	Agri//pasto	Agri//pasto
2	205161,364	8272907,77	53	Campo	Campo	52	Campos	Campos
3	215571,467	8282473,14	22	Savana	Floresta	3	Floresta	Floresta
4	231600,764	8277998,99	52	Agri//pasto	Agri//pasto	27	Agri//pasto	Agri//pasto
5	228364,28	8278931,08	52	Agri//pasto	Refflorest.	52	Campos	Agri//pasto
6	208292,976	8265675,23	22	Savana	Savana	52	Campos	Campos
7	203034,686	8271788,61	52	Agri//pasto	Agri//pasto	52	Campos	Agri//pasto
8	232904,348	8277914,98	52	Agri//pasto	Agri//pasto	54	Agri//pasto	Agri//pasto
9	214509,058	8279671,91	52	Agri//pasto	Agri//pasto	54	Agri//pasto	Agri//pasto
10	214158,945	8282858,94	53	Campo	Agri//pasto	54	Agri//pasto	Agri//pasto
11	234807,364	8283957,57	30	Agri//pasto	Agri//pasto	54	Agri//pasto	Agri//pasto
12	218571,26	8266944,13	52	Agri//pasto	Agri//pasto	54	Agri//pasto	Agri//pasto
13	211745,711	8282260,66	52	Agri//pasto	Agri//pasto	27	Agri//pasto	Agri//pasto
14	207273,793	8272780,75	22	Savana	Savana	4	Savana	Savana
15	229826,873	8268424,69	14	Floresta	Agri//pasto	3	Floresta	Agri//pasto
16	216042,625	8273685,13	53	Campo	Campo	52	Campos	Campos
17	232858,527	8275646,39	30	Agri//pasto	Agri//pasto	27	Agri//pasto	Agri//pasto
18	234328,185	8283875,91	30	Agri//pasto	Agri//pasto	27	Agri//pasto	Agri//pasto
19	221524,165	8269277,94	52	Agri//pasto	Agri//pasto	54	Agri//pasto	Agri//pasto
20	226487,243	8274465,62	30	Agri//pasto	Agri//pasto	27	Agri//pasto	Agri//pasto
21	208654,114	8273445,7	52	Agri//pasto	Agri//pasto	27	Agri//pasto	Agri//pasto
22	209313,255	8275764,77	30	Agri//pasto	Agri//pasto	27	Agri//pasto	Agri//pasto
23	226009,817	8277616,54	30	Agri//pasto	Agri//pasto	27	Agri//pasto	Agri//pasto
24	208507,082	8273664,49	52	Agri//pasto	Agri//pasto	27	Agri//pasto	Agri//pasto
25	235258,445	8279170,13	52	Agri//pasto	Agri//pasto	54	Agri//pasto	Agri//pasto
26	224181,018	8284229,55	52	Agri//pasto	Agri//pasto	52	Campos	Campos
27	221100,764	8272922,11	30	Agri//pasto	Agri//pasto	27	Agri//pasto	Agri//pasto
28	223830,467	8269715,01	52	Agri//pasto	Agri//pasto	54	Agri//pasto	Agri//pasto
29	215159,922	8278053,34	53	Campo	Savana	52	Campos	Savana
30	209700,472	8268074,02	53	Campo	Agri//pasto	54	Agri//pasto	Agri//pasto
31	210474,931	8273349,72	14	Floresta	Floresta	3	Floresta	Floresta
32	215972,933	8281587,8	53	Campo	Agri//pasto	52	Campos	Agri//pasto
33	228594,312	8275910,39	52	Agri//pasto	Agri//pasto	27	Agri//pasto	Agri//pasto
34	234905,265	8279649,05	52	Agri//pasto	Agri//pasto	54	Agri//pasto	Agri//pasto
35	230705,784	8275222,72	52	Agri//pasto	Agri//pasto	27	Agri//pasto	Reffloresta
36	233548,154	8277812,12	52	Agri//pasto	Agri//pasto	54	Agri//pasto	Agri//pasto
37	212229,996	8267508,14	52	Agri//pasto	Floresta	54	Agri//pasto	Floresta
38	230218,217	8284718,76	30	Agri//pasto	Agri//pasto	27	Agri//pasto	Agri//pasto
39	230074,149	8277284,16	30	Agri//pasto	Agri//pasto	54	Agri//pasto	Agri//pasto
40	229846,998	8272239,21	30	Agri//pasto	Agri//pasto	27	Agri//pasto	Agri//pasto
41	233928,66	8278376,15	52	Agri//pasto	Agri//pasto	54	Agri//pasto	Agri//pasto

42	217197,231	8281151,54	52	Agri/pasto	Urbano	54	Agri/pasto	Agri//pasto
43	232602,787	8280663,24	52	Agri/pasto	Agri/pasto	27	Agri//pasto	Agri/pasto
44	209862,542	8265710,69	53	Campo	Campo	4	Savana	Savana
45	219078,442	8282372,26	53	Campo	Savana	52	Campos	Savana
46	233694,164	8283232,98	52	Agri/pasto	Agri//pasto	52	Campos	Agri//pasto
47	225431,291	8270849,43	14	Floresta	Floresta	3	Floresta	Floresta
48	219930,675	8284191,03	53	Campo	Savana	4	Savana	Savana
49	228261,713	8267400,19	52	Agri/pasto	Agri//pasto	27	Agri//pasto	Agri//pasto
50	228271,33	8267200,21	52	Agri/pasto	Agri/pasto	54	Agri/pasto	Agri/pasto