

VIRGÍNIA LONDE DE CAMARGOS

IMPACTOS DO FOGO NO ESTRATO DE REGENERAÇÃO E NO
BANCO DE SEMENTES DO SOLO EM UM TRECHO DE FLORESTA
ESTACIONAL SEMIDECIDUAL, VIÇOSA, MG.

Tese apresentada à Universidade
Federal de Viçosa, como parte das
exigências do Programa de Pós-
Graduação em Botânica, para
obtenção do título de *Doctor Scientiae*.

VIÇOSA
MINAS GERAIS – BRASIL
2008

**Ficha catalográfica preparada pela Seção de Catalogação e
Classificação da Biblioteca Central da UFV**

T

C172i
2008

Camargos, Virgínia Londe de, 1971-

Impactos do fogo no estrato de regeneração e no banco de sementes do solo em um trecho de floresta estacional semidecidual, Viçosa, MG / Virgínia Londe de Camargos / – Viçosa, MG, 2008.

xiii, 61f.: il. (algumas col.) ; 29cm.

Orientador: Sebastião Venâncio Martins.

Tese (doutorado) - Universidade Federal de Viçosa.

Inclui bibliografia.

1. Comunidades vegetais - Efeito do fogo. 2. Viçosa (MG) - Comunidades vegetais - Dinâmica. I. Universidade Federal de Viçosa. II. Título.

CDD 22.ed. 581.98151

VIRGÍNIA LONDE DE CAMARGOS

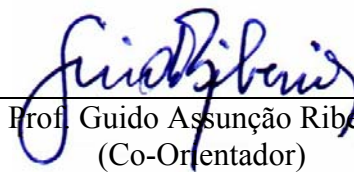
IMPACTOS DO FOGO NO ESTRATO DE REGENERAÇÃO E NO
BANCO DE SEMENTES DO SOLO EM UM TRECHO DE FLORESTA
ESTACIONAL SEMIDECIDUAL, VIÇOSA, MG.

Tese apresentada à Universidade
Federal de Viçosa, como parte das
exigências do Programa de Pós-
Graduação em Botânica, para
obtenção do título de *Doctor Scientiae*.

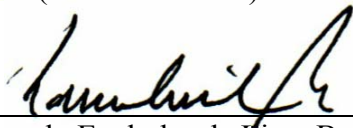
APROVADA: 29 de fevereiro de 2008.



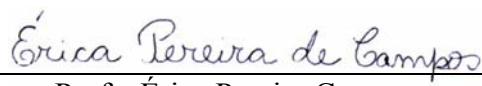
Profa. Flávia Maria da Silva Carmo
(Co-Orientadora)



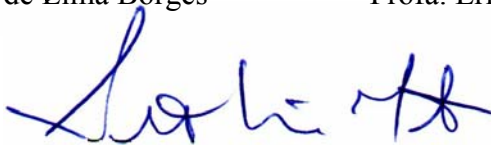
Prof. Guido Assunção Ribeiro
(Co-Orientador)



Prof. Eduardo Euclides de Lima Borges



Profa. Érica Pereira Campos



Prof. Sebastião Venâncio Martins
Orientador

Dedico esta tese ao mestre, amigo e eterno
professor ALEXANDRE FRANCISCO DA SILVA

*“Diz a lenda que logo cedo pelos mares de morros mineiros, é possível vê-lo
entre as plantas ciceroneando nossas matas, o jardim do seu novo lar...”*

*“Aos meus pais João Orlando e
Conceição, que me ensinaram os
valores da vida, dedico esta tese.”*

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pelo dom da vida, início da jornada.

Aos meus pais, pelo amor, por todos os exemplos, dedicação, incentivos e vibrações pelas vitórias... Mesmo que fosse sem nota de cem no bolso né, pai? Ao meu irmão João Orlando Jr e sua esposa Adriana, pela força e pelo orgulho de me ver crescendo. A toda minha família, vó, tias e tios, dos dois lados, que sempre me apoiaram. Tio Julinho, serei a primeira DOUTORA, mas você também será o primeiro DOUTOR da família.

À Universidade Federal de Viçosa, pela oportunidade de realização desta tese e a CAPES, pelo auxílio financeiro.

Ao professor Alexandre Francisco da Silva, o “Alex”, que sempre topou desafios, mesmo sendo para colocar fogo na “Mata da Biologia”. Em nome da ciência tudo era válido... Foi chamado às pressas pra levantar a flora lá nas alturas... Faz muita falta, mas sabemos que olha por nós... Seus ensinamentos são usados diariamente e repassados a outras gerações... Você plantou a semente e elas começam a germinar... Fique em paz, grande pai, mestre, amigo e companheiro dos matos!

Ao professor Venâncio que pegou o rabo de foguete de me orientar depois da partida repentina do Alex. Sei que não foi tarefa fácil, mas você a realizou com muita presteza. Mais uma vez muito obrigada mesmo!

À professora Flávia Maria, grande amiga que se tornou nossa grande mãe. Acolheu-nos, filhos do Alex, como se fôssemos dela. Tia Fra, muito obrigada pelo incentivo, sugestões, idéias, carinho, cervejas na sua casa e pelo agradável convívio de sempre!

Ao professor Guido, piromaníaco de alma, que me passou esta paixão pelo fogo e que me ensinou o quanto importante é conhecer seu comportamento. Tenho muito que agradecer pelas conversas eventuais, risadas, teimosias e pela sua grande atenção e confiança. Acredito que se não fosse por você e pelo Gumercindo, que me

trouxeram pra Viçosa, eu não estaria subindo mais este degrau em minha vida. Muito obrigada aos dois! Contem sempre comigo para o que vocês precisarem. Serei eternamente grata!

Aos professores do departamento de Biologia Vegetal que sempre foram mais que mestres, mas grandes amigos. Em especial ao Wagner, pela preocupação com os alunos da Pós. A Rosane, eterna chefinha, pela sua educação e forma de tratar a todos, mesmo que os assuntos fossem muito delicados. A Aristéa, uma grande amiga conquistada ao longo destes 6 anos entre mestrado e doutorado, exemplo de competência e dedicação, quando eu crescer quero ser igual a você. A Renata, sempre com um sorriso largo e torcendo por mim, grande amiga! A Luzimar, pelas dicas e incentivo, me ensinando como seguir seus passos... Tô te acompanhando heim? Espero eu que no final consiga vencer como você. Ao João Meira, pelas dicas e pelo incentivo ao longo do curso. Ao Marco Aurélio pela compreensão e boa vontade em ajudar no que fosse preciso.

Ao professor Rogério Ribas, ou melhor, ao meu grande amigo Rogerinho pelas dicas, ajudas com a estatística, conversas fiadas e brincadeiras.

Aos funcionários do horto e herbário, pelo excelente convívio. Em especial ao Celso, meu braço direito, cuja “mão santa”, sem pecado, fez todos os meus transplantes vingarem. Sua ajuda foi essencial, sem ela não teria conseguido chegar aqui. Ao Zé do Carmo, pelo carinho e prontidão.

Ao Gilmar Valente, o Gil, nosso Gil! Que seria de mim se não fosse seu companheirismo, suas risadas, piadas e prontidão em ajudar!! Você é uma amizade que vai ficar pra sempre, independentemente de onde estivermos... Muito obrigada, amigão!

Ao Ângelo e a Ilzinha, secretários do pós e do DBV, por solucionarem todos os pepinos. Não esquecendo da Francine também que acabou de chegar e já tem dado conta de tudo sempre de carinha boa.

A todos os estagiários que me ajudaram direta ou indiretamente, em especial a Suzanne, Acauã, Thais e Maria Claudia.

A todos os colegas da pós-graduação. Antes, no mestrado, éramos poucos, mas com o crescimento do curso ficou difícil falar de todos. Mas deixo aqui meu abraço especial e principalmente aos com que tive oportunidade de conviver de perto. Na ecologia vegetal foram: Andreza, companheira de todas as horas, Eriquinha, Temilze e Luiz “Quieragato”, Michelia, Priscila, Saporetti, Malu, Maíra, Pedrinho, João Carlos, Márcio (valeu muito pela identificação das plântulas) e Marcelão. Na Anatomia Vegetal, Lourdes, Ju, Jaque, Karina, Kellen, Bittencourt (brigadão também pelos “lost”) e Marina. A convivência foi ponto chave neste trabalho.

A meu grande e inseparável amigo Bruno, o “tio Bubu” que mesmo com todas as brigas a gente sempre se entendia no final. Você é muito especial!

O Walnir, o “Niro”, eu tenho que agradecer separadamente de todos os colegas da pós. Este rapaz de sorriso largo, intitulado por mim de “espetáculo”, que a Cynthia não fique com ciúmes, sempre esteve disposto a ajudar em qualquer situação. Me tirou de sufocos onde eu queria um buraco para enterrar a cabeça. “São Walnir”!!!! Muito obrigada por tudo! Pelo teste *t* de Magurram, pela identificação das plantas, pelas idéias mirabolantes e principalmente por sua amizade. Você é daquelas pessoas que a gente tem orgulho de conhecer e ser amigo.

A todos os amigos conquistados ao longo dos anos, tanto em Viçosa, nesta jornada na UFV, quanto fora dela, em Divinópolis, Matutina e Belo Horizonte. Pessoas que sempre apoiaram e torceram pela minha vitória. Se eu fosse citar todos os nomes talvez gastaria uma outra tese, somente com esta finalidade.

À Marcela, minha companheira inseparável durante 4 anos. Nosso convívio não era só na UFV, mas em casa também, afinal dividíamos apartamento. Fomos verdadeiras irmãs. Minha família se tornou a dela e a dela se tornou a minha. Ponto equilibrado, racional, que me impulsionou em várias situações onde por vezes eu quis desistir. Tenho um carinho e uma gratidão enorme por você. Esta convivência trouxe alguns agregados que também não podem ficar de fora deste agradecimento. O Marcelo, que

antes de ser seu namorado, é meu amigo e de quem terei muitas lembranças boas, e ao Zé, gatinho safado, que me enchia de alegria no convívio diário.

E por último, mas não menos importante, a grande surpresa reservada pra mim em Viçosa, o Luiz, meu “Lu”. Dizem que neste lugar tudo é muito passageiro, mas contrariando este ditado, estamos cada vez mais presentes um na vida do outro e fazendo planos. Você é muito importante na minha vida e sua compreensão, carinho, dedicação e amor são muito importantes no meu dia a dia. Aprendi muito com você. Te amo Lu!

BIOGRAFIA

Virgínia Londe de Camargos nasceu em Divinópolis, Minas Gerais, em 24 de novembro de 1971.

Ingressou no Curso de Biologia em fevereiro de 1992, na Faculdade Metodista Integrada Izabela Hendrix, Belo Horizonte, Minas Gerais, graduando-se em dezembro de 1995.

Trabalhou para a proteção e conservação do meio ambiente na Fundação Biodiversitas, Instituto Estadual de Florestas e Sociedade de Investigações Florestais de 1995 a 2003.

Iniciou-se no Mestrado em Botânica, junto ao Departamento de Biologia Vegetal, pela Universidade Federal de Viçosa, em abril de 2002, concluindo em fevereiro de 2004.

Em março de 2004 ingressou no Doutorado em Botânica, também na mesma instituição, terminando em fevereiro de 2008.

Em novembro de 2006 foi aprovada no concurso para professora substituta em Ecologia Vegetal, pela UFV, onde ministra aulas de Ecologia Vegetal, Organografia e Taxonomia de Espermatófitas, Fitogeografia do Brasil, Fitossociologia e Botânica Geral, com contrato vinculado até novembro de 2008.

SUMÁRIO

RESUMO.....	x
ABSTRACT.....	xii
INTRODUÇÃO GERAL.....	1

CAPÍTULO 1:

ESTUDO DO COMPORTAMENTO DO FOGO EM UM TRECHO DE FLORESTA ESTACIONAL SEMIDECIDUAL NO MUNICÍPIO DE VIÇOSA, MINAS GERAIS.

1. INTRODUÇÃO.....	3
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	5
2.1. Caracterização da área de estudo.....	5
2.2. Demarcação da Área Experimental e Coleta de Dados.....	5
3. RESULTADOS.....	7
4. DISCUSSÃO.....	11
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	16

CAPÍTULO 2:
CARACTERIZAÇÃO DO BANCO DE SEMENTES EM UM TRECHO DE FLORESTA ESTACIONAL SEMIDECIDUAL, APÓS TRATAMENTO COM FOGO.

1. INTRODUÇÃO.....	20
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	22
2.1. Caracterização da área de estudo.....	22
2.2. Amostragem.....	22
3. RESULTADOS	25
3.1. Caracterização do Comportamento do fogo.....	25
3.2. Caracterização do Banco de Sementes.....	25
4. DISCUSSÃO.....	29
5. REFERÊNCIAS. BIBLIOGRÁFICAS.....	34

CAPÍTULO 3:
CARACTERIZAÇÃO DO ESTRATO DA REGENERAÇÃO EM UM TRECHO DE FLORESTA ESTACIONAL SEMIDECIDUAL, APÓS TRATAMENTO COM FOGO.

1. INTRODUÇÃO.....	38
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	40
2.1. Caracterização da área de estudo.....	40
2.2. Amostragem.....	40
3. RESULTADOS	43
3.1. Caracterização do Comportamento do fogo.....	43
3.2. Caracterização do Estrato de Regeneração.....	44
4. DISCUSSÃO.....	49
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	56
CONCLUSÃO GERAL.....	61

RESUMO

CAMARGOS, Virgínia Londe de, D.Sc., Universidade Federal de Viçosa, fevereiro de 2008. **Impactos do fogo no estrato de regeneração e no banco de sementes do solo em um trecho de Floresta Estacional Semidecidual, Viçosa, MG.** Orientador: Sebastião Venâncio Martins. Co-Orientadores: Flávia Maria da Silva Carmo e Guido Assunção Ribeiro.

Para testar a hipótese de que o comportamento do fogo altera a composição florística e a densidade de indivíduos do banco de sementes do solo e do estrato de regeneração em um trecho de Floresta Estacional Semidecidual, o presente estudo foi realizado em um fragmento denominado “Reserva da Biologia”, pertencente à Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais, (20°35’-28°50’S e 42°45’-43°00’W) onde foram instaladas 10 parcelas de 5 x 5 m interdistantes em 1 m. Este estudo foi dividido em três capítulos. No primeiro, objetivou-se avaliar o comportamento do fogo usando as variáveis: intensidade do fogo, tempo de queima, material combustível, poder calorífico e calor liberado por área. Foi realizada uma queima controlada nas parcelas instaladas, utilizando a técnica do fogo a favor do vento, obedecendo o sentido do aclave. O tempo de duração da queima variou entre as parcelas de 3’30” a 9’18”. A velocidade do vento, temperatura e umidade relativa do ar no dia da queima permaneceram constantes em todas as parcelas, apresentando valores de 3,5 m.s⁻¹ Norte, 20° C e 79%, respectivamente. Os valores encontrados para as variáveis do comportamento do fogo variaram entre as parcelas de: 0,32 a 1,10 kg.m⁻² para material combustível, 11,94 a 75,79 Kcal.s⁻¹.m⁻¹ para a intensidade de queima e 1111 a 3789 Kcal.m⁻² para o calor liberado por área. Os valores médios para velocidade de propagação e poder calorífico foram 0,017 m.s⁻¹ e 4411 Kcal.kg⁻¹, respectivamente. As condições climáticas de Viçosa em 2005 foram atípicas em relação aos outros anos, não apresentando nenhum mês seco. Esta condição interferiu nos parâmetros do comportamento do fogo, fazendo com que a queima fosse classificada como de baixa intensidade. No segundo capítulo o objetivo foi caracterizar o banco de sementes antes e depois do fogo, para verificar os efeitos desse distúrbio na densidade das populações e na composição florística da comunidade vegetal. No centro de cada parcela foi coletada uma amostra de solo de 40 x 25 cm, a partir da superfície da serapilheira até 5 cm de profundidade. Um dia após a coleta das amostras de solos as parcelas foram submetidas à queima controlada. Imediatamente após a queima foram realizadas novas coletas de solo

seguinte a mesma metodologia adotada anteriormente. Foram obtidas 528 e 429 plantas germinadas das amostras do banco de sementes do solo antes e após o fogo, respectivamente, pertencentes a 23 espécies de 14 famílias botânicas, sendo as mais representativas Melastomataceae, Asteraceae e Urticaceae. Não houve redução significativa da riqueza de espécies nem da densidade de indivíduos das populações entre as duas amostragens e a similaridade florística foi de 34%. Foram amostrados indivíduos herbáceos, arbustivos e arbóreos. *Miconia cinnamomifolia* e *Leandra purpurascens* foram as espécies mais freqüentes/abundantes. As espécies pioneiras se destacaram com 44 e 40% das espécies presentes na área antes e após o fogo, respectivamente. No terceiro capítulo caracterizou-se florística e estruturalmente o estrato de regeneração natural antes e após o fogo. O levantamento foi realizado no canto superior direito de cada parcela, com auxílio de um quadro de madeira de 1 x 1 m trançado com elástico em intervalos de 10 cm, formando uma rede para mapeamento dos indivíduos amostrados em dois períodos distintos; antes do tratamento com o fogo e dois anos após. Foram amostrados nos dois inventários 24 espécies pertencentes a 12 famílias. As famílias com maior riqueza específica foram: Rubiaceae (6), Fabaceae (4) e Myrtaceae (4). A similaridade florística foi de 35% e as espécies com maior valor de cobertura foram: *Sorocea bomplandii*, *Psychotria sessilis*, e *Anadenanthera macrocarpa*. Não houve redução significativa na densidade das espécies entre as amostragens, mas sim no índice de diversidade de Shannon. Os indivíduos amostrados eram de vegetação arbustiva e arbórea sendo a rebrota um mecanismo chave na regeneração deste fragmento.

ABSTRACT

CAMARGOS, Virgínia Londe de, D.Sc., Universidade Federal de Viçosa, February, 2008. **Impacts of fire in the stratum of regeneration and seed bank in soil in a stretch of Seasonal Forest Semideciduous, Viçosa, MG.** Adviser: Sebastião Venâncio Martins. Co-Advisers: Flávia Maria da Silva Carmo e Guido Assunção Ribeiro.

In order to test the hypothesis that the fire behavior changes the floristic composition and the density of individuals of both soil seed bank and regeneration layer in a stretch of a Seasonal Semideciduous Forest, the present study was carried out in a fragment called “Reserva da Biologia”, which belongs to the Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais, Brazil (20°35’-28°50’S e 42°45’-43°00’W), where ten 5 x 5m plots, 1m away from each other, were set up. This study was divided into 3 chapters. In Chapter One, the fire behavior was evaluated according to the following variables: fire intensity, burning time, fuel material, calorific power, and released heat per area. A controlled burning was performed on the plots, following the wind-driven fire technique, according to the slope orientation. The burning time varied from 3’30” to 9’18” among the plots. The wind speed, temperature and air relative humidity on the burning day were constant for all plots, showing 3.5m.s⁻¹ North, 20°C and 79%, respectively. The values found for the variables of fire behavior varied among the plots according to the following results: for fuel material, from 0.32 to 1.10kg.m⁻²; for the burning intensity, from 11.94 to 75.79Kcal.s⁻¹.m⁻¹; for the released heat per area, from 1111 to 3789Kcal.m⁻². The mean values for speed and calorific power were 0.017m.s⁻¹ and 4411Kcal.kg⁻¹, respectively. The weather in Viçosa 2005 was unusual in relation to previous years. It did not occur a dry month. Such fact interfered in the fire behavior parameters, causing the burning to be classified as a low intensity burning. In the Chapter Two, it was aimed to characterize the bank seed before and after fire, in order to verify the effects of such discontinuance on both population density and floristic composition of the tree community. In the middle of each plot a 40x 25cm soil sampling was collected, from the leaf litter downward 5cm deep. A day after the sample collections the plots underwent controlled burning. New soil collections were done immediately after burning, following previous methodology. Five hundred twenty-eight and 429 plants sprouted from the soil seed bank before and after the fire, respectively. Such plants belonged to 23 species and 14 botanical families, from which Melastomataceae,

Asteraceae and Urticaceae stood out. There was no meaningful reduction in the species richness or in the density of individuals of the populations between both samplings. The floristic similarity was 34%. I was shown herbaceous, shrubby, and woody individuals. *Miconia cinnamomifolia* and *Leandra purpurascens* were the most frequent/abundant species. Pioneer species stood out making up 44 and 40% of the species found in the area before and after fire, respectively. In Chapter Three, the natural regeneration layer was floristically and structurally characterized before and after fire. The floristic survey was performed on the upper right corner of each plot aided by a 1 x 1m wooden square strung with rubber band at each 10cm, making up a net for mapping the sampled individuals in two distinct periods; before fire treatment and then two year after that. It was sampled for both inventories 24 species and 12 families. The families with greater species richness were: Rubiaceae (6), Fabaceae (4) e Myrtaceae (4). The floristic similarity found was 35% and the species with higher cover value were: *Sorocea bomplandii*, *Psychotria sessilis*, and *Anadenanthera macrocarpa*. There was no meaningful reduction in the species density between the samplings, the same cannot be considered to the Shannon diversity index. The individuals sampled belonged to shrubby or woody vegetation, being the regrowth the key mechanism for this fragment regeneration

INTRODUÇÃO GERAL

A utilização do fogo, como uma ferramenta auxiliar na limpeza do terreno ou no seu manejo, vem sendo realizada no Brasil desde o período da colonização, principalmente na expansão da fronteira agrícola. Além de ser considerado uma prática barata e rápida, acreditava-se que o fogo promovia um aumento na disponibilidade de nutrientes no solo e conseqüentemente da sua capacidade produtiva, bem como redução da incidência de pragas e doenças.

A ocorrência do fogo no ambiente natural era atribuída principalmente às descargas elétricas, que funcionavam como fonte de ignição. Agindo dessa forma, sobre as diferentes formações vegetais, o fogo era considerado um fenômeno natural e como tal tinha um papel importante a cumprir sobre as comunidades vegetais, ao lado de outros fatores como por exemplo os geográficos e atmosféricos.

A falta de conhecimento sobre o seu manejo e o uso indiscriminado têm causado um dos mais sérios problemas ambientais: o incêndio florestal.

A utilização dos recursos naturais de forma sustentável é uma proposta cada vez mais necessária para o desenvolvimento da sociedade e para a conservação do meio ambiente. O fogo pode ser um instrumento útil, desde que sejam conhecidas todas as variáveis relacionadas à sua ação, bem como as estratégias para um eventual combate.

O conhecimento das inter-relações entre a técnica, periodicidade e intensidade da queima, condições meteorológicas, material combustível formado pelas mais complexas formações vegetais é decisivo pra avaliar as respostas das plantas aos impactos do fogo. O conhecimento ecológico e florístico da vegetação inicial e a estrutura ao longo do processo de sucessão podem auxiliar na definição de estratégias para o restabelecimento de áreas degradadas por ação do fogo.

Existe uma grande polêmica envolvendo os efeitos provocados pelo fogo sobre qualquer tipo de vegetação e sobre o ambiente natural como um todo. Isto ocorre principalmente pela carência de estudos e pela falta de conhecimento das informações existentes.

Alguns países têm estudado o comportamento do fogo e os seus efeitos na vegetação, gerando modelos que auxiliam em seu manejo. No Brasil, estes estudos são ainda incipientes e são muito mais complexos principalmente pela grande diversidade das formações vegetais.

Acredita-se que este trabalho servirá de ponto de partida para a avaliação do comportamento do fogo e seus efeitos em Florestas Estacionais Semidecíduas e seus objetivos foram:

- Estudar o comportamento do fogo, utilizando variáveis como intensidade e velocidade de propagação do fogo, carga de material combustível, poder calorífico e calor liberado.
- Avaliar os efeitos do fogo sobre o banco de sementes e suas conseqüências na densidade das populações e na composição florística das espécies da comunidade.
- Caracterizar florística e estruturalmente o estrato de regeneração natural antes e após tratamento com fogo e verificando alterações na estrutura da comunidade bem como na diversidade de espécies.

CAPÍTULO 1

ESTUDO DO COMPORTAMENTO DO FOGO EM UM TRECHO DE FLORESTA ESTACIONAL SEMIDECIDUAL NO MUNICÍPIO DE VIÇOSA, MINAS GERAIS.

1. INTRODUÇÃO:

O fogo é um instrumento comum no meio rural e tem sido usado desde as épocas mais remotas da civilização. Objetivando a limpeza de terreno ou o manejo para agricultura e pecuária, seu uso é considerado uma prática barata e rápida, além de promover um aumento na disponibilidade de nutrientes no solo e conseqüentemente da sua capacidade produtiva, bem como redução da incidência de pragas e doenças (WRIGHT e BAILEY, 1982; BONFIM et al., 2003; COCHRANE, 2003; SOARES e BATISTA, 2007).

O uso indiscriminado e a falta de conhecimento sobre o manejo do fogo têm os principais responsáveis por um sério problema ambiental: os incêndios florestais. Além de danos à fauna, flora e ao homem, inclusive com perdas de vidas, o fogo traz conseqüências econômicas consideráveis, como a destruição de habitats, queima de madeira e altos custos para o combate (SANTOS et al., 2006).

Ecologicamente, o fogo é um dos elementos naturais responsável por afetar o funcionamento dos ecossistemas, influenciando a sucessão vegetal, a composição e estrutura florestal, o acúmulo de serapilheira, a ciclagem de nutrientes, a população de insetos, o banco de sementes no solo e a rebrota de espécies arbustivo-arbóreas (KOMAREK, 1971; UHL et al., 1981; KAUFFMAN, 1991; COCHRANE e SCHULZE, 1999).

As respostas das plantas aos impactos do fogo variam conforme a intensidade, a frequência e a duração dos incêndios e também com a formação vegetacional atingida. Em algumas formações, como o cerrado, várias espécies resistem à ocorrência do fogo ou são até mesmo favorecidas por ele, uma vez que as altas temperaturas ajudam a quebrar a dormência de algumas espécies (COUTINHO, 1978, 1990; OLIVEIRA-FILHO e RATTER, 2002). A sucessão secundária inicial, após o

fogo, também é influenciada uma vez que as populações de espécies pioneiras nessas áreas definirão o progresso de sucessão em condições ecológicas gerais mais favoráveis ao estabelecimento de espécies de árvores e arbustos, incorporação de matéria orgânica, redução de erosão e intensificação da competição por recursos (CONNELL e SLATYER, 1977).

O estudo do comportamento do fogo é essencial para se compreender os componentes do processo e seus efeitos. Segundo Soares e Batista (2007), o termo “comportamento do fogo” é usado para indicar sua ação, ou seja, descrever suas principais características como intensidade, velocidade, tempo de queima, calor liberado, material queimado, umidade de material combustível, dentre outros. É o resultado da interação entre clima e condições do combustível, relevo, técnica de queima e forma de ignição. O comportamento do fogo condiciona de uma forma marcante todos os aspectos que se correlacionam, desde a prevenção até a mitigação, determinando as medidas e técnicas a empregar no combate caso seja necessário. Por este motivo constitui um elemento central de toda a gestão dos incêndios florestais em qualquer parte do mundo (VIEGAS, 2007). A ausência destas informações quantitativas força julgamentos puramente qualitativos de incêndios florestais (STOCKS, 1989).

O uso do fogo, como ferramenta auxiliar no meio florestal, somente pode ser recomendado quando as relações entre as diversas variáveis que afetam o seu comportamento, assim como os efeitos conseqüentes são conhecidos (McARTHUR, 1962). O ponto crucial do problema de fogo em florestas tropicais não é a introdução de fogo nestes ecossistemas, mas a frequência com o qual eles estão sendo queimados (COCHRANE, 2003). Pesquisas têm sido desenvolvidas em alguns países que usam o fogo como forma de manejo de suas áreas florestais (BROWN e DAVIS, 1973; WRIGHT e BAILEY, 1982; CHANDLER et al., 1983; ANDREWS, 1986; JOHNSON e MIYANISHI, 2001; MINNICH, 2001; VIEGAS, 2007). No Brasil, os estudos ainda são incipientes e muitos são realizados em florestas homogêneas (BATISTA e SOARES, 1997; BATISTA et al., 1997; RIBEIRO e SOARES, 1998; GRODZKI et al., 2004). Em vegetação nativa são ainda mais escassos e a maioria deles em cerrado (COUTINHO, 1990; MIRANDA et al., 1993 e 1996; MEDEIROS e MIRANDA, 2005).

Muitas pesquisas são necessárias para conhecer as interrelações entre a técnica e a periodicidade de queima, as condições meteorológicas e o material combustível e principalmente o efeito causador nos diferentes biomas, uma vez que a resposta ao fogo de qualquer elemento da biota dependerá do seu comportamento.

O objetivo do presente estudo foi estudar o comportamento do fogo em um trecho de Floresta Estacional Semidecidual, usando as variáveis: intensidade do fogo, tempo de queima, material combustível, poder calorífico e calor liberado por área.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Caracterização da área de estudo:

O estudo foi realizado em um fragmento de Floresta classificado como Estacional Semidecidual Montana, (VELOSO et al., 1991), em regeneração natural há 80 anos, conhecido como “Reserva da Biologia”, situado no campus da Universidade Federal de Viçosa, no município de Viçosa, MG (20°35’-28°50’S e 42°45’-43°00’W). A área total do fragmento é de 75 ha, com altitude variando entre 725 a 745 m. O relevo possui características montanhosas, com predominância de solos tipo Latossolo Vermelho-Amarelo Álico, nos topos dos morros e encostas e Podzólico Vermelho-Amarelo Câmbico, nos terraços (CORREA, 1984).

O Clima, segundo a classificação de Köppen, é do tipo Cw_b, subtropical moderado úmido, com médias de umidade relativa e temperatura de 81% e 19,4°C respectivamente. A precipitação anual está em entorno de 1200 mm, sendo definida uma estação chuvosa de setembro a abril e uma estação seca de maio a agosto. (DEPARTAMENTO NACIONAL DE METEOROLOGIA, 1992).

2.2. Demarcação da Área Experimental e Coleta de Dados

Foram instaladas 10 parcelas de 5 x 5 m interdistantes em 1 m, formando uma faixa vertical, perfazendo um total de 250 m² onde foi realizada a queima controlada utilizando a técnica do fogo a favor do vento, obedecendo o sentido do aclave, ou seja, a linha de fogo foi acesa no extremo oposto ao topo do morro, com o auxílio do “pinga-fogo”. No entorno das parcelas foram construídos aceiros de 1 m de largura

para evitar que o fogo passasse para a área externa do local do tratamento. A queima foi realizada no dia 05 de setembro de 2005, iniciada às 9:30 da manhã com duração total de 2 horas entre ignição da primeira parcela e extinção total da última, tendo uma variação do tempo de queima entre as parcelas de 3'30" a 9'18".

Foram medidas a velocidade e direção do vento, com anemômetro e biruta, respectivamente, a 1 m de distância na parte superior das parcelas e 0,50 m de altura do solo, além da umidade relativa do ar, com auxílio de um psicrômetro. Os dados climáticos de precipitação, temperatura e umidade relativa do ar no ano foram obtidos na estação meteorológica do Departamento de Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Viçosa.

A determinação da quantidade do material combustível ou matéria seca, antes e depois da queima, baseou-se no método destrutivo proposto por Brown et al. (1982). Para cada parcela, na região central, foi coletada uma amostra delimitada por um gabarito de madeira vazado de 0,5 X 0,5 m, retirando-se todo o material de seu interior. Após a queima, recolheu-se o material não carbonizado. Este material coletado antes e após a queima, foi acondicionado em saco de papel identificado, pesado em balança eletrônica de 10 g de precisão e levado à estufa a 75 °C até atingir peso constante.

O fator de combustão foi calculado pela diferença no peso do material combustível coletado antes e após o fogo, sendo representado pela porcentagem de matéria seca queimada.

A velocidade de propagação do fogo foi calculada mediante cronometragem do tempo gasto para o fogo percorrer os 5 m de cada parcela. A unidade empregada foi de metros por segundo.

As variáveis do comportamento do fogo foram obtidas por fórmulas, sendo $I = H.W.r$ (BYRAM, 1959) para intensidade do fogo e $Ha = I/r$ (ROTHERMEL e DEEMING, 1980) para calor liberado por área, sendo:

I - intensidade da linha de fogo, em kcal. m.s⁻¹;

H - poder calorífico do material combustível, em kcal.kg⁻¹;

W - peso do material combustível disponível, em kg.m⁻²;

Ha – calor liberado por unidade de área, em kcal.m⁻²,

r – velocidade de propagação do fogo, em m.s⁻¹.

A intensidade de queima foi classificada de acordo com McArthur e Cheney (1966)

O poder calorífico do material combustível foi determinado no calorímetro adiabático da PARR, modelo 1108, conforme Norma NBR 8633 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, ABNT, 1983) e a umidade deste material foi obtida pela fórmula $H_w = H_d(100-U/7)/(100+U)$ (COUNTRYMAN, 1977), onde:

H_w - poder calorífico da matéria úmida, em kcal.kg^{-1} ;

H_d - poder calorífico da matéria seca, em kcal.kg^{-1} e

U - conteúdo de umidade da matéria seca, em porcentagem.

3. RESULTADOS

A precipitação para o mês de agosto de 2005 foi de 62 mm (Figura 1), sendo que para o mesmo período em 2004 e 2006, foi de 0,2 e 13,3 mm, respectivamente, caracterizando o ano de 2005 como atípico no período.

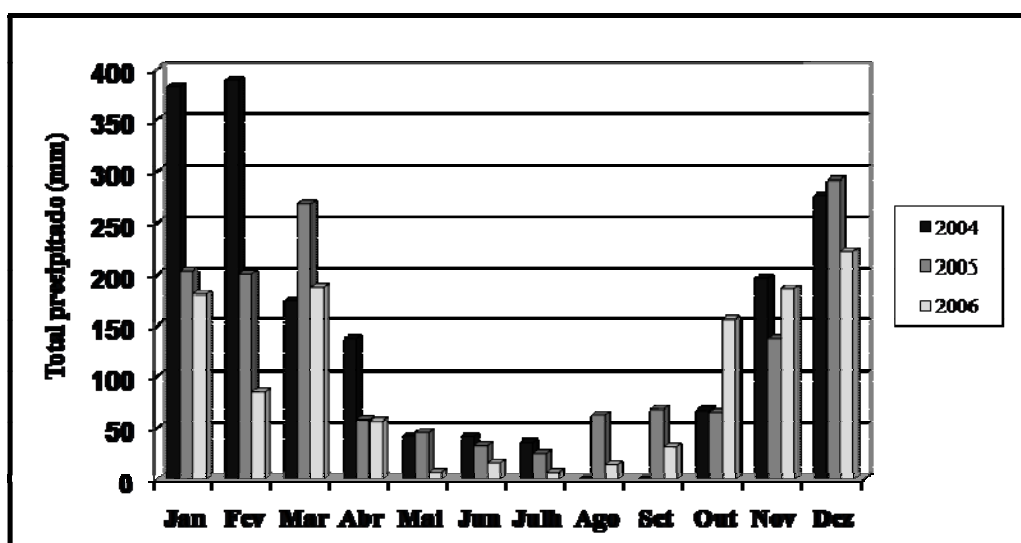


Figura 1 - Precipitação total mensal de 2004, 2005 e 2006 no município de Viçosa, Minas Gerais.

A velocidade do vento, temperatura e umidade relativa do ar no dia da queima permaneceram constantes em todas as parcelas, apresentando valores de $3,5 \text{ m.s}^{-1}$ Norte, 20° C e 79%, respectivamente.

O material combustível era composto de folhas verdes e secas, ramos e galhos mortos e algumas gramíneas. Os parâmetros do comportamento do fogo analisados encontram-se na Tabela 1. A carga do material combustível seco coletado antes da queima variou entre 0,32 e 1,10 kg.m⁻².

Após a queima, o material combustível consumido (fator de combustão) variou entre 87 e 98%. A média de umidade do material combustível no dia da queima foi de 17,17%. O teor de umidade da serapilheira, que forma uma camada densa sobre o solo, fez com que sobrassem resíduos de material combustível após a queima.

A propagação média do fogo foi de 0,017 m.s⁻¹, o que pela escala de Rigolot (1990) representa uma baixa velocidade.

A reação da combustão é mantida pela energia liberada do material combustível de acordo com seu poder calorífico. Neste estudo, os valores encontrados foram em média, de 4411 Kcal.kg⁻¹ e variaram entre as parcelas.

Tabela 1 – Comportamento do fogo em queima controlada realizada em 10 parcelas de 5 x 5 m, em um trecho de Floresta Estacional Semidecidual na “Reserva da Biologia”, Viçosa, MG.

Parcelas	Tempo de queima (segundos)	Carga de Material combustível seco em estufa AF (kg.m ⁻²)	Carga de Material combustível seco em estufa PF (Cinzas) (kg.m ⁻²)	Fator de combustão (%)	Velocidade de propagação (m.s ⁻¹)	Poder calorífico H _{seco} (Kcal.kg ⁻¹)	Intensidade (Kcal.s ⁻¹ .m ⁻¹)	Calor liberado (Kcal.m ⁻²)
1	465	0,33	0,04	87	0,011	4622	11,94	1111
2	558	0,65	0,02	96	0,010	4514	21,06	2106
3	397	0,36	0,02	93	0,013	4412	15,52	1233
4	295	1,11	0,02	98	0,017	4194	75,79	3789
5	252	1,05	0,02	98	0,020	4206	73,05	3637
6	250	0,44	0,03	93	0,020	4093	27,86	1393
7	391	0,38	0,02	93	0,013	4418	16,60	1298
8	210	0,32	0,03	88	0,024	4515	25,31	1063
9	263	0,53	0,02	96	0,019	4517	36,13	1900
10	242	0,45	0,02	95	0,021	4623	34,25	1658

H_{seco} = poder calorífico do material combustível seco; AF = antes do fogo; PF = após o fogo.

Para o cálculo da intensidade do fogo, conforme preconizado na metodologia, ajustou-se a carga do material combustível previamente determinada de acordo com a umidade do material encontrado no dia da queima que foi de 17,17%. A intensidade variou de 11,94 a 75,79 Kcal.s⁻¹.m⁻¹ entre as parcelas.

A intensidade do fogo foi classificada em muito baixa (0 a 80 Kcal.s⁻¹.m⁻¹) de acordo com a escala de McArthur e Cheney (1966).

As variáveis relacionadas com a intensidade do fogo são: poder calorífico, material combustível e velocidade de propagação. As análises de regressão realizadas (Figura 2), entre a intensidade e estas variáveis, revelaram uma relação positiva e significativa entre a intensidade e a carga do material combustível, sendo esta a principal variável a influenciar na intensidade.

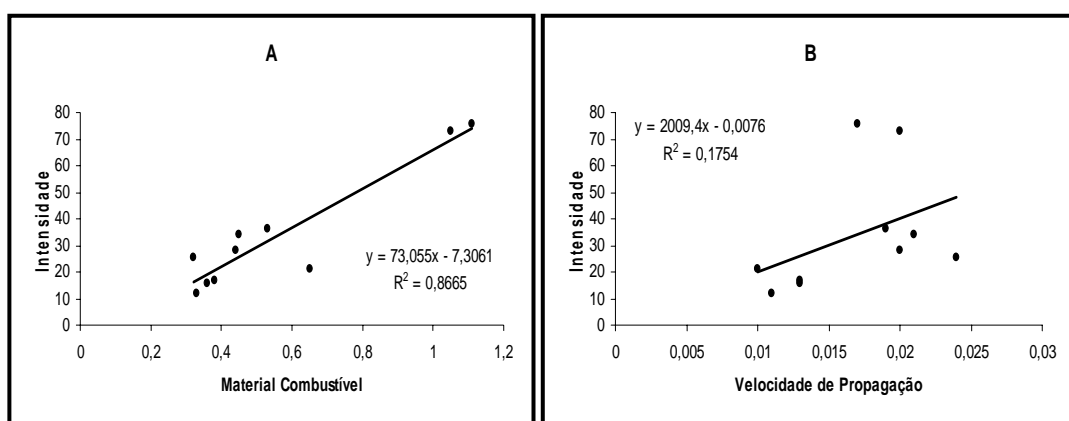


Figura 2 – Análises de regressão realizadas entre: A) Intensidade e Material Combustível; B) Intensidade e Velocidade de propagação;

A menor intensidade (11,94 Kcal.s⁻¹.m⁻¹) ocorreu na parcela 1, onde foi encontrada quantidade pequena de material combustível (0,33 kg.m⁻²), enquanto que as parcelas 4 e 5, com grande carga deste material (1,10 e 1,05 kg.m⁻²) obtiveram intensidades maiores com valores de 73,05 e 75,79 Kcal.s⁻¹.m⁻¹(Figura 3).

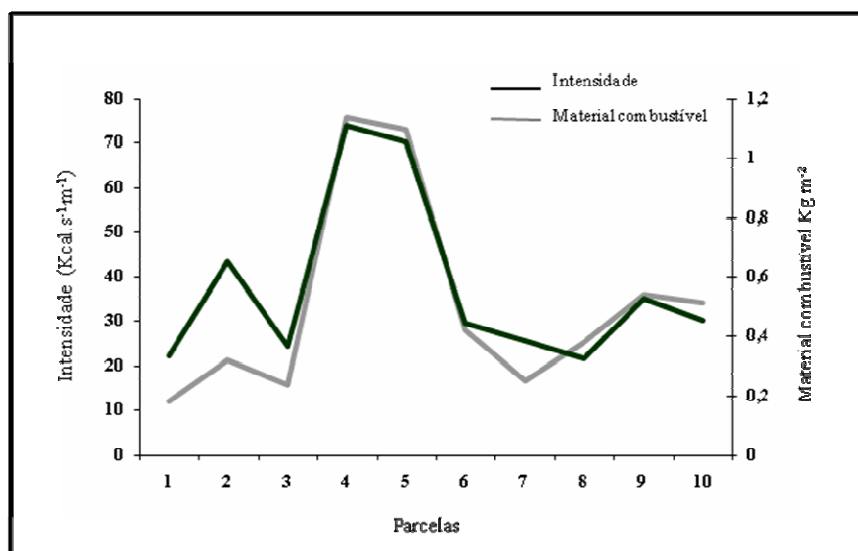


Figura 3 – Variações da intensidade e do material combustível mostrando a relação direta entre as duas variáveis.

Para o calor liberado, as variáveis envolvidas são intensidade e velocidade de propagação do fogo. A análise de regressão realizada (Figura 4), entre a intensidade e o calor liberado, mostrou relação positiva e significativa entre elas, sendo a intensidade do fogo a responsável pelo aumento no calor liberado, uma vez que a velocidade de propagação foi pouco representativa, mantendo-se praticamente constante.

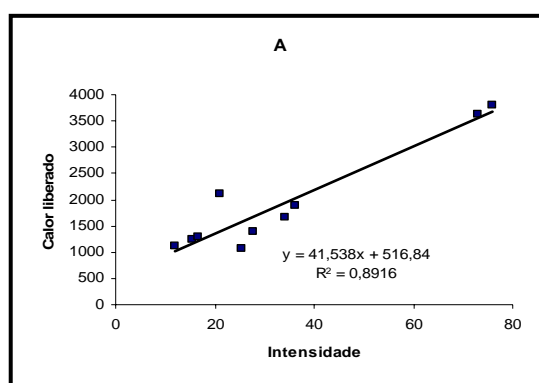


Figura 4 – Análises de regressão realizadas entre calor liberado e Intensidade do fogo.

A variação de calor liberado foi de 1111 a 3789 Kcal.m⁻², sendo que os maiores valores encontrados também ocorreram nas parcelas 4 e 5 (3789 e 3637 Kcal.m⁻²), mesmas parcelas com maior carga de material combustível.

4. DISCUSSÃO

Os efeitos do fogo em ecossistemas florestais são dependentes do seu comportamento, principalmente intensidade e duração. Estas duas variáveis também dependem de outras, intrínsecas ao ambiente, tais como temperatura e umidade do ar, velocidade e direção dos ventos, topografia e umidade da biomassa. Neste estudo, os parâmetros do comportamento do fogo foram considerados baixos principalmente pelas condições climáticas no período da queima.

Apesar de o período do ano, da realização do tratamento com fogo (setembro), ser considerado pico da seca na região da Zona da Mata de Minas Gerais, uma vez que a precipitação cai abaixo da evaporação potencial, causando deficiência hídrica e retirada de água do solo (GOLFARI, 1975), o ano de 2005 foi atípico em relação a outros devido a distribuição homogênea das chuvas, sem nenhum mês com precipitação igual a zero. Ao se avaliar o efeito da precipitação deve-se levar em consideração não apenas a quantidade de chuva, mas também a distribuição estacional (SOARES E BATISTA, 2007).

As condições meteorológicas encontradas influenciaram muito o comportamento do fogo sendo decisivas na avaliação das variáveis como intensidade, propagação e calor liberado, uma vez que atuam diretamente sobre a umidade do material combustível. Segundo Soares e Batista (2007), temperatura e umidade relativa do ar, velocidade do vento e precipitação afetam o potencial de propagação do fogo. Altas temperaturas e longos períodos de estiagem proporcionam secagem progressiva do material combustível morto, podendo, inclusive, afetar o teor de água da vegetação verde, aumentando assim a probabilidade de ignição e a facilidade de propagação do fogo. Quando a precipitação é grande, reduz o potencial de ocorrência e propagação do fogo até mesmo a zero. Ainda segundo o autor, quando a umidade relativa do ar encontra-se superior a 45%, a velocidade de propagação é muito lenta e ventos com velocidade entre 2 e 5 m.s⁻¹ são classificados, de acordo com a escala de Beaufait et al.(1975), como muito fracos, contribuem ainda mais para esta lenta propagação.

No estudo do comportamento do fogo a variação da carga de material combustível pode ter ocorrido pela deposição irregular dos materiais orgânicos, distribuição espacial de espécies perenifólias, decíduas e semidecíduas e a topografia onde estavam alocadas as parcelas. Vale ressaltar, que por ser uma floresta

semidecídua, no período da queima (estação seca) esperava-se uma caducifolia entre 20 e 50% das espécies (VELOSO et al., 1991) que compõem a área. Isto na verdade não ocorreu uma vez que a precipitação do ano foi maior do que o normal e esta estacionalidade é determinante para a perda das folhas. Acredita-se que a quantidade de material combustível morto apresentaria valores maiores que a realmente encontrada.

A carga de material combustível pode ser muito variável. Estudos na floresta amazônica virgem encontraram uma biomassa de detritos combustíveis de $0,56 \text{ kg.m}^{-2}$ sendo que em floresta explorada o valor aumentou para $1,79 \text{ kg.m}^{-2}$ (UHL et al., 1990). Em campo sujo (Cerrado), Miranda et al. (1996) encontraram valores entre $0,67$ e $0,99 \text{ kg.m}^{-2}$ o que foi explicado pela grande quantidade de gramíneas e herbáceas existentes na área. No estudo de Grodzki (2000) o valor encontrado foi de $0,24 \text{ kg.m}^{-2}$ para uma floresta de bracatinga (*Mimosa scabrella*), manejada sob um sistema agroflorestal. Já Ribeiro et al (2006), encontrou valores médios de $0,14 \text{ kg.m}^{-2}$ numa área de capim-braquiária. A carga do material combustível é importante em estudos sobre os efeitos do fogo. O material orgânico morto, ainda não decomposto ou em estágio inicial da decomposição, situado acima da superfície do solo e o material verde, são diretamente afetados pelo fogo. A quantidade, o arranjo e a distribuição deste material é que determinam a sustentação e a dispersão do fogo (RIBEIRO, 1997 e 1998).

O fator de combustão nem sempre é passível de comparação uma vez que depende da composição do combustível (vivo e morto), do teor de umidade do combustível, do microclima e do clima local, principalmente dias sem chuva (JOHNSON e MIYANISHI, 2001), dados estes que muitas vezes não são apresentados nos estudos publicados. Miranda et al. (1996) encontraram valores entre 91 e 95% para a área de campo sujo (Cerrado).

A umidade do material combustível (17,17%) estava dentro dos limites necessários para ignição do fogo. Segundo Soares e Batista (2007), experiências demonstram que quando a umidade do material combustível está acima de 25 a 30%, a probabilidade de ignição do fogo é praticamente nula, sendo este limite chamado de “umidade de extinção”. O fogo em florestas tropicais, freqüentemente, é de superfície, assim, as características da serapilheira, como tipo, umidade e composição são essenciais para predizer o comportamento da queima. Embora

existam algumas descrições quantitativas não existem estudos relacionados à composição química deste material (COCHRANE, 2003),

A propagação do fogo foi muito baixa, mesmo sendo realizada com a técnica a favor do vento. Brow e Davis (1973) afirmam que a maioria das queimadas controladas contra o vento se propagam a uma velocidade de 0,009 a 0,018 m.s⁻¹ e a favor do vento de 0,055 a 0,111 m.s⁻¹. McArthur e Cheney (1966) destacam que a queima em faixas a favor do vento normalmente consome maior quantidade de material combustível em razão da intensidade. A velocidade de propagação é na prática a única dentre as três variáveis empregadas no cálculo da intensidade da linha de fogo que pode ser manejada, seja por meio da técnica da queima ou pelo monitoramento da umidade do material combustível (RIBEIRO, 1997).

Como era esperado, a variação do poder calorífico foi muito pequena. Soares e Batista (2007) dizem que a quantidade de energia calorífica liberada pela queima de combustíveis de espécies florestais tropicais é alta e não varia de maneira significativa entre os diferentes tipos de material existente. Este valor pode ser considerado constante (em torno de 4.000 Kcal.kg⁻¹) em estudos do comportamento do fogo. Em florestas homogêneas, como as de coníferas, por exemplo, a energia liberada aumenta por causa da grande quantidade de resina, lignina e celulose das espécies.

Em relação a intensidade do fogo, segundo Soares e Batista (2007) os valores encontrados representam uma intensidade baixa e com pouca chance do fogo escapar ao controle. Num incêndio florestal a intensidade pode variar de 400 a 800 Kcal.s⁻¹.m⁻¹ e acima destes valores o fogo torna-se incontrolável.

Relações como técnicas de queima (a favor ou contra o vento), velocidade e direção do vento, topografia e umidade do material combustível, podem interferir diretamente nas variáveis que atuam na intensidade, alterando o comportamento do fogo (SOARES e BATISTA, 2007). Um fogo severo é frequentemente confundido com fogo de alta intensidade. Graves incêndios em florestas temperadas e boreais, por exemplo, são mais intensos na superfície por causa da composição das espécies (coníferas, e outras). O fogo pode se propagar rápido e intensamente, ou ser de baixa intensidade se espalhando lentamente. (JOHNSON e MIYANISHI, 2001; COCHRANE, 2003).

A falta de estudos que apresentem essas características de queimadas em florestas semidecíduas, torna difícil a comparação dos resultados, uma vez que a resposta do comportamento do fogo em qualquer ecossistema depende diretamente das particularidades de seus ambientes. Os resultados do estudo de Grodzki (2000) e Miranda et al. (1996) mostram essa dificuldade de comparação, por se tratarem de ambientes completamente diferentes. Eles encontraram intensidades variando de 362,93 a 426,26 Kcal.s⁻¹.m⁻¹ para uma floresta de bracatinga e 300,41 a 1940,76 Kcal.s⁻¹.m⁻¹, em campo sujo na região do cerrado, respectivamente.

Além de exercer uma influência direta na intensidade do fogo, a carga de material combustível também influenciou na variação dos valores de calor liberado entre as parcelas. Esta variável é a responsável primária pelos efeitos imediatos sobre as plantas, animais e solo, uma vez que resulta na energia liberada pelo fogo por unidade de área (ROTHERMEL e DEEMING, 1980; SOARES e BATISTA, 2007). Os valores encontrados são considerados muito baixos quando comparados aos estudos de Grodzki (2000) cujas medições variaram entre 8851 e 10.396 Kcal.m⁻² e Miranda et al. (1996) com variação entre 1798 a 3411 Kcal.m⁻² em área de campo sujo no Cerrado.

Segundo Cochrane (2003), a propagação do fogo em florestas tropicais é controlada principalmente pela umidade relativa do ambiente. A modelagem do comportamento e os efeitos do fogo são mais difíceis nestas florestas. A heterogeneidade da composição do material combustível, em termos de capacidade de ignição, combustão e sustentação, resulta em uma modulação complexa da umidade atmosférica.

Apesar dos dados apresentados mostrarem que o fogo realizado foi de proporções pequenas e com características bem diferentes dos incêndios florestais, sempre provoca alterações físicas, químicas e biológicas no ecossistema florestal (SOARES e BATISTA, 2007). Assim, se todos os fatores que o influenciam fossem adequadamente conhecidos e compreendidos, o comportamento dos incêndios poderia ser devidamente prognosticado.

A avaliação dos efeitos do fogo é um estudo que envolve diversas áreas do conhecimento e deve ser feita em conjunto visando minimizar os impactos, propondo alternativas seguras e menos degradantes de uso ao longo dos tempos. Analisando o complexo do comportamento do fogo, mesmo em condições meteorológica

desfavoráveis a ele, foi possível mensurar suas variáveis e apresentar um resultado que possa servir de ponto de partida para outros estudos. Em campo, percebe-se que um grande aspecto dos efeitos resulta das variações do fogo, alguns claramente visíveis enquanto outros são difíceis de serem detectados.

Para evitar a contínua devastação das florestas tropicais pelo fogo e normatizar seu uso como ferramenta auxiliar no manejo, muitos estudos precisam ser direcionados para o seu comportamento em áreas de floresta tropical. Modelos de comportamento em florestas temperadas e boreais (WRIGHT e BAILEY, 1982; COCHRANE, 2003) norteiam o conhecimento atual, mas estão longe de serem aplicados em florestas tropicais onde os mecanismos pelos quais o fogo e ecossistema se interagem são muito diferentes e ainda não completamente esclarecidos.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS-ABNT. **Normas Técnicas NBR 8633**. Brasília, 1983.

ANDREWS, P. L. Methods for predicting fire behavior – you do have a choice. **Fire Management Notes** 47(2): 6-10. 1986.

BATISTA, A.C.; REISSMANN, .C.B. & SOARES, R.V. Efeitos da queima controlada sobre algumas propriedades químicas do solo em um povoamento de *Pinus taeda* no município de Sengés – PR. **Floresta** 27(1/2): 59-70. 1997.

BATISTA, A.C. & SOARES, R.V. Avaliação do comportamento do fogo em queimas controladas sob povoamentos de *Pinus taeda* no norte do Paraná. **Floresta** 25(1/2): 31-42. 1997.

BEAUFAIT, W.R.; HARDY, C.E. & FISCHER, W.C. **Broadcast burning in Larch-Fir clearcuts: the Miller creek-Newman ridge study**. U.S. Forest Service, Research Paper INT-175. 53p. 1975.

BONFIM, V. R.; RIBEIRO, G. A.; SILVA, E. & BRAGA, G. M. Diagnóstico do uso do fogo no entorno do Parque Estadual da Serra do Brigadeiro (PESB), MG. **Revista Árvore** 27(1): 87-94. 2003.

BROWN, A.A. & DAVIS, K.P. **Forest fire: control and use**. 2 ed. New York. McGraw-Hill Book Company, 686p.1973.

BROWN, J.K.; OBERHEU, R.D. & JOHNSTON, C.M. **Handbook for inventorying surface fuels and biomass in the Interior West**, Ogden: Intermountain Forest and Range Experiment Station (General Technical Report, INT-129).p.1-22. 1982.

BYRAM, G.M. Combustion of forest fuels. In: Davis, K.P. **Forest fire - control and use**. New York: Mc Graw Hill. p 77-84.1959.

CHANDLER, C., CHENEY, P., THOMAS, P., TRABAUD, L. & WILLIAMS, D. **Fire in Forestry: forest fire behavior and effects**. John Wiley & Sons, USA. 450p. 1983.

COCHRANE, M. & SCHULZE, M.D. Fire as a recurrent event in tropical forest of the eastern Amazon: effects on forest structure, biomass, and species composition. **Biotropica** 31: 2-16. 1999.

COCHRANE, M. Fire science for rainforests. **Nature** 421(27):913-919. 2003.

CONNEL, J.H. & SLATYER, R.O. Mechanisms of succession in natural communities and their role in community stability and organization. **The American Naturalist** 111: 1119-1144. 1977.

CORREA,G.F. **Modelo de evolução e mineralogia da fração argila de solos do Planalto de Viçosa, MG**. Viçosa: UFV, 1984. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) – Universidade Federal de Viçosa. 87p. 1984.

COUNTRYMAN, C.M. **The nature of heat**. Portland: Pacific Southwest Forest and Range Experiment Station, 11 p. 1977.

COUTINHO, L.M. O conceito de cerrado. **Revista Brasileira de Botânica** 1: 17-23. 1978.

COUTINHO, L.M. Fire in the ecology of the Brazilian cerrado. In: J.G. Goldammer (ed.). **Fire in the tropical biota – Ecosystem process and global challenge**. Berlim, Springer-Verlag. P82-105. 1990.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. **Normais climatológicas (1961-1990)**. Brasília: SPI, EMRAPA. 1992.

GOLFARI, L. **Zoneamento ecológico do estado de Minas Gerais para reflorestamento**. Belo Horizonte: PRODEPEF/PNUD/FAO/IBDF. 65p. (Série técnica 3). 1975.

GRODZKI, L.; **Efeitos do fogo sobre variáveis micrometeorológicas em uma floresta de bracatinga (*Mimosa scabrella*, Benth) manejada sob o sistema agroflorestal em Colombo, PR**. Curitiba, 1997. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, 130p. 2000.

GRODZKI, L.; SOARES, R.V.; BATISTA, A.C. & CARAMORIS, P.H. Efeitos do fogo sobre algumas variáveis micrometeorológicas em uma floresta de bracatinga (*Mimosa scabrella*, benth.), no município de Colombo, PR. **Floresta** 34 (20): 151-156. 2004.

JOHNSON, E.A. & MIYANISHI, K. **Forest Fires: Behavior and Ecological Effects**. Academic Press. USA. 594p. 2001.

KAUFFMAN, J.B. Survival by sprouting following fire in tropical forest of the Eastern Amazon. **Biotropica** 23: 219-224. 1991.

KOMEREK, E.V. Effects of fire on wildlife and range habitats. In: Prescribed Burnign Symposium (1971). Charleston, South Carolina. **Proceedings...** USDA. Forest Service, p. 46-53. 1971.

McARTHUR, A.G. **Control burning in eucalypt forest**. Canberra: Commonwealth of Australia Forestry and Timber Bureau. 31p. 1962.

McARTHUR, A.G.; CHENEY, N.P. The characterization of fire in relation to ecological studies. **Australian Forest Research**, 2(3): 36-45, 1966.

MEDEIROS, M.B. & MIRANDA, H.S. Mortalidade pós-fogo em espécies lenhosas de campo sujo submetido a três queimadas prescritas anuais. **Acta Botânica Brasília** 19(3): 493-500. 2005.

MINNICH, R.A. An integrated model of two fires regimes. **Conservation Biology** 15(6): 1549-1553. 2001.

MIRANDA, A.C.; MIRANDA, H.S. & DIAS, I.F.O. Soil and air temperatures during prescribe cerrado fires in Central Brazil. **Journal of Tropical Ecology**, v.9, n.3, p.313-320, 1993.

MIRANDA, H.S.; ROCHA E SILVA, E.P. & MIRANDA, A.C. Comportamento do fogo em queimadas de campo sujo. In: Impactos de queimadas em áreas de Cerrado e Restinga (Miranda, H.S., Saito, C.H. & Dias, B.F.S, Eds) **Anais...**Brasília, DF. 1-10. 1996.

OLIVEIRA-FILHO, A.T.& RATTER, J.A. Vegetation physiognomies and woody flora of the Cerrado Biome. In: P.S. Oliveira & R.J. Marquis (eds.) **The Cerrado of Brazil: ecology and natural history of a Neotropical savana**. New York, Columbia University Press. P 91-120. 2002.

RIBEIRO, G.A. **Estudo do Comportamento do fogo e de alguns efeitos da queima controlada em povoamentos de *Eucalyptus viminalis* Labill em Três Barras, Santa Catarina**. Curitiba, 1997. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná. 145 p.1997.

RIBEIRO, G.A. & SOARES, R.V. Caracterização do material combustível superficial e efeitos da queima controlada sobre sua redução em um povoamento de *Eucalyptus viminalis*. **Cerne** 4(1): 57-072. 1998.

RIBEIRO, G.A.; LIMA, G.S.; OLIVEIRA, A.L.S.; CAMARGOS, V.L. & MAGALHÃES, M.U. Eficiência de um retardante de longa duração na redução da propagação do fogo. **Revista Árvore** 30(6): 1025-1031. 2006.

RIGOLOT, E. Combustíveis. In: Rego, F.C. & Botelho, H.S. **As técnicas do fogo controlado**. Universidade de Trás-Os-Montes e Alto Douro. P 35-38. 1990.

ROTHERMEL, R.C.& DEEMING, J.E. **Measuring and interpreting fire behavior for correlation with fire effects**. Ogden: Intermountain Forest and Range Experiment Station, 4 p. (General Technical Report, INT-93).1980.

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** 36(1): 93-100. 2006.

SOARES, R.V. & BATISTA, A.C. **Incêndios Florestais: controle, efeito e uso do fogo**. Curitiba: FUPEF. 264p. 2007.

STOCKS, B.J. Fire behavior in mature Jack pine. **Canadian Journal of Forest Research** 16(6): 783-790. 1989.

UHL, C.; JORDAN, C. & CLARK, K. Early plant succession after cutting and burning in the upper rio Negro region of the Amazon basin. **Journal of Ecology** 69: 631-649. 1981.

UHL, C.; KAUFFMAN, J.B. & SILVA, E.D. Os caminhos do fogo na Amazônia. **Ciência Hoje** 11(65): 24-32. 1990.

VELOSO, H.P.; HANGEL-FILHO, A.L.R. & LIMA, J.C. **Classificação da vegetação brasileira, adaptada a um sistema universal**. Rio de Janeiro: IBGE. 124p. 1991.

VIEGAS, D.X. Modelos do comportamento do fogo. In: IV Simpósio Sul Americano Sobre Prevenção e Combate a Incêndios Florestais e 8ª Reunião Técnica Conjunta SIF/FUPEF/IPEF sobre controle de incêndios florestais. (Ribeiro, G.A., Lima, G.S. e Camargos, V.L., Eds). **Anais...**Viçosa, MG. p 96-132. 2007.

WRIGHT, H. A. & BAILEY, A. W. **Fire Ecology**. United States and Canada. New York, John Wiley & Sons, Inc. 501 p. 1982.

CAPÍTULO 2

CARACTERIZAÇÃO DO BANCO DE SEMENTES EM UM TRECHO DE FLORESTA ESTACIONAL SEMIDECIDUAL, APÓS TRATAMENTO COM FOGO.

1. INTRODUÇÃO

A regeneração da floresta é definida como o processo pelo qual a floresta perturbada atinge características da floresta madura, o que pressupõe modificações nas características da comunidade e mudanças direcionais na composição de espécies (KLEIN, 1980; SALDARRIAGA e UHL, 1991). Em florestas tropicais, o principal meio de regeneração das espécies dá-se através da chuva de sementes, do banco de sementes do solo, do banco de plântulas e da formação de bosque (emissão rápida de brotos e/ou raízes provenientes de indivíduos danificados) (GARWOOD, 1989).

Banco de sementes no solo é um termo usado por ecologistas para designar todas as sementes viáveis no solo ou associadas à serapilheira para uma determinada área num dado momento (BASKIN e BASKIN, 1998; FENNER e THOMPSON, 2005). Em florestas tropicais está envolvido no estabelecimento de populações e de grupos ecológicos, na manutenção da diversidade de espécies, e na restauração da riqueza de espécies durante a regeneração após distúrbios naturais ou antrópicos, como o fogo (UHL et al., 1988; GARWOOD, 1989; SIMPSON et al., 1989).

As respostas das plantas aos impactos do fogo variam conforme a intensidade, a frequência e a duração dos incêndios e também à formação vegetal atingida. Em algumas formações, como o cerrado, várias espécies resistem à ocorrência do fogo ou são até mesmo favorecidas por ele, uma vez que as altas temperaturas ajudam a quebrar a dormência de sementes de algumas espécies (COUTINHO, 1978, 1990; OLIVEIRA-FILHO e RATTER, 2002).

A recomposição da vegetação pelas sementes presentes no banco de sementes no solo, em ambiente perturbado por fogo, atua como um fator regulador da velocidade da regeneração em florestas tropicais (UHL, 1987; GARWOOD, 1989). Mas este potencial de regeneração pode ser diretamente afetado pela intensidade e frequência de ocorrência do fogo (WRIGHT e BAILEY, 1982; KENNARD et al., 2002).

A dormência representa o mecanismo principal de preservação de espécies no banco de sementes, propiciando a germinação ao longo dos anos e garantindo a sobrevivência dos indivíduos na forma de sementes, sob condições adversas, até mesmo quando a população de plantas é completamente eliminada (CARMONA, 1992).

Alguns estudos sobre os efeitos do fogo em banco de sementes vêm sendo desenvolvidos em ecossistemas mediterrâneos (FERRANDIS et al., 1999; FERRANDIS e HERRANZ, 2001 e 2004; WILLIANS et al. 2005). Estes estudos mostram redução na densidade de sementes no banco do solo imediatamente após o fogo, mas um ano após o distúrbio, foi observado um aumento significativo na densidade de sementes no solo e de plantas surgidas durante a regeneração da vegetação queimada. Em florestas tropicais alguns estudos têm mostrado que as mudanças na diversidade de espécies e densidade de indivíduos variam de acordo com a severidade do distúrbio (UHL et al., 1982; PUTZ, 1983; UHL, 1987). Em Floresta Estacional Semidecidual, alguns estudos têm avaliado a estrutura e a composição florística de comunidades de plantas arbóreas após incêndios florestais (CASTELLANI & STUBBLEBINE, 1993; MARTINS et al., 2002; RODRIGUES et al., 2005; SILVA et al., 2005). Embora o tema seja relevante, são poucos os estudos desenvolvidos sobre o assunto e raras são as pesquisas sobre os efeitos do fogo em banco de sementes do solo nessas tipologias florestais (DALLING & SWAINE, 1997; MAROD et al., 2002; MELO et al., 2007). Nas regiões tropicais e subtropicais onde atualmente está concentrada grande parte dos remanescentes florestais mundiais são onde ocorrem a maior incidência de queimadas em vegetação natural. O principal resultado que essas pesquisas realizadas até o momento têm mostrado é a marcante perda de riqueza de espécies e de densidade das populações presentes nas comunidades submetidas ao fogo.

As diversas características do fogo, tais como intensidade, velocidade de propagação, calor liberado e quantidade de material combustível são importantes parâmetros que indicam o grau de impacto desse distúrbio sobre a comunidade vegetal e, por consequência, auxiliam nas definições de estratégias para o restabelecimento de áreas degradadas por incêndios. Embora já se tenha conhecimentos sobre isso, ainda não existem estudos avaliando o comportamento do fogo em Florestas Estacionais Semidecíduas e seus possíveis efeitos na dinâmica das comunidades vegetais.

O objetivo deste estudo foi caracterizar e avaliar os efeitos do fogo sobre o banco de sementes de um trecho de Floresta Estacional Semidecídua e suas conseqüências na densidade das populações e na composição florística das espécies da comunidade.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Caracterização da área de estudo:

O estudo foi realizado em um fragmento de Floresta classificado como Estacional Semidecidual Montana, (VELOSO et al., 1991), em regeneração natural há 80 anos, conhecido como “Reserva da Biologia”, situado no campus da Universidade Federal de Viçosa, no município de Viçosa, MG (20°35’-28°50’S e 42°45’-43°00’W). A área total do fragmento é de 75 ha, com altitude variando entre 725 a 745 m. O relevo possui características montanhosas, com predominância de solos tipo Latossolo Vermelho-Amarelo Álico, nos topos dos morros e encostas e Podzólico Vermelho-Amarelo Câmbico, nos terraços (CORREA, 1984).

O Clima, segundo a classificação de Köppen, é do tipo Cw_b, subtropical moderado úmido, com médias de umidade relativa e temperatura de 81% e 19,4°C respectivamente. A precipitação anual está em entorno de 1200 mm, sendo definida uma estação chuvosa de setembro a abril e uma estação seca de maio a agosto. (DEPARTAMENTO NACIONAL DE METEOROLOGIA, 1992).

2.2. Amostragem

Em um trecho da encosta com variação total de 20 m e face de exposição solar oeste-sudeste foram instaladas 10 parcelas de 5 x 5 m, dispostas em linha vertical e interdistantes em 1 m, formando uma faixa vertical, perfazendo um total de 250 m². Entre as parcelas e em seu contorno foram construídos aceiros de 1 m de largura para conter o avanço do fogo.

Para caracterizar o banco de sementes do solo do local foi coletada uma amostra de solo de 40 x 25 cm no centro de cada parcela, após a retirada da serapilheira, até 5 cm de profundidade. As amostras de solo foram coletadas de

forma a preservar sua estrutura, mantendo-as em blocos sem destorroar e foram etiquetadas e condicionadas individualmente.

Um dia após a coleta das amostras de solo, cada parcela foi submetida a queima controlada utilizando a técnica do fogo a favor do vento. Obedecendo o sentido do aclave, a linha de fogo foi acesa na parcela situada no extremo oposto ao topo do morro, com o auxílio de um “pinga-fogo”. Durante a queima da vegetação de cada parcela foram medidos os parâmetros material combustível, intensidade e velocidade de propagação, calor liberado e visando caracterizar o comportamento do fogo.

A determinação da carga do material combustível ou matéria seca, antes e depois da queima, baseou-se no método destrutivo proposto por Brown et al. (1982). Para cada parcela, na região central, foi coletada uma amostra delimitada por um gabarito de madeira vazado de 0,5 X 0,5 m, retirando-se todo o material de seu interior. Após a queima, recolheu-se o material não carbonizado. Este material coletado antes e após a queima foi pesado em balança eletrônica, de 10 g de precisão, acondicionado em saco de papel, identificado e levado à estufa a 75 °C até atingir peso constante.

A velocidade de propagação do fogo foi calculada mediante cronometragem do tempo gasto para o fogo percorrer os 5 m de cada parcela, sendo a unidade empregada, de metros por segundo. Utilizou-se as fórmulas $I = H.W.r$ (BYRAM, 1959), para calcular a intensidade e $H_a = I/r$ (ROTHERMEL e DEEMING, 1980) para o calor liberado por área para calor liberado, onde:

I - intensidade da linha de fogo, em kcal. m.s⁻¹;

H - poder calorífico do material combustível, em kcal.kg⁻¹;

W - peso do material combustível disponível, em kg.m⁻²;

H_a – calor liberado por unidade de área, em kcal.m⁻²,

r – velocidade de propagação do fogo, em m.s⁻¹.

A intensidade de queima classificada de acordo com McArthur e Cheney (1966).

A queima foi realizada dia 05 de setembro de 2005, iniciada às 9:30 da manhã com duração total de 2 horas entre ignição e extinção total, tendo uma variação do tempo de queima entre as parcelas de 3’30’ a 9’18’. Na ocasião também medidas a velocidade e direção do vento, com anemômetro e biruta, respectivamente, a 1 m de

distância na parte superior das parcelas e 0,50 m de altura do solo, além da umidade relativa do ar, com auxílio de um psicrômetro.. Os dados climáticos de precipitação, temperatura e umidade relativa médias do ano foram obtidos na Estação Meteorológica do Departamento de Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Viçosa.

Para avaliar o banco de sementes do solo após a queima da vegetação foi novamente coletada 1 amostra do solo, no centro de cada uma das 10 parcelas de 5 x 5 m, seguindo a mesma metodologia empregada antes da queima.

As amostras de solo de ambas as fases foram transferidas para bandejas de alumínio previamente furadas para permitir a drenagem, devidamente etiquetadas e transportadas para a casa de vegetação de tela sombrite 70% preta, localizada no Horto Botânico da Universidade Federal de Viçosa – UFV, onde foram depositadas em bancada suspensa a 1 metro de altura em relação ao nível do chão. O solo contido nas bandejas foi periodicamente regado com quantidade de água de torneira necessária à manutenção das condições de umidades adequadas à germinação das sementes.

A avaliação das amostras do banco de sementes do solo, tanto antes quanto após o fogo, foi feita por contagem das plantas germinadas mensalmente, de setembro de 2005 a setembro de 2007, retirando-se das bandejas os indivíduos já identificados. As plantas que atingiram tamanho suficiente para serem transplantadas e cuja identificação permaneceu duvidosa foram transplantadas para sacos de crescimento de mudas e mantidas na casa de vegetação. Durante os dois anos de coleta dos dados o solo permaneceu sem ser revolvido, uma vez que o objetivo era analisar o banco de sementes em situação semelhante à encontrada em campo, antes e após a passagem do fogo.

A identificação das espécies foi feita por meio de consultas bibliográficas à literatura específica, por comparação com excicatas depositadas em herbário e também com o auxílio de pesquisadores especialistas em sistemática taxonômica. Para a classificação taxonômica foi adotado Angiosperm Phylogeny Group II (APG II, 2003).

As espécies identificadas no banco de sementes, antes e após o fogo, foram classificadas quanto ao grupo ecológico em pioneiras, secundárias iniciais e secundárias tardias; quanto ao habitat em plantas de sub bosque; (GANDOLFI et al., 1995; GANDOLFI, 2000; PAULA et al., 2004; PIVELLO et al., 2006) quanto as

formas de vida em herbácea, arbustiva ou arbórea (CASTELLANI e STUBBLEBINE, 1993; MARTINS et al., 2002; MELO et al., 2007) e quanto à síndrome de dispersão em anemocórica, autocórica ou zoocórica (VAN DER PIJL, 1982; CASTELLANI e STUBBLEBINE, 1993; PIVELLO et al., 2006).

A partir dos dados obtidos, foram calculadas a densidade populacional e a frequência relativa de cada espécie, bem como o índice de similaridade de Jaccard (J) entre a composição de espécies vegetais obtida do banco de sementes antes e após o fogo (MUELLER-DOMBOIS & ELLENBERG, 1974). Comparou-se a germinação total e das cinco espécies mais abundantes entre duas condições, antes e após o fogo, utilizando-se análise de variância simples.

3. RESULTADOS

3.1. Caracterização do comportamento do fogo.

Os valores dos parâmetros avaliados tiveram pouca variação entre as parcelas, indicando que o fogo atingiu proporções pequenas e com características diferentes das de um incêndio florestal (Tabela 1).

A intensidade do fogo foi classificada em muito baixa (0 a 80 Kcal.s⁻¹.m⁻¹) de acordo com a escala de McArthur e Cheney (1966).

Tabela 1 –Parâmetros do comportamento do fogo (média dos valores entre as 10 parcelas) e condições meteorológicas em um trecho de Floresta Estacional Semidecidual, Viçosa, MG.

	Material combustível (Kg.m ⁻²)	Velocidade de propagação (m.s ⁻¹)	Intensidade (Kcal.s ⁻¹ .m ⁻¹)	Calor liberado (Kcal.m ⁻²)	Temperatura média do ar (°C)	Precipitação do mês de agosto (mm)	Umidade relativa do ar (%)	Velocidade do vento (m.s ⁻¹)
Valores	0,56	0,017	33,75	1919	20	62	79	3,5

3.2. Caracterização do banco de sementes

A germinação total das sementes em todas as amostras do banco do solo antes e após tratamento com fogo foi de 528 e 429 sementes, respectivamente (Tabela 2),

com densidade total calculada de 1056 e 858 sementes/m², respectivamente. Estatisticamente esses resultados não são significativamente diferentes ($P>0,05$) indicando que a ocorrência do fogo não causou diminuição drástica das densidades de sementes presentes no banco do solo.

Do total de plantas germinadas antes e após o fogo foram identificadas 23 espécies pertencentes a 14 famílias botânicas. Além dessas, três espécies não foram identificadas, permanecendo como morfoespécies e uma espécie foi identificada somente em nível de família.

Considerando as duas amostragens separadamente, antes e após o fogo, foram identificadas 16 espécies distribuídas em 13 gêneros e nove famílias, permanecendo duas espécies não identificadas e uma somente em nível de família, onde se destacaram Melastomataceae com três espécies e Asteraceae e Urticaceae com duas espécies cada, nas amostras do banco de sementes do solo coletadas antes do fogo (Tabela 2). Na amostragem após o fogo, foram identificadas 15 espécies distribuídas em 13 gêneros de 11 famílias, permanecendo uma espécie não identificada. Também nessa amostragem destacaram-se as famílias Melastomataceae, Asteraceae e Moraceae com duas espécies cada.

Do total de espécies encontradas, oito são comuns às duas amostragens. No banco de sementes antes do fogo foram encontradas oito espécies exclusivas, não havendo predominância de nenhum grupo ecológico entre elas e após o fogo, sete espécies, com predominância de espécies de sub bosque. O índice de Jaccard (J) obtido foi de 34%, indicando alta similaridade de espécies entre as duas amostragens, uma vez que, segundo MUELLER-DOMBOIS & ELLENBERG, (1974), quando o valor desse índice é superior a 25%, as duas amostras comparadas são consideradas floristicamente semelhantes.

Dentre as plantas obtidas no solo antes do fogo, seis (37,5%), de um total de 16, são de espécies arbóreas, que contribuíram com 335 indivíduos, correspondendo a 63,4%, do total de sementes germinadas. Após o fogo, foram obtidos 262 indivíduos de sete (46,7%), de um total de 15 espécies arbóreas, somando 61% do total de plantas obtidas. Entre as arbóreas, *Miconia cinnamomifolia* foi a espécie mais numerosa, representada por 297 indivíduos antes do fogo e 232 após o fogo, somando 88% do total de indivíduos arbóreos observados nas duas amostragens.

Tabela 2 – Espécies, grupo ecológico (GE), forma de vida (FV), síndrome de dispersão(SD), número de plântulas germinadas(NI), com as frequências absolutas (FA) do banco de sementes de um trecho de Floresta Estacional Semidecídua, Viçosa, MG. (P = pioneiras, SI = secundárias iniciais, ST = secundárias tardias, SB = sub bosque, SC = sem conhecimento, A = árvore, Arb = arbusto, H = herbáceas, Zoo= zoocóricas, Ane = anemocóricas, Auto = autocórica, AF= antes do fogo; PF = após o fogo)

Famílias botânicas e Espécies	GE	FV	SD	NI		FA(%)	
				AF	PF	AF	PF
ACANTHACEAE							
<i>Ruellia subsessilis</i> (Martius) Lindau	SB	H	Zoo	-	5	-	-
ASTERACEAE							
<i>Conyza primulifolia</i> (Lam.) Cuatrec. e Lourteig	SB	H	Zoo	3	-	20	-
<i>Vernonanthura divaricta</i> (Spreng.) H. Rob	P	A	Ane	13	10	30	40
<i>Vernonanthura phosphorica</i> (Vell.) H. Rob	P	A	Ane	-	2	-	10
EUPHORBIACEAE							
<i>Croton urucurana</i> Baill.	P	A	Aut	5	-	50	-
FABACEAE							
<i>Enterolobium contortisiliquum</i> (Vell.) Morong	ST	A	Zoo	2	4	10	10
MALVACEAE							
<i>Sida rhombifolia</i> L.	SB	H	SC	-	3	-	-
MELASTOMATACEAE							
<i>Leandra purpurascens</i> (DC.) Cogn.	P	Arb	Zoo	126	90	100	100
<i>Miconia cinnamomifolia</i> (DC.) Naudin	P	A	Zoo	297	232	100	100
Morfoespécie	SC	SC	SC	3	-	10	-
MORACEAE							
<i>Ficus microcarpa</i> L. f.	SC	A	Zoo	-	8	-	-
<i>Sorocea bonplandii</i> (Baill.) W.C. Burger, Lanj. e Wess. Boer	ST	Arb	Zoo	15	22	30	60
MYRSINACEAE							
<i>Myrsine ferruginea</i> (Ruiz e Pav.) Spreng.	SI	A	Zoo	-	1	-	10
MYRTACEAE							
<i>Plinia glomerata</i> (O. Berg) Amshoff	SI	Arb	Zoo	1	-	10	-
PIPERACEAE							
<i>Piper gaudichaudianum</i> Kunth	P	Arb	Zoo	10	37	20	70
ROSACEAE							
<i>Rubus rosifolius</i> Sm. ex Baker	SB	H	Zoo	8	-	20	
RUBIACEAE							
<i>Relbunium microphyllum</i> (A. Gray) Hemsl.	SB	H	Zoo	-	3	-	20
SOLANACEAE							
<i>Solanum americanum</i> Mill.	P	H	Zoo	21	3	30	10
URTICACEAE							
<i>Cecropia glaziovi</i> Snethl.	P	A	Zoo	7	5	10	20
<i>Cecropia hololeuca</i> Miq.	P	A	Zoo	11	-	40	-
Morfoespécie 1	SC	SC	SC	2	-	10	-
Morfoespécie 2	SC	SC	SC	4	-	20	-
Morfoespécie 3	SC	SC	SC	-	4	20	-
Totais				528	429	100	100

M. cinnamomifolia e *Leandra purpurascens* ocorreram em todas as amostras, apresentando uma frequência relativa de 100%. Juntas, somaram 77,8% do total de sementes germinadas, antes e após o fogo, seguidas por *Piper gaudichaudianum* (5%), *Sorocea bomplandii* (4%) e *Solanum americanum* (3%).

As espécies pioneiras foram as mais bem representadas na amostragem do banco de sementes do solo nas duas fases com 44 e 40% das espécies antes e após o fogo, respectivamente. As espécies de sub bosque vieram em seguida com 19% das espécies antes do fogo e 27% das espécies após o fogo(Figura 1).

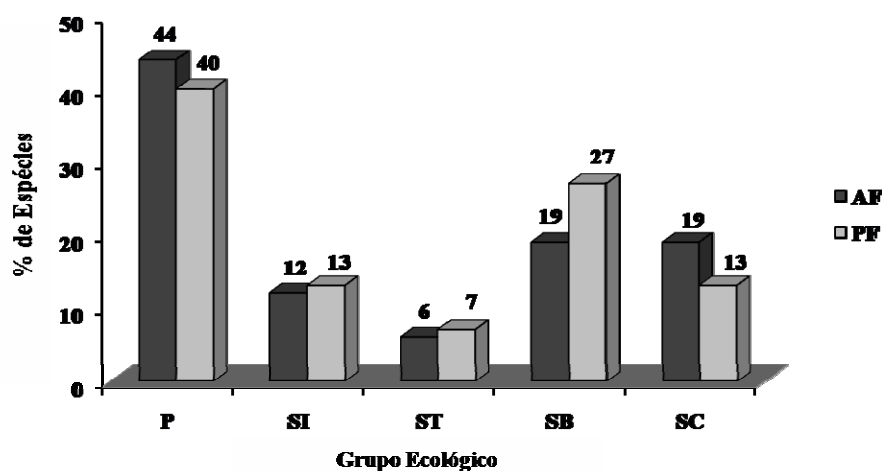


Figura 1 – Porcentagem de espécies de acordo com o grupo ecológico. AF = banco de sementes antes do fogo; PF = banco de sementes após o Fogo; P = pioneiras; SI = secundárias iniciais; ST = secundárias tardias, SB = sub bosque; SC = sem conhecimento.

Das 23 espécies identificadas no total das amostragens, seis eram herbáceas, dentre elas apenas *S. americanum* apresentou um número de indivíduos representativos (21). As demais estavam presentes na amostra com poucos indivíduos.

As espécies arbustivas somaram 31,4% do total de indivíduos obtidos nas duas amostragens, sendo que somente *L. purpurascens* contribuiu com 216 plantas, totalizando 22,5%. *S. bomplandii*, com frequência de 30 e 60% das amostragens antes e após o fogo e *P. gaudichaudianum*, com 20 e 70%, respectivamente, também contribuíram, mas não tão representativamente.

Considerando as cinco principais espécies comuns às duas amostragens, somente *P. gaudichaudianum* ($P < 0,05$) e *S. americanum* ($P = 0,05$) mostraram diferenças estatisticamente significativas em suas densidades. Para *P.*

gaudichaudianum o número de indivíduos obtidos aumentou de 10 antes para 37 indivíduos depois do fogo, estando esta espécie presente em 20 e 70% das parcelas antes e após o fogo, respectivamente. Já para *S. americanum* os resultados mostraram que o número de indivíduos diminuiu de 21 antes para 3 indivíduos, depois do fogo e sua ocorrência foi mais restrita, em 30 e 10% das parcelas, respectivamente.

A zoocoria foi a principal síndrome de dispersão de sementes, com 15 espécies, seguida da anemocoria, com duas, representando 2,6% das sementes germinadas. As espécies pioneiras, dentre as zoocóricas, compreenderam 85% das plantas.

4. DISCUSSÃO

Apesar do período ser considerado pico da seca da região da Zona da Mata de Minas Gerais, quando a precipitação cai abaixo da evaporação potencial, causando deficiência hídrica e retirada de água do solo (GOLFARI, 1975), o ano de 2005 foi atípico em relação a outros anos devido à distribuição homogênea das chuvas, sem nenhum mês com precipitação igual a zero. Ao se avaliar o efeito da precipitação deve-se levar em consideração não apenas a quantidade de chuva, mas também a distribuição estacional (SOARES e BATISTA, 2007). A precipitação para o mês de agosto de 2005 foi de 62 mm e a umidade relativa do ar e temperatura média foram de 72% e 18° C, respectivamente. Conseqüentemente o comportamento do fogo foi influenciado. Tais condições são decisivas na avaliação das variáveis como intensidade, propagação e calor liberado pois atuam diretamente sobre a umidade do material combustível. Vale ainda ressaltar que em se tratando de uma floresta semidecídua, no período da queima (estação seca), esperava-se uma caducifolia entre 20 e 50% das espécies (VELOSO et al., 1991) que compõem a área, o que na verdade não ocorreu devido a precipitação do ano ter sido maior do que o normal, e esta estacionalidade é determinante para a perda das folhas.

Comparando os valores encontrados no comportamento do fogo com os padrões apresentados por Soares e Batista (2007), pode-se classificar o fogo como muito fraco, uma vez que a intensidade, a velocidade de propagação e o calor liberado foram baixos em relação aos encontrados freqüentemente pelo autor. Estas características causam aumento imperceptível na temperatura do solo e impactos a poucos milímetros de profundidade. Beadle (1940) testou fogos variando de uma

queima superficial de rápida duração (45 minutos) até uma fogueira alimentada por arbustos e árvores de uma parcela, durante 8 horas seguidas. Os resultados mostraram que o fogo superficial elevou a temperatura do solo a 50 °C, a 2,5 cm de profundidade, enquanto que o fogo intenso, que pode ser comparado a um incêndio florestal, registrou temperaturas próximas a 220°C a 7,5 cm de profundidade. Segundo Garwood (1989), grande parte das sementes presentes no banco de sementes do solo encontram-se enterradas a até 5 cm da superfície do solo.

Diferentemente dos estudos de Dalling et al. (1997); Marod et al. (2002) e Melo et al. (2007) o fogo não reduziu a densidade de indivíduos e a riqueza de espécies neste estudo.

Logo após a coleta do banco, os primeiros surgimentos de plantas ocorreram no banco de sementes após o fogo, indicando que talvez o tratamento pudesse quebrar a dormência. Quando foram identificadas comprovou-se que as plantas pertenciam à família Melastomataceae e que apareceram tanto antes quanto depois do fogo, mas emergindo em diferentes épocas. Algumas espécies do banco necessitam apenas de uma ruptura da camada de serapilheira para germinarem, enquanto que outras precisam de um distúrbio no solo, simultaneamente à abertura do dossel (METCALFE e TURNER, 1998). Araújo *et al.* (2001) observaram uma maior proporção de sementes germinadas no primeiro mês de acompanhamento, resultante da exposição das sementes à luz e da maior amplitude térmica. Nestes casos as sementes apresentam dormência fisiológica, pois o embrião está completamente desenvolvido, porém não recebe condições propícias, como água, temperatura e luz adequadas para iniciar a germinação. (BASKIN e BASKIN, 1989).

A densidade total de sementes foi relativamente baixa quando comparada a bancos de sementes estudados em áreas próximas a este (FRANCO, 2005; SOUZA et al., 2006; BATISTA NETO et al., 2007). Esta diferença pode ter ocorrido devido o solo não ter sido revolvido em nenhum momento do estudo, fazendo com que as sementes que estivessem enterradas mais profundamente não encontrassem condições favoráveis de germinação. A densidade de sementes em florestas tropicais pode variar muito e ser menor nas florestas maduras que nas secundárias. Isto ocorre devido a maior densidade de espécies pioneiras em florestas jovens ocorrer pela chegada de sementes pertencentes a pastagens próximas e à forma de uso da terra em cada local. Esta variação pode ser de 25 a 3.350 sementes/m² (Araújo *et al.*, 2001; Garwood, 1989; Baider et al., 2001). A densidade das sementes viáveis no solo tende a reduzir à

medida que a floresta vai amadurecendo, conseqüentemente, a densidade das herbáceas também diminui e há um aumento significativo de sementes arbustivas e arbóreas (BAIDER et al., 2001).

Mesmo o fogo sendo classificado de baixa intensidade e a análise estatística não significativa, percebe-se uma diminuição de densidade entre as amostragens. O fogo pode ter causado mortalidade de sementes presentes nas camadas superficiais do solo e na serapilheira, uma vez que algumas sementes são pequenas e sensíveis a variação de temperatura.

Diferentemente dos estudos de Dalling et al. (1997); Marod et al. (2002) e Melo et al. (2007) o fogo não reduziu a densidade de indivíduos e a riqueza de espécies neste estudo. Melo et al. (2007), observaram uma redução de 35% na riqueza e 62% na densidade das espécies na área queimada, comparando com a área não queimada. No estudo de Marod *et al.* (2002) a densidade também caiu, mas algumas espécies foram beneficiadas pelo fogo, uma vez que a camada de serrapilheira acumulada foi removida propiciando a germinação, após a primeira chuva.

M. cinnamomifolia produz grande quantidade de sementes (LORENZI, 2000), podendo assim justificar sua dominância neste estudo demonstrando sua importância na regeneração desta floresta. Em estudo realizado no Panamá, Dalling et al. (1998) observaram uma elevada produção de sementes para espécie do gênero *Miconia*, com densidades de 6000 sementes/m², nos primeiros três centímetros do solo. O estudo realizado por Baider et al. (1999) encontrou também alta representatividade da família Melastomataceae

Em dois estudos realizados em fragmentos de Floresta Estacional Semidecídua, muito próximos a área estudada, Souza et al. (2006) e Batista Neto et al. (2007) também encontraram *M. cinnamomifolia* nas primeiras posições na classificação de número de indivíduos. Concomitantemente com este estudo, Batista Neto et al. (2007) e Franco (2005) também encontraram *M. cinnamomifolia* e *L. purpurascens* responsáveis por 3416 sementes germinadas no primeiro estudo e 1162 no segundo. Segundo Garwood (1989), o banco de sementes persistente pode ser dominado por uma ou duas espécies, mesmo quando a maioria das espécies pioneiras produza elevada quantidade de sementes.

Vale salientar que um estudo sobre dinâmica em um trecho da mesma floresta estudada (GASPARINI JÚNIOR, 2004) não apresentou *M. cinnamomifolia* e *L.*

purpurascens na listagem florística das espécies amostradas, apresentando como espécies dominantes as secundárias tardias. Este estudo caracteriza ainda o estágio sucessional desta floresta como intermediário. A caracterização do estágio sucessional com base em uma listagem florística pode não ser a realidade local, uma vez que algumas informações como critérios e parâmetros fitossociológicos e histórico da área podem ficar omissos.

Algumas vezes uma espécie pode ocupar certos estratos ou apresentar dominância elevada, em condições muito diferente daquela em que normalmente é encontrada em florestas preservadas, causada por um fator específico de perturbação. O fogo, por exemplo, pode selecionar espécies exercendo papel de pioneiras, mais por terem sobrevivido ao distúrbio do que por desenvolverem efetivamente este papel em comunidades mais preservadas (GANDOLFI, 2000).

O aumento na densidade de *P. gaudichaudianum* foi bem significativo na amostragem e corrobora com o estudo de Gasparini-Jr (2004), que relata um grande número de indivíduos nesta área. Segundo Greig (1993), espécies do gênero *Piper* são plantas pioneiras e estão envolvidas em processos de regeneração e manutenção da diversidade de matas e tendem a apresentar maior abundância em áreas de borda e interior de clareiras naturais ou antrópicas, pois a luz influencia diretamente a reprodução desta espécie aumentando a quantidade de flores produzidas em uma mesma estação reprodutiva.

Cecropia glaziovi e *Cecropia hololeuca* não foram tão representativas nos levantamentos contribuindo com apenas 11 indivíduos cada. Apesar de pequeno, o gênero *Cecropia* tem sido encontrado em vários estudos com banco de sementes em Floresta Estacional Semidecidual (DALLING et al., 1997 e 1998; GROMBONE-GUARATINI e RODRIGUES, 2002; FRANCO, 2005; SOUZA et al., 2006; e BATISTA NETO et al.; 2007), sugerindo grande importância para a regeneração dessas florestas, principalmente após grandes distúrbios. Silva-Matos et al. (2005), em estudo de regeneração de espécies de *Cecropia glaziovi* e *Trema micrantha*, mostraram que as sementes de *C. glaziovi* são mais sensíveis ao calor moderado, inibindo germinação, mas que a espécie tem grande potencial de rebrota após o fogo.

O processo de dispersão de sementes é fundamental na regeneração de áreas que sofreram algum tipo de distúrbio, pois através dele sementes de plantas pioneiras podem dar início ao processo de sucessão. As espécies pioneiras, em sua maioria, possuem diásporos dispersos por frugívoros generalistas, como por exemplo a família

Piperaceae e os gêneros *Miconia*, *Leandra*, *Tibouchina* e *Cecropia* que geralmente são dispersos por aves e *Solanum* por morcegos frugívoros; (VAN DER PIJL, 1982; STILES e ROSSELLI, 1993). Segundo Penhalber e Mantovani (1997) uma elevada porcentagem de sementes de espécies anemocóricas sugere certo grau de perturbação em uma floresta.

Concluí-se que além do conhecimento dos efeitos do fogo sobre a vegetação, o estudo do comportamento do fogo pode indicar o grau de impacto desse distúrbio sobre a comunidade vegetal e auxiliar nas definições de estratégias para o restabelecimento de áreas degradadas por incêndios. Mesmo que o fogo não cause efeitos significativos ao banco de semente, promove alterações nas comunidades em processo de sucessão.

O fogo, mesmo que em intensidade baixa, pode causar danos ainda pouco mensuráveis ao ecossistema, como a mortalidade de pequenas sementes presentes nas camadas superficiais do solo. Para ser uma ferramenta auxiliar no manejo evitando a continua devastação das florestas tropicais e normatização de seu uso, muitos estudos precisam ser direcionados para os mecanismos de ação do fogo e os efeitos causados ao banco de sementes, um dos principais veículos para o sucesso na regeneração de áreas florestais.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- APG II (ANGIOSPERM PHYLOGENY GROUP). An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for orders and families of flowering plants: APG II. **Botanical Journal of the Linnean Society** (141):399-436. 2003.
- ARAÚJO, M.M.; OLIVEIRA, F.A.; VIEIRA, I.C.G.; BARROS, P.L.C. e LIMA, C.A.T. Densidade e composição florística do banco de sementes do solo de florestas sucessionais na região do Baixo Rio Guamá, Amazônia Oriental. **Scientia Florestalis** (59): 115-130. 2001.
- BAIDER, C.; TABARELLI, M. e MANTOVANI, W. The soil seed bank during Atlantic Forest regeneration in Southeast Brazil. **Revista Brasileira de Biologia** 61(1): 35-44. 2001.
- BASKIN, J.M. e BASKIN, C.C. **Seeds: ecology, biogeography, and evolution of dormancy and germination**. New York, Academic Press. 666p. 1998.
- BATISTA NETO, J.P.; REIS, M.G.F.; REIS, G.G.; SILVA, A.F. e CACAU, F.V. Banco de sementes do solo de uma Floresta Estacional Semidecidual, em Viçosa, Minas Gerais. **Ciência Florestal** 17(4): 311-320. 2007.
- BEADLE, N.C.W. Soil temperatures during forest fires and their effect on the survival of vegetation. **Journal of Ecology** (28):180-192. 1940.
- BYRAM, G.M. Combustion of forest fuels. In: Davis, K.P. **Forest fire - control and use**. New York: Mc Graw Hill. p 77-84.1959.
- BROWN, A.A. & DAVIS, K.P. **Forest fire: control and use**. 2 ed. New York. McGraw-Hill Book Company, 686p.1973.
- CARMONA, R. Problemática e manejo de bancos de sementes de invasoras em solos agrícolas. **Planta Daninha** 10: 5-16. 1992.
- CASTELLANE, T.T. e STUBBLEBINE, W.H. Sucessão secundária inicial em mata tropical mesófila após perturbação por fogo. **Revista Brasileira de Botânica** 16(2): 181-203. 1993.
- COCHRANE, M. Fire science for rainforests. **Nature** 421(27):913-919. 2003.
- CORREA, G.F. **Modelo de evolução e mineralogia da fração argila de solos do Planalto de Viçosa, MG**. Viçosa: UFV, 1984. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) – Universidade Federal de Viçosa. 87p. 1984.
- COUTINHO, L.M. O conceito de cerrado. **Revista Brasileira de Botânica** 1: 17-23. 1978.
- COUTINHO, L.M. Fire in the ecology of the Brazilian cerrado. In: J.G. Goldammer (ed.). **Fire in the tropical biota – Ecosystem process and global challenge**. Berlim, Springer-Verlag. p82-105. 1990.
- DALLING, J.W.; SWAINE, M.D. e GARWOOD, N.C. Soil seed bank community in seasonally moist lowland tropical forest, Panama. **Journal of Tropical Ecology** 13(5):17-30. 1997.

DALLING, J.W.; SWAINE, M.D. e GARWOOD, N.C. Dispersal patterns and seed bank dynamics of pioneer trees in moist tropical forest. **Ecology** (79): 564-578. 1998.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. **Normais climatológicas (1961-1990)**. Brasília: SPI, EMRAPA. 1992.

FENNER M e THOMPSON K. **The ecology of seeds**. Cambridge University Press. 250 p. 2005.

FERRANDIS, P.; HERRANZ, J.M. e MARTÍNEZ-SÁNCHEZ, J.J. Effect of fire on hard-coated Cistaceae seed banks and its influence on techniques for quantifying seed banks. **Plant Ecology** (144): 103-114. 1999.

FERRANDIS, P. e HERRANZ, J.M. Response to fire of a predominantly transient seed bank in Mediterranean weedy pasture (eastern-central Spain). **Ecoscience** 8(2): 211-219. 2001.

FERRANDIS, P. e HERRANZ, J.M. Soil seed bank response to fire in Mediterranean-Basin ecosystems. **Recent Research in Developmental and Environmental Biology** (1): 123-151. 2004.

FRANCO, B.K.S. **Análise do banco de sementes e da regeneração natural em um trecho de Floresta Estacional Semidecidual no Campus da Universidade Federal de Viçosa, MG**. 2005. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG. 72p. 2005.

GANDOLFI, S.; LEITÃO FILHO, H.F. e BEZERRA, C.L.F. Estudo florístico e caráter sucessional das espécies arbustivo arbóreas de uma floresta mesófila semidecidual no município de Guarulhos, SP. **Revista Brasileira de Biologia** 55(4): 753-767. 1995.

GANDOLFI, S. **História natural de uma Floresta Estacional Semidecidual no município de Campinas (São Paulo, Brasil)**. 2000. Tese (Doutorado em Biologia Vegetal) - Universidade Estadual de Campinas. Campinas, SP. 551p. 2000.

GARWOOD, N. C., Tropical soil seed banks: a review. *In*: M. A. Leck, V. T. Parker e R. L. Simpson (eds.), **Ecology of soil seed banks**. Academic Press, San Diego. 149-209. 1989.

GASPARINI JÚNIOR, A. J. **Estrutura e dinâmica de um fragmento de floresta estacional semidecidual no campus da Universidade Federal de Viçosa – Viçosa (MG)**. Dissertação (Mestrado em Botânica) Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, MG. 55p. 2004.

GOLFARI, L. **Zoneamento ecológico do estado de Minas Gerais para reflorestamento**. Belo Horizonte: PRODEPEF/PNUD/FAO/IBDF. 65p. (Série técnica 3). 1975.

GREIG, N. Regeneration mode in neotropical *Piper*: habitat and species comparisons. **Ecology** 74): 2125-2135. 1993.

GROMBONE-GUARATINI, M.T. e RODRIGUES, R.R. Seed bank and seed rain in a seasonal semi-deciduous forest in south-eastern Brazil. **Journal of tropical Ecology** (18): 759-774. 2002.

KENNARD, D.K.; GOULD, K.; PUTZ, F.E.; FREDERICKSEN, T.S. e MORALES, F. Effects of disturbance intensity on regeneration mechanism in a tropical dry forest. **Forest Ecology and Management** 162(2):197-208. 2002.

KLEIN, R.M. Ecologia da flora e vegetação do Vale do Itajaí. **Sellowia** 32:165-389. 1980.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: Manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. Volume 1. Nova Odessa, SP: Editora Plantarum. 352p. 1992.

MAROD, D.; KUTINTARA, U.; TANAKA, H. e NAKASHIZUKA, T. The effects of drought and fire on seed and seedling dynamics in a tropical seasonal Forest in Thailand. **Plant Ecology** (191): 41-57. 2002.

MARTINS, S.V.; RIBEIRO, G.A.; SILVA JÚNIOR, W.M. e NAPPO, M.E. Regeneração pós fogo em um fragmento de Floresta Estacional Semidecidual no município de Viçosa, MG. **Ciência Florestal** 12(1): 11-19. 2002.

MELO, A.C.G.; DURIGAN, G. e GORENSTEIN, M.R. Efeitos do fogo sobre o banco de sementes em faixa de borda de Floresta Estacional Semidecidual, SP, Brasil. **Acta Botânica Brasília** 21(4): 927-934. 2007.

METCALFE, D.J. e TURNER, I.M. Soil seed bank from lowland rain Forest in Singapore: canopy-gap and litter-gap demanders. **Journal of Tropical Ecology** (14): 103-108. 1998.

MUELLER-DOMBOIS, D. e ELLENBERG, H. **Aims and methods of vegetation ecology**. New York: John Wiley e Sons, 547p. 1974.

OLIVEIRA-FILHO, A.T. e RATTER, J.A. Vegetation physiognomies and woody flora of the Cerrado Biome. In: P.S. Oliveira e R.J. Marquis (eds.) **The Cerrado of Brazil: ecology and natural history of a Neotropical savana**. New York, Columbia University Press. p 91-120. 2002.

PAULA, A.; SILVA, A.F.; SOUZA, A.L.; SANTOS, F.A.M. Alterações florísticas ocorridas num período de quatorze anos na vegetação arbórea de uma floresta estacional semidecidual em Viçosa - MG. **Revista Árvore** 26(6): 743-749. 2002.

PENHALBER, E. F. e MANTOVANI, W. Floração e chuva de sementes em mata secundária em São Paulo, SP. **Revista Brasileira de Botânica** (20): 205-220. 1997.

PIVELLO, V.R.; PETENON, D.; JESUS, F. M. MEIRELLES, S. T.; VIDAL, M. M.; ALONSO, R. A. S.; FRANCO, G. A. D. C. e METZGER, J. P. Chuva de sementes em fragmentos de Floresta Atlântica (São Paulo, SP, Brasil), sob diferentes situações de conectividade, estrutura florestal e proximidade da borda. **Acta Botânica Brasília** 20(4): 845-859. 2006.

PUTZ, F.E. Treefall pits and mounds, buried seeds, and the importance of soil disturbance to pioneer trees on Barro Colorado Island, Panama. **Ecology** 64 (5): 1069-1074. 1983.

RODRIGUES, R.R.; MARTINS, S.V. e MATTHES, L.H.F. Post-fire regeneration in a semideciduous mesophytic forest, south-eastern Brazil. In: **New research on forest ecosystems** (BURK, A.R., Eds) New York. Nova Science Publishers. Pp. 1-19. 2005.

ROTHERMEL, R.C. e; DEEMING, J.E. **Measuring and interpreting fire behavior for correlation with fire effects.** Ogden: Intermountain Forest and Range Experiment Station, 4 p. (General Technical Report, INT-93).1980.

SALDARRIAGA, J.G. e UHL,C., Recovery of forest vegetation following slash-and-burn agriculture in the upper rio Negro. In: A. Gomez-Pompa, T. C. Whitmore e M.Hadley (eds), **Tropical rain forest: regeneration and management**, Blackwell, New York. 303-312. 1991.

SILVA-MATOS, D.M.; FONSECA, G. D.F.M. e SILVA-LIMA, L. Differences on post-fire regeneration of the pioneer trees *Cecropia glazioui* and *Trema micrantha* in a lowland Brazilian Atlantic Forest. **Revista de Biologia Tropical** 53(1-2): 1-4. 2005.

SILVA, V.F.; OLIVEIRA FILHO, A.T.; VENTURIN, N.; CARVALHO, W.A.C. e GOMES, J.B.V. Impacto do fogo no componente arbóreo de uma floresta estacional semidecídua no município de Ibituruna, MG, Brasil. **Acta Botânica Brasílica** 19(4): 701-716. 2005.

SIMPSON, R. L; LECK, M. A. e PARKER, V. T. **Ecology of soil seed banks.** California: Academic Press, 385 p. 1989.

STILES, E.G. e ROSSELLI, L. Consumption of fruits of the Melastomataceae: how diffuse is coevolution. **Vegetatio** (107-108): 57-73. 1993.

SOARES, R.V. e BATISTA, A.C. **Incêndios Florestais: controle, efeito e uso do fogo.** Curitiba: FUPEF. 264p. 2007.

SOUZA, P.A.; VENTURIN, N.; GRIFFITH, J.J. e MARTINS, S.V. Avaliação do banco de sementes contido na serapilheira de um fragmento florestal visando recuperação de áreas degradadas. **Cerne** 12(1): 56-67. 2006.

UHL, C.; CLARK, H.; CLARK, K. e MAUIRINO, P. Successional patterns associated with slash-and-burn agriculture in the upper Rio Negro of the Amazon Basin. **Biotropica** 14(4): 249-254. 1982

UHL, C. Factors controlling succession following slash-and-burn agriculture in Amazonia. **Journal of Ecology** 75: 377-407. 1987.

UHL, C., CLARK, K. e MAUIRINO, P. Vegetation dynamics in Amazonian treefall gaps. **Ecology** 69: 751- 763. 1988.

VAN DER PIJL, L. **Principles of dispersal in higher plants.** 3ª Ed. Springer-Berlag, Berlin. 1982.

VELOSO, H.P.; HANGEL-FILHO,A.L.R. e LIMA,J.C. **Classificação da vegetação brasileira, adaptada a um sistema universal.** Rio de Janeiro: IBGE. 124 p. 1991.

WILLIAMS, P. R.; CONGDON, R. A.; GRICE, A. C. e CLARKE, P. J. Germinable soil seed banks in a tropical savanna: seasonal dynamics and effects of fire. **Australian Ecology** (30): 79-90. 2005.

WRIGHT, H. A. e BAILEY, A. W. **Fire Ecology.** United States and Canada. New York, John Wiley e Sons, Inc. 501 p. 1982.

CAPÍTULO 3

CARACTERIZAÇÃO DO ESTRATO DA REGENERAÇÃO EM UM TRECHO DE FLORESTA ESTACIONAL SEMIDECIDUAL, APÓS TRATAMENTO COM FOGO.

1. INTRODUÇÃO

A regeneração de uma floresta é definida como o processo pelo qual a floresta perturbada atinge características da floresta madura; o que pressupõe modificações nas características da comunidade e mudanças direcionais na composição de espécies (KLEIN, 1980; SALDARRIAGA e UHL, 1991). A regeneração de uma floresta está diretamente ligada ao processo de sucessão ecológica, que se inicia pela ocupação do ambiente por espécies colonizadoras de clareiras naturais ou antrópicas. O estágio final alcançado é descrito como uma composição mista de espécies governada por regimes de perturbação natural (PICKETT, 1983).

Distúrbios naturais e antrópicos como atividade vulcânica, ataque de insetos, fogo e desmatamento, alteram a dinâmica da vegetação florestal iniciando um processo de sucessão secundária. A caracterização florística e estrutural da regeneração natural e suas alterações ao longo do processo de sucessão secundária são importantes para definir estratégias de manejo e conservação de fragmentos florestais (UHL et al., 1981; BROWN et al., 1982; UHL, 1987; KAUFFMAN, 1991; COCHRANE e SCHULZE, 1999; MARTINS e RODRIGUES, 2002).

Em florestas tropicais, o principal meio de regeneração das espécies ocorre por chuva de sementes, banco de sementes do solo, banco de plântulas e rebrota (GARWOOD, 1989).

A expansão agrícola e o avanço da produção de florestas plantadas tem resultado num aumento da devastação por fogo em florestas tropicais, transformando estas paisagens em mosaicos de florestas exploradas, campos de cultura e florestas secundárias (GOLDAMMER, 1988; UHL e KAUFFMAN, 1990).

O fogo tem sido apontado como um dos responsáveis por alterações no funcionamento dos ecossistemas (UHL et al., 1981; KAUFFMAN, 1991; COCHRANE e SCHULZE, 1999). A sucessão secundária logo após o fogo é extremamente importante porque as populações de espécies pioneiras definirão o

progresso da regeneração, em condições ecológicas gerais mais desfavoráveis (CONNELL e SLATYER, 1977).

O mais visível efeito do fogo sobre a vegetação é o dano físico causado às árvores, podendo provocar a morte de plântulas e árvores de pequeno diâmetro (WADE e LUNDSORD, 1990), mas afeta diretamente o crescimento, a sobrevivência e a reprodução das plantas além de causar impactos no banco de sementes (HOFFMANN, 1996). No entanto, a resposta das plantas a este impacto varia conforme o regime do fogo caracterizado pela intensidade, frequência e duração dos incêndios, e também com o estágio de sucessão e a formação vegetacional atingida. Em algumas formações, como o cerrado, várias espécies resistem à ocorrência do fogo ou são até mesmo favorecidas por ele, uma vez que as altas temperaturas ajudam a quebrar a dormência de algumas espécies (COUTINHO 1978, 1990; COCHRANE e SCHULZE, 1999; OLIVEIRA-FILHO e RATTER, 2002; GERWING, 2002).

Estudos sobre o efeito do fogo em florestas tropicais (CONNELL e SLATYER, 1977; GOLDAMMER, 1988; UHL e KAUFFMAN, 1990; KAUFFMAN, 1991; TABARELLI e MANTOVANI, 1999; COCHRANE e SCHULZE, 1999; IVANAUSKAS et al., 2003; MARTINI et al., 2007) têm mostrado que as mudanças variam de acordo com a frequência e a severidade do distúrbio. Em Floresta Estacional Semidecidual ainda são poucos os estudos sobre o impacto do fogo na capacidade de regeneração (CASTELLANI e STUBBLEBINE, 1993; MARTINS & RIBEIRO 2002; MARTINS et al., 2002; SILVA et al., 2005; RODRIGUES et al., 2005) e os resultados têm mostrado uma complexa resposta da vegetação a distúrbios, tanto na dinâmica sucessional, quanto na composição e densidade de espécies, mostrando um potencial de regeneração muito variável, que dependem do tamanho, tempo de ocorrência, frequência e características ecológicas da vegetação (CLARK e CLARCK, 1987; RODRIGUES e GANDOLFI, 1998).

As diversas características do fogo, tais como: intensidade, velocidade de propagação, calor liberado e quantidade de material combustível são importantes parâmetros que indicam o grau de impacto desse distúrbio sobre a comunidade vegetal e, por consequência, auxiliam nas definições de estratégias para o restabelecimento de áreas degradadas por incêndios. Embora já se tenha conhecimentos sobre isso, ainda não existem estudos avaliando o comportamento do

fogo em Florestas Estacionais Semidecíduas e seus possíveis efeitos na dinâmica das comunidades vegetais.

O objetivo deste estudo foi caracterizar florística e estruturalmente o estrato de regeneração natural em um trecho de Floresta Estacional Semidecídua antes e após tratamento com fogo e verificar suas consequências na estrutura da comunidade bem como na diversidade de espécies

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Caracterização da área de estudo:

O estudo foi realizado em um fragmento de Floresta classificado como Estacional Semidecidual Montana, (VELOSO et al., 1991), em regeneração natural há 80 anos, conhecido como “Reserva da Biologia”, situado no campus da Universidade Federal de Viçosa, no município de Viçosa, MG (20°35’-28°50’S e 42°45’-43°00’W). A área total do fragmento é de 75 ha, com altitude variando entre 725 a 745 m. O relevo possui características montanhosas, com predominância de solos tipo Latossolo Vermelho-Amarelo Álico, nos topos dos morros e encostas e Podzólico Vermelho-Amarelo Câmbico, nos terraços (CORREA, 1984).

O Clima, segundo a classificação de Köppen, é do tipo Cw_b, subtropical moderado úmido, com médias de umidade relativa e temperatura de 81% e 19,4°C respectivamente. A precipitação anual está em entorno de 1200 mm, sendo definida uma estação chuvosa de setembro a abril e uma estação seca de maio a agosto. (DEPARTAMENTO NACIONAL DE METEOROLOGIA, 1992).

2.2. Amostragem

Em um trecho da encosta com variação total de 20 m e face de exposição solar oeste-sudeste foram instaladas 10 parcelas de 5 x 5 m, dispostas em linha vertical e interdistantes em 1 m, formando uma faixa vertical, perfazendo um total de 250 m². Entre as parcelas e em seu contorno foram construídos aceiros de 1 m de largura para conter o avanço do fogo.

Cada parcela foi submetida à queima controlada utilizando a técnica do fogo a favor do vento. Obedecendo ao sentido do aclave, a linha de fogo foi acesa na parcela situada no extremo oposto ao topo do morro, com o auxílio de um “pinga-fogo”. Durante a queima da vegetação de cada parcela foram medidos os parâmetros:

material combustível, intensidade, velocidade de propagação e calor liberado para caracterizar o comportamento do fogo.

A determinação da carga do material combustível ou matéria seca, antes e depois da queima, baseou-se no método destrutivo proposto por Brown et al. (1982). Para cada parcela, na região central, foi coletada uma amostra delimitada por um gabarito de madeira vazado de 0,5 X 0,5 m, retirando-se todo o material de seu interior. Após a queima, recolheu-se o material não carbonizado. Este material coletado antes e após a queima foi pesado em balança eletrônica, de 10 g de precisão, acondicionado em saco de papel, identificado e levado à estufa a 75 °C até atingir peso constante.

A velocidade de propagação do fogo foi calculada mediante cronometragem do tempo gasto para o fogo percorrer os 5 m de cada parcela, sendo a unidade empregada metros por segundo. Utilizou-se as fórmulas $I = H.W.r$ (BYRAM, 1959), para calcular a intensidade e $Ha = I/r$ (ROTHERMEL e DEEMING, 1980) para o calor liberado por área para calor liberado, onde:

I - intensidade da linha de fogo, em kcal. m.s⁻¹;

H - poder calorífico do material combustível, em kcal.kg⁻¹;

W - peso do material combustível disponível, em kg.m⁻²;

Ha – calor liberado por unidade de área, em kcal.m⁻²,

r – velocidade de propagação do fogo, em m.s⁻¹.

A intensidade de queima será classificada de acordo com McArthur e Cheney (1966).

A queima foi realizada dia 05 de setembro de 2005, iniciada às 9:30 da manhã com duração total de 2 horas entre ignição e extinção total, tendo uma variação do tempo de queima entre as parcelas de 3'30' a 9'18'. Na ocasião também medidas a velocidade e direção do vento, com anemômetro e biruta, respectivamente, a 1 m de distância na parte superior das parcelas e 0,50 m de altura do solo, além da umidade relativa do ar, com auxílio de um psicrômetro. Os dados climáticos de precipitação, temperatura e umidade relativa médias do ano foram obtidos na Estação Meteorológica do Departamento de Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Viçosa.

A caracterização do estrato da regeneração foi realizado em dois períodos distintos, antes do tratamento com o fogo e dois anos após. O levantamento foi

realizado no canto superior direito de cada parcela. Utilizou-se um quadro de madeira de 1 x 1 m, trançado com elástico em intervalos de 10 cm (Figura. 1), formando uma rede para mapeamento dos indivíduos. Todas as plantas com diâmetro a altura do solo (DAS) inferior a 5 cm foram marcadas e numeradas de acordo com a localização neste quadro de madeira. Quando da impossibilidade de identificação de espécies em campo, era coletado um exemplar do material botânico fora da parcela para comparação no herbário VIC da Universidade Federal de Viçosa, consulta bibliográfica específica ou auxílio de especialistas. Para a classificação taxonômica foi adotado Angiosperm Phylogeny Group II (APG II, 2003).

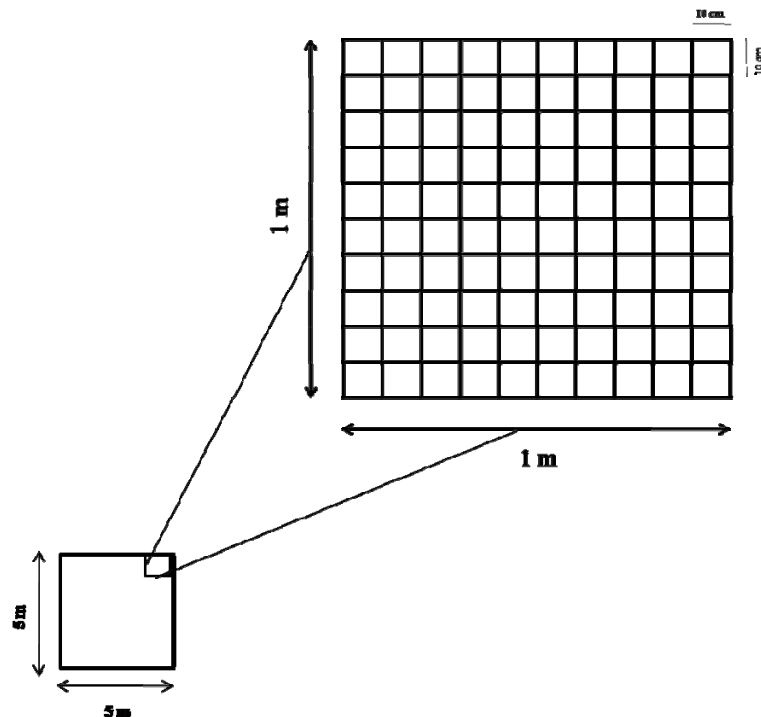


Figura 1: Desenho esquemático do quadro traçado com fio de nylon para mapeamento das plantas do estrato de regeneração.

Avaliou-se o mecanismo de estabelecimento dos indivíduos com pequenas escavações, quando necessário, determinando se a regeneração após o tratamento havia sido por rebrota ou germinação de sementes.

As espécies identificadas foram classificadas quanto ao grupo ecológico em pioneiras, secundárias iniciais e tardias (PAULA et al. 2004; MARTINS e RODRIGUES 2002; GANDOLFI, 2000; GANDOLFI et al., 1995), quanto a síndrome de dispersão em anemocórica, autocórica e zoocórica (VAN DER PIJL, 1982; CASTELLANI e STUBBLEBINE, 1993; BARROSO et al., 1999).

Para as duas etapas, antes e após o fogo, determinaram-se o número de indivíduos total e por espécie, bem como calcularam-se o índice de diversidade de Shannon (H') e a equabilidade (J') (PIELOU, 1975). Para avaliar se entre as duas etapas existia diferença significativa na diversidade, realizou-se a comparação entre os valores de H' , através do teste t de Magurran (1989). Entre as espécies comuns foi realizada uma análise de variância simples considerando o número de indivíduos nas duas amostragens.

Para comparar floristicamente as duas etapas, antes e após do fogo, realizou-se uma análise de agrupamento pelo método média de grupo (UPGMA), com base nos índices de similaridade de Jaccard (PIELOU, 1975), calculados a partir de uma matriz de presença e ausência das espécies amostradas nas 10 parcelas e nas duas amostragens. Foram determinados para as amostras antes e depois do fogo, os parâmetros densidade relativa, valor de cobertura e frequência absoluta (MUELLER-DOMBOIS e ELLENBERG, 1974), utilizando o programa Mata Nativa (CIENITEC, 2006).

3. RESULTADOS

3.1. Caracterização do comportamento do fogo.

Os valores dos parâmetros avaliados tiveram pouca variação entre as parcelas, indicando que o fogo atingiu proporções pequenas e com características diferentes das de um incêndio florestal (Tabela 1).

A intensidade do fogo foi classificada em muito baixa (0 a 80 $\text{Kcal.s}^{-1}.\text{m}^{-1}$) de acordo com a escala de McArthur e Cheney (1966).

Tabela 1 –Parâmetros do comportamento do fogo (média dos valores entre as 10 parcelas) e condições meteorológicas em um trecho de Floresta Estacional Semidecídua, Viçosa, MG.

	Material combustível (Kg.m^{-2})	Velocidade de propagação (m.s^{-1})	Intensidade ($\text{Kcal.s}^{-1}.\text{m}^{-1}$)	Calor liberado (Kcal.m^{-2})	Temperatura média do ar ($^{\circ}\text{C}$)	Precipitação do mês de agosto (mm)	Umidade relativa do ar (%)	Velocidade do vento (m.s^{-1})
Valores	0,56	0,017	33,75	1919	20	62	79	3,5

3.2. Caracterização do estrato de regeneração

Mesmo sendo um fogo de baixa intensidade, todo o estrato da regeneração amostrado (plantas com DAS < 5 cm), dentro das parcelas pré estabelecidas, foi queimado.

Foram registrados, no inventário antes do fogo, em 2005, 78 indivíduos vivos, distribuídos em 22 espécies e 11 famílias. Após o fogo, em 2007 foram 76 indivíduos, em 14 espécies e oito famílias. O total de identificações nas duas amostragens foi de 24 espécies e 12 famílias (Tabela. 2). A família Rubiaceae destacou-se pela maior riqueza antes do fogo, com seis espécies, representando 27% do inventário. Em Seguida, Fabaceae (Leguminosae) e Myrtaceae com quatro espécies cada. Após o fogo estas três famílias também foram as mais representativas em riqueza, porém com apenas três espécies cada, seguidas de Moraceae com duas. As outras oito famílias, com apenas uma espécie cada, antes e após o fogo, representaram 33% do total.

O dois inventários diferiram quanto à diversidade de espécies, apresentando índices de diversidade de Shannon para antes do fogo ($H' = 2,63$) significativamente superior ao encontrado após o fogo ($H' = 2,16$) ($t = 3,48$; $P < 0,01$).

O índice de Jaccard (J) obtido foi de 35%, indicando alta similaridade de espécies entre as duas amostragens, uma vez que, segundo MUELLER-DOMBOIS & ELLENBERG, (1974), quando o valor desse índice é superior a 25%, as duas amostras comparadas são consideradas floristicamente semelhantes.

O dendrograma de similaridade (Figura 2) entre as parcelas dos inventários realizados antes e após fogo mostra diferença na composição de espécies entre elas, demonstrando que existe heterogeneidade espacial florística. Somente as parcelas 2 e 4 se agruparam antes e depois do fogo, com similaridade de 65 e 58%, respectivamente. A rebrota foi a estratégia de sucesso nestas duas parcelas ocorrendo em mais de 60% dos indivíduos amostrados. A parcela 7PF ficou isolada do restante apresentando uma similaridade muito baixa em relação as demais 4%.

O inventário antes do fogo apresentou 78 indivíduos e o após 76 (Tabela 3). A perda de densidade entre um inventário e outro foi de apenas 2,5%, não sendo significativo estatisticamente ($P > 0,05$).

Tabela 2 – Espécies amostradas antes e depois do tratamento com fogo em um trecho de Floresta Estacional Semidecídua, Viçosa, MG. GE = grupo ecológico, P= pioneiras, SI = secundárias iniciais, ST = secundárias tardia, SD = Síndrome de dispersão, Ane = anemocórica, Aut = autocórica, Zoo = zoocórica, AF = antes do fogo, PF = após o fogo; RB = rebrota.

Família/Espécie	GE	SD	AF	PF	RB
ANACARDIACEAE					
<i>Astronium fraxinifolium</i> Schott ex Spreng.	ST	Ane	X		
ASTERACEAE					
<i>Vernonathura divaricata</i> (Spreng).H.Rob.	P	Ane	X		
BURSERACEAE					
<i>Protium warmingiana</i> March,L.	ST	Zoo	X	X	X
EUPHORBIACEAE					
<i>Croton urucurana</i> Baill.	P	Aut	X	X	X
FABACEAE					
<i>Anadenanthera macrocarpa</i> (Benth.) Brenan	SI	Ane	X	X	X
<i>Apuleia leiocarpa</i> (Vogel) J.F. Macbr.	SI	Ane	X		
<i>Dalbergia nigra</i> (Vell.) Allemao ex Benth.	SI	Ane	X	X	
<i>Inga edulis</i> Mart.	SI	Ane	X	X	X
LACISTEMATAACEAE					
<i>Lacistema pubescens</i> Mart.	SI	Zoo	X		
LAURACEAE					
<i>Endlicheria paniculata</i> (Spreng.) J.F. Macbr.	ST	Zoo	X		
MORACEAE					
<i>Acanthinophyllum ilicifolia</i> (Spreng.) W.C. Burger	SI	Zoo		X	
<i>Sorocea bonplandii</i> (Baill.) W.C. Burger, Lanj. & Wess. Boer	SI	Zoo	X	X	X
MYRTACEAE					
<i>Eugenia uniflora</i> L.	ST	Zoo	X		
<i>Plinia glomerata</i> (O. Berg) Amshoff	SI	Zoo	X	X	X
<i>Myrcia fallax</i> (Rich.) DC.	SI	Zoo	X	X	X
<i>Myrciaria ciliolata</i> (Cambess.) O. Berg	SI	Zoo	X	X	X
RUBIACEAE					
<i>Amaioua guianensis</i> Aubl.	SI	Zoo	X	X	X
<i>Coutarea hexandra</i> (Jacq.) K. Shum.	SI	Ane	X		
<i>Psychotria carthagenensis</i> Jacq.	SI	Zoo	X		
<i>Psychotria hastisepala</i> Müll. Arg.	SI	Zoo	X	X	X
<i>Psychotria sessilis</i> (Vell.) Müll. Arg.	SI	Zoo	X	X	X
<i>Rudgea myrsinifolia</i> Benth.	SI		X		
SIPARUNACEAE					
<i>Siparuna guianensis</i> Aubl.	SI	Zoo		X	
MONIMIACEAE					
<i>Mollinedia argyrogyna</i> Perkins	SI	Zoo	X		

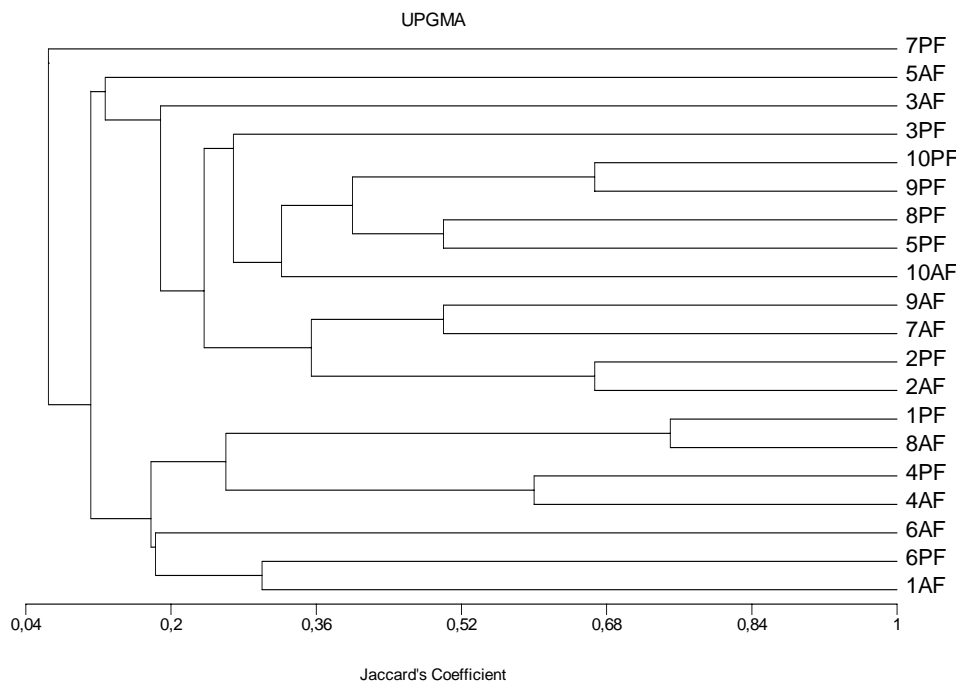


Figura 2 – Dendrograma obtido pelo método média de grupo (UPGMA), com base no índice de Jaccard, para os dados de presença e ausência das espécies em 10 parcelas amostradas antes e após tratamento com fogo, instaladas em um trecho de Floresta Estacional Semidecidual, Viçosa, MG. Parcelas 1 a 10 AF= antes do fogo; parcelas 1 a 10 PF = após o fogo.

Das 14 espécies estabelecidas na área após o fogo, 11 apresentaram rebrota de caules e raiz remanescentes do fogo (Tabela 2), representando 79% das espécies totais no inventário após o fogo, com 30,3% de indivíduos rebrotados.

A dispersão predominante foi a zoocórica equivalendo a 63% das espécies nos dois inventários. Sendo que no inventário antes do tratamento foram amostradas 13 espécies com esta síndrome e após, nove espécies.

As espécies secundárias iniciais foram as mais relevantes nos dois inventários totalizando 77 e 86%, antes e depois do fogo, respectivamente (Figura 3). No inventário antes e após o fogo somente *Croton urucurana* foi classificada como pioneira. *Astronium fraxinifolium*, *Endlicheria paniculata* e *Eugenea uniflora* foram classificadas como secundárias tardias e ocorreram somente no levantamento antes do fogo. Já *Protium warmingiana*, considerada secundária tardia, ocorreu nos dois inventários.

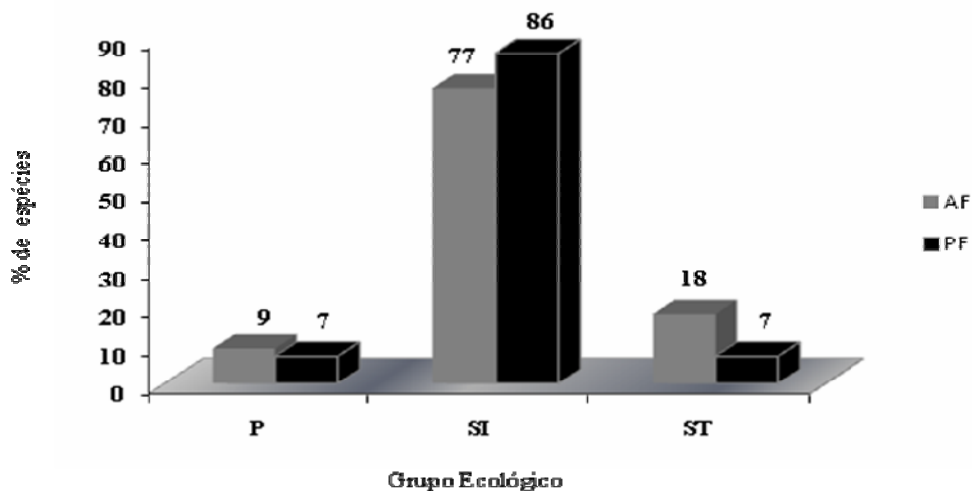


Figura 3 – Porcentagem de espécies, de acordo com o grupo ecológico, ocorridas em um trecho de Floresta Estacional Semidecídua em Viçosa, MG. AF = antes do fogo; PF = após o Fogo;

Constatou-se no fragmento estudado, que o estrato herbáceo-arbustivo não é denso, apresentando muitos indivíduos jovens do estrato arbóreo e algumas espécies do gênero *Justicia* (Acanthaceae), *Piper* e *Ottonia* (Piperaceae) e *Psychotria* (Rubiaceae). Apesar de nenhuma forma de vida ter sido excluída, não foi registrada ocorrência de espécies herbáceas, antes e após o fogo.

Os dados da estrutura da vegetação encontram-se na Tabela 3. Analisando a estrutura do estrato de regeneração, observa-se que a comunidade apresentou forte dominância de algumas espécies. Os maiores valores de cobertura (VC), e de densidade relativa (DR) nos dois inventários, foram apresentados por *Sorocea bomplandii*, *Psychotria sessilis*, e *Anadenanthera macrocarpa*.

P. sessilis, apresentou maior VC nas amostragens, sendo 16,84% antes e 27,97% após do fogo, embora tenha apresentado DR (19,23 – 11,84%) reduzida no levantamento após o fogo.

Acanthinophyllum ilicifolia ocorreu somente no inventário após o fogo, mas apresentou VC (11,4%) e DR (17,11) mostrando-se dominante no inventário após o fogo, ocorrendo em 60% das parcelas.

As espécies *Astronium fraxinifolium*, *Mollinedea argyrogyna* e *Coutarea hexandra*, foram bastante representativas no primeiro inventário, apresentando

considerável VC. Após o fogo, foram eliminadas completamente, mostrando uma susceptibilidade ao tratamento.

Tabela 3 – Número de indivíduos (N), densidade relativa (DR), freqüência absoluta (FA) e valor de cobertura (VC) das espécies amostradas antes e depois do tratamento com fogo em um trecho de Floresta Estacional Semidecidual, Viçosa, MG.

Espécies	Antes do Fogo				Após o Fogo			
	N	DR (%)	FA (%)	VC (%)	N	DR (%)	FA (%)	VC (%)
<i>Sorocea bomplandii</i>	15	19,23	70	16,19	21	27,63	70	17,85
<i>Psychotria sessilis</i>	15	19,23	40	16,84	9	11,84	30	27,97
<i>Protium warmingiana</i>	4	5,13	30	11,05	1	3,95	10	3,5
<i>Croton urucurana</i>	7	8,97	40	6,54	7	9,21	30	5,55
<i>Anadenanthera macrocarpha</i>	6	7,69	30	7,66	9	11,84	50	8,99
<i>Astronium fraxinifolium</i>	4	5,13	20	4,87	-	-	-	-
<i>Mollinedea argyrogyna</i>	3	3,85	20	4,31	-	-	-	-
<i>Coutarea hexandra</i>	2	2,56	20	4,06	-	-	-	-
<i>Inga edulis</i>	1	1,28	10	4,29	1	1,32	10	8,77
<i>Endlicheria paniculata</i>	1	1,28	10	4,07	-	-	-	-
<i>Plinia glomerata</i>	4	5,13	20	2,91	4	5,26	20	2,84
<i>Psychotria carthagenensis</i>	2	2,56	20	2,85	-	-	-	-
<i>Psychotria hasticephala</i>	3	3,85	20	2,35	3	3,95	10	3,5
<i>Amaioua guianensis</i>	1	1,28	10	2,4	1	1,32	10	5,64
<i>Eugenea uniflora</i>	3	3,85	10	2,08	-	-	-	-
<i>Dalbergia nigra</i>	1	1,28	10	1,8	4	5,26	40	4,02
<i>Rudgea myrsinifolia</i>	1	1,28	10	1,68	-	-	-	-
<i>Vernonanthura divaricata</i>	1	1,28	10	1,02	-	-	-	-
<i>Lacistema pubescens</i>	1	1,28	10	0,85	-	-	-	-
<i>Myrcia fallax</i>	1	1,28	10	0,78	1	1,32	10	1,11
<i>Myrciaria ciliolata</i>	1	1,28	10	0,75	1	1,32	10	0,89
<i>Apuleia leiocarpa</i>	1	1,28	10	0,64	-	-	-	-
<i>Acanthinophyllum ilicifolia</i>	-	-	-	-	13	17,11	60	11,14
<i>Siparuna guianensis</i>	-	-	-	-	1	1,32	10	0,79
Total	78	100	100	100	76	100	100	100

As variações populacionais de algumas espécies mostraram tendências distintas de aumento ou redução de cobertura vegetal nos dois períodos. O aumento na densidade (Figura 4) de *Sorocea bomplandii*, (28%), *Anadenanthera macrocarpha*, (33%) e *Dalbergia nigra* (75%), contrastam com a redução de *P.sessilis* e *Protium warmingiana* em 40 e 25%, respectivamente. Outras espécies

não alteraram suas densidades. A análise estatística não foi significativa ($P > 0,05$) para esta variação nas densidades das espécies comuns aos dois inventários.

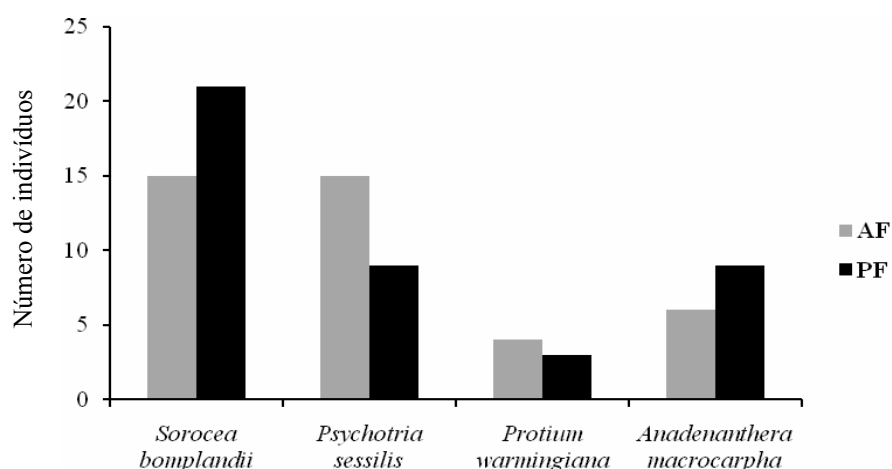


Figura 4 – Variação nas densidades de quatro espécies encontradas nos inventários realizados em um trecho de Floresta Estacional Semidecídua em Viçosa, MG. AF = antes do fogo; PF = após o Fogo;

Em relação a frequência, nenhuma espécie ocorreu em 100% das parcelas. *S. bomplandii* ocorreu em 70% das amostragens nos dois inventários.

4. DISCUSSÃO

Apesar do período ser considerado pico da seca da região da Zona da Mata de Minas Gerais, quando a precipitação cai abaixo da evaporação potencial, causa deficiência hídrica e retirada de água do solo (GOLFARI, 1975), o ano de 2005 foi atípico em relação a outros anos devido a distribuição homogênea das chuvas, sem nenhum mês com precipitação igual a zero. Ao se avaliar o efeito da precipitação, deve-se levar em consideração não apenas a quantidade de chuva, mas também a distribuição estacional (SOARES e BATISTA, 2007). A precipitação para o mês de agosto de 2005 foi de 62 mm e a umidade relativa do ar e temperatura média foram de 72% e 18° C, respectivamente. Conseqüentemente o comportamento do fogo foi influenciado, pois tais condições são decisivas na avaliação das variáveis como intensidade, propagação e calor liberado uma vez que atuam diretamente sobre a umidade do material combustível. Vale ainda ressaltar que em se tratando de uma floresta semidecídua, no período da queima (estação seca) esperava-se uma

caducifolia entre 20 e 50% das espécies (VELOSO et al., 1991) que compõem a área, o que na verdade não ocorreu devido a precipitação do ano foi maior do que o normal, e esta estacionalidade é determinante para a perda das folhas.

Comparando os valores encontrados do comportamento do fogo com os padrões apresentados por Soares e Batista (2007), o fogo pode ser classificado como muito fraco, pois a intensidade, velocidade de propagação e calor liberado foram baixos em relação aos encontrados freqüentemente pelo autor. Estas características causam aumento quase que imperceptíveis de temperatura no solo e impactos a poucos milímetros de profundidade. Beadle (1940) testou fogos variando de uma queima superficial de rápida duração (45 minutos) até uma fogueira alimentada por arbustos e árvores de uma parcela, durante 8 horas seguidas. Os resultados mostraram que o fogo superficial elevou a temperatura do solo a 50° C, a 2,5 cm de profundidade, enquanto o fogo intenso, que pode ser comparado a um incêndio florestal, registrou temperaturas próximas a 220°C a 7,5 cm de profundidade.

Mesmo o fogo sendo de baixa intensidade, os impactos na área estudada foram visíveis, uma vez que todas as plantas amostradas foram queimadas. O mais visível e conhecido efeito do fogo sobre a vegetação é o dano causado às árvores, pois mesmo um fogo de baixa intensidade pode provocar a morte de mudas e pequenas árvores, principalmente se o solo e o combustível estiverem secos (SOARES e BATISTA, 2007). Segundo Cochrane (2003), em casos de incêndios florestais, o fogo mata de 23 a 44% das árvores com DAP \geq 10 cm em florestas tropicais no prazo de um ano após a queima. Desta forma, o fogo pode ser considerado agente de mortalidade e de grande impacto na estrutura populacional de indivíduos jovens em Floresta Estacional Semidecídua. Em florestas tropicais, os indivíduos de maior diâmetro são mais resistentes ao fogo do que os menores desde que estes tenham sido atingidos por um único incêndio. Quando há reincidência de queimadas ou incêndios de altas proporções, as árvores grandes tornam-se tão susceptíveis ao fogo quanto às de menor diâmetro, resultando em taxas de mortalidade semelhantes (UHL e BUSCHBACHER, 1985; KAUFFMAN, 1991; COCHRANE e SCHULZE, 1999).

Semelhante ao que foi encontrado no presente estudo, de acordo com Tabarelli *et al.* (1994), desde os estádios iniciais da sucessão dentro do domínio da Floresta Atlântica, Rubiaceae e Myrtaceae são famílias importantes no

desenvolvimento da comunidade, principalmente do sub-bosque, enquanto que Lauraceae e Meliaceae são indicativas da passagem da floresta pioneira para um estágio sucessional mais avançado.

A diferença encontrada no índice de diversidade de Shannon antes ($H' = 2,63$) e após o fogo ($H' = 2,16$), mostrou que houve alteração significativa entre os dois inventários, apesar de não ter ocorrido a mesma situação para a densidade total de indivíduos. Um estudo realizado em floresta Amazônica mostrou que apesar de não ter redução significativa na riqueza, 58,1% das espécies tiveram suas densidades das populações diminuídas após incêndio ocorrido no local (IVANAUSKAS et al., 2003). Outro estudo sobre o efeito do fogo em componente arbóreo em Floresta Estacional Semidecidual, mostra uma redução de 42% na densidade de árvores vivas após o fogo, mas um aumento na diversidade de espécies (SILVA et al., 2005). Os efeitos do fogo em seis intervalos de tempo num fragmento de Floresta Estacional Semidecídua em São Paulo, mostraram aumento do número de indivíduos e espécies entre cinco inventários realizados após o fogo em intervalos diferentes. Os resultados apontaram uma grande resiliência do fragmento analisado pós-incêndio. No último inventário (66 meses após o fogo), houve uma redução tanto em espécies quanto em indivíduos, havendo uma substituição de espécies pioneiras comuns em estágios de sucessão em clareiras (RODRIGUES et al., 2005). O estudo de Martini et al. (2007) relata redução no número total de espécie das áreas que foram queimadas. Comparando às áreas não queimadas, entre as espécies arbóreas não houve redução significativa. Segundo Batista e Soares (1997), pode haver diminuição na riqueza de espécies após incêndios intensos. Isto ocorre devido aos altos índices de mortalidade. Mas, também podem aumentar após incêndios moderados juntamente com o aumento no número de clareiras.

A rebrota dos indivíduos amostrados foi marcante neste levantamento, mostrando ser uma estratégia de estabelecimento de espécies. Esta estratégia é um mecanismo comum na dinâmica natural de regeneração após um distúrbio. Ela atua no estabelecimento de espécies, principalmente arbóreas, em comunidades maduras na sucessão secundária, uma vez que as espécies pioneiras já são mais escassas e normalmente aparecem em clareiras vindas de bancos de sementes, já que suas sementes são mais resistentes ao fogo (ULH et al., 1981; 1982 WHITMORE, 1989 KINSMAN, 1990). Confirmando este padrão de restauração de comunidades arbóreas, Castellani e Stubblebine (1993), observaram 50 espécies com rebrota após

o fogo, sendo que as espécies arbóreas representaram 68,08% da amostragem total e no estudo de Martins *et al.* (2002), todas as espécies arbóreas apresentaram rebrota após o fogo.

Apesar de o fogo ter queimado todas as plantas amostradas anteriormente e da rebrota ter tido um papel importante na regeneração das espécies no segundo inventário, esperava-se uma similaridade maior entre as mesmas parcelas antes e após o fogo, uma vez que se supunha que grande parte dos indivíduos dentro das parcelas apresentasse esta estratégia. O dendrograma mostra que esta similaridade esperada só foi encontrada entre as parcelas 2AF e 2PF, 4AF e 4PF. Algumas parcelas tiveram suas florísticas alteradas completamente. A parcela 7 PF apresentou baixa similaridade com as demais, e teve todas as espécies do inventário antes do fogo queimadas. A composição florística no levantamento realizado após o fogo apresentou somente indivíduos da espécie *Acanthinophyllum ilicifolia*, sendo que nenhuma espécie anteriormente amostrada rebrotou.

Partindo do pressuposto que o fogo não foi severo a ponto de comprometer o banco de sementes e que, segundo Garwood (1989), o banco de sementes persistente em florestas tropicais tem dominância de espécies pioneiras, pode-se afirmar que as duas espécies de secundárias iniciais, *Acanthinophyllum ilicifolia* e *Siparuna guianensis*, que apareceram no inventário após o fogo, ingressaram no sistema por chuva de sementes. Este fato é confirmado pelo estudo realizado por Campos (2007) sobre chuva de sementes na mesma área deste estudo, em parcelas instaladas a 30 metros de distância. A autora encontrou *Siparuna guianensis* e *Sorocea bomplandii* com maior densidade absoluta de sementes e *Dalbergia nigra* e *Acanthinophyllum ilicifolia*, dentre as mais representativas do levantamento. De acordo com Cochrane e Schulze (1999), sem um banco de plântulas e com o banco de sementes severamente comprometido, a regeneração da floresta passa a depender quase exclusivamente das chuvas de sementes, que ocorrem após o fogo, de matrizes existentes em fragmentos próximos ou na própria floresta. Todas as espécies encontradas neste estudo também apareceram na listagem florística dos estudos de Gasparini Júnior (2004) e Paula *et al.* (2004) realizados no mesmo fragmento de Floresta Estacional Semidecídua, mostrando que existem espécies matrizes no entorno que estão sendo responsáveis pela regeneração da área.

A dispersão das sementes destas espécies foi marcadamente zoocórica. Piña-Rodrigues *et al.* (1990) afirmam que o potencial de estabelecimento de uma população vegetal em um habitat é essencialmente controlado pelo fluxo de propágulos. Conforme essa autora, a dispersão zoocórica tem um importante papel na manutenção das espécies de estádios sucessionais mais avançados e indiretamente na distribuição espacial e frequência das espécies da floresta. O predomínio de espécies zoocóricas, tal como registrado, corrobora os estudos de Howe e Smallwood (1982), os quais afirmaram que, em florestas tropicais, 50 a 90% das árvores e arbustos são dispersas por animais. A predominância dessa síndrome de dispersão no estrato arbóreo também foi mencionada por Gasparini Júnior (2004). No estudo de Campos (2007), no mesmo fragmento, a anemocoria prevaleceu sobre a zoocoria. Isto foi explicado pela estratégia de dispersão das espécies analisadas por ela, ser vinculada à Floresta Estacional Semidecídua. Nestes locais a deciduidade total ou parcial de algumas espécies é comum na estação seca, período de baixas pluviosidades e ventos mais abundantes favorecendo os diásporos anemocóricos.

A baixa representatividade de espécies pioneiras e secundárias tardias nos dois inventários relata um grau intermediário de sucessão no estrato da regeneração deste fragmento, corroborando com o estudo de Paula *et al.* 2004, realizado na mesma área. A caracterização do estágio sucessiona com base em uma listagem florística pode não ser a realidade local, pois algumas informações podem ficar omissas, como por exemplo, parâmetros fitossociológicos ou mesmo o histórico da área. Algumas vezes uma espécie pode ocupar certos estratos ou apresentar dominância elevada, em condições muito diferentes daquelas em que normalmente é encontrada em florestas preservadas, causada por um fator específico de perturbação. O fogo, por exemplo, pode selecionar espécies exercendo papel de pioneiras, mais por terem sobrevivido ao distúrbio que por desenvolverem efetivamente este papel em comunidades mais preservadas (GANDOLFI, 2000).

De acordo com Castellani e Stubblebine (1993), após perturbação por fogo, a fase inicial de sucessão pode favorecer o estabelecimento de espécies invasoras de pequeno porte e de árvores e arbustos secundários. O processo é complementado pela brotação de troncos e raízes que resistiram ao fogo.

Apesar da redução no número de indivíduos de *P. sessilis* após o fogo, houve um aumento bastante perceptível no VC. Isto se deve ao fato de que após o

tratamento com fogo, todos os indivíduos foram queimados, tendo suas partes aéreas completamente destruídas. No inventário subsequente ao tratamento a rebrota na base do caule foi marcante para esta espécie, observado-se um aumento considerável em seu diâmetro, mesmo apresentando alturas mais baixas.

Inga edulis, representado por um único indivíduo, apresentou VC expressivo nos dois inventários. No primeiro foi observado que ele encontrava-se em processo de regeneração, uma vez que apresentava rebrota a partir do tronco sendo seu diâmetro considerável, em relação às demais espécies da amostragem. No segundo inventário, seu desenvolvimento em espessura era ainda maior, apesar de sua altura não ter chegado a 50 cm de altura. Segundo Coutinho (1990), no cerrado, o fogo influi sobre o desenvolvimento dos troncos e ramos dos indivíduos lenhosos, provocando acentuada tortuosidade, devido à morte das gemas apicais e do posterior crescimento por brotação e desenvolvimento de gemas laterais. Relata ainda que estes indivíduos tornam-se adultos, florescendo e frutificando, mas não conseguem crescer mais que alguns centímetros.

Uma questão crítica para o entendimento do efeito do fogo na composição da floresta, se refere à sua atuação na seletividade de espécies resistentes a ele. A redução no número de espécie de um inventário para o outro foi de 45%, sendo estas representadas por poucos indivíduos no fragmento. Cochrane e Schulze (1999), analisando os danos causados pelo fogo numa extensa área da floresta amazônica, não encontraram um padrão claro de seleção de espécies, pois as populações apresentaram taxas de mortalidade semelhantes. Neste caso, as espécies raras estariam mais propensas à extinção local do que as mais abundantes. Mesmo assim, os autores admitiram a possibilidade de existirem espécies particularmente resistentes ao fogo, no caso de florestas sujeitas a incêndios leves ou em estudos de larga escala.

No estudo de Gasparini Júnior (2004), *S. bomplandii* apresentou maior densidade em todos os estratos de regeneração do fragmento, mostrando uma grande dominância no ambiente, uma vez que apresentou indivíduos de várias gerações bem distribuídos ao longo da amostragem.

Pode-se concluir que a “Reserva da Biologia”, apesar de ter sido uma propriedade produtora de café no passado, se regenerou após o abandono, mas sofreu constante pressão antrópica no seu entorno. Embora possua algumas espécies

invasoras no sub-bosque, mesmo que não tenham sido amostradas, a riqueza florística e a grande abundância de espécies arbóreas e arbustivas no estrato de regeneração são indicativos do potencial de regeneração da área de estudo.

Mesmo que o comportamento do fogo tenha apontado o distúrbio como de baixa intensidade, o fogo promoveu uma alteração na diversidade florística da comunidade vegetal em processo de sucessão, com uma perda significativa de riqueza. Para evitar a contínua devastação das florestas tropicais pelo fogo e normatizar seu uso como ferramenta auxiliar no manejo, muitos estudos precisam ser direcionados para os mecanismos pelos quais o fogo e o ecossistema se interagem, juntamente com os efeitos diretos causados na dinâmica da vegetação de áreas florestais.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS-ABNT. **Normas Técnicas NBR 8633**. Brasília, 1983.

APG II (ANGIOSPERM PHYLOGENY GROUP). An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for orders and families of flowering plants: APG II. **Botanical Journal of the Linnean Society** (141):399-436. 2003.

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

BARROSO, G.M.; MORIM, M.P.; PEIXOTO, A.L. & ICHASO, C.L.F. **Frutos e sementes: morfologia aplicada à sistemática de dicotiledôneas**. 1ª ed. Editora UFV. Viçosa, MG. 1999.

BEADLE, N.C.W. Soil temperatures during forest fires and their effect on the survival of vegetation. **Journal of Ecology** (28):180-192. 1940.

BYRAM, G.M. Combustion of forest fuels. In: Davis, K.P. **Forest fire - control and use**. New York: Mc Graw Hill. p 77-84.1959.

BROWN, J.K.; OBERHEU, R.D. & JOHNSTON, C.M. **Handbook for inventorying surface fuels and biomass in the Interior West**, Ogden: Intermountain Forest and Range Experiment Station (General Technical Report, INT-129),p.1-22. 1982.

CAMPOS, E.P. **Fenologia e chuva de sementes em Floresta Estacional Semidecidual no município de Viçosa, Minas Gerais, Brasil**. 2007. Tese (Doutorado em Botânica), Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG. 50p. 2007.

CASTELLANE, T.T. & STUBBLEBINE, W.H. Sucessão secundária inicial em mata tropical mesófila após perturbação por fogo. **Revista Brasileira de Botânica** 16(2): 181-203. 1993.

CIENTEC. **Software Mata Nativa 2: Sistema para Análise Fitossociológica, Elaboração de Inventários e Planos de Manejo de Florestas Nativas**. Viçosa - MG: Cientec. 2006.

CLARK, D.A. & CLARK, D.B. Análisis de la regeneración de arboles del dosel em bosque mUY húmedo tropical: aspectos teóricos y prácticos. **Revista de Biología Tropical** (35): 41-54. 1987.

COCHRANE, M. & SCHULZE, M.D. Fire as a recurrent event in tropical forest of the eastern Amazon: effects on forest structure, biomass, and species composition. **Biotropica** 31: 2-16. 1999.

COCHRANE, M. Fire science for rainforests. **Nature** 421(27):913-919. 2003.

CONNEL, J.H. & SLATYER, R.O. Mechanisms of succession in natural communities and their role in community stability and organization. **The American Naturalist** 111: 1119-1144. 1977.

CORREA, G.F. **Modelo de evolução e mineralogia da fração argila de solos do Planalto de Viçosa, MG.** Viçosa: UFV, 1984. 87p. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) – Universidade Federal de Viçosa. 1984.

COUTINHO, L.M. O conceito de cerrado. **Revista Brasileira de Botânica** 1: 17-23. 1978.

COUTINHO, L.M. Fire in the ecology of the Brazilian cerrado. In: J.G. Goldammer (ed.). **Fire in the tropical biota – Ecosystem process and global challenge.** Berlim, Springer-Verlag. P82-105. 1990.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. **Normais climatológicas (1961-1990).** Brasília: SPI, EMRAPA. 1992.

GANDOLFI, S.; LEITÃO FILHO, H.F. & BEZERRA, C.L.F. Estudo florístico e caráter sucessional das espécies arbustivo arbóreas de uma floresta mesófila semidecidual no município de Guarulhos, SP. **Revista Brasileira de Biologia** 55(4): 753-767. 1995.

GANDOLFI, S. **História natural de uma Floresta Estacional Semidecidual no município de Campinas (São Paulo, Brasil).** 2000. Tese (Doutorado em Biologia Vegetal) - Universidade Estadual de Campinas. Campinas, SP. 551p. 2000.

GARWOOD, N. C., Tropical soil seed banks: a review. In: M. A. Leck, V. T. Parker & R. L. Simpson (eds.), **Ecology of soil seed banks.** Academic Press, San Diego. 149-209. 1989.

GASPARINI JÚNIOR, A. J. **Estrutura e dinâmica de um fragmento de floresta estacional semidecidual no campus da Universidade Federal de Viçosa – Viçosa (MG).** Dissertação (Mestrado em Botânica) Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, MG. 55p. 2004.

GERWING, J.J. Degradation of forest through logging and fire in the eastern Brazilian Amazon. **Forest Ecology and management** (55): 753-767. 2002.

GOLDAMMER, J.G. Rural land-use and wildland fires in the tropics. **Agroforestry Systems**. 6, 235–252. 1988

GOLFARI, L. **Zoneamento ecológico do estado de Minas Gerais para reflorestamento.** Belo Horizonte: PRODEPEF/PNUD/FAO/IBDF. 65p. (Série técnica 3). 1975.

HOFFMANN, W.A. The effects of fire and cover on seedling establishment in a neotropical savanna. **Journal of Ecology** (84): 383-393. 1996.

HOWE, H.F. & SMALLWOOD, J. Ecology of seed dispersal. **Annual Review of Ecology and Systematics**, 13: 201-228. 1982.

IVANAUSKAS, N.M.; MONTEIRO, R. & RIBEIRO, R.R. Alterations following a fire in a forest community of Alto Rio Xingu. **Forest Ecology and Management** (184): 239-250. 2003.

- KAUFFMAN, J.B. Survival by sprouting following fire in tropical forest of the Eastern Amazon. **Biotropica** 23: 219-224. 1991.
- KINSMAN, S. Regeneration by fragmentation in tropical montane forest shrubs. **American Journal of Botany** (77):1626-1633. 1990.
- KLEIN, R.M. Ecologia da flora e vegetação do Vale do Itajaí. **Sellowia** 32:165-389. 1980.
- McARTHUR, A.G.; CHENEY, N.P. The characterization of fire in relation to ecological studies. **Australian Forest Research**, 2(3): 36-45, 1966.
- MAGURRAN, A.E. **Diversidad Ecológica y su medición**. Espanha. Ediciones Vedral. 1989.
- MARTINS, S.V. & RIBEIRO, G.A. Initial secondary succession in a Forest fragment disturbed by fire in Viçosa – MG. In: Viegas, D.X. (Ed.) **Forest Fire Research and Wildland Fire Safety**. Rotterdam: Millpress. pp. 1-9. 2002.
- MARTINS, S.V. & RODRIGUES, R.R. Gap-phase regeneration in a semideciduous mesophytic forest, south-eastern Brazil. **Plant Ecology** 163:51-62. 2002.
- MARTINS, S.V.; RIBEIRO, G.A.; SILVA JÚNIOR, W.M. & NAPPO, M.E. Regeneração pós fogo em um fragmento de Floresta Estacional Semidecidual no município de Viçosa, MG. **Ciência Florestal** 12(1): 11-19. 2002.
- MARTINI, A.M.Z.; SANTOS, F.A.M.; PRADO, P.I. & JARDIM, J.G. Community structure of vascular plants in treefall gaps and fire-disturbed habitats in the Atlantic rainforest, southern Bahia, Brazil. **Revista Brasileira de Botânica** 30(2): 303-313. 2007.
- MUELLER-DOMBOIS, D. & ELLENBERG, H. **Aims and methods of vegetation ecology**. New York: John Wiley & Sons, 547p. 1974.
- OLIVEIRA-FILHO, A.T. & RATTER, J.A. Vegetation physiognomies and woody flora of the Cerrado Biome. In: P.S. Oliveira & R.J. Marquis (eds.) **The Cerrado of Brazil: ecology and natural history of a Neotropical savana**. New York, Columbia University Press. p 91-120. 2002.
- PAULA, A.; SILVA, A. F.; SOUZA, A. L.; SANTOS, F. A. M. Alterações florísticas ocorridas num período de quatorze anos na vegetação arbórea de uma floresta estacional semidecidual em Viçosa - MG. **Revista Árvore** 26(6): 743-749. 2002.
- PICKETT, S.T.A. Differential adaptation of tropical tree species to canopy gaps and its role in community dynamics. **Tropical Ecology** 24: 68-84. 1983.
- PIELOU, E.C. **Ecological diversity**. New York: John Wiley & Sons, 1975.
- PIÑA-RODRIGUES, F. C. M.; COSTA, L. G. S.; REIS, A. Estratégias de estabelecimento de espécies arbóreas e o manejo de florestas tropicais. In: Congresso Florestal Brasileiro, 6. **Anais...** Campos do Jordão - SP. P. 676-683. 1990.

- RODRIGUES, R.R. & GANDOLFI, S. Conceitos tendências e ações para recuperação de florestas ciliares. In: Rodrigues, R.R. and Leitão Filho, H.F.. (Eds.). **Matas Ciliares: Conservação e Recuperação**. São Paulo. EDUSP :FAPESP, p. 235-247. 2000.
- RODRIGUES, R.R.; MARTINS, S.V. & MATTHES, L.H.F. Post-fire regeneration in a semideciduous mesophytic forest, south-eastern Brazil. In: **New research on forest ecosystems** (BURK, A.R., Eds) New York. Nova Science Publishers. Pp. 1-19. 2005.
- ROTHERMEL, R.C.&; DEEMING, J.E. **Measuring and interpreting fire behavior for correlation with fire effects**. Ogden: Intermountain Forest and Range Experiment Station, 4 p. (General Technical Report, INT-93).1980.
- SALDARRIAGA, J.G. & UHL, C., Recovery of forest vegetation following slash-and-burn agriculture in the upper rio Negro. In: A. Gomez-Pompa, T. C. Whitmore & M.Hadley (eds), **Tropical rain forest: regeneration and management**, Blackwell, New York. 303-312. 1991.
- SILVA, V.F.; OLIVEIRA FILHO, A.T.; VENTURIN, N.; CARVALHO, W.A.C. & GOMES, J.B.V. Impacto do fogo no componente arbóreo de uma floresta estacional semidecídua no município de Ibituruna, MG, Brasil. **Acta Botânica Brasílica** 19(4): 701-716. 2005.
- SOARES, R.V. & BATISTA, A.C. **Incêndios Florestais: controle, efeito e uso do fogo**. Curitiba: FUPEF. 264p. 2007.
- TABARELLI, M.; VILLANI, J.P. & MANTOVANI, W. Estudo comparativo da vegetação de dois trechos de floresta secundária no Núcleo Santa Virginia, Parque Estadual da Serra do Mar, SP. **Revista do Instituto Florestal** (6): 1-11. 1994.
- TABARELLI, M. & MANTOVANI, W. A regeneração de uma Floresta Tropical Montana após corte e queima (São Paulo – Brasil). *Revista Brasileira de Biologia* 59(2): 239-250. 1999.
- UHL, C.A.; JORDAN, C. & CLARK, K. Early plant succession after cutting and burning in the upper rio Negro region of the Amazon basin. **Journal of Ecology** 69: 631-649. 1981.
- UHL, C.; CLARK, H.; CLARK, K. & MAUIRINO, P. Successional patterns associated with slash-and-burn agriculture in the upper Rio Negro of the Amazon Basin. **Biotropica** 14(4): 249-254. 1982
- UHL, C. & BUSCHBACHER, R.A. A disturbing synergism between cattle ranch burning practices and selective tree harvesting in the eastern Amazon. **Biotropica** (17):265-268. 1985.
- UHL, C.A. Factors controlling succession following slash-and-burn agriculture in Amazonia. **Journal of Ecology** 75: 377-407. 1987.
- UHL, C. & KAUFFMAN, J.B. Deforestation effects on fire susceptibility and the potential response of tree species to fire in the rain forest of the eastern Amazon. **Ecology** (71), 437–449. 1990.

VAN DER PIJL, L. **Principles of dispersal in higher plants**. 3^a Ed. Springer-Berlag, Berlin. 1982.

VELOSO, H.P.; HANGEL-FILHO, A.L.R. & LIMA, J.C. **Classificação da vegetação brasileira, adaptada a um sistema universal**. Rio de Janeiro: IBGE. 124p. 1991.

WADE, D.D. & LUNDSFORD, J. Fire as a management tool: prescribed burning in the Southern United States. **Unasylva** 41(162): 28-38. 1990.

WHITMORE, T.C. Canopy gaps and two major groups of forest trees. **Ecology** (70): 536-538. 1989.

CONCLUSÃO GERAL

De acordo com os resultados obtidos neste trabalho, pode-se concluir que:

- Na avaliação dos parâmetros do comportamento do fogo, o fogo foi classificado como de baixa intensidade, uma vez que os valores encontrados foram muito baixos de acordo com as escalas de classificação propostas;
- A diferença na densidade de sementes e na composição de espécies entre as amostragens do banco de sementes não foi significativo.
- Não houve redução significativa no número de indivíduos entre os inventários do estrato da regeneração antes e após o fogo, porém em relação ao índice de diversidade de Shannon foi significativa.
- A rebrota foi uma estratégia representativa na regeneração de espécies arbóreas após o fogo, sendo essencial para a manutenção das populações na área após o distúrbio.