
ECOLOGIA

VAGNER AUGUSTO ZANZARINI

**QUEIMAR OU RETIRAR ACÍCULAS? O USO DE
DIFERENTES TÉCNICAS DE MANEJO PARA A
REGENERAÇÃO DO CERRADO EM ÁREAS DE
ANTIGOS PLANTIOS DE *PINUS* SPP**



Rio Claro
2016

VAGNER AUGUSTO ZANZARINI

QUEIMAR OU RETIRAR ACÍCULAS? O USO DE DIFERENTES TÉCNICAS DE MANEJO PARA A REGENERAÇÃO DO CERRADO EM ÁREAS DE ANTIGOS PLANTIOS DE *PINUS* SPP

Orientador: Dra. Alessandra Fidelis

Co-orientador: B. Sc. Denise Zanchetta

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto de Biociências da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” - Câmpus de Rio Claro, para obtenção do grau de Ecólogo.

Rio Claro
2016

581.5264 Zanzarini, Vagner Augusto

Z34q Queimar ou retirar acículas? : o uso de diferentes técnicas de manejo para a regeneração do cerrado em áreas de antigos plantios de Pinus spp. / Vagner Augusto Zanzarini. - Rio Claro, 2016

36 f. : il., figs., gráfs., tabs., fots., mapas

Trabalho de conclusão de curso (Ecologia) - Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biociências de Rio Claro

Orientadora: Alessandra Fidelis

Coorientadora: Denise Zanchetta

1. Cerrados. 2. Invasão biológica. 3. Regeneração. 4. Fogo. I. Título.

Dedicatória

**À minha avó Laura Zanzarini,
que muito esteve presente
e sempre acreditou na essência da vida.**

Agradecimentos

Inicialmente, agradeço a realização desse trabalho a Deus e as devidas oportunidades fornecidas.

Agradeço imensamente meus pais, Edemir e Marcia. Vocês são os meus maiores e melhores amigos e os principais responsáveis por permitirem que essa conquista se tornasse realidade. Muito obrigado por toda a dedicação, confiança e amor que depositaram em mim. Vocês dois juntos construíram toda minha base e são meus heróis. Amo vocês, pai e mãe!

A minha querida e amada irmã, Mylena, agradeço por todo o apoio, amor e cumplicidade de uma verdadeira irmã. É também minha melhor amiga e companheira de vida. Você sim, com todo seu jeito de ser, deu o verdadeiro significado da palavra “irmão” para mim.

Aos meus avós, Laura (*in memoriam*), Darcy e Elza, obrigado por todo o carinho e ensinamentos que me passam todos os dias.

Um agradecimento especial a minha orientadora, Alessandra Fidelis. Obrigado, Alê, pela confiança, carinho, ensinamentos e paciência. Você, com toda sua dedicação, profissionalismo, ética e carinho pelo que faz me mostrou o sentido de fazer ciência e gostar muito disso. Esse trabalho está aqui hoje por que você me deu essa oportunidade e dedicou muito do seu tempo na construção do mesmo. Você também construiu o melhor grupo de pesquisa de todos os tempos, o LEVeg. Se orgulhe muito disso!

Aproveitando, agradeço a cada Levegiano que fez e faz parte do LEVeg! Especialmente meus queridos companheiros de campo em Itirapina, Karen, Jhoni e Ana, que desde o início me ajudaram na realização dos campos e tornaram tudo o que já era bom, ainda melhor. Helô, Gabi, Mari Dairel, Jéssika (afilhadinha querida), Nathalia, Giovana, Priscila, Luís, Marezita, Beth e Talita, muito obrigado por toda ajuda, encontros, campos, queimas, paciência e apoio que me prestaram, juntos ajudamos a formar o LEVeg, grupo mais lindo e profissional dessa Unesp!

Agradeço a minha co-orientadora, Denise Zanchetta, por toda assistência fornecida durante o trabalho. Agradeço também a equipe da Estação Ecológica e Experimental de Itirapina-SP, por toda ajuda e infraestrutura fornecida.

Ao PIBIC – IF e PIBIC – Unesp Reitoria, pelo apoio financeiro.

Ao Professor Thiago Sanna e Swanni Alvarado, pela oportunidade de realizar meu estágio e aprender um pouco mais sobre Ecologia.

Aos meus professores e educadores, que foram importantes para minha formação como cidadão, aluno e Ecólogo, este trabalho também possui contribuições dos senhores.

Aos meus ajudantes e companheiros de levantamentos no campo: Beth, Ana, Karen, Jhoni, Alessandra, Rafael Pinheiro, Lucas, Chico, Rafael Andrade, Caio e Priscila. Muito obrigado pelo apoio, paciência e companheirismo durante os campos realizados, tenho histórias pra contar com cada um de vocês!

Dedico também a toda minha turma do curso de Ecologia. Eco 12, obrigado por todas as viagens de campo, trabalhos, estudos em grupo, desespero pré- prova, correrias, confraternizações e rolês épicos. Vocês estão no meu coração, e juntos construímos a nossa família!

Aos melhores amigos e irmãos, que cruzaram meu caminho nesses anos: Maori, Luiza, Lilo, Briza, Coxinha, Chico, Spyro, Luan, Matias e Caiçara. Vocês fazem parte da família que escolhi aqui em Rio Claro. Muito obrigado a cada um de vocês por todas nossas noites em claro, jogando conversa fora, brincando, fazendo trabalho, estudando para as provas, todas as viagens, passeios e jantares. Sofremos em conjunto, nos amamos e vivemos intensamente todos os anos de Unesp. Juntos, temos todo o tempo do mundo e vocês são mais que especiais pra mim, cada um a sua maneira.

As minhas queridas e mais importantes veteranas da Eco, Camila e Emi: Sem palavras para agradecer a vocês pela nossa amizade sincera, carinho e preocupação que temos um com o outro, assim como nossas horas e horas de conversa à distância e desabafos. Vocês também fazem parte da minha família e ainda vamos viver muitas histórias turbulentas, engraçadas e felizes juntos. Amo vocês, minhas clementinas.

Todas as pessoas que vivenciaram momentos importantes comigo, colegas, veteranos da Ecologia que tiveram importância pra mim, conhecidos e familiares que não foram citados, mas certamente sabem que muito tenho a agradecer pelas conversas e experiências vividas.

*“Coração de estudante
Há que se cuidar da vida
Há que se cuidar do mundo
Tomar conta da amizade
Alegria e muito sonho
Espalhados no caminho
Verdes, plantas, sentimento
Folhas, coração, juventude e fé.”*

Milton Nascimento e Wagner Tiso

RESUMO

As plantações de *Pinus* spp., por exemplo, são uma grande ameaça à vegetação nativa do Cerrado, pois as árvores de *Pinus* spp. invadem as diferentes fisionomias, podendo levar a substituições das mesmas por uma densa floresta de conífera, alterando assim a composição e dinâmica da vegetação. O presente trabalho teve por objetivo principal aplicar diferentes técnicas de manejo e monitorar a regeneração de espécies de Cerrado de uma área de antigo plantio de *Pinus caribaea* var. *hondurensis* na Estação Experimental de Itirapina, SP. Desta maneira, foram estabelecidos diferentes tratamentos visando facilitar a regeneração das espécies de Cerrado. A hipótese do trabalho foi que tanto os tratamentos de queima como a retirada de acículas afetaram positivamente o estabelecimento das espécies, aumentando a riqueza e abundância das mesmas. O trabalho foi realizado na Estação Experimental de Itirapina- SP em uma antiga área de plantio de *Pinus caribaea* var. *hondurensis*, onde foram estabelecidas 30 parcelas (10 parcelas/tratamento) de 10x10m. Assim, os seguintes tratamentos foram aplicados aleatoriamente em Setembro de 2013: Controle (C), Retirada da camada de acículas (RA) e Queima (Q). Antes da aplicação dos tratamentos, foi realizado o levantamento inicial (T0) do grupo lenhoso e herbáceo em todas as parcelas experimentais. Foram amostrados a altura e diâmetro do caule a 15 cm do solo para arbustos >1m e árvore, e foi estimada a cobertura de graminóides, herbáceas, arbustos<1m, palmeiras, assim como solo nu e biomassa morta (%). Para tal, foram feitos levantamentos em 5 subparcelas de 1x1m dentro de cada unidade amostral. Após a aplicação dos tratamentos os levantamentos foram executados a cada 4 meses (T1, T2 e T3) e depois de 18 meses (T4). O número de indivíduos lenhosos aumentaram ao longo do tempo em RA ($p=0,027$) e Q ($p<0,0001$) em relação ao controle. Houve uma diminuição de biomassa morta das parcelas de RA e Q em relação ao controle após a aplicação dos tratamentos: quatro meses ($p<0,0001$), 12 meses ($p=0,0001$) e 18 ($p=0,0001$). No final dos levantamentos (T4), a cobertura de graminóides era maior nas parcelas de queima do que nas controle ($p=0,02$). Portanto, os tratamentos aplicados contribuíram para o aumento de indivíduos lenhosos, assim como para a diminuição de biomassa morta. Além disso, a queima das acículas aumentou a cobertura de graminóides. Desta maneira, o presente trabalho fez-se necessário a fim de verificar a eficácia das técnicas de manejo aplicadas para facilitar a regeneração do Cerrado em áreas de antigo plantio de *Pinus*.

Palavras chave: Invasão biológica, regeneração, fogo.

ABSTRACT

The presence of invasive plants can result in a series of problems for the native vegetation. *Pinus* spp. plantations for example, are a major threat to the Cerrado vegetation because pine trees invade the different physiognomies and can lead to the replacement by a dense coniferous forest, changing thus, vegetation composition and dynamics. We aimed to apply different management techniques and monitor the regeneration of Cerrado species in an area of old *Pinus caribaea* var. *hondurensis* at the Estação Experimental de Itirapina, SP. Therefore, we established different treatments (control, removal needles and fire) to enhance the regeneration of Cerrado species. The main hypothesis of this study was that both burning treatments as well as the removal of needles would positively affect the development of Cerrado species, increasing richness and abundance of species. The study was conducted at the Estação Experimental de Itirapina, SP in an old plantation area of *Pinus caribaea* var. *hondurensis*. We established 30 plots (10 plots/treatment) of 10x10m. After that, the following treatments were applied in September 2013: Control (C); Removal of needles layer (RA) (about 15 cm); and fire (Q). Before the application of treatments, we performed an initial vegetation survey (T0) of both woody and herbaceous layer in all experimental plots. For the woody layer, all individuals $\geq 1\text{m}$ were sampled, and we measured their height and perimeter at the soil at 15 cm above soil surface. For the herbaceous vegetation, we randomly established five subplots (1x1m) within the plots and we estimated vegetation cover of bare soil and dead biomass (litter + dead biomass standing), forbs, graminoid, palm trees, and shrubs $< 1\text{ m}$. Furthermore, the average height of vegetation in each plot was also sampled. The woody species were collected and identified using material and list of Cerrado species of EEI. After applying the treatments surveys were performed every 4 months (T1, T2, T3, and T4), for 18 months. The number of woody individuals increased over time in the RA ($p = 0.027$) and fire treatments ($p < 0.0001$) compared to control. There was a decrease in dead biomass after the application of RA and Q: 4 months ($p < 0.0001$), 12 months ($p = 0.0001$), and 18 months ($p = 0.0001$). Fire enhanced graminoid cover in comparison to control plots (18 months, $p = 0.02$). Thus, the management techniques enhanced woody individuals and decreased dead biomass. Moreover, fire enhanced graminoid cover. Therefore, this study showed the effectiveness of needle removal and fire treatments in enhancing Cerrado regeneration in old *Pinus* areas.

Key words: Invasion biology, regeneration, fire.

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO.....	9
2.	JUSTIFICATIVA	12
3.	OBJETIVOS	14
4.	MATERIAIS E MÉTODOS	15
4.1.	ÁREA DE ESTUDO	15
4.2.	METODOLOGIA	17
4.3.	ANÁLISE DOS DADOS.....	19
5.	RESULTADOS.....	20
5.1.	ARBUSTOS >1m E ÁRVORES.....	20
5.2.	ESTRUTURA E GRUPOS FUNCIONAIS.....	23
6.	DISCUSSÃO	26
7.	CONCLUSÃO.....	30
8.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	31

1. INTRODUÇÃO

Atualmente, as invasões biológicas têm se tornado um dos principais problemas para áreas de vegetação nativa que sofreram em algum momento interferência humana, como por exemplo, através de culturas agrícolas, assim como do uso extensivo da agropecuária (D'ANTONIO; VITOUSEK, 1992; KLINK; MACHADO, 2005). Uma vez invadidas, as comunidades vegetais nativas têm a sua estrutura e dinâmica alteradas principalmente devido à competição por espaço, nutrientes e luz (D'ANTONIO; VITOUSEK, 1992). As espécies invasoras podem ainda causar danos na composição do solo, ciclagem de nutrientes e também na produtividade, levando a perdas na biodiversidade do ecossistema invadido (D'ANTONIO; VITOUSEK, 1992).

A invasão por espécies do gênero *Pinus* trouxe problemas agravantes para os ecossistemas nativos, principalmente do Hemisfério Sul (SIMBERLOFF et al., 2009). Como este gênero se adapta facilmente a diversos habitats, as espécies de *Pinus* começaram a ser introduzidas em países como Austrália, Nova Zelândia, África do Sul e também na América do Sul para fins comerciais e ornamentais (RICHARDSON, 1990; SIMBERLOFF et al., 2009). E desde então, estes países passaram a sofrer com a invasão sem controle dos pinheiros (SIMBERLOFF et al., 2009).

A África do Sul e Chile foram os primeiros países a introduzir espécies de *Pinus*, com o plantio em 1685 de *Pinus pinaster* e *Pinus pinea*, usadas para fins ornamentais e contenção de dunas (SIMBERLOFF et al., 2009). Mais tarde, no século XIX, *Pinus radiata*, *Pinus nigra*, *Pinus pinaster* e *Pinus pinea* foram introduzidas na Austrália, sendo o primeiro cultivo do Hemisfério Sul com fins comerciais (HIGGINS; RICHARDSON, 1998). Na Nova Zelândia, o estabelecimento de *Pinus pinaster* se deu no início do século XX, tendo maior aumento na década de 1940 (HIGGINS; RICHARDSON, 1998).

Na América do Sul, além do Chile, países como Argentina tiveram suas primeiras plantações de *Pinus* com fins ornamentais iniciadas em 1987 (SIMBERLOFF et al., 2009). No Brasil, as primeiras espécies de *Pinus* foram introduzidas na região Sul há mais de um século, trazidas por imigrantes

européus para fins ornamentais e produção de madeira (SHIMIZU, 2008). Mais tarde, por volta de 1948, o Serviço Florestal do Estado de São Paulo, implementou o plantio de *Pinus*. Conhecidos como "Pinheiros amarelos", *Pinus palustris*, *P. echinata*, *P. elliotti* e *P. taeda*, foram as espécies mais introduzidas na região, devido o rápido desenvolvimento e reprodução intensa. Além destas espécies, também houve a introdução de *Pinus caribaea*, cuja variedade *hondurensis* encontra-se entre os pinheiros tropicais mais plantados no mundo (SHIMIZU, 2008). Com isso, o avanço sem controle das plantações comerciais de *Pinus*, em grande parte no estado de São Paulo, levou a perda de espécies e características funcionais da vegetação nativa, principalmente do Cerrado (DE ABREU; DURIGAN, 2011).

O Cerrado é um complexo de formações vegetacionais, com fisionomias que vão desde o campo limpo (fisionomia campestre) até as formações savânicas (campo sujo, campo cerrado e cerrado *sensu stricto*) e florestais (cerradão) (COUTINHO, 1978). É um ambiente fortemente influenciado por fatores como fogo, composição de nutrientes no solo, topografia e drenagem (FURLEY, 1999). Apesar disso, mais da metade da sua área original já foi devastada e transformada em áreas de pastagens e plantio de diversas culturas agrícolas (KLINK; MACHADO, 2005). Com isso, um alto custo ambiental está sendo gerado, comprometendo a biodiversidade devido aos processos de invasões biológicas, poluição das águas e degradação do solo (KLINK; MACHADO, 2005).

O acúmulo de biomassa causado pelas plantações de *Pinus* é consideravelmente maior do que a quantidade gerada pela vegetação de Cerrado, levando a severas mudanças na composição do solo e no ciclo do fogo (WILCKE; LILIENFEIN, 2002). Além disso, a camada de acículas passa a atuar como uma barreira seletiva, impedindo a chegada da luz ao solo, além de causar acidez excessiva na ciclagem de nutrientes (DE ABREU; DURIGAN, 2011). A invasão de *Pinus* faz com que a fisionomia local desapareça em um período curto e seja substituída por uma densa floresta de pinheiros, como vem ocorrendo em fisionomias mais abertas do Cerrado (DE ABREU; DURIGAN, 2011).

Na Estação Experimental de Itirapina, áreas onde as plantações de *Pinus* spp foram removidas há mais de 15 anos encontram-se altamente invadidas por

Pinus spp, *Urochloa decumbens* e *Melinis minutiflora* (ZANCHETTA et al., 2006). Tais áreas possuem baixa diversidade de espécies nativas e, portanto, apenas a remoção dos pinheiros não levou à recuperação do Cerrado. Portanto, faz-se necessário a aplicação de técnicas de manejo que contribuam para a recuperação de áreas anteriormente ocupadas por espécies exóticas que apresentam grande potencial de invasão, como é o caso de várias espécies do gênero *Pinus*. Desta maneira, o presente estudo avaliou diferentes técnicas de manejo que possam acelerar a regeneração natural do Cerrado em áreas de antigo plantio de *Pinus caribaea* var. *hondurensis*.

2. JUSTIFICATIVA

De acordo com MYERS et al. (2000), o Cerrado é considerado um dos hotspots de biodiversidade no mundo, apresentando mais de 12.000 espécies de plantas, sendo que 44% são endêmicas (KIER et al., 2005; MYERS et al., 2000; SIMON et al., 2009). Porém, nas últimas décadas esse tipo de vegetação vem sofrendo sérios problemas estruturais e funcionais, prejudicando seriamente as comunidades vegetais nativas (KLINK; MACHADO, 2005).

Originalmente o Cerrado ocupava uma área de 2 milhões de Km² do território brasileiro, abrangendo estados das regiões Centro-Oeste, Sudeste e Nordeste. Porém, devido à expansão agrícola do país, essa vegetação está sofrendo uma acelerada perda de habitat (KLINK; MACHADO, 2005). O uso do solo para cultivo de monoculturas como soja e cana-de-açúcar, além da agropecuária, estão entre as atividades mais prejudiciais para a vegetação. Atualmente, o Cerrado conta com cerca de 33.000 Km² de área conservada (KLINK; MACHADO, 2005).

No estado de São Paulo, o Cerrado está distribuído em fragmentos, na forma de manchas dispersas (CAVASSAN, 1990). E está sofrendo com processos de invasões biológicas como a invasão por espécies de *Pinus*, que leva a mudanças visíveis na composição da vegetação nativa, substituindo-a por uma densa floresta de pinheiros em apenas uma década (ABREU, 2013). A competição por luz se torna um dos principais problemas nas comunidades vegetais invadidas (ABREU, 2013).

Devido à perda de habitat do Cerrado, diversas espécies estão em risco de extinção, pois uma vez fragmentada uma área, ela passa a sofrer principalmente com efeitos de borda e invasões por espécies exóticas, causando sérios problemas quanto à estrutura das comunidades vegetais (BORGES; VASCONCELOS; ARAÚJO, 2011; LAURANCE; VASCONCELOS, 2009).

Diante disso, estudos que visam o controle da invasão, assim como a restauração de áreas degradadas de Cerrado devem ser priorizados para a conservação do Cerrado. Muitas plantações de *Pinus* estão sendo removidas e estas áreas precisam então, de estratégias de manejo para acelerar e promover a regeneração do Cerrado. Portanto, pode-se observar a extrema urgência de

restauração do Cerrado, principalmente em áreas do estado de São Paulo, onde áreas com vegetação nativa estão cada vez mais ausentes.

3. OBJETIVOS

O objetivo principal do trabalho foi aplicar diferentes técnicas de manejo e monitorar a regeneração de espécies do Cerrado em uma área de aproximadamente 21 ha, onde havia um plantio de *Pinus caribaea* var. *hondurensis*, que foram removidos em 2010. Sabendo que a presença dos plantios de *Pinus* pode ter causado várias alterações na comunidade vegetal, buscamos responder as seguintes perguntas:

- Os tratamentos aplicados (controle, remoção de acículas e fogo) aceleram e facilitam de alguma forma a regeneração das espécies de Cerrado após um ano de experimento?
- O fogo vai acelerar a regeneração da vegetação do Cerrado na área?
- A presença de acículas na área após a retirada dos pinheiros impossibilita a regeneração natural da vegetação de Cerrado?

Tem-se como hipótese principal do trabalho que a camada de acículas formada pelos pinheiros age como uma barreira física para o estabelecimento e crescimento das plantas na área. Sabe-se também que o fogo é um fator importante para a vegetação do Cerrado, podendo contribuir para a regeneração inicial. Portanto, tanto o tratamento de retirada de acículas quanto o tratamento de queima afetarão positivamente o estabelecimento de espécies de Cerrado.

4. MATERIAIS E MÉTODOS

4.1. ÁREA DE ESTUDO

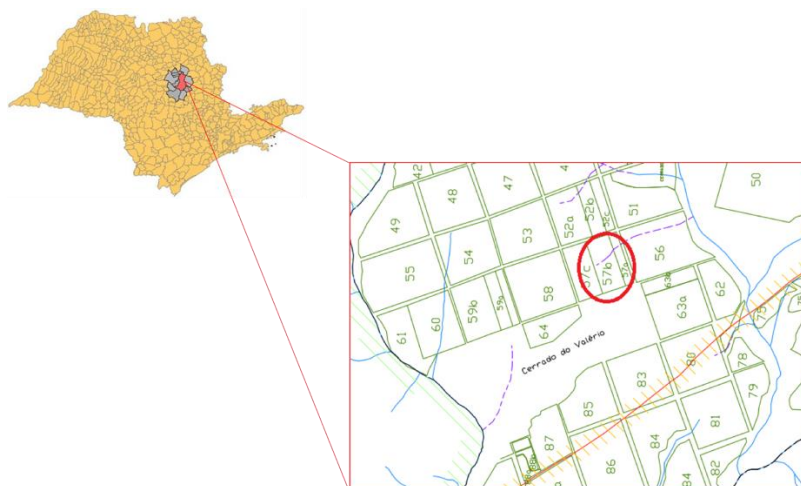
A Estação Ecológica e Experimental de Itirapina (EEI) está localizada nos municípios de Itirapina e Brotas (São Paulo, 22°11'-15'S a 47°45'-48°00'W). São unidades de pequeno porte e sua Zona de Amortecimento possui uma área de 19.602 hectares (ZANCHETTA et al., 2006). O clima desta região é mesotérmico com inverno seco e verão chuvoso (ZANCHETTA; DINIZ, 2006). As unidades de Itirapina se situam na Bacia sedimentar do Paraná, sendo drenada pela bacia do Rio Jacaré-Guaçu. Como principais fisionomias, encontram-se as campestres (campo limpo) e savânicas (campo sujo, campo cerrado e cerrado *sensu stricto*). Também existem locais com solos mais férteis onde há predominância de cerradão (ZANCHETTA et al., 2006). De maneira geral, o solo da região pode ser classificado como Neossolos Quatzarênicos, e em menor escala, Latossolos Vermelho- Amarelos e Latossolos Vermelhos (ZANCHETTA et al., 2006).

Entre as décadas de 50 e 60, o Governo estadual criou um novo modelo de desenvolvimento florestal e a partir de 1960, novos planos e incentivos fiscais para o plantio de florestas foram implementados. Com isso, a Estação Experimental de Itirapina juntamente com outras unidades do estado de São Paulo, passaram a desenvolver um importante papel na silvicultura do país e a partir disso, passaram a realizar reflorestamento com espécies exóticas de *Pinus* (ZANCHETTA et al., 2006).

A área de estudo tem 21ha (Estação Experimental de Itirapina, Fig.1), onde existia uma plantação de *Pinus caribaea* var. *hondurensis* desde 1966. Ao lado desta área, há um fragmento de cerrado *sensu stricto* de 1600 m², que não foi destinado ao plantio de *Pinus* na época e atualmente apresenta uma fisionomia densa, com cobertura arbustivo-arbórea contínua. Seu estrato herbáceo varia de acordo com o grau de cobertura arbórea (ZANCHETTA et al., 2006). Finalmente, o restante da área é circundado por talhões de plantações de *Pinus*. As árvores de *Pinus* foram retiradas em 2010 e até o fim de 2012, não foi realizada na área nenhuma aplicação de manejo para regeneração da vegetação nativa. Como houve uma nova invasão de pinheiros na área, provindas de áreas vizinhas, em 2013 foi realizado um novo corte seletivo de indivíduos de *Pinus* na

área, que se estabeleceram após a retirada do plantio (Zanchetta, comunicação pessoal). Após a retirada dos pinheiros, foram estabelecidos os experimentos. (Fig. 2).

FIGURA 1: Localização do município de Itirapina- SP e do talhão de antigo plantio de *Pinus caribaea* var. *hondurensis*, onde foi realizado o experimento, na Estação Experimental de Itirapina- SP.



FONTE: Adaptado de ZANCHETTA et al, 2006.

FIGURA 2: Área de estudo com 21ha na Estação Experimental de Itirapina- SP em regeneração desde 2010, após a retirada dos indivíduos de *Pinus caribaea* var. *hondurensis* que invadiram a área em 2013.



FOTO: Vagner Zanzarini, 2013.

4.2. METODOLOGIA

Na antiga área de plantio de *Pinus caribaea* var. *hondurensis* foram estabelecidas aleatoriamente 30 parcelas (10 parcelas/tratamento). Assim, os seguintes tratamentos foram aplicados em setembro de 2013: Controle (C), sem qualquer tipo de aplicação de manejo (Fig. 3A); Retirada da camada de acículas (RA, cerca de 15 cm), sem remoção da vegetação nativa, deixando apenas o solo exposto (Fig. 3B); e Queima (Q) realizada por equipe responsável da Estação Experimental de Itirapina. Os tratamentos foram sorteados entre as parcelas já estabelecidas. As queimas foram feitas separadamente em cada parcela, sendo o fogo colocado na direção do vento (Fig. 3C).

FIGURA 3: Parcelas experimentais na área de antigo plantio de *Pinus caribaea* var. *hondurensis* na Estação Experimental de Itirapina. A - Controle, B - Retirada de Acículas e C - Queima.

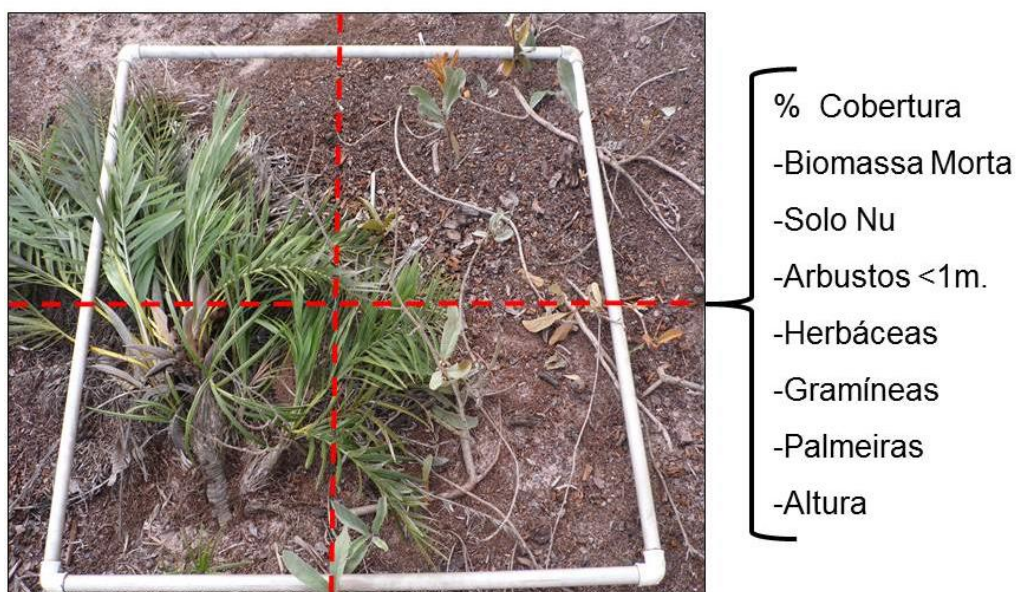


FOTO: Vagner Zanzarini, 2013.

Antes da aplicação dos tratamentos, foi realizado o levantamento inicial (T0) de arbustos >1m e árvores (“lenhoso”) e da estrutura (solo nu, biomassa morta) e graminóides, herbáceas, arbustos<1m e palmeiras (“herbáceo”). Para o levantamento dos arbustos e árvores foram amostrados todos os indivíduos presentes dentro das parcelas 10x10m, medindo-se também sua altura e o perímetro do caule a 15 cm do solo. Para a estrutura e os demais grupos funcionais, foram feitos levantamentos em cinco subparcelas de 1x1m (sorteadas dentro de um grid de 1x1m), dentro de cada unidade amostral. Assim dentro de cada subparcelas, a cobertura (%) foi estimada para solo nu e biomassa morta (serapilheira + biomassa morta em pé), herbáceas, graminóides,

palmeiras e arbustos <1m de altura. Além disso, a altura média da vegetação em cada parcela experimental foi amostrada (Fig. 4). As espécies lenhosas amostradas foram coletadas e identificadas com auxílio de material e lista de espécies de Cerrado da EEI.

FIGURA 4. Esquema representando a amostragem da porcentagem de cobertura e altura dos grupos funcionais das subparcelas (1x1m) amostradas na área de antigo plantio de *Pinus caribaea* var. *hondurensis* na Estação Experimental de Itirapina.



FONTE: Elaborado pelo autor, 2015.

Após a aplicação dos tratamentos, os levantamentos foram executados a cada 4 meses (T1, T2, T3), totalizando 1 ano de amostragem. Após este levantamento inicial de como a vegetação se regenerou após a aplicação dos tratamentos, pretendeu-se com esta proposta, realizar um levantamento seis meses depois (T4), para se obter dados durante as estações seca e chuvosa.

4.3. ANÁLISE DOS DADOS

Para testar a diferença entre as variáveis analisadas (número de espécies de lenhosas, área basal, altura das lenhosas e altura média da vegetação, cobertura dos grupos funcionais, solo nu e biomassa morta), análises de variância de um e dois fatores (fatores - **tratamento**: controle, queima e retirada de acículas e **tempo**: T0, T1, T2, T3 e T4) foram realizadas. As análises de variância de um fator foram feitas baseadas em testes de aleatorização (10000 interações, distância Euclidiana entre unidades amostrais). Tais análises foram feitas entre tratamentos (fator) para cada tempo separadamente. As análises de dois fatores foram de medidas repetidas.

As análises foram feitas com o software Multiv (Pillar 2008) e STATISTICA Trial Version (StatSoft Inc. 2012).

5. RESULTADOS

5.1. ARBUSTOS >1m E ÁRVORES

Foram amostrados e identificados 11 gêneros e oito espécies, pertencentes a seis famílias (Tab. 1). Foram amostrados um total de 205 indivíduos (C: 34; Q: 96; RA: 75). Indivíduos das famílias Bignoniaceae, Fabaceae, Myrtaceae e Sapotaceae estiveram presentes em todos os tratamentos e todos os tempos. O gênero *Memora* sp. esteve presente em 33% das parcelas, enquanto a espécie *Pouteria torta* foi amostrada em 18% das parcelas ao longo do experimento (Tab. 1), independentemente do tratamento. Dezoito meses após a aplicação dos experimentos, houve um aumento no número de indivíduos nas parcelas de queima ($p=0,027$. Tab. 1) e retirada de acículas ($p<0,0001$ Tab. 1) em relação às parcelas controle.

A altura dos indivíduos foi a mesma ao longo do tempo ($F=0,2$; $p= 0,98$). A altura variou pouco entre os tratamentos (Tab. 2). Porém, 12 meses após os tratamentos, os indivíduos lenhosos no tratamento retirada de acículas eram menores que os controle ($p= 0,046$; Tab. 2).

TABELA 1: Lista de espécies lenhosas ($\geq 1\text{m}$) e número de indivíduos por espécie amostradas nas parcelas experimentais (10x10m) antes (T0), quatro (T1), oito (T2), doze (T3) e dezoito meses (T4), após a aplicação dos tratamentos: controle, queima e retirada de acículas, em uma área de antigo plantio de *Pinus caribaea* var. *hondurensis* na Estação Experimental de Itirapina, SP.

Família	Espécie	T0	T1	T2	T3	T4
Annonaceae	<i>Annona coriacea</i> Mart.	5	6	6	6	5
	<i>Xylopia aromatica</i> (Lam.) Mart.	1	5	6	8	5
Bignoniaceae	<i>Memora</i> sp.	34	66	75	78	94
Fabaceae	<i>Bauhinia</i> sp.	5	8	7	7	7
	<i>Stryphnodendron</i> sp.	4	5	5	5	5
Lauraceae	<i>Ocotea pulchella</i> (Nees & Mart.) Mez	2	7	5	4	
Malpighiaceae	<i>Banisteriopsis campestris</i> (A.Juss.) Little	2	10	8	9	8
	<i>Byrsonima intermedia</i> A.Juss.	2	3	8	8	11
Myrtaceae	<i>Eugenia aurata</i> O.Berg	1	1			
	<i>Myrcia lingua</i> (O.Berg) Mattos	2	3	4	3	6
	<i>Myrcia</i> sp.	1	5	5	5	4
Sapotaceae	<i>Pouteria torta</i> (Mart.) Radlk.	30	40	45	44	54
Não identificada	Espécie 1			1	1	1
	Espécie 2	1	1	1		
	Espécie 3					2
	Espécie 4					1
	Espécie 5					1
	Espécie 6			1	1	1
	Espécie 7		1	1	1	

FONTE: Elaborado pelo autor, 2016.

O perímetro na altura do solo (PAS) também não se modificou ao longo do tempo de experimento ($F = 0,29$; $p = 0,96$; Tab. 3). Quanto aos tratamentos, o PAS dos indivíduos lenhosos nas parcelas de retirada de acículas quatro meses após a aplicação era menor do que dos indivíduos do controle ($p = 0,15$, Tab.3), porém quatro meses após os tratamentos, os indivíduos de RA apresentavam maior PAS do que os das parcelas Q ($p = 0,048$, Tab. 3), assim como oito e 12 meses após a aplicação dos tratamentos ($p = 0,044$ e $p = 0,041$, respectivamente Tab. 3).

TABELA 2: Altura (média±desvio padrão, cm) dos indivíduos lenhosos amostrados nas parcelas experimentais (10x10m) antes (T0), quatro (T1), oito (T2), doze (T3) e dezoito meses (T4), após a aplicação dos tratamentos: controle, queima e retirada de acículas, em uma área de antigo plantio de *Pinus caribaea* var. *hondurensis* na Estação Experimental de Itirapina, SP. Letras diferentes indicam diferença estatística entre os tratamentos em cada tempo ($p \leq 0,05$).

Tratamento	T0	T1	T2	T3	T4
Controle	134,0±25,6 a	144,0±45,5 a	145,7±46,5 a	155,0±45,4 a	153,2±54,5 a
Queima	126,1±19,4 a	122,4±26,4 a	121,5±24 a	125,2±24,1 ab	130,6±33,3 a
Retirada de acículas	133,3±29,6 a	140,9±35,1 a	138,7±39,8 a	142,3±37,5 b	140,7±38,1 a

FONTE: Elaborado pelo autor, 2016.

TABELA 3: Perímetro na altura do solo (PAS, média±desvio padrão, cm) dos indivíduos lenhosos amostrados nas parcelas experimentais (10x10m) antes (T0), quatro (T1), oito (T2), 12 (T3) e 18 meses (T4), após a aplicação dos tratamentos: controle, queima e retirada de acículas, em uma área de antigo plantio de *Pinus caribaea* var. *hondurensis* na Estação Experimental de Itirapina, SP. Letras diferentes indicam diferença estatística entre os tratamentos em cada tempo ($p \leq 0,05$).

Tratamento	T0	T1	T2	T3	T4
Controle	9,26±4,5 a	9,65±4,5 ab	11,02±5,3 a	11,88±6,1 a	14,07±6,9 a
Queima	8,52±3,4 a	6,73±3,1 a	6,86±2,9 b	7,33±3,2 b	9,66±4,3 a
Retirada de acículas	8,05±4,4 a	9,67±5,3 b	9,71±5,6 ab	10,11±6,2 ab	12,49±6,8 a

FONTE: Elaborado pelo autor, 2016.

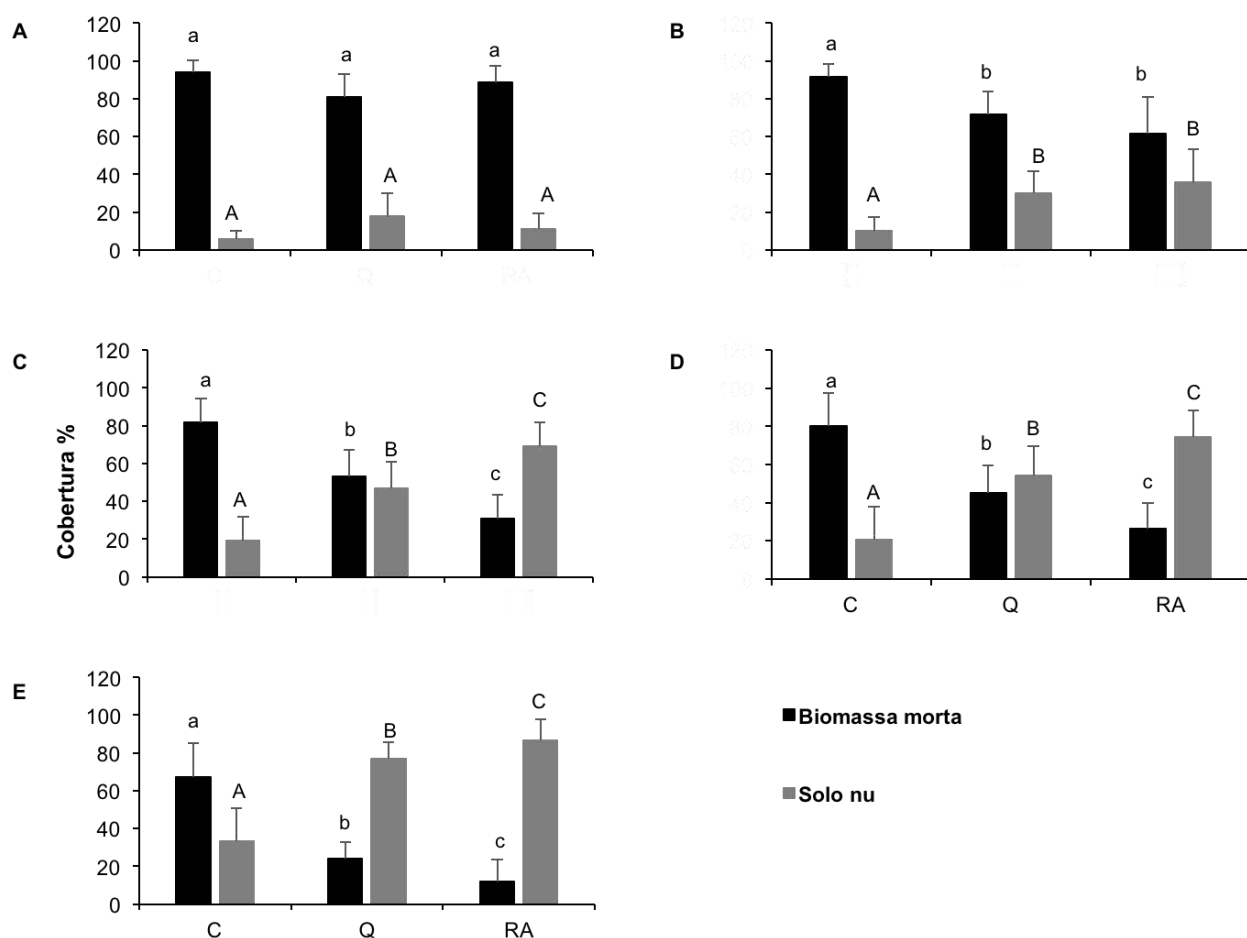
5.2. ESTRUTURA E GRUPOS FUNCIONAIS

A cobertura de biomassa morta diminuiu ao longo do tempo de experimento em todos os tratamentos ($F= 6,88$; $p<0,0001$). Antes da aplicação dos tratamentos, a quantidade de biomassa morta era igual nas parcelas (Fig. 5A). Quatro meses após a aplicação, os tratamentos queima e retirada de acículas diminuíram a quantidade de biomassa morta em relação ao controle ($C= 91,33\pm15,31\%$; $Q= 71,6\pm27,19\%$; $RA= 61,7\pm28,92\%$; $p<0,0001$; Fig. 5B). Dessa mesma forma, os mesmos tratamentos também foram diferentes de controle, apresentando menores porcentagens de cobertura, tanto doze meses ($C= 80,33\pm30,57\%$; $Q= 45,2\pm23,39\%$; $RA= 26,40\pm24,08\%$; $p= 0,0001$; Fig. 5D), quanto dezoito meses após a sua aplicação ($C= 67,36\pm34,29\%$; $Q= 24,04\pm21,17\%$; $RA= 12,10\pm21,19\%$; $p= 0,0001$, FIG. 5E).

Quanto à cobertura de solo nu, pode-se observar que houve um aumento de cobertura ao longo do tempo ($F= 7,23$; $p<0,0001$) e os tratamentos queima e retirada de acículas se diferiram de controle, apresentando maiores porcentagens de cobertura, quatro meses ($C= 10,28\pm15,81\%$; $Q= 29,76\pm27,37\%$; $RA= 36,02\pm28,46\%$; $p= 0,001$, FIG. 5B), doze meses ($C= 20,71\pm29,98\%$; $Q= 54,02\pm24,56\%$; $RA= 74,4\pm24,80\%$; $p= 0,0001$, FIG. 5D) e dezoito meses após a aplicação ($C= 33,13\pm34,61\%$; $Q= 77\pm21,26\%$; $RA= 86,5\pm24,95\%$; $p= 0,0001$, FIG. 5E).

As herbáceas e arbustos não apresentaram diferenças em relação à cobertura entre os tratamentos ao longo do tempo ($p>0,05$). Os arbustos tiveram uma tendência a aumentar a cobertura quatro meses (T1) após a aplicação dos tratamentos, onde queima e retirada de acículas obtiveram maiores coberturas de arbusto em relação a controle ($p= 0,42$; Tab. 4).

FIGURA 5: Cobertura (média±DP, %) de biomassa morta e solo nu nas parcelas experimentais (Controle – C, Queima – Q e Retirada de Acículas – RA. **A)** antes (T0), **B)** quatro (T1), **C)** oito (T2), **D)** doze (T3) e **E)** dezoito meses (T4) após a aplicação dos tratamentos, em uma área de retirada de *Pinus caribaea* var. *hondurensis* da Estação Experimental de Itirapina-SP. Letras minúsculas diferentes indicam diferenças significativas entre tratamentos para biomassa morta, enquanto que letras maiúsculas diferentes indicam diferenças significativas entre tratamentos para solo nu ($p \leq 0,05$).



FONTE: Elaborado pelo autor, 2016.

TABELA 4: Cobertura (média±desvio padrão, %) de herbáceas, arbustos, graminóides e palmeiras amostrados nas parcelas experimentais (10x10m) antes (T0), quatro (T1), oito (T2), doze (T3) e dezoito meses (T4), após a aplicação dos tratamentos: controle, queima e retirada de acículas, em uma área de antigo plantio de *Pinus caribaea* var. *hondurensis* na Estação Experimental de Itirapina, SP. Letras diferentes indicam diferenças significativas entre tratamentos em cada tempo e para cada grupo funcional ($p \leq 0,05$).

	T0	T1	T2	T3	T4
Herbáceas					
Controle	0,56±3,1 a	1,33±7,6 a	0,67±3,3 a	1,11±6,1 a	0,44±2,1 a
Queima	0,2±1,4 a	2,6±12,6 a	2,02±8,6 a	1,02±4,2 a	0,7±3,2 a
Retirada de acículas	0,9±3,4 a	2,2±8,6 a	0±0 a	1,32±4,9 a	0,6±4,2 a
Arbustos					
Controle	5±15,8 a	6,56±13,6 a	5,47±13,2 a	7,56±18,7 a	7,67±19,8 a
Queima	10,1±18,9 a	11,9±19,1 a	9±16,5 a	10,2±20,8 a	5,1±12,8 a
Retirada de acículas	6,5±13,2 a	13,6±20,8 a	10,1±18,4 a	5,7±11,8 a	6±15,5 a
Graminóides					
Controle	0,22±1,5 a	0,11±0,7 a	0±0 a	0±0 a	0,44±2,9 a
Queima	1,80±10,2 a	0,10±0,7 a	0,70±3,2 a	1,60±8,9 a	5,20±15,8 b
Retirada de acículas	0,10±0,7 a	0±0 a	0±0 a	0±0 a	0,32±1,6 a
Palmeiras					
Controle	3,56±14,8 a	4,44±10,9 a	2,22±8,5 a	1,00±6,1 a	0,89±2,1 a
Queima	4,00±10,1 a	1,92±7,5 a	2,90±8,3 a	4,10±4,2 a	4,00±3,2 a
Retirada de acículas	5,02±14,3 a	5,20±12,7 a	5,60±13,3 a	6,20±4,9 a	4,20±4,2 a

FONTE: Elaborado pelo autor, 2016.

O grupo de graminóides também não se diferenciou ao longo do tempo de experimento ($F = 1,01$; $p = 0,42$. Tab. 4). Contudo, a cobertura de graminóides 18 meses após a aplicação da queima aumentou em relação ao controle ($p = 0,02$; Tab. 4). Já as palmeiras não apresentaram mudanças em sua cobertura ao longo do tempo ($F = 0,65$; $p = 0,729$. Tab. 4) e também não houve diferença entre os tratamentos controle, queima e retirada de acículas.

6. DISCUSSÃO

Invasões biológicas são consideradas como uma das principais causas da perda de biodiversidade e, portanto trabalhos sobre tal assunto têm se tornado objeto de estudo de grande importância para a comunidade científica (LIESENFELD; PELLEGRIM, 2004). Dentre as espécies invasoras, os indivíduos de *Pinus* sp. invadem diversos tipos de vegetação no Hemisfério Sul e portanto, devem ser prioritariamente controladas (LIESENFELD; PELLEGRIM, 2004). Portanto, trabalhos que visam o controle da invasão se tornam necessários para a conservação da biodiversidade. Sendo assim, o presente trabalho buscou avaliar o uso de diferentes técnicas de manejo que poderiam contribuir com a regeneração de uma área de Cerrado que anteriormente havia sido utilizada como plantação de *Pinus caribaea* var. *hondurensis*.

Vários são os impactos causados pela invasão de *Pinus*, afetando na maioria das vezes a abundâncias das espécies nativas (RICHARDSON; WILLIAMST, 1994). Como demonstrado por Abreu (2013), a camada de acículas possui um efeito negativo sobre o ambiente invadido, atuando como filtro ecológico, causando a perda na riqueza de espécies herbáceas devido à presença das acículas depositadas no solo. O presente estudo mostrou que a retirada da camada de acículas das parcelas experimentais propiciou a abertura da vegetação e a exposição do solo, o que poderia garantir a chegada de propágulos na área ou estimular o banco de sementes do solo. Porém, os resultados apresentados apontam que houve apenas uma tendência no aumento de cobertura do estrato herbáceo do tratamento RA ao longo do tempo e, o mesmo foi observado nos demais tratamentos. Com isso, a remoção da camada de acículas aumentou a incidência de luz nas parcelas, podendo garantir um estímulo as espécies do estrato herbáceo, provavelmente sendo também um efeito direto da retirada dos indivíduos de *Pinus* sp. Portanto, o monitoramento da área por um maior tempo é de extrema importância para avaliação do efeito dos tratamentos no estrato herbáceo.

A possível ausência de propágulos de graminóides e herbáceas devido ao longo tempo de plantio de *Pinus* na área (mais de 40 anos) pode explicar o pequeno aumento na cobertura destes grupos. Isto se deve à falta de áreas fontes no entorno, impedindo a dispersão das sementes, uma vez que a maioria

é dispersada pelo vento e, assim, dificultando a regeneração do grupo. Além disso, o banco de sementes é prejudicado pelo avanço da invasão de *Pinus* sp. em áreas de Cerrado, mesmo após o corte dos indivíduos de *Pinus*, levando a uma lenta regeneração da vegetação (ABREU, 2013). Mesmo havendo uma fonte de propágulo que não seja via banco de sementes, é necessário haver uma combinação de fatores favoráveis, pois sem isso as espécies não conseguirão se estabelecer e conseqüentemente não darão continuidade ao processo (ABREU, 2013). Portanto, a diminuição de oferta de propágulos, tanto no banco de sementes (causado pelos longos anos de plantação de *Pinus*), como o fracasso da chegada de novos propágulos na área, podem ser responsáveis pela baixa regeneração natural do estrato herbáceo-subarbustivo nas parcelas experimentais. Finalmente, como foi observado, é preciso que haja um monitoramento a longo-prazo a fim de verificar a necessidade de outro tipo de manejo que contribua para a restauração da área, como plantio direto, semeadura (chuva de sementes) ou alguma forma de restaurar as funções do ambiente que se perderam ao longo do tempo com o cultivo de *Pinus*, uma vez que as técnicas de manejo não sejam suficientes para auxiliar a regeneração das espécies do grupo herbáceo- subarbustivo. Além de todas essas técnicas de auxílio à regeneração do Cerrado mencionadas, vale ressaltar também que o histórico de uso da área é um fator determinante à recuperação, uma vez que é um fator que define o potencial de regeneração do ambiente (CAVA, 2014; HOLL; AIDE, 2011).

O uso de queimadas pode ser uma boa alternativa de manejo para restauração do Cerrado. O fogo pode ser considerado um fator ecológico e evolutivo para o Cerrado (SIMON et al. 2009), facilitando a regeneração natural, e contribuindo para a ciclagem de nutrientes, uma vez que a mineralização da matéria orgânica é acelerada (COUTINHO, 1992). Além disso, este tipo de manejo pode apresentar um melhor custo-benefício no momento de sua aplicação, removendo a camada de acículas de forma eficaz, rápida e barata (ABREU, 2013), além de poder estimular o estabelecimento de espécies nativas do Cerrado (COUTINHO, 1992). Nosso estudo apontou que as herbáceas das parcelas experimentais queimadas tiveram uma tendência a aumentar sua cobertura, principalmente dezoito meses após a aplicação, o que pode garantir a eficiência desse fator ecológico como boa ferramenta de manejo,

principalmente para a regeneração deste importante grupo. Além disso, áreas onde há um maior adensamento da vegetação, pode ocorrer o desaparecimento do estrato herbáceo (DURIGAN, 2013). Com isso, a incorporação da queimada como manejo é importante para preservar fisionomias mais abertas do Cerrado (DURIGAN, 2013; DURIGAN; RATTER, 2016).

Estudos apontam que no ambiente onde as espécies de *Pinus* são nativas, a espessa camada de acículas favorece a substituição dos grupos subarbustivos por lenhosas (BREWER, 1998). E o mesmo pôde ser observado no ambiente invadido (ABREU, 2013). Além disso, espécies intolerantes à sombra foram substituídas por espécies tolerantes e lenhosas, dispersadas na sua maioria das vezes pela fauna (ABREU, 2013). Nosso estudo mostrou um aumento no número de indivíduos lenhosos e uma tendência no aumento de PAS e altura ao longo do experimento no tratamento controle, provavelmente pela maior incidência de luz devido à retirada das árvores de *Pinus*. Porém, estudos a longo prazo são necessários para um monitoramento mais eficaz do estabelecimento de lenhosas na área e se este maior estabelecimento está relacionado apenas com a retirada das árvores de *Pinus* sp. ou não.

Ao se analisar todos os problemas enfrentados pela invasão biológica de *Pinus* é possível perceber o quão importante é dar continuidade a pesquisas que buscam de alguma forma controlar e até mesmo entender as consequências negativas que as comunidades nativas sofrem frente a esses processos. Portanto, o estudo aqui apresentado mostrou que a remoção das acículas e o uso da queima foram importantes para promover a rápida abertura da vegetação, aumento no número de indivíduos de arbustos e árvores, assim como estimular uma regeneração inicial dos grupos funcionais. Como pode ser visto, apenas a queima estimulou o aumento da porcentagem de cobertura de graminóides. Além disso, as herbáceas também apresentaram tendências em aumentar sua cobertura ao longo do tempo nos tratamentos. Diante disso, o monitoramento a longo prazo das parcelas experimentais é de fundamental importância para que se possa buscar resultados que respondam se a comunidade vegetal está se regenerando de uma forma mais rápida ao longo do tempo após a aplicação das técnicas de manejo. A curto prazo, a implementação da retirada de acículas e queimada foram fundamentais. Uma vez que a recuperação desses ambientes pode contribuir para a restauração dos serviços ecossistêmicos, (GRACE;

JOSÉ; MEIR, 2006) os quais são de fundamental importância para o homem e, conseqüentemente, para a restauração das funções ecológicas do ambiente.

7. CONCLUSÃO

A partir dos resultados obtidos e apresentados neste trabalho, pode-se concluir que, a remoção das acículas e o uso da queima propiciou a abertura da vegetação, garantindo a chegada de luz no solo, podendo contribuir para a germinação de sementes e colonização da área. Com isso, a curto prazo, houve uma resposta da vegetação à aplicação dos manejos, pois houve um aumento no número de indivíduos de arbustos e árvores, assim como o aumento na cobertura de graminóides em parcelas queimadas. Portanto, faz-se necessário o emprego de técnicas de manejo após a retirada dos indivíduos de *Pinus* para abrir espaços e desta forma, acelerar a regeneração da vegetação, principalmente do estrato herbáceo. Finalmente, estudos a longo-prazo voltados para a recuperação do Cerrado são importantes para monitorar não somente a mudança inicial da comunidade, assim como mudanças ao longo do tempo em resposta às técnicas de manejo empregadas.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BORGES, A.; VASCONCELOS, H. L.; ARAÚJO, G. M. Estrutura da comunidade de plantas lenhosas em fragmentos de cerrado : relação com o tamanho do fragmento e seu nível de perturbação. **Revista Brasil Botanica**, v. 34, n. 1, p. 31–38, 2011.

BREWER, J. Patterns of plant species richness in a wet slash-pine (*Pinus elliottii*) savanna. **Journal of the Torrey Botanical Society**, v. 125, n. 3, p. 216–224, 1998.

CAVA, M. G. DE B. **Restauração do Cerrado: A influência das técnicas e de fatores ecológicos sobre o desenvolvimento inicial da comunidade lenhosa**. [s.l: s.n.].

CAVASSAN, O. **Florística e Fitossociologia da Vegetação Lenhosa em Um Hectare de Cerrado no Parque Ecológico Municipal de Bauru (SP)**, 2014.

COUTINHO, L. M. O conceito de cerrado. **Revista Brasileira de Botânica**. 1978.

COUTINHO, L. M. Ecological effects of fire in brasilian cerrado. p. 273–291, 1992.

D'ANTONIO, C.; VITOUSEK, P. Biological invasions by exotic grasses, the grass/fire cycle, and global change. **Annual review of ecology and systematics**, v. 23, n. 1992, p. 63–87, 1992.

ABREU, R. C. R. **ecologia e controle da invasão por pinus elliottii no campo cerrado**. 2013. 79 páginas. Tese - Escola de Engenharia de São Carlos, da Universidade de São Paulo. São Carlos, 2013.

ABREU, R. C. R.; DURIGAN, G. Changes in the plant community of a Brazilian grassland savannah after 22 years of invasion by *Pinus elliottii* Engelm. **Plant**

Ecology & Diversity, v. 4, n. 2-3, p. 269–278, jun. 2011.

DURIGAN, G. Ecological restoration of Xingu Basin headwaters: motivations, engagement, challenges and perspectives. **Philosophical Transactions of the Royal Society**, 2013.

DURIGAN, G.; RATTER, J.; The need for a consistent fire policy for Cerrado conservation. **Journal of Applied Ecology**, 2016.

FURLEY, P. The nature and diversity of neotropical savanna vegetation with particular reference to the Brazilian cerrados. **Global Ecology and Biogeography**, v. 8, p. 223–241, 1999.

GRACE, J.; JOSÉ, J.; MEIR, P. Productivity and carbon fluxes of tropical savannas. **Journal of Biogeography**, v. 33, n. 3, p. 387–400, mar. 2006.

HIGGINS, S. I.; RICHARDSON, D. M. Pine invasions in the southern hemisphere: modelling interactions between organism, environment and disturbance. **Plant Ecology**, v. 135, n. 1, p. 79–93, 1 mar. 1998.

HOLL, K. D.; AIDE, T. M. When and where to actively restore ecosystems? **Forest Ecology and Management**, v. 261, n. 10, p. 1558–1563, maio 2011.

KIER, G. et al. Global patterns of plant diversity and floristic knowledge. **Journal of Biogeography**, v. 32, n. 7, p. 1107–1116, 2005.

KLINK, C. A.; MACHADO, R. B. Conservation of the Brazilian Cerrado. **Conservation Biology**, v. 19, n. 3, p. 707–713, jun. 2005.

LAURANCE, W. F.; VASCONCELOS, H. L. Consequências ecológicas da fragmentação florestal na amazônia. **Oecologia brasiliensis**, v. 13, n. 03, p. 434–451, set. 2009.

LIESENFELD, M. V. A. .; & PELLEGRIM, L. M. . risco ecológico: a invasão por pinus e a problemática das espécies alienígenas vegetais no parque estadual

de itapua – viamão, rs. **instituto gaúcho de estudos ambientais**, v. 2, n. 1, 2004.

MYERS, N. et al. Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature**, v. 403, n. February, p. 853–858, 2000.

RICHARDSON, D.; COWLING, R. M.; LE MAITRE, D. C. Assessing the risk of invasive success in Pinus and Banksia in South African mountain fynbos. **Journal of Vegetation Science**, v. 1, p. 629–642, 1990.

RICHARDSON, D. M.; WILLIAMST, P. A. Pine invasions in the Southern Hemisphere : determinants of spread and invadability. **Journal of biogeography**, v. 21, n. 5, p. 511–527, 1994.

SHIMIZU, J. **Pinus na silvicultura brasileira**. [s.l: s.n.].

SIMBERLOFF, D. et al. Spread and impact of introduced conifers in South America: Lessons from other southern hemisphere regions. **Austral Ecology**, v. 35, n. 5, p. 489–504, 19 out. 2009.

SIMON, M. F. et al. Recent assembly of the Cerrado, a neotropical plant diversity hotspot, by in situ evolution of adaptations to fire. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 106, n. 48, p. 20359–20364, 2009.

WILCKE, W.; LILIENFEIN, J. Biogeochemical consequences of the transformation of native Cerrado into Pinus caribaea plantations in Brazil. **Plant and Soil**, p. 175–189, 2002.

ZANCHETTA, D.; DINIZ, F. V. estudo da contaminação biológica por pinus spp. em três diferentes áreas na estação ecológica de itirapina (sp, brasil)*. **Rev. Inst. Flor**, v. v. 18, p. 1–14, 2006.

ZANCHETTA, D. E. F. S. et al. Plano de Manejo Integrado. v. 1ª revisão, 2006.