

# **MANEJO EM ÁREA PERTURBADA: GESTÃO, QUEIMA PRESCRITA E ESPÉCIES EXÓTICAS**

Heluisa Martins Silveira & Leila Teresinha Maranhão

## **RESUMO**

O manejo de queima prescrita e o controle de espécies exóticas invasoras estão intimamente relacionadas às estratégias utilizadas para manter uma gestão ambiental adequada em áreas protegidas. No Parque Estadual do Cerrado, a descaracterização da vegetação se dá pela presença de espécies exóticas e pela falta de manejo do fogo. Dessa forma, torna-se necessário avaliar as estratégias de gestão utilizadas até então na área e sugerir novas técnicas de manejo, uma vez que o manejo utilizado até o ano de 2014 se mostrou ineficaz quanto à conservação dos recursos naturais da unidade de conservação. O objetivo do presente estudo consiste em investigar a eficiência do manejo da vegetação para restauração das características de um ecossistema pirofítico por meio do uso de diferentes técnicas no Parque Estadual do Cerrado. A metodologia utilizada será dividida em duas partes que deverão ocorrer simultaneamente: referencial teórico e pesquisa de campo. O referencial teórico consiste em levantamento de todos os documentos, estudos e entrevistas a respeito da área em estudo, para que possa ser realizada uma análise de toda a gestão e todas as atividades feitas no parque. Quanto à pesquisa de campo, a área estudada deverá ser dividida em tratamentos controles, tratamentos de exóticas e tratamentos de fogo. Em cada tratamento, serão coletados indicadores de qualidade ambiental (solo, comunidade de insetos e vegetação) com uso de métodos específicos para cada grupo de indicadores. Os dados serão organizados e analisados por meio de testes estatísticos e ecológicos. Espera-se que o estudo se mostre suficiente para avaliar a gestão ambiental da área protegida estudada e incentive, servindo como guia, revisões e adequações nas estratégias previstas em planos de manejo em outras unidades de conservação em ecossistemas pirofíticos.

Palavras-chave: Conservação. Espécies invasoras. Fogo. Gestão ambiental.

## 1 INTRODUÇÃO

O fogo é um fator de regulação de ecossistemas pirofítico e modelador de paisagens naturais. Dessa forma, a eliminação total deste elemento em ambientes como o Cerrado leva a prejuízos ambientais relacionados à dinâmica e estrutura física-química-biológica do bioma.

O plano de manejo do PEC apresenta informações contraditórias a respeito do uso de fogo dentro da unidade de conservação. A incerteza quanto ao uso e necessidade de queimas prescritas em determinadas fitofisionomias de Cerrado provocou a descaracterização da área através da alteração no avanço de sucessão ecológica do ecossistema e estabelecimento de espécies exóticas invasoras.

Em 2014 a descaracterização foi observada de forma mais séria e em 2015 fez-se a primeira aplicação da queima prescrita em uma área experimental dentro do PEC. A técnica foi aplicada novamente em 2016. A partir de 2018 o Instituto Ambiental do Paraná (IAP) iniciou o programa de controle de espécies exóticas invasoras. Dessa forma, a **problemática** estudada se baseia na necessidade de avaliar e monitorar o manejo e a efetividade das diferentes técnicas utilizadas, bem como de sugerir adequações ao manejo.

A partir da problemática levantada anteriormente, o presente estudo apresenta a **hipótese** de que o manejo da vegetação empregado até 2014 no PEC não se mostrou eficiente para a conservação da estrutura e do funcionamento do ecossistema, enquanto que as técnicas empregadas a partir de 2015 (queima prescrita e controle de espécies exóticas invasoras) estão contribuindo para a restauração das características e funcionamento do PEC.

### 1.1 JUSTIFICATIVA

O Cerrado foi o bioma escolhido para realização da pesquisa por ser a savana tropical mais rica (em biodiversidade), extensa e ameaçada (fragmentação e espécies exóticas) dentre todos os ambientes savânicos. Além disso, é um bioma pirofítico, dependendo do fogo para o controle de seus processos ecossistêmicos.

Dentre todas as unidades de conservação que têm como objetivo a proteção das fitofisionomias do Cerrado, o Parque Estadual do Cerrado é uma unidade pequena em extensão e isolada de outros fragmentos que apresentem

características semelhantes à ela, portanto, estudos realizados nessa área podem fornecer informações relevantes para otimizar suas estratégias de gestão e manejo.

O uso de mais de um tipo de indicadores de qualidade ambiental foi selecionado visando ampliar a análise da eficiência das ferramentas de gestão ambiental utilizadas no presente estudo, uma vez que publicações de pesquisas com o mesmo foco e a mesma magnitude são ainda escassos, principalmente no território brasileiro.

Dessa forma, será fornecida uma visão mais holística e prática sobre as técnicas e ferramentas de manejo e gestão de ecossistemas naturais, apresentando novas perspectivas a respeito das alternativas disponíveis para a manutenção desses ecossistemas.

Foi realizada uma bibliometria para levantamento de artigos com o mesmo escopo, objetivos e metodologias a serem utilizadas na presente tese. Para isso, utilizou-se a base de dados *Science Direct*, e os termos “Environmental management evaluation in Savannah” e “environmental management, fire and exotic species in savannah”. A partir desse levantamento, não foram encontrados estudos que avaliem a gestão ambiental de uma área protegida do modo sugerido aqui.

O diferencial do presente estudo está, então, na avaliação da gestão da unidade de conservação estudada através da análise do histórico de atividades realizadas na área e no uso de organismos de diferentes níveis tróficos simultaneamente para analisar a eficácia do manejo de queima prescrita e manejo de espécies exóticas para contribuir com estratégias futuras de gestão ambiental.

## 1.2 OBJETIVOS

### 1.2.1 Objetivo geral

Investigar a eficiência do manejo da vegetação sobre a restauração da estrutura e funcionamento de ecossistema pirofítico a partir do uso de diferentes técnicas de manejo no Parque Estadual do Cerrado, Jaguariaíva, PR, Brasil.

### 1.2.2 Objetivos específicos

- Avaliar as atividades do manejo da vegetação que ocorreram no PEC desde

a sua criação;

- Avaliar e monitorar a relação existente entre aplicação da queima prescrita e restauração da flora e fauna;
- Avaliar e monitorar a eficiência do controle de espécies exóticas invasoras na restauração da flora e fauna;
- Investigar o uso de organismos como indicadores de eficiência do manejo com queima prescrita e controle de espécies exóticas invasoras e a replicação dos mesmos como guias para estudos que envolvam essas mesmas técnicas em ecossistemas pirofíticos;
- Determinar o papel da queima prescrita e controle de espécies exóticas invasoras na gestão e restauração de áreas degradadas.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 CONSERVAÇÃO E PRESERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE

Os recursos naturais e os serviços ecossistêmicos são utilizados pelo ser humano conforme o aumento populacional da espécie aumenta e, dessa forma, o uso deste capital natural pode ocorrer de forma desenfreada e insustentável a longo prazo. No Brasil, pelo menos quatro biomas (Cerrado, Mata Atlântica, Amazônia e Caatinga) sofrem constantes ameaças às suas respectivas biodiversidades devido ao mau uso de seus recursos naturais e territórios. Esses usos inadequados incluem principalmente: fragmentação de habitats, substituição de vegetação nativa por áreas agrícolas e pastoris e extinção da biodiversidade (KLINK; MACHADO, 2005; LEAL et al., 2005; TABARELLI; GASCON, 2005; VIEIRA et al., 2005).

Essa situação levou a um aumento da preocupação em relação ao meio ambiente, direcionando as estratégias de uso dos recursos naturais e da diversidade biológica a formas de conservar determinados habitats e espécies, tendo também a participação de empresas (AUSTIN et al., 2016).

A partir dessa preocupação ambiental, estabeleceu-se os conceitos de conservação e preservação ambiental. Entende-se por preservação ambiental o não uso de uma determinada a fim de proteger suas características e dinâmicas naturais. Por outro lado, conservação ambiental se refere ao manejo das características ambientais e sua dinâmica de forma sustentável, ou seja, o ser humano pode usar a

área conservada desde que suas atividades sejam sustentáveis (MARQUES & COMUNE, 1997). Para o presente estudo, será utilizado como uma das bases o conceito de conservação ambiental.

A conservação ambiental é responsabilidade tanto do Poder Público e órgãos ambientais quanto da sociedade de forma geral, uma vez que os recursos naturais são utilizados por todos. A Lei Federal que estabelece a criação do SNUC descreve as diretrizes e atribuições de cada órgão ambiental e do próprio SNUC na conservação da biodiversidade (BRASIL, 2000). A Lei Federal nº 9.795 de 1999 que estabelece a Política Nacional de Educação Ambiental, descreve que também é responsabilidade da sociedade como um todo estar atenta às questões ambientais, bem como participar da construção de soluções que promovam a preservação e conservação dos recursos naturais (BRASIL, 1999).

Estudos como os realizados por Teixeira et al. (2005) e Banzato (2014) ressaltam a importância da participação da comunidade no processo de conservação ambiental em unidades de conservação. A participação pública deve ser considerada antes, durante e depois da implementação da unidade de conservação, pois a ausência desse fator compromete as estratégias de conservação.

Para que a conservação ambiental ocorra de forma eficaz, são estabelecidas estratégias com características e objetivos diferenciados a fim de atender as necessidades de manejo e conservação de cada área, tais como: áreas protegidas, projetos de recuperação de áreas degradadas, educação ambiental, banco de sementes, jardins botânicos e zoológicos. O Quadro 1 descreve, baseado em referencial teórico disponível, e compara brevemente essas estratégias.

da biodiversidade em diferentes ecossistemas.

<b>Estratégia</b>	<b>Descrição</b>	<b>Vantagens</b>	<b>Desvantagens</b>
<b>Áreas Protegidas</b>	Espaços territoriais delimitados para preservar e conservar os recursos naturais e culturais de um ecossistema.	Permite o desenvolvimento sustentável) e a conservação <i>in situ</i> das espécies.	Gestão muitas vezes ineficaz e de alto custo, podem ser isoladas de outros fragmentos, nem sempre possuem o tamanho adequado.
<b>Projetos de Recuperação de áreas degradadas</b>	Técnicas de manejo de ecossistemas visando a conservação de suas características físicas, biológicas e socioeconômicas.	Específicos para cada ecossistema (otimização da restauração e conservação).	Necessitam de monitoramento contínuo em longo prazo.
<b>Educação Ambiental</b>	Processos que permitem a construção conjunta de valores, conhecimentos, habilidades, atitudes e competências relacionadas às questões ambientais	É interdisciplinar e permite a participação de todas as esferas sociais.	Precisa ser realizada de forma contínua, falta de concordância entre as partes envolvidas.
<b>Banco de sementes</b>	Reservas de sementes com potencial de germinação e que são produzidas localmente ou transportadas por síndromes de dispersão.	Contribui para conservação e restauração de ecossistemas naturais.	Altamente dependente das condições de conservação do habitat em que estão inseridas.
<b>Jardim Zoológico e Aquário</b>	Espaços que permitem a reprodução em cativeiro de espécies raras ou ameaçadas visando sua reintrodução no ambiente natural, mantendo a diversidade genética e evitando a extinção em massa.	Permite integração de projetos de educação ambiental, proteção de habitats, treinamento, pesquisa científica e sensibilização do público.	Quando mal gerenciados expõem as espécies a maus tratos, ferindo seus direitos à vida. Alto custo de manutenção.
<b>Jardim Botânico</b>	Espaços que permitem o estudo, reprodução e manutenção de espécies vegetais.	Permite integração de projetos de educação ambiental, sensibilização para proteção da biodiversidade (fauna e flora).	Alto custo de manutenção.

Algumas Áreas Protegidas no Brasil são conhecidas como Unidades de Conservação. São áreas de tamanhos diferentes que foram delimitadas pelo Poder Público, criadas e gerenciadas em todos os âmbitos legais pelo Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC) com o objetivo de conservar os recursos ambientais bióticos e abióticos encontrados nessas áreas, utilizando administração adequada. Dependendo dos objetivos específicos de cada unidade de conservação, elas podem ser divididas em unidades de Proteção Integral ou de Uso Sustentável (BRASIL, 2000).

As UCs de Proteção Integral visam principalmente a conservação da biodiversidade (englobando parques nacionais, reservas biológicas, estações ecológicas, refúgios de vida silvestre e monumentos naturais). Por outro lado as UCs de Uso Sustentável permitem primeiramente o uso dos recursos naturais presentes nos ecossistemas de forma sustentável e apresentam a conservação biológica como segunda finalidade (compreendendo em florestas nacionais, reserva extrativista, reserva de desenvolvimento sustentável, área de proteção ambiental e área de relevante interesse ecológico) (BRASIL, 2000).

Para que o manejo e a gestão dos recursos encontrados dentro das Unidades de Conservação sejam eficientes e garantam sua conservação adequada, são desenvolvidos Planos de Manejo contendo os usos possíveis do ecossistema e os objetivos da unidade estudada (HENRY-SILVA, 2005). Esses documentos técnicos se baseiam nos objetivos de criação de uma UC para realizar o zoneamento de seu território, descrever o uso da área e as técnicas de manejo mais apropriadas dos recursos naturais presentes (BRASIL, 2000). Os Planos de Manejo são confeccionados a partir de estudos prévios da área a ser conservada nos aspectos físicos, químicos, biológicos, sociais, políticos, econômicos e culturais.

## 2.2 GESTÃO E MANEJO DE UNIDADES DE CONSERVAÇÃO

De acordo com Neto et al. (2009), o termo “gestão ambiental” está relacionado à forma com a qual uma empresa gerencia a organização de suas atividades fazendo com que haja o menor impacto negativo possível ao meio ambiente que a envolve. Entretanto, os mesmos autores afirmam que a gestão ambiental é ampla pode ser usada para a manutenção e uso de diferentes espaços geográficos.

Dessa forma, para o presente estudo, será considerada a descrição de gestão ambiental voltada para o manejo de unidades de conservação, ou seja, gestão ambiental aqui se refere ao conjunto de técnicas de manejo direcionadas à manutenção e conservação dos recursos naturais disponíveis em uma área protegida por lei e considerando os princípios legais permitidos e aplicáveis em cada espaço geográfico.

Assim, uma gestão ambiental adequada e bem aplicada em uma unidade de conservação pode ser o fator que determinará se as estratégias de conservação aplicadas nas áreas são eficazes ou não.

A falta de clareza e detalhes ou ainda a desatualização e baixa qualidade dos planos de manejo de UCs quanto às estratégias de conservação e uso dos recursos nele presentes, prejudicam o ecossistema que devia ser conservado devido ao manejo equivocado (FIDELIS & PIVELLO, 2011; MAGANHOTTO et al., 2014).

Neste sentido, o levantamento das informações a respeito das características físicas e antrópicas relacionadas à formação e manutenção de UCs se mostra essencial na gestão dessas áreas protegidas. A carência dessas informações e da compatibilidade entre a parte descritiva e analítica prejudicam a eficiência dos planos de manejo e gestão. Ao mesmo tempo, deve-se lembrar que cada UC possui suas particularidades e precisa de metodologias específicas (MAGANHOTTO et al., 2014).

O MMA (2007) realizou um estudo em que foram avaliadas 246 unidades de conservação federais. Destas, apenas 13% mostraram uma gestão eficaz, enquanto que 51% mostrou uma baixa eficácia na gestão.

Os problemas de gestão ambiental que envolvem unidades de conservação estão relacionados com o uso dos recursos naturais que existem dentro de sua área e em sua circunvizinhança. Esses problemas se encaixam, principalmente, em questões políticas e socioambientais que podem estar presentes desde o momento de criação e estabelecimento da unidade em si (BRITO, 2008).

Teixeira et al. (2005) cita três categorias dentro das quais as dificuldades de gestão podem ser divididas: 1) custos, quando o valor monetário disponível para gestão está abaixo do valor necessário para uma gestão de boa qualidade, 2) políticas econômicas que incentivem o mau uso do capital natural e 3) legislação, quando há conflitos de gestão com o correto cumprimento da lei.

A primeira categoria citada está relacionada com a questão de valoração de recursos, que se refere ao valor monetário mais adequado a um determinado recurso natural, seja ele de uso direto ou não. Entretanto, nem sempre é possível determinar esse valor com precisão devido, por exemplo, a falta de informações a respeito desses recursos (TEIXEIRA et al., 2005).

Dentre os principais problemas encontrados na gestão de UC no Brasil, estão: a falta de funcionários atuantes em cada UC, falta de infraestrutura adequada e planos de manejo, regularização fundiária e investimentos financeiros insuficientes (MAGANHOTTO et al., 2014).

Em estudo realizado por Santos & Krawiec (2011), em que os autores aplicaram questionários aos gestores das unidades de conservação de Campo Grande – MS, foi constatado que as principais dificuldades encontradas no processo de gestão foram: falta de recursos financeiros, baixo número de funcionários, pouco apoio institucional e de infraestrutura. Entretanto, os mesmos autores citam na discussão de seus resultados que outros estudos mostraram que bons recursos financeiros nem sempre são sinônimos de boa gestão; o real motivo depende da compreensão do contexto no qual a unidade está inserida.

Em relação à legislação, as principais leis relacionadas aos processos de gestão ambiental em UCs do Brasil são: lei de n. 9.985 de 2000 que institui a criação do SNUC (BRASIL, 2000) e o artigo 25 da Constituição Federal de 1988, a qual descreve os direitos e deveres da sociedade e do Poder Público perante os recursos naturais e os ecossistemas aos quais pertencem (BRASIL, 1988).

### 2.2.1 Queima prescrita como técnica de manejo para conservação

O fogo pode ser considerado um importante agente modificador de ambientes naturais desde idades geológicas mais antigas (Siluriano) até os dias atuais, atuando em processos de herbivoria na vegetação de ambientes pirofíticos (dependentes de fogo) e estimulando a rebrota de novos indivíduos, além de participar dos processos de sucessão ecológica secundária nesses ecossistemas (JASPER et al., 2011; SILVA et al., 2012).

No Cerrado (savana brasileira pirofítica), algumas características da flora e da fauna são resultadas dos processos de coevolução existentes entre este bioma e a ocorrência de fogo, tais como: biomassa subterrânea e súber espesso em diferentes

espécies de plantas (ALVES; SILVA, 2011) e estratégias de fuga ou proteção em abrigos por espécies de animais.

Todavia, o fogo muitas vezes ainda é visto como um fator prejudicial para a biodiversidade de ecossistemas naturais e, assim, é suprimido de unidades de conservação que abrigam remanescentes de biomas pirofíticos, fator que proporciona o agravamento da degradação desses ambientes (FIDELIS; PIVELLO, 2011).

Em termos de gestão ambiental, é possível definir a queima prescrita (antes conhecida por “fogo controlado”) como sendo a técnica que utiliza o fogo controlado para manejo e restauração de áreas degradadas tendo como objetivo a conservação da biodiversidade e das características naturais de ecossistemas pirofíticos e seguindo legislação apropriada.

Dentre os ecossistemas presentes no planeta Terra, são considerados pirofíticos (dependentes de fogo) os ecossistemas mediterrâneos, savanas africanas e australianas, o Cerrado, pradarias americanas e paramos equatorianos (FIDELIS & PIVELLO, 2011). Nesses locais, a queima prescrita pode ser utilizada como técnica de manejo em áreas protegidas para reduzir a biomassa vegetal que serve como combustível para queima, de forma a evitar a ocorrência de incêndios de maiores proporções e destrutíveis no ecossistema em questão (ANDERSEN et al., 2005; LARA et al., 2007; FIEDLER et al., 2004).

Outras vezes, a queima prescrita é utilizada na recuperação de áreas degradadas de ambientes dependentes desse distúrbio por permitir a rebrota da vegetação, a qual será utilizada por diferentes espécies como locais de refúgio ou alimentos (SILVEIRA, 2017; LASHLEY et al., 2015; CROWTHER et al., 2016).

A legislação relacionada ao uso de queima prescrita no território brasileiro é escassa e, de forma geral, não atende às necessidades ecológicas dos ecossistemas pirofíticos do Brasil (Cerrado e Campos Gerais). O Quadro 2 a seguir mostra uma descrição das legislações referentes ao uso do fogo no Brasil e no Estado do Paraná.

**Quadro 2** – Relação da legislação relacionada ao uso de queima prescrita no território brasileiro.

Legislação	Esferas de atuação	Descrição
------------	--------------------	-----------

Decreto Federal nº 2.661 de 1998	Brasil (federal)	Fogo só é permitido em práticas agropastoris e florestais por queima controlada e com autorização prévia do Sistema Nacional do Meio Ambiente (SISNAMA) atuante no local onde o procedimento deverá acontecer (BRASIL, 1998).
Lei Federal nº 12.651 de 2012 (Novo Código Florestal)	Brasil (federal)	Fogo só é permitido em queima controlada em UC se prevista no Plano de Manejo como forma de manejo e somente em locais pirofítico; estudos científicos aprovados pelo órgão ambiental e realizados por instituições de pesquisas; quando associadas a atividades agropastoris deve ser acompanhada pelo SISNAMA (BRASIL, 2012).
Resolução SEMA nº 076 de 2010	Paraná (estadual)	Eliminação gradativa da despalha de cana-de-açúcar com uso de queimada controlada; sua eliminação total deverá ser alcançada até o ano de 2025.
Lei Estadual nº 11.054 de 1995	Paraná (estadual)	Proíbe o uso de fogo em quaisquer formas de vegetação, exceto para limpeza e manejo e após passar pelos critérios que garantam o controle das queimadas.
Decreto nº 4.223 de 1998	Paraná (estadual)	Queimadas controladas devem ter permissão do órgão ambiental estadual (IAP), o qual será responsável pelo monitoramento e aplicação do fogo.

A legislação pouco eficiente, a falta de conhecimento dos gestores de unidades de conservação e da população de forma geral, bem como os aspectos socioculturais característicos de cada região estão entre os principais desafios relacionados ao manejo com fogo.

No Brasil, o uso do fogo como instrumento de gestão e manejo em áreas de Cerrado e Campos Gerais ainda não é amplamente aceito e a restrição do uso do fogo através da legislação torna difícil o processo de restauração, recuperação e conservação das áreas pertencentes aos biomas mencionados.

Além disso, em estudo realizado por Santos & Krawiec (2011), foi observado que nem todos os gestores de unidades de conservação receberam formação relacionada ao manejo específico de cada área. A participação em treinamentos ou orientações destinadas a esse assunto não é motivada pelas instituições gestoras de cada unidade. Mesmo que o estudo tenha sido realizado em UCs de Campo Grande – MS, o mesmo princípio pode ser extrapolado para as demais UCs existentes no Brasil.

O Quadro 3 mostra alguns dos efeitos e atuações do uso de queima prescrita em ecossistemas naturais.

**Quadro 3** – Exemplos práticos do uso de queima prescrita em ecossistemas naturais.

Uso de queima prescrita em ecossistemas naturais	Referências
Atuar no controle de vegetação exóticas ( <i>Taeniatherum caput-medusae</i> e <i>Elymus caput-medusae</i> ) em áreas de pastagens de pradaria.	Pollak & Kan (1998); Berleman et al. (2016)
Agir na seleção natural das frequências alélicas associadas com inflamabilidade de fenótipos específicos em <i>Ulex parviflorus</i> em ecossistemas mediterrâneos.	Moreira et al. (2014)
Atuar na modificação da dinâmica de populações de espécies em diferentes níveis tróficos e em diferentes ambientes. As respostas variam entre positivas e negativas dependendo da intensidade, frequência e extensão da queima.	Abreu et al. (2004), Briani et al. (2004), Faria et al. (2004), Torre; Díaz (2004), Cintra; Sanaiotti (2005), Henriques et al. (2006), Pearsons et al. (2007), Yarnell et al. (2007), Monasmith et al. (2010), Costa et al. (2011), Mendes-Oliveira et al. (2012), Doherty et al. (2015), Buchalski et al. (2013), Borchert et al. (2014), McGregor et al. (2014), Priesmeyer et al. (2014), Radford et al. (2015), Roberts et al. (2015).
Ser utilizado como estratégia de recuperação de áreas degradadas de ecossistemas pirofíticos.	Andersen et al. (2005), Wang et al. (2017), Zachmann et al. (2018).

### 2.2.2 Controle de espécies exóticas em ecossistemas naturais

Espécies exóticas são aquelas que não são nativas de uma região mas conseguiram se estabelecer no local e aumentar seu número populacional. É considerada a segunda maior causa de perda de biodiversidade e alterações em ecossistemas naturais, sendo propiciadas muitas vezes por uma degradação ambiental prévia ou fragmentação de habitats já existente (CAIN et al., 2011).

Além de suas características biológicas, as espécies exóticas dependem das características do ecossistema para terem sucesso na invasão, estabelecimento e sobrevivência em determinados locais. Uma vez bem sucedidas, podem causar impactos variados: competição com espécies nativas pelos recursos disponíveis, alteração da paisagem e dos processos ecossistêmicos, disseminação de doenças, entre outros prejuízos (SAMPAIO & SCHMIDT, 2013).

As espécies exóticas podem ser subdivididas em dois grupos principais: espécies exóticas introduzidas, quando organismos conseguem se estabelecer fora de seu ambiente natural original após serem transportadas ou introduzidas pelo homem propositalmente ou não; e espécies exóticas invasoras, quando organismos

conquistam, aos poucos e sem interferência direta do ser humano, territórios de outros ambientes que não sejam seu habitat natural (IAP, 2018).

As principais espécies exóticas presentes no PEC são os vegetais *Pinus* sp., *Eucalyptus* sp., *Brachiaria* sp. e o mamífero *Lepus europaeus*, sendo as três primeiras consideradas frequentes em ambientes campestres e savânicos.

Plantas pertencentes ao gênero *Pinus* sp. estão entre as espécies exóticas mais preocupantes em diversos países além do Brasil, como África do Sul, Oceania e Uruguai. No Brasil, a introdução de pinus se destacou em 1966 por meio de incentivos fiscais. Posteriormente, estudos indicaram que o pinus pode levar à perda da biodiversidade pela eliminação de espécies vegetais herbácea-arbustivas (BECHARA, 2003). Dentre as características que permitem que a espécie consiga se instalar em ecossistemas variados, citam-se: crescimento rápido, capacidade de sobreviver em solos pobres em nutrientes e com pH mais ácido e alta produção de sementes anemocóricas (dispersas pelo vento) (TOMAZELLO FILHO et al., 2017).

As estratégias de manejo e controle de espécies exóticas podem ser divididas em: físicas, químicas e biológicas, como mostra o Quadro 4.

**Quadro 4** – Estratégias de controle de espécies exóticas.

Controle	Usos	Vantagens	Desvantagens
Físico (arranquio, corte, roçado)	Vegetação	Eficaz em pequenas invasões iniciais ou para determinada espécie-alvo.	Trabalhoso e de alto custo.
Químico (herbicidas)	Vegetação	Reduz produção de sementes, crescimento e competitividade, baixo impacto em outras espécies.	Indisponível em alguns locais, concentração de componentes pode ser inadequada.
Biológico (introdução de espécies)	Vegetação e fauna	Controla grandes populações. Bom custo-benefício, permanente e sustentável e seguro (especificidade das espécies) se usado corretamente.	Possibilidade da interação das espécies não ser adequada. Não é possível erradicar as espécies exóticas.

No Brasil, dentre os documentos legais que dizem respeito ao manejo e controle de espécies exóticas estão: 1) Lei do SNUC; 2) Política Nacional do Meio Ambiente; 3) Novo Código Florestal Brasileiro de 2012; 4) Lei de Crimes Ambientais. Todos esses documentos apresentam alertas sobre a preservação de espécies nativas e o controle/manejo de espécies exóticas, bem como das penalidades em transportar exóticas sem as devidas autorizações.

### 2.2.3 Fragmentação e isolamento de ecossistemas

Devido suas características naturais, o Cerrado é um bioma que constantemente sofre influência do ser humano e, devido a isso, vem sendo fragmentado e descaracterizado. A fragmentação de habitats é um dos principais problemas que ameaçam os fatores bióticos e abióticos de ecossistemas naturais, modificando a paisagem e a biodiversidade local. Há pouca documentação dos efeitos da fragmentação em ambientes savânicos como o Cerrado (CARMO et al., 2011).

Em estudos ecológicos e de conservação da natureza, fragmentação de habitats é o resultado da divisão de um ambiente natural em partes ou manchas devido a ocorrência de uma série de alterações. Essas partes ou manchas de vegetação nativa podem apresentar tamanhos, distâncias, grau de isolamento, conectividade e formatos diferentes (MMA, 2003).

De forma geral, as principais causas da fragmentação de habitats estão na redução da área total original do ecossistema, na transformação de partes desse ecossistema em áreas de cultivo e na modificação das características do ecossistema devido ao desenvolvimento industrial e urbano (MMA, 2003). As causas da fragmentação de habitats podem ser combinadas ou não, causando efeitos diferentes no ecossistema (TABARELI & GASCON, 2005).

No caso do Cerrado, as principais causas de sua fragmentação estão relacionadas à erosão do solo devido a transformação de grande parte de seu território em áreas de pastagens e práticas agrícolas. Além disso, o uso incorreto de técnicas de fogo prejudica o desenvolvimento dos processos ecossistêmicos naturais do bioma. Ambos os fatores permitem a existência de outro problema: o estabelecimento de espécies exóticas na área (KLINK & MACHADO, 2005).

Algumas características do fragmento de vegetação nativa são importantes para a tomada de decisões a respeito dos seus cuidados e urgências, dentre eles: tamanho do fragmento e isolamento. De forma geral, fragmentos maiores tendem a apresentar maior diversidade e riqueza de espécies vegetais bem distribuídas por sua extensão, além de apresentarem menor efeito de borda. Por outro lado, fragmentos menores possuem menores riqueza e diversidade de espécies, alto grau

de efeito de borda e maior possibilidade de sofrer extinção como um todo (CARMO et al., 2011; NASCIMENTO & LAURANCE, 2006).

Efeito de borda consiste são mudanças físicas e biológicas próximas à borda do fragmento e que interfere no desenvolvimento e sobrevivência das espécies que ali vivem. Além do efeito de borda relacionado ao tamanho do fragmento, existe também o efeito de área, o qual está relacionado ao grau de isolamento deste fragmento com outras áreas de vegetação nativa semelhante (se existe contato ou não com outros fragmentos). No efeito de área, quanto mais distantes ou pouco conectados uns aos outros estão os fragmentos, maiores as chances de serem influenciados por distúrbios indesejados e se extinguirem (NASCIMENTO & LAURANCE, 2006).

A fragmentação de habitats e seu grau de isolamento são influenciados pelos efeitos internos (de dentro do fragmento), e externos (da matriz presente em sua circunvizinhança) (PÉRICO et al., 2005). O grau de isolamento de cada mancha de habitat natural interfere na dinâmica de populações de todos os seres vivos que dependem daquele ambiente (THOMAZINI & THOMAZINI, 2000). Uma dessas interferências se dá pela limitação do deslocamento de animais e de propágulos de plantas (LAURANCE & VASCONCELOS, 2009), comprometendo assim, a sobrevivência dessas espécies.

Dessa forma, uma das estratégias mais eficazes de mitigar os efeitos da fragmentação e isolamento de habitats é o estabelecimento dos chamados corredores ecológicos: estruturas lineares compostas por elementos naturais do ecossistema de origem e que tem como objetivo conectar dois ou mais fragmentos os quais eram conectados antes de sofrerem alterações (MUCHAILH et al., 2010). Esses corredores facilitam a movimentação das espécies de ambos os fragmentos conectados, permitindo o fluxo gênico dos organismos. Além disso, outra possibilidade seria ampliar a área do fragmento (SEOANE et al., 2010), reduzindo o efeito de borda.

### 2.3 PAPEL DA ECOLOGIA NA GESTÃO AMBIENTAL

Uma vez que foi estabelecido o conceito de gestão ambiental em áreas protegidas torna-se importante reconhecer como estudos e aplicações de teorias

ecológicas podem se relacionar com as estratégias de gestão ambiental nesse sentido.

A ecologia tem como objetivos principais o estudo e a compreensão das interações que ocorrem entre os organismos vivos e o ambiente no qual estão inseridos. Essas interações englobam conhecimentos sobre a dinâmica de populações que formam uma determinada comunidade biológica permitindo a compreensão de como ocorrem as relações ecológicas e a direção do fluxo energético nos diferentes níveis tróficos presentes. A função e a posição de um organismo vivo em um nível trófico influenciam e dependem dos processos naturais que ocorrem no ecossistema onde vivem (BEGON et al., 2007; CAIN et al., 2011).

Além disso, a aplicação prática da ecologia em ambientes naturais abre espaço para a biologia da conservação e o manejo mais adequado de ecossistemas, ramos de estudo que visam a conservação da biodiversidade e o monitoramento dos processos ecológicos e da integridade biológica existente. Esses fatores estão relacionados ao planejamento e criação de unidades de conservação e recuperação de áreas degradadas (BEGON et al., 2007; CAIN et al., 2011). A gestão ambiental não é somente aplicada em unidades de conservação, ela pode e deve ser utilizada em áreas degradadas.

O manejo de áreas degradadas pode buscar a reabilitação (permitir reaproveitamento da área com outros objetivos), restauração (restaurar características originais exatas de antes da degradação) ou recuperação (permitir estabelecimento de condições ambientais parecidas com as originais, mantendo o equilíbrio ecológico) de um ecossistema (NOFFS, 2000).

O presente estudo está mais intimamente relacionado ao processo de restauração de uma área degradada. Para uma gestão eficaz de uma área degradada, deve-se considerar as características e a dinâmica da vegetação original e demais organismos presentes no local a ser restaurado.

Esses fatores irão permitir um conhecimento sobre a regeneração vegetal presente no processo de sucessão vegetal, ou seja, a variação na composição da vegetação em uma região ao longo do tempo. A revegetação bem sucedida deve levar em consideração aspectos abióticos (clima, solo, relevo, por exemplo) e bióticas (como as espécies nativas da região) (ARAÚJO et al., 2014).

A sucessão vegetal está intimamente relacionada com a sucessão ecológica de forma geral. Assim, Ortis et al. (2012) afirmam que é essencial que num processo

de recuperação de áreas degradadas seja considerado a sucessão ecológica secundária natural, uma vez que os fatores ambientais estabelecem o padrão e velocidade da sucessão, enquanto que a comunidade de seres vivos que irão se estabelecer no local controla o processo. **Begon et al. (2007)** descrevem que a restauração de uma área considera também as espécies faunísticas originais da região, e não somente as plantas. Algumas espécies animais podem estar associadas a apenas um dos estágios de sucessão, de forma que a compreensão dessa sequência natural se torna importante na confecção de estratégias de intervenção e manejo.

Considerando todas as informações descritas até aqui, é possível afirmar que a ausência ou carência de conhecimentos sobre as dinâmicas dos processos ecológicos que ocorrem nos ecossistemas naturais torna as estratégias de gestão ambiental em áreas protegidas e/ou degradadas mais difícil e menos eficaz.

Os conhecimentos a respeito da ecologia e dinâmica dos ecossistemas de uma determinada UC são elencados nos Planos de Manejo das unidades, nos capítulos que descrevem os fatores físicos e biológicos atuantes na área. Entretanto, como visto anteriormente, nem sempre os planos de manejo são atualizados e apropriados para a gestão das UCs.

Uma UC só será eficaz em termos de gestão, se suas estratégias de conservação forem compatíveis com os objetivos da UC e com as características naturais pertencentes ao ambiente protegido em questão (**BANZATO, 2014**).

### 2.3.1 Bioindicadores na avaliação e monitoramento da gestão ambiental

Indicadores de qualidade ambiental são definidos como fatores que refletem as condições de sustentabilidade de um ecossistema (**ARAÚJO; MONTEIRO, 2007**). A escolha de seres vivos como indicadores do status das condições de um determinado ambiente (bioindicadores) podem fornecer dados que auxiliem a avaliação dos riscos ecológicos daquele ecossistema (**ARIAS et al., 2007**), podendo contribuir também com a confecção de novas técnicas de manejo e gestão.

Organismos podem ser escolhidos como bioindicadores pela forma com a qual se relacionam com o ambiente ou respondem a determinadas situações, ou ainda por serem de fácil observação (**BAGLIANO, 2012**).

Os vegetais terrestres são organismos que necessitam viver em substratos (solos) ricos em determinados nutrientes e minerais para que possam sobreviver. Além disso, alguns vegetais são considerados pioneiros no domínio e estabelecimento em novos ambientes, permitindo que outras espécies de seres vivos consigam também se estabelecer no local. Dessa forma, o estudo de comunidades vegetais pode fornecer informações relacionadas tanto aos aspectos abióticos de um ecossistema natural (solo, água e ar) como aos aspectos bióticos desse mesmo ambiente (comunidades de outros seres vivos).

As plantas são os principais bioindicadores ambientais relacionados a qualidade do ar devido sua ampla distribuição geográfica, pouca ou nenhuma mobilidade e alta sensibilidade a diferentes poluentes, podendo ainda serem classificadas como indicadores passivos (quando já estão presentes na área estudada) ou ativos (quando são introduzidas no local), bem como algumas espécies possuem capacidade de acumular poluentes e metais pesados em ambientes antes utilizados para mineração (FALLA et al., 2000; BARROS et al., 2010; SILVA et al., 2000).

Algumas espécies vegetais como *Tibouchina pulchra* (Melastomataceae), *Eugenia uniflora* (Myrtaceae), *Jacaranda mimosifolia* (Bignoniaceae) e *Lolium multiflorum* (Poaceae) podem ser utilizadas como bioindicadores de qualidade ambiental em diferentes situações, principalmente para indicar poluição atmosférica (MAZZONI-VIVEIROS; TRUFEM, 2004; ALVES et al., 2008; MAKI et al., 2013).

Estudos vegetais também podem ser eficazes para avaliações de recuperação de áreas degradadas. Londe et al. (2017) realizaram um estudo cujo resultado mostrou que dentre os atributos vegetais mais relevantes em análises de recuperação de áreas degradadas estão: densidade da vegetação, área basal, espécies nativas e exóticas (tanto vegetais quanto de outros seres vivos) e recrutamento de mudas.

Os insetos, de forma geral, realizam diversas funções relacionadas a manutenção dos ecossistemas onde estão inseridos, dentre elas: ciclagem de nutrientes, polinização, dispersão de sementes, controle populacional de outros seres vivos e fluxo de energia (OLIVEIRA et al., 2014; WINK et al., 2005).

Por serem um grupo muito diverso e representarem importância para os processos ecossistêmicos em diferentes níveis, os insetos são considerados bons indicadores de qualidade ambiental (WINK et al., 2005). Abelhas, formigas e alguns

hemípteros podem ser utilizados para indicar qualidade ambiental de várias formas dependendo da sua distribuição e do papel que realizam (LEIVAS; CARNEIRO, 2012; MARTINS et al., 2011; WOLFF et al., 2008).

Além disso, insetos galhadores (formadores de galhas, deformações em plantas), mesmo que pouco comuns em estudos de conservação e manejo, são capazes de informar aspectos bióticos e abióticos de uma área por possuírem pouca ou nenhuma mobilidade, serem abundantes e hospedeiros específicos (FERNANDES & NEGREIROS, 2006; JULIÃO et al., 2005). Dessa forma, o estudo desse grupo de seres vivos, auxilia na tomada de decisões quanto às melhores formas de manejo de um ecossistema natural.

Algumas espécies de vertebrados pertencentes aos grupos dos anfíbios, répteis, aves e mamíferos podem também servir como bioindicadores, considerando a riqueza e a abundância dessas espécies nos ambientes em que vivem (BONVICINO et al., 2002; UBAID et al., 2007; BERTOLUCI et al., 2009).

### 3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

O presente estudo consiste em uma pesquisa de natureza aplicada, ou seja, uma pesquisa que busca fornecer informações que possam ser utilizados de forma prática para resolver determinadas situações. Apresenta como objetivo a descrição dos fenômenos e fatos observados, isto é, se trata de uma pesquisa descritiva que utiliza os dados de campo e bibliografia, como fontes de informações e procedimentos, de forma a realizar a coleta de dados na área em estudo a partir de metodologia específica e leitura de trabalhos já publicados a respeito do tema trabalhado (GERHARDT; SILVEIRA, 2009). A pesquisa também contará com a aprovação do órgão estadual responsável pela gestão do PEC, o Instituto Ambiental do Paraná.

Uma vez que o foco do presente estudo esteja na avaliação da efetividade das estratégias de manejo de queimas prescritas e espécies exóticas para gestão ambiental de ecossistemas naturais, serão utilizadas metodologias que utilizem indicadores de características ambientais para melhor monitorar os efeitos das estratégias implementadas.

Os indicadores escolhidos (vegetação, comunidade de insetos e solo) participam do ecossistema de formas diferentes um do outro e, assim, permitem a

obtenção de mais informações sobre a conservação da unidade de conservação estudada. Assim, a metodologia de coleta, triagem e análise dos dados será dividida em referencial teórico e pesquisa de campo.

### 3.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA EM ESTUDO

A área de estudo será o Parque Estadual do Cerrado (PEC), criada em 1992 (Latitude S: 24° 10'; Longitude W: 49° 39'), é uma unidade de conservação (UC) do tipo proteção integral de 420,4007 hectares de área a 12 quilômetros do município de Jaguariaíva, Paraná, Brasil (Fig. 1).

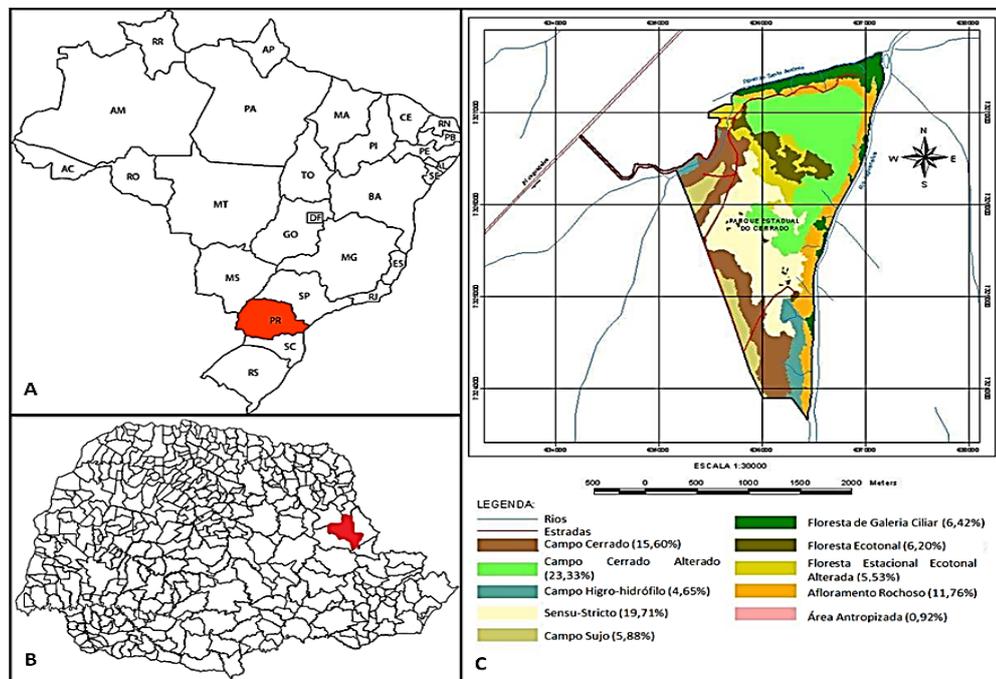


Figura 1 – Mapa representando a localização do Parque Estadual do Cerrado, Jaguariaíva, PR, Brasil: (A) Mapa do Brasil com destaque para o Estado do Paraná; (B) Mapa do Paraná com destaque para o município de Jaguariaíva, próximo ao Parque Estadual do Cerrado representado em (C) com suas diferentes fitofisionomias (adaptado de IBGE; IAP, 2002).

O Instituto Ambiental do Paraná (IAP) é o órgão responsável pela gestão do PEC. Essa UC foi criada com o objetivo de conservar os elementos naturais presentes no Bioma Cerrado, no Estado do Paraná, e ao mesmo tempo permite que sejam realizadas pesquisas, atividades de educação ambiental e lazer (IAP, 2002). A última atualização oficial do Plano de Manejo que orienta as ações realizadas no PEC data de 2002.

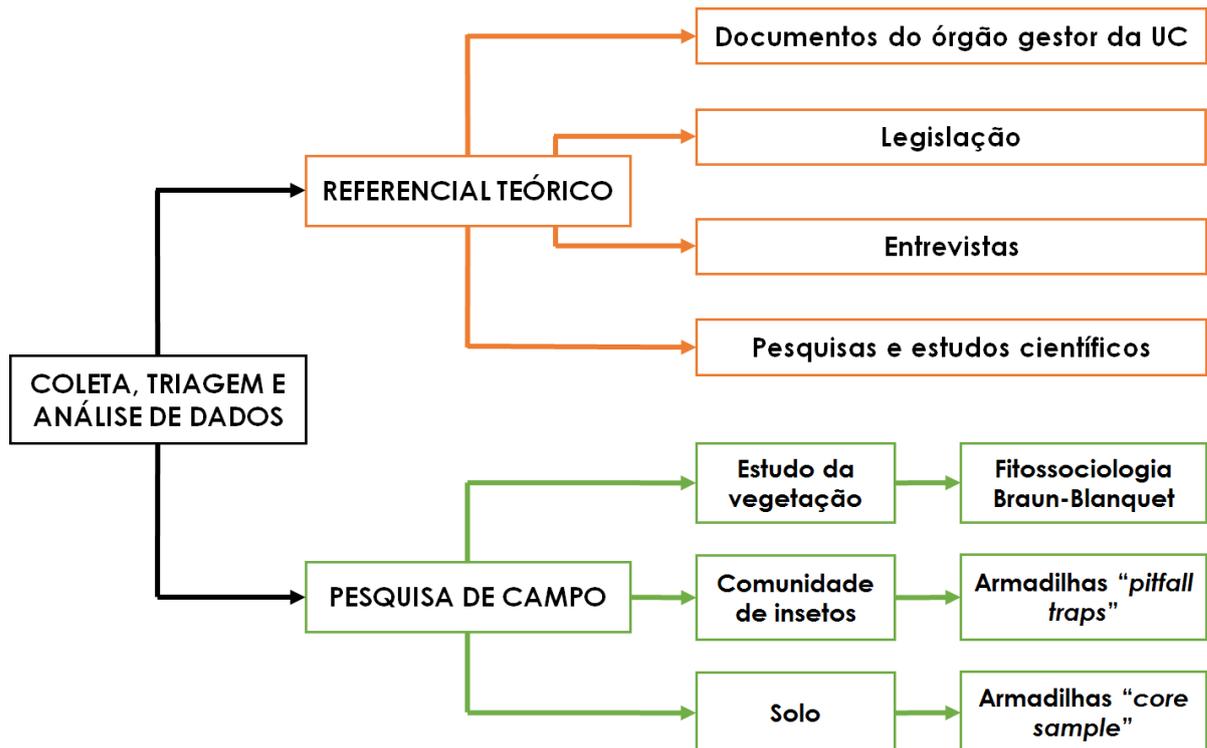
De acordo com IAP (2002), o PEC possui influência climática do tipo Cfa e Cfb de Köppen, com temperaturas médias de até 24,3 °C de dezembro a fevereiro (meses mais quentes) e até 16,6 °C em junho e julho (meses mais frios). O período chuvoso se prolonga de dezembro a março (150 a 230 milímetros), enquanto que o período seco se estende de julho a agosto (75 a 66 milímetros).

A vegetação do PEC é um mosaico de fitofisionomias de Cerrado, Floresta de Galerias e presença de Araucária angustifolia (araucárias). O Cerrado presente na UC divide-se em: Campo limpo/sujo, Cerrado higro-hidrófilo, Campos Cerrado e Cerrado alterado, Cerrado sensu stricto, Florestas Ecotonal e Ecotonal Alterada, Floresta de Galerias e Afloramento rochoso e de solos rasos. Há, ainda, a presença de espécies exóticas invasoras, principalmente de: *Pinus* sp., *Brachiaria* sp. (IAP, 2002) e *Eucalyptus* sp.

O PEC abriga 40 espécies de mamíferos distribuídos em seis ordens, 296 espécies de aves, 45 espécies de répteis presentes ou prováveis, oito espécies de anfíbios e 22 de ocorrência provável (IAP, 2002).

### 3.2 COLETA, TRIAGEM E ANÁLISE DOS DADOS

A obtenção dos dados a respeito da efetividade das estratégias de gestão ambiental avaliadas no presente estudo ocorrerá de duas formas diferentes simultaneamente: uma delas é por meio de referenciais teóricos e a outra será realizada através de pesquisa de campo, as quais irão utilizar métodos específicos para cada indicador ambiental escolhido (Fig. 2).



**Figura 2** – Esquema das metodologias utilizadas para a coleta, triagem e análise dos dados para o presente estudo.

### 3.3.1 Referencial teórico

O referencial teórico será realizado por meio de levantamento de artigos científicos, teses e dissertações que utilizaram o PEC como área de estudo, legislações de influência para a criação e gestão da unidade e entrevistas com profissionais e civis que tiveram contato com o PEC desde antes de sua criação até o tempo atual. O levantamento de outros documentos, como monitoria ambiental, relatórios parciais e finais, mudanças na gestão da UC, dentre outros documentos de caráter semelhante, ocorrerá mediante contato com o órgão gestor da UC estudada, neste caso, o IAP.

Os dados obtidos com esses levantamentos serão organizados em planilhas do Excel a fim de melhor apresentar os principais marcos anuais que ocorreram no PEC e para permitir a análise de todas as estratégias de gestão ambiental realizadas na unidade.

### 3.3.2 Pesquisa de campo

Serão estudadas duas estratégias na pesquisa de campo: queima prescrita e manejo de espécies exóticas invasoras. Para isso, serão estabelecidas oito áreas de tratamento, cada uma com 300.000 metros quadrados de área. Quatro dessas áreas serão destinadas às análises de queima prescrita e as outras quatro serão destinadas às análises de espécies exóticas invasoras.

As análises de tratamento com queima prescrita serão divididas em tratamentos com queima prescrita e tratamentos controle (TQP e TC1, respectivamente). Dessa forma, dois tratamentos serão em áreas que receberam queima prescrita e dois tratamentos serão em áreas que não receberam o tratamento com a mesma técnica.

Os tratamentos relacionados ao manejo de espécies exóticas serão analisados de forma semelhante: dois dos tratamentos receberá técnicas de manejo de espécies exóticas, enquanto os outros dois serão os controles (TE, TC2, TB, TC3).

As coletas dos dados da pesquisa de campo deverão ocorrer durante o período seco e o período chuvoso (três coletas em cada período) durante os anos de 2018 a 2020.

### **Avaliação da efetividade das estratégias de gestão ambiental**

Para que os objetivos específicos do presente estudo sejam alcançados, serão utilizados como indicadores de qualidade ambiental em todos os tratamentos estudados: a vegetação, comunidades de insetos e a macrofauna edáfica.

Após a coleta de dados em campo, os mesmos deverão ser submetidos a análises estatísticas, começando por testes de normalidade “W” de Shapiro-Wilk. O resultado obtido nesse cálculo irá determinar quais são as possíveis análises estatísticas mais adequadas a serem feitas na sequência. Deverá ser atribuído um valor de  $\alpha$  igual a 5% de significância

### **Estudo da vegetação**

O estudo da vegetação para o presente trabalho se torna importante devido ao fato da cobertura vegetal constituir em um dos melhores indicadores ambientais no monitoramento de estratégias para recuperação de áreas degradadas.

Para que o levantamento de dados das espécies vegetais seja possível, será aplicado o método de fitofisionomia de **Braun-Blanquet (1921)** por se tratar de um método que caracteriza as comunidades vegetais pensando nas características e dinâmicas de cada uma.

De acordo com o método de Braun-Blanquet, serão estabelecidas de forma aleatória 10 parcelas fixas de 100m<sup>2</sup> em cada um dos tratamentos estudados. Dessa forma, a listagem das espécies vegetais presentes em cada parcela fixa deve ser feita de acordo com a abundância de cobertura de cada espécie e sua sociabilidade. Para esse estudo, serão considerados os valores de abundância utilizados por Martins & Alves (2007), em que: r = espécie rara com cobertura insignificante (1 a 3 indivíduos); + = espécie rara com pequena cobertura (mais de 3 indivíduos ou pequeno grupo); 1 = espécie abundante com pequena projeção vertical ou espécie rara com grande cobertura (0-5%); 2 = espécie abundante ou que cobre pelo menos 20% da área (2 = 5-10% e 2a = 10-25%); 3 = espécie que cobre de 25-50% da área; 4 = espécie cobrindo 50-75% da área; e 5 = espécie cobrindo mais de 75% da área.

O levantamento de dados de campo da cobertura vegetal nas parcelas fixas deverá ser realizado utilizando papel milimetrado a fim de anotar os dados observados. Posteriormente a isso, serão estimados os valores das frequências absoluta ( $FA = 100 \cdot p_i / PT$ ) e relativa ( $FR = 100 \cdot FA / \sum FA$ ), área com cobertura vegetal ( $AC = \sum g_{ck} \cdot ap / 100$ ), valor da cobertura de cada espécie por parcela fixa ( $VC = 100 \cdot AC / AT$ ); e área total amostrada.

Após a análise dos valores fitossociológicos, também serão determinados os índices ecológicos de riqueza de Margalef ( $D = (S-1) / \log_2[N]$ ) e diversidade de Shannon-Wiener ( $H = -\sum p_i \cdot \ln p_i$ ).

Serão coletadas amostras representativas das espécies encontradas, as quais serão classificadas ao menor nível taxonômico em laboratório, consultando os exemplares do Museu Botânico de Curitiba e especialistas.

### **Comunidades de insetos**

Neste estudo, os insetos serão utilizados como bioindicadores devido as funções que realizam no ecossistema e a capacidade de fornecer informações a respeito do estado de conservação de um ecossistema.

O estudo da comunidade de insetos será realizado utilizando armadilhas de interceptação e queda “*pitfall traps*”, as quais consistem em posicionar recipientes no nível do solo, permitindo que os animais que vivem na superfície do solo caiam no recipiente ao se locomoverem (EMBRAPA, 2001).

Aqui, serão utilizadas 10 armadilhas de 10 centímetros de altura por 10 centímetros de diâmetro em cada um dos tratamentos. Cada recipiente deve conter em seu interior álcool líquido 80% (para eutanásia e conservação dos espécimes) e permanecer em campo durante três dias. Após esse período, as amostras das armadilhas deverão ser transferidas para sacos plásticos devidamente etiquetados para posterior análise e classificação ao menor nível taxonômico em laboratório com auxílio de especialistas.

Após a classificação, deverão ser determinados os valores de frequência relativa ( $F = N/T \times 100$ ) de cada família, gênero e espécie de insetos, índices de riqueza de Margalef e diversidade de Shannon-Wiener em cada tratamento estudado.

## **Solo**

Estudos do solo podem fornecer dados sobre a qualidade e a dinâmica do solo de um determinado ecossistema. Dessa forma, estudos com esse indicador ambiental podem auxiliar estratégias de conservação, por se tratarem de componentes essenciais para a manutenção dos ecossistemas.

Finalmente, para os estudos do solo serão providenciados 10 tubos de PVC (armadilhas “*core samples*”) de 20 centímetros de diâmetro e 20 centímetros de altura, os quais serão utilizados para coleta de solos e suas respectivas macrofaunas em cada tratamento estudado. Uma vez coletadas, as amostras deverão ser armazenadas em sacos plásticos transparentes e devidamente etiquetados com o nome do tratamento, data e hora da coleta. Para cada tratamento deverão ser feitos 10 coletas de solos.

As amostras serão analisadas em laboratório para que sejam avaliadas as características físico-químicas (pH, temperatura, granulometria, água e teores de nitrogênio, carbono, fósforo, oxigênio disponível e matéria orgânica) e características biológicas (macrofauna edáfica).

#### 4 CRONOGRAMA

A revisão de literatura deverá ser feita constantemente desde o início até o final do período de doutorado. As visitas técnicas de campo com a finalidade de levantamento prévio de informações bióticas e abióticas deverão ser realizadas até o mês de Julho de 2017. Após esse levantamento de informações, as visitas técnicas de campo referentes ao levantamento de informações pertinentes ao presente estudo deverão começar em Agosto ou Setembro de 2017 e continuar conforme descrito no tópico 3.2 até o ano de 2020. A triagem e análise dos dados deverá ser realizada constantemente logo após as coletas de dados das visitas técnicas.

<b>Atividade</b>	<b>1º sem. 2018</b>	<b>2º sem. 2018</b>	<b>1º sem. 2019</b>	<b>2º sem. 2019</b>	<b>1º sem. 2020</b>	<b>2º sem. 2020</b>
Cursar disciplinas	X	X	X	X		
Revisão de literatura	X	X	X	X	X	X
Apresentação de seminários	X					
Coleta de dados		X	X	X	X	
Análise de dados		X	X	X	X	
Qualificação da tese			X	X		
Defesa de tese						X
Publicar artigos					X	X

#### 5 RESULTADOS ESPERADOS

Espera-se que o presente estudo o manejo da vegetação pela técnica de queima prescrita seja eficaz para restauração das áreas degradadas de Cerrado, bem como o manejo das espécies exóticas seja bem sucedida na redução populacional dos indivíduos. Além disso, espera-se que os indicadores escolhidos para o estudo se mostrem adequados para a avaliação da gestão ambiental.

Finalmente, espera-se que o estudo forneça informações sobre a real eficácia da gestão do Parque Estadual do Cerrado até o momento e sobre as melhores estratégias de gestão a serem implementadas e aperfeiçoadas para os próximos anos. Além de benefícios à gestão do PEC, esse estudo deve incentivar revisões e adequações nas gestões ambientais vigentes em outras unidades de conservação.

## 6 RECURSOS NECESSÁRIOS

Recursos	Valor (real) por unidade	Unidades disponíveis	Unidades a solicitar	Total (reais) a pagar
Copos plásticos transparentes	59,90 (2.500 un)	0	1 pacote com 2.500 un	59,90
Sacos plásticos transparentes	17,80 (100 un)	0	20 pacotes	356,00
Armadilhas "core samples"	30,00	0	5	150,00
Papel milimetrado	-	-	-	Disponível
Etanol 80%	6,00 (1 litro)	0	20 un	120,00
Jornal e papelão	-	-	-	Disponível
<b>TOTAL</b>				

Transporte	Valor	Quantidade por visita	Nº de visitas	Disponibilidade	Solicitação	Total a pagar
Pedágio	6,40	8	18	Sim	0	Disponível
Combustível	3,59 (litro)	480 km	18	Sim	0	Disponível
<b>TOTAL</b>						<b>00,00</b>

Os recursos classificados como "disponíveis" nas tabelas acima deverão ser fornecidos pelo próprio pesquisador e/ou pelo Instituto Ambiental do Paraná (IAP). Os demais recursos serão disponibilizados pela Universidade Positivo.

## REFERÊNCIAS

ABREU, K. C.; KOPROSKI, L. P.; KUCZACH, A. M.; CAMARGO, P. C.; BOSCARATO, T. G. Grandes felinos e o fogo no Parque Nacional de Ilha Grande, Brasil. **Floresta**, Paraná, v. 34, p. 163-167, 2004.

ALVES, E. S.; TRESMONDI, F.; LONGUI, E. L. Análise estrutural de folhas de *Eugenia uniflora* L. (Myrtaceae) coletadas em ambientes rural e urbano, SP, Brasil. **Acta Botânica Brasileira**, Minas Gerais, v. 22, p. 241-248, 2008.

ALVES, R. J. V.; SILVA, N. G. O fogo é sempre um vilão nos Campos Rupestres? **Biodiversidade Brasileira**, Brasília, v. 2, p. 120-127, 2011.

ANDERSEN, A. N.; COOK, G. D.; CORBETT, L. K.; DOUGLAS, M. M.; EAGER, R. W.; RUSSEL-SMITH, J.; SETTERFIELD, S. A.; WILLIAMS, R. J.; WOINARSKI, J. C. Z. Fire frequency and biodiversity conservation in Australian tropical savannas: implications from the Kapalga fire experiment. **Austral Ecology**, Austrália, v. 30, p. 155-167, 2005.

ARAÚJO, A. S. F.; MONTEIRO, R. T. R. Indicadores biológicos de qualidade do solo. **Biosci. J.**, Minas Gerais, v. 23, p. 66-75, 2007.

ARAÚJO, G. H. S.; ALMEIDA, J. R.; GUERRA, A. J. T. **Gestão ambiental de áreas degradadas**. 11. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil. 2014. 322 p.

ARIAS, A. R. L.; BUSS, D. F.; ALBUQUERQUE, C.; INÁCIO, A. F.; FREIRE, M. M.; EGLER, M.; MUGNAI, R.; BAPTISTA, D. F. Utilização de bioindicadores na avaliação de impacto e no monitoramento da contaminação de rios e córregos por agrotóxicos. **Ciência & Saúde Coletiva**, São Paulo, v. 12, p. 61-72, 2007.

AUSTIN, Z.; MCVITTIE, A.; MCCRACKEN, D.; MOXEY, A.; MORAN, D.; WHITE, P. C. L. The co-benefits of biodiversity conservation programmes on wider ecosystem services. **Ecosystem Services**, Estados Unidos, v. 20, p. 37-43, 2016.

BAGLIANO, R. V. Principais organismos utilizados como bioindicadores relatados com uso de avaliadores de danos ambientais. **Revista Meio Ambiente e Sustentabilidade**, Curitiba, v. 2, p. 24-40, 2012.

BANZATO, B. M. **Gestão Ambiental e a Recuperação de Áreas Degradadas**. Universidade de São Paulo, São Paulo, 2014.

BARROS, Y. J.; FREITAS MELO, V.; DIETER, S. K.; BUSCHLE, B.; BATISTA, O. E.; RODRIGUES, A. J. C.; SOUZA, L. C. P.; KUMMER, L. Indicadores de qualidade de solos de área de mineração e metalurgia de chumbo. ii-mesofaunae plantas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, vol. 34, p. 1413-1426, 2010.

BECHARA, F. C. **Restauração ecológica de restingas contaminadas por pinus no Parque Florestal do Rio Vermelho, Florianópolis, SC**. Florianópolis, Universidade Federal de Santa Catarina, 2003.

BERTOLUCI, J.; CANELAS, M. A. S.; EISEMBERG, C. C.; PALMUTI, C. F. S.; MONTINGELLI, G. G. Herpetofauna da Estação Ambiental de Peti, um fragmento de Mata Atlântica do estado de Minas Gerais, sudeste do Brasil. **Biota Neotrópica**, São Paulo, v. 9, p. 147-156, 2009.

BEGON, M.; TOWNSEND, C. R.; HARPER, J. L. **Ecologia de indivíduos a ecossistemas**. 4. ed. Porto Alegre: Artmed. 2007. 740 p.

BERLEMAN, S. A.; SUDING, K. N.; FRY, D. L.; BARTOLOME, J. W.; STEPHENS, S. L. Prescribed fire effects on population dynamics of an annual grassland. **Rangeland Ecology & Management**, Estados Unidos, p. 1-7, 2016.

BONVICINO, C. R.; LINDBERGH, S. M.; MAROJA, L. S. Small non-flying mammals from conserved and altered areas of Atlantic Forest and Cerrado: comments on their potential use for monitoring environment. **Revista Brasileira de Biologia**, São Paulo, v. 62, p. 765-774, 2002.

BORCHERT, M. I.; FARR, D. P.; RIMBENIEKS-NEGRETE, M. A.; PAWLOWSKI, M. N. Responses of Small Mammals to Wildfire in a Mixed Conifer Forest in the San Bernardino Mountains, California. **Southern California Academy of Sciences**, Estados Unidos, v. 113, p. 81-95, 2014.

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**. Disponível em: <file:///C:/Users/Heluisa/Downloads/constituicao\_federal\_35ed.pdf>. Acesso em: 23 abr. 2018.

BRASIL. Decreto n. 2.661, de 8 de julho de 1998. **Regulamenta o parágrafo único do art. 27 da Lei n. 4771, de 15 de setembro de 1965**. Disponível em: <a href="http://www.lexml.gov.br/urn/urn:lex:br:federal:decreto:1998-07-08;2661">Decreto nº 2.661, de 8 de Julho de 1998</a>. Acesso em: 11 jun. 2015.

BRASIL. Lei nº 9.795, de 27 de Abril de 1999. **Dispõe sobre a educação ambiental, institui a Política Nacional de Educação Ambiental**. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil\_03/Leis/L9795.htm>. Acesso em: 23 abr. 2018.

BRASIL. Lei nº 9.985, de 18 de Julho de 2000. **Institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza**. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil\_03/Lels/L9985.htm>. Acesso em: 28 jun. 2015.

BRASIL. Lei nº 12.651, de 25 de Maio de 2012. **Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa**. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil\_03/\_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm>. Acesso em: 23 abr. 2018.

BRAUN-BLANQUET, J. Fitosociología Bases para el Estudio de las Comunidades Vegetales, **H. BlumeEdiciones**; Rosario, Madrid, 820 p. 1979.

BRIANI, D. C.; PALMA, A. R. T.; VIEIRA, E. M.; HENRIQUES, R. P. B. Post-fire succession of small mammals in the Cerrado of central Brazil. **Biodiversity and Conservation**, Netherlands, v. 13, p. 1023-1037, 2004.

BUCHALSKI, M. R.; FONTAINE, J. B.; HEADY III, P. A.; HAYES, J. P.; FRICK, W. F. Bat Response to Differing Fire Severity in Mixed-Conifer Forest California, USA. **Plos One**, Estados Unidos, v. 8, p. 1-7, 2013.

CAIN, M. L.; BOWMAN, W. D.; HACKER, S. D. **Ecologia**. Porto Alegre: Editora Artmed, 2011. 664 p.

CARMO, A. B.; VASCONCELOS, H. L.; ARAÚJO, G. M. Estrutura da comunidade de plantas lenhosas em fragmentos de cerrado: relação com o tamanho do fragmento e seu nível de perturbação. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 34, p. 31-38, 2011.

CINTRA, R.; SANAIOTTI, T. M. Fire effects on the composition of a bird community in an Amazonian Savanna (Brazil). **Brazilian Journal of Biology**, São Paulo, v. 65, p. 683-695, 2005.

COSTA, B. M. **Queimadas e lagartos do Cerrado: efeitos diretos indiretos**. Brasília: Universidade de Brasília, 2011.

CROWTHER, M. S.; ORTAC, G.; PEDERSEN, S.; MACARTHUR, C. Interactions between fire and introduced deer herbivory on coastal heath vegetation. **Austral Ecology**, Austrália, v. 41, p. 604-612, 2016.

DECHOUM, M. S.; ZILLER, S. R. Métodos para controle de plantas exóticas invasoras. **Biotemas**, Santa Catarina, v. 26, p. 69-77, 2013.

DOHERTY, T. S.; DAVIS, R. A.; VAN ETTEN, J. B.; COLLIER, N.; KRAWIEC, J. Response of a shrubland mammal and reptile community to a history of landscape-scale wildfire. **International Journal of Wildland Fire**, v. 24, p. 534-543, 2015.

EMBRAPA. Manual para coleta de macrofauna do Solo. **EMBRAPA**, Rio de Janeiro, 2001.

FALLA, J.; LAVAL-GILLY, P.; HENRYON, M.; MORLOT, D.; FERARD, J. Biological air quality monitoring: a review. **Environmental Monitoring and Assessment**, v. 64, p. 627-644, 2000.

FARIA, A. S.; LIMA, A. P.; MAGNUSSON, W. E. The effects of fire on behaviour and relative abundance of three lizard species in an Amazonian savana. **Journal of Tropical Ecology**, Cambridge, v. 20, p. 591-594, 2004.

FERNANDES, G. W.; NEGREIROS, D. A comunidade de insetos galhadores da RPPN Fazenda Bulcão, Aimorés, Minas Gerais, Brasil. **Lundiana**, Minas Gerais, v. 7, p. 111-120, 2006.

FIDELIS, A.; PIVELLO, V. R. Deve-se Usar o Fogo como Instrumento de Manejo no Cerrado e Campos Sulinos? **Biodiversidade Brasileira**, São Paulo, v. 1, p. 12-25, 2011.

FIEDLER, N. C.; AZEVEDO, I. N. C.; REZENDE, A. V.; MEDEIROS, M. B.; 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**, Minas Gerais, v. 28, p. 129-138, 2004.

GERHARDT, T. E.; SILVEIRA, D. T. **Métodos de Pesquisa**. Rio Grande do Sul: Editora da UFRGS, 2009. 120 p.

HENRIQUES, R. P. B.; BRIANI, D. C.; PALMA, A. R. T.; VIEIRA, E. M. A simple graphical model of small mammal succession after fire in the Brazilian cerrado. **Mammalia**, New York, v. 70, p. 226-230, 2006.

HENRY-SILVA, G. G. A importância das unidades de conservação na preservação da diversidade biológica. **Revista LOGOS**, São Paulo, v. 12, p. 127-151, 2005.

IAP – Instituto Ambiental do Paraná. **Plano de Manejo do Parque Estadual do Cerrado**, Curitiba. 2002.

IAP - INSTITUTO AMBIENTAL DO PARANÁ. **Conceitos gerais sobre espécies exóticas invasoras**. Disponível em: <<http://www.iap.pr.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=814>>. Acesso em: 23 abr. 2018.

JASPER, A.; MANFROI, J.; SCHMIDT, E. O.; MACHADO, N. T. G.; KONRAD, O.; UHL, D. Evidências paleobotânicas de incêndios vegetacionais no afloramento Morro Papaléo, Paleozoico Superior do Rio Grande do Sul, Brasil. **Geonomos**, Belo Horizonte, v. 19, p. 18-27, 2011.

JULIÃO, G. R.; FERNANDES, G. W.; NEGREIROS, D.; BEDÊ, L.; ARAÚJO, R. C. Insetos galhadores associados a duas espécies de plantas invasoras de áreas urbanas e peri-urbanas. **Revista Brasileira de Entomologia**, Paraná, v. 49, p. 97-106, 2005.

KLINK, C. A.; MACHADO, R. B. A conservação do Cerrado brasileiro. **Megadiversidade**, Brasília, v. 1, p. 147-155, 2005.

LARA, D. X.; FIEDLER, N. C.; MEDEIROS M. B. Uso do fogo em propriedades rurais do Cerrado em Cavalcante, GO. **Ciência Florestal**, Rio Grande do Sul, v. 7, p. 9-15, 2007.

LASHLEY, M. A.; CHITWOOD, M. C.; KAYS, R.; HARPER, C. A.; DEPERNO, C. S.; MOORMAN, C. E. Prescribed fire affects female white-tailed deer habitat use during summer lactation. **Forest Ecology and Management**, Austrália, v. 348, p. 220-225, 2015.

LAURANCE, W. F.; VASCONCELOS, H. L. Consequências ecológicas da fragmentação florestal na Amazônia. **Oecologia Brasiliensis**, Rio de Janeiro, v. 13, p. 434-451, 2009.

LEAL, I. R.; DA SILVA, J. M.; LACHER JÚNIOR, T. E. Mudando o curso da conservação da biodiversidade na Caatinga do Nordeste do Brasil. **Megadiversidade**, Brasília, v. 1, p. 139-146, 2005.

LEIVAS, F. W. T.; CARNEIRO, E. Utilizando os hexápodes (Arthropoda, Hexapoda) como bioindicadores na Biologia da Conservação: Avanços e perspectivas. **Estudos de Biologia**, Paraná, v. 34, p. 203-2013, 2012.

LONDE, V.; SOUZA, H. C.; KOZOVITS, A. R. Key plant indicators for monitoring areas undergoing restoration: A case study at the Das Velhas River, southeast Brazil. **Ecological Engineering**, Estados Unidos, v. 103, p. 191-197, 2017.

MAGANHOTTO, R. F.; SANTOS, L. J. C.; LOHMANN, M.; SOUZA, L. C. P. Unidades de Conservação: limitações e contribuições para a conservação da natureza. **Sustentabilidade em Debate**, Brasília, v. 5, p. 203-221, 2014.

MAKI, E. S.; SHITSUKA, R.; BARROQUEIRO, C. H.; SHITSUKA, D. M. Utilização de bioindicadores em monitoramento de poluição. **Biota Amazônia**, Macapá, v. 3, p. 169-178, 2013.

MARQUES, J. F.; COMUNE, A. E. **A teoria neoclássica e a valoração ambiental**. IN: ROMEIRO, A.R.; REYDON, B.P.; LEONARDI, M.L.A. Economia do meio ambiente: teoria, políticas e a gestão de espaços regionais. Campinas: Unicamp-IE, p. 21-42, 1997.

MARTINS, L.; ALMEIDA, F. S.; MAYHÉ-NUNES, A. J.; VARGAS, A. B. Efeito da complexidade estrutural do ambiente sobre as comunidades de formigas (Hymenoptera: Formicidae) no município de Resende, RJ, Brasil. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 9, p. 174-179, 2011.

MAZZONI-VIVEIROS, S. C.; TRUFEM, S. F. B. Efeitos da poluição aérea e edáfica no sistema radicular de *Tibouchina pulchra* Cong. (Melastomataceae) em área de Mata Atlântica: associações micorrízicas e morfologia. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 27, p. 337-348, 2004.

MCGREGOR, H. W.; LEGGE, S.; JONES, M. E.; JOHNSON, C. N. Landscape Management of Fire and Grazing Regimes Alters the Fine-Scale Habitat Utilisation by Feral Cats. **Plos One**, Estados Unidos, v. 9, p. 1-9, 2014.

MENDES-OLIVEIRA, A. C.; SANTOS, P. G. P.; CARVALHO-JÚNIOR, O.; MONTAG, L. F. A.; LIMA, R. C. S.; MARIA, S. L. S.; ROSSI, R. V. Edge effects and the impact of wildfires on populations of small non-volant mammals in the forest-savanna transition zone in Southern Amazonia. **Biota Neotropica**, São Paulo, v. 12, p. 57-63.

MMA - MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Fragmentação de ecossistemas: causas, efeitos sobre a biodiversidade e recomendações de políticas públicas. Brasília, 2003.

MONASMITH, T. J.; DEMARAIS, S.; ROOT, J.; BRITTON, C. M. Short-Term Fire Effects on Small Mammal Populations and Vegetation of the Northern Chihuahuan Desert. **International Journal of Ecology**, Estados Unidos, v. 10, p. 1-9, 2010.

MOREIRA, B.; CASTELLANOS, M. C.; PAUSAS, J. G. Genetic component of flammability variation in Mediterranean shrub. **Molecular Ecology**, Canadá, v. 23, p. 1213-1223, 2014.

MUCHAILH, M. C.; RODERJAN, C. V.; CAMPOS, J. B.; MACHADO, A. L. T.; CURCIO, G. R. Metodologia de planejamento de paisagens fragmentadas visando a formação de corredores ecológicos. **Revista Floresta**, Paraná, v.40, p. 147-162, 2010.

NASCIMENTO, H. E. M.; LAURANCE, W. F. Efeitos de área e de borda sobre a estrutura florestal em fragmentos de floresta de terra-firme após 13-17 anos de isolamento. **Acta Amazônica**, Manaus, v. 36, p. 183-192, 2006.

NETO, A. S.; CAMPOS, L. M. S.; SHIGUNOV, T. Fundamentos da Gestão Ambiental. Rio de Janeiro: **Editora Ciência Moderna Ltda.**, 2009, 295 p.

NOFFS, P. da S; GALLI, L. F; GONÇALVES, J. C. Recuperação de áreas degradadas da Mata Atlântica: uma experiência da CESP. 2. ed. CESP: São Paulo, v. 03, 2000, 48 p.

OLIVEIRA, M. A.; GOMES, C. F. F.; PIRES, E. M.; MARINHO, C. G. S.; LUCIA, T. M. C. D. Bioindicadores ambientais: insetos como instrumento desta avaliação. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 61, p. 800-807, 2014.

ORTIS, R. S.; LIRA, L. P. B.; ESTENDER, A. C.; JULIANO, M. C. Gestão Ambiental e a Recuperação de Áreas Degradadas. **IX SEGeT**, p. 1-8, 2012.

PARANÁ. **Lei Estadual nº 11.054 de 1995**. Disponível em: <[http://www.iap.pr.gov.br/arquivos/File/Legislacao\\_ambiental/Legislacao\\_estadual/LAIS/LEI\\_ESTADUAL\\_11054\\_1995.pdf](http://www.iap.pr.gov.br/arquivos/File/Legislacao_ambiental/Legislacao_estadual/LAIS/LEI_ESTADUAL_11054_1995.pdf)>. Acesso em: 23 abr. 2018.

PARANÁ. Decreto nº 4.223 de 1998. **Considera incêndio florestal, todo fogo sem controle sobre qualquer forma de vegetação, provocado pelo homem intencionalmente ou por negligência, ou ainda por fonte natural**. Disponível em: <<http://www.leisestaduais.com.br/pr/decreto-n-4223-1998-parana-considera-incendio-florestal-todo-fogo-sem-controle-sobre-qualquer-forma-de-vegetacao-provocado-pelo-homem-intencionalmente-ou-por-negligencia-ou-ainda-por-fonte-natural>>. Acesso em: 23 abr. 2018.

PARANÁ. **Resolução SEMA nº 076 de 2010**. Disponível em: <[http://www.iap.pr.gov.br/arquivos/File/Legislacao\\_ambiental/Legislacao\\_estadual/R ESOLUCOES/res\\_sema\\_076\\_de\\_20\\_12\\_10\\_despalha\\_cana\\_de\\_acucar.doc](http://www.iap.pr.gov.br/arquivos/File/Legislacao_ambiental/Legislacao_estadual/R ESOLUCOES/res_sema_076_de_20_12_10_despalha_cana_de_acucar.doc)>. Acesso em: 23 abr. 2018.

PEARSONS, M. H.; RAFFERTY, C. M.; LAMONT, B. B.; DODS, K.; FAIRBANKS, M. M. Relative effects of mammal herbivory and plant spacing on seedling recruitment following fire and mining. **BMC Ecology**, Austrália, v. 7, p. 1-12, 2007.

PÉRICO, E.; CEMIN, G.; LIMA, D. F. B.; REMPEL, C. Efeitos da fragmentação de habitats sobre comunidades animais: utilização de sistemas de informação geográfica e de métricas de paisagem para seleção de áreas adequadas a testes. **Anais XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**, Goiânia, p. 2339-2346, 2005.

POLLAK, O.; KAN, T. The Use of Prescribed Fire to Control Invasive Exotic Weeds at Jepson Prairie Preserve. 1998. Disponível em: <http://www.vernalpools.org/proceedings/pollak.pdf>. Acesso em: 14 de julho de 2016.

PRIESMEYER, W. J.; MATLACK, R. S.; KAZMAIER, R. T. Precipitation and Fire Impacts on Small Mammals in Shortgrass Prairie. **The Prairie Naturalist**, Estados Unidos, v. 46, p. 11-20, 2014.

RADFORD, I. J.; GIBSON, L. A.; COREY, B.; CARNES, K.; FAIRMAN, R. Influence of Fire Mosaics, Habitat Characteristics and Cattle Disturbance on Mammals in Fire-Prone Savanna Landscapes of the Northern Kimberley. **Plos One**, Estados Unidos, v. 10, p. 1-16, 2015.

ROBERTS, S. L.; KELT, D. A.; VAN WAGTENDONK, J. W.; MILES, A. K.; MEYER, M. D. Effects of fire on small mammal communities in frequent-fire forests in California. **Journal of Mammalogy**, Estados Unidos, v. 96, p. 107-119, 2015.

- SAMPAIO, A. B.; SCHMIDT, I. B. Espécies exóticas invasoras em unidades de conservação federais do Brasil. *Biodiversidade Brasileira*, São Paulo, v. 2, p. 32-49, 2013.
- SANTOS, C. F.; KRAWIEC, V. A. M. A situação ambiental e a administração das Unidades de Conservação em Campo Grande – MS, na visão de seus gestores. **Floresta e Ambiente**, Rio de Janeiro, v. 18, p. 334-342, 2011.
- SEOANE, C. E. S.; DIAZ, V. S.; SANTOS, T. L.; FROUFE, L. C. M. Corredores ecológicos como ferramenta para a desfragmentação de florestas tropicais. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, v. 30, p. 207-216, 2010.
- SILVA, J. C.; SILVA, I. P.; SILVA, E. M.; RIBEIRO, E. S.; MOREIRA, E. L.; PASA, M. C. Sucessão ecológica no Cerrado. **Flovet**: Cuiabá, v. 4, p. 33-47, 2012.
- SILVA, L. C.; AZEVEDO, A. A.; SILVA, E. A. M.; OLIVA, M. A. Flúor em chuva simulada: sintomatologia e efeitos sobre a estrutura foliar e o crescimento de plantas arbóreas. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 23, p.385-393, 2000.
- TABARELLI, M.; GASCON, C. Lições da pesquisa sobre fragmentação: aperfeiçoando políticas e diretrizes de manejo para a conservação da biodiversidade. **Megadiversidade**, Brasília, v. 1, p. 181-188, 2005.
- TEIXEIRA, M. S. G.; MEDEIROS, A. A.; SILVA, J. G. O processo de gestão ambiental em unidades de conservação da natureza: um estudo de caso no Parque Estadual Dunas de Natal. **XII SIMPEP**, São Paulo, 2005.
- THOMAZINI, M. J.; THOMAZINI, A. P. B. W. A fragmentação florestal e a diversidade de insetos nas florestas tropicais úmidas. **EMBRAPA**, Acre, p. 1-22, 2000.
- TOMAZELLO FILHO, M.; LATORRACA, J. V. F.; FISCHER, F. M.; MUNIZ, G. I. B.; MELANDRI, J. L.; STASIAK, P. M.; TORRES, M. A.; PICCION, W. J.; HOFFMANN, H. A.; SILVA, L. D. Avaliação da dispersão de sementes de *Pinus taeda* L. pela análise dos anéis de crescimento de árvores de regeneração natural. **Floresta e Ambiente**, Rio de Janeiro, v. 24, p. 1-11, 2017.
- TORRE, I.; DÍAZ, M. Small mammal abundance in Mediterranean post-fire habitats: a role for predators? **Acta Oecologica**, Espanha, v. 25, p. 137-143, 2004.
- UBAID, F. K.; VIEIRA, A. M.; MEDOLAGO, C. A. B. Valor conservacionista de um fragmento de mata no interior paulista, utilizando a avifauna como bioindicador. **Anais do VIII Congresso de Ecologia do Brasil**, Minas Gerais, p. 1-2, 2007.
- VIEIRA, I. C. G.; SILVA, J. M. C.; TOLEDO, P. M. Estratégias para evitar a perda de biodiversidade na Amazônia. **Estudos avançados**, São Paulo, v. 19, p. 153-164, 2005.

WANG, X.; XU, J.; XU, L. Effects of prescribed fire on germination and plant community of *Carex cinerascens* and *Artemisia selengensis* in Poyang Lake, China. **South African Journal of Botany**, v. 1, p. 11-118, 2017

WINK, C.; GUEDES, J. V. C.; FAGUNDES, C. K.; ROVEDDER, A. P. Insetos edáficos como indicadores da qualidade ambiental. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, Lages, v. 4, p. 60-71, 2005.

WOLFF, L. F.; REIS, V. D. A.; SANTOS, R. S. S. Abelhas melíferas: bioindicadores de qualidade ambiental e de sustentabilidade da agricultura familiar de base ecológica. **EMBRAPA**, Rio Grande do Sul, 2008.

YARNELL, R. W.; SCOTT, D. M.; CHIMIMBA, C. T.; METCALFE, D. J. Untangling the roles of fire, grazing and rainfall on small mammal communities in grassland ecosystems. **Oecologia**, Estados Unidos, v. 154, p. 387-402, 2007.

ZACHMANN, L. J.; SHAW, D. W. H.; DICKSON, B. G. Prescribed fire and natural recovery produce similar long-term patterns of change in forest structure in the Lake Tahoe basin, California. **Forest Ecology and Management**, Austrália, v. 409, p. 276-287, 2018.