



ANÁLISE DOS IMPACTOS AMBIENTAIS DE UM INCÊNDIO FLORESTAL

Pompeu Paes Guimarães¹, Samira Murelli de Souza², Nilton César Fiedler³, Aderbal Gomes da Silva⁴

¹Eng. Florestal, Prof. Dr, Universidade Federal Rural do Semi-Árido/ UFRSA, Mossoró, Rio Grande do Norte
(pompeu.guimaraes@ufersa.edu.br)

²Eng. Florestal, mestre em Ciências Florestais Universidade Federal do Espírito Santo/ UFES, Gerônimo Monteiro, Espírito Santo

³Eng. Florestal, Prof. Dr, Universidade Federal do Espírito Santo/ UFES, Gerônimo Monteiro, Espírito Santo

⁴Eng. Florestal, Prof. Dr, Universidade Federal do Espírito Santo/ UFES, Gerônimo Monteiro, Espírito Santo

Recebido em: 03/01/2014 – Aprovado em: 04/04/2014 – Publicado em: 12/04/2014

RESUMO

O objetivo deste estudo foi analisar os impactos gerados pela ação de um incêndio florestal e traçar metas para sua minimização. Os impactos ao meio físico, biótico e socioeconômico foram analisados segundo as técnicas de check-list, método Delphi, matriz de interação (qualitativa e quantitativa) e rede de interação. Os principais impactos listados foram: meio físico - aquecimento do solo, erosão, redução de nutrientes do solo, redução do teor de matéria orgânica, acidez do solo, alteração do microclima local, liberação de carbono à atmosfera, redução da qualidade da água; meio biótico - mortalidade de animais, estrago da madeira, limpeza do sub-bosque, emissão de brotos, impactos às culturas agrícolas, interferência na sucessão vegetal, redução da atividade de microorganismos e renovação da pastagem; e socioeconômico - transtornos à população do entorno, impactos paisagísticos e destruição de áreas de recreação. O método proporcionou uma média de importância dos impactos gerados por um incêndio de 7,8, demonstra-se assim, grandes alterações ao ecossistema com alta significância dos impactos gerados. Pela matriz de interação quantitativa encontrou-se uma média geral dos atributos de 7,0, ou seja, grande severidade dos impactos causados pelo incêndio florestal. A matriz qualitativa dos impactos encontrou impactos negativos (87%), sendo impactos diretos (61%), provocados em curto espaço de tempo (68%), afetando em 90% o espaço local, 97% são temporários e reversíveis (97%).

PALAVRAS-CHAVE: Significância, importância e métodos de avaliação de impactos ambientais.

ENVIRONMENTAL ANALYSIS OF IMPACTS ON FOREST FIRE

ABSTRACT

The aim of this study was to analyze the impacts generated by the action of a forest fire and set goals for their minimization. The impacts to the physical, biotic and

socioeconomic environment were analyzed according to the technique checklist, Delphi method, interaction matrix (qualitative and quantitative) and interaction network. The main impacts were listed: the physical - warming, erosion, reduction of soil nutrients, reduction in soil organic matter, soil acidity, altered local microclimate, carbon release to the atmosphere, reduced water quality, through biotic - death of animals, damage the wood, cleaning the understory, emission of shoots, impacts to agricultural crops, interference in plant succession, reducing the activity of microorganisms and renovation of pasture, and socioeconomic - disturbances to the surrounding population, impacts and destruction of landscaped recreation areas. The method provided an average of significance of the impacts generated by a fire of 7.8, it is shown as well, with major changes to the ecosystem impacts of high significance. For the quantitative interaction matrix met an overall average of 7.0 attributes, ie, increased severity of impacts caused by forest fire. The qualitative array of impacts found negative impacts (87%), with direct impacts (61%), caused in short time (68%), affecting 90% in local space, 97% are temporary and reversible (97%).

KEYWORDS: Significance, importance and methods for assessing environmental impacts.

INTRODUÇÃO

As atividades agrícolas e florestais são projetos, que para terem lucratividade precisam ter alta produtividade e para que os lucros possam sobrepujar os prejuízos e riscos que qualquer empreendimento está sujeito. No entanto, a ocorrência de um incêndio modifica a estrutura e o padrão do processo produtivo, causa danos e diminui a viabilidade econômica e ecológica, por meio da redução das interações do ecossistema, fragmentação dos habitats, degradação da riqueza genética das populações, diversidade da flora e fauna e ainda, afeta a comunidade direta e indiretamente ligada aos recursos e benefícios proporcionados pelo meio.

O fogo possui um potencial destrutivo sobre as florestas nativas e plantadas, a agricultura, e o ecossistema em geral, ou seja, os incêndios têm grande capacidade de causar impactos ambientais, sociais e econômicos.

As florestas exploradas são mais suscetíveis a incêndios em decorrência do acúmulo de resíduos vegetais e da maior incidência da radiação solar nas clareiras (HOLDSWORTH & UHL, 1997). Os incêndios em florestas exploradas podem ocorrer em várias intensidades e etapas e destruir ou danificar de 10 a 80% da biomassa remanescente (VERISSIMO et al., 1992). Um incêndio rasteiro inicial pode ampliar os danos da exploração, matando mais árvores e abrindo o dossel da floresta. Assim, a floresta fica mais suscetível a incêndios com intensidades cada vez maiores (COCHARANE et al., 1999).

Os estudos dos impactos dos incêndios florestais são importantes para avaliar o potencial de regeneração das florestas exploradas e o seu manejo, os impactos sobre a biodiversidade e sobre as funções ecológicas (GERWING, 2002).

Maior do que a quantificação da magnitude de impactos ocorridos por incêndios florestais é a significância que estes impactos vão causar aos meios bióticos, físicos e socioeconômicos. A estimativa da importância de impactos ambientais, relativas ao fogo, é primordial para a tomada de decisões das melhores técnicas a se adotar, para a recomposição do meio afetado e minimização dos impactos gerados durante esse processo.

O objetivo deste artigo foi analisar os impactos gerados pela ação de um

incêndio ocorrido no Sítio Jaqueira, no município de Alegre (ES) utilizando metodologias de avaliação de impactos ambientais.

MATERIAL E MÉTODOS

Caracterização da área de estudo

O Sítio Jaqueira está localizado no município de Alegre, Sul do Estado do Espírito Santo, com Latitude máxima de $-20,75^\circ$, mínima de $-20,76^\circ$ e Longitude de $-41,53^\circ$ e $-41,52^\circ$, situado nas proximidades do perímetro urbano, e abrange uma área de 19 hectares (GUARIS, 2008).

O clima da região Sul do Espírito Santo se enquadra no tipo CWa (Clima de inverno seco e verão chuvoso), de acordo com a classificação de Köppen.

A temperatura média anual na cidade de Alegre é de $22,2^\circ\text{C}$, variando entre 17° e 29°C (PREFEITURA MUNICIPAL DE ALEGRE, 2012).

Meio físico

A Figura 1 ilustra o mapa de uso e ocupação da terra (GUARIS, 2008).

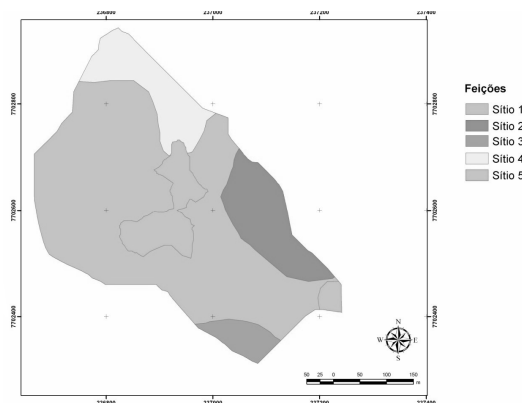


FIGURA 1: Mapa de uso e ocupação da terra na área de estudo, classificado a partir de diferentes sítios.

O solo da área foi identificado como sendo da classe Latossolo Vermelho-Amarelo.

Sítio 1 - Pastagem de *Brachiaria decumbens* para pastoreio de poucos animais, apresenta $124.643,4\text{ m}^2$ abrangendo 65% da área de cobertura total;

Sítio 2 - Pastagem abandonada com formações arbustivas esparsas e capim gordura (*Melinis minutiflora*), sem pastoreio, equivalente a $22.202,2\text{ m}^2$;

Sítio 3 - Área com plantio de eucalipto em espaçamento 3×2 metros, com idade aproximada de quatro anos, localizada nas proximidades do divisor de águas da microbacia, representando $6.893,2\text{ m}^2$;

Sítio 4 - Área florestal com nível secundário de regeneração, localizada nas proximidades dos divisores de água da microbacia, possuindo $204.88,5\text{ m}^2$;

Sítio 5 - Área florestal com nível primário de regeneração, ocupada basicamente por uma única espécie, localizada próxima ao curso d'água da microbacia, equivalente a $14.930,9\text{ m}^2$.

A análise granulométrica confirmou a textura média do solo, para as áreas sob regeneração (Sítio 4 e 5) e textura argilosa para as áreas sob pastagens (Sítio 1 e 2) e cultivo de eucalipto (Sítio 3).

A topografia apresentava um relevo bastante acidentado, intercalada com reduzidas áreas planas. A área de estudo possuía relevo fortemente ondulado e orientação para o sul. Possuía 306 m de altitude média, amplitude altimétrica de 219 m e declividade média de 36%, sendo este valor condizente com o relevo montanhoso da região.

Meio biótico

O uso do solo predominante é constituído por pastagens, áreas de recomposição vegetal e área de plantio de eucalipto. Ao longo da região predominam áreas de pastagem, com escassos remanescentes florestais nativos, localizados principalmente nos topos de morros. Historicamente, a ocupação agrícola da área se deu em 1960, com a implantação da cafeicultura em substituição à mata nativa. A partir da década de 80, a cafeicultura cedeu lugar para as pastagens. Atualmente, a propriedade ainda mantém áreas de pastagem com pouco pastoreio, possuindo também plantio de eucalipto e áreas de mata em regeneração.

A feição denominada Sítio 4, representa um fragmento florestal onde predomina um maior número de espécies vegetais, com níveis de sucessão ecológica em evolução. Dessa forma, as diferentes espécies caducifólias presentes contribuem para o fornecimento e acúmulo de material vegetal no solo. O Sítio 1 é apenas formado por gramíneas. A área do Sítio 5 é formada somente por espécies pioneiras, gerando dessa forma, fornecimento de material vegetal no período caducifólio da espécie dominante. O Sítio 3 possui pouca quantidade de serapilheira. Essa baixa concentração de matéria orgânica se deve a fatores adversos, como: remoção para a utilização em compostagem, utilização como biomassa e transferência de serapilheira. No solo do Sítio 2, não há presença de animais e possui pouca cobertura vegetal.

Descrição do meio socioeconômico

O sítio Jaqueira é uma área sob domínio de Mata Atlântica que foi desmatado para abastecer o mercado de madeira da linha de ferro da região. Em seguida, foi implantada a cultura do café e pastagem para alimentação do gado, piscicultura, frutíferas e um pequeno povoamento de eucalipto. O povoamento de eucalipto e as espécies nativas foram implantados com o objetivo de reduzir os odores provenientes do lixão, que se localiza numa área vizinha ao sítio Jaqueira. O sítio promove projetos de educação ambiental, trilhas ecológicas, camping, principalmente na época do Festival de musica da cidade de Alegre, pesque-pague e turismo. O sítio possui três nascentes. O proprietário não depende diretamente da renda do sítio, porém, emprega algumas pessoas nos tratos das culturas adotadas.

O incêndio ocorreu em setembro de 2007 e queimou 90% da área. Foi um incêndio criminoso e se originou de uma área urbana vizinha, denominada de Vila Alta. O sítio Jaqueira não possuía nenhuma estratégia na atuação de prevenção e combate a incêndios florestais e, por isso sofreu grandes danos em sua extensão.

Análise dos impactos

Existem vários métodos que podem ser utilizados com sucesso no processo de análise de impactos ambientais, em casos de acidentes ambientais. Segue-se a

descrição dos métodos utilizados para a análise do caso em questão.

Check-list

O check-list consiste na identificação e enumeração dos impactos, a partir da diagnose ambiental feita por especialistas dos meios físico, biótico e socioeconômico. Os especialistas relacionam os impactos decorrentes das fases de implantação e operação do empreendimento, categorizando-os em positivos ou negativos, conforme o tipo da modificação antrópica a ser introduzida no sistema analisado (COSTA et al., 2005). O check-list é utilizado para avaliação dos impactos ambientais, porém, no presente trabalho, tratou-se de uma análise dos impactos e não de avaliação, uma vez que o incêndio já havia ocorrido na área de estudo. Desta maneira, este método também é confiável para esta situação.

Método Delphi

O Método Delphi, trata-se de um questionário interativo, que circula repetidas vezes por um grupo de peritos, preservando o anonimato das respostas individuais. A evolução em direção a um consenso, obtida no processo, representa uma consolidação do julgamento intuitivo do grupo de peritos, sobre eventos futuros e tendências. A técnica baseia-se no uso estruturado do conhecimento, da experiência e da criatividade de um painel de especialistas, pressupondo-se que o julgamento coletivo, quando organizado adequadamente, é melhor do que a opinião de um só indivíduo (WRIGHT, 2000).

O objetivo original desse método era desenvolver uma técnica para aprimorar o uso da opinião de especialistas na previsão tecnológica. Na metodologia desenvolvida, isto é feito estabelecendo três condições básicas: o anonimato dos respondentes, a representação estatística da distribuição dos resultados, e o reenvio das respostas ao grupo, para a avaliação das rodadas subseqüentes (MARTINO, 1993).

Desta maneira, foi aplicado a 10 especialistas, um questionário com 24 questões referentes à interação dos impactos causados pelo uso do fogo em atividades florestais e agrícolas, abrangendo multidisciplinarmente todas as áreas em estudo. Para cada pergunta, o especialista pontuou sua resposta de “zero” (nenhuma importância) a “dez” (grande importância) e descreveu a justificava. Os questionários foram reunidos em uma única planilha, onde foi realizado o cálculo da média de importância de cada impacto referente ao incêndio florestal.

Os especialistas escolhidos foram professores e pesquisadores, mestres e/ ou doutores, do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo, representativos dos Departamentos de Engenharia Florestal, Engenharia Rural e Produção Vegetal. As especificidades dos questionados incorporam: manejo florestal, economia, geologia e conservação de recursos naturais, estruturas de madeira, entomologia, incêndios florestais, engenharia de produção, irrigação e drenagem e solos e nutrição de plantas.

Matriz de interação

As matrizes de interações são matrizes bidimensionais que relacionam ações com fatores ambientais. Embora possam incorporar parâmetros de avaliação, são métodos basicamente de identificação. As matrizes confeccionadas exprimem medidas qualitativas (critérios) e quantitativas (magnitude e importância). Assim

como o Check-list, este método também é apropriado para a análise de impactos ambientais, como no caso em questão.

A classificação qualitativa dos impactos ambientais dá-se por seis importantes critérios:

- Critério de valor: impacto positivo (quando uma ação causa melhoria da qualidade de um fator ambiental) e impacto negativo (quando uma ação causa um dano à qualidade de um fator ambiental);
- Critério de ordem: impacto direto (quando resulta de uma simples relação de causa e efeito) e impacto indireto (quando é uma reação secundária em relação à ação, ou quando é parte de uma cadeia de reações);
- Critério de espaço: impacto local (quando a ação circunscreve-se ao próprio sítio e às suas imediações), impacto regional (quando o impacto se propaga por uma área além das imediações do sítio onde se dá a reação) e impacto estratégico (quando é afetado um componente ambiental de importância coletiva, nacional ou mesmo internacional)
- Critério de tempo: impacto a curto prazo (quando o impacto surge a curto prazo, que deve ser definido), impacto a médio prazo (quando o impacto surge a médio prazo, que deve ser definido) e impacto a longo prazo (quando o mesmo surge a longo prazo, que deve ser definido)
- Critério de dinâmica: impacto temporário (quando o impacto permanece por um tempo determinado, após a realização da ação), impacto cíclico (quando o impacto se faz sentir em determinados ciclos, que podem ser ou não constantes ao longo do tempo) e impacto permanente (quando uma vez executada a ação, os impactos não param de se manifestar num horizonte temporal conhecido)
- Critério de plástica: impacto reversível (quando uma vez cessada a ação, o fator ambiental retoma às suas condições originais) e impacto irreversível (quando cessada a ação, o fator ambiental não retorna às suas condições originais, pelo menos num horizonte de tempo aceitável pelo homem).

Na matriz quantitativa para cada impacto foram atribuídos valores de sua magnitude, importância e atributo.

Magnitude e importância constituem os pontos principais dos impactos ambientais, uma vez que informam sobre a significância dos mesmos. A magnitude é a grandeza de um impacto em termos absolutos, podendo ser definida como a medida de alteração de um atributo ambiental, em termos quantitativos ou qualitativos.

A importância é a ponderação do grau de significância de um impacto, em relação ao fator ambiental afetado e a outros impactos. Pode acontecer de um impacto, embora de magnitude elevada, não seja importante quando comparado a outros, no contexto de uma dada avaliação de impacto ambiental (SPADOTTO, 2002).

Como as metodologias de avaliação de impactos são focadas em meios subjetivos de qualificação, é necessária, além da qualificação da magnitude dos impactos causados pelo fogo, uma correção desses fatores, propiciado pela adição da importância dos impactos gerados. Para magnitude e importância foram atribuídos valores aos impactos ambientais variando de “zero” a “dez”, respectivamente, para nenhuma e grande relevância.

A magnitude foi subjetivamente atribuída pela análise dos impactos gerados pelo incêndio, enquanto a importância foi atribuída pelo resultado encontrado na aplicação do Método Delphi (opinião dos especialistas). O atributo correspondeu à

média aritmética da magnitude e importância encontradas.

A matriz de interação é utilizada para avaliação dos impactos ambientais e também pode ser utilizada com eficiência e confiabilidade, para análise dos impactos gerados pelo incêndio florestal.

Na matriz qualitativa os impactos positivos e negativos de cada meio (físico, biótico e socioeconômico) são alocados no eixo vertical da matriz, de acordo com a fase em que se encontra o empreendimento (implantação e/ou operação, desativação) e com as áreas de influência (direta e/ ou indireta), sendo que alguns impactos podem ser alocados, tanto nas fases de implantação e/ ou operação, como nas áreas direta e/ou indireta do projeto, com valores diferentes para alguns de seus atributos. Cada impacto é, então, alocado na matriz por meio (biótico, antrópico e físico), e cada um contém subsistemas distintos no eixo vertical, sobre o qual os impactos são avaliados nominal e ordinalmente, de acordo com os seus atributos (COSTA, 2005).

Rede de interação

A metodologia da rede de interação estabelece uma seqüência de impactos ambientais, a partir de determinada intervenção, utilizando métodos gráficos. As redes têm por objetivo, as relações entre ações praticadas pelo empreendimento e os conseqüentes impactos de primeira e demais ordens. Apresentam como vantagens o fato de permitirem boa visualização de impactos secundários e demais ordens (COSTA et al., 2005).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Check-list dos impactos decorridos pelo incêndio

Foram relatados os seguintes impactos do fogo ao meio físico.

1- Aquecimento do solo – O solo é um mau condutor de calor, desta forma, mesmo que haja um incêndio de grandes proporções não ocorrerá mudanças significativas na condução de calor dentro do perfil do solo. Quanto maior a profundidade, menor são as variações do efeito tampão da temperatura do solo.

2- Erosão – O fogo remove a cobertura vegetal viva e morta que recobre o solo, deixando-o desnudo e à mercê das intempéries climáticas, como o aumento da velocidade do vento, aumento da exposição à luminosidade e calor, potencialização da energia cinética das gotas das chuvas, maior velocidade de escoamento da água, propensão ao surgimento de sulcos e erosão laminar no solo, que futuramente poderá evoluir a voçorocas.

3- Redução do teor de matéria orgânica – O fogo consome o material combustível da superfície do solo e, dentre estes a matéria orgânica, que é um constituinte com função primordial na manutenção do efeito tampão do solo, atividade dos microorganismos, estrutura e agregação do solo, além de diminuir o alumínio disponível.

4- Redução de nutrientes do solo – Os nutrientes são consumidos durante o processo de queima e ocorrência de incêndio, alguns destes tornam-se mais rapidamente disponíveis para as plantas e solos na composição da cinza e muitos são perdidos pela fumaça, lixiviação e percolação para maiores profundidades.

5- Acidez do solo – As cinzas provenientes do fogo são dispostas no solo promovendo o aumento da alcalinidade, por acréscimo de bases hidroxilônicas, e

assim, reduz-se a acidez. Este, porém, não é um efeito duradouro, se não houver tempo e condições para assimilação, as cinzas podem ser facilmente levadas pelo vento ou pela ação das chuvas.

6- Aumento na velocidade do vento – A abertura do dossel, causada pela ação da combustão, direciona o vento para estas áreas e potencializa sua intensidade e velocidade, causando danos e prejuízos à vegetação remanescente.

7- Alteração do microclima local – O ecossistema proveniente de áreas florestadas apresenta um microclima característico, com baixa amplitude de variação das condições climatológicas, temperaturas amenas, elevada umidade relativa do ar, baixa velocidade do vento e reduzida insolação direta ao solo, características estas que são modificadas pela ação do fogo.

8- Liberação de carbono à atmosfera – O CO₂ capturado nas árvores é devolvido à atmosfera no processo de queima, em quantidade muito maior do que o ambiente pode absorver e, dessa forma, ocorrem alterações nas condições climáticas, refletindo nos demais ecossistemas.

9- Redução da qualidade da água – Após o processo de queima o ambiente fica descampado e ocorrem mudanças na qualidade da água, devido ao aumento do escoamento superficial; às novas áreas de drenagem e bacias de contenção; e ainda, à remoção da mata ciliar, promovendo o aumento do assoreamento, redução da profundidade do curso d'água, aumento da turbidez da água e mudanças no ciclo hidrológico.

Os Impactos do fogo ao meio biótico foram:

1- Mortandade de animais – O fogo destrói habitat e nichos de vários animais que residem no ecossistema, além de remover o alimento disponível a esses animais, obrigando-os a se afugentarem ou sucumbirem à ação devastadora do fogo.

2- Danos na madeira – A lucratividade final da madeira é maximizada com a agregação de valor da melhor condução possível das etapas silviculturais. O fogo degrada os constituintes da madeira reduzindo sua resistência mecânica, sua beleza estética, características organolépticas, enfim, sua qualidade geral, e ainda torna-se porta de entrada para ataque de pragas e doenças.

3- Limpeza do sub-bosque – Algumas atividades silviculturais utilizam o fogo para limpeza do sub-bosque, sendo este um impacto positivo no que se refere à retirada de mato-competição e plantas invasoras, que competem com as espécies arbóreas por luz, água e nutrientes, mas tal prática deve ser muito bem orientada, para não se transformar em um incêndio sem controle.

4- Emissão de brotos – As elevadas temperaturas de um incêndio podem proporcionar com rapidez e vigor a brotação, germinação e floração de espécies mais resistentes ao fogo, além da abertura de fissuras em sementes impermeáveis, que com a entrada de água promovem a quebra de dormência.

5- Impactos às culturas agrícolas – As culturas agrícolas normalmente possuem ciclo curto e desenvolvem em pequeno espaço de tempo, uma alta produtividade. O fogo, além de destruir parte da área, aumenta o intervalo entre safras, diminuindo a viabilidade do empreendimento.

6- Redução da atividade de microorganismos – O crescimento e desenvolvimento de microorganismos são proporcionais às condições ideais do ambiente. A catálise dessas reações por meio de elevadas temperaturas pode levar a redução da população e morte. Porém, as comunidades microbianas dos horizontes superficiais do solo, correm um risco maior de serem afetadas pelo fogo, do que as que vivem nos horizontes mais profundos, uma vez que o efeito do calor diminui rapidamente

com a profundidade do solo, além do aumento de umidade, favorecendo a proliferação dos microorganismos.

7- Interferência na sucessão vegetal – Os danos causados pelos incêndios provocam alterações na composição fitossociológica e mudanças nos níveis tróficos, potencializam o aparecimento de espécies pioneiras, em decorrência da maior luminosidade, ao mesmo tempo em que eliminam espécies secundárias e climáticas, por serem adaptadas ao sombreamento.

8- Renovação da pastagem – A disposição de nutrientes facilita a emergência de novas plantas e rapidamente aumenta o vigor e germinação da pastagem, sendo positiva para esta atividade.

E os impactos do fogo ao meio socioeconômico foram listados:

1- Transtornos à população do entorno – A presença do fogo pode acarretar danos e prejuízos a populações indiretamente ligadas à área de ocorrência de incêndios, por meio do excesso de fumaça, problemas respiratórios, poluição do ar por partículas que são espalhadas pelo vento, dificuldade na visibilidade.

2- Impactos paisagísticos e destruição de áreas de recreação – Visualmente as consequências deixadas pelo fogo, provocam depreciação da qualidade paisagística e beleza cênica do ambiente. Esses danos afetam também áreas de recreação, havendo interrupção nas atividades de turismo local.

Método Delphi

A análise pelo Método Delphi proporcionou uma média geral de magnitude de 6,2 e média de importância de 7,8 dos impactos gerados pelo incêndio, demonstrando-se assim, grandes alterações ao ecossistema com alta significância dos impactos gerados. Os principais impactos e suas respectivas médias de importância, citados pelos especialistas foram:

Aquecimento do solo (7,3) – O aquecimento do solo está diretamente ligado ao efeito do fogo e ao aumento da temperatura superficial que ocorre durante o processo de combustão, depois sua temperatura equivale a de um solo exposto. Esse efeito será decrescente em relação aos horizontes do solo mais profundos. De fato, o calor reduz a microbiota do solo. Se considerar o efeito limpeza da área o efeito no aquecimento é irrelevante, pois depende das variáveis ambientais e do material combustível. Apesar de algum efeito positivo em curto prazo, seus danos a médio e longo prazo são extensos. Concluindo, em condições normais o solo apresenta baixa condutividade térmica. Segundo pesquisas, o efeito da condução de calor no solo não ultrapassa 5 cm de profundidade. Apesar do calor gerado pelo fogo não penetrar imediatamente no solo, a superfície do mesmo é bastante sensível às mudanças de temperatura. Em incêndios florestais, as temperaturas da superfície do solo ou mesmo abaixo da superfície dependem não apenas da intensidade, mas também do tempo de residência do fogo. Em queimas controladas, devido à menor intensidade do fogo, as temperaturas registradas, tanto na superfície como no interior do solo, são geralmente mais baixas do que aquelas observadas nos incêndios florestais (SOARES & BATISTA, 2007).

Erosão (7,9) – A erosão é um efeito indireto da presença do fogo, e ocorre em decorrência do solo desnudo. Depende muito da topografia, do tipo de solo, do tipo de vegetação original, visto que promove a retirada da cobertura vegetal que recobre e protege o solo. Com o solo exposto, acontece a intensificação do efeito da chuva, facilitação do escoamento de partículas, o que provoca a modificação da estrutura

do solo. No entanto, o fogo também é responsável pela desagregação da rocha e/ou solos, que pode ser favorecida pelo contraste “calor *versus* frio”. Entretanto esse processo é natural em boa parte da Terra, ou seja, o fogo pode ser um acelerador, mas não o único responsável por este fenômeno. Tanto nos incêndios florestais quanto na devastação florestal, uma das principais causas da erosão parece ser a mudança na reação do solo à precipitação. A retirada da cobertura vegetal, isto é, a queima ou a remoção das copas das árvores, altera a força e a frequência com as quais os pingos das chuvas atingem o solo (SOARES & BATISTA, 2007).

Redução da matéria orgânica (M.O.) (8,5) – Durante a queima há o aumento da disponibilidade de M.O, pela aceleração do processo de mineralização do solo, porém, a mesma é perdida com o tempo, pois a combustão aumenta o consumo da matéria orgânica. Segundo SOARES (1995), o empobrecimento do solo por meio do fogo pode ocorrer por incêndios de alta intensidade, que queimam, volatilizam ou dispersam quase toda a matéria orgânica e a maior parte dos nutrientes, e por queimas sucessivas, que reduzem gradualmente o estoque de nutrientes do solo sem permitir a sua recomposição.

Redução de nutrientes do solo (7,4) – Após o fogo há disseminação de nutrientes ao ambiente. A disponibilidade desses elementos para a planta pode aumentar, porém, os mesmos podem ser perdidos por volatilização, lixiviação ou serem levados pela fumaça. O efeito químico mais imediato da queima é a liberação de elementos minerais, que são posteriormente percolados ou lixiviados através do solo pelas chuvas. Devido a esse fato, a maioria dos trabalhos publicados mostra um aumento de nutrientes disponíveis para as plantas, principalmente após queimas de média ou baixa intensidade. Cálcio, potássio, fósforo e outros elementos trocáveis são mais abundantes por certo período após o fogo e podem estimular o crescimento das plantas, desde que não sejam lixiviados ou carregados pela água, antes que sejam absorvidos pelas mesmas (SOARES & BATISTA, 2007). De acordo com CARTER & FOSTER (2004), estudos prévios relatam que a queima, em particular, tem mostrado efeitos benéficos para os ecossistemas em razão da forma de combustão do material orgânico, resultando na mineralização de nutrientes para o solo que serão rapidamente absorvidos pelas plantas. No entanto, como consequências da queima podem ocorrer modificações na taxa de infiltração e evapotranspiração da água do solo, na porosidade e no aumento do grau de suscetibilidade dos solos à erosão hídrica e eólica (CASSOL et al., 2004). Além disso, o solo desprotegido oferece uma maior possibilidade de lixiviação e percolação de nutrientes.

Acidez do solo (7,0) – O fogo pode provocar a redução da acidez do solo pela deposição das cinzas. Em outras palavras, quando a matéria orgânica é queimada, as substâncias nela contidas são liberadas em forma de óxidos ou carbonatos, que geralmente apresentam reação alcalina. Portanto, parece lógico admitir que quando consideráveis quantidades dessas substâncias (cinzas) são depositadas sobre o solo, a tendência é diminuir sua acidez (SOARES & BATISTA, 2007).

Remoção de material combustível (8,9) – Sem a presença do material combustível não há incêndios, portanto, esse material deve ser manejado visando a prevenção e o controle de incêndios e a maior proteção das árvores e áreas do entorno. O material combustível, dependendo da sua característica, favorece uma temperatura maior de queima. Portanto, a retirada do combustível por meio de aceiros, é uma forma de diminuir a ação de futuros incêndios.

Liberação de Carbono à atmosfera (9,3) – O fogo gera fumaça e produz uma

atmosfera rica em CO₂, que pode ser tóxica, além de provocar o aumento do efeito estufa. Segundo DELAMÓNICA et al. (2001), o gás carbônico é capturado durante o crescimento das plantas pelo processo de fotossíntese. Quando a floresta é derrubada e queimada, uma quantidade muito grande de CO₂ é liberada rapidamente, sem que haja tempo para que o excedente de CO₂ seja consumido pelas plantas em crescimento. O gás carbônico é um dos principais responsáveis pelo efeito estufa, portanto o aumento na mortalidade das árvores pode ter implicações importantes na modificação do clima regional e possivelmente global.

Incêndio e danos na madeira (6,0) – O fogo, além de causar danos que podem prejudicar o uso final da madeira, abre portas para a entrada de pragas e doenças. Em árvores mais velhas, um dos efeitos do fogo, é o aparecimento de cicatrizes, além da morte da planta. De acordo com SOARES & TOZZINI (1987), em florestas atingidas por um incêndio com baixa intensidade o fogo não apresenta efeito significativo; quando a intensidade é moderada pode ocorrer o ataque de fungos e insetos, devido à redução da resistência das árvores; já e em altas intensidades, quando não resultam na morte das árvores, causam severos danos às mesmas, reduzindo o incremento e conseqüentemente o volume final de madeira na floresta.

Derrubada de plantas enfraquecidas pela ação do vento (8,9) – O fogo na base da planta enfraquece o tronco e a ação do vento pode derrubá-la. Ocorrem perdas no povoamento, mas em baixa escala. Os danos dependem do tipo e intensidade do incêndio, se for incêndio de copa, os prejuízos são mais significativos, no entanto não são todas as espécies que sucumbem à ação do incêndio.

Limpeza do sub-bosque (4,8) – O uso do fogo para práticas silviculturais reduz custos operacionais, porém degrada o ambiente causando perda da qualidade do solo, tornando improdutivas as áreas sob uso contínuo. De acordo com BEHLING & PILLAR (2007), a queima para estimular o rebrote pode ser usada de forma satisfatória, para o controle da invasão de plantas arbustivas indesejáveis. Entretanto, as práticas silviculturais atuais dispensam o uso do fogo.

Efeitos do fogo e as reações pós-fogo (7,9) – A retirada da cobertura morta pode favorecer a regeneração de espécies herbáceas. As reações pós-fogo têm grande importância, devido à maior fertilidade aparente do solo, radiação e quebra de dormência de sementes. Dependendo da espécie há uma rebrota rápida, pela sua adaptação ao stress que o fogo causa. Algumas espécies florestais, segundo REDIN et al. (2011), precisam de calor do fogo para o aumento do seu poder germinativo, como é o caso da bracatinga (*Mimosa scabrella*), para que suas sementes sofram a quebra da dormência. No entanto, algumas espécies, principalmente as clímax, não rebrotam e há a mortandade. Em áreas de plantios comerciais de eucalipto ou pinus, não haverá regeneração ou será muito baixa, mas a ação do fogo reduz a competição que antes existia no povoamento.

Controle de pragas e doenças (7,2) – Para pragas do solo, utilizando o fogo antes do plantio, o controle da infestação pode ser eficiente. Já após o plantio, os riscos de incêndio não justificam o seu uso. No momento inicial há uma ação positiva, mas que pode vir a se deteriorar posteriormente, já que a praga ataca a planta ou a área debilitada. Devem-se dar preferência às técnicas de substituição do uso do fogo.

Controle de espécies vegetais indesejáveis (5,7) – O fogo é eficiente no seu controle, todavia, dependendo da espécie (braquiária, por exemplo) a rebrota é muito intensa e não há efeito desejado. Neste caso, em geral, são espécies invasoras que já estão adaptadas ao local. Ao eliminar as espécies vegetais

indesejáveis, as outras plantas que colonizam o mesmo habitat também serão lesadas.

Redução da fauna do solo (9,4) – Uma vez que o ecossistema é modificado, ocorre uma grande perda da fauna do solo, já que estas espécies não estão adaptadas ao efeito do fogo. Ocorre eliminação de boa parte da vida no solo e desestabilização da cadeia, uma vez que a matéria orgânica que alimenta esses organismos é consumida na combustão.

Redução da fauna silvestre (8,9) – De imediato há a eliminação, ou a migração dos animais que conseguem escapar à ação do fogo. Desta forma, logo a curto prazo há uma redução do número de animais silvestres, principalmente os mais lentos. Há também a perda de filhotes, ovos, ninhos e abrigos. Segundo COUTINHO (1990), além dos já citados, o fogo fora de controle causa danos também a indivíduos velhos e doentes que não podem escapar das chamas.

Impacto às culturas agrícolas (6,9) – Depende da cultura. Na cana para colheita manual, por exemplo, é impraticável o serviço sem o fogo. Já no caso do café, tal prática não é recomendável, e se sujeitado a um incêndio, irá sofrer grande perda na produtividade. Apesar de não justificar o uso do fogo, ainda é muito significativa para redução dos custos de renovação de pastagem. Porém, sabe-se que o fogo gera muita perda, poluição e causa impactos negativos às culturas agrícolas. Apesar de ser um método de manejo condenado, pela sua ação esterilizante e degradante (SPERA et al., 2000), o fogo controlado também pode ser considerado um aliado para renovação das pastagens. Segundo RHEINHEIMER et al. (2003), a queima de campos é uma ferramenta usual e muito comum no manejo tradicional das pastagens, fundamentando-se na queima do pasto acumulado no período da seca, proporcionando assim um rebrote vigoroso e supostamente aumento na qualidade da pastagem.

Redução da atividade de microorganismos (8,6) - O fogo interfere no processo natural e elimina a atividade de microorganismos por meio da redução da matéria orgânica, que serve de hábitat e alimento. Além disso, os microorganismos estão adaptados a viver numa faixa de temperatura diferente daquelas alcançadas durante um incêndio. Para SOARES & BATISTA (2007), considerando que o aquecimento do solo geralmente não atinge temperaturas letais, a não ser próximo à superfície, onde a mortalidade pode ser grande, os efeitos biológicos do fogo sobre os microorganismos se prendem mais às alterações do ambiente e às mudanças químicas observadas após o fogo. Repetidos incêndios podem reduzir bastante o número de microorganismos próximos à superfície. Por outro lado, o aumento da temperatura média do solo após a queima e a redução da sua acidez podem favorecer certos microrganismos, aumentando a atividade biológica nas camadas superficiais do solo.

Impactos paisagísticos (9,4) - Áreas de lazer abertas à visitação, como parques nacionais, são muito afetados pelo fogo, em termos paisagísticos. Isso acarreta, significativamente, a queda de visitação nestas áreas. O fogo altera o ecossistema, tornando-o sem atrativos e sem alternativas de uso. Para FIEDLER et al. (2006), os incêndios em vegetação geram diversos prejuízos econômicos, paisagísticos e ecológicos, podendo ocorrer em unidades de conservação, áreas de preservação, fazendas, margens de estradas, proximidades de aglomerados urbanos e áreas de reflorestamento, dentre outras localidades.

Matrizes de Interação

Matriz Quantitativa

A Tabela 1 ilustra a quantificação dos impactos gerados a partir do incêndio no Sítio Jaqueira.

TABELA 1. Matriz quantitativa de interação dos impactos em relação aos fatores ambientais.

Impactos	Magnitude	Importância	Atributo
Aquecimento do solo	2,0	7,3	4,6
Erosão	10,0	7,9	8,9
Redução da matéria orgânica	8,0	8,5	8,3
Redução de nutrientes do solo	8,0	7,4	7,7
Acidez do solo	6,0	7,0	6,5
Remoção do material combustível	8,0	8,9	8,4
Liberação do carbono à atmosfera	9,0	9,3	9,1
Estrago da madeira	6,0	8,4	7,2
Derrubada de plantas enfraquecidas pelo vento	5,0	8,9	6,9
Limpeza do sub-bosque	8,0	4,8	6,4
Emissão de brotos	4,0	7,9	5,9
Quebra de dormência	6,0	7,9	6,9
Controle de pragas e doenças	7,0	7,2	7,1
Controle de espécies vegetais indesejáveis	6,0	5,7	5,9
Redução da fauna do solo	4,0	9,4	6,7
Redução da fauna silvestre	3,0	8,9	5,9
Impactos à culturas agrícolas	7,0	6,9	6,9
Redução da atividade de microorganismos	4,0	8,6	6,3
Renovação da pastagem	2,0	6,9	4,4
Impactos paisagísticos	10	9,4	9,7
Média	6,2	7,8	7,0

Nota: o atributo corresponde à média entre a magnitude e a importância

Pela Tabela 1, nota-se que foi encontrada uma magnitude geral média de 6,2 dos impactos ambientais, e uma importância geral média de 7,8, o que gerou um atributo médio de 7,0. Segundo os especialistas, estes altos valores indicam que os impactos do incêndio tiveram grande importância.

De todos os atributos apresentados, os menores impactos gerados com a ação do fogo foram: renovação da pastagem (4,4), aquecimento do solo (4,6), emissão de brotos (5,9), controle de espécies vegetais indesejáveis (5,9) e redução da fauna silvestre (5,9).

Já, dentre os maiores impactos causados pelo fogo, estão: os impactos paisagísticos (9,7), liberação de carbono à atmosfera (9,1) e erosão do solo (8,9).

Matriz Qualitativa

A Tabela 2 ilustra a qualificação dos impactos gerados a partir do incêndio no Sítio Jaqueira.

TABELA 2. Matriz qualitativa de interação dos impactos em relação aos fatores ambientais.

Impactos	Físicos				Bióticos		Socioec.
	Água	Ar	Solo	Flora	Fauna	Microor	Homem
Aquecimento do solo	–	–	NDCOTV	NDCOTV	NIMOTV	NDCOTV	–
Erosão	NDMOTV	NILOTV	NDCOTV	NDMOTV	NIMOTV	NDCOTV	NDLOTV
Redução da M.O.	–	–	NDCOTV	NDCOTV	NIMOTV	NDCOTV	–
Redução de nutrientes do solo	–	–	NDCOTV	NDCOTV	NIMOTV	NDCOTV	–
Acidez do solo	NDMRTV	–	NDCOTV	NDCOTV	NIMOTV	NDCOTV	–
Aumento na velocidade do vento	–	–	–	NDCOTV	–	–	–
Remoção do materiais combustível	–	–	NDCOTV	NDCOTV	–	NDCOTV	–
Alteração do microclima local	NILOTV	NIMOTV	NIMOTV	NDMOTV	NIMOTV	NIMOTV	NDCOTV
Liberação do carbono à atmosfera	–	NDCOTV	–	NDMOTV	–	–	NDCRTV
Transporte de cinzas e solos a cursos d' água	NDCRTV	–	NIMRTV	NIMRTV	NIMRTV	NIMOTV	NIMOTV
Redução da quantidade de água	NDCRTV	–	NDCOTV	NDCOTV	NDCOTV	NDCOTV	NDCOTV
Mortalidade de animais	v	–	–	NICOXS	NDCOXS	NDCOXS	NICOXS
Danos na madeira	x	–	–	NDCOTV	NICOTV	NICOTV	NDCOTV
Enfraquecimento de plantas	x	–	–	NDCOTV	NICOTV	NICOTV	NDCOTV
Limpeza do sub-bosque	NIMOTV	–	NDCOTV	NDCOTV	NDCOTV	NDCOTV	NDCOTV
Emissão de brotos	–	–	PDMOTV	PDMOTV	PDMOTV	x	PIMOTV
Quebra de dormência	–	–	PDMOTV	PDMOTV	PDMOTV	x	PIMOTV
Afugentamento de animais	–	–	x	NILOTV	NDCOTV	NIMOTV	NDCOTV
Controle de pragas e doenças	–	–	PDCOTV	PDCOTV	PDCOTV	NDCOTV	PDCOTV
Controle de espécies vegetais indesejáveis	–	–	PDCOTV	PDCOTV	NICOTV	NICOTV	PDCOTV
Redução da fauna do solo	–	–	NDCOTV	NDCOTV	NDCOTV	NDCOTV	NICOTV
Redução da fauna silvestre	–	–	NICOTV	NICOTV	NDMOTV	NIMOTV	NICOTV
Impactos à culturas agrícolas	–	–	NICOTV	NDCOTV	NICOTV	NICOTV	NDCOTV
Redução da atividade microrganismos	–	–	NDCOTV	NDCOTV	NICOTV	NDCOTV	NICOTV
Interferência na sucessão vegetal	–	–	NIMOTV	NDMOTV	NIMOTV	NIMOTV	NILOTV
Renovação da pastagem	–	–	PDCOTV	PDCOTV	PDCOTV	NICOTV	PDCOTV
Danos à capacidade produtiva da floresta	–	–	NDCOTV	NDCOTV	NDCOTV	–	NDCOTV
Danos à função protetora da floresta	NILOTV	–	NIMOTV	NICOTV	NIMOTV	NIMOTV	NIMOTV

Destruição de ninhos e exposição de animais	-	-	-	-	NDCOTV	NIMOTV	-
Destruição da mata ciliar	NDCOTV	-	NDCOTV	NDCOTV	NDCOTV	NDCOTV	NIMOTV
Transtornos à população	-	-	-	-	-	-	NICOTV
Impactos paisagísticos	-	-	NICOTV	NICOTV	-	-	NICOTV
Destruição de áreas de recreação	-	-	-	-	-	-	NDCOTV

*Critérios de Ordem: N-negativo, P-positivo/ Critérios de Valor: D-direto, I-indireto/ Critérios de Tempo: C-curto prazo, M-médio, L-longo prazo/ Critérios de Espaço: O- local, R-regional, E-estratégico/ Critérios de Dinâmica: T-temporário, Y-cíclico, X-permanente/ Critérios de Plástica: V-reversível, S-irreversível.

A Tabela 2 ilustra a interação entre os fatores ambientais e os impactos gerados pelo incêndio florestal. Em relação aos critérios de ordem, 86% dos impactos foram negativos e 14% positivos. Desta forma, é fácil notar a alta periculosidade dos incêndios e os danos causados por eles. Quanto aos efeitos diretos e indiretos, 61% dos impactos foram classificados como diretos e 39% indiretos aos meios físicos, bióticos e socioeconômicos.

Os incêndios causaram impactos que são sentidos rapidamente, em curto espaço de tempo (68%), em médio prazo (28%), enquanto 4% são sentidos em longo prazo (erosão, alteração do microclima local e afugentamento de animais). Em relação ao critério de espaço, 95% dos impactos afetaram somente aquele local e 5% foram estratégicos.

Observando a tabela, percebe-se que 97% dos impactos provocados pelo incêndio causaram danos temporários no sítio Jaqueira, enquanto 3% foram permanentes (impactos voltados à mortandade de animais). Quanto à plasticidade dos impactos, 97% foram reversíveis e 3% irreversíveis ao meio.

Redes de Interação

Os incêndios impactam os meios físico, biótico e socioeconômico. Então, produzem efeitos ao ecossistema como um todo, iniciando novos impactos.

A rede de interação permite conhecer quais serão os futuros impactos a serem sentidos, advindos dos impactos iniciais, facilitando assim, a definição de medidas mitigadoras.

Na Figura 2 é mostrado o fluxograma dos impactos causados pela interação do incêndio com o meio físico.

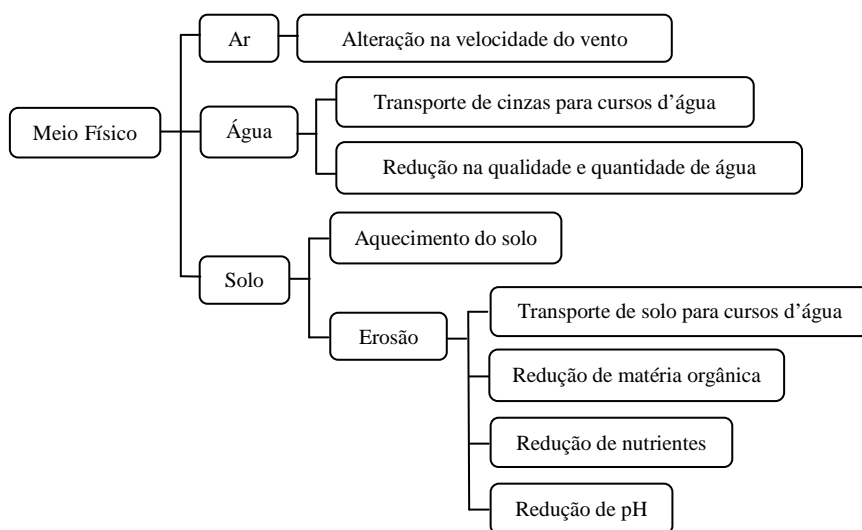


FIGURA 2: Fluxograma dos impactos causados pela interação do incêndio com o meio físico.

A qualidade da água é prejudicada pela concentração de cinzas levada pelas águas, além da deposição de sedimentos desprendidos do solo, decorrentes da erosão, para o fundo dos corpos d'água. MEIXNER (2004), após efetuar um estudo sobre os impactos que um fogo florestal tem em áreas imediatamente adjacentes aos incêndios, concluiu que, quanto aos impactos físicos na água, o aumento do fluxo de sedimentos após um incêndio traz impactos tanto na ecologia, como na água potável, uma vez que os reservatórios de água e as bacias poderão ser preenchidos, perturbados e, portanto, danificados pelos sedimentos. Já para SPENCER et al. (2003) refere no seu estudo que um dos primeiros impactos presenciados, após um incêndio florestal, é a morte dos peixes, que poderá ser causada pelas elevadas temperaturas durante o fogo e/ou pela difusão do fumo na água, ou pela alteração dos parâmetros químicos da água, tais como a alta volatilização dos níveis de compostos.

A prática do uso do fogo, em curto espaço de tempo, tende a modificar as características do solo. Isso favorece a ocorrência de erosão a partir da retirada da cobertura vegetal do solo, levando às perdas de sedimentos, de matéria orgânica e de nutrientes.

Na Figura 3 é indicado o fluxograma dos impactos do incêndio no meio biótico.

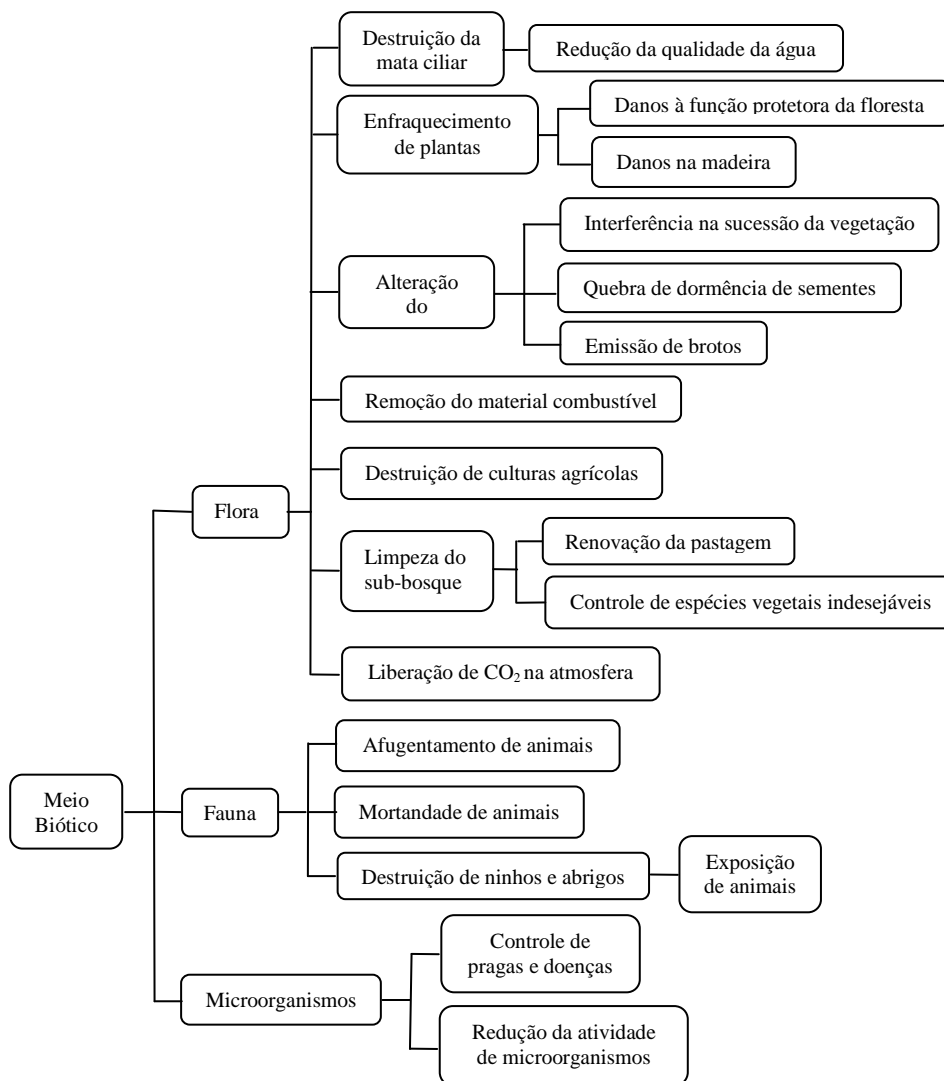


FIGURA 3: Fluxograma dos impactos do incêndio no meio biótico.

O meio biótico é composto pela flora, fauna e microorganismos. O fogo, muito utilizado para limpeza de restos de culturas agrícolas (técnica de controle de ervas daninhas e renovação da pastagem), quando fora de controle pode causar destruição das culturas ao redor e alteração do microclima local. As clareiras, deixadas pela passagem do fogo, favorecem o desenvolvimento de espécies dependentes de luz e com isso, surge uma nova sucessão vegetal. O fogo age também sobre o estrato arbóreo, influenciando, sobretudo, a redução do porte das árvores e o aumento da sua tortuosidade, da composição florística e estrutura da vegetação (LOPES et al., 2009). Este estudo demonstrou claramente que a área queimada apresentou menor número de indivíduos, de espécies, menor valor de área basal dos troncos das árvores, portanto, o fogo exerceu papel relevante na modificação da estrutura da vegetação.

Na vegetação florestal, as consequências dos incêndios podem ser notadas na alteração da estrutura, com reflexos na composição florística (CASTELLANI & STUBBLEBINE, 1993; COCHRANE, 2003). A riqueza de espécies podem diminuir após incêndios florestais intensos devido aos níveis altos de mortalidade, mas pode, também, aumentar após incêndios moderados, atrelados ao incremento de espécies

pioneiras, que é favorecido pelo aumento da luminosidade causado pela abertura de clareiras (BATISTA & SOARES, 1997).

Em relação à fauna, muitas espécies perdem seu hábitat original e são forçadas a encontrar nova moradia, enquanto os animais menos velozes, dificilmente resistem à queima.

Os microorganismos são destruídos diretamente pelo fogo ou indiretamente, pela redução da matéria orgânica, sua fonte de alimentação.

Na Figura 4 é mostrado o fluxograma dos impactos do incêndio no meio socioeconômico.

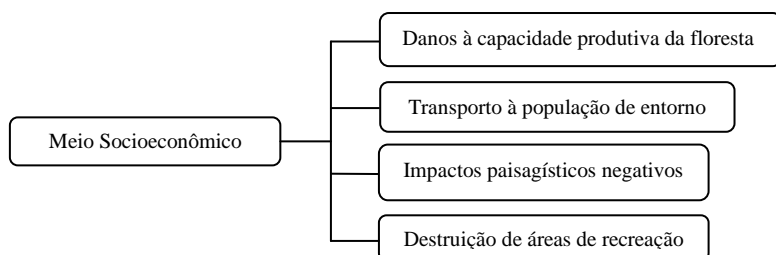


FIGURA 4: Fluxograma dos impactos do incêndio no meio socioeconômico.

O meio socioeconômico sofre as consequências do fogo, pela diminuição de áreas para recreação e lazer e pelos danos econômicos derivados da destruição dos povoamentos florestais. O incêndio provoca ainda um desnudamento do solo e deixa uma cor enegrecida ao ambiente, o que causa a monotonia paisagística.

Tal fato também é destacado por SALDANHA & BOTELHO (2008), quando dizem que as partículas de aerossóis emitidas pelas queimadas, além de exercerem efeitos no ciclo das chuvas, temperatura, degradação do solo, efeitos na biota e na vida animal, muito provavelmente também desempenham efeitos adversos no sistema respiratório de pessoas que residem em regiões próximas às queimadas.

MEDIDAS MITIGADORAS

Primeiramente, seria interessante remover os resíduos provenientes do incêndio, como cercas danificadas, madeiras carbonizadas, restos em geral. Em seguida, escolher as cultivares a serem implantadas, restaurando as áreas de preservação permanente e de reserva legal. As áreas de menor inclinação poderão estar voltadas a cultivares agrícolas, respeitando o histórico de utilização da área e promovendo uma rotação de culturas para melhor utilização do solo.

Em relação às espécies florestais, estas devem se adequar ao sítio específico e de preferência, devem ser espécies nativas da Mata Atlântica. O eucalipto é uma cultura interessante para se adotar em áreas que sejam mais íngremes (abaixo de 45°) e não específicas às culturas agrícolas e, ao mesmo tempo, dar retornos econômicos ao produtor.

Deve-se fazer uma análise representativa do solo do sítio Jaqueira, para conhecer suas necessidades nutricionais, pois deste serão retirados os elementos para crescimento e desenvolvimento das espécies que serão implantadas ali. A utilização da calagem é muito importante para elevação do pH do solo e adequação das espécies, além de ser interessante para adicionar cálcio e magnésio à cultura (privilegiar a escolha de calcário dolomítico para maximizar a introdução de magnésio). Com base na análise da fertilidade do solo deverá ser

prescrita a adubação necessária para o bom desenvolvimento das plantas.

A incorporação da vegetação da superfície, por meio do revolvimento do adubo verde ao solo, é uma técnica simples e eficiente para a melhoria da nutrição, estrutura e agregação do solo, a fim de aumentar os níveis de matéria orgânica e com isso, favorecer o aumento das atividades microbianas e mineralização, que deixam os nutrientes pré-disponíveis à planta.

É importante promover o isolamento dos materiais combustíveis por meio de barreiras, para quebrar a continuidade destes, o que limita o espaço para atuação do fogo e diminui sua intensidade, facilitando seu combate. Um exemplo prático e eficiente dessas barreiras são os aceiros. Os aceiros são faixas livres de vegetação, que devem englobar as áreas de maior risco de incêndio e áreas confrontantes.

Para o sequestro de carbono, uma medida apropriada é o reflorestamento, onde o CO₂ emitido na atmosfera, fica condensado no crescimento radial e axial da madeira.

É preciso direcionar e reduzir o escoamento superficial das águas, para que estas não promovam o aumento da erosão em lâminas e sulcos, e também reduzam a deposição de cinzas e partículas do solo no leito dos rios. É importante ainda, a adoção de taludes menos íngremes, bacias de contenção e “bigodes” acompanhando as estradas/carreadores e aceiros, além da revegetação das margens do rio, com adoção de mata ciliar.

As áreas de reserva legal são importantes, pois facilitam a dispersão de animais, dentro e fora das áreas diretamente afetadas pelo incêndio. Os animais silvestres, além de serem predadores de animais peçonhentos, dissipam sementes e adubos ao meio.

As madeiras que restaram do incêndio devem ser manejadas, para que ainda possam gerar lucros em tempo viável, por meio de adubação reforçada, controle de mato-competição, tratos culturais em tempo adequado e desrama eficiente, para agregar valor à qualidade da madeira final.

A recomposição da vegetação do sítio Jaqueira será um alicerce para a retomada do turismo na região e atividades recreativas, que estimulem a conscientização da importância do ecossistema para o bem-estar da população e que desacelerem a correria imposta pelo dia-a-dia do meio urbano. A educação ambiental orientada à população é uma das formas mais eficazes de prevenção e supressão de incêndios, além de promover a manutenção, preservação e conservação dos recursos naturais do meio ambiente.

PROGRAMA DE ACOMPANHAMENTO E MONITORAMENTO

Um incêndio, além de acarretar muitos danos ao local, vem de forma inesperada e na maioria das vezes o produtor não está preparado para debelar os focos.

O objetivo do programa de acompanhamento e monitoramento é não deixar que futuros casos de queimadas na região do entorno se transformem em incêndios, além de promover a reabilitação do ecoturismo, que antes era desenvolvido no Sítio Jaqueira.

Visitas por analistas, engenheiros, biólogos e comunidades em geral, devem ser constantes nas áreas, objetivando a manutenção dos aceiros, utilização de cores, placas e ‘mascotes representativos’ para a conscientização da população, no que concerne a preservação e o controle de incêndios.

É de suma importância contratar profissionais para gerenciamento das atividades agrícolas, florestais e educacionais que serão implantadas no Sítio Jaqueira, para que estas atividades, além de lucrativas, tragam uma produtividade estruturada em bases sustentáveis.

Analisar a aptidão das áreas de risco de influência de incêndio é uma prática eficaz à propensão do fogo na região de interesse.

Indicar o zoneamento das áreas, visando classes de tipos de solo, temperaturas, velocidade do vento, precipitação, umidade relativa do ar, fornecimento de água, declividade, exposição e inclinação do terreno, permitirá identificar as áreas mais propícias à ocorrência dos incêndios e diminuirá o binômio 'tempo *versus* fogo'.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Um incêndio florestal, portanto, sempre traz grandes consequências, independente do tipo de ambiente em que ocorre. A vegetação pode responder positiva ou negativamente à ação do fogo, sendo que pela intensidade e frequência em que ocorrem os incêndios, num mesmo ambiente, algumas espécies podem sofrer adaptações evolutivas para sobreviverem. Muitas vezes, o próprio fogo é utilizado, de forma controlada, para evitar as ameaças e danos maiores que um incêndio inesperado pode causar, além de favorecer a regeneração das espécies susceptíveis.

A análise de impacto ambiental é relevante para os aspectos ecológicos, pois são adotadas as melhores medidas de controle ambiental; para os aspectos econômicos, em que é melhor adotar medidas preventivas, de menores custos em relação às medidas corretivas e, para os aspectos éticos, quanto à conscientização da população. A prevenção, sem dúvidas, deve ser levada em consideração para que os esforços sejam revertidos em medidas profiláticas, e não corretivas. Se o custo de supressão fosse repassado para a prevenção, as estatísticas em relação aos incêndios seriam reduzidas.

Os métodos de análise dos impactos ambientais são úteis para quantificar e qualificar as consequências do incêndio.

Com o check list descreveu-se todos os impactos gerados pelo fogo, sendo os principais: meio físico - aquecimento do solo, erosão, redução de nutrientes do solo, redução do teor de matéria orgânica, acidez do solo, alteração do microclima local, liberação de carbono à atmosfera, redução da qualidade da água; meio biótico - mortandade de animais, estrago da madeira, limpeza do sub-bosque, emissão de brotos, impactos às culturas agrícolas, interferência na sucessão vegetal, redução da atividade de microorganismos e renovação da pastagem; e socioeconômico - transtornos à população do entorno, impactos paisagísticos e destruição de áreas de recreação.

O método delph proporcionou uma média geral de magnitude de 6,2 e média de importância de 7,8 dos impactos gerados pelo incêndio, ou seja, os impactos gerados possuem alta significância.

A matriz qualitativa dos impactos demonstrou impactos negativos (87%), sendo impactos diretos (61%).

A rede de interação mostrou a interligação entre os impactos gerados pelo fogo, mostrando as suas consequências primárias e secundárias, bem como a conexão entre os impactos.

REFERÊNCIAS

BATISTA, A. C.; SOARES, R. V. **Manual de preservação e combate a incêndios florestais**. Curitiba-PR, Fundação de Pesquisas Florestais, FUPEF. 1997.

BEHLING, H.; PILLAR, V. P. Late quaternary vegetation, biodiversity and fire dynamics on the southern Brazil highland and their implication for conservation and management of modern araucaria forest and grassland ecosystems. **Philosophical Transactions B**, v. 362, n. 1478, p. 243-251, 2007.

CARTER, M. C.; FOSTER, C. D. Prescribed burning and productivity in southern pine forests: a review. **Forest Ecology and Management**, Madison, v. 191, n. 1-3, p. 93-109, 2004.

CASSOL, E. A.; MARTINS, D.; ELTZ, F. L. F.; FALLEIRO, R. de R. Erosividade das chuvas em Taquari, RS, determinada pelo índice EI30, no período de 1963 a 1999. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DE SOLO E ÁGUA, 15., 2004, Santa Maria. **Anais...** Santa Maria: SBCS, 2004.

CASTELLANI, T. T.; STUBBLEBINE, W. H. Sucessão secundária inicial em uma mata tropical mesófila, após perturbação por fogo. **Revista Brasileira de Botânica**. 16: 181-203, 1993.

COCHRANE, M. A. Fire science for rainforests. **Nature**, v.42: p. 913-919. 2003.

COCHRANE, M. A.; ALENCAR, A.; SCHULZE, M. D.; SOUZA, C. M.; NEPSTAD, D. C.; LEFEBVRE, P.; DAVIDSON, E. A. Positive feedback in the fire dynamic of closed canopy Tropical **Forest Science**, v. 228, p.1832-1835, 1999.

COSTA, M. V.; CHAVES, P. S. V.; OLIVEIRA, F. C. **Uso das Técnicas de Avaliação de Impacto Ambiental em Estudos Realizados no Ceará**. In: XXVIII Congresso Brasileiro de Ciências da Comunicação – UERJ – 5 a 9 de setembro de 2005.

COUTINHO, L. M. **Fire in the ecology of the brazilian cerrado**. In: J. G. Goldammer (ed.). *Fire in the Tropical Biot*. Berlin, Springer-Verlag. p. 82-105, 1990.

DELAMÔNICA, P.; LAURANCE, W. F.; LAURANCE, S. G. **A Fragmentação da Paisagem**. Capítulo 9 – Livro: *Florestas do Rio Negro*, p.283-301, 2001.

FIEDLER, N. C.; RODRIGUES, T. O.; MEDEIROS, M. B. Avaliação das condições de trabalho, treinamento, saúde e segurança de brigadistas de combate a incêndios florestais em unidades de conservação do Distrito Federal: estudo de caso. Viçosa-MG. **Revista Árvore**, v.30, n.1, p.55-63, 2006.

HOLDSWORTH, A. R.; UHL, C. Fire in Amazonian selectively logged rains forest and the potential for fire reduction. **Ecological applications**, v.7, p.713- 725, 1997.

GERWING, J. J. Degradation of forests through logging and fire in the eastern Brazilian Amazon. **Forest Ecology and Management**, v. 157, n.1, p.131-141, 2002.

GUARIZ, H. R. **Morfometria e Atributos Físicos do Solo da Microbacia do Córrego Jaqueira – Alegre, ES**. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Espírito Santo, 2008.

LOPES, S. F.; VALE, V. S. do; SCHIAVINI, I. Efeito de queimadas sobre a estrutura e composição da comunidade vegetal lenhosa do cerrado sentido restrito em Caldas Novas, GO. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 33, n. 4, p. 695-704, 2009.

MARTINO, J. P. **Technological forecasting for decision making**. 3. ed. New York: Mc Graw-Hill Inc., 1993.

MEIXNER, T. **Wildfire impacts on water quality**. Southwest Hydrology, 24-25. 2004.

PREFEITURA MUNICIPAL DE ALEGRE, 2012. Disponível em: http://www.alegre.es.gov.br/index.php?option=com_content&view=article&id=143&Itemid=96. [Acesso em 5 de maio de 2012].

REDIN, M.; SANTOS, G. F.; MIGUEL, P.; DENEGA, G. L.; LUPATINI, M.; DONEDA, A.; SOUZA, E. L. Impactos da queima sobre atributos químicos, físicos e biológicos do solo. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.21, n.2, p.381-392, 2011.

RHEINHEIMER, D. S.; SANTOS, J. C. P.; FERNANDES, V. B. B.; MAFRA, A. L.; ALMEIDA, J. A. Modificações nos atributos químicos de solo sob campo nativo submetido à queima. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 33, n. 1, p. 49-55, jan./fev. 2003.

SALDANHA, C. T.; BOTELHO, C. Queimadas e suas influências em crianças asmáticas menores de cinco anos atendidas em um hospital público. **Revista Brasileira de Alergia e Imunopatologia**. V.31, n.3, 2008.

SOARES, R. V. Queimas controladas: prós e contras. I Fórum Nacional sobre Incêndios Florestais. **Anais/IPEF**. Piracicaba, SP. 1995.

SOARES, R. V.; BATISTA, A. C. **Incêndios florestais – Controle, efeitos e uso do fogo**. Curitiba, Paraná, 2007.

SOARES, R. V.; TOZZINI, D. S. Relações entre o comportamento do fogo e danos causados a um povoamento de *Pinus taeda*. **Revista Floresta**, Curitiba: FUPEF, v. 26, n. 1 e 2, p. 9-13, 1987.

SPADOTTO, C. A. Classificação de Impacto Ambiental. Comitê de Meio Ambiente, Sociedade Brasileira da Ciência das Plantas Daninhas. 2002. [online] Disponível em: <http://www.cnpma.embrapa.br/herbicidas/> [Acessado em 31/10/2011].

SPENCER, C. N., GABEL, K. O., HAUER, F. R.. Wildfire effects on stream food

webs and nutrient dynamics in Glacier National Park, USA. **Forest Ecology and Management**, 178, p. 141-153. 2003.

SPERA, S. T.; REATTO, A.; CORREIA, J. R.; SILVA, J. C. S. Características físicas de um Latossolo Vermelho-escuro no cerrado de Planaltina, DF, submetido à ação do Fogo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 35, n. 9, p. 1817-1824, 2000.

VERISSIMO, A.; BARRETO, P.; MATTOS, M.; TARIFA, R.; UHL, C.. Logging impacts and prospects for sustainable forest management in an old Amazonian frontier: the case of Paragominas. **Forest ecology and management**, v. 55, p. 169-199, 1992.

WRIGHT, J. T. C.; GIOVINAZZO, R. A. Delphi – uma ferramenta de apoio ao planejamento prospectivo. **Caderno de Pesquisas em Administração**, São Paulo, v. 1, n. 12, 2000.