

UNIVERSIDADE FEDERAL DOS VALES DO JEQUITINHONHA E MUCURI

Programa de Pós-Graduação em Ciência Florestal

Leonardo Palhares da Silveira

**Métodos de capina na restauração de uma área degradada no
município de Diamantina, MG.**

DIAMANTINA - MG

2016

LEONARDO PALHARES DA SILVEIRA

**MÉTODOS DE CAPINA NA RESTAURAÇÃO DE UMA ÁREA
DEGRADADA NO MUNICÍPIO DE DIAMANTINA, MG**

Dissertação apresentada no Programa de Pós-Graduação em Ciência Florestal, nível de mestrado, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre.

Orientadora: Profa. Dra. Danielle Piuzana Mucida

DIAMANTINA - MG

2016

Ficha Catalográfica – Serviço de Bibliotecas/UFVJM
Bibliotecário Anderson César de Oliveira Silva, CRB6 – 2618.

S587m

Silveira, Leonardo Palhares da

Métodos de capina na restatuação de uma área degradada no município de Diamantina / Leonardo Palhares da Silveira. – Diamantina, 2016.

58 p. : il.

Orientador: Danielle Piuzana Mucida

Dissertação (Mestrado – Programa de Pós-Graduação em Ciência Florestal) - Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri.

1. Área degradada. 2. *Urochloa decumbes*. 3. *Melinis minutiflora*.
I. Título. II. Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri.

CDD 631.45

Elaborado com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

LEONARDO PALHARES DA SILVEIRA

Métodos de capina na restauração de uma área degradada no município de Diamantina, MG.

Dissertação apresentada ao PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA FLORESTAL - MESTRADO, nível de MESTRADO como parte dos requisitos para obtenção do título de MAGISTER SCIENTIAE EM CIÊNCIA FLORESTAL

Orientador : Prof.^a Dr.^a Danielle Piuzana Mucida

Data da aprovação : 19/08/2016


Prof. Dr. JOSE BARBOSA DOS SANTOS - UFVJM


Prof. Dr. MARCELINO SANTOS DE MORAIS - UFVJM


Prof. Dr. ISRAEL MARINHO PEREIRA - UFVJM


Prof.^a Dr.^a DANIELLE PIUZANA MUCIDA - UFVJM

DIAMANTINA

OFEREÇO

Aos meus pais, Wellington e Francisca, minhas irmãs Wendy e Jamilly e minha sobrinha Júlia, a profa. Dra. Danielle Piuzana Mucida e ao prof. Dr. Israel Marinho Pereira pela confiança, oportunidade e apoio para o desenvolvimento deste trabalho, a todos os familiares e amigos (irmãos que escolhi), que sempre estão comigo.

DEDICO

A Deus e ao meu avô Sales por ter acreditado na minha pessoa mesmo nos momentos no qual eu não acreditava e por estar comigo em todos os momentos difíceis vencidos em toda minha vida e todas as pessoas que tornaram possível a conclusão deste trabalho.

“Talvez não tenha conseguido fazer o melhor, mas lutei para que o melhor fosse feito. Não sou o que deveria ser, mas Graças a Deus, não sou o que era antes”

(Marthin Luther King)

AGRADECIMENTOS

Ao final desse trabalho, são tantas pessoas que preciso agradecer que na verdade nem sei por onde começar.

Agradeço primeiramente a Deus, por iluminar meu caminho, por tudo que me tens concebido e pela alegria de contar com pessoas especiais durante essa jornada.

A meu avô Sales meus pais Wellington e Francisca, minhas irmãs Wendy e Jamilly, pelo apoio e confiança, o meu muito obrigado;

A Profa. Dra. Danielle Piuzana Mucida, pela atenção, paciência, incentivo, amizade, conselhos e orientação nesta Dissertação;

Ao professor Dr. Israel Marinho Pereira pelo incentivo, confiança e companheirismo durante toda etapa do mestrado.

Ao professor Dr. Márcio Leles Romarco de Oliveira e José Barbosa dos Santos pela colaboração e por estarem sempre dispostos a ajudar quando precisei.

Gostaria de expressar meus sinceros agradecimentos aos membros da banca examinadora, Prof. Dr. Israel Marinho Pereira, Prof. Dr. Marcelino Morais e José Barbosa dos Santos pela disponibilidade da participação e pelas valiosas contribuições;

Ao Prof. Dr. Ângelo Márcio Pinto Leite pela ajuda.

Aos meus amigos Fabio e Thiago Otoni por todo apoio.

A todos os meus amigos de convivência, Tarcísio, Kennedy, Lucas, Paulo, Roger, Thales, Klaus, Fernando e Tuller, por todos os momentos bons que já passamos juntos.... Nunca esquecerei!

A UFVJM e aos colegas do Programa de Pós-graduação em Ciências Florestas pelo apoio durante a caminhada acadêmica e a todos os colegas da turma 2014.2;

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Ciência Florestal pelos ensinamentos durante as disciplinas cursadas e fazer desse curso uma referência.

A todos aqueles que porventura tenha esquecido de citar seus nomes e que contribuíram, direta ou indiretamente, para a realização deste trabalho, meus sinceros agradecimentos.

Agradeço a todos integrantes do grupo do Núcleo de Estudos em Recuperação de Áreas Degradadas, por todo empenho dedicado aos nossos quatro anos de encontros.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes) pela concessão de Bolsa de Estudo.

A quem torceu por essa vitória.

Agradeço a todos!

RESUMO

SILVEIRA, L. P. **Métodos de capina na restatuação de uma área degradada no município de Diamantina, MG.** 2016. 58 p. (Dissertação – Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina, 2016.

O uso inadequado do ambiente provoca uma quebra na dinâmica natural do ecossistema, prejudicando-o de forma geral todos os elementos que o compõe. Os espaços naturais vêm sendo alvo de diversas atividades antrópicas, o que ocasiona uma série de impactos ambientais. Dentre eles pode-se citar os depósitos de resíduos sólidos a céu aberto, passivos ambientais que necessitam de planos de recuperação. A presença de banco de semente, plântulas, brotações e vegetação potencializam os processos de recuperação, entretanto, a presença de espécies exóticas com caráter invasor minimizam o processo devido a sua alta competitividade quando comparadas a espécies nativas, sobrevivendo e reproduzindo nas mais diversas condições de estresses ambientais. Neste sentido, foi escolhida como área de estudo, o depósito de resíduos sólidos de Diamantina, desativado em 2002, situado no Campus Juscelino Kubitscheck, da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, região do Alto Jequitinhonha, Minas Gerais. O presente estudo teve como objetivo avaliar o melhor controle de gramíneas invasoras dos gêneros *Melinis* e *Urochloa* por meio de diferentes métodos: manual, mecânica, química e química + mecânica, assim como a aplicação de um método não destrutivo, por meio de uso de imagens digitais analisadas pelo *software* ImageJ para análise do comportamento de tais espécies na área degradada. Metodologicamente, conduziu-se o experimento por delineamento em blocos casualizados em 4 blocos, subdivididos em 16 parcelas com 4 tratamentos em cada e 4 repetições por bloco. A coleta da biomassa de gramíneas regenerantes frescas ocorreu após 100 dias dos métodos com auxílio de uma moldura de ferro, com dimensões de 1,0 x 1,0 m, em três locais predefinidos em cada parcela, totalizando três amostras coletadas por parcela e quarenta e oito amostras por bloco. As imagens utilizadas para análise e processamento no *software* ImageJ foram obtidas com a mesma moldura localizada nos locais predefinidos em cada parcela para os 4 blocos experimentais após 100 dias dos diferentes tipos de métodos. Os dados processados resultaram em uma variação entre os diferentes tipos de métodos empregados. Obteve-se um menor controle na produção de biomassa fresca quando se utilizou controle mecânico, seguido pela combinação do método mecânico + químico. Os métodos químico e manual apresentaram menores valores de produção de biomassa fresca enquanto a produção de matéria seca não apresentou diferença significativa estatisticamente. Os dados processados

pelo software resultaram em nítida variação entre os métodos utilizados, com menor porcentagem de cobertura do substrato pelas espécies invasoras quando se utilizou controle químico, seguido pelo método manual. O método mecânico e tratamento químico + mecânico apresentaram os maiores percentuais de cobertura das espécies invasoras estatisticamente.

Palavras-chave: área degradada, *Urochloa decumbes*, *Melinis minutiflora*

ABSTRACT

SILVEIRA, L. P. **Weeding methods in the restoration of a degraded area in the city of Diamantina, MG.** 2016. 58 p. (Dissertation - Master of Forest Science) - Federal University of Jequitinhonha and Mucuri Valleys, Diamantina, 2016.

The environment for the inappropriate use causes a break in the natural dynamics of the ecosystem, damaging it in general all the elements that compose it. Natural spaces come target of various human activities, which causes a number of environmental impacts. Among them we can mention the deposits of solid waste in the open, environmental liabilities that require recovery plans. The presence of seed bank, seedlings, shoots and vegetation in enhancing the recovery process, however, the presence of exotic species with invasive character minimize the process due to its high competitiveness when compared to native species, surviving and reproducing in various conditions environmental stresses. In this sense, it was chosen as the study area, the solid waste open dumping site of Diamantina town, disabled in 2002, located in the Campus Juscelino Kubitschek of the Federal University of Jequitinhonha and Mucuri Valleys, Upper Jequitinhonha Valley, Minas Gerais. This study aimed to evaluate the best control invasive grasses the *Melinis* and *Urochloa* genres through different methods: manual, mechanical, chemical and chemical + mechanical, as well as the application of a non-destructive method, through use of images digital analyzed by ImageJ software for analysis of such kinds of behavior in the degraded area. Methodologically, the experiment was conducted by a randomized block design in 4 blocks, divided into 16 plots with 4 treatments each and 4 replicates per block. The gathered of fresh biomass regenerating grasses occurred after 100 days of weeding with the help of a 1.0 x 1.0 m iron frame in three pre-defined locations in each plot, with three samples per plot and forty and eight samples per block. The images used for analysis in ImageJ software and processing were obtained with the same frame located at the predefined locations in each plot for experimental 4 block after 100 days the different methods. The processed data resulting in a variation between the different types of methods employed. It was obtained less control in the production of fresh biomass when using mechanical control, followed by combining the mechanical + chemical method was obtained. Chemical and manual methods had lower fresh biomass production values while the production of dry matter did not show statistically significant difference. The data processed by the *software* resulted in a sharp variation in the methods used, with a lower percentage of substrate coverage by invasive species when using chemical control, followed by the manual method.

The mechanical method and chemical + mechanical treatment showed the highest percentage of coverage of invasive species statistically.

Keywords: degraded area, *Urochloa decumbes*, *Melinis minutiflora*

LISTA DE TABELAS

ARTIGO CIENTÍFICO I

Tabela 1: Quantificação de biomassa fresca (bf) e seca (bs) de <i>Urochloa decumbes</i> e <i>Melinis minutiflora</i> obtida nas parcelas com diferentes tipos de tratamento (manual, mecânico, químico e químico + mecânico) após 100 dias do início do experimento nos quatro blocos.	27
Tabela 2: Valores de F referentes à variável a biomassa fresca.	29
Tabela 3: Teste de médias da produção de biomassa por meio do teste de Tukey a 5%.	29
Tabela 4: Valores de F referentes à variável biomassa seca.	29

ARTIGO CIENTÍFICO II

Tabela 1: Valores de F referentes à variável de percentagem de cobertura.	52
Tabela 2: Médias da percentagem de cobertura por meio do teste de Tukey a 5%. .	52

LISTA DE FIGURAS

ARTIGO CIENTÍFICO I

- Figura 1:** a) Localização de Diamantina no estado de Minas Gerais e imagem de satélite Digital Globe (2015) de parte do Campus JK da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, com localização dos 4 blocos experimentais. As cores dos círculos definem o tipo de método realizado em cada parcela: amarelo (método química + mecânica); vermelho (método mecânico); azul (método manual) e branco (método químico). 22
- Figura 2:** Precipitação (mm), temperatura (°C) média, mínima e máxima no período de avaliação do experimento. Fonte: INMET. 23
- Figura 3:** a) fotografia de área da moldura de 1,0 x 1,0 X 0,05 m em parcela com gramíneas regenerantes após 100 dias da conclusão dos métodos e b) após a coleta para análise da biomassa. 25
- Figura 4:** (a) Fotografia obtida no mês de setembro de 2015 em parcela onde foi realizada a método manual, no qual observa-se a regeneração na área de estudo; (b) regeneração morta devido à falta de pluviosidade em outubro de 2015. 26
- Figura 5:** Valores de biomassa total e valores médios de biomassa fresca e biomassa seca de *Urochloa decumbes* e *Melinis minutiflora* para os diferentes tipos de métodos executados neste trabalho durante os 100 dias. Estatisticamente a letra “a” corresponde ao tratamento que mais se destacou na produção de biomassa, “ab” refere-se aos tratamentos de comportamento intermediário e a letra “b” designa o tratamento que obteve menor produção de biomassa e maior controle. 28
- Figura 6:** a) Valores médios de bf (Kg/m²); b) Valores médios de bs (Kg/m²) de *Urochloa decumbes* e *Melinis minutiflora* por bloco experimental; estatisticamente a letra “a” corresponde ao tratamento que mais se destacou na produção de biomassa, “ab” refere-se aos tratamentos que ocupa um comportamento intermediário e letra “b” o que obteve menor produção de biomassa e maior controle. 30
- Figura 7:** a) Material proveniente do método químico dias após a aplicação do glyphosato. 32

ARTIGO CIENTÍFICO II

- Figura 1:** a) Localização de Diamantina no estado de Minas Gerais e fotografia aérea do Campus JK da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri. Fonte: UFVJM. 45
- Figura 2:** Detalhamento de um dos 4 blocos experimentais. Cada bloco contém 16 parcelas e 48 subparcelas nas quais encontram-se demarcados os quadros de 1m x1m nos quais foram obtidas as fotos deste trabalho. As cores dos círculos definem o tipo de método realizado em cada parcela: amarelo (método químico + mecânico); vermelho (método mecânico); azul (método manual) e branco (método químico). 46
- Figura 3:** Aplicação dos diferentes métodos na área de estudo: a- método manual; b- método mecânico; c- método químico. 46
- Figura 4:** Interface do *software* ImageJ para a estimativa de cobertura do substrato por gramíneas invasoras na área de pesquisa. 48
- Figura 5:** Média de cobertura (%) nos quatro tipos de métodos (manual, mecânico, químico e químico+mecânico) após 100 dias do início do experimento. 49
- Figura 6:** Percentagem de cobertura do solo por *Urochloa decumbes* e *Melinis minutiflora* referentes às parcelas em todos os blocos experimentais. 49
- Figura 7:** À esquerda, imagens obtidas após 100 dias do início do experimento contendo a moldura utilizada para obtenção das imagens mensuradas nas parcelas nas quais foram aplicadas: a) método manual; c) método mecânico; e) método químico e g) aplicação do método mecânico + químico. À direita, imagens processadas no *software* ImageJ no formato TIFF (Tag Image File Format) correspondentes aos diferentes métodos (b, d, f, h). 50

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO GERAL	15
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	17
ARTIGO I – AVALIAÇÃO DE DIFERENTES MÉTODOS NO CONTROLE DE GRAMÍNEAS INVASORAS EM UMA ÁREA DEGRADADA POR DEPÓSITO DE RESÍDUOS SÓLIDOS	20
INTRODUÇÃO	22
MATERIAL E MÉTODOS	23
RESULTADOS E DISCUSSÃO	28
CONCLUSÃO	36
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	37
ARTIGO II – ESTIMATIVA DA COBERTURA DE GRAMÍNEAS INVASORAS EM ÁREA DEGRADADA DE CERRADO POR MEIO DO SOFTWARE IMAGEJ	43
INTRODUÇÃO	44
MATERIAL E MÉTODOS	46
RESULTADOS E DISCUSSÃO	50
CONCLUSÃO	56
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	57
CONSIDERAÇÕES FINAIS	60

INTRODUÇÃO GERAL

O processo de ocupação do Brasil caracteriza-se pela falta de planejamento e consequente destruição de recursos naturais (MARTINS, 2009). Espaços naturais vêm sendo alvo de diversas atividades antrópicas, o que ocasiona uma série de impactos ambientais. Dentre eles, pode-se citar depósitos de resíduos sólidos a céu aberto, considerados passivos ambientais, em cujas áreas a capacidade de resiliência (capacidade de retorno ao estado anterior) é perdida ou considerada muito lenta, sendo, normalmente, necessárias ações de intervenção antrópica para sua recuperação (CARPANEZZI *et al.*, 1990).

Em depósitos de resíduos sólidos ocorre a perda de horizontes superficiais dos solos e alterações na sua estrutura caracterizam-se como situações geradoras de áreas degradadas. Fullen; Catt (2004) afirmam que trabalhos de recuperação em áreas degradadas são necessários após uso destinado a depósito de lixo, mineração, obras de engenharia civil tais como construção de rodovias, expansão urbana e etc.

Áreas de disposição do lixo, quando desativadas, encontram-se, invariavelmente, degradadas e necessitam da elaboração de um plano de recuperação (BELI *et al.*, 2005). Para se determinar o(s) método(s) mais eficazes a ser(em) empregado(s) faz-se necessário atentar, para uma determinada área, para seu potencial de auto-recuperação, normalmente condicionado à presença e caracterização de banco de semente, plântulas e brotações presentes, além da análise de sementes introduzidas, vegetação adjacente além de demais técnicas que potencializem a sucessão ecológica (HARPER, 1977; UHL *et al.*, 1981; WHITMORE, 1984).

A ausência de cobertura vegetal gera exposição direta sobre o substrato, o que pode levar a maior susceptibilidade à erosão, perda da fertilidade, ausência de microrganismos e capacidade regenerativa (SIQUEIRA *et al.*, 2008). A presença da vegetação é fundamental para melhoria de componentes na paisagem e atrair/aproximar a fauna local possibilitando abrigo e descanso. A ação combinada da parte radicular e aérea de espécies vegetais contribui com a estabilidade do solo (ZIEGLER, GIAMBELLUCA, 1998; REY *et al.*, 2004).

O uso de gramíneas, normalmente exóticas, em conjunto com leguminosas fixadoras de nitrogênio (associadas ou solteiras), tem sido indicado como estratégia inicial na reestruturação de áreas degradadas, devido a sua capacidade em acelerar processos de

recuperação (BUGIN, 2002; CARNEIRO *et al.*, 2008). Isso ocorre por apresentarem elevada capacidade de reprodução favorecendo uma vasta cobertura perene, além do fato de sua biomassa encontrar-se nos 30 cm iniciais do solo/substrato, representando 95% de todo seu conteúdo, garantindo uma estabilidade mecânica. Tais fatores influenciam em seu grande uso para controle de processos erosivos e como uma estratégia fundamental para o êxito de processos de revegetação de áreas (GYSSSELS, POESEN, 2003; DE BAETS *et al.*, 2006).

Na ausência de um maior conhecimento básicos sobre a biologia, taxa de germinação, sobrevivência de espécies nativas com potencial para revegetação, faz-se eficaz o uso de espécies exóticas já conhecidas em programas de recuperação de áreas degradadas (BARBOSA, 2000). A *Urochloa decumbes* (Stapf) RD, Wabster (braquiária) e *Melinis minutiflora* P. Beauv. (capim gordura) são caracterizadas como espécies pioneiras rústicas que produzem uma grande quantidade de matéria seca e adaptadas a diversos tipos de ambientes. No entanto, problemas ocorrem quando são introduzidas aos ecossistemas naturais no Brasil, uma vez que são espécies agressivas e competitivas quando comparadas às plantas nativas. Tal fato normalmente impede o desenvolvimento destas últimas, ocupando seus espaços com grande facilidade e rapidez o que acarreta em amplo impacto no ecossistema e na modificação das fitofisionomias (PIVELLO, 2005; MARTINS, 2006).

É necessário introduzir em áreas como as de lixão, que possuem restos de resíduos provenientes dos mais diversos materiais, plantas capazes de se desenvolver rapidamente e produzir quantidades elevadas de massa e rápido desenvolvimento inicial possibilitando o recobrimento do substrato (TIMOSSI, 2005). Essa cobertura auxiliará na conservação da umidade, aumento da infiltração e teor de matéria orgânica, proporcionando significativas melhorias nas propriedades físicas e biológicas do solo (CORREIA, 2005).

Para propor o melhor método de recuperação a ser utilizado, inicialmente é necessário atentar-se para as potencialidades de auto-recuperação da área. Esse potencial está condicionado à presença de plântulas e brotações existente na área, ao banco de semente presente no solo, às sementes introduzidas na área resultante da vegetação vizinha e ao grau de impacto sofrido preliminarmente. (HARPER, 1977; WHITMORE, 1984).

Neste contexto, este estudo busca fornecer informações sobre o uso de diferentes métodos para controle e produção de biomassa de *Urochloa decumbes* (braquiária) e *Melinis minutiflora* (capim gordura), assim como a utilização de um *software* para análise da

percentagem de cobertura de espécies daninhas em área destinada a deposição de resíduos sólidos no passado que estejam em processo de recuperação. Para tanto, caminhos e metodologias para avaliação de gramíneas invasoras são apresentadas em dois artigos: 1 - Avaliação de diferentes tipos de métodos no controle de gramíneas invasoras em uma área degradada por resíduos sólidos; 2 – Estimativa da cobertura de gramíneas invasoras em área degradada de Cerrado por meio do *software* ImageJ.

O primeiro artigo apresenta um experimento que objetiva avaliar a eficiência de diferentes métodos de controle de *Urochloa decumbes* (Stapf) RD, Wabster e *Melinis minutiflora* P. Beauv. por meio de diferentes métodos assim como o seu controle. No segundo artigo objetiva-se estimar a percentagem da cobertura de gramíneas exóticas invasoras por meio do *software* ImageJ.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BARBOSA, L. M. Considerações Gerais e Modelos de Recuperação de Formações Ciliares. In: RODRIGUES, R. R.; LEITÃO FILHO, H. F. (Eds.). **Matas Ciliares: Conservação e Recuperação**. São Paulo: EDUSP, FAPESP. 2000.
- BELI, E.; NALDONI, C. E. P.; OLIVEIRA, A. C.; SALES, M. R.; SIQUEIRA, M. S. M.; MEDEIROS, G. A.; HUSSAR, G. J.; REIS, F. A. G. V. **Recuperação da área degradada pelo lixão areia branca de Espírito Santo do Pinhal – SP**. 2005. 136p.
- BUGIN, A. Introdução à recuperação de áreas degradadas. In: TEIXEIRA, E. C., PIRES, M. J. R. (coord). **Meio ambiente e carvão - Impactos da exploração e utilização**. Porto Alegre, FINEP/CAPES/PADCT/GTM/PUCRS/FEPAM, 2002. p.93-98.
- CARNEIRO, M. A. C.; CORDEIRO, M. A. S.; ASSIS, P. C. R.; MORAES, E. S.; PEREIRA, H. S.; PAULINO, H. B.; SOUZA, E. D. Produção de fitomassa de diferentes espécies de cobertura e suas alterações na atividade microbiana de solo de cerrado. **Bragantia**, v. 67, n. 2, p. 455-462, 2008.
- CARPANEZZI, A. A.; COSTA, L. G. S.; KAGEYAMA, P. Y.; CASTRO, C. F. A. Espécies pioneiras para recuperação de áreas degradadas: a observação de laboratórios naturais. In: Congresso Florestal Brasileiro, 6 – SBS/SBEF, **Anais...** Campos do Jordão, 1990, p. 216-221.

CORREIA, N. M. **Influência do tipo e quantidade de resíduos vegetais na emergência de plantas daninhas e na eficácia de herbicidas aplicados em pré-emergência na cultura da soja.** 2005. 180 p. Tese (Doutorado em Agronomia) –Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2005.

DE BAETS, S., POESEN, J., GYSSELS, G., KNAPEN, A. Effect of grass roots on the erodibility of top soils during concentrated flow. **Geomorphology**, 76: 54-67. 2006.

FULLEN, M. A.; CATT, J. A. **Soil management: problems and solutions.** Oxford: Oxford University Press, 2004. 269 p.

GYSSELS, G.; POESEN, J. The importance of plant root characteristics in controlling concentrated flow erosion rates. **Earth Surface Processes and Landforms**, 28: 371-384. 2003.

HARPER, J. L. **Population biology of plants.** New York: Academic, 1977, 892 p.

MARTINS C. R. **Caracterização e Manejo da Gramínea *Melinis minutiflora* P. Beauv. Capim Gordura: Uma espécie invasora do cerrado.** (Tese de Doutorado) Universidade de Brasília. Brasília, 145p. 2006.

MARTINS, S. V. **Recuperação de áreas degradadas: Ações em áreas de preservação permanente, voçorocas, taludes rodoviários e de mineração.** Viçosa, MG: Aprenda Fácil, 2009.270p.

PIVELLO, V. R. Invasões Biológicas no Cerrado Brasileiro: Efeitos da Introdução de Espécies Exóticas sobre a Biodiversidade. **Ecologia**. INFO 33. 2005.

REY, F.; BALLAIS, J. L.; MARRE, A.; ROVÉRA, G. **Rôle de la Végétation dans la protection contre l'érosion hydrique de surface.** *Comptes Rendus Geoscience*, v. 336, 991-998 p. 2004.

SIQUEIRA, J.O.; SOARES, C.R.F.S.; SILVA, C.A. Matéria orgânica em solos de áreas degradadas. In: SANTOS, G.A.; SILVA, L.S.; CANELLAS, L.P.; CAMARGO, F.A.O. (Eds) **Fundamentos da matéria orgânica do solo: ecossistemas tropicais & subtropicais.** 2ª Ed. Porto Alegre: Metropole, 2008. p.498-525.

TIMOSSI, P. C. **Manejo de plantas de cobertura e controle integrado de plantas daninhas no plantio direto da soja.** 2005. 100 p. Tese (Doutorado em Agronomia) –Universidade

Estadual Paulista, Jaboticabal, 2005.

UHL, C.; MURPHY, P. G. Composition, structure, and regeneration of a “tierra firme” forest in the Amazon Basin of Venezuela. **Tropical Ecology**, v. 22, n. 2, p. 219-237, 1981.

WHITMORE, T. C. **Tropical Rain Forest of the Far East**. 2. ed. Oxford: Oxford University Press, 1984. 352 p.

ZIEGLER, A. D., GIAMBELLUCA, T. W. Influence of revegetation efforts on hydrologic response and erosion, Kaho’olawe Island. Hawai’i. **Land Degradation & Development**, 9(3):189-206. 1998.

ARTIGO I – AVALIAÇÃO DE DIFERENTES MÉTODOS NO CONTROLE DE GRAMÍNEAS INVASORAS EM UMA ÁREA DEGRADADA POR DEPÓSITO DE RESÍDUOS SÓLIDOS

EVALUATION OF DIFFERENT WEEDING TYPES IN CONTROL OF INVASIVE GRASSES IN A DEGRADED OF SOLID WASTE DEPOSIT

Resumo

Objetiva-se neste estudo avaliar a eficiência do controle de gramíneas exóticas por meio de diferentes formas de controle em uma área degradada no município de Diamantina, Minas Gerais. Conduziu-se o trabalho por delineamento experimental em quatro blocos casualizados, subdivididos em dezesseis parcelas cada, nas quais foram aplicadas controle manual, mecânico, químico e químico+ mecânico. Após cem dias realizou-se coleta de biomassa de gramíneas exóticas regenerantes com auxílio de uma moldura de 1,0 x 1,0 m, totalizando em três amostras coletadas por parcela e quarenta e oito amostras por bloco. A biomassa fresca gerada foi pesada em laboratório, seca em estufa e pesada novamente. Os dados processados resultaram em uma variação de biomassa para os tipos controle. Obteve-se uma maior produção de biomassa fresca pelo controle mecânico, seguido pela combinação de método mecânico + químico. Os métodos químico e manual apresentaram menores valores de produção de biomassa fresca, sendo mais efetivos no controle das gramíneas invasoras. A produção de matéria seca não apresentou diferença significativa estatisticamente.

Palavras-chave: *Urochloa decumbes*, *Melinis minutiflora*, biomassa

Abstract

The objective of this study was to evaluate the exotic grass control efficiency through different forms of control in a degraded area in the city of Diamantina, Minas Gerais state. The work was conducted by experimental design in four randomized blocks, divided into sixteen portions each, in which were applied manual control, mechanical, chemical and chemical + mechanical. After a hundred days held collection of regenerants exotic grass biomass with a frame of 1.0 x 1.0 m, for a total of three samples per parcel and forty eight samples per block. Fresh biomass generated was weighed in the laboratory, kiln dried and weighed again. The processed data resulted in a biomass variation for the control types. The The higher fresh biomass was obtained by mechanical control, followed by a combination of mechanical + chemical method. Chemical

and manual methods had lower fresh biomass production values, being more effective in controlling invasive grasses. The production of dry matter did not show statistically significant difference.

Keywords: *Urochloa decumbes*, *Melinis minutiflora*, biomass

INTRODUÇÃO

O Brasil detém a maior biodiversidade do planeta (MMA, 1998), entretanto com o avanço de espécies invasoras aliada à falta de políticas efetivas em prevenção e controle, a invasão biológica pode ser considerada um dos maiores agentes das mudanças globais (MACK *et al.*, 2000). A fixação, adaptação e expansão de tais espécies proporcionam grandes mudanças nas funções de ecossistemas naturais (MARTINS *et al.*, 2004; PANETTA, TIMMINS, 2004; D'ANTÔNIO, MEYERSON, 2002; MACDONALD *et al.*, 1988), impedindo o restabelecimento das espécies nativas e trazendo impactos negativos e, conseqüentemente, ameaçando o funcionamento dos ecossistemas naturais e manutenção da diversidade (OGDEN, REJMÁNEK, 2005; PRIEUR-RICHARD, LAVOREL, 2000; BOSSARD *et al.*, 2000; MACK 1996), assim como mudanças em níveis de indivíduo, tamanho da população, estrutura, composição genética e da comunidade (BYERS *et al.*, 2001).

Informações disponibilizadas sobre a caracterização biológica, ecológica, de controle, erradicação e de recuperação de áreas invadidas por tais espécies ainda são incipientes (KLINK, 1994; MOROSINI, KLINK, 1997; FREITAS, 1999; PIVELLO *et al.*, 1999a) com exceção de estudos pioneiros conduzidos por Baruch *et al.*, (1985), Hughes *et al.*, (1991), D'Antonio; Vitousek (1992), Klink (1994), Durigan *et al.*, (1998), Baruch; Bilbao (1999), Pivello *et al.*, (1999a, 1999b), Baruch; William (2000), D'Antonio *et al.*, (2000). Entretanto, as gramíneas constituem-se como um dos principais tipos de vegetação que ocupam a camada superficial do solo, perfazendo cerca de 24% da área mundial. Sua fácil adaptação a condições particulares de vida, possibilita a aquisição de morfologia e estrutura especializadas possibilitando sua presença nos mais diversos ambientes (VIDAL; VIDAL, 2000).

As espécies de origem africana *Brachiaria decumbens* Staf., *Melinis minutiflora* P. Beauv. foram introduzidas para fins comerciais ou acidentalmente e passaram a ocupar grandes extensões deslocando espécies nativas devido a sua agressividade e poder competitivo, que consiste no desenvolvimento de um sistema abundante de raízes com crescimento em altas densidades, dificultando a competição por água e nutrientes por parte de outras espécies concorrentes (EITEN, GOODLAND, 1979; BARUCH *et al.*, 1985; PIVELLO *et al.*, 1999a, 1999b; BERTONI, LOMBARDI NETO, 2005; GONÇALVES, MELLO, 2000). Isto vem contribuindo na descaracterização de áreas naturais e mudanças da vegetação original (FILGUEIRAS *et al.*, 1994).

Neste sentido, o controle destas espécies é de extrema importância e se dá pela implantação de práticas de manejo do solo e cultural, e/ou de meios preventivos, mecânicos, biológicos e químicos visando a diminuição na competição de espécies invasoras com a finalidade do ressurgimento e estabelecimento de espécies endêmicas e nativas locais (BRACCINI, 2001). A análise de custos e estratégias de controle são relevantes, pois, embasam as tomadas de decisões garantindo que o manejo de ecossistemas naturais só seja executado quando os benefícios excederem os custos (KING *et al.*, 1998; BORN *et al.*, 2005).

O artigo objetiva avaliar a efetividade do uso de diferentes tipos de controle por meio de diferentes métodos, manual, mecânica e química sob gramíneas invasoras em uma área degradada.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi desenvolvido no período de julho de 2015 a março de 2016 em uma área de aproximadamente 1,0 ha situada no Campus Universitário Juscelino Kubitschek da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (Figura 1), situado na mesorregião do Alto Jequitinhonha, Serra do Espinhaço Meridional, porção Sudeste do município de Diamantina. A pesquisa foi conduzida no campo em uma área localizada nas coordenadas 18° 12'18.85"S de latitude e 43°34'9.12"O de longitude.

A altitude média é de 1.296 m e o clima é do tipo mesotérmico, com verões chuvosos e invernos secos, temperatura média entre 17,4°C e 19,8°C (GALVÃO e NIMER, 1965) e precipitação anual em torno de 1400 mm, distribuída em estações distintas: chuvosa (novembro a janeiro); seca (maio a setembro); e os demais meses, de transição.

As médias de temperatura e precipitação para o período do experimento foram compiladas na Figura 2, a partir de dados do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). A classe de solo predominante da área de estudo é o Neossolo Quartzarênico Órtico típico, cujas características principais são textura arenosa e estrutura em grãos simples, o que lhe confere elevada macro porosidade acarretando em baixa capacidade de saturação e de retenção de água disponível para as plantas.

MAPA DE LOCALIZAÇÃO:



Figura 1: Localização de Diamantina no estado de Minas Gerais e Imagem de satélite Digital Globe (2015) de parte do Campus JK da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, com localização dos 4 blocos experimentais. As cores dos círculos definem o tipo de método realizado em cada parcela: amarelo (método químico + mecânico); vermelho (método mecânico); azul (método manual) e branco (método químico).

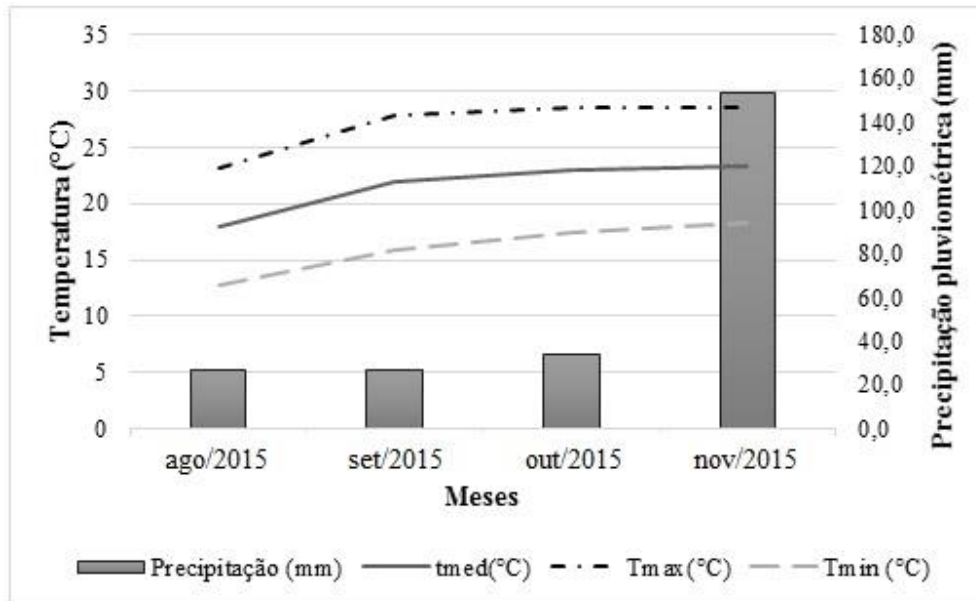


Figura 2: Precipitação (mm), temperatura (°C) média, mínima e máxima no período de avaliação do experimento. Fonte: INMET, 2016.

A cobertura vegetal típica desse pedoambiente é o cerrado rupestre e o campo rupestre, ecotipos adaptados a déficit hídrico sazonal, uma vez que suas espécies possuem sistema radicular adaptado a absorver água em grandes profundidades (STCP, 2004).

A área teve uso para destinação dos resíduos sólidos da área urbana da cidade de Diamantina, Minas Gerais, sendo desativado em 2002. Atualmente encontra-se em processo de recuperação. Após a desativação como aterro controlado houve uma preocupação na recomposição da vegetação e cobertura de possíveis sinais de erosão proveniente da exposição do substrato. Inicialmente foram introduzidas mudas ao acaso, na tentativa de formar núcleos de vegetação, das seguintes espécies: *Acacia mangium*, *Bauhinia variegata*, *Cedrela fissilis*, *Ceiba speciosa*, *Copaifera langsdorffii*, *Ficus bejamina*, *Jacaranda mimosifolia*, *Handroanthus impetiginosus*, *Handroanthus serratifolius*. Foram introduzidas espécies de gramíneas exóticas como *Urochloa decumbes* (Stapf) RD, Wabster e *Melinis minutiflora* P. Beauv.

Objetivando promover uma rápida cobertura do substrato (MACHADO, 2009). Atualmente as áreas nas quais foram alocados os blocos experimentais possuem nas adjacências, alguns núcleos de vegetação com presença de espécies arbóreas ruderais tais como *Psidium guajava* L., *Ricinus communis* L., *Vernonia polysphaera* Baker além de espécies nativas como *Eremanthus incanus* (Less.) Less, *Dalbergia miscolobium* Benth;

Stryphnodendron adstringens (Mart.) Coville, *Hymenaea stigonocarpa* Mart. ex Hayne, *Tabebuia ochracea* (Cham.) Standl. Entretanto, grosso modo, os blocos experimentais encontram-se mais descampados, com predominância de *Urochloa decumbes* (Stapf) RD, Wabster (braquiária) e *Melinis minutiflora* P. Beauv. (capim gordura), havendo presença de marcela do campo (*Achyrocline satureioides* Lam. DC.) e sida (*Sida glaziovii* K. Schum.).

A área em estudo apresentou um elevado número de gramíneas invasoras e se fez necessário a intervenção por meios de controle uma vez que tais gramíneas impediram o desenvolvimento do banco de sementes e competição direta com as espécies arbóreas ali estabelecidas, dificultando a interligação dos fragmentos, o que dificulta os processos de recuperação.

Para este trabalho foram estabelecidos quatro blocos com dimensões 16m x 40m (640 m²) com predominância de indivíduos de *Urochloa decumbes* (braquiária) e *Melinis minutiflora* (capim gordura). Cada bloco continha características distintas entre si mas apresentavam homogeneidade interna. Em cada um foram alocadas 16 parcelas com dimensões de 4m x 10 m (40 m²) as quais foram tratadas, de forma aleatória, pelos diferentes métodos: químico, manual, mecânico e um tratamento duplo (mecânico+ químico) (Figura 1c), com quatro repetições cada, na tentativa de controle das gramíneas.

O método químico foi efetuado com auxílio de um pulverizador costal pressurizado a CO₂ com capacidade de 20l modelo Jacto-PJH para a aplicação do herbicida glyphosate (*Roundup Original*[®], contendo 36% de glyphosate), na dosagem recomendada de 4,0 l/ha, com volume de solução de aproximadamente 7,5 litros de água por bloco (120 l/ha). O herbicida foi aplicado com as gramíneas estabelecidas no local que apresentavam cerca de 1m de altura em agosto de 2015. Para o método mecânico, foi utilizado roçadeira modelo KAWASHIMA TEKNA AL330TH motorizada à gasolina e para o método manual, enxada e rastelo.

O tempo gasto para cada método foi cronometrado para cada operação e suas repetições com o intuito de se obter uma média do tempo gasto durante o procedimento de cada método. A mão-de-obra necessária para aplicação dos tratamentos foi de duas pessoas para execução do método manual além de um operador de roçadeira e um técnico para aplicação do herbicida.

A eliminação dos indivíduos de *Urochloa decumbes* e *Melinis minutiflora* teve início

no mês de agosto de 2015. Para parcelas nas quais foi realizada o método manual, todos os indivíduos das espécies mencionadas foram retirados, deixando o substrato totalmente exposto. Já os indivíduos eliminados nas parcelas nas quais adotou-se os métodos mecânico e químico foram mantidos *in loco* com intuito de não expor o substrato.

A coleta das gramíneas regenerantes ocorreu cem dias após a conclusão dos métodos. Cada parcela foi subdividida em 3 subparcelas, totalizando em 48 subparcelas por bloco (Figura 1c). A coleta foi realizada utilizando-se de uma moldura quadrada de ferro com dimensões de 1,0 x 1,0 (Figura 3a,b) a fim de se obter valores médios por parcela e a sua representatividade como um todo.



Figura 3: a) fotografia de área da moldura de 1,0 x 1,0 em parcela com gramíneas regenerantes após 100 dias da conclusão do método mecânico e b) após a coleta para análise da biomassa.

As gramíneas foram cortadas rente ao substrato com o auxílio de tesoura e demais espécies foram mantidas no local. Após a coleta, o material fresco foi acondicionado em sacos de papel, pesado e posteriormente conduzido a estufa de circulação de ar forçada a 65°C durante 72 horas para obtenção do peso seco.

O delineamento experimental utilizado foi conduzido em blocos casualizados (DBC) com 4 blocos, 4 tratamentos e 4 repetições por bloco. Em cada uma das 16 parcelas de cada bloco foram coletadas 3 amostras, a média das amostras por parcela correspondeu a média de biomassa fresca (e seca), onde foram submetidos à análise de variância.

Para a separação dos contrastes de médias utilizou-se o teste de Tukey. Todas as análises estatísticas foram compiladas e analisadas com o auxílio do software R© Version

3.2.3.RESULTADOS E DISCUSSÃO

No que concerne ao tempo gasto para a execução dos métodos, a manual teve média de tempo de 120 min, seguido pelos métodos mecânico e químico, cujos tempos médios foram de 4 min e 2 min, respectivamente.

Após a execução dos diferentes métodos (manual, químico e mecânico), as plantas que emergiram livremente, sem interferência de nenhuma prática cultural, adição de fertilizantes ou irrigação, com o intuito de não influenciar seu desenvolvimento e sobrevivência.

O método manual, realizada em 16 parcelas no total, propiciou a exposição do substrato favorecendo o desenvolvimento dos bancos de semente e plântulas (Figura 4a). Durante todo o período de realização do experimento foi registrado 241mm de precipitação, dos quais 160 mm no mês de novembro de 2015 (Figura 2). Devido à baixa precipitação no período entre setembro e outubro não foi observado o desenvolvimento das plântulas (Figura 4b). Com o aumento da precipitação, em novembro, as plântulas não conseguiram competir com as gramíneas.



Figura 4: (a) Fotografia obtida no mês de setembro de 2015 em parcela onde foi realizado o método manual, no qual observa-se a regeneração na área de estudo; (b) regeneração morta devido à falta de pluviosidade em outubro de 2015.

No caso das parcelas nas quais realizou-se o método mecânico e químico o material resultante dos métodos foi mantido nas áreas para recobrimento do substrato evitando sua exposição, o que poderia contribuir na degradação da área, já fragilizada. A presença desse material impediu que a luz solar atingisse a superfície, o que evitou o desenvolvimento de plântulas oriundas do banco de sementes, como ocorreu nas parcelas do método manual.

Segundo Machado *et al.* (2013) o banco de semente da área em estudo é composto, em sua maioria, por espécies herbáceas com caráter invasor, com ausência de espécies arbustivo-arbóreas. Portanto, com o aumento da precipitação no mês de novembro, houve condições adequadas para o desenvolvimento do banco de sementes com predominância da regeneração pelas gramíneas exóticas, dificultando o processo de sucessão ecológica da área de estudo.

A tabela 1 apresenta sintetizada os dados avaliados: para (i) produção de biomassa fresca (bf) referente peso inicial pós coleta aos 100 dias e (ii) biomassa seca (bs), relativa ao peso pós processo de secagem do material, obtidas em resposta aos diferentes tipos de métodos.

Tabela 1: Quantificação de biomassa fresca (bf) e seca (bs) de *Urochloa decumbes* e *Melinis minutiflora* obtida nas parcelas com diferentes tipos de tratamento (manual, mecânico, químico e químico+mecânico) após 100 dias do início do experimento nos quatro blocos.

	BIOMASSA FRESCA (100 DIAS)				BIOMASSA SECA (100 DIAS)			
	BLOCO 1	BLOCO 2	BLOCO 3	BLOCO 4	BLOCO 1	BLOCO 2	BLOCO 3	BLOCO 4
MÉTODO MANUAL								
Média do tratamento manual por bloco (Kg/ha)	1.488,33	1.278,92	2.716,50	3.287,25	600,67	476,17	787,25	937,42
Média total do tratamento manual (Kg/ha)	2.192,75				700,38			
Peso total (biomassa) por bloco (Kg/ha)	17.860,00	15.347,00	32.598,00	39.447,00	7.208,00	5.714,00	9.447,00	11.249,00
Somatório do peso total do tratamento (biomassa) (Kg/ha)	105.252,00				33.618,00			
MÉTODO MECÂNICO								
Média do tratamento mecânico por bloco (Kg/ha)	3.956,17	2.892,75	2.726,00	3.420,00	1.780,25	648,33	944,67	920,33
Média total do tratamento mecânico (Kg/ha)	3.248,73				1.073,40			
Peso total (biomassa) por bloco (Kg/ha)	47.474,00	34.713,00	32.712,00	41.040,00	21.363,00	7.780,00	11.336,00	11.044,00
Somatório do peso total do tratamento (biomassa) (Kg/ha)	155.939,00				51.523,00			
MÉTODO QUÍMICO								
Média do tratamento químico por bloco (Kg/ha)	1.422,08	609,08	2.170,92	1.332,92	687,00	105,17	716,33	366,42
Média total do tratamento químico (Kg/ha)	1.383,75				468,73			
Peso total (biomassa) por bloco (Kg/ha)	17.065,00	7.309,00	26.051,00	15.995,00	8.244,00	1.262,00	8.596,00	4.397,00
Somatório do peso total do tratamento (biomassa) (Kg/ha)	66.420,00				22.499,00			
MÉTODO QUÍMICO + MECÂNICO								
Média do tratamento químico + mecânico por bloco (Kg/ha)	2.369,83	2.208,92	2.889,83	3.405,58	944,92	468,17	762,75	914,92
Média total do tratamento químico + mecânico (Kg/ha)	2.718,54				772,69			
Peso total (biomassa) por bloco (Kg/ha)	28.438,00	26.507,00	34.678,00	40.867,00	11.339,00	5.618,00	9.153,00	10.979,00
Somatório do peso total do tratamento (biomassa) (Kg/ha)	130.490,00				37.089,00			

A menor produção de bf e bs foi encontrada nas dezesseis parcelas (dos quatro blocos) tratadas pelo método químico, com valores totais de bf de 66.420,00 Kg/ha e bs de 22.499,00 Kg/ha, seguido pelas parcelas de método manual, que apresentaram bf de 105.192,75 Kg/ha e bs de 33.618,00 Kg/ha (Tabela 1, Figura 5).

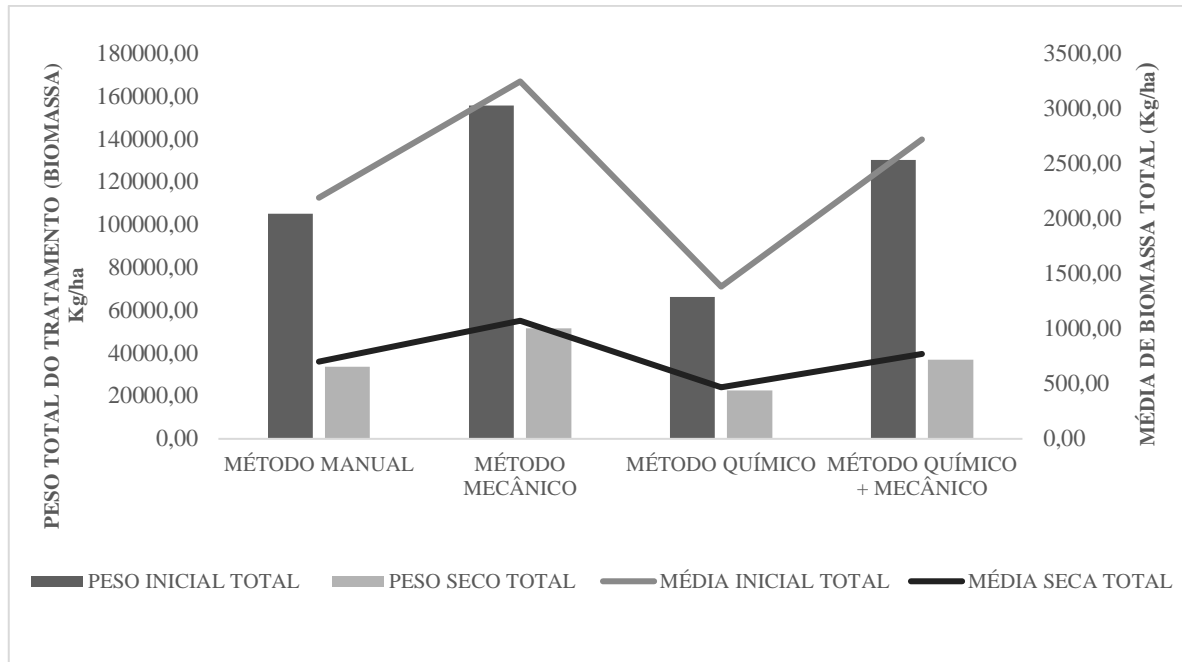


Figura 5: Valores de biomassa total e valores médios de biomassa fresca e biomassa seca de *Urochloa decumbes* e *Melinis minutiflora* para os diferentes tipos de métodos executados neste trabalho durante os 100 dias.

A maior quantidade de biomassa gerada foi oriunda das dezesseis parcelas nas quais se executou a método mecânico, com valores bf de 155.939,00 Kg/ha e bs de 51.523,00 Kg/ha seguida pelas parcelas nas quais houve os métodos conjugados mecânico + químico com valores de bf e bs de 130.490,00 Kg/ha e 37.089,00 Kg/ha respectivamente (Tabela 1, Figura 5).

O método mecânico + químico apresentou uma maior média total de bf e bs de 2.718,54 Kg/ha e 772,69 Kg/ha por tratamento. Parcelas nas quais realizou-se o método químico obtiveram a menor média com 1.383,75 Kg /ha de bf e 468,73 Kg /ha de bs (Tabela 1, Figura 5).

A análise de variância dos dados foi realizada pelo Teste F, cujos valores encontrados apontam para uma diferença significativa entre os tratamentos no período estudado (Tabela 2). No teste de comparação de médias usando Tukey a 5% de significância constata-se que o método mecânico apresenta maior média de biomassa produzida. Valor encontrado para as áreas nas quais adotou-se o método química foi o que apresentou a menor média, diferindo dos demais (Tabela 3).

Tabela 2: Valores de F referentes à variável a biomassa fresca

FV	GL	Quadrados médios
		Biomassa
Tratamento	3	25292,1*
Bloco	3	9297,5
Resíduo	9	3390,1
CV (%)		24,4

FV: Fonte de Variação; GL: Graus de Liberdade; CV: Coeficiente de Variação; * Diferença significativa a 5% de significância.

Tabela 3: Teste de médias da produção de biomassa por meio do teste de Tukey a 5%

	Médias dos tratamentos
Método manual	219,27 ab
Método mecânico	324,87 a
Método químico	138,37 b
Método químico + mecânico	271,87 a

Médias seguidas por mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de significância.

Os valores obtidos com a quantificação da biomassa seca não apresentaram diferença significativa nas médias encontradas como observado na Tabela 4.

Tabela 4: Valores de F referentes à variável biomassa seca

FV	GL	Quadrados médios
		Biomassa
Tratamento	3	2493,3 ^{NS}
Bloco	3	1428,1
Resíduo	9	910,3
CV (%)		39,9

FV: Fonte de Variação; GL: Graus de Liberdade; CV: Coeficiente de Variação; ^{NS} Diferença não significativa a 5% de significância.

Verifica-se na figura 6 os valores referentes às médias de bf (Figura 6a) e bs (Figura 6b) por bloco. Os resultados mantiveram conexos a todas as análises, demonstrando que o método químico obteve menor produção de biomassa e maior controle de gramíneas exóticas após os 100 dias, resultado oposto foram observados quando utilizou-se do método mecânico sendo o seu controle inferior entre os métodos utilizados.

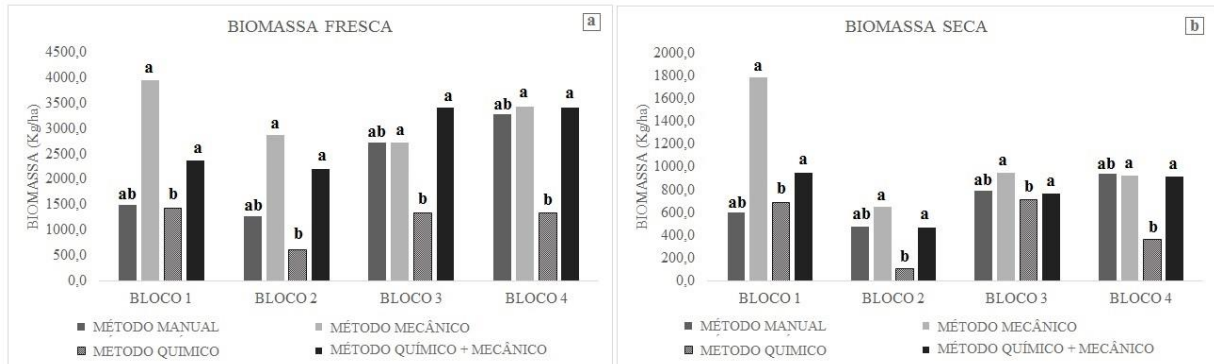


Figura 6: a) Valores médios de bf (Kg/m²); b) Valores médios de bs (Kg/m²) de *Urochloa decumbes* e *Melinis minutiflora* por bloco experimental; Estatisticamente a letra “a” corresponde ao tratamento que mais se destacou na produção de biomassa, “ab” refere-se aos tratamentos que ocupa um comportamento intermediário e letra “b” o que obteve menor produção de biomassa e maior controle.

É possível constatar, portanto, a melhor eficácia de controle das gramíneas para o método químico, uma vez que produziu menor quantidade de biomassa no período de 100 dias em comparação aos demais tipos de métodos. Soma-se, a isto, o fato da necessidade de menor mão de obra e tempo para execução.

Há diversos tipos de herbicida cujas particularidades são voltadas para a forma de ação sobre a planta e ambiente aplicado. A utilização do glyphosate (sistêmico) é a mais indicada em locais e situações são semelhantes ao presente estudo, devido sua ação de controle ao ser absorvido pela planta, uma vez que transloca-se ao seu sítio de ação (GWYNNE; MURRAY, 1985). Geralmente após o efeito do herbicida ocorre a morte da planta e dessecação do material proporcionando a cobertura do solo e condições propícias à germinação de novas espécies presentes no banco de sementes. A utilização de herbicidas de ação distinta do glyphosate, como o paraquat (contato), que só atuam no contato com planta podem comprometer no controle de gramíneas invasoras.

Diversos são os trabalhos que obtiveram êxito utilizando o método químico, sendo esse tipo de controle recomendado e executado na maioria das vezes em grandes áreas abertas que possui geralmente um maior potencial de reinfestação de gramínea (MANTOANI *et al.*, 2016). Segundo o autor supracitado o custo da utilização do controle químico é 34,1% inferior se comparado ao tratamento com roçagem. Estas intervenções quando sucessivas proporciona uma redução na infestação, conseqüentemente favorece a diminuição dos custos devido a menor quantidade de herbicida utilizado. Portanto considerações como essa explicam, por exemplo, o fato de empresas de reflorestamento preferirem tratamentos químicos. De acordo com Bossard *et al.* (2000) a utilização de herbicidas é considerada uma ferramenta extremamente eficiente matando e inibindo o crescimento das plantas daninhas se comparadas com as outras técnicas utilizadas no presente estudo. O glifosato utilizado é uma das moléculas herbicidas mais estudadas no mundo, possuindo uma das maiores bases de dados a respeito de pesticidas e seu uso quando em doses recomendadas não causa danos ao ambiente (GIESY *et al.*, 2000; WILLIAMS *et al.*, 2000) sendo uma das poucas alternativas para controle de gramíneas no cerrado brasileiro (PIVELLO, 1992; DURIGAN *et al.*, 1998).

Por outro lado, o controle químico pode tornar-se oneroso e requer cuidado uma vez que a utilização de herbicidas em períodos contínuos na mesma área pode favorecer o estabelecimento de espécies de plantas daninhas resistentes (COBUCCI *et al.* 1999). Em áreas próximas a fragmentos de vegetação é recomendada a substituição da aplicação de herbicida por plantios de cobertura pelo plantio de espécies de rápido crescimento inicial e elevada produção de biomassa, que atuarão no sombreamento da área e conseqüentemente de espécies daninhas, levando à sua morte (DAROLT; SKORA NETO, 2002).

Os demais tipos de métodos utilizados no presente estudo (mecânica e manual) possibilitam o corte rente ou a retirada completa do material atuando na modificação ou remoção da cobertura vegetal, práticas que podem acarretar em uma exposição intensa do substrato e levar a intensificação de processos erosivos. Ademais, podem favorecer a chegada de espécies invasoras e a germinação de plantas daninhas (RICHARDSON *et al.*, 2000; MUNÕZ-ROBLES *et al.*, 2010). Uma alternativa seria a intensificação do controle manual em pequenas áreas nos períodos iniciais de desenvolvimento de espécies invasoras. Sales (1991) verificou que o controle de plantas daninhas no período de 30 e 40 dias após emergir, proporcionou uma redução de 45,1 e 84,0% no acúmulo da matéria seca das espécies invasoras comparadas a uma área testemunho sem método de controle. Tal ação reduz a quantidade de biomassa e a exigência de mão-de-obra diminuindo os custos e garantindo a

eficácia da prática executada.

O método mecânico e mecânico + químico geraram acúmulo de resíduos vegetais em suas parcelas (Figura 7). Este material pode influenciar de forma antagônica no desenvolvimento do banco de sementes; podem levar a um aumento de umidade e diminuição da temperatura superficial, mas por outro lado, podem funcionar como barreiras físicas, danos mecânicos, estiolamento além de liberar substâncias com propriedades alelopáticas, fatores que impedem o desenvolvimento de outras espécies assim como a obstrução da passagem de luz até o substrato (CORREIA; REZENDE, 2002; FERREIRA, 2009).



Figura 7: Material proveniente do método químico dias após a aplicação do glyphosato.

Além disso, a presença desse resíduo pode ser um agravante para áreas de aterro controlado desativado, como o caso da área de estudo, devido ao risco de incêndio ocasionado pelo material seco, uma vez que a decomposição dos diversos tipos de resíduos sólidos é intensa, liberando concentrações significativas do gás metano para o ambiente, o que pode ocasionar em uma maior concentração de material inflamável.

Observações apontadas por Heringer; Jacques (2002) também devem ser levadas em conta para o controle de espécies invasoras. Para o autor, o uso do método mecânico deve coincidir com o florescimento das espécies daninhas por ser o período que suas reservas são convertidas para a produção de sementes. Esta ação limita as chances de rebrota da planta, auxiliando no controle esperado. É necessário, portanto, o conhecimento do período em que a

espécie encontra-se no seu ápice de crescimento, o que acarretará na diminuição da infestação de gramíneas e, em alguns casos, reduzindo ou dispensando a utilização de tratamentos culturais.

Simultaneamente ao controle das espécies invasoras é necessário que sejam introduzidas espécies nativas com potencial para revegetação, o que implicará em processos gradativos para manutenção da biodiversidade local, assim como expansão das fontes naturais de diversidade genética (MOREIRA, 2002). Estudo realizado por Pereira *et al.* (2015) em áreas degradadas por mineração, a cerca de 1 km da área de estudo, apresenta dados de vegetação colonizadora que indicam que tais ambientes ainda são considerados com baixa riqueza florística, quando comparado a estudos realizados na região. Os autores encontraram espécies tais como *Baccharis elliptica*, *Calliandra* sp., *Cunila* sp, *Eremanthus erythropappus*, *Eremanthus incanus*, *Tibouchina candolleana* e *Trembleya* cf. *parviflora* que ocorreram concomitantemente em três ambientes degradados e que, inclusive, já existem na área do presente estudo. Estas plantas colonizadoras, em conjunto com as espécies exóticas introduzidas, possibilitarão a recomposição da vegetação de forma a contribuir no sombreamento da área evitando, assim, a proliferação acentuada das gramíneas exóticas.

Sendo assim, torna-se necessário uma avaliação continuada das áreas em estudo e a utilização de medidas necessárias para controle de gramíneas invasoras de forma a minimizar sua competição direta com espécies nativas. Neste sentido, por se tratar de uma área pequena, dentre os métodos utilizados nesse estudo, o método manual ainda é o mais indicado devido a retirada completa do material apesar de exigir um maior esforço e tempo do executor e a inserção de espécies pioneiras poderia atuar também no controle de tais gramíneas a médio prazo.

Na busca por maior eficiência de utilização de métodos para controle de gramíneas é indispensável estudos ainda mais detalhados de outros métodos e outras maneiras de controle. Diversos são os fatores que podem influenciar a resposta de controle dessas espécies invasoras, principalmente em áreas de depósitos de resíduos sólidos, onde a área apresenta enorme variação no seu todo devido aos diferentes materiais depositados e estágios de decomposição, que interferem diretamente nas propriedades do substrato e que muitas vezes ao ser incorporado com certos elementos torna-se irreversível a sua resiliência, tornando o local impróprio para desenvolvimento de quaisquer espécies e dificultando o processo de recomposição da vegetação nesses locais.

CONCLUSÃO

Dentre os diferentes tipos de métodos utilizados no controle das gramíneas exóticas, o mais eficaz para a área degradada analisada neste estudo foi o método químico, uma vez que apresentou menor quantidade de biomassa produzida enquanto que o método mecânico apresentou menor controle e maior produção de biomassa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARUCH, Z.; LUDLOW, M. M.; DAVIS, R. Photosynthetic responses of native and introduced C4 grasses from Venezuelan savannas. **Oecologia**, v. 67, n. 3, p. 388-393, 1985.

BARUCH, Z.; BILBAO, B. Effects of fire and defoliation on the life history of native and invader C4 grasses in a Neotropical savanna. **Oecologia**, v. 119, n. 4, p. 510-520, 1999.

BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. **Conservação do Solo**. 5. ed. São Paulo: Ícone, 355 p, 2005.

BORN, W.; RAUSCHMAYER, F.; BRÄUER, I. Economic evaluation of biological invasions a survey. **Ecological Economics**, v. 55, n. 3, p. 321-336, 2005.

BOSSARD, C.C.; RANDALL, J.M.; HOSHOVSKY, M., C. (eds). **Invasive plants of California's wildlands**. Berkeley, Califórnia: University of California Press. 360p, 2000.

BRACCINI, A. L. Banco de sementes e mecanismo de dormência em sementes de plantas daninhas. In: OLIVEIRA JR, R. S.; CONSTANTIN, J. **Plantas Daninhas e seu manejo**. Guaíba: Agropecuária, 2001, p. 59-102.

BYERS, J. E.; REICHARD, S.; RANDALL, J. M.; PARKER, I. M.; SMITH, C. S.; LONSDALE, W. M. Directing research to reduce the impacts of nonindigenous species. **Conservation Biology**, v. 16, n. 3, p. 630-640, 2002.

COBUCCI, T.; DI STEFANO, J. G.; KLUTHCOUSKI, J. **Manejo de plantas daninhas na cultura do feijoeiro em plantio direto**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 1999. 56p. (Circular Técnica, 35).

CORREIA, N. M.; REZENDE, P. M. **Manejo integrado de plantas daninhas na cultura da soja**. Lavras: editora UFLA, 2002. 55p. (Boletim Agropecuário, 51).

DAROLT, M. R.; SKORA NETO, F. Sistema de plantio direto em agricultura orgânica. **Revista Plantio Direto**, v. 70, p. 28-31, 2002.

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

DURIGAN, G.; CONTIERI, W. A.; FRANCO, G. A. D. C.; GARRIDO, M. A. Indução do processo de regeneração da vegetação de cerrado em áreas de pastagem, Assis, SP. **Acta Botanica Brasilica**, v. 12, n. 3, p. 421-429, 1998.

EITEN, J.; GOODLAND, R. Ecology and management of semi-arid ecosystems in Brazil. WALKER B.H. (ed.) **Management of semi-arid Ecosystems**. Amsterdam: Elsevier Scientific Publishing Company. 1979.

FERREIRA, M. C. **Manejo de coberturas vegetais de inverno e de herbicidas no controle das plantas daninhas na cultura da soja em plantio direto**. 2009. 97 f. Tese (Doutorado em Agronomia). Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2009.

FILGUEIRAS, T. S.; NOGUEIRA, P. E.; BROCHADO, A. L.; GUALA II, G. F. Caminhamento: um método expedito para levantamentos florísticos qualitativos. **Cadernos de Geociências**, v. 12, n. 1, p. 39-43, 1994.

FREITAS, G. K. **Invasão biológica do capim-gordura (*Melinis minutiflora* Beauv) em um fragmento de cerrado (A.R.I.E Cerrado Pé-de-Gigante, Santa Rita do Passa Quatro)**. 1999. 152f. **Dissertação (Mestrado em Biociências)** - Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1999.

GIESY, J. P.; DOBSON, S.; SOLOMON, K. R. Ecotoxicological risk assessment for Roundup® herbicide. In: **Reviews of environmental contamination and toxicology**. 167, 2000. p. 35-120.

GONÇALVES, J. L. M.; MELLO, S. L. M. O sistema radicular das árvores. In: **Nutrição e fertilização de florestas**. Piracicaba: IPEF, 2000. cap.8, p. 221-267.

GWYNNE, D.C.; MURRAY, R.B. **Weed biology and control in agriculture and horticulture**. London: Batsford Academic and Educational, 1985. 258p.

HERINGER, I.; JACQUES, A. V. Á. Acumulação de forragem e material morto em

pastagem nativa sob distintas alternativas de manejo em relação às queimadas. **Revista Brasileira Zootecnia.**, v. 31, n. 2, p.599-604. 2002.

HUGHES, F.; VITOUSEK, P. M.; TUNISON, T. Alien grass invasion and fire in the seasonal submontane zone of Hawai'i. **Ecology**, v. 72, n. 2, p. 743-747, 1991.

KING, R. P.; SWINTON, S. M.; LYBECKER, D. W.; ORIADE, C. A. The economic of weed control an the value of weed management information. In: HATFIELD, J.L.; BUHLER, D.D.; STEWART, B.A. (eds). **Integrated Weed and Soil Management**, p. 25-41, 1998.

KLINK, C. A. Effects of clipping on size and tillering of native and African grasses of the Brazilian savannas (the cerrado). **Oikos**, v. 70, p. 365-376, 1994.

MACHADO, V. M.; SANTOS, J. B.; PEREIRA, I. M.; LARA, R. O.; CABRAL, C. M.; AMARAL, C. S. Evaluation of the seed bank in a campestre cerrado area under recovery. **Planta Daninha**, v. 31, n. 2, p. 303-312, 2013.

MACHADO, V. M. **Avaliação da influência da compactação do solo e da cobertura de gramíneas na dinâmica da regeneração natural em uma área em processo de recuperação no município de Diamantina–MG.** 2009. 148p. Trabalho de conclusão de curso (Engenharia Florestal) – Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri. Diamantina, 2009.

MACDONALD, I.A.W.; POWRIE, F.J.; SIEGFRIEND, W.R. The differential invasions of southern African's biomes and ecosystems by alien plants and animals. In: MACDONALD, I.A.W.; KRUGER, F.J.; FERRAR A.A. (eds). **The ecology & management of biological invasions in Southern Africa.** Cape Town: Oxford University Press, 1986. p. 209-225.

MACK, R. N. Predicting the identity and fate of plant invaders: emergent and emerging approaches. **Biological conservation**, v. 78, n. 1, p. 107-121, 1996.

MACK, R. N.; SIMBERLOFF, D.; MARK LONSDALE, W.; EVANS, H.; CLOUT, M.; BAZZAZ, F. A. Biotic invasions: causes, epidemiology, global consequences,

and control. **Ecological applications**, v. 10, n. 3, p. 689-710, 2000.

MARTINS, C. R.; LEITE, L. L.; HARIDASAN, M. Capim-gordura (*Melinis minutiflora* P. Beauv.), uma gramínea exótica que compromete a recuperação de áreas degradadas em unidades de conservação. **Revista Árvore**, v. 28, n. 5, p. 739-747, 2004.

MMA (Ministério do Meio Ambiente). **Primeiro relatório nacional para a Conservação sobre Diversidade Biológica**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente (MMA), 1998.

MANTOANI, M. C.; DIAS, J.; TOREZAN, J. M. D. Roçagem e aplicação de herbicida para controle de *Megathyrus maximus*: Danos sobre a vegetação preexistente em um reflorestamento de 20 anos. **Ciência Florestal**, v. 26, n. 3, p. 839-851, 2016.

MOREIRA, M. A. **Modelo de plantio de florestas mistas para a recuperação de Mata Ciliar**. 2002. 99p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

MOROSINI, I.B.; KLINK, C. A. Interferência do capim-gordura (*Melinis minutiflora* Beauv) no desenvolvimento de plântulas de embaúba (*Cecropia pachystachya* Trécul). In: LEITE, L.L.; SAITO, C.H. (eds) **Contribuição ao conhecimento ecológico do Cerrado**. Brasília: Universidade de Brasília, p. 82-86, 1997.

MUÑOZ-ROBLES, C.; REID, N.; FRAZIER, P.; TIGHE, M.; BRIGGS, S. V.; WILSON, B. Factors related to gully erosion in woody encroachment in south-eastern Australia. **Catena**, v. 83, n. 2, p. 148-157, 2010.

NEVES, S.C.; ABREU, P.A.A.; FRAGA, L.M.S. Fisiografia. IN: SILVA, A. C., PEDREIRA, L. C. V. S. F.; ABREU, P. A. A. (Eds.). **Serra do Espinhaço Meridional: Paisagens e Ambientes**. Belo Horizonte: O Lutador. 45-58. 2005.

OGDEN, J. A. E.; REJMÁNEK, M. Recovery of native plant communities after the control of a dominant invasive plant species, *Foeniculum vulgare*: implications for management. **Biological Conservation**, v. 125, n. 4, p. 427-439, 2005.

PANETTA, F. D.; TIMMINS, S. M. Evaluating the feasibility of eradication for terrestrial weed incursions. **Plant Protection Quarterly**, v. 19, n. 1, p. 5-11, 2004.

PEREIRA, I. M.; GONZAGA, A. P. D.; MACHADO, E. L. M.; OLIVEIRA, M. L. R.; MARQUES, I. C. Estrutura da vegetação colonizadora em ambiente degradado por extração de cascalho em Diamantina, MG. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 35, n. 82, p. 77-88, 2015.

PIVELLO, V.R. **An expert system for the use of prescribed fires in the management of Brazilian savannas**. Tese de Doutorado. Imperial College of Science Technology and Medicine, University of London, U.K. 1992.

PIVELLO, V. R.; CARVALHO, V. M. C.; LOPES, P. F.; PECCININI, A. A.; ROSSO, S. Abundance and distribution of native and alien grasses in a “Cerrado” (Brazilian Savanna) biological reserve1. **Biotropica**, v. 31, n. 1, p. 71-82, 1999a.

PIVELLO, V.R.; SHIDA, C.N.; MEIRELLES, S.T. Alien grasses in Brazilian savannas: a treat to the biodiversity. **Biodiversity & Conservation**, v. 8, n. 9, p. 1281-1294, 1999b.

PRIEUR-RICHARD, A. H.; LAVOREL, S. Invasions: the perspective of diverse plant communities. **Austral Ecology**, v. 25, n. 1, p. 1-7, 2000.

R Core Team. R: A language and environment for statistical computing, R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria, 2015. URL <https://www.R-project.org/>.

RICHARDSON, D. M.; PYŠEK, P.; REJMÁNEK, M.; BARBOUR, M. G.; PANETTA, F. D.; WEST, C. J. Naturalization and invasion of alien plants: concepts and definitions. **Diversity and distributions**, v. 6, n. 2, p. 93-107, 2000.

STCP ENGENHARIA DE PROJETOS LTDA. **Plano De Manejo Do Parque Estadual Do Biribiri. Planejamento Da Unidade De Conservação**. Volume I e II – Encarte 1. SDS-02/02 - Revisão Final. Curitiba – PR: Setembro, 2004.

SALES, J.L. **Determinação do período de interferência e integração de práticas culturais com herbicidas no controle de plantas daninhas na cultura do milho (*Zea mays* L.)**. 1991. 151p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 1991.

VIDAL, W. N.; VIDAL, M. R. R. **Botânica organografia**. 3.ed. Viçosa,

Universidade Federal de Viçosa. 1995. 114p.

WILLIAMS, D. G.; BARUCH, Z. African grass invasion in the Americas: ecosystem consequences and the role of ecophysiology. **Biological invasions**, v. 2, n. 2, p. 123-140, 2000.

WILLIAMS, G. M.; KROES, R.; MUNRO, I.C. Safety evaluation and risk assessment of the herbicide Roundup and its active ingredient, glyphosate, for humans. **Regulatory Toxicology and Pharmacology**, v. 31, n. 2, p. 117-165, 2000.

**ARTIGO II – ESTIMATIVA DA COBERTURA DE GRAMÍNEAS
INVASORAS EM ÁREA DEGRADADA DE CERRADO POR MEIO DO
SOFTWARE IMAGEJ**

**ESTIMATING COVER OF INVASIVE GRASSES IN SAVANNA DEGRADED
AREA THROUGH THE IMAGEJ SOFTWARE**

Resumo

Objetiva-se neste estudo avaliar a cobertura de gramíneas em uma área de Cerrado em recuperação no município de Diamantina, Minas Gerais, Brasil, que passou por diferentes métodos para controle de gramíneas invasoras. Utilizou-se o *software* ImageJ para processar e analisar imagens em parcelas de blocos experimentais após cem dias dos métodos. Os dados processados pelo *software* resultaram em nítida variação entre os diferentes métodos, com menor porcentagem de cobertura quando se utilizou controle químico, seguido pelo método manual. O método mecânico e tratamento químico + mecânico apresentaram os maiores percentuais de cobertura das espécies invasoras estatisticamente.

Palavras-chave: métodos não destrutivos, *Urochloa decumbes*, *Melinis minutiflora*

Abstract

Objective of this study was to evaluate grass cover in a Cerrado area of recovery in the city of Diamantina, Minas Gerais, Brazil, which went through different methods to control invasive grasses. We used the ImageJ software to process and analyze images in experimental plots blocks of the methods after a hundred days. The data processed by the software resulted in sharp variance among the different methods, with a lower percentage of coverage when using chemical control, followed by the manual method. The mechanical method and chemical + mechanical treatment showed the highest percentage of coverage of invasive species statistically.

Keywords: non-destructive methods, *Urochloa decumbes*, *Melinis minutiflora*

INTRODUÇÃO

A progressiva perda da biodiversidade dos ecossistemas por processos antrópicos tem gerado preocupações, sendo, portanto, necessário utilizar práticas a fim de recuperar áreas degradadas (ALMEIDA *et al.*, 2011). Em algumas situações, o desmatamento não ordenado deu lugar a pastagens que, pela falta de manejo, evoluíram para áreas pouco produtivas, com forrageiras em baixa produção, mas suficiente para impedir o desenvolvimento de nova vegetação (PERON, EVANGELISTA, 2004). Por outro lado, espécies da família das gramíneas (Poaceae) têm sido recomendadas em processos iniciais de recuperação de tais áreas, uma vez que exercem um papel fundamental na cobertura do terreno, assim como na reconstituição de características físicas, químicas e biológicas do substrato (FAGERIA *et al.*, 1991; NOVÁK; PRACH, 2003).

É comum o uso de espécies conhecidas popularmente como braquiária em processos de recuperação de áreas degradadas por serem perenes, resistentes, possuírem elevada produção de biomassa e adaptabilidade aos mais diversos ambientes (JAKELAITIS *et al.*, 2004). Possuem elevada habilidade competitiva comparadas a espécies nativas, sobrevivendo e reproduzindo nas mais diversas condições de estresse ambiental. Além disso são de fácil disseminação e rápido crescimento (BRIGHENTI, 2001).

Tais características incorporam em uma área degradada a necessidade de um controle eficaz ao longo do tempo uma vez que dificultam o estabelecimento de plantas nativas e competição direta de espécies vegetais mais exigentes (BAGGIO; CARPANESSI, 1987).

A análise da cobertura do substrato e/ou solo é empregada no processo de recuperação de uma área, seja quanto à dosagem adequada de aplicações de defensivos seja para controle de erosão acelerando quando o solo apresenta-se exposto ou, ainda, quanto à competição entre plantas daninhas e espécies presentes (WILHELM *et al.*, 2000). Tal análise deverá levar em consideração, para sua execução, o tamanho da área e objetivo da pesquisa, disponibilidade de material (plantas, mão-de-obra, equipamentos necessários, dentre outros) e o tipo e histórico de degradação, com o intuito de evitar transtornos no comprometimento do trabalho realizado.

Estimativas do percentual de cobertura de um substrato podem ser obtidas por diferentes métodos, sendo os mais usuais divididos em duas classes: métodos destrutivos e não destrutivos. O primeiro utiliza-se de amostras coletadas em campo e tem como características principais a rapidez e precisão. O segundo não necessita de amostras físicas do material e demandam de acompanhamento do crescimento e desenvolvimento das espécies *in loco*, tratando-se, portanto, de uma vantagem ao se manter a integridade dos indivíduos analisados ao longo do tempo (MARTIN *et al.*, 2013).

Há várias formas de quantificar as variáveis que influenciam a cobertura de um substrato e faz-se necessário comparações entre os diversos métodos avaliativos visando uma melhor precisão para resultados. Softwares de análise de imagem constituem importantes ferramentas auxiliares neste sentido (DIAS, 2008). Imagens digitais têm sido adquiridas com boa resolução de maneira fácil e rápida, por meio de câmeras digitais disponíveis no mercado (RICHARDSON *et al.*, 2001). Tais imagens utilizadas em softwares permitem quantificação de variáveis, que consiste em obter informações numéricas da imagem que vem fornecendo resultados precisos e com relativa facilidade nas mais diversas áreas de conhecimento (TAVARES-JÚNIOR *et al.*, 2002).

O software Image Processing and Analysis In Java (ImageJ) é uma ferramenta para processamento e análise de imagens. Com o software é possível editar, exibir e analisar em diversos formatos (extensões) e tem apresentado resultados satisfatórios em diversos tipos de análises (LAURECEN; CHROMY, 2010). Para a análise de cobertura do substrato por gramíneas é interessante utilizar métodos não destrutivos, pois há necessidade de acompanhamento de crescimento e proliferação de espécies sem necessidade da retirada de indivíduos.

Neste trabalho a aplicação de um método não destrutivo, com uso de imagens digitais analisadas pelo software ImageJ, objetivam auxiliar no entendimento do comportamento de gramíneas em área de Cerrado degradada no município de Diamantina, Minas Gerais, permitindo a avaliação de diferentes tipos de métodos entre manual, mecânico e químico. A utilização de ferramentas/software voltados para a análise de imagens científicas é comumente utilizada em diversas áreas da ciência, muitos deles de acesso livre e/ou uso gratuito, que proporcionam um menor custo final à pesquisa.

O ImageJ é um destes softwares gratuitos, criado por Wayne Rasband (National Institutes of Health, EUA), utilizado em diversas áreas de conhecimento tais como astronomia, ciência de materiais, pedologia, climatologia, imagiologia médica e cristalografia (SCHNEIDER *et al.*, 2012). Seu uso nas Ciências Agrárias resume-se à análise foliar (MARTIN *et al.*, 2008; SOMAVILLA *et al.*, 2011; RAMOS *et al.*, 2015; SOUSA *et al.*, 2015;) e a sua aplicação para estimativa de cobertura do solo por gramíneas, realizada neste trabalho, é uma inovação no uso do software para este fim.

A eficácia de suas análises tem demonstrado que o ImageJ pode se inserido nas mais diversas áreas científicas, promovendo novas técnicas e produção de conteúdo (SCHNEIDER *et al.*, 2012). Uma vantagem é sua capacidade de utilizar imagens em variados formatos de arquivo, tais como TIFF, GIF, JPEG, BMP, DICOM e FITS amplamente utilizados como imagens científicas. O software ImageJ é, portanto, um dos pioneiros como ferramentas abertas para a análise de imagens científicas que utiliza de plataforma de processamento de imagem moderna em interface simples, permitindo ao usuário uma facilidade no entendimento dos recursos disponíveis. O programa possui uma única barra de ferramentas para o processamento de análises e manipulação das imagens (SCHNEIDER *et al.*, 2012).

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado em uma área em processo de recuperação localizada na Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Campus JK (Figura 1), entre as coordenadas 18°12'15,4" – 18°12'17,54" S e 43°34'12,7" – 43°34'08,85" W. A área está situada no município de Diamantina, estado de Minas Gerais e inserido na mesorregião do Alto Jequitinhonha, Serra do Espinhaço Meridional. A altitude média é de 1.296 m e o clima é do tipo mesotérmico, com verões chuvosos e invernos secos, temperatura média entre 17,4°C e 19,8°C (GALVÃO e NIMER, 1965) e precipitação anual em torno de 1400 mm, distribuída em estações distintas: chuvosa (novembro a janeiro); seca (maio a setembro); e os demais meses, de transição.



Figura 1: Localização de Diamantina no estado de Minas Gerais. e fotografia aérea do Campus JK da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri. Fonte: UFVJM.

Entre 1999 a 2002 a área em estudo foi destinada como aterro controlado (depósito de resíduos sólidos) da cidade de Diamantina. A partir de 2003 foi isolada e teve início plantio de espécies exóticas visando sua recuperação (MACHADO, 2009). Nos anos seguintes, espécies consideradas invasoras tais como *Urochloa decumbes* (Stapf) RD, Wabster (braquiária) e *Melinis minutiflora* P. Beauv. (capim gordura) ocupam grande parte da área. Para a execução desta pesquisa foi necessário fazer o controle das gramíneas por meio da aplicação de diferentes métodos: químico, manual, mecânico e um tratamento duplo (mecânico+ químico) em 4 blocos, subdivididos em parcelas e subparcelas com predominância de *Urochloa decumbes* e *Melinis minutiflora*. Cada bloco é composto por 16 parcelas de 4m x 10m (40 m²) nos quais foram definidos, com a ajuda de uma moldura em ferro com dimensões de 1m X 1m (1m²). Em cada parcela foram coletadas três amostras (Figura 2). Esta parte inicial do experimento ocorreu em Agosto de 2015.

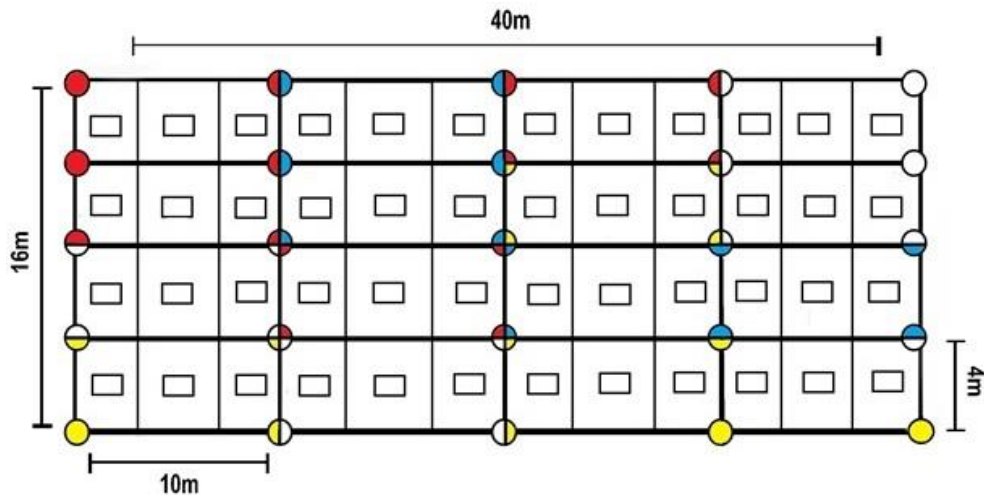


Figura 2: Detalhamento de um dos 4 blocos experimentais. Cada bloco contém 16 parcelas e 48 subparcelas nas quais encontram-se demarcados os quadros de 1m x1m nos quais foram obtidas as fotos deste trabalho. As cores dos círculos definem o tipo de método realizado em cada parcela: amarelo (método químico + mecânico); vermelho (método mecânico); azul (método manual) e branco (método químico).

O método químico foi efetuado com auxílio de um pulverizador costal pressurizado a CO₂ de 20l modelo Jacto-PJH para a aplicação do herbicida glyphosate (*Roundup Original*[®], contendo 36% de glyphosate), na dosagem recomendada de 4,0 l/ha, com volume de solução de aproximadamente 7,5 litros de água por bloco (120 l/ha). O herbicida foi aplicado com as gramíneas estabelecidas no local que apresentavam cerca de 1m de altura em agosto de 2015. Para o método mecânico, foi utilizado roçadeira modelo KAWASHIMA TEKNA AL330TH motorizada à gasolina e para o método manual, enxada e rastelo.

A eliminação dos indivíduos de *Urochloa decumbes* e *Melinis minutiflora* ocorreu no mês de agosto de 2015. Todos os indivíduos presentes na área em estudo foram retirados no método manual, deixando o solo totalmente exposto (Figura 3a). Os materiais provenientes do método mecânico e do método químico foram mantidos no local com intuito de não expor o solo (Figura 3b, 3c).



Figura 3: Aplicação dos diferentes métodos na área de estudo: a- Método manual; b- método mecânica; c- método químico.

As imagens foram obtidas cerca de cem dias após a intervenção na área por meio dos métodos, em Dezembro de 2015. Imagens digitais foram registradas sob iluminação solar, a uma altura de aproximadamente 1 metro do solo, com uso de câmera digital Samsung, 13.0 megapixels. Foram obtidas 192 imagens, sendo 3 imagens por parcela em cada bloco experimental as quais foram transferidas para o computador. Posteriormente, foi utilizado o software ImageJ© versão 1.49, de linguagem Java, disponível no site <http://rsbweb.nih.gov/ij>.

Pelo ImageJ© utilizou-se as partes verdes das folhas provenientes das espécies invasoras para mensuração e foram executados procedimentos para que a imagem mantivesse a escala adequada com o intuito de diminuir as incertezas e aumentar a precisão dos dados obtidos. Por meio das análises foram determinadas estimativas de porcentagem de área total ocupada pelas gramíneas (em preto) e salvas no formato TIFF (*Tag Image File Format*), ambiente usado no processo de binarização e análise das imagens (Figura 4). Os valores encontrados de porcentagem de cobertura nas diferentes parcelas inseridas nos 4 blocos (1, 2, 3 e 4) foram submetidos à análise de variância. Para a separação dos contrastes de médias utilizou-se o teste de Tukey. Todas as análises estatísticas foram realizadas com o auxílio do software R© Version 3.2.3.

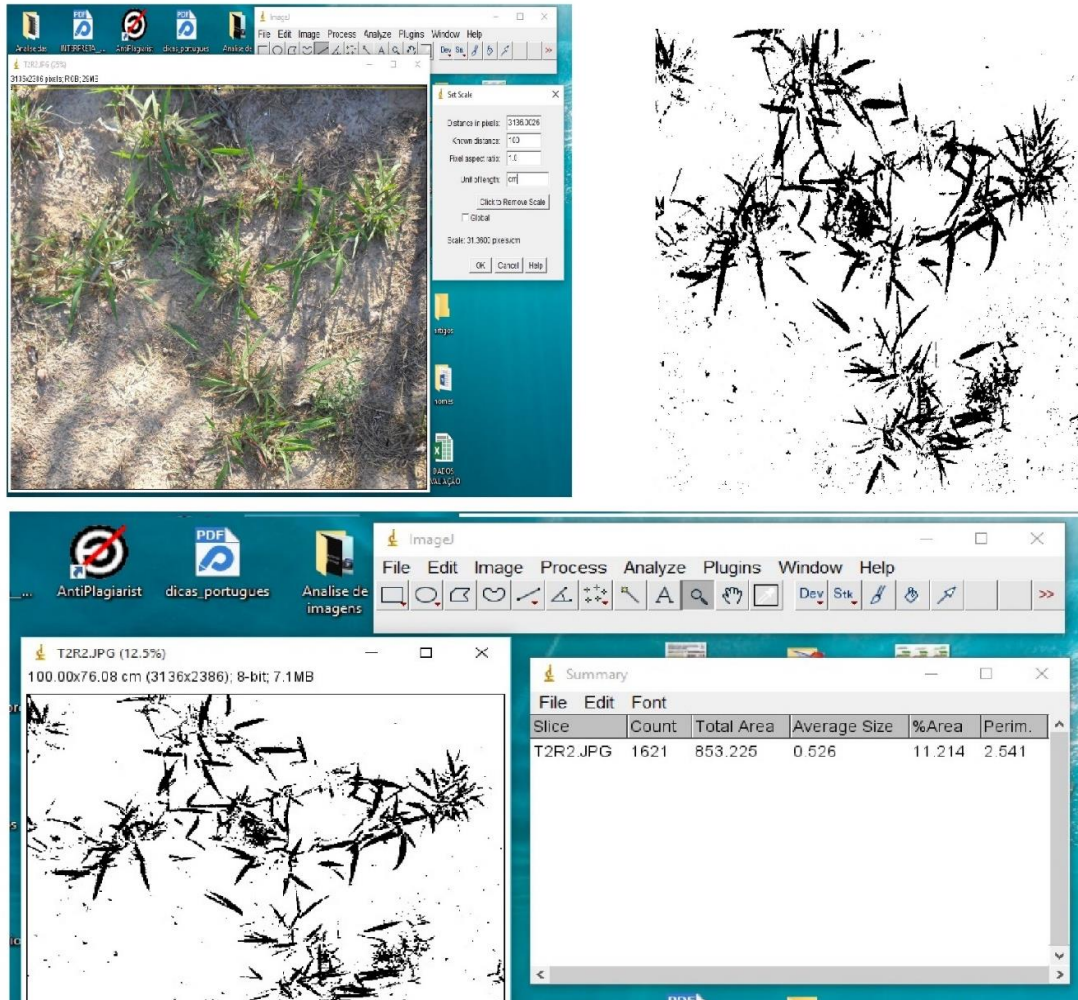


Figura 4: Interface do software ImajeJ para a estimativa de cobertura do substrato por gramíneas invasoras na área de pesquisa.

Os valores encontrados de percentagem de cobertura nas diferentes parcelas inseridas nos 4 blocos (1, 2, 3 e 4) foram submetidos à análise de variância. Para a separação dos contrastes de médias utilizou-se o teste de Tukey. Todas as análises estatísticas foram realizadas com o auxílio do software R© Version 3.2.3.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise das imagens pelo software ImageJ© realizadas nas parcelas dos blocos experimentais nos quais se aplicou os diferentes tipos de métodos (manual, mecânico, químico e químico+mecânico) analisados após cem dias resultou em estimativa da percentagem de cobertura do solo por *Urochloa decumbes* e *Melinis minutiflora*, a Figura 5 e Figura 6.

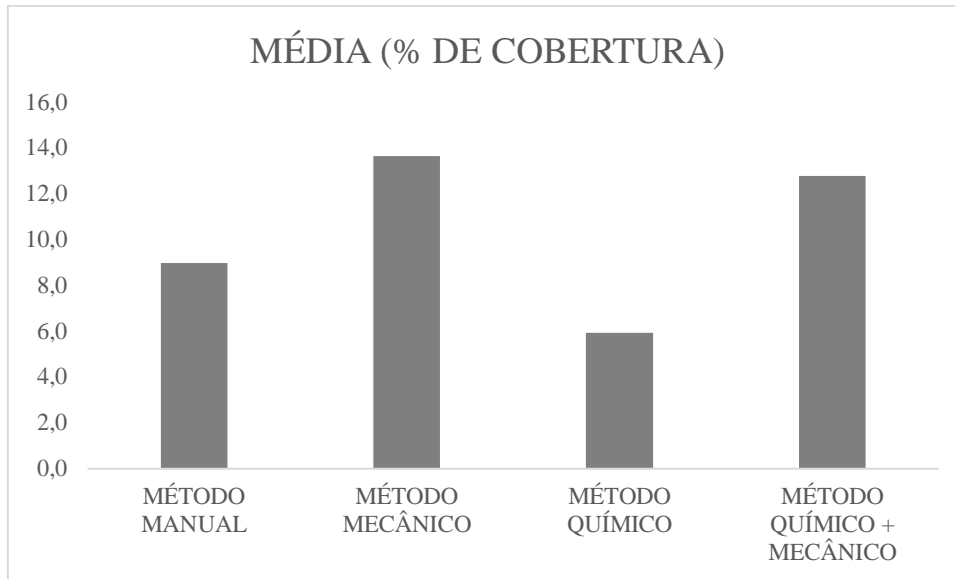


Figura 5: Média de cobertura (%) nos quatro tipos de métodos (manual, mecânico, químico e químico+mecânico) após 100 dias do início do experimento.

O tratamento com o método químico (herbicida *glyphosate*) proporcionou a menor percentagem de cobertura do solo, média de 5,9%, comprovando sua eficácia no controle de gramíneas invasoras quando comparados aos outros tratamentos executados nesse trabalho (Figura 5, Figuras 6, 7e, f).

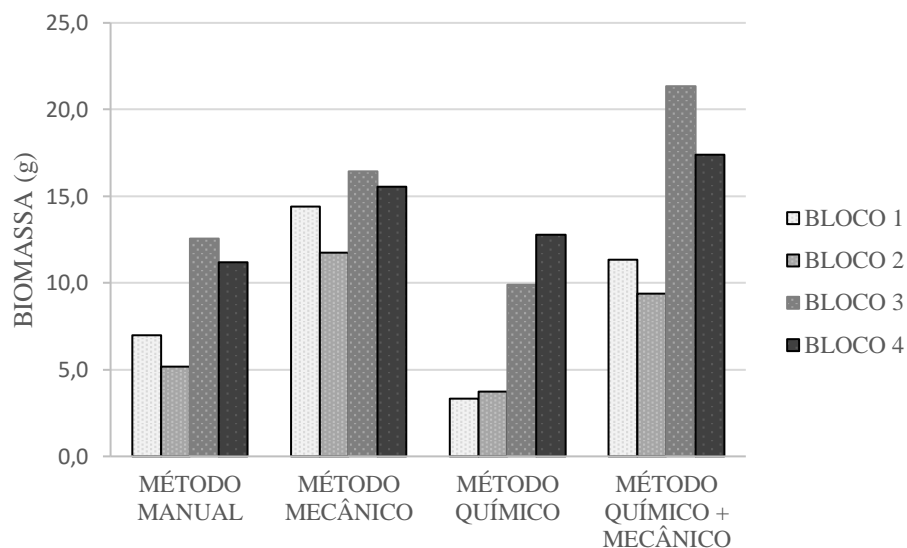


Figura 6: Percentagem de cobertura do solo por *Urochloa decumbes* e *Melinis minutiflora* referentes às parcelas em todos os blocos experimentais.

A eficiência desse tipo de método foi demonstrada por Machado *et al.*, (2012), em área próxima à desta pesquisa, na qual o uso de glyphosate diminuiu a

germinação das espécies exóticas mais encontradas além de ter proporcionado o aparecimento de duas novas espécies (*Sida rhombifolia* e *Spermacoce latifolia*) não observadas em sua área de estudo antes da aplicação do herbicida. Em função de ser bastante sistêmico e sem ação no solo para vegetais em sucessão, associado ao baixo custo, o glyphosate tem sido o herbicida mais indicado para o controle de gramíneas em área para recuperação ou na renovação de pastagens (Santos *et al.*, 2007).

O método manual proporcionou, após 100 dias, 9% de cobertura do solo pelas gramíneas invasoras (Figura 5, Figuras 6, 7a, b). O método mecânico (Figuras 5, 6c, d) e o correspondente ao tratamento químico+mecânico (Figuras 6, 7g, h) possibilitaram maiores percentuais de cobertura da área, com 13,6% e 12,8%, respectivamente.

A média da cobertura do solo após 100 dias dos diversos tipos de métodos na área foi 11,5%, sendo que os resultados variaram de 0,1% a 45,4% (Figura 5).

Em estudo semelhante, na mesma área, utilizando o método de Braun-Blanquet (avaliações visuais a cada 14 dias por 96 dias) Machado *et al.*, (2012) obtiveram médias de percentagem de cobertura de gramíneas que variou entre 73,33% em um primeiro ambiente e 57,00% em outro.

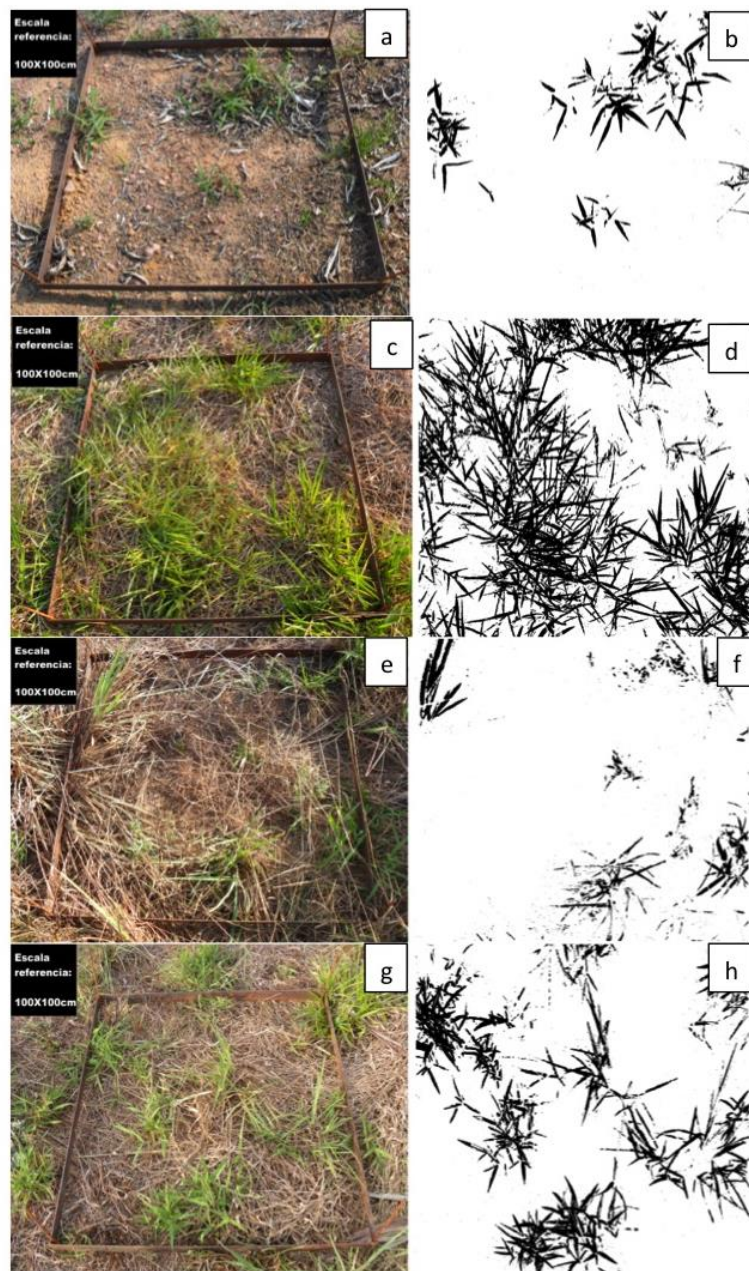


Figura 7: À esquerda, imagens obtidas após 100 dias do início do experimento contendo a moldura utilizada para obtenção das imagens mensuradas nas parcelas nas quais foram aplicadas: a) método manual; c) método mecânico; e) método químico e g) aplicação do método mecânico + químico. À direita, imagens processadas no software ImageJ no formato TIFF (Tag Image File Format) correspondentes aos diferentes métodos (b, d, f, h).

O teste F foi gerado pela análise de variância, cujos valores encontrados apontam para uma diferença significativa entre a percentagem de cobertura nos tratamentos no período estudado (Tabela 1).

Tabela 1: Valores de F referentes à variável de percentagem de cobertura.

FV	GL	Quadrados médios
		Cobertura (%)
Tratamento	3	57,65*
Bloco	3	56,54
Resíduo	9	3,95
CV (%)		17,37

FV: Fonte de Variação; GL: Graus de Liberdade; CV: Coeficiente de Variação; *Diferença significativa a 5% de significância.

No teste de comparação de médias usando Tukey a 5% de probabilidade de erro observa-se que o tratamento com maior média de percentagem de cobertura do substrato pelas gramíneas invasoras foi aquele submetido aos métodos mecânico+químico, com valor de 14,8%, semelhante ao encontrado para as áreas com o método mecânico (14,5%). Valor encontrado para as áreas com o método químico foi o que apresentou a menor média, 7,4% seguido do tratamento manual com 9,0 % de cobertura (Tabela 2).

Tabela 2: Médias da percentagem de cobertura por meio do teste de Tukey a 5%

Média dos tratamentos	
Método Manual	9,0 b
Método Mecânico	14,5 a
Método Químico	7,4 b
Método Químico + mecânico	14,8 a

Médias seguidas por mesma letra, não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de significância.

Machado (2009) em área adjacente à área deste trabalho comprovou que o estabelecimento de gramíneas exóticas causa diminuição nos processos de regeneração natural por serem essas plantas mais agressivas e inibirem a chegada e o desenvolvimento de espécies nativas. Espécies regenerantes encontradas por esse autor foram *Acacia mangium*, *Albizia lebbeck*, *Aloysia virgata*, *Baccharis dracunculifolia*, *Bauhinia variegata*, *Byrsonima guilleminiana*, *Caesalpinia pluviosa*, *Campomanesia* ssp., *Casearia sylvestris*, *Cedrela fissilis*, *Ceiba speciosa*, *Clitoria fairchildiana*, *Copaifera langsdorffii*, *Cupania vernalis*, *Dalbergia miscolobium*, *Eremanthus erythropappus*, *Erythroxylum cuneifolium*, *Erythroxylum tomentosum*, *Ficus benjamina*, *Ficus microcarpa*, *Jacaranda caroba*, *Jacaranda mimosifolia*, *Joannesia*, *Kielmeyera coriacea*, *Melia*, *Psidium guajava*, *Qualea dichotoma*, *Samanea tubulosa*, *Senna* ssp., *Solanum lycocarpum*, *Solanum paniculatum*, *Sterculia apetala*, *Handroanthus impetiginosus*, *Handroanthus serratifolius*, *Tibouchina granulosa*, *Vernonanthura phosphorica*, *Vernonia polyanthes*. Nas parcelas propostas na pesquisa, quando a porcentagem de gramíneas presente foi superior a 75%, o autor verificou menor ocorrência de espécies, indivíduos regenerantes e área basal presentes no ambiente. Quando a porcentagem foi inferior à 50%, houve aumento na representatividade de indivíduos, espécies e área basal.

As informações sobre possível recuperação da área degradada em estudo tendo por base os resultados deste trabalho vão ao encontro de conclusões de Machado *et al.* (2013). Indicam que o banco de sementes em grande parte do aterro controlado desativado é constituído principalmente por espécies herbáceas de caráter invasor. Sugere-se a necessidade de estudos visando o controle de espécies invasoras e sua substituição por espécies nativas usadas convencionalmente no processo de recomposição da vegetação, garantindo manutenção da flora e fauna nativas.

A dificuldade encontrada na obtenção de sementes de espécies nativas perpassa atualmente por tópicos tais como: (i) dificuldade de obtenção de sementes de boa qualidade, (ii) multiplicação quase sempre executada de forma vegetativa, (iii) maior mão-de-obra para propagação em grandes áreas e conseqüentemente custos mais elevados. Estes fatores limitantes indicam o quão necessário é investir em pesquisas visando a obtenção de técnicas mais viáveis à obtenção e utilização de sementes nativas como propagação em áreas degradadas.

Estudos dessa natureza podem contribuir para o planejamento de estratégias de controle e conservação em áreas degradadas, assim como observar o comportamento das gramíneas sob o efeito dos tratamentos.

CONCLUSÃO

Imagens de substrato de área degradada recoberta por gramíneas exóticas e processadas pelo software ImageJ permitem concluir que o método químico e manual apresentam os menores percentuais de cobertura pelas espécies invasoras após os 100 dias de tratamento. Os dados adquiridos demonstram que o software mostrou-se adequado para as avaliações de cobertura de substrato, sendo o seu uso, para este fim, uma inovação de um método não destrutivo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, F. S.; GOMES, D. S.; QUEIROZ, J. M. Estratégias para a conservação da biodiversidade biológica em florestas fragmentadas. **Ambiência** v. 7, n. 2, p.367-382. 2011.

BAGGIO, A. J.; CARPANESE, A. O. B. Alguns sistemas de arborização em pastagens. **Boletim de Pesquisa Florestal**, Curitiba, v. 17, p. 47-60, 1987.

BRAGA, B.; HESPANHOL, I.; CONEJO, J. G.; BARROS, M. T. L. D.; VERAS JUNIOR, M. S.; PORTO, M. F. **Introdução à Engenharia Ambiental**. São Paulo: Prentice Hall, v. 1, 2002. 305 p.

BRIGHENTI, A. M. Biologia de plantas daninhas In: OLIVEIRA JR, R. S.; CONSTANTIN, J. (2001). **Plantas Daninhas e seu manejo**. Guaíba: Agropecuária, 103-121.

DIAS, F. C. **Uso do software Image J para análise quantitativa de imagens de microestruturas de materiais**. Dissertação de Mestrado, INPE, 148p. 2008.

FAGERIA, N. K.; BALIGAR, V. C.; JONES, C. A. Common bean and cowpea. **Growth and mineral nutrition of field crops**. New York: M. Dekker, p. 280-318, 1991.

JAKELAITIS, A.; SILVA, A. A.; FERREIRA, L. R.; SILVA, A. F.; FREITAS, F. C. L. Manejo de plantas daninhas no consórcio de milho com capim-braquiária (*Brachiaria decumbens*). **Planta daninha**, v. 22, n. 4, p. 553-560, 2004.

MACHADO, V. M.; SANTOS, J. B.; PEREIRA, I. M.; LARA, R. O.; CABRAL, C. M.; AMARAL, C. S. Evaluation of the seed bank in a campestre cerrado area under recovery. **Planta Daninha**, v. 31, n. 2, p. 303-312, 2013.

MACHADO, V. M.; SANTOS, J. B.; PEREIRA, I. M.; CABRAL, C. M.; LARA, R. O., AMARAL, C. S. Controle químico e mecânico de plantas daninhas em áreas em recuperação. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v. 11, n. 2, p. 139-147, 2012.

MACHADO, V. M. **Avaliação da influência da compactação do solo e da cobertura de gramíneas na dinâmica da regeneração natural em uma área em processo de recuperação no município de Diamantina–MG**. 2009. 148p.

Trabalho de conclusão de curso (Engenharia Florestal) – Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri. Diamantina, 2009.

MARTIN, T. N.; MARCHESE, J. A.; DE SOUSA, A. K. F.; CURTI, G. L.; FOGOLARI, H.; DOS SANTOS CUNHA, V. Uso do software ImageJ na estimativa de área foliar para a cultura do feijão. **Interciencia**, v. 38, n. 12, p. 843, 2013.

NEVES, S.C.; ABREU, P.A.A.; FRAGA, L.M.S. Fisiografia. In: SILVA, A. C.; PEDREIRA, L. C. V. S. F.; ABREU, P. A. A. (Eds.). (2005). **Serra do Espinhaço Meridional: Paisagens e Ambientes**. Belo Horizonte: O Lutador. 45-58.

NOVÁK, J.; PRACH, K. Vegetation succession in basalt quarries: pattern on a landscape scale. **Applied Vegetation Science**, v. 6, n. 2, p. 111-116, 2003.

PERON, A. J.; EVANGELISTA, A. R. Degradação de pastagens em regiões de cerrado. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 28, n. 3, p. 655-661, 2004.

RAMOS, F. T.; DE SOUZA FERREIRA, L.; PIVETTA, F.; DE SOUZA MAIA, J. C. Área do limbo foliar de diferentes plantas estimada por medidas lineares e matéria seca, calibradas com o software IMAGEJ. **Interciencia**, v. 40, n. 8, p. 570, 2015.

RICHARDSON, M. D.; KARCHER, D. E.; PURCELL, L. C. Quantifying turfgrass cover using digital image analysis. **Crop Science**, v. 41, n. 6, p. 1884-1888, 2001.

SANTOS, M. V.; FERREIRA, F. A.; FREITAS, F. C. L.; TUFFI SANTOS, L. D.; VIANA, J. M.; ROCHA, D. C. C.; FIALHO, C. M. T. Controle de *Brachiaria brizantha*, com uso do glyphosate, na formação de pastagem de Tifton 85 (*Cynodon* spp.). **Planta Daninha**, v. 25, n. 1, p. 149-155, 2007.

SCHNEIDER, C. A.; RASBAND, W. S.; ELICEIRI, K. W. NIH Image to ImageJ: 25 years of image analysis. **Nat methods**, v. 9, n. 7, p. 671-675, 2012.

SOMAVILLA, N. S.; RIBEIRO, D. G. Análise comparativa da anatomia foliar de Melastomataceae em ambiente de vereda e cerrado sensu stricto. **Acta Botanica Brasileira**, V.25, n.4, p. 764-775, 2011.

SOUSA, L. F.; SANTOS, J. G. D.; ALEXANDRINO, E.; MAURICIO, R. M.;

MARTINS, A. D.; SOUSA, J. T. L. Método prático e eficiente para estimar a área foliar de gramíneas forrageiras tropicais. **Archivos de zootecnia**, v. 64, n. 245, p. 83-85, 2015.

TAVARES-JÚNIOR, J. E.; FAVARIN, J. L.; DOURADO-NETO, D.; MAIA, A. D. H. N.; FAZUOLI, L. C.; BERNARDES, M. S. Análise comparativa de métodos de estimativa de área foliar em cafeeiro. **Bragantia**, v. 61, n. 2, p. 199-203, 2002.

WILHELM, W. W.; RUWE, K.; SCHLEMMER, Michael R. Comparison of three leaf area index meters in a corn canopy. **Crop Science**, v. 40, n. 4, p. 1179-1183, 2000.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O controle de gramíneas exóticas mais eficaz para a área degradada analisada neste estudo foi o método químico, porém sua aplicação não foi suficiente para impedir seu crescimento e competição direta com as espécies regenerantes. Entretanto, constatou-se intensa produção de biomassa pelo método que, em conjunto com o metano produzindo pela decomposição dos materiais pode aumentar o risco de incêndios. O método mecânico apresentou menor controle e maior produção de biomassa.

O software ImageJ mostrou-se adequado para as avaliações de cobertura de substrato, sendo o seu uso, para este fim, uma inovação de um método não destrutivo. Este tipo de informação é de suma importância na geração de dados que possa servir de base para as pesquisas sobre a conservação e restauração de áreas degradadas.