



**CENTRO FEDERAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA DE MINAS GERAIS**

**DEPARTAMENTO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AMBIENTAL**

**GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AMBIENTAL E SANITÁRIA**

**METODOLOGIA PARA VALORAÇÃO AMBIENTAL EM ÁREAS AFETADAS POR  
INCÊNDIO FLORESTAL EM UCs**

**JULIANA SALES MARTINS**

**BELO HORIZONTE**

**2018**

JULIANA SALES MARTINS

**METODOLOGIA PARA VALORAÇÃO AMBIENTAL EM ÁREAS AFETADAS POR  
INCÊNDIO FLORESTAL EM UCs**

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado ao Centro Federal de  
Educação Tecnológica de Minas  
Gerais, como requisito parcial à  
obtenção do título de Engenheira  
Ambiental e Sanitarista.

Orientador: Prof<sup>o</sup>. Dr. Daniel Brianezi

BELO HORIZONTE

2018

Martins, Juliana Sales.

S---

Metodologia para valoração ambiental em áreas afetadas por incêndio florestal em UCs / Juliana Sales Martins.: 2018. 65 f.; -- cm

Orientador: Prof. Dr. Daniel Brianezi.

Trabalho de conclusão de curso (Graduação) – Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais, 2018.

1. Valoração. 2. Incêndio Florestal. 3. Unidade de Conservação. I. Martins, Juliana Sales. II. Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais. III. Metodologia para valoração ambiental em áreas afetadas por incêndio florestal em UCs.

CDD -----

JULIANA SALES MARTINS

**METODOLOGIA PARA VALORAÇÃO AMBIENTAL EM ÁREAS  
AFETADAS POR INCÊNDIO FLORESTAL EM UCs**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao  
Centro Federal de Educação Tecnológica de  
Minas Gerais como requisito parcial para  
obtenção do título de Engenheiro Ambiental e  
Sanitarista.

Data de aprovação: 26 / 11 / 18

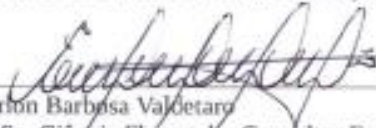
Banca examinadora:



Daniel Brianezi – Presidente da Banca Examinadora  
Prof. Dsc. Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais – Orientador(a)



Carlos Wagner Gonçalves Andrade Coelho  
Prof. Dsc. Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais



Ertón Barbosa Valdetaro  
DSc. Ciência Florestal – Consultor Especialista

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a Deus pelos planos para minha vida e por sempre me guiar e proteger. Agradeço aos meus pais Ana Maria e Gilmar pelo incentivo e por proporcionarem condições para minha dedicação ao estudo, além de todo amor e auxílio. Se hoje eu cheguei até aqui foi por toda a dedicação e amor que vocês me proporcionaram. À minha irmã Carol por todo apoio, cumplicidade, compreensão e ajuda em todos os momentos. Ao meu namorado Paulo pelo companheirismo, ajuda, carinho e por sempre me incentivar. Agradeço a minha avó Raimunda (*in memoriam*) por todo carinho durante todo o tempo de convivência e por sempre acreditar no meu potencial. A minha família por todo carinho e amor. Aos amigos do CEFET, Fernanda L., Taty, Marina, Fran, Lorena, Fernanda A. e Lucas, pelo companheirismo, estímulo nas horas de estudo e tornar a graduação mais leve. Aos professores do curso de Engenharia Ambiental e Sanitária, por nos indicar sempre os melhores caminhos. Ao professor Daniel Brianezi pelo auxílio e paciência tanto na iniciação científica quanto na elaboração do TCC. Aos amigos da Marelli pelos momentos de sucesso e fracasso e por todo aprendizado, em especial, ao Wagner pela contribuição para minha formação profissional e pessoal. Às minhas amigas do Batista por todo carinho. Ao Thiago pelo auxílio na coleta de dados para este trabalho. Obrigada a todos que contribuíram nessa esta jornada.

*“A menos que modifiquemos  
a nossa maneira de pensar,  
não seremos capazes de  
resolver os problemas  
causados pela forma como  
nos acostumamos a ver o  
mundo”.*

*(Albert Einstein)*

## RESUMO

MARTINS. Juliana Sales, Metodologia para valoração ambiental em áreas afetadas por incêndio florestal em UCs. 2018. 65f. Monografia (Graduação em Engenharia Ambiental e Sanitária) – Departamento de Ciência e Tecnologia Ambiental, Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2018.

A valoração econômica ambiental é uma ferramenta essencial para a sociedade na medida em que informa o valor econômico do ambiente através de diversas técnicas evidenciando como um dano ao meio ambiente impacta, não somente o meio natural e social, mas também aspectos econômicos. O presente trabalho propõe uma metodologia de valoração econômica ambiental para Unidades de Conservação, áreas de grande importância e protegidas por lei, de Minas Gerais sob efeitos de incêndio e utilizará como estudo de caso os incêndios ocorridos no Parque Estadual Serra do Rola Moça. Esta metodologia pode ser aplicada a Unidades de Conservação presentes nos biomas Cerrado e Mata Atlântica, os mais presentes no estado e, se baseia na proposição de quatro critérios: custo de restauração, emissão de gases de efeito estufa, visitação da unidade e combate a incêndio que são associados, cada um, a um valor monetário. A metodologia se apresenta por meio de uma planilha eletrônica em que são inseridos dados básicos como bioma da unidade, área queimada (ha), mão de obra utilizada no combate, entre outros, e os resultados são disponibilizados automaticamente. Como resultado, no período de 2013 a 2016, as 342 ocorrências de incêndio, que representaram 4.146 ha de área queimada, registradas pelo Instituto Estadual de Florestas de Minas Gerais representaram aproximadamente R\$ 90 milhões de valor atribuído ao dano. Para o mesmo período, foi calculado o valor da multa pelo Decreto Estadual 47.383 e o valor obtido foi de aproximadamente R\$ 80 milhões. Percebe-se o que a metodologia obteve um desempenho satisfatório e que o valor calculado pelo decreto estadual foi inferior : do método proposto gerando dúvidas quanto aos critérios utilizados pela legislação.

**Palavras-Chave:** Valoração econômica. Incêndio Florestal. Metodologia. Minas Gerais. PERM. Biribiri. Cercadinho.

## ABSTRACT

MARTINS, Juliana Sales. *Methodology for environmental assessment in areas affected by forest fire in UCs*. 2018. 65p. Undergraduate Thesis (Graduate) – Department of Environmental Science and Technology, Federal Center of Technological Education of Minas Gerais, Belo Horizonte, 2018.

Environmental economic valuation is an essential tool for society according as it informs the economic value of the environment through many techniques, showing how a damage to the environment impacts not only the natural and social environment but also economic aspects. The present study proposes a methodology of environmental economic valuation for Conservation Units, areas of great importance and protected by law, of Minas Gerais under fire effects and will use as a case study the fires occurred in the Serra do Rola Moça State Park. This methodology can be applied to Conservation Units present in the Cerrado and Atlantic Forest biomes, the most present in the state, and is based on the proposition of four criteria: restoration cost, greenhouse gas emission, unit visitation and firefighting which are each associated with a monetary value. The methodology is presented through a spreadsheet in which are inserted basic data such as biome of the unit, burned area (ha), labor used in the combat, among others, and the results are made available automatically. As a result, in the period from 2013 to 2016, the 342 fire occurrences, representing 4.146 ha of burned area, registered by the State Forest Institute of Minas Gerais represented approximately R\$ 90 million of value attributed to the damage. For the same period, the amount of the fine was calculated by State Decree 47.383 and the amount obtained was approximately R\$ 80 million. It can be seen that the methodology obtained a satisfactory performance and that the value calculated by the state decree was lower than the proposed method, generating doubts about the criteria used by the legislation.

**Keywords:** Economic valuation. Forest fire. Methodology. Minas Gerais. PERM. Biribiri. Cercadinho.



## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Relação entre serviços ambientais e bem estar humano.....	18
Figura 2 – Tipos de incêndio florestal.....	23
Figura 3 – Unidades de Conservação e Biomas de Minas Gerais.....	25
Figura 4 – Decomposição do valor econômico de um recurso ambiental.....	27
Figura 5 – Custo de restauração (R\$) para o Cerrado e Mata Atlântica.....	37
Figura 6 - Mapa de Cobertura Vegetal do PERM.....	42
Figura 7 – Tela Inicial da Planilha.....	44
Figura 8 – Resultados – Critérios e comparação com o Decreto 47.343.....	45
Figura 9 – Área incendiada do PEB.....	47
Figura 10 – Estratificação dos custos e multa.....	48
Figura 11 – Área incendiada na CEE.....	49
Figura 12 – Estratificação dos custos e multa.....	50
Figura 13 – Distribuição das ocorrências e área queimada por ano.....	50
Figura 14 – Área queimada por vegetação e Mão de obra utilizada.....	51
Figura 15 – Resultado da valoração.....	52
Figura 16 – Análise por ocorrência e hectare.....	53
Figura 17 - Emissão de GEE por ano.....	54
Figura 18 – Comparação da metodologia com o Decreto 47.383.....	55

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

EEC - Estação Ecológica do Cercadinho

EPI – Equipamento de Proteção Individual

FGV - Fundação Getúlio Vargas

GEE – Gases de Efeito Estufa

IEF - Instituto Estadual de Florestas

IGP-M - Índice Geral de Preços de Mercado

IPEA - Pesquisa Econômica Aplicada

INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais

PEB - Parque Estadual do Biribiri

PNMA – Política Nacional de Meio Ambiente

PERM – Parque Estadual Serra do Rola Moça

ROI – Relatório de Ocorrência Ambiental

SNUC - Sistema Nacional de Unidades de Conservação

Ufemgs - Unidade Fiscal do Estado de Minas Gerais

VERA – Valor Econômico do Recurso Ambiental

VNU – Valor de Não Uso

VU – Valor de Uso

VUD – Valor de Uso Direto

VUI – Valor de Uso Indireto

UCs - Unidades de Conservação

*TNC - The Nature Conservancy*

## SUMÁRIO

<b>1.</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>13</b>
<b>2.</b>	<b>OBJETIVOS.....</b>	<b>16</b>
<b>2.1</b>	<b>Objetivo Geral.....</b>	<b>16</b>
	<b>2.2 Objetivos específicos.....</b>	<b>16</b>
<b>3.</b>	<b>FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....</b>	<b>17</b>
<b>3.1.</b>	<b>Bens e Serviços Ambientais.....</b>	<b>17</b>
<b>3.2.</b>	<b>Dano ambiental.....</b>	<b>19</b>
<b>3.3.</b>	<b>Incêndios Florestais.....</b>	<b>21</b>
<b>3.4</b>	<b>Unidades de Conservação de Minas Gerais e a ocorrência de incêndios.....</b>	<b>24</b>
<b>3.5</b>	<b>Valoração Econômica Ambiental.....</b>	<b>26</b>
<b>3.6</b>	<b>Aplicação da Valoração Ambiental na Perícia.....</b>	<b>30</b>
<b>4.</b>	<b>METODOLOGIA.....</b>	<b>33</b>
<b>4.1</b>	<b>Definição dos critérios.....</b>	<b>33</b>
<b>4.2</b>	<b>Estudo de Caso: Parque Estadual da Serra do Rola Moça.....</b>	<b>41</b>
<b>5.</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>43</b>
<b>5.1</b>	<b>Planilha de Valoração Econômica Ambiental.....</b>	<b>43</b>
	<b>5.2 Validação e funcionalidade da metodologia.....</b>	<b>46</b>
	<b>5.3 Estudo de Caso no PERM.....</b>	<b>50</b>
<b>7.</b>	<b>CONCLUSÃO.....</b>	<b>57</b>
	<b>BIBLIOGRAFIA.....</b>	<b>59</b>

## 1. INTRODUÇÃO

A importância da conservação do meio ambiente é indiscutível para a sociedade moderna, uma vez que sem os recursos naturais não há garantia de um ambiente ecologicamente equilibrado, o qual é direito de todos de acordo com o Art. 225 da Constituição Federal (1988). Contudo, nota-se a influência das atividades humanas na dinâmica do meio ambiente, diante de sua relação de dependência com os aspectos naturais, essenciais à sua sobrevivência. Nesse contexto, inevitavelmente, impactos ambientais, positivos e negativos, são gerados e esses devem ser potencializados e minimizados, respectivamente. De acordo com Mueller (2004), o padrão de degradação ambiental de cada local é sensivelmente afetado por seu estilo de desenvolvimento.

Desta forma, ganha destaque o conceito de sustentabilidade que visa o incentivo ao desenvolvimento econômico em equilíbrio com o desenvolvimento ambiental e social. Uma das formas de mostrar a importância da sustentabilidade é a elaboração de estatísticas capazes de fornecer informações mais relevantes sobre a relação entre economia e o uso ou estado de degradação do meio ambiente (MAIA, 2004).

A criação de dados que tentem descrever a interação entre atividades antrópicas e o meio ambiente pode fornecer referências para a criação e defesa de políticas de preservação ambiental. Encontra-se na literatura vários métodos de valoração com a capacidade de realizar a conexão entre a provisão dos recursos naturais e a estimativa econômica de seus benefícios. Contudo, os bens e serviços ambientais, na maioria dos casos, ainda não possuem valores de mercado, ou seja, um “preço”, devido à falha existente no mercado.

Sob tal enfoque, atualmente, a determinação dos valores econômicos dos bens e serviços produzidos pela natureza é um dos principais temas no estudo da relação entre o meio ambiente e a economia, sendo assim, a criação de metodologias, parâmetros e critérios para valoração ambiental é imprescindível para avaliação de custo-benefício para as atividades (MALDONADO; EDUARDO; RIBEIRO, 2017). Portanto, ter uma noção do valor econômico dos bens e serviços ambientais e dos danos ambientais ocorridos ou que possam vir a ocorrer, e

incluí-los na análise econômica é uma das tentativas de corrigir as tendências negativas do livre mercado (BARRETO, 2016).

Nessa linha, Lima (2018), aduz que a valoração ambiental tem sua importância no fato de que essa possibilita a criação de um valor de referência o qual indica uma sinalização no mercado, ocasionando o uso sustentável e mais racional dos recursos disponíveis no meio ambiente. Ademais, a valoração econômica dos recursos naturais, como ferramenta de gestão, gera repercussões no âmbito da pesquisa em relação ao aprimoramento metodológico e na consistência dos resultados e, no cenário da tomada de decisão, já que diversas partes interessadas negociam o andamento de políticas ambientais (CAMPHORA; MAY, 2006). Diante da importância do meio ambiente para o desenvolvimento e manutenção da vida humana, as Unidades de Conservação (UCs) se mostram como áreas de extrema importância por diversos fatores. Dentre eles podemos citar a contribuição econômica direta por meio da imensa quantidade de produtos alimentares, farmacêuticos e de uso industrial derivados da fauna e flora; participação na manutenção de grandes ciclos ambientais, tais como da água e dos nutrientes; valor estético; além do próprio direito das espécies de existirem.

A vegetação presente em UCs no Brasil foi e é, frequentemente, incendiada e desmatada para implantação de atividades do setor primário, como a agricultura e atividades minerárias, cujo objetivo é suprir as necessidades da população (KLOTZ, 2016). Contudo, a manutenção e preservação dessas áreas devem ser consideradas para estabilidade dos ecossistemas.

Com efeito, as atividades econômicas são planejadas sem considerar as externalidades ambientais e, conseqüentemente, os bens de consumo da sociedade não contemplam em suas despesas a internalização dos custos ambientais. Tem-se como resultado de tal cenário a apropriação do capital natural em que os benefícios decorridos desses recursos são utilizados por alguns usuários sem que estes compensem os custos incorridos por outros (MOTTA, 1997).

No que se refere aos meios para a realização dessas atividades de interferência no meio ambiente, os incêndios resultam em inúmeros impactos, tanto na qualidade do solo, como na qualidade do ar e água. Luciaro, Cunha e Silva Junior (2004) afirmam que, de modo geral, essas

ações constituem-se em poderosos agentes de modificação e de destruição dos biótipos dando origem a contextos de extrema gravidade.

As consequências dos incêndios florestais diferem de acordo com o local de ocorrência, devido a heterogeneidade de ecossistemas, de seu tempo de duração e frequência, contudo analisando os principais aspectos em comum, tem-se a liberação de gás carbônico (CO<sub>2</sub>) para a atmosfera, a qual é resultado da queima de biomassa vegetal (SILVA, 2017; LUCIARDO, CUNHA E SILVA JUNIOR, 2004) e consequente intensificação do efeito estufa.

Outros fatores resultantes de incêndios e consequente retirada da vegetação são a emissão de materiais particulados, o qual afeta a saúde da população, a redução da cobertura vegetal, a morte de microrganismos e destruição da fauna silvestre, destruição do húmus e perda de nutrientes do solo, eliminação de sementes em seu estado de latência, entre outros (LUCIARDO, CUNHA E SILVA JUNIOR, 2004).

Assim, torna-se imprescindível, visto a importância da valoração dos recursos naturais, para diversas finalidades, a criação e o aprimoramento de metodologias para obtenção de resultados mais consistentes e embasados. Diante desse cenário e da importância das Unidades de Conservação para a manutenção de ecossistemas equilibrados, os incêndios nessas áreas se tornam importantes objetos de estudo para avaliação de seus impactos gerados, os quais podem ser quantificados economicamente através da valoração ambiental.

A criação de uma metodologia prática, com parâmetros de referência claros e objetivos, para valoração de áreas que sofreram esses efeitos se mostra uma importante ferramenta para contribuição de estudos que podem ser aplicados na gestão ambiental e de recursos, influenciando na tomada de decisões, na elaboração de políticas públicas ambientais, na realização de perícias ambientais e na própria demonstração da importância, através da atribuição de valores, dos recursos florestais.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo Geral**

O objetivo principal deste trabalho é a proposição de uma metodologia de valoração econômica ambiental que seja aplicável a Unidades de Conservação do estado de Minas Gerais, e seus respectivos recursos ambientais, que foram atingidos por incêndios florestais.

### **2.2 Objetivos específicos**

- Avaliar a eficácia da metodologia proposta por meio de estudos de caso nas Unidades de Conservação Parque Estadual do Biribiri (PEB) e Estação Ecológica do Cercadinho (EEC), atingidas por incêndios;
- Valorar o dano causado pelos incêndios florestais do Parque Estadual Serra do Rola Moça (PERM), no período de 2013 a 2016 utilizando a metodologia proposta;
- Comparar os valores obtidos pela metodologia com os valores previstos pelo Decreto Estadual 47.383/2018.



### 3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

#### 3.1. Bens e Serviços Ambientais

Desde seu surgimento na superfície terrestre, a espécie humana, depende do estado do capital natural, como água, ar, solo, fauna e flora, de ecossistemas saudáveis e do fluxo de bens e serviços providos pela dinâmica desses, os quais são fontes de bem-estar para a sociedade. Contudo, a avaliação do grau de contribuição dos bens e serviços ambientais para a qualidade de vida humana não é uma tarefa trivial. Nota-se que mudanças no funcionamento ecológico de um ecossistema podem ter efeitos diretos ou indiretos sobre os benefícios e ao bem estar das populações humanas (PARRON et al., 2015).

O conceito de bens e serviços ambientais tem implícita a ideia de valor econômico ou valor de uso e dos benefícios ambientais resultantes de intervenções humanas na dinâmica dos ecossistemas (ANDRADE, 2009). Para Haines-Young e Potschin (2013), serviços ambientais são as contribuições dos ecossistemas (natural ou modificado) que afetam diretamente ou indiretamente o bem-estar humano. Por outro lado, para Boyd e Banzhaf (2007) os bens e serviços ambientais não são os benefícios, mas sim componentes da natureza diretamente aproveitados, consumidos ou usufruídos para o bem-estar humano. Dessa forma, percebe-se que a literatura demonstra que a característica fundamental dos serviços ambientais são as conexões mantidas com as funções, processos e estruturas do ecossistema que os originam.

De acordo com a iniciativa “Avaliação Ecosistêmica do Milênio” – do inglês “Milenium Ecosystem Assesment” os serviços ambientais podem ser classificados em serviços de provisão, regulação, suporte e cultural, sendo esses caracterizados da seguinte maneira:

1. *Serviços de provisão*: englobam os produtos oriundos dos ecossistemas e que são oferecidos diretamente à sociedade, como alimentos, fibras naturais, madeira para combustível, água, material genético, entre outros;
2. *Serviços de regulação*: compreendem os benefícios obtidos pela sociedade a partir da regulação natural dos processos ecossistêmicos, como a manutenção da

qualidade do ar, a regulação dos fluxos de água (ciclo hidrológico) e controle das enchentes, o controle da erosão, a redução da incidência de pragas e doenças pelo controle biológico, a regulação de danos naturais, entre outros;

3. *Serviços de suporte*: propiciam as condições necessárias para que os demais serviços possam ser disponibilizados à sociedade tais como a produção primária, a formação de solos, a polinização e a dispersão de sementes.
4. *Serviços culturais*: compreendem os benefícios não materiais obtidos dos ecossistemas, que contribuem para o a qualidade de vida da sociedade, como oportunidades de lazer, enriquecimento cultural e espiritual, desenvolvimento cognitivo, reflexão sobre os processos naturais, ecoturismo e recreação.

A classificação dos serviços ambientais auxilia na identificação da tipologia do serviço prestado e seu potencial benefício socioeconômico, sendo fundamental na elaboração de estratégias bem definidas para conservação de recursos naturais e preservação da biodiversidade (Figura 1).

**Figura 1 –Relação entre serviços ambientais e bem estar humano**



Fonte: Adaptado de *Millennium Ecosystem Assessment* (2005).

Os ecossistemas são afetados por múltiplas interações entre vários tipos de serviços ambientais para seu funcionamento, gerando uma rede altamente complexa. As ações antrópicas podem afetar positivamente o provimento de serviços ambientais em ecossistemas ou áreas que tenham sido degradadas propiciando sua recuperação e reestabelecimento de condições de equilíbrio (PARRON et al., 2015). Por outro lado, a interferência negativa do homem no meio ambiente, excedendo sua capacidade de recuperação natural e reestabelecimento do equilíbrio, ocasionará a ocorrência de danos ambientais, os quais, em cenário pessimista podem ser irreversíveis.

### **3.2. Dano ambiental**

A Política Nacional de Meio Ambiente (PNMA), Lei 6.938/81, em seu Art. 3º, inciso II, afirma que a degradação da qualidade ambiental consiste na "alteração adversa das características do meio ambiente". Nota-se que o ordenamento jurídico brasileiro não dispõe de um conceito legal para dano ambiental, contudo, de acordo com Antunes (2001), dano ambiental refere-se a "toda lesão intolerável causada por qualquer ação humana (culposa ou não) ao meio ambiente, direta ou indiretamente".

Por outro lado, Milaré (2016), aduz que o dano ambiental é "toda interferência antrópica infligida ao patrimônio ambiental, capaz de desencadear, imediata ou potencialmente, perturbações desfavoráveis, ao equilíbrio ecológico, sadia qualidade de vida ou a outros valores". Dessa forma, nota-se que não há conceito fixo para dano ambiental, sendo então como o conceito de meio ambiente, amplo, aberto e condicionado a realidade de cada meio.

A Lei 6.938/81 prevê duas modalidades de dano ambiental quando se refere a "danos causados ao meio ambiente e a terceiros", em seu Art. 14, § 1º, gerando as classificações de dano ambiental coletivo, em sentido estrito ou dano ambiental propriamente dito e dano ambiental individual ou pessoal (MILARÉ, 2016). O primeiro diz respeito aos danos causados ao meio ambiente em sua concepção difusa, como patrimônio coletivo, o qual atinge um número

indefinido de pessoas. Por outro lado, o dano ambiental individual atinge interesses pessoais, legitimando os lesados a uma reparação pelo prejuízo patrimonial ou extrapatrimonial.

O dano em sentido estrito deverá ser cobrado por Ação Civil Pública ou Ação Popular e possui indenização, quando cobrado, destinada a um fundo, em que os recursos serão alocados à reconstituição dos bens lesados. Já dano ambiental pessoal caracteriza pela possibilidade de serem ajuizadas ações individuais, não havendo efeito de coisa julgada entre a ação individual e a coletiva (GUIMARÃES, 2009). São casos comuns desse tipo de dano problemas de saúde pessoal por emissão de gases e partículas em suspensão ou ruídos, a infertilidade do solo de um terreno privado por poluição do lençol freático, entre outros.

A literatura elucida algumas características associadas ao dano ambiental, como a difícil reparação, pulverização de vítimas e dificuldade de valoração. Por mais rigorosa que seja a reparação do dano, geralmente é improvável a reconstituição da integridade ambiental ou da qualidade do meio afetado, caracterizando a difícil reparação. A respeito da pulverização de vítimas, mesmo quando alguns aspectos particulares do dano atingem sujeitos individualmente, a lesão ambiental afeta uma pluralidade de vítimas (MILARÉ, 2016).

Em virtude de sua difícil reparação, nem sempre é possível obter o valor do dano ambiental, tornando a valoração uma atividade complexa (RAMALHO; PIMENTA, 2010). Com efeito, é evidente a importância de aprofundamentos e da ampliação de métodos de valoração na medida em que esses são fundamentais para a demonstração dos valores intrínsecos ao meio ambiente.

No que se refere ao sujeito ativo de uma ação danosa, isto é, o poluidor, a PNMA visa impor a este a obrigação de recuperar e/ou indenizar os danos causados, sendo isto o princípio do poluidor pagador. Todavia, o princípio não possui como objetivo tolerar a poluição ou degradação da qualidade ambiental mediante a um valor estabelecido, nem se limita apenas a compensar os danos gerados, mas sim, a evitar os danos ao meio ambiente (MILARÉ, 2016).

Diante do exposto, conclui-se que a configuração do dano ambiental é dotada de certas complexidades, a começar por sua própria definição, a qual é aberta e sujeita ao caso concreto,

abrangendo desde os prejuízos causados aos recursos ambientais, até os prejuízos aos elementos que interagem com a natureza, entre eles o próprio homem.

### **3.3. Incêndios Florestais**

Os incêndios, de modo geral, constituem-se em poderosos agentes de modificação e de destruição de ecossistemas, cujos impactos afetam o equilíbrio natural dos habitats, gerando profundos danos ao meio ambiente, com consequências muitas vezes irreparáveis se seus efeitos não forem mitigados (LUCIARDO, CUNHA E SILVA JUNIOR, 2004). De acordo com os dados do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), no ano de 2018 já foram detectados 8.504 focos de calor no Brasil, sendo o terceiro país da América do Sul com mais focos, ficando atrás apenas da Venezuela e Colômbia, respectivamente.

Deve-se atentar para a diferença entre queimadas e incêndio, sendo o primeiro o uso controlado do fogo de forma planejada para se atingir a um determinado objetivo como, por exemplo, a limpeza de uma pastagem, a qual deverá ser acompanhada de um planejamento prévio. Já o incêndio florestal, é a ocorrência do fogo em qualquer forma vegetativa sem controle, podendo ser causado de diversas formas, desde as naturais, até aquelas causadas pelas ações antrópicas que possuem caráter criminoso, acidental ou inesperado.

As principais causas dos incêndios, de acordo com Rodrigues (2008), são fenômenos oriundos de ações antrópicas como o uso de fogos de artifício, balões, rituais religiosos, queima de resíduos, fogueiras, uso do fogo para realizar limpeza de áreas e renovação de pastagens, incidentes na preparação de aceiros, entre outros. Muitas ocorrências geradas por ações antrópicas se iniciam pelo analfabetismo ambiental, ou seja, alguns indivíduos possuem desconhecimento de processos que possam afetar o meio ambiente.

Com efeito, é preciso ressaltar que os danos gerados pelos incêndios dependem de alguns fatores como duração, intensidade, extensão e frequência dos incêndios e da vulnerabilidade do ecossistema (REZENDE; OLIVEIRA, 2015). Além disso, também são variáveis que afetam os

incêndios florestais o material combustível, a cobertura vegetal, topografia do terreno e as condições climáticas.

O material combustível é fator fundamental para ocorrência do fogo e dentre suas características destaca-se a inflamabilidade, umidade e quantidade. Em relação às condições climáticas, os ventos e a umidade atmosférica influenciam significativamente o incêndio, na medida em que afetam na propagação do fogo. A topografia afeta a circulação dos ventos e a alocação de material vegetal. (RODRIGUES, 2008).

Os incêndios então correspondem ao fogo descontrolado o qual depende da interação do triângulo que compreende os seguintes vértices: combustível, comburente, e calor. O combustível é tudo aquilo que está sujeito a incendiar, o comburente é o oxigênio e o calor é o que o mantém e proporciona a propagação do fogo e a fonte de energia para o início do processo. Além das chamas, as colunas de fumaça são consequência dos incêndios e elas muitas vezes são o sinal visual indicativo de alguma ocorrência. A fumaça é o conjunto de vapor de água, gases e materiais particulados finos, e sua forma e cor dependem da intensidade do incêndio, tipo de combustíveis, superfície da área ardente e perfil dos ventos (ICMBIO, 2010).

São notórios os prejuízos acarretados pelos incêndios tanto do ponto de vista ambiental quanto socioeconômico já que essa ação danosa afeta a segurança de pessoas e bens. Para Lopes (2013), destacam-se como consequências de tal dano:

O aumento das emissões de gases, o aumento do fenômeno de erosão e consequentemente de deslizamentos de terras devido à destruição da camada superficial vegetativa; [...] a elevada quantidade de nutrientes contida nas cinzas que são transportadas e que podem alterar as propriedades da água; a destruição da fauna e da flora. Também destroem a floresta enquanto ecossistema e o risco de incêndio faz diminuir o seu valor. Acrescenta-se que os incêndios constituem igualmente uma ameaça à segurança, sendo responsáveis pela morte de bombeiros, de civis e pela destruição de habitações e outro patrimônio (2013, p. 8).

### 3.3.1. Tipos de incêndio

Destacam três tipos de incêndios florestais: o subterrâneo, o de superfície ou superficial, e o de copas (Figura 2).

**Figura 2 – Tipos de incêndio florestal**



Fonte: BARBOSA, 2011.

De acordo com Rezende e Oliveira (2015), o incêndio subterrâneo possui lenta propagação, é alimentado pelas camadas de húmus ou turfas existentes sobre o solo mineral e libera pouca fumaça, sendo então mais discreto do ponto de vista visual, contudo, severamente nocivo. Dessa forma, esses são de difícil detecção e combate.

O tipo mais comum no Brasil é o superficial pelo fato da existência de áreas de pastagens e pela uniformidade da vegetação baixa das atividades agrícolas (REZENDE; OLIVEIRA, 2015). Os incêndios superficiais possuem características como rápida propagação, abundância de chamas e liberação intensa do calor, prevalecendo-se na superfície do solo, queimando restos vegetais não decompostos até cerca de um metro e oitenta centímetros a dois metros de altura. Além disso, podem dar origem aos incêndios de copa e subterrâneo havendo condições favoráveis, tais como tipologia de vegetação, material combustível, intensidade de fogo e condições atmosféricas (MARTINS; OLIVEIRA; ARAÚJO, 2010).

Os incêndios de copa, os quais são derivados do incêndio superficial, possuem grande poder destrutivo, alcançando a parte mais oxigenada do ambiente e se propagam rapidamente. Ele ocorre acima de dois metros a partir da superfície do solo, incluindo a copa das árvores sendo tarefa mais árdua seu combate. As condições fundamentais para que haja ocorrência de incêndios

de copa são folhagem combustível e presença de vento para transportar o calor de copa em copa. Um fator que influi na sua propagação é o vento, sendo que quando este inexistente raramente o fogo atinge e se expande pela copa das árvores (BARBOSA, 2011).

### **3.4 Unidades de Conservação de Minas Gerais e a ocorrência de incêndios**

De acordo com a Lei 9.985/00, Unidades de Conservação (UC) representam espaços territoriais e seus recursos ambientais com características naturais relevantes, com objetivos de conservação e limites definidos, sendo instituídas pelo Poder Público e que possuem garantias adequadas de proteção. As Unidades de Conservação se dividem em dois grupos com características específicas quais sejam: Unidades de Proteção Integral e Unidades de Uso Sustentável.

As Unidades de Proteção Integral objetivam a proteção da natureza e possuem regras e normas mais restritivas sendo permitido apenas o uso indireto dos recursos naturais, isto é, aquele que não envolve consumo, coleta ou dano aos recursos naturais. Essas Unidades possuem as seguintes categorias: Estação Ecológica, Reserva Biológica, Parque Nacional, Monumento Natural e Refúgio Silvestre.

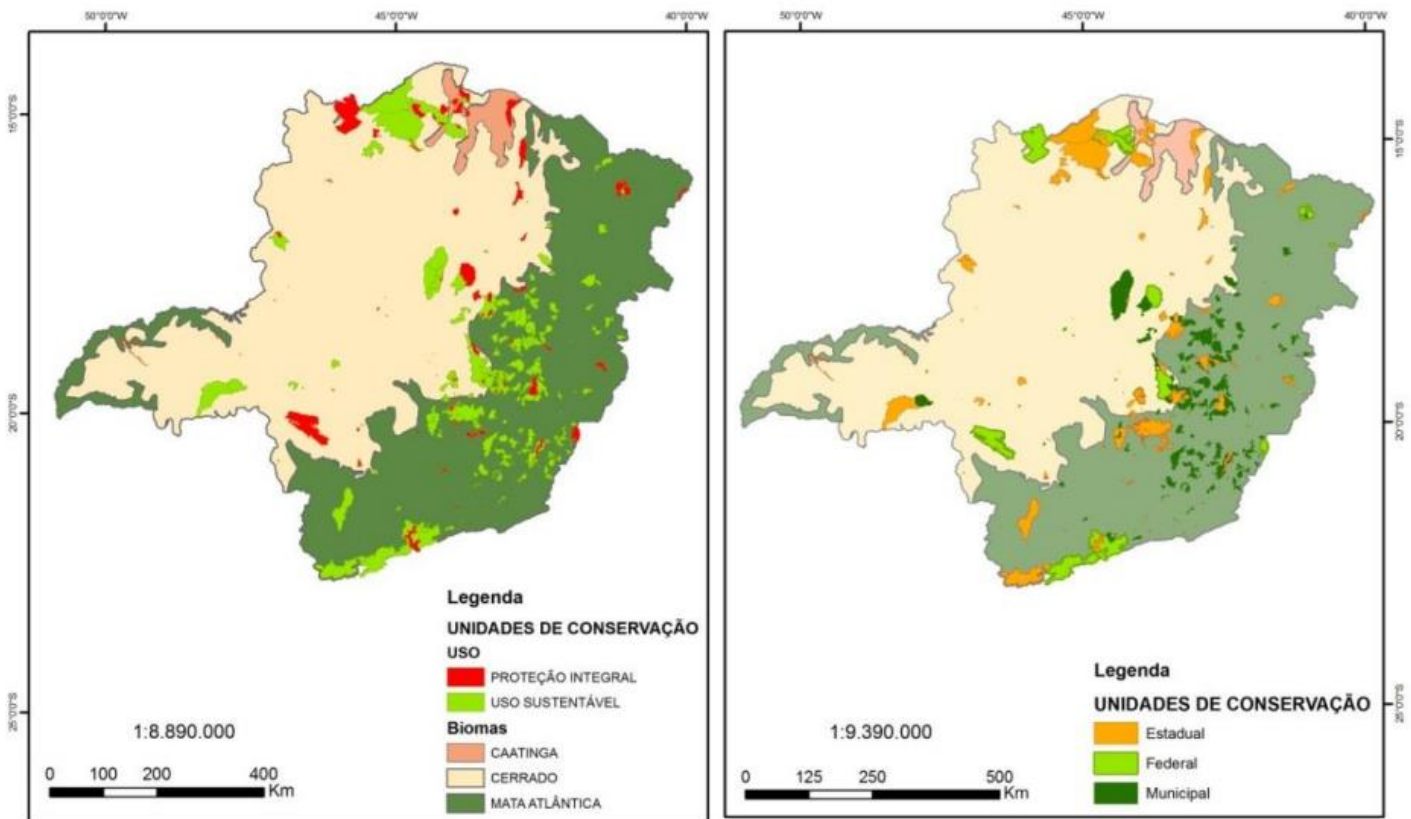
As Unidades de Uso Sustentável, por outro lado, visam conciliar a conservação da natureza com o uso sustentável dos recursos naturais, sendo que as atividades que envolvem coleta e uso dos recursos naturais são possíveis de serem realizadas, desde que praticadas de forma a assegurar a manutenção dos recursos ambientais renováveis e dos processos ecológicos. As categorias presentes nesse grupo são: Área de Proteção Ambiental, Área de Relevante Interesse Ecológico, Floresta Nacional, Reserva Extrativista, Reserva de Fauna, Reserva de Desenvolvimento Sustentável e Reserva Particular do Patrimônio Natural.

As especificidades de solo, clima e diferentes formas de relevo propiciaram paisagens bem variadas recobertas por vegetações características no estado de Minas Gerais o qual é composto por três biomas: Cerrado, Mata Atlântica e Caatinga. De acordo com Minas Gerais



(2018), a maior parte do território mineiro é composta pelo Cerrado, em sua porção centro ocidental, representando 57%, seguido de Mata Atlântica a leste, 41%, e Caatinga a norte, 2%. Entretanto, a distribuição das unidades é desigual entre os biomas e regiões de Minas Gerais (MG) sendo que o bioma com mais unidades é a mata atlântica com 58 % das unidades de conservação do estado, seguido do cerrado com 39% e Caatinga com 3% (Figura 3) (MINAS GERAIS, 2014).

**Figura 3 – Unidades de Conservação e Biomas de Minas Gerais**



Fonte: MINAS GERAIS, 2014.

De acordo com o Ministério do Meio Ambiente (2017), no Brasil existem 147 Unidades de Conservação de Proteção Integral e 812 Unidades de Uso Sustentável, totalizando 959 unidades na esfera federal. Desse total, Minas Gerais engloba 106 dessas unidades, representando 11% do total de Unidades de Conservação federal do país.

De acordo Soares e Santos (2002), em estudos sobre o perfil dos incêndios florestais em Unidades de Conservação, o estado de Minas Gerais apresentou maior número de ocorrências de incêndio, no período de 1994 a 1997, entre os estados brasileiros. Em outro estudo, em período posterior, 1998 a 2002, a tendência da estatística volta a se repetir já que Minas Gerais apresentou maior número de ocorrências em UCs, correspondendo a 50,32% do número de incêndios e também possuiu a maior área queimada, representando 64,74% da área queimada do Brasil nesse período (SANTOS; SOARES; BATISTA, 2006). Os autores elucidam que isso se deve ao fato de Minas Gerais é o estado com maior área reflorestada do país e apresenta, na maior parte do território, uma estação de seca prolongada, que aumenta o risco de incêndios devido às condições favoráveis à propagação do fogo.

Continuando a análise histórica dessas ocorrências, ainda percebe-se que Minas Gerais permanece com elevados números, já que de acordo com Torres et al., (2016), no período de 2008 a 2012, o estado foi o terceiro com maior número de ocorrências de incêndio florestais em UCs federais apresentando menor número que os estados do Ceará e Rio de Janeiro, respectivamente. Nesse diapasão, percebe-se a importância da análise dos incêndios florestais em Unidades de Conservação de Minas Gerais tanto do ponto de vista dos danos gerados, das ações de recuperação necessárias e da valoração econômica ambiental dessas áreas sob efeito de incêndios.

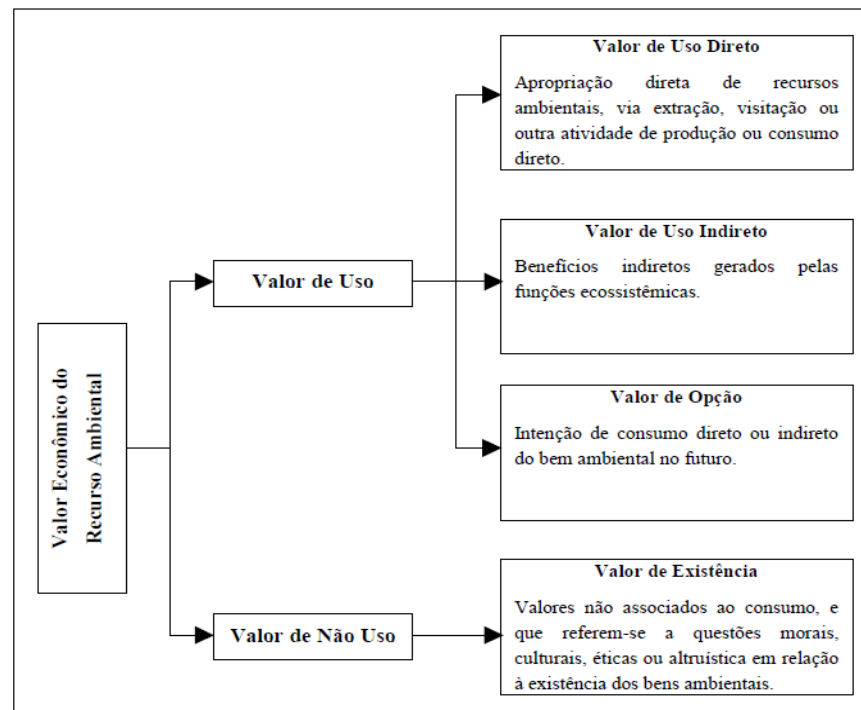
### **3.5 Valoração Econômica Ambiental**

A valoração econômica de um recurso ambiental é a estimativa do valor monetário deste em relação aos outros bens e serviços disponíveis na economia. Na busca de estimar valores para os recursos naturais e disponibilizar subsídios técnicos para sua exploração racional, tem-se os métodos, ou técnicas, de valoração econômica ambiental (KLOTZ, 2016). A valoração pode ser útil para diferentes níveis de gestão ambiental, considerando que ela pode ser confrontada com gastos já realizados por políticas públicas, permitindo inferir se esses estão sendo suficientes para cobrir os valores de recuperação de danos já causados.

O desafio da valoração ambiental deve ser enfrentado com a consciência de que os resultados podem ser passíveis de críticas e que, de acordo com o ponto de vista em que se colocam seus elaboradores, os cálculos serão reflexos das múltiplas variáveis utilizadas (MOTTA, 1997).

É comum na literatura que o Valor Econômico do Recurso Ambiental (VERA) seja desdobrado em Valor de Uso (VU) e valor de não-uso (VNU) sendo que o primeiro é dividido em Valor de Uso Direto (VUD), Valor de Uso Indireto (VUI) e Valor de Opção (VO) (Figura 4).

**Figura 4 – Decomposição do valor econômico de um recurso ambiental**



Fonte: MAIA, ROMEIRO E REYDON, 2004.

Para Maia, Romeiro e Reydon (2004), enquanto os fluxos de bens e serviços ambientais gerados pelo consumo definem os atributos relacionados ao seu valor de uso, os atributos relacionados à própria existência do recurso, sem qualquer associação ao seu uso presente ou futuro, configuram o valor de não uso, ou valor de existência do recurso ambiental.

Dessa forma, o VERA pode ser encontrado pela soma do valor de uso direto, valor de uso indireto, valor de opção e valor de existência. No entanto, Motta (1997) aduz que, um tipo de uso pode excluir outro tipo de uso do recurso ambiental, como por exemplo, o uso de uma área para agricultura pode excluir seu uso para conservação da floresta que cobre o solo, dessa forma, a primeira etapa na determinação do VERA é identificar os conflitos de uso.

A tarefa de valorar economicamente um recurso ambiental consiste em determinar quanto melhor ou pior estará o bem-estar da sociedade devido a mudanças na quantidade de bens e serviços ambientais, seja na apropriação por uso ou não (KLOTZ, 2016).

### 3.5.1 Métodos de valoração

Podem-se classificar os métodos de valoração em diretos e indiretos em que os diretos procuram captar as preferências das pessoas utilizando-se de mercados hipotéticos ou de mercados de bens complementares para obter a disposição a pagar dos indivíduos pelo bem ou serviço ambiental. Por outro lado, os métodos indiretos procuram obter o valor do recurso através de uma função de produção, relacionando o impacto das alterações ambientais a produtos com preços no mercado (MAIA; ROMEIRO; REYDON, 2004).

Todos os métodos de valoração apresentam limitações na captação dos diferentes tipos de valores do recurso ambiental já que, esta tarefa não é fácil. Dessa forma, não há como evidenciar a eficácia de um em relação a outro, ainda porque não há como precisar o real valor de um bem ou serviço ambiental. Com efeito, a escolha correta deverá considerar principalmente o objetivo da valoração, a eficiência do método para o caso específico e as informações disponíveis (MAIA; ROMEIRO; REYDON, 2004).

Os métodos indiretos utilizam uma função de produção para estimar o valor de um recurso ambiental, com o intuito de mensurar impactos de alterações marginais no setor econômico, através do uso de produtos que agem como referência quando afetados por mudanças

ao meio natural. De acordo com Motta, (1997) alguns dos métodos indiretos são: método de produtividade marginal e método de mercado de bens substitutos que se caracterizam por:

a. *Método de produtividade marginal:* observa-se o valor do recurso ambiental, pela sua contribuição como fator de produção ou insumo de outro produto industrializado, verificando então o impacto do uso do recurso em uma atividade econômica. O papel do recurso ambiental, nesse método, é representado por uma função denominada dose-resposta, que representa a análise entre o nível de produção de determinado produto e o nível de fornecimento de um bem natural, mensurando o impacto na produção. É uma das técnicas mais simples, e por esse fato mais amplamente utilizada.

b. *Método de mercado de bens substitutos:* esse método parte do princípio de que a escassez ou perda de qualidade de um serviço ou bem ambiental irá aumentar a procura por substitutos para manutenção da qualidade de vida da sociedade. Uma limitação desse método é que geralmente as estimativas são subdimensionadas por não levar em conta os valores de opção e existência dos recursos ambientais. Derivam-se desse método quatro técnicas: custos evitados, custos de controle, custos de reposição e custos de oportunidade.

Os métodos diretos são caracterizados pela análise da preferência dos indivíduos, através de mercado hipotéticos pelo método de avaliação de contingente e, de mercado de bens complementares pelos métodos de preços hedônicos e custo de viagem, sendo eles:

a. *Método de avaliação de contingente:* esse método busca avaliar a disposição a pagar para prevenir ou a disposição a receber para aceitar uma alteração no fornecimento de um bem. É dado pela consulta em caráter estatístico a população, para captar os valores atribuídos a um recurso natural. Ademais, se caracteriza pela flexibilidade e adaptabilidade, exigindo, contudo cuidados no planejamento e execução das pesquisas pela consulta a população.

b. *Método de preço hedônicos*: se caracteriza pelo estabelecimento da relação entre os atributos e características de um bem privado, cujos atributos sejam complementares a serviços e bens ambientais. Dessa forma, é possível avaliar o valor implícito do atributo ambiental no preço de determinado produto. É frequentemente aplicado a preços de propriedades.

c. *Método de custo de viagem*: é o método mais indicado para a estimação de demanda por bem ou serviço ambiental, com base em atividades recreacionais. Então, o valor dos recursos ambientais é dado pelos gastos de indivíduos com a viagem ao sítio natural, incluído deslocamento, transporte, taxa de entrada e outros gastos complementares.

A valoração econômica ambiental é critério imprescindível no processo de tomada de decisões no que tange a definição de políticas ambientais e de desenvolvimento sustentável. Além disso, é capaz de gerar eficiência no uso dos recursos ambientais, transferindo para a própria população a priorização dos impactos mais relevantes e gerando maior conscientização, na medida em que permite a construção de sistemas de atribuição de valores ao meio ambiente.

### **3.6 Aplicação da Valoração Ambiental na Perícia**

É válido ressaltar um importante campo onde a valoração econômica ambiental pode ser empregada como ferramenta que é o da Perícia Ambiental. De acordo com a Lei de Crimes Ambientais, Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998, que dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, em seu Art. 19 é observado que na perícia de constatação do dano ambiental, sempre que possível, deve-se fixar o montante do prejuízo causado para efeitos de prestação de fiança e cálculo de multa.

Uma das formas de demonstração do montante do prejuízo causado pelos danos ambientais são as técnicas de valoração. A perícia, na tentativa de calcular o valor do prejuízo facilita o entendimento dos avaliadores da situação, os magistrados. Contudo, a legislação não

determina, no âmbito das infrações penais ambientais, uma metodologia padronizada para o cálculo do valor atribuído ao dano.

No estado de Minas Gerais, o Decreto 47.383, de 02 de março de 2018, estabelece normas para licenciamento ambiental, tipifica e classifica infrações às normas de proteção ao meio ambiente e estabelece procedimentos administrativos de fiscalização e aplicação das penalidades. Dessa forma, este Decreto estipula o valor de multas associadas a danos ambientais e entre as infrações relacionadas, têm-se algumas vinculadas a incêndios florestais. Com isso, na falta de metodologias de cunho específico para valoração dos danos ambientais, muitos peritos utilizam como base os valores de multa previstos no Decreto para atribuição de valor ao dano.

Além disso, o Art. 85 do Decreto Estadual trata sobre as circunstâncias em que serão aplicadas atenuantes e agravantes ao valor base da multa, e elucida que danos sobre Unidades de Conservação terão aumento da multa em 30%. As infrações relacionadas aos incêndios florestais são representadas pelos códigos 310 a 316 e 319 (Quadro 1).

**Quadro 1 – Infrações do Decreto 47.383 relacionadas a incêndios florestais**

<b>Código da infração</b>	<b>Descrição</b>	<b>Classificação</b>
<b>310</b>	Fazer queima controlada com autorização, sem tomar as precauções adequadas.	Grave
<b>311</b>	Fazer queima controlada sem autorização do órgão ambiental.	Gravíssima
<b>312</b>	Criar condições favoráveis à ocorrência de incêndios florestais em áreas consideradas críticas, como margens de rodovias e ferrovias, áreas de preservação permanente, reserva legal, unidades de conservação de uso sustentável e unidades de conservação de proteção integral e zona de amortecimento, corredores ecológicos, fragmentos florestais nativos e sob linha de transmissão de energia elétrica.	Grave
<b>313</b>	Empregar, como combustível, produtos florestais ou hulha, sem uso de dispositivos que impeçam a difusão de fagulhas, suscetíveis de provocar incêndio nas florestas.	Grave
<b>314</b>	Provocar incêndio em florestas e demais formas de vegetação.	Gravíssima
<b>315</b>	Deixar de prestar apoio logístico ao órgão ambiental para extinção de incêndio florestal iniciado em sua propriedade que venha a atingir unidades de conservação de uso sustentável, de proteção integral e zona de amortecimento.	Gravíssima
<b>316</b>	Impedir o órgão ambiental de adentrar em sua propriedade para fins de combate a incêndio florestal.	Gravíssima
<b>319</b>	Causar dano direto ou indireto em unidades de conservação.	Gravíssima

Fonte: Adaptado de Decreto 47.383.

Cada infração possui um tipo de incidência, podendo ser por ato, por hectare ou fração, por declaração, por documento, por atividade e por exercício. As multas são expressas em

Ufemgs, que representa o valor da unidade Fiscal do Estado de Minas Gerais e para o exercício de 2018 é R\$ 3,2514.

Diante do exposto ao longo da fundamentação teórica e, considerando a importância das Unidades de Conservação e a magnitude dos efeitos devastadores de incêndios nestas áreas, nota-se que a valoração econômica ambiental é uma ferramenta imprescindível para o fornecimento de subsídios a decisões mais racionais e objetivas pelo poder público, priorizando o correto uso dos bens e serviços ambientais fornecidos a sociedade.



## **4 METODOLOGIA**

A metodologia para valoração de áreas de Unidades de Conservação de Minas Gerais, que foram atingidas por incêndio, baseou-se na proposição de critérios, sendo esses responsáveis pela associação de valor monetário ao dano gerado.

A estrutura da metodologia proposta foi apresentada por meio de uma planilha em formato eletrônico em ambiente Microsoft Excel® 2010, que possibilita ao usuário a inserção de dados básicos como nome da UC, bioma predominante, área atingida pelo incêndio (ha), tipologia da vegetação, se a unidade permaneceu fechada para visitação em decorrência do incêndio, entre outros. Dessa forma, com a inserção desses dados, é possível a valoração através da escolha dos critérios de acordo com a necessidade do usuário e dos dados por ele obtidos.

Em Minas Gerais, a cobertura vegetal está presente em 33,8 % de seu território, sendo que o estado está inserido no domínio de três biomas diferentes, Cerrado, Mata Atlântica e Caatinga. O Cerrado e a Mata Atlântica representam aproximadamente 90% da cobertura vegetal de Minas e por isso, serão consideradas neste trabalho as Unidades de Conservação contidas nesses biomas. Dessa forma, a metodologia proposta não será aplicável a UCs presentes na Caatinga, por este bioma estar presente em apenas 10% da cobertura vegetal mineira, sendo pouco representativo em relação aos demais biomas do estado.

Com o propósito de aferir o funcionamento da metodologia, foram valorados dois incêndios ocorridos em UCs de Minas Gerais, por meio de Relatórios de Ocorrência de Incêndio Florestal (ROI). Além disso, foram avaliados os incêndios ocorridos no Parque Estadual da Serra do Rola Moça, sendo verificado o valor do dano no período de 2013 a 2016.

### **4.1 Definição dos critérios**

Os critérios definidos pretendem demonstrar o valor econômico atribuído àquela área que sofreu o dano, sendo eles: Restauração da área, Emissão de Gases de Efeito Estufa (GEE),

Visitação da Unidade e Combate ao Incêndio. Dessa forma, o valor total econômico do dano gerado é dado pela soma do valor de cada atributo.

Pretende-se comparar os resultados com os valores propostos pelo Decreto 47.383 de 02 de março de 2018. Dessa forma, é possível escolher qual infração se aproxima das circunstâncias em que o incêndio ocorreu, de acordo com os códigos e suas respectivas infrações disponibilizadas na planilha, e será possível comparar com o valor obtido através da metodologia.

#### 4.1.1 Restauração da Área

De acordo com o Ministério do Meio Ambiente (2017), “Restauração ecológica é o processo de auxílio ao restabelecimento de um ecossistema que foi degradado, danificado ou destruído”. A lei 9.985, de 18 de julho de 2000, que institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC) em seu artigo 2º inciso XIV diz que restauração é a “restituição de um ecossistema ou de uma população silvestre degradada o mais próximo possível da sua condição original”. A restauração de uma área degradada envolve custos relacionados a vários fatores, tais como o estado de conservação do solo, a existência e a abundância da regeneração natural, riqueza de espécies, a localização dessas áreas com relação às florestas nativas remanescentes, entre outros (CORRÊA; VIEZZER; GIRÃO, 2015).

Para atribuir valor econômico às áreas incendiadas das UCs através do critério Restauração da Área, considerou-se o custo de restauração de algumas técnicas. Para isso, foram levantadas as técnicas mais utilizadas no Brasil para os Biomas Cerrado e Mata Atlântica.

Os custos de restauração levantados basearam-se no estudo desenvolvido pelo Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA) (2016) e a *The Nature Conservancy* (TNC) (2016) e foram inseridos na planilha eletrônica para escolha do usuário, de acordo com as características locais do incêndio e das técnicas de restauração (Quadro 2).

Além disso, considerou-se duas intensidades de incêndio: alta e baixa. O incêndio de alta intensidade é caracterizado por condições agravantes como maior degradação do solo, dificuldade de acesso e ausência de regenerantes, já o incêndio de baixa intensidade é

representado por condições desfavoráveis mais amenas requerendo uma quantidade menor de insumo (BENINI, 2016).

**Quadro 2 - Técnicas de restauração por bioma presente em UC de Minas Gerais**

<b>Bioma</b>	<b>Cerrado</b>		<b>Mata Atlântica</b>
<b>Formações</b>	<b>Formações Savânicas</b>	<b>Formações Florestais</b>	<b>Todas as formações</b>
<b>Técnicas</b>	Plantio Total (Mudas e Sementes)	Plantio Total (Mudas e Sementes)	Plantio Total (Mudas)
	Condução da Regeneração Natural	Condução da Regeneração Natural	Condução da Regeneração Natural
	Regeneração Natural	Regeneração Natural	Regeneração Natural
	Plantio Total (Apenas Sementes)	Plantio Total (Apenas Sementes)	Adensamento/ Enriquecimento (Semente)
	Adensamento/ Enriquecimento (Semente)	Adensamento/ Enriquecimento (Semente)	Adensamento/ Enriquecimento (Muda)
		Adensamento/ Enriquecimento (Muda)	

Fonte: Autoria própria

De acordo com o IPEA (2016) e a TNC (2016), os valores dos custos de restauração foram estimados no período de julho de 2016, dessa forma, para mantê-los atualizados esses foram corrigidos para o período de setembro de 2018 através do Índice Geral de Preços de Mercado (IGP-M) medido pela Fundação Getúlio Vargas (FGV) (Equação 1).

$$CR = CT \times A \times IGP-M \quad (\text{Equação 1})$$

Em que:

CR: Custo de restauração total corrigido (R\$);

CT: Custo por técnica de restauração (R\$/ha);

A: Área queimada (ha);

IGP-M: Índice Geral de Preços de Mercado para correção do valor do custo (adimensional).

#### 4.1.1.1 *Descrição e custos das técnicas de restauração*

O plantio total de mudas e sementes consiste no plantio de espécies vegetais (herbáceas, arbustivas e arbóreas), nativas ou não, com uma ou mais espécies, para formação de uma comunidade vegetal (EMBRAPA, 2018). Essa técnica engloba, de maneira geral, para o cenário de alta intensidade de incêndio as atividades de controle de formigas cortadeiras, coroamento, roçada, preparo do solo, aplicação de hidrogel, plantio de mudas, replantio, semeadura, ressemeadura, adubação de base, adubação de cobertura e aplicação de calcário. Seus principais insumos são: mudas, sementes, fertilizante, hidrogel, calcário, formicida e herbicida. Entretanto, no cenário de incêndio de baixa intensidade as atividades se resumem ao preparo do solo, plantio de mudas, semeadura e replantio, tendo como insumo, mudas e sementes.

A técnica de condução da regeneração natural consiste em adotar ações de manejo que induzam os processos de regeneração natural como o controle de formigas cortadeiras, o coroamento, a roçada e adubação de cobertura e utiliza os insumos: formicida e fertilizante. Para o cenário de incêndio de baixa intensidade considerou-se apenas as atividades de coroamento e roçada (BENINI, 2016).

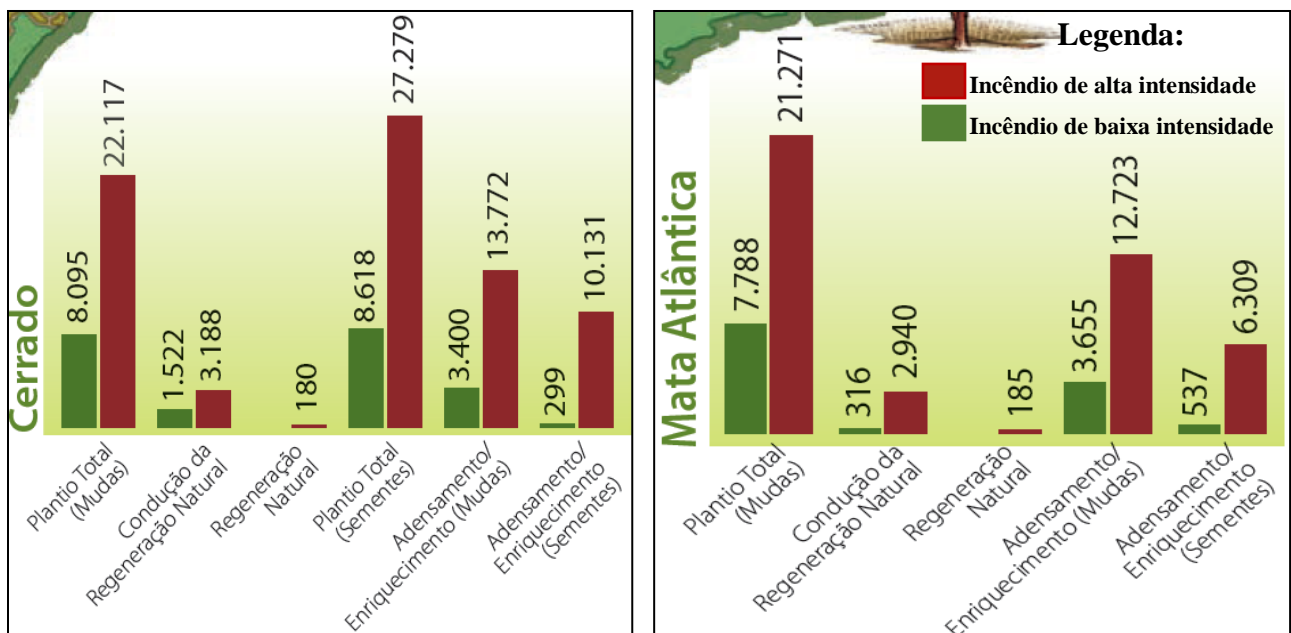
A regeneração natural, entretanto, consiste em deixar os processos naturais atuarem livremente, sendo que sua atividade principal se baseia apenas no controle das formigas cortadeiras. Isto se deve ao fato de que as áreas propícias a receberem tal técnica sofreram uma perturbação mais amena e apresentam maior densidade e diversidade de plantas nativas regenerantes, incluindo rebrotas. Apenas a condição de incêndio de alta intensidade contabilizará os custos dessa técnica, já que para um incêndio de baixa intensidade, os custos para aplicação desta técnica seriam irrisórios.

A técnica de adensamento/enriquecimento, de mudas ou sementes, consiste na introdução de indivíduos de espécies do estágio inicial de sucessão nos espaços com falhas de regeneração natural e espécies de estágio final em áreas com melhores condições do solo já com presença de vegetação nativa (EMBRAPA, 2018). Considerando um incêndio de baixa intensidade sua atividade se resume a semeadura ou plantio de mudas. Por outro lado, em situações de incêndio mais rigoroso é executado o controle de formigas cortadeiras, coroamento, roçada, semeadura ou

plântio de mudas, ressemeadura, adubação de cobertura e aplicação de calcário, utilizando os insumos de sementes ou mudas, fertilizantes e calcário.

Os custos de restauração (Figura 5) variam de formação florestal e bioma, pois em cada projeto de restauração é necessário uma quantidade de insumos diferentes por suas diferentes características, como os diferentes tipos de vegetação e solo.

**Figura 5 – Custo de restauração (R\$/ha) para o Cerrado (Formações Florestais) e Mata Atlântica**



Fonte: Adaptado de BENINI, 2016

#### 4.1.2 Emissão de Gases de Efeito Estufa

Os Gases de Efeito Estufa (GEE) considerados no critério Emissão de Gases de Efeito Estufa foram: gás carbônico (CO<sub>2</sub>), metano (CH<sub>4</sub>) e óxido nitroso (N<sub>2</sub>O). A quantificação da emissão dos gases (Equação 2) foi feita baseada no estudo de Brasil (2017):

$$L_{\text{fire}} = A \times MB \times Cf \times Gef \times PAG \times 10^{-3} \quad (\text{Equação 2})$$

Em que:

L<sub>fire</sub>: quantidade de gás de efeito estufa emitido proveniente de queimadas por gás (CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> e N<sub>2</sub>O) (toneladas de CO<sub>2e</sub>). Para a emissão dos gases CH<sub>4</sub> e N<sub>2</sub>O é feita a conversão para CO<sub>2</sub> equivalente (CO<sub>2e</sub>) através do fator PAG;

A: área queimada (hectares);

MB: massa de combustível disponível para combustão (toneladas/hectare);

C<sub>f</sub>: fator de combustão (adimensional);

G<sub>ef</sub>: fator de emissão de matéria queimada (g/Kg);

PAG: potencial de aquecimento global (adimensional).

A variável MB foi calculada a partir do estoque de carbono obtida de estudos na área (Quadro 3). Dessa forma, a quantidade de estoque de carbono foi dividida por 0,47 para realizar a conversão de carbono para biomassa seca, pois cerca de 47% da biomassa seca é carbono (IPCC, 2006).

**Quadro 3 – Massa de combustível disponível para combustão por tipologia vegetal**

<b>Bioma</b>	<b>Tipologia</b>	<b>MB (t/ha)</b>	<b>Estoque de carbono tC/ha</b>	<b>Referências</b>
<b>Cerrado</b>	Campo	359,57	169	Silva et al. (2004)
	Campo Cerrado	11,36	5,34	Inventário Florestal de Minas Gerais (2008)
	Cerrado Strictu Senu	30,23	14,21	
	Cerradão	67,62	31,78	
	Veredas	17,47	8,21	Sales (2016)
<b>Mata Atlântica</b>	Campo Rupestre	32,38	15,22	MMA (2017)
	Floresta Estacional Semidecidual	171,81	80,75	
	Floresta Ombrófila	222,77	104,7	Watzlawicket al. (2012)

Fonte: Autoria própria

O valor atribuído ao critério emissão de GEE é dado pela multiplicação da quantidade de emissão de CO<sub>2e</sub>, obtida através da soma da emissão dos gases CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> e N<sub>2</sub>O, pelo preço médio da tonelada de carbono para projetos florestais no mercado de carbono voluntário em 2017, US\$ 5,1 por tonelada de CO<sub>2e</sub> (FOREST TRENDS' ECOSYSTEM MARKETPLACE, 2017) que equivale a R\$ 19,28, de acordo com a cotação do dólar americano em setembro de 2018.

#### 4.1.3 Visitação da Unidade de Conservação

Em geral, as Unidades de Conservação de Minas Gerais que são abertas à visitação cobram uma taxa de entrada que varia de preço de acordo com a unidade e sua esfera administrativa. A atribuição de valor a este critério, Visitação da Unidade de Conservação, será dado pela associação da perda de visitação pela ocorrência do incêndio.

Para obter os dados relacionados à média de visitação mensal de UC's de Minas Gerais analisou-se os Planos de Manejo de algumas unidades, sendo elas: Parque Nacional da Serra do Cipó, Parque Estadual do Biribiri, Parque Estadual Lapa Grande, Parque Estadual Serra do Rola Moça, Parque Nacional Serra da Canastra, Parque Nacional do Caparaó, Parque Nacional do Itatiaia, Floresta Nacional de Passa Quatro, Parque Estadual do Ibitipoca, Parque Estadual do Rio Doce e Parque Estadual Serra do Brigadeiro.

Em relação à taxa cobrada para a entrada nas unidades, para UCs federais, os valores serão baseados na Portaria nº 624, de 26 de setembro de 2017, que atualiza a tabela de cobrança de ingressos de acesso às Unidades de Conservação Federais. Desta maneira, adotou-se o preço de entrada para Parques Nacionais, igual a R\$ 17,00 por pessoa e para as demais unidades federais, R\$ 9,00 por pessoa.

Em relação às unidades estaduais foi calculada uma média dos valores de entrada para unidades dessa esfera, tendo como base a média de visitação das unidades utilizadas conforme citado no parágrafo anterior. Dessa forma, o valor médio adotado para unidades estaduais será de R\$ 12,00. É válido ressaltar que o usuário da metodologia deverá incluir esse critério na

valoração econômica da área incendiada somente se a unidade afetada cobrar taxa e for aberta à visitação do público, caso contrário este critério não será válido para valoração do dano.

Como medida conservadora, para cálculo do dano considerando a visitação da unidade, foi considerado que o incêndio, mesmo que afete uma pequena área da UC, compromete a visitação da unidade e dessa forma, adotou-se que no dia do incêndio a unidade se manterá fechada. Caso a unidade fique fechada para visitação por mais dias, basta o usuário informar o tempo em que essa permaneceu fechada.

#### 4.4.4 Combate ao Incêndio

O critério “Combate ao Incêndio” está associado à valoração da área através da atribuição de valor econômico aos aspectos: mão de obra, materiais e equipamentos utilizados para combate.

Em relação à mão de obra, o usuário deve determinar se houve envolvimento de brigadistas voluntários da UC ou bombeiro militar. Caso a mão de obra utilizada tenha sido brigadista voluntário, o custo de mão de obra não será contabilizado, por outro lado, se a escolha for bombeiro militar, o custo da mão de obra foi obtido mediante a multiplicação da quantidade de bombeiros dedicados, o tempo de duração do combate, e a remuneração base de um soldado. O valor da remuneração foi obtido através de consulta ao Portal da Transparência do Governo de Minas Gerais, sendo que o salário de um soldado iniciante é de R\$ 4.098,42, dessa forma, considerou-se que a jornada é de 22 dias ao mês e de 8 horas por dia, resultando em R\$ 23,29 por hora trabalhada.

Para os materiais e equipamentos há também diferenças quanto ao profissional envolvido no combate, para contabilização dos gastos. Tendo em consideração o trabalho dos brigadistas voluntários, foi contabilizado o gasto com Equipamentos de Proteção Individual (EPI), equipamentos de combate a incêndio, e despesas de deslocamento (gasto com combustível). No que diz respeito aos bombeiros militares, estimou-se apenas as despesas de deslocamento, já que estes possuem EPIs e equipamento de combate a incêndio próprios e destinados ao atendimento de ocorrências em geral.



Os EPIs considerados para o combate ao incêndio foram: boné, calça, camiseta, cinto, coturno, luvas de vaqueta, máscara contra fumaça, meia, cantil, capacete, cinto NA, gandola e óculos de segurança. Os equipamentos de combate a incêndio considerados foram abafadores, chicote, ancinho/rastelo, chibanca, enxada, foice e pinga fogo. Além disso, o combustível utilizado no deslocamento poderá ser gasolina, álcool ou diesel. Na inexistência dessa informação, por medida conservadora, o usuário poderá considerar o diesel como combustível devido ao fato de que veículos de maior porte utilizam esse combustível geralmente.

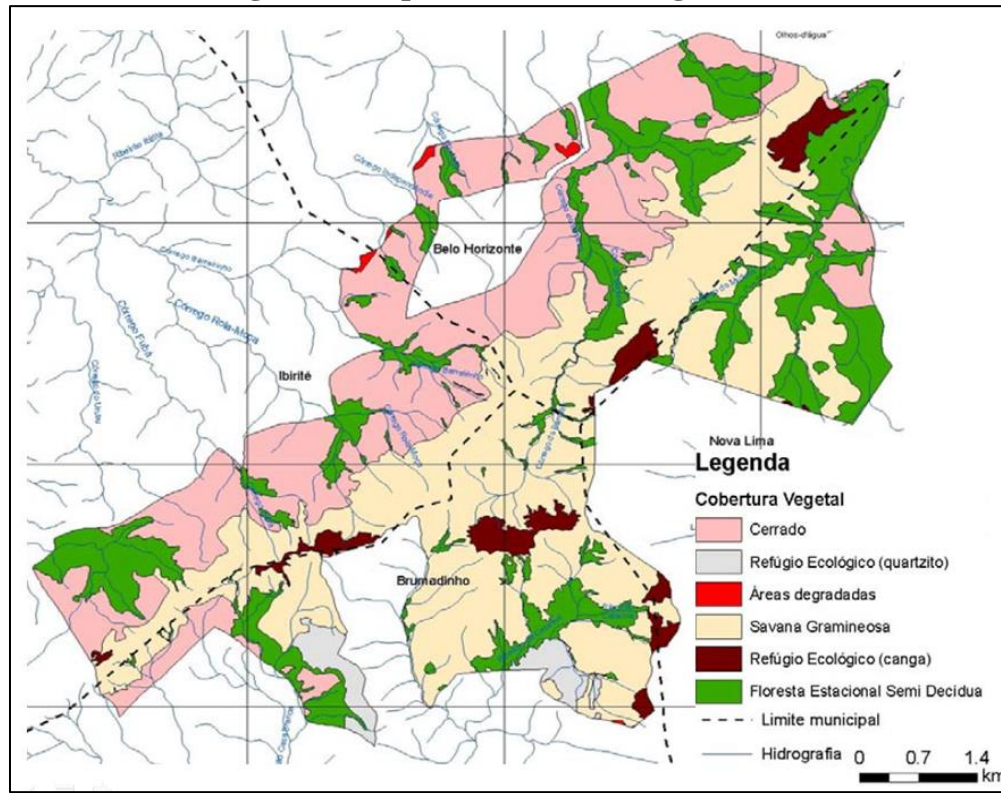
#### **4.2 Estudo de Caso: Parque Estadual da Serra do Rola Moça**

O Parque Estadual Serra do Rola Moça (PERM) é uma Unidade de Conservação Estadual localizada nos municípios de Belo Horizonte, Nova Lima, Ibirité e Brumadinho, com área de 3.941,09 hectares. Está inserido em uma zona de transição dos biomas Cerrado e Mata Atlântica, contudo possui maior área contida no bioma do Cerrado (Figura 6). O PERM é umas das mais importantes áreas verdes de Minas Gerais e é o terceiro maior parque em área urbana do país e abriga um dos mananciais que abastecem a capital (MINAS GERAIS, 2007).

De acordo com seu plano de manejo a importância de sua conservação é fundamental para manutenção dos recursos naturais, destacando-se o recurso hídrico, o qual é um bem fundamental para a população da região metropolitana da capital mineira. Dessa forma, a unidade possui objetivo de conservar e preservar seus mananciais e campos ferruginosos, garantindo de forma sustentável, a integração de atividades da comunidade com a proteção da biodiversidade.

O PERM sofre constantemente com os incêndios, e esses se devem ao fato, segundo Minas Gerais (2007) a presença de atividades humanas no entorno ou dentro do parque que desencadeiam a ocorrência de chama inicial para dar início ao processo de combustão. Isso ocorre seja por incêndios acidentais ou provocados por agricultores.

**Figura 6: Mapa de Cobertura Vegetal do PERM**



Fonte: Adaptado de Minas Gerais (2007).

Foram valorados, de acordo com a metodologia proposta os incêndios ocorridos na unidade no período de 2013 a 2016 e esses valores foram comparados com o Decreto nº 47.383/18. As ocorrências de incêndio foram obtidas por meio dos dados disponibilizados em pelo Instituto Estadual de Florestas (IEF) de Minas Gerais.

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados do trabalho foram divididos em três partes. Na primeira parte é apresentada a planilha eletrônica de valoração ambiental os incêndios em UCs de Minas Gerais. Na segunda parte verificou-se a aplicação e funcionalidade da planilha eletrônica tendo como base Relatórios de Ocorrência de Incêndio (ROIs) emitido pelo Corpo de Bombeiros Militar de Minas Gerais em UCs de MG. Por fim, foram valorados os incêndios ocorridos no PERM no período de 2013 a 2016.

### 5.1 Planilha de Valoração Econômica Ambiental

A planilha em ambiente Microsoft Excel® 2010 foi organizada em duas abas principais, sendo que a primeira, denominada “Página Inicial” solicita ao usuário informações em relação à área e ao incêndio ocorrido nela. São requeridas 16 informações e essas devem ser preenchidas na célula ao lado direito de cada solicitação.

O primeiro campo, “Nome da UC”, deverá contemplar o nome completo da unidade e este é obrigatório. No campo seguinte, “Esfera administrativa”, o usuário deverá escolher entre federal, estadual e municipal, e este também é obrigatório e é utilizado para cálculo da receita perdida com a perda de visitação. No terceiro campo, deverá ser descrito o município de localização da UC, contudo, se essa estiver localizada em mais de um município, o usuário deverá inserir o município em que ela foi afetada pelo incêndio ou onde possua maior área de abrangência.

O quarto e o quinto campo, solicitam ao usuário o bioma e a tipologia da vegetação predominantes na UC, respectivamente, sendo esses obrigatórios e necessários para o cálculo do custo de restauração da área e da emissão de gases de efeito estufa (Figura 7).

Figura 7 – Tela Inicial da Planilha

**METODOLOGIA DE VALORAÇÃO AMBIENTAL EM ÁREAS SOB EFEITO DE INCÊNDIO FLORESTAL EM UCs DE MINAS GERAIS**

Prezado usuário, insira as informações necessárias conforme formulário abaixo

1	Nome da UC*	
2	Esfera administrativa*	▼
3	Município	
4	Bioma predominante da UC*	▼
5	Tipologia de vegetação <sup>1</sup>	▼
6	Área atingida (ha)*	
7	Perímetro do incêndio (m)	
8	Intensidade do incêndio <sup>2</sup>	▼
9	A UC permaneceu fechada durante o incêndio?*	▼
10	Duração do incêndio ou tempo em que a UC permaneceu fechada (dias)	
11	Mão de obra utilizada no combate a incêndio	▼
12	Número de pessoas envolvidas no combate	
13	Duração do combate (horas)	
14	Número de veículos utilizados no combate	
15	Distância percorrida pelo veículo utilizado no combate (Km)	
16	Combustível do veículo	▼

\* Dados obrigatórios

1 - Detalhamento das Tipologias

2 - Detalhamento da intensidade do incêndio



Fonte: Autoria própria

O sexto campo solicita a área atingida pelo incêndio em hectares, sendo obrigatório e necessário para os cálculos do custo de restauração e emissão de GEE. O próximo campo necessita da informação do perímetro da área incendiada, em metros, para auxílio no cálculo da dimensão necessária para a área de rescaldo a qual contempla o planejamento para criação de um aceiro.

O oitavo campo solicita a informação ao usuário da intensidade do incêndio, o que influenciará na escolha da técnica de restauração. O próximo campo questiona ao usuário se a UC permaneceu fechada para visitação durante o incêndio e deve ser respondido apenas com “Sim” ou “Não”. O décimo campo solicita ao usuário que informe a duração do incêndio ou o tempo em que a UC permaneceu fechada, em dias, e este campo deverá ser preenchido apenas se a resposta do item anterior for “Sim”.

Do décimo primeiro ao décimo sexto campo são questionadas informações acerca do combate ao incêndio sendo elas mão de obra utilizada no incêndio, podendo ser brigadista voluntário ou bombeiro militar, número de pessoas envolvidas no combate, duração do combate

em horas, número de veículos utilizados no combate, distância percorrida pelo veículo em quilômetros e, o combustível utilizado pelo veículo.

Para o quinto e sétimo campo, a direita de todas as perguntas existem dois hiperlinks, enumerados de 1 a 2 para maiores detalhamentos das tipologias de vegetação e das intensidades do incêndio, respectivamente. Após a inserção de todos os dados requeridos basta clicar na seta “Resultados” para redirecionamento para a próxima aba.

Na aba resultados estão dispostos os quatro critérios disponíveis para a valoração e o campo de comparação com a legislação. O usuário irá preencher os campos de acordo com sua necessidade, pois além de possuir caráter prático e objetivo, a metodologia busca a flexibilidade, sendo de responsabilidade do usuário a escolha dos melhores parâmetros. Destarte, o usuário poderá considerar apenas os custos de restauração da área ou itens como emissão de GEE, visitação da unidade e combate a incêndio (Figura 8).

**Figura 8 – Resultados – Critérios e comparação com o decreto 47.343/18**

VALORAÇÃO ECONÔMICA AMBIENTAL DE ÁREAS SOB EFEITO DE INCÊNDIO EM UNIDADES DE CONSERVAÇÃO (UC) DE MINAS GERAIS																				
<p>A seguir tem-se os critérios disponíveis para a valoração da área incendiada. Escolha quais critérios usar de acordo com sua necessidade e os dados disponíveis</p>																				
<p style="text-align: center;"><b>1. Restauração da área</b></p> <p>Escolha a técnica de restauração: <input type="text"/></p> <p>Custo da restauração: <span style="float: right;">R\$0,00</span></p>		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 60%;"><b>VALOR TOTAL DO DANO</b></td> <td style="width: 20%;"><b>R\$</b></td> <td style="width: 20%; text-align: center;">-</td> </tr> </table>	<b>VALOR TOTAL DO DANO</b>	<b>R\$</b>	-															
<b>VALOR TOTAL DO DANO</b>		<b>R\$</b>	-																	
<p style="text-align: center;"><b>2. Emissão de Gases de Efeito Estufa</b></p> <p>Escolha os gases que deseja contabilizar: <input type="text"/></p> <p>Toneladas de GEE emitido pela queima (CO2e): <span style="float: right;">0,0</span></p> <p>Valor atribuído as emissões de GEE: <span style="float: right;">R\$0,00</span></p>		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 40%;">Comparação com o decreto 47.383</th> <th style="width: 30%;">Digite o(s) código(s)</th> <th style="width: 30%;">Valor da multa</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td></td> <td style="text-align: center;">#N/D</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td style="text-align: center;">#N/D</td> </tr> <tr> <td><a href="#">Clique aqui para visualizar os códigos</a></td> <td></td> <td style="text-align: center;">#N/D</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td style="text-align: center;">#N/D</td> </tr> <tr> <td><b>VALOR TOTAL DA MULTA</b></td> <td></td> <td style="text-align: center;"><b>#N/D</b></td> </tr> </tbody> </table>	Comparação com o decreto 47.383	Digite o(s) código(s)	Valor da multa			#N/D			#N/D	<a href="#">Clique aqui para visualizar os códigos</a>		#N/D			#N/D	<b>VALOR TOTAL DA MULTA</b>		<b>#N/D</b>
Comparação com o decreto 47.383		Digite o(s) código(s)	Valor da multa																	
		#N/D																		
		#N/D																		
<a href="#">Clique aqui para visualizar os códigos</a>		#N/D																		
		#N/D																		
<b>VALOR TOTAL DA MULTA</b>		<b>#N/D</b>																		
<p style="text-align: center;"><b>3. Visitação da Unidade de Conservação</b></p> <p>Escolha a UC: <input type="text"/></p> <p>Receita perdida através da visitação: <span style="float: right;">R\$0,00</span></p>																				
<p style="text-align: center;"><b>4. Combate ao incêndio</b></p> <p>Custo de combate: <span style="float: right;">R\$0,00</span></p>																				

Fonte: Autoria própria

O primeiro critério se trata da restauração da área e nele o usuário deve escolher a técnica de restauração escolhida para recuperação da área. Após a escolha da técnica, automaticamente o custo de restauração será mostrado na célula indicada.

O segundo critério se trata da emissão de GEE e nele o usuário deverá escolher quais gases deseja contabilizar na valoração. Como resultado tem-se a emissão dos gases em toneladas decorrente do incêndio e o valor associado a essa emissão de acordo com o mercado voluntário de carbono. Este critério será calculado apenas se o campo tipologia de vegetação estiver preenchido.

O terceiro critério aborda a visitação da Unidade de Conservação e o usuário deve escolher a UC em estudo. Caso a UC não esteja enquadrada na relação apresentada, deve-se escolher entre as seguintes alternativas: Outro Parque Nacional, Outra Unidade Federal, e Outra Unidade Estadual. Após a escolha, será calculada a perda econômica devido a não visitação em decorrência do incêndio.

O quarto critério corresponde ao combate ao incêndio, fase em que o usuário obterá o resultado da atribuição de valor a esse critério, de acordo com o preenchimento do décimo ao décimo sexto campo do formulário à esquerda da planilha.

Após o preenchimento de todos os critérios escolhidos eles serão somados e será disponibilizado o resultado final da valoração ao lado da célula “Valor Total do Dano”. Ademais, pode-se comparar o resultado com o Decreto 47.383/18, em que o usuário escolhe o código da infração que se enquadra com a área em estudo, clicando na célula “Escolha o código da infração”. Existe a possibilidade de escolha de mais de uma infração, sendo que essas são somadas e tem seu resultado à direita do campo “Valor Total da Multa”.

## **5.2 Validação e funcionalidade da metodologia**

Foram valorados incêndios ocorridos nas Unidades de Conservação Parque Estadual do Biribiri (PEB) e Estação Ecológica do Cercadinho (EEC) para avaliação da eficácia e validação da metodologia.

### 5.2.1 Incêndio no PEB

O parque está localizado no município de Diamantina e de acordo com o Relatório de Ocorrência de Incêndio Florestal nº 10/2018 (Anexo A) o incêndio ocorreu na UC no dia 13 de setembro de 2018 e foi detectado por um Brigadista Previncêndio às 15 horas e 30 minutos (Figura 9). Como prováveis agentes causais foram elencados extrativistas vegetais e moradores de entorno, realizando possíveis atividades agropecuárias de limpeza de área para cultivo e renovação da paisagem natural. O incêndio atingiu 12,90 hectares da vegetação de campo rupestre na transição dos biomas Cerrado e Mata Atlântica.

**Figura 9 – Área incendiada do PEB**



Fonte: FERNANDES, 2018

Aplicando-se os dados contidos no ROI à planilha de valoração e considerando a intensidade do incêndio alta, adoção de técnica de restauração plantio total (mudas) e emissão de todos os gases de efeito estufa, obteve-se o valor total do dano de R\$ 302.688 (Cenário 1). Se considerarmos a intensidade do incêndio baixa e a técnica de restauração condução da regeneração natural, o valor total do dano é de R\$ 7.974 (Cenário 2).

Foi considerado que o Parque permaneceu fechado para visitação apenas no dia de ocorrência do incêndio, já que esta informação não estava contemplada no ROI e que o incêndio possuiu uma curta duração (1 hora e 40 minutos). Contudo, como no PEB a entrada para visitação é gratuita este custo não foi um fator somado ao valor total do dano nos dois cenários.

Em relação à comparação com o Decreto 47.383/18 foram consideradas as infrações 312 e 319, pois se aproximam e relacionam com as prováveis causas descritas no ROI. Como resultado, obteve-se o valor total da multa de R\$ 66.441 (Figura 10).

**Figura 10 – Estratificação dos custos e multa**

CENÁRIO 1 - PEB		CENÁRIO 2 - PEB	
Restauração da área	R\$ 299.144,54	Restauração da área	R\$4.430,00
Emissão de Gases de Efeito Estufa	R\$ 424,06	Emissão de Gases de Efeito Estufa	R\$ 424,06
Visitação da Unidade de Conservação	R\$ -	Visitação da Unidade de Conservação	R\$ -
Combate ao incêndio	R\$ 3.120,00	Combate ao incêndio	R\$3.120,00
<b>VALOR TOTAL DO DANO</b>	<b>R\$ 302.688,60</b>	<b>VALOR TOTAL DO DANO</b>	<b>R\$7.974,06</b>

Comparação com o decreto 47.383		
Códigos	312	R\$ 5.917,55
	319	R\$ 60.523,84
<b>VALOR TOTAL DA MULTA</b>		<b>R\$ 66.441,38</b>

Fonte: Autoria própria

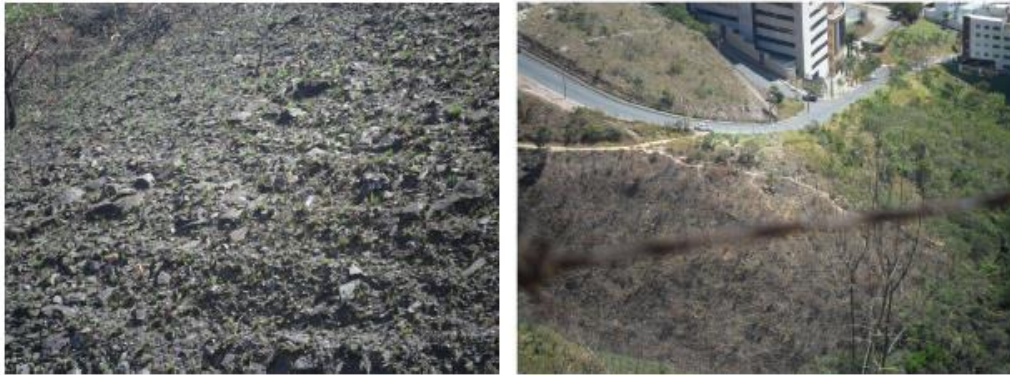
Nota-se que o valor do dano no primeiro cenário é muito discrepante em relação à comparação com o decreto, sendo aproximadamente seis vezes maior. De acordo com a Figura 9 percebe-se que o incêndio afetou severamente a área e dessa forma, o custo para restauração da seria mais alto e, de acordo com a metodologia proposta, o cenário 1 representa melhor a situação. Dessa forma, observa-se que o valor da multa indicado pelo decreto não representa o real valor do dano proposto pela metodologia.

### 5.2.2 Incêndio na EEC

A Estação Ecológica do Cercadinho (EEC) está localizada no município de Belo Horizonte e de acordo com o Relatório de Ocorrência de Incêndio Florestal nº 6/2018 (Anexo B) o incêndio ocorreu no dia 23 de agosto de 2018 e foi detectado pelo Posto da Copasa às 6 horas e 50 minutos (Figura 11). Como provável causa foi citada a ação antrópica e a vegetação atingida foi o Campo Cerrado, situado no bioma do Cerrado com 11,40 hectares de área atingida.



**Figura 11 – Área incendiada na ECC**



Fonte: LIMA, 2018

Aplicando-se os dados contidos no ROI à planilha de valoração e considerando a intensidade do incêndio alta, a técnica de restauração plantio total (mudas e sementes) e emissão de gases de efeito estufa, obteve-se o valor total do dano de R\$ 264.920 (Cenário 1). Se considerarmos a intensidade do incêndio baixa e a técnica de restauração condução da regeneração natural, o valor total do dano é de R\$ 21.750 (Cenário 2).

Foi considerado que a Estação Ecológica permaneceu fechada para visita apenas no dia de ocorrência do incêndio, já que esta informação não estava contemplada no ROI e que o incêndio possuiu uma curta duração (4 horas e 19 minutos). Contudo, como na CEE a visita somente é liberada com agendamento e esta é gratuita este custo não foi um fator somado ao valor total do dano nos dois cenários.

Em relação à comparação com o Decreto 47.383/18 foi considerada a infração 319, pois se aproxima e relaciona com a provável causa descrita no ROI. Como resultado, obteve-se o valor total da multa de R\$ 53.486 (Figura 12).

Novamente, comparando-se com o incêndio no PEB valorado, nota-se que o valor do dano no primeiro cenário é muito discrepante em relação à comparação com o Decreto, sendo aproximadamente cinco vezes maior. Isso se deve ao fato de que o resultado da metodologia é influenciado diretamente pela intensidade do incêndio e pela técnica de restauração escolhida.

**Figura 12 – Estratificação dos custos e multa**

CENÁRIO 1 - EEC		CENÁRIO 2 - EEC	
Restauração da área	R\$ 262.085,93	Restauração da área	R\$ 18.915,72
Emissão de Gases de Efeito Estufa	R\$ 131,48	Emissão de Gases de Efeito Estufa	R\$ 131,48
Visitação da Unidade de Conservação	R\$ -	Visitação da Unidade de Conservação	R\$ -
Combate ao incêndio	R\$ 2.703,56	Combate ao incêndio	R\$ 2.703,56
<b>VALOR TOTAL DO DANO</b>	<b>R\$ 264.920,98</b>	<b>VALOR TOTAL DO DANO</b>	<b>R\$ 21.750,77</b>

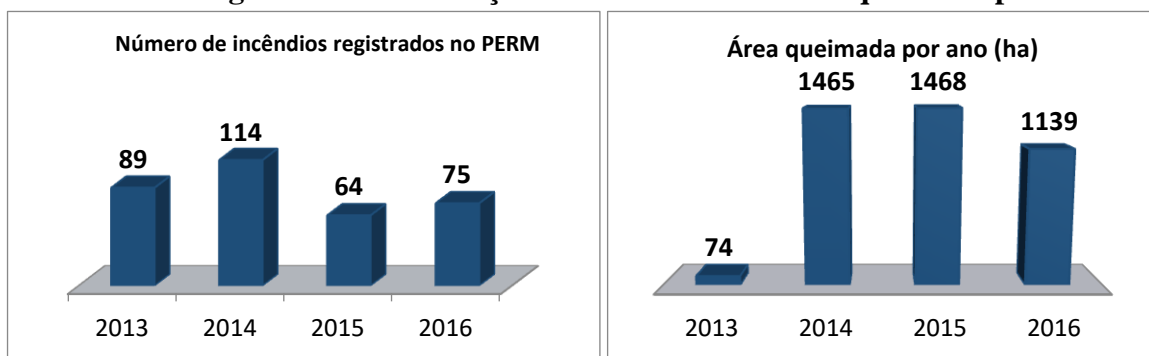
Comparação com o decreto 47.383		
Códigos	319	R\$ 53.486,18
	0	#N/D
<b>VALOR TOTAL DA MULTA</b>		<b>R\$ 53.486,18</b>

Fonte: Autoria própria

Como resultado da avaliação da funcionalidade e aplicação da planilha de valoração proposta percebe-se que esta é aplicável a diferentes tipos de UCs e em diferentes circunstâncias, pois o mesmo foi testado em incêndios ocorridos em um Parque Estadual e uma Estação Ecológica.

### 5.3 Estudo de Caso no PERM

Foram avaliados os incêndios ocorridos na unidade, no período de 2013 a 2016, de acordo com dados fornecidos pelo Instituto Estadual de Florestas (IEF) de Minas Gerais. Os dados se encontravam em planilhas eletrônicas e continham as seguintes informações para cada ocorrência: N° do ROI, detecção, responsável pelo combate, número de combatentes, data, hora, vegetação atingida e provável causa. No período de estudo foram registradas 342 ocorrências de incêndio, atingindo uma área total de 4.146 hectares (Figura 13).

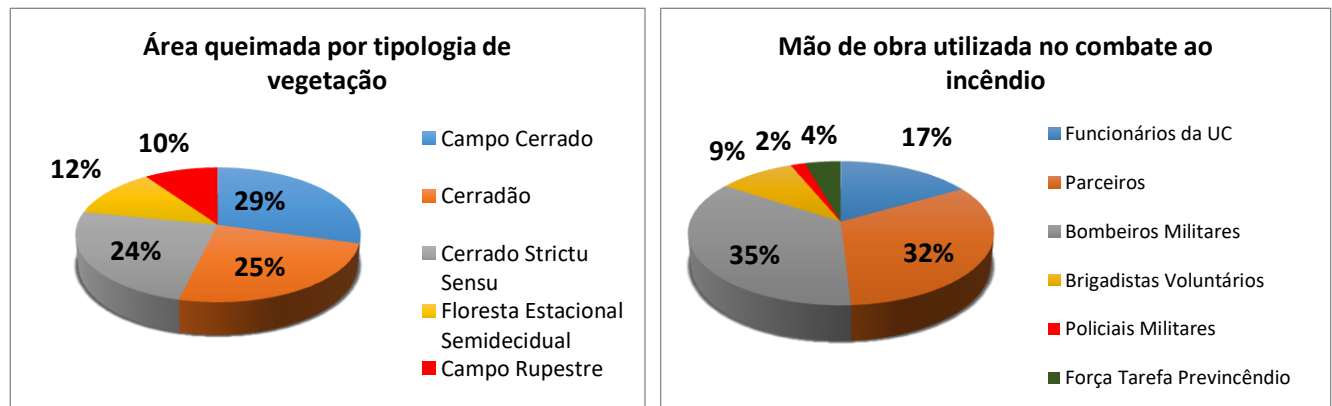
**Figura 13 – Distribuição das ocorrências e área queimada por ano**

Fonte: Autoria própria

Algumas ocorrências não possuíam informações completas ou possuíam informações que não se adequavam aos dados disponíveis pela metodologia como, por exemplo, tipos de vegetação não contemplados, dessa forma elas não foram incluídas na valoração. Com isso, em 2014, foram valorados 94 ocorrências, em 2015, 60 e em 2016, 68 ocorrências, sendo que no ano de 2013 todas as ocorrências registradas foram valoradas. Além disso, foram feitas algumas considerações para adequação de alguns dados no tocante a nomenclatura da vegetação atingida. Dessa forma, as tipologias de vegetação “Cerrado denso” e “Misto cerrado com transição a cerradão” foram considerados como Cerradão e “Pasto”, e “Brachiaria” foram considerados como Campo, “Cerrado Típico” e “Cerrado” foram considerados como Cerrado Strictu Sensu, de acordo com a semelhança entre eles.

Analisando a área queimada por tipologia de vegetação (Figura 14), percebe-se que a mais atingida foi o Campo Cerrado, representando 29% da área total queimada entre 2013 e 2016 e foi majoritariamente incendiada nos anos de 2013 e 2014. Em relação à mão de obra utilizada no combate, destacam-se a atuação dos Bombeiros e de Parceiros da Unidade, representando 35% e 32%, respectivamente, da mão de obra total durante o período analisado.

**Figura 14 – Área queimada por vegetação e mão de obra utilizada**



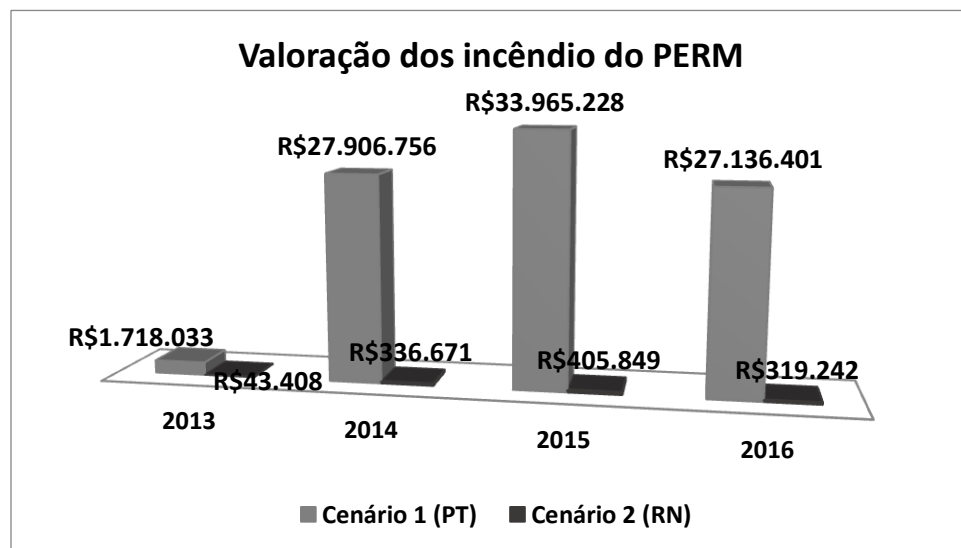
Fonte: Autoria própria

A atribuição de valor ao dano gerado no PERM pela ocorrência dos incêndios foi calculada por ano e foram propostos dois cenários. O primeiro considerou que os incêndios foram de alta intensidade, a técnica de restauração foi o plantio total, considerou-se a emissão de todos

os GEE disponibilizados na metodologia e foi considerada a mão de obra dos Brigadistas. Já o segundo cenário considerou a técnica de restauração regeneração natural e os outros parâmetros de avaliação se mantiveram. O critério de visitação à unidade não pôde ser aplicado ao estudo de caso, pois o Parque Estadual não possui taxa de entrada para visitantes e, além disso, no critério de combate ao incêndio, não foi considerado os custos com combustível por falta de dados relacionados, e o custo com mão de obra dos Bombeiros Militares pela ausência de dados sobre duração do combate ao incêndio.

Como resultado, tem-se que em todos os anos, o cenário 1, que considerou a restauração pelo plantio total (PT), foi superior ao cenário 2. Isso se deve ao fato de que a técnica de plantio total possui um alto custo comparada a regeneração natural (RN) (Figura 15). Percebe-se que o ano de 2015 possui maior valor atribuído ao dano e isso pode ser explicado pelo fato de que nesse ano houve a maior área queimada do período, apesar de apresentar o menor número de ocorrências. Apesar de no ano de 2014 a área queimada ser muito próxima à área de 2015, obteve-se como resultado um valor mais baixo. Isso ocorreu, pois em 2015 a área queimada referente ao bioma Mata Atlântica foi maior que em 2014 e a restauração da vegetação desse bioma é um pouco mais onerosa que a restauração para Cerrado.

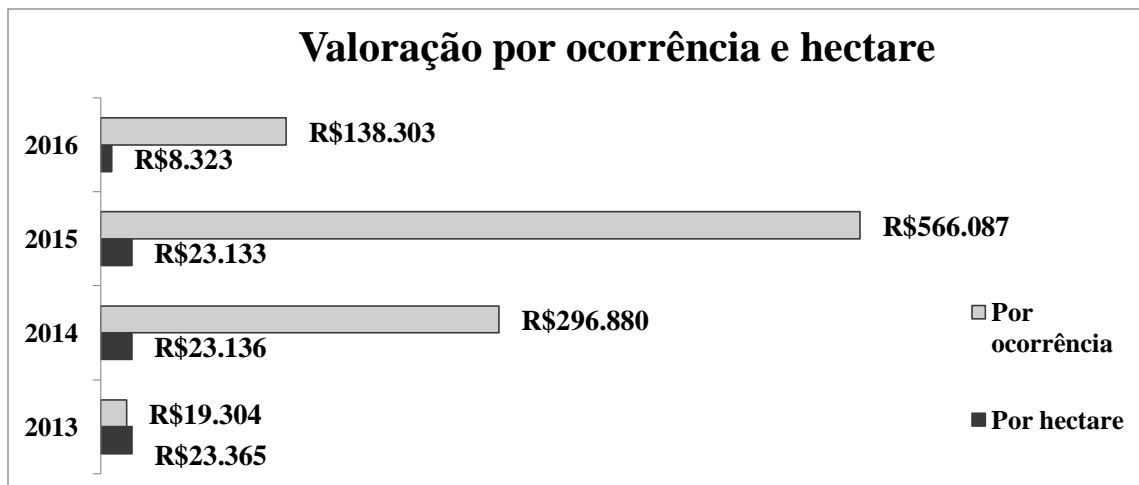
**Figura 15 – Resultado da valoração**



Fonte: Autoria própria

Analisando o valor atribuído ao dano por hectare e por ocorrência, nota-se que por 2015 representar a maior área queimada e o menor número de ocorrências, o valor atribuído a cada ocorrência foi o maior do período em estudo, cerca de R\$ 566.000. Entretanto, observando-se o valor atribuído ao dano por hectare, 2013, 2014 e 2015 apresentam valores muito próximos, e isso ocorre por possuírem quantidades semelhantes de área queimada nas mesmas tipologias de vegetação (Figura 16).

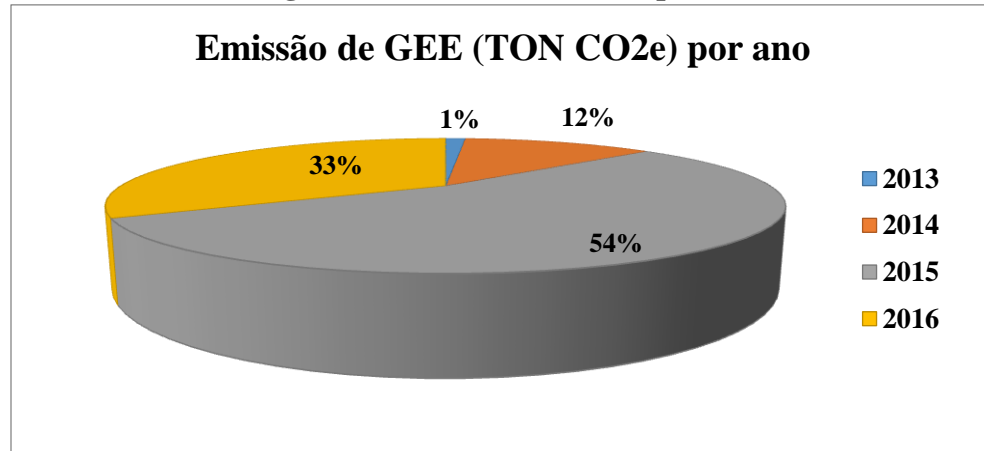
**Figura 16 – Análise por ocorrência e hectare**



Fonte: Autoria própria

É importante ressaltar a emissão de GEE durante esse período, que totalizou 10.638 toneladas de CO<sub>2e</sub>, pois é um dos grandes impactos dos incêndios florestais. O ano de 2015 representou 54% do total de emissões seguido de 2016 com 33%. A tipologia vegetal foi o fator determinante para a emissão de GEE pelos incêndios. No ano de 2016, por exemplo, o Cerradão foi a vegetação que sofreu maiores danos provocados por incêndios, o que gerou maior emissão de GEE se comparado com a vegetação Campo Cerrado, mais atingida no ano de 2014, mesmo apresentando área menor. Isso se deve pelo fato do Cerradão apresentar indivíduos arbóreos de maior porte e densidade arbórea (Figura 17).

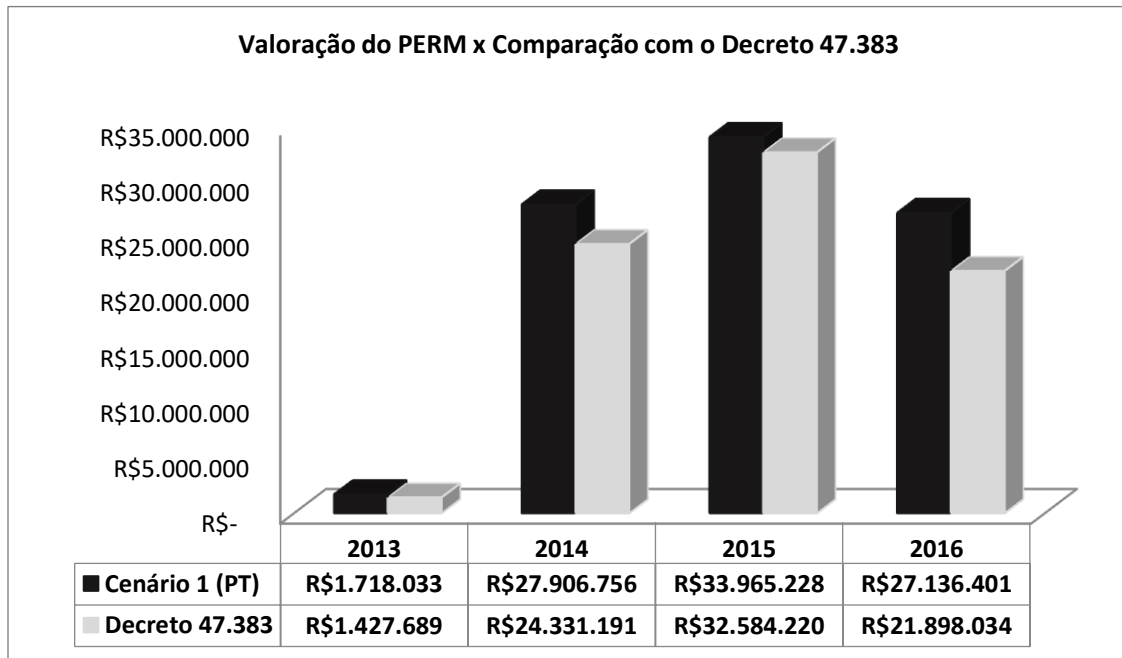
**Figura 17 – Emissão de GEE por ano**



Fonte: Autoria própria.

Para a comparação com o Decreto 47.383/18 foram selecionadas as ocorrências de incêndio cuja provável causa referia-se à origem antrópica e essas coincidiram com as ocorrências que foram valoradas, ou seja, a área utilizada para valoração é a mesma para o cálculo das multas estipuladas pelo Decreto. Dessa forma, foram selecionados os códigos de infração 311, 312, 314 e 319 que podem ser aplicados a incêndio florestais com origem antrópica. Contudo, a provável causa “origem antrópica” é ampla e não demonstra a real causa, então os códigos de infração escolhidos possuem caráter conservador.

Analisando os resultados obtidos com o Decreto e comparando-os com o cenário 1, percebe-se que durante todo o período analisado a metodologia proposta apresentou valores superiores aos valores previstos na legislação em até 24% (Figura 18). Assim como a valoração pela metodologia, os resultados obtidos com o Decreto foram maiores nos anos em que a área queimada foi maior, pois com exceção da infração de código 312, as demais possuem incidência da pena por hectare, ou seja, são proporcionais ao tamanho da área afetada.

**Figura 18 – Comparação da metodologia proposta com o Decreto 47.383/18**

Fonte: Autoria própria

A metodologia proposta busca atribuir um valor econômico ao dano gerado, por meio da quantificação do custo empregado para recuperação e resolução do prejuízo nessas áreas. Isso pode ser realizado por meio de embasamento científico, para quantificação das variáveis consideradas na metodologia. Por sua vez, o Decreto estadual possui multas com caráter reparatório e punitivo pedagógico. Contudo, esperava-se que o Decreto gerasse um valor de multa maior do que a metodologia proposta por essa possuir caráter mais restritivo em relação ao Decreto e no estudo de caso isso não ocorreu. É importante ressaltar que a metodologia do presente trabalho não contempla todos os possíveis danos que podem ser gerados a partir de um incêndio florestal em uma Unidade de Conservação, como o prejuízo às áreas vizinhas e o prejuízo ao próprio equilíbrio do ecossistema, que interfere, por exemplo, na fauna do local.

O valor global do dano gerado pelos incêndios florestais no Parque Estadual Serra do Rola Moça de acordo com a metodologia proposta foi, para o cenário 1 igual a R\$ 90.726.418, para o cenário 2, R\$ 1.105.171 e de acordo com o Decreto Estadual, R\$ 80.241.134. Esses resultados são valores expressivos e que poderiam ser utilizados para investimento e manutenção das Unidades de Conservação. É imprescindível a manutenção dessas áreas, que foram criadas

pelo poder público para proteger recursos naturais relevantes e que contribuem inclusive para a economia nacional. Além disso, as UCs contribuem de forma efetiva para enfrentar um grande problema global que é a mudança climática, por meio da mitigação da emissão de GEE na atmosfera.

Diante dos inúmeros benefícios das UCs é de grande valia o investimento para a prevenção de incêndios florestais. Silva (2017) realizou um estudo que propôs uma metodologia para quantificação de gastos públicos no combate a incêndios florestais em unidades de conservação, e como resultado obteve o valor médio de R\$ 167 por hectare para prevenção de incêndios. Considerando toda a área queimada no PERM de 2013 a 2016, 4.146 ha, o valor gasto com a prevenção, de acordo com Silva (2017), seria de R\$ 692.382. Esse valor é 40% menor que o resultado da valoração pelo cenário 2, que possuiu o menor resultado, demonstrando o custo-benefício no investimento de políticas e práticas preventivas.

Minas Gerais possui centenas de Unidade de Conservação e no estudo de caso, por ano, em média foram incendiados 1.036 ha no período em estudo, dessa forma, fazendo uma projeção, percebe-se que a área incendiada no estado pode representar números alarmantes. Como exemplo, têm-se os dados do INPE (2015), que contabilizou 184 focos de calor em UCs de Minas Gerais, apenas no mês de junho de 2015.

Vale ressaltar a validade da metodologia proposta que busca demonstrar o valor do dano gerado pelos incêndios florestais em Unidades de Conservação de Minas Gerais a qual pode contribuir para estudos na área de Perícia Ambiental e na justificativa de políticas públicas robustas quanto à proposição de proteção das UCs em relação à ocorrência de incêndios.



## 7. CONCLUSÃO

O objetivo maior desta monografia foi propor, a partir do viés econômico e ambiental, uma metodologia de valoração que demonstrasse o valor atribuído ao dano gerado por incêndios florestais em Unidades de Conservação de Minas Gerais, e esse foi realizado com resultados satisfatórios. Vale ressaltar que a metodologia proposta foi validada com dados de incêndios em UCs de Minas Gerais, contudo, essa pode ser utilizada em outros estados, que possuam os biomas do Cerrado e Mata Atlântica, considerando o aspecto legal de cada estado para a comparação com a legislação. Dessa forma, nota-se que a ferramenta proposta possui aplicação ampla na valoração do dano gerado pelos incêndios florestais nas Unidades de Conservação do Brasil.

A metodologia foi testada em estudos de caso baseados em informações de ROIs, atestando a aplicabilidade da mesma com os dados disponíveis nos relatórios, os quais são as ferramentas utilizadas para descrição e apontamento dos incêndios. Isto é, na posse das informações contidas no ROI, consegue-se valorar o dano gerado nas UCs como consequência dos incêndios, através do proposto por este trabalho, de acordo com os critérios sugeridos.

Ressalta-se o caráter flexível da metodologia, pois essa possibilita ao usuário a escolha dos critérios a serem considerados na valoração. Além disso, para cada critério são propostas diferentes alternativas, como várias técnicas de restauração.

No estudo de caso do Parque Estadual Serra do Rola Moça, constatou-se que de 2013 a 2016, de acordo com a metodologia proposta, o valor atribuído ao dano gerado pelos incêndios ocorridos foi de R\$ 90.726.418, para o cenário mais oneroso. Em relação ao valor obtido pelo uso do Decreto Estadual 47.383/18 correspondeu a R\$ 80.241.134, nota-se que este é inferior ao resultado da metodologia. Isto gera a indagação de como são baseados os valores previstos na legislação estadual, já que a metodologia não contempla todos os possíveis custos para reparação e atribuição de valor econômico ao dano, e o resultado desta ainda foi maior que o resultado obtido pelo Decreto Estadual.

Percebe-se que os incêndios florestais são ocorrências que geram inúmeros danos ao meio ambiente e esses devem ser valorados para demonstração de seu impacto nas esferas ambiental,

econômica e social. Para isso, as metodologias de valoração, como a proposta, são importantes ferramentas que podem ser utilizadas em Perícias Ambientais, que em muitos casos encontram dificuldades para a atribuição de valor econômico ao fato em estudo. Também, é considerável a valoração ambiental para estímulo de políticas públicas e ações do Estado para proteção do meio ambiente e, além disso, para a própria demonstração para a sociedade da importância da preservação dos recursos naturais do mundo em que vivemos.

É de grande importância a continuidade deste trabalho para que a ferramenta fique mais sólida e eficaz, pois desta forma o valor econômico do dano será cada vez mais embasado. Propõe-se a inserção de mais variáveis a metodologia para que essa fique mais completa

## BIBLIOGRAFIA

ANDRADE, D. C.; ROMEIRO, A. R. **Capital natural, serviços ecossistêmicos e sistema econômico: rumo a uma 'Economia dos Ecossistemas'**. Campinas: Instituto de Economia, Unicamp, 2009. 24 p. (IE/UNICAMP. Texto para discussão, 159). Disponível em: <<https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/1024082/1/LivroServicosAmbientaisEmbrapa.pdf>>. Acesso em: 28 abr. 2018.

ANTUNES, Paulo de Bessa. **Direito Ambiental**. 4. ed. rev., ampl. e atualiz. Rio de Janeiro: Lumen Juris, 2001. 225 p.

BARBOSA, Ana Carolina Maioli C.. **Classificação dos incêndios florestais**. 2011. Disponível em: <<http://gef152.blogspot.com.br/2011/10/aula-3-classificacao-dos-incendios.html>>. Acesso em: 01 maio 2018.

BARRETO, Maria Esther. **A valoração econômica como instrumento de gestão ambiental aplicável à compensação ambiental: o caso do parque estadual do Ibitipoca – MG**. 2016. Disponível em: <[http://www.ambito-juridico.com.br/site/?n\\_link=revista\\_artigos\\_leitura&artigo\\_id=12719](http://www.ambito-juridico.com.br/site/?n_link=revista_artigos_leitura&artigo_id=12719)>. Acesso em: 10 abr. 2018.

BRASIL. Constituição (1988). **Constituição da República Federativa do Brasil**. Brasília: Senado Federal, Centro Gráfico, 1988. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/constituicao/constituicao.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm)>. Acesso em: 30 abr. 2018

BRASIL (Estado). Constituição (2018). Decreto nº 47.383, de 02 de março de 2018. . Belo Horizonte, MINAS GERAIS, Disponível em: <<https://www.almg.gov.br/consulte/legislacao/completa/completa.html?tipo=DEC&num=47383&comp=&ano=2018>>. Acesso em: 08 set. 2018.

BRASIL. Lei nº 6938, de 31 de agosto de 1981. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. **Política Nacional de Meio Ambiente**. Brasília, Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/L6938compilada.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L6938compilada.htm)>. Acesso em: 30 abr. 2018.

BRASIL. Lei nº 9605, de 12 de fevereiro de 1998. Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências.. **Lei de Crimes Ambientais**. Brasília, Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/LEIS/L9605.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L9605.htm)>. Acesso em: 12 out. 2018.

BRASIL. Constituição (2000). Lei nº 9985, de 18 de julho de 2000. . Brasília, Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/Leis/L9985.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L9985.htm)>. Acesso em: 28 out. 2018.

BRASIL. Portaria nº 624, de 26 de setembro de 2017. . Brasília, Disponível em: <[http://www.icmbio.gov.br/portal/images/stories/portarias/Portaria\\_624\\_de\\_26\\_de\\_setembro\\_de](http://www.icmbio.gov.br/portal/images/stories/portarias/Portaria_624_de_26_de_setembro_de)>

\_2017.pdf>. Acesso em: 08 out. 2018.

BRASIL. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. (Org.). **Brazil's Forest Reference Emission Level for Reducing Emissions from Deforestation in the Cerrado biome for Results-based Payments for REDD+ under the United Nations Framework Convention on Climate Change**. Brasília: Mma, 2017. Disponível em: <[https://redd.unfccc.int/files/brazil\\_frel-cerrado-en-20160106-final.pdf](https://redd.unfccc.int/files/brazil_frel-cerrado-en-20160106-final.pdf)>. Acesso em: 15 ago. 2018.

BENINI, Rubens de Miranda; ADEODATO, Sérgio. **ECONOMIA DA RESTAURAÇÃO FLORESTAL**. São Paulo: Graftec, 2017. Disponível em: <<https://www.nature.org/media/brasil/economia-da-restauracao-florestal-brasil.pdf>>. Acesso em: 09 set. 2018.

BOYD, J.; BANZHAF, S. **What are ecosystem services? The need for standardized environmental accounting units**. *Ecological Economics*, Amsterdam, v. 63, n. 2-3, p. 616-626, 2007. Disponível em: <<https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/1024082/1/LivroServicosAmbientaisEmbrapa.pdf>>. Acesso em: 28 abr. 2018.

CAMPORA, Ana Lucia; MAY, Peter Herman. A valoração ambiental como ferramenta de gestão em unidades de conservação: há convergência de valores para o bioma Mata Atlântica. **Megadiversidade**, Rio de Janeiro, v. 2, n. 1-2, p.24-38, fev. 2006. Disponível em: <[www.researchgate.net/profile/Peter\\_may10/publication](http://www.researchgate.net/profile/Peter_may10/publication)>. Acesso em: 12 abr. 2018.

CORRÊA, Fábio Fernandes; VIEZZER, Jennifer; GIRÃO, Vanessa Jô. **MANUAL DE RESTAURAÇÃO ECOLÓGICA: TÉCNICOS E PRODUTORES RURAIS NO EXTREMO SUL DA BAHIA**. Bahia: Fibria, 2015. 59 p. Disponível em: <[http://www.viveirobioflora.com.br/files/file\\_texto\\_123.pdf](http://www.viveirobioflora.com.br/files/file_texto_123.pdf)>. Acesso em: 28 out. 2018.

EMBRAPA. **Estratégias de recuperação**. 2018. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/codigo-florestal/estrategias-e-tecnicas-de-recuperacao>>. Acesso em: 10 out. 2018.

FRANÇA, Andreia Maria da Silva; PAIVA, Rodrigo José de Oliveira. Estimativa e modelagem dos estoques de carbono em solos sob áreas de campo limpo úmido do Distrito Federal. **Sociedade & Natureza**, [s.l.], v. 27, n. 1, p.171-184, abr. 2015. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/1982-451320150112>.

FERNANDES, Cleyviton Lopes. **PARQUE ESTADUAL DO BIRIBIRI: Relatório de Ocorrência de Incêndio Florestal nº 10/2018**. Diamantina: Diuc, 2018.

GUIMARÃES, Simone de Almeida Bastos. **O Dano Ambiental**. 2009. Sítio Doutrina JusNavegandi. Disponível em: <<http://jus2.uol.com.br/doutrina/texto.asp?id=3055>>. Acessado em: 30 abr. 2018.

HAINES-YOUNG, R.; POTSCHIN, M. **Common International Classification of Ecosystem Services (CICES)**. 2013. Report to the European Environment Agency. EEA Framework Contract No EEA/IEA/09/003. Disponível em: <<http://www.cices.eu>>. Acesso em: 28 abr. 2018.

ICMBIO. **Manual para Formação de Brigadista de Prevenção e Combate aos Incêndios Florestais**. Brasília: Mma, 2010. Disponível em: <<http://www.icmbio.gov.br/portal/images/stories/servicos/sejaumbrigadista.pdf>>. Acesso em: 07 nov. 2018.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS (INPE). 2015. Acesso em: 07 nov. 2018

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS (INPE). 2018. Acesso em: 07 nov. 2018.

IPCC – Intergovernmental Panel On Climate Change. IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Prepared by the National Greenhouse Gas Inventories Programme. Kanagawa: Institute for Global Environmental Strategies, 2006.

KELLEY HAMRICK (Eua). **Unlocking Potential: State of the Voluntary Carbon Markets 2017**. Washington: Forest Trends' Ecosystem Marketplace, 2017. Disponível em: <<https://www.forest-trends.org/publications/unlocking-potential/>>. Acesso em: 09 out. 2018.

KLOTZ, Alexandre Otto. **VALORAÇÃO DE DANOS A ECOSSITEMAS FLORESTAIS NATURAIS EM PERÍCIAS CRIMINAIS AMBIENTAIS NO ESTADO DA BAHIA**. 2016. 141 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Perícias Criminais Ambientais, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2016. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/168009>>. Acesso em: 01 abr. 2018.

LIMA, Joyce Lázaro. A VALORAÇÃO ECONÔMICA AMBIENTAL NO BRASIL. **Diálogos - Economia e Sociedade**, Porto Velho, v. 2, n. 1, p.147-163, jan. 2018. Disponível em: <<http://dialogos.saolucas.edu.br/index.php/REDIAL/article/view/24/18>>. Acesso em: 12 abr. 2018.

LIMA, Eluizio Pereira. **ESTAÇÃO ECOLÓGICA DO CERCADINHO: Relatório de Ocorrência de Incêndio Florestal nº 6/2018**. Belo Horizonte: Diuc, 2018.

LOPES, Lúcia. **MODELAÇÃO DO RISCO E DINÂMICA DO FOGO PARA APOIO AO PLANEAMENTO E GESTÃO DO ESPAÇO FLORESTAL. CASO DE ESTUDO – BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO ESTORÃOS**. 2013. Dissertação (Mestrado em Gestão Ambiental e Ordenamento do Território) – Instituto Politécnico de Viana do Castelo, Ponte de Lima, 2013. Disponível em: <[repositorio.ipvc.pt/bitstream/20.500.11960/1269/1/Lucia\\_Lopes\\_1924.pdf](repositorio.ipvc.pt/bitstream/20.500.11960/1269/1/Lucia_Lopes_1924.pdf)>. Acesso em: 01 maio 2018.

LUCIARDO, Renildes Oliveira; CUNHA, Nina Rosa da Silveira; SILVA JUNIOR, Aziz Galvão

da. **IDENTIFICAÇÃO E PROPOSIÇÃO DE MÉTODOS DE VALORAÇÃO ECONÔMICA DOS EFEITOS DAS QUEIMADAS NO ESTADO DE MATO GROSSO.** *Congresso da Sober*, Cuiabá, v. 10, n. , p.14-28, nov. 2004. Disponível em: <<http://www.sober.org.br/palestra/12/08O383.pdf>>. Acesso em: 03 abr. 2018.

MAIA, Alexandre Gori; ROMEIRO, Ademar Ribeiro; REYDON, Bastiaan Philip. **Valoração de recursos ambientais – metodologias e recomendações.** Campinas: Ie/unicamp, 2004. 39 p. Disponível em: <<https://www.eco.unicamp.br/docprod/downarq.php?id=1833&tp=a>>. Acesso em: 10 abr. 2018.

MALDONADO, Ana Denise Ribeiro Mendonça; EDUARDO, Antônio Sérgio; RIBEIRO, José Soares. **VALORAÇÃO ECONÔMICA AMBIENTAL COMO INSTRUMENTO DO PLANEJAMENTO AMBIENTAL. I Encontro Internacional de Gestão, Desenvolvimento e Inovação,** Naviraí, n., p.1-17, set. 2017. Disponível em: <<http://seer.ufms.br/index.php/EIGEDIN/article/view/4289>>. Acesso em: 10 abr. 2018.

MARTINS, Rubem Nunes; OLIVEIRA, Guilherme Almeida Gonçalves de; ARAÚJO, Jorge Antônio Pereira Lopes de. **APOIO NO GERENCIAMENTO DA EXECUÇÃO DO PLANO DE AÇÃO DO PROGRAMA DE DESENVOLVIMENTO FLORESTAL DO VALE DO PARNAÍBA (PDFLOR-PI).** Curitiba: Stcp, 2010. 51 p. Disponível em: <[www2.codevasf.gov.br/programas.../programa-florestal...florestais...parnaiba/produto](http://www2.codevasf.gov.br/programas.../programa-florestal...florestais...parnaiba/produto)>. Acesso em: 01 maio 2018.

MILARÉ, Édis. **RELAÇÃO JURÍDICA À DANOSIDADE AMBIENTAL:** Contribuição para o delineamento de um microsistema de responsabilidade. 2016. 380 f. Tese (Doutorado) - Curso de Direito, Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2016. Disponível em: <[https://sapientia.pucsp.br/bitstream/handle/18874/2/Édis Milaré.pdf](https://sapientia.pucsp.br/bitstream/handle/18874/2/Édis%20Milaré.pdf)>. Acesso em: 30 abr. 2018.

MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT. *Ecosystems and human well-being: a framework for assessment.* Washington, DC: Island Press, 2005. 245 p. Disponível em: <<http://www.cices.eu>>. Acesso em: 28 abr. 2018.

MINAS GERAIS. INSTITUTO ESTADUAL DE FLORESTAS. . **Cobertura vegetal de Minas Gerais.** Disponível em: <<http://www.ief.mg.gov.br/florestas>>. Acesso em: 05 jun. 2018.

MINAS GERAIS. Ana Maria Lima. Diretoria de Pesquisa e Proteção à Biodiversidade (Org.). **Panorama da biodiversidade em Minas Gerais.** Belo Horizonte: Ief, 2014. 286 p.

MINAS GERAIS. ANDRÉ PORTUGAL SANTANA. . **ATUALIZAÇÃO DO ESTUDO DE CAPACIDADE DE CARGA CONTIDO NO PROGRAMA DE VISITAÇÃO - ENCARTE 2**". Lima Duarte: Ief, 2014. Disponível em: <[http://www.icmbio.gov.br/portal/images/stories/docs-planos-de-manejo/parna\\_serra\\_do\\_cipo\\_pm\\_encarte2.pdf](http://www.icmbio.gov.br/portal/images/stories/docs-planos-de-manejo/parna_serra_do_cipo_pm_encarte2.pdf)>. Acesso em: 10 out. 2018.

MINAS GERAIS. Gláucia Moreira Drummond. Fundação Biodiversitas. **PLANO DE**

**MANEJO DO PARQUE ESTADUAL DA SERRA DO ROLA MOÇA, INCLUINDO A ESTAÇÃO ECOLÓGICA DE FECHOS: ENCARTE 3 – CONTEXTUALIZAÇÃO DA UNIDADE DE CONSERVAÇÃO.** Belo Horizonte: Biodiversitas, 2007. Disponível em: <<http://www.biodiversitas.org.br/planosdemanejo/PERM/anexos.htm>>. Acesso em: 30 out. 2018.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Recuperação de Áreas Degradadas.** 2016. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/cidades-sustentaveis/areas-verdes-urbanas/item/8705-recupera%C3%A7%C3%A3o-de-%C3%A1reas-degradadas#content>>. Acesso em: 18 out. 2018.

MOTTA, Ronaldo Seroa da. **MANUAL PARA VALORAÇÃO ECONÔMICA DE RECURSOS AMBIENTAIS.** Rio de Janeiro: Cem/IPEA, 1997. 254 p. Disponível em: <<http://www.terrabrasil.org.br/ecotecadigital/pdf/manual-para-valoracao-economica-de-recursos-ambientais.pdf>>. Acesso em: 02 abr. 2018.

MUELLER, Charles C.. **OS ECONOMISTAS E AS INTER-RELAÇÕES ENTRE O SISTEMA ECONÔMICO E O MEIO-AMBIENTE.** Brasília: Nepama, 2004. 304 p.

PARRON, Lucilia Maria et al. **Serviços Ambientais em Sistemas Agrícolas e Florestais do Bioma Mata Atlântica.** Brasília: Embrapa, 2015. 374 p. Disponível em: <<https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/1024082/1/LivroServicosAmbientaisEmbrapa.pdf>>. Acesso em: 26 abr. 2018.

RAMALHO, Adriana Margarida Zanbotto; PIMENTA, Handson Cláudio Dias. VALORAÇÃO ECONÔMICA DO DANO AMBIENTAL OCASIONADO PELA EXTRAÇÃO ILEGAL DA ORQUÍDEA *Cattleya*. **Holos**, Cranfield, v. 1, n. 26, p.62-82, abr. 2010.

REZENDE, Elcio Nacur; OLIVEIRA, Edson Rodrigues de. A DINÂMICA DO INCÊNDIO FLORESTAL E SUA REPERCUSSÃO NA RESPONSABILIDADE CIVIL POR DANO AMBIENTAL. **Revista Direito Ambiental e Sociedade**, Belo Horizonte, v. 2, n. 5, p.54-81, maio 2015. Disponível em: <[www.uces.br/etc/revistas/index.php/direitoambiental/article/viewFile/3478/2374](http://www.uces.br/etc/revistas/index.php/direitoambiental/article/viewFile/3478/2374)>. Acesso em: 01 maio 2018.

RODRIGUES, Carneiro Nahanna Aline. **Considerações sobre prevenção e combate aos incêndios florestais no Estado do Rio de Janeiro.** 2008. 32 f. Monografia (Especialização) - Curso de Departamento de Silvicultura, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2008. Disponível em: <<http://www.if.ufrj.br/inst/monografia/2007II/Aline%20Nahanna%20Carneiro%20Rodrigues.pdf>>. Acesso em: 7 nov. 2018

SALES, Gracielle de Brito. **DINÂMICA DA SERAPILHEIRA E ESTOQUES DE NUTRIENTES, CARBONO E NITROGÊNIO EM SOLOS DE VEREDAS NA APA DO RIO PANDEIROS.** 2016. 88 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Produção Vegetal, Universidade Federal de Minas Gerais, Montes Claros, 2016. Disponível em: <<http://www.bibliotecadigital.ufmg.br/dspace/handle/1843/NCAP-A9WNNEN>>. Acesso em: 10

out. 2018.

SANTOS, J. F.; SOARES, R. V.; BATISTA, A. C. PERFIL DOS INCÊNDIOS FLORESTAIS NO BRASIL EM ÁREAS PROTEGIDAS NO PERÍODO DE 1998 A 2002. **Floresta**, v. 36, n. 1, p. 93-100, 2006.

SOARES, R. V.; SANTOS, J. F. PERFIL DOS INCÊNDIOS FLORESTAIS NO BRASIL DE 1994 A 1997. **Floresta**, v. 32, n. 2, p. 219-232, 2002.

SCOLFORO, José Roberto S. et al. **Inventário Florestal de Minas Gerais**. Lavras: Ufla, 2008. Disponível em: <<http://www.inventarioflorestal.mg.gov.br/publicacoes/semidecidua/capitulo08.pdf>>. Acesso em: 01 out. 2018.

SILVA, Elaine Cristina Gomes da. **METODOLOGIA PARA QUANTIFICAÇÃO DE GASTOS PÚBLICOS NO COMBATE A INCÊNDIOS FLORESTAIS EM UNIDADES DE CONSERVAÇÃO**. 2017. 98 f. Monografia (Especialização) - Curso de Ciências Florestais, Universidade Federal do Espírito Santo, Jerônimo Monteiro, 2017. Disponível em: <[http://repositorio.ufes.br/bitstream/10/6946/1/tese\\_11600\\_Tese\\_ELAINNE\\_2017.pdf](http://repositorio.ufes.br/bitstream/10/6946/1/tese_11600_Tese_ELAINNE_2017.pdf)>. Acesso em: 10 abr. 2018.

TORRES, Fillipe Tamiozzo Pereira et al. PERFIL DOS INCÊNDIOS FLORESTAIS EM UNIDADES DE CONSERVAÇÃO BRASILEIRAS NO PERÍODO DE 2008 A 2012. **Floresta**, Curitiba, v. 46, n. 4, p.531-542, out. 2016. Disponível em: <<https://revistas.ufpr.br/floresta/article/view/44199/30153>>. Acesso em: 02 maio 2018.

WATZLAWICK, Luciano Farinha et al. Estoque de biomassa e carbono na Floresta Ombrófila Mista Montana Paraná. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 40, n. 1, p.353-362, set. 2012. Disponível em: <<http://www.ipef.br/publicacoes/scientia/nr95/cap06>>. Acesso em: 09 out. 2018.



**ANEXO A**



Governo do Estado de Minas Gerais  
Sistema Estadual de Meio Ambiente  
Instituto Estadual de Florestas  
Diretoria de Unidades de Conservação – DIUC

**PARQUE ESTADUAL DO BIRIBIRI**  
**Relatório de Ocorrência de Incêndio Florestal nº 10/2018**

Número REDS ou BOS:	
Número RI:	35918 <input checked="" type="checkbox"/> BO CUR <input type="checkbox"/> SE JAN

Municípios envolvidos: Diamantina - MG  
Gerente da Unidade: Emília dos Reis Martins  
Responsável pelo preenchimento: Cleiton Lopes Fernandes  
Telefone de Contato: (38) 35326398  
Nome do local do início do incêndio: Samambáia  
Localização provável do início do incêndio:  Área interna  Entorno / Z.A. Distância:                      metros

**1. FORMA DE DETECÇÃO**

Quem?		Data	Hora
Tadeu		13/09/2018	17h30min
<input type="checkbox"/> Gerente da UC	<input type="checkbox"/> Funcionário da UC	<input checked="" type="checkbox"/> Brigadista Provisório	<input type="checkbox"/> Brigadista Parceiro
<input type="checkbox"/> Morador da UC	<input type="checkbox"/> Morador do Entorno	<input type="checkbox"/> Denúncia Anônima	<input type="checkbox"/> Monitoramento Aéreo
<input type="checkbox"/> Satélite de Monitoramento	<input type="checkbox"/> Outros:		

**2. OPERAÇÃO DE COMBATE**

2.1. Coordenadas Geográficas do local do incêndio:

Coordenadas	Lat. (S)	18°	10'	40,90"
Geográficas	Long. (W)	43°	31'	49,3"

2.2. Evolução da operação de combate

DATA	INÍCIO	FIM	QUANTIDADE DE PESSOAS ENVOLVIDAS						
			UC	FTP	PARCEIROS	BRIGADA VOLUNTARIA	PM	BM	TOTAL
14/09/2018	06:40	09:20	04	04					08

**3. VEÍCULOS DA UC UTILIZADOS (QUANTIDADE)**

UC	Outros	Veículos	Nome da Instituição (em caso de Outros)
		Veículo 4x2	
1	1	Veículo 4x4	Sub-Base FTP
		Van	
		Motocicleta	
		Trator	
		Caminhão pipa	
		Helicóptero - Nome(s):	
		"Air Tractor" - Nome(s):	
		Outros:	

*Emília dos Reis Martins*

## ANEXO B



Governo do Estado de Minas Gerais  
Sistema Estadual de Meio Ambiente  
Instituto Estadual de Florestas  
Diretoria de Unidades de Conservação – DIUC

ESTAÇÃO ECOLÓGICA DO CERCADINHO  
Relatório de Ocorrência de Incêndio Florestal nº 6/2018

Número REDS ou BOS:	
Número RI:	241/18 <input checked="" type="checkbox"/> BO CUR <input type="checkbox"/> SB JAN

Municípios envolvidos: Belo Horizonte

Gerente da Unidade: Marcus Vinicius de Freitas

Responsável pelo preenchimento: Eluizio Pereira Lima

Telefone de Contato: (31) 35813523

Nome do local do início do incêndio: Próximo colegio Magnun

Localização provável do início do incêndio:  Área interna  Entorno / Z.A. Distância: 33 metros

### 1. FORMA DE DETECÇÃO

Quem?	Data	Hora
Posto Copasa	23/08/2018	6h50min
<input type="checkbox"/> Gerente da UC <input type="checkbox"/> Funcionário da UC <input type="checkbox"/> Brigadista Previncêndio <input type="checkbox"/> Brigadista Parceiro		
<input type="checkbox"/> Morador da UC <input type="checkbox"/> Morador do Entorno <input type="checkbox"/> Denúncia Anônima <input type="checkbox"/> Monitoramento Aéreo		
<input type="checkbox"/> Satélite de Monitoramento <input checked="" type="checkbox"/> Outros: 6340		

### 2. OPERAÇÃO DE COMBATE

2.1. Coordenadas Geográficas do local do incêndio:

Coordenadas Geográficas	Lat. (S)	19°	58'	53,29"
	Long. (W)	43°	57'	50,59"

2.2. Evolução da operação de combate

DATA	INÍCIO	FIM	QUANTIDADE DE PESSOAS ENVOLVIDAS							
			UC	FTP	PARCEIROS	BRIGADA VOLUNTÁRIA	PM	BM	TOTAL	
23/08/2018	07h16min	11h35min			12				27	39
23/08/2018	07h18min	11h35min			4					4

### 3. VEÍCULOS DA UC UTILIZADOS (QUANTIDADE)

UC	Outros	Veículos	Nome da Instituição (em caso de Outros)
		Veículo 4x2	
	4	Veículo 4x4	CBMMG, COPASA
		Van	
	4	Motocicleta	COPASA
		Trator	
		Caminhão pipa	
		Helicóptero - Nome(s):	
		"Air Tractor" - Nome(s):	
	3	Outros: AUTO BOMBA	CBMMG