



Efeito do Fogo Anual na Mortalidade e no Banco de Sementes de *Andropogon gayanus* Kunth. no Parque Nacional de Brasília/DF

Marcelo da Silva Marinho¹ & Heloisa Sinatora Miranda¹

Recebido em 03/06/2013 – Aceito em 30/07/2013

RESUMO – *Andropogon gayanus* foi introduzido no território brasileiro para a formação de pastagens e espalhou-se por grandes extensões de ecossistemas naturais sendo consideradas atualmente ameaça a diversidade em Unidades de Conservação. Por apresentar excelente rebrota pós-fogo é considerado uma espécie resistente. Este trabalho teve como objetivo avaliar os efeitos de queimadas anuais, na mortalidade e no banco de sementes do solo desta espécie invasora. As queimadas foram realizadas em setembro de 2009, 2010 e 2011 em uma área de cerrado ralo invadida por *Andropogon gayanus* no Parque Nacional de Brasília. A capacidade de rebrota de 50 indivíduos da espécie invasora foi acompanhada bimestralmente após cada queimada e até a véspera da próxima queimada. O efeito do fogo no banco de sementes do solo foi estimado por comparação do banco de sementes germináveis antes e imediatamente após cada queimada. A mortalidade de indivíduos adultos estabelecidos na área variou de 8% a 10% estando restrita a indivíduos com diâmetro basal menor do que 16cm. A densidade de sementes germinadas no banco do solo foi de 325, 375 e 400 sementes/m² antes das queimadas de 2009, 2010 e 2011, respectivamente, com redução de 71%, 82% e 79% após estas queimadas. Embora as queimadas, tenham reduzido significativamente o número de sementes germináveis o banco de sementes da espécie invasora, a baixa mortalidade de indivíduos, inclusive indivíduos de pequeno diâmetro basal (menor que 16cm), indica que a espécie é resistente ao fogo e que com a rápida recuperação da parte aérea haverá reposição do banco de sementes na próxima estação reprodutiva sem interrupção do processo de invasão.

Palavras-chave: banco de sementes; capim-andropogom; fogo; mortalidade.

ABSTRACT – *Andropogon gayanus* was introduced in Brazilian territory for pasture formation and spread over large areas of natural ecosystems, currently being considered a threat to the diversity of Protected Areas. *Andropogon gayanus* is a good resprouter species and is considered fire resistant. This work aimed at evaluating the effect of annual burning, at the end of the dry season, on plant mortality and on soil seed bank of this invasive species. The fires were conducted in September 2009, 2010 and 2011 in an area of cerrado ralo invaded by *A. gayanus* in Parque Nacional de Brasília. The survival of 50 individuals of the invasive species was monitored bimonthly after each burn until the day before the following fire. The effect of fire on soil seed bank was estimated by comparing the germinable seed bank before and immediately after each

Afiliação

¹ Universidade de Brasília/UnB, Departamento de Ecologia (ECL), Via L-2, Campus Darcy Ribeiro, Asa Norte, Brasília, DF 70910-900.

E-mails

marcelo.silva.marinho@gmail.com; hmiranda@unb.br

fire. The mortality of individuals ranged from 8% to 10%, being restricted to individuals with basal diameter smaller than 16cm. The density of viable seeds bank in the soil was 325, 375 and 400 seeds/m² before the fires of 2009, 2010 and 2011, respectively, with a reduction of 71%, 82% and 79% after these fires. Although the fires have reduced significantly the invasive species seed bank, the low mortality of individuals, including for the small individuals indicates that the species is resistant to fire and that, with the rapid resprout, there will be the replacement of the seed bank in the next reproductive season, without the interruption of the invasion process.

Key-words: fire; gamba-grass; mortality; seed bank.

Introdução

O Cerrado é o segundo maior bioma do Brasil e apresenta fisionomias que englobam formações florestais, savânicas e campestres (Ribeiro & Walter 2008). Devido à sazonalidade das chuvas, queimadas são comuns durante a estação seca (maio a setembro). De forma geral as queimadas são rápidas consumindo principalmente a biomassa do estrato rasteiro (Coutinho 1990, Miranda *et al.* 2010) e, dependendo da frequência, podem resultar em mudanças florísticas e estruturais da vegetação (Miranda *et al.* 2009). Estas alterações podem favorecer a invasão por espécies exóticas (San José & Farinas 1991, D'Antonio & Vitousek 1992, Pivello *et al.* 1999a, Williams & Baruch 2000) que, devido a sua alta agressividade e vantagem competitiva, representam uma das principais ameaças à biodiversidade em ecossistemas naturais (Richardson *et al.* 2000, Williams & Baruch 2000, Keane & Crawley 2002, Brooks *et al.* 2004, Santana & Encinas 2008, Zanin 2009) e são, atualmente, um grande problema em áreas protegidas (Pivello *et al.* 1999a, 1999b, Martins *et al.* 2004, Martins 2006 e Hoffmann & Haridasan 2008).

Hughes *et al.* (1991) e D'Antonio *et al.* (2001) afirmam que as alterações causadas no sistema por espécies exóticas podem resultar em um *feedback* positivo na relação entre a dominância das gramíneas exóticas e incêndios mais intensos e frequentes. Entretanto, Williams & Baruch (2000) relatam que existem evidências de que muitas espécies introduzidas como *Melinis minutiflora*, *Urochloa brizantha* e *Pennisetum purpureum* podem ser controladas pelo fogo e outras como *Andropogon gayanus* são consideradas tolerantes ao fogo (Williams & Baruch 2000, Rositer *et al.* 2003).

Andropogon gayanus foi introduzida no território brasileiro para a formação de pastagens e espalhou-se por grandes extensões de ecossistemas naturais sendo consideradas atualmente ameaça a diversidade em Unidades de Conservação (Martins *et al.* 1997, IBGE 2004). A espécie caracteriza-se pela alta produção de biomassa, (Rositer *et al.* 2003), forma touceiras de até 1m de diâmetro e produz perfilhos com altura variando de 1m a 3m (Lorenzi 1991). Indivíduos adultos podem produzir entre 27 e 70 inflorescências, com produção potencial de 15.000 a 24.400 sementes (Flores *et al.* 2005), sendo que 96% das sementes são depositadas em até 5m da planta mãe e menos de 1% depositadas a mais de 10m, o que pode resultar em uma taxa de expansão de até 110m ao ano em áreas de vegetação nativa (Barrow 1995 citado em NT Weed Risk Assessment 2008). Apresenta calor efetivo de combustão (h) de 20000kJ/kg (Rositer *et al.* 2003), o que pode resultar em queimadas mais intensas quando comparadas às de savanas (h=15500kJ/kg, Griffin & Friedeel 1984), com maior calor liberado nas áreas invadidas, possivelmente, com maiores danos às espécies nativas (D'Antonio & Vitouseck 1992, Rositer *et al.* 2003).

O uso do fogo, é uma técnica de controle de espécies invasoras bastante difundido na Região Central do Brasil, assim como o controle químico e mecânico, porém, essas espécies demonstram diferentes comportamentos quando submetidas ao fogo. Embora *A. gayanus*, por apresentar excelente rebrota, seja considerada tolerante ao fogo. (Thomas *et al.* 1981, Andrade *et al.* 1983, 1984, Williams & Baruch 2000, Rositer *et al.* 2003), este trabalho teve como objetivo avaliar os efeitos de queimadas anuais, no final da estação seca, na mortalidade e no banco de sementes do solo desta espécie invasora.



Materiais e métodos

Área de estudo

O trabalho foi realizado no Parque Nacional de Brasília (15°35' a 15°45'S e 47°55' a 48°05'W). A área do parque é de 41.000ha, onde podem ser encontradas as fisionomias mais comuns do Cerrado. O clima na região é Aw, na caracterização de Köppen, com verões chuvosos e invernos secos (Ribeiro & Walter 2008). Segundo Martins *et al.* (1997), *A. gayanus* é encontrado em todas as áreas do Parque, ou seja, áreas abertas ao público, zonas intangíveis, zonas primitivas, zonas de recuperação com solo compactado e zonas de recuperação com solo descompactado.

Em uma área de cerrado ralo invadida por *A. gayanus*, protegida de fogo por cinco anos, foi estabelecida uma parcela de 60m x 90m para a realização das queimadas prescritas. Nesta área, onde a espécie invasora apresentava maior densidade, sua biomassa era 10,4Mg/ha, 72% da biomassa total, e 79% da cobertura.

Temperaturas do ar e do solo

As queimadas prescritas foram realizadas em setembro de 2009, 2010 e 2011 e foram iniciadas a favor do vento. Durante a queimada de 2009 foram mensuradas as temperaturas do ar e do solo. Para isso foram utilizados termopares, tipo “k” (cromel-alumel) de acordo com o descrito em Miranda *et al.* (1993). As temperaturas do ar foram medidas a 1cm, 60cm e 160cm e a do solo a 1cm de profundidade. Os sensores de temperatura do ar foram posicionados dentro da camada de combustível, que variava entre 1m e 3m, altura dos indivíduos da espécie invasora. Durante a passagem da frente de fogo, a temperatura do solo foi registrada a cada 2 minutos e a do ar a cada segundo, utilizando um sistema automático de aquisição de dados.

Mortalidade de indivíduos adultos

Após a primeira queimada, foram marcadas, ao acaso, 50 touceiras de *A. gayanus* (cada touceira foi considerada um indivíduo). A capacidade de rebrota destes indivíduos foi acompanhada bimestralmente até a véspera da próxima queimada. O indivíduo foi considerado morto quando após um ano não apresentou rebrotas. Antes das queimadas de 2010 e 2011, os indivíduos mortos foram substituídos, ao acaso, por outros localizados na mesma área e que também foram submetidos às mesmas queimadas. Para todos os indivíduos foi medido o maior e menor diâmetro da cicatriz resultante da queima para estimativa da área basal.

Banco de sementes no solo

Para investigar o efeito do fogo no banco de sementes do solo foram feitas coletas antes e após a passagem do fogo. Para isso foram utilizados quadrados de ferro de 20cm de lado e 2cm de profundidade, correspondendo a 800cm³ de solo por amostra. Embora não tenha sido encontrada na literatura a profundidade do banco de sementes de *A. gayanus*, a profundidade de 2cm foi utilizada uma vez que Andrade *et al.* (2002) reportam que 70% das sementes de espécies nativas do Cerrado são encontradas até 0,5cm de profundidade e 90% no primeiro centímetro, e Martins *et al.* (2010) mostraram que sementes da gramínea *Melinis minutiflora* localizadas a profundidades maiores raramente germinam.

A cada ano foram coletadas 20 amostras de solo: 10 antes e as outras 10 imediatamente após a queimada prescrita. Como todas as queimadas ocorreram em setembro, é possível assumir que as coletas realizadas antes da passagem do fogo contenham o máximo de sementes do banco do solo já que a germinação só tem início com o estabelecimento da estação chuvosa a partir de abril. Após a coleta, as amostras foram colocadas em bandejas plásticas com 22,5cm de diâmetro

e 4,5cm de altura e mantidas por seis meses em casa de vegetação, em condições ambiente, sendo irrigadas diariamente, ou quando necessário. Três vezes por semana, foi feita a contagem das plântulas de *A. gayanus* que foram arrancadas e desprezadas. Após uma semana sem ocorrer germinação, o solo foi revolvido para que novos fluxos de emergência de plântulas pudessem ocorrer (Gross 1990). O total de sementes germinadas por amostra foi obtido pela soma de todas as plântulas que emergiram durante o período observado.

Análise estatística

O teste binomial para duas proporções ($\alpha=0,05$) foi utilizado para as comparações das mortalidades. Para análise da alteração causada pelo fogo no banco de sementes da espécie invasora foi utilizado o teste de Kruskal-Wallis ($\alpha=0,05$) com Dunn *a posteriori* para a comparação entre anos. O programa BioEstat 5.0 foi utilizado para as análises (Ayres 2001).

Resultados e discussão

Temperaturas do ar e do solo

Durante a queimada realizada em 2009, as temperaturas máximas do ar foram de 493°C, 293°C e 106°C, a 160cm, 60cm, e 1cm. Para o solo, a 1cm de profundidade, a temperatura máxima foi de 30°C, um incremento de 6°C em relação a temperatura pré-fogo (Figura 1).

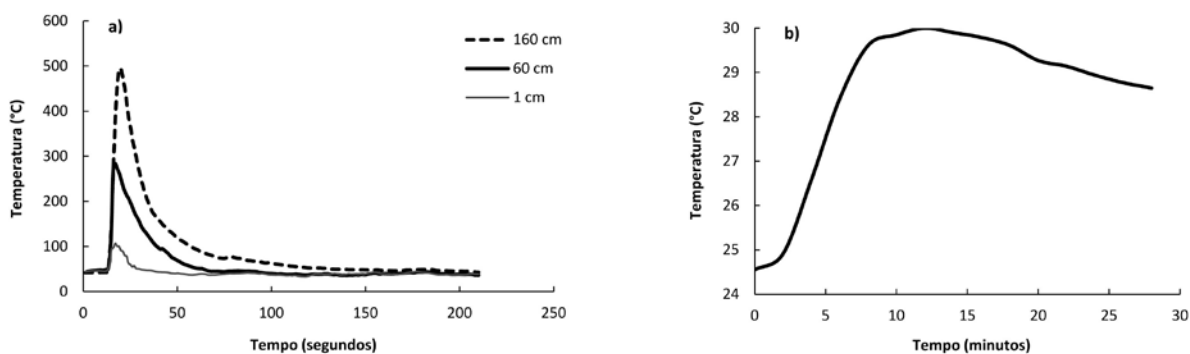


Figura 1 – Variação da temperatura do ar a 1cm, 60cm e 160cm (a) e do solo, a 1cm de profundidade (b), durante queimada controlada realizada em setembro de 2009 em área de Cerrado Ralo invadida por *Andropogon gayanus*, no Parque Nacional de Brasília-DF.

Figure 1 – Variation of air temperature at 1cm, 60cm and 160cm (a) and soil at 1cm depth (b), during a prescribed burning in September 2009, in a Cerrado Ralo area invaded by *Andropogon gayanus* in Parque Nacional de Brasília, Brasília, DF.

Estudos realizados no Cerrado mostraram que as temperaturas máximas do ar durante queimadas variam de 85°C a 884°C (Miranda *et al.* 1993, 2009), com valores máximos medidos, de forma geral, a 60cm de altura, logo acima do estrato rasteiro. Em contraste, para área invadida por *A. gayanus* a temperatura máxima foi registrada a 160cm já que o sensor estava posicionado dentro da camada de combustível, que variava entre 1m e 3m, altura dos indivíduos da espécie invasora. O tempo de residência para temperatura do ar maiores que 60°C, a 1cm, foi de 91 segundos enquanto que para o Cerrado varia de 100 a 250 segundos (Miranda *et al.* 1993, 2010). Esta diferença pode ser consequência da arquitetura de *A. gayanus* que desenvolve perfilhos que não tendem a dobrar-se e não acumulam grande quantidade de necromassa na base das touceiras, podendo reduzir o tempo de residência de altas temperaturas próximo ao solo.



A temperatura máxima do solo, a 1cm de profundidade, foi 30°C, e está próxima do valor mínimo das temperaturas do solo registradas para diversas fisionomias de Cerrado (29°C a 55°C - Coutinho 1990, Miranda *et al.* 1993, Castro-Neves & Miranda 1996, Dias *et al.* 1996).

Mortalidade

A área basal (AB) dos indivíduos marcados para acompanhar a mortalidade de *A. gayanus* variou entre 39cm² e 503cm², com valores médios de 151±99cm²; 161±100cm² e 184±116cm² para os anos de 2009, 2010 e 2011, respectivamente. Não foi observada diferença significativa entre os valores médios. Os indivíduos foram agrupados em três classes de tamanho: pequenos (P; AB≤110 cm²), médios (M; 110cm²<AB≤ 210 cm²) e grandes (G; AB>210cm²). Nas queimadas de 2009, 2010 e 2011 foram marcados 14, 12 e 10 indivíduos P; 31, 31 e 29 indivíduos M e cinco, sete e 11 indivíduos G.

Um ano após as queimadas de 2009, 2010 e 2011 foram registrados quatro, cinco e cinco indivíduos mortos, equivalentes a 8%, 10% e 10% de mortalidade, respectivamente. Não houve diferença significativa para a mortalidade entre os anos. Nenhum indivíduo G, isto é, com AB>210cm², ou diâmetro basal (db) maior do que 16cm, morreu durante os três anos de observação, sugerindo ser este o diâmetro basal máximo para escape ao fogo. Para os indivíduos P e M não houve diferença significativa entre as classes e nem entre anos para o número de indivíduos mortos. Os indivíduos da classe P representaram cerca de 50%, 40% e 60% do total de indivíduos mortos nos anos de 2009, 2010 e 2011.=

Pode-se considerar baixo o percentual de indivíduos de *A. gayanus* mortos em consequência das queimadas quando comparado a outras gramíneas exóticas (Baruch & Bilbao 1999, D'Antonio *et al.* 2001) e nativas (Silva & Castro 1989, Silva *et al.* 1990, Garnier & Dajoz 2001, Scott *et al.* 2010, Zimmerman *et al.* 2010, Limb *et al.* 2011) cuja mortalidade como consequência do fogo varia de 20% a 100%. Diversos autores afirmam que *A. gayanus* é tolerante ao fogo (Thomas *et al.* 1981, Andrade *et al.* 1983, 1984, Williams & Baruch 2000, Rositer *et al.* 2003, 2004; Flores *et al.* 2005, Setterfield *et al.* 2010), porém, não foi encontrada na literatura quantificação da mortalidade da espécie em decorrência da ação do fogo. A resistência da espécie é geralmente associada a sua alta capacidade de rebrota após o fogo (Thomas *et al.* 1981, Andrade *et al.* 1983, 1984, Rositer *et al.* 2003, 2004) que pode ser atribuída a proteção eficiente dos meristemas apicais que estão localizados até 15cm do solo (Costa 1982). Devido a sua arquitetura ereta e com pouco acúmulo de necromassa na sua base, pode-se observar que o fogo não consome totalmente os indivíduos de *A. gayanus*, restando entre 15 e 20cm de estruturas acima do solo (Figura 2). A ação direta do fogo no meristema pode tanto causar a morte do indivíduo quanto reduzir a produção de novos perfilhos, sendo que estes efeitos ocorrem, em maior proporção, em touceiras menores com menor número de perfilhos (Silva *et al.* 1990). Para gramíneas perenes das savanas australianas Scott *et al.* (2010) registraram baixa mortalidade para *Eriachne avenacea*, *Eriachne trisetata* e *Chrisopogon latifolius* após uma queimada e sugerem que o fogo não é um determinante importante da sobrevivência entre gramíneas perenes nestas savanas, pois apresentam alta capacidade de rebrota logo depois de eventos de fogo, como observado também para *A. gayanus* (Thomas *et al.* 1981, Andrade *et al.* 1983, 1984, Williams & Baruch 2000, Rositer *et al.* 2003). A baixa mortalidade de indivíduos de *A. gayanus* pode também estar relacionada ao tempo de residência do fogo em áreas dominadas pela espécie (91 segundos com temperaturas >60°C, a 1cm do solo) que pode não ser longo o suficiente para danificar os meristemas.

Banco de sementes no solo

Antes da realização das queimadas a densidade máxima de sementes germináveis de *A. gayanus* no banco do solo variou de 550 sementes/m² a 1125 sementes/m², com valor mediano



Figura 2 – Indivíduo de *Andropogon gayanus* em área de Cerrado Ralo, após queimada controlada, realizada em setembro de 2009, em área de Cerrado Ralo invadida por *Andropogon gayanus* no Parque Nacional de Brasília-DF.

Figure 2 – *Andropogon gayanus* individual in a Cerrado Ralo area, after a prescribed burning in September 2009 in Parque Nacional de Brasília, Brasília, DF.

de 325, 375 e 400 sementes/m² antes das queimadas de 2009, 2010 e 2011, respectivamente, sem diferença significativa entre os anos. Embora não tenha sido encontrado na literatura valor para o banco de sementes de *A. gayanus* quando comparado ao de outras gramíneas invasoras comuns no Cerrado, foi semelhante ao de *Melinis minutiflora* com 525 a 1.638 sementes/m² (Aires 2009, Martins 2006) e inferior ao de *Hyparrhenia ruffa* com 9.000 a 10.400 sementes germináveis/m² (Baruch & Bilbao 1999).

Imediatamente após as queimadas, a densidade máxima de sementes variou entre 100 e 200 sementes/m², com valores medianos de 100, 75 e 112 sementes/m² após as queimadas de 2009, 2010 e 2011, respectivamente. Não houve diferença significativa para a densidade de sementes entre os anos. Porém, foi registrada diferença significativa na densidade antes e depois de cada queima ($z=3,1371$; $z=3,7796$; $z=3,7796$; $p<0,05$), ocorrendo uma redução de 71%, 82% e 79% após as queimadas de 2009, 2010 e 2011, respectivamente (Figura 3). A redução na densidade de sementes resultantes da queima pode representar a perda das

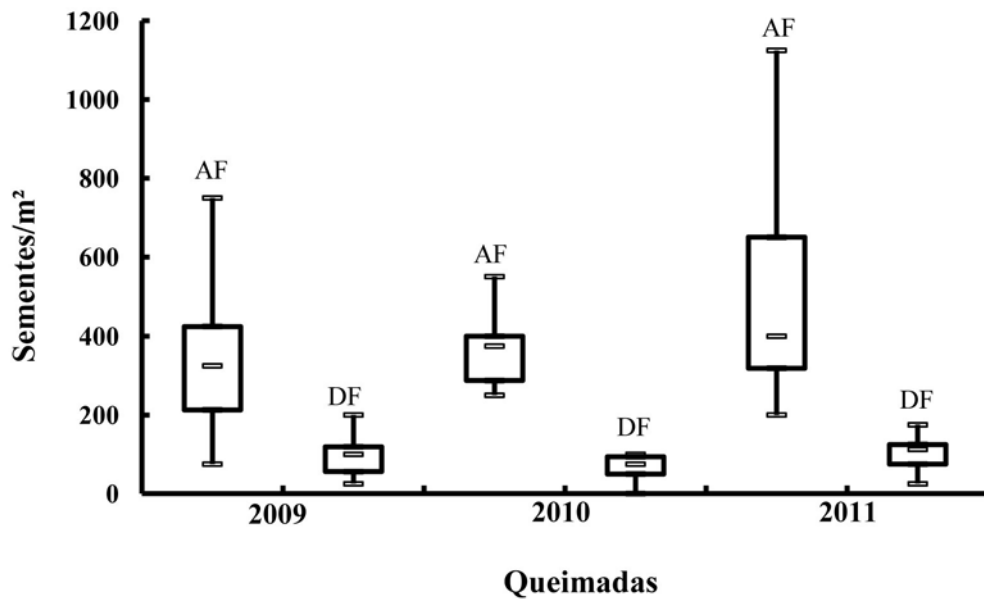


Figura 3 – Variação no número de sementes germinadas/m² de *Andropogon gayanus* antes da passagem do fogo (AF) e depois (DF) de queimadas controladas realizadas em setembro de 2009, 2010 e 2011 em área de Cerrado Ralo invadida por *A. gayanus* no Parque Nacional de Brasília-DF.

Figure 3 – Density of germinated seeds of *Andropogon gayanus* before (AF) and after (DF) prescribed burns in September 2009, 2010 and 2011, in a Cerrado Ralo area invaded by *Andropogon gayanus*, in Parque Nacional de Brasília, Brasília, DF.

sementes depositadas na superfície do solo ou enterradas a poucos milímetros da superfície tendo em vista que a temperatura a 1cm de profundidade durante as queimadas (30°C) não é suficiente para causar dano àquelas localizadas a maiores profundidades, como observado por Martins (2006) para *Melinis minutiflora* e Andrade *et al.* (2002) para sementes de gramíneas nativas do Cerrado. As sementes remanescentes no banco do solo germinam com o início da estação chuvosa. Entretanto, de acordo com Flores *et al.* (2005) a viabilidade das sementes de *A. gayanus* é de 40% a 50% e, quando no solo, até 3cm de profundidade, a viabilidade é reduzida a menos de 5% em seis meses e a menos de 1% ao final de um ano, não formando, portanto um banco de sementes permanente.

Embora as queimadas, no final da estação seca, tenham reduzido significativamente o banco de sementes da espécie invasora, a baixa mortalidade de indivíduos e a rápida recuperação da parte aérea com o início das chuvas (Rositer *et al.* 2003, 2004) sugerem que o banco de sementes será reposto na próxima estação reprodutiva indicando que o fogo não é adequado para o controle da invasão por *A. gayanus*, demonstrando ainda a importância de se investigar técnicas combinadas de controle de espécies invasoras exóticas, em áreas protegidas caracterizadas por alta frequência de queimadas.

Agradecimentos

Agradecemos a CAPES pela bolsa de doutorado concedida ao primeiro autor, ao Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade pela autorização (n. 21024-2) para a realização do trabalho no Parque Nacional de Brasília, a Brigada de Combate a Incêndios do PrevFogo/IBAMA que realizou as queimadas prescritas e ao Dr. Carlos Romero Martins pelas sugestões e estímulo durante a realização do trabalho.

Referências Bibliográficas

- Aires, F.S. 2009. **Desenvolvimento de técnica de manejo sem uso de agentes químicos, no controle da espécie invasora *Melinis minutiflora* Beauv. (capim-gordura) para aplicação em áreas de campo sujo**. Dissertação (Mestrado em Ecologia). Universidade de Brasília. 71p.
- Andrade, L.A.Z.; Neto, W.N. & Miranda, H.S. 2002. Effects of fire on the soil seed bank in a cerrado *sensu stricto* in central Brazil. In: Viegas, D.X. (ed). **Forest fire research and wildland fire safety**, Millpress, Rotterdam.
- Andrade, R.P.; Gomes, D.T.; Rocha, C.M.C.; Cosenza, G.W.; Couto, W.; Thomas, D.; Moore, C.P. & Sanzonowicz, C. 1983. Recomendações para a formação de pastagens de capim andropogon cv. Planaltina. **Comunicado Técnico – Embrapa Cerrados**, 25: 1-6.
- Andrade, R.P.; Thomas D.; Rocha, C.M.C.; Gomes, D.T.; Couto, W.; Cosenza, G. & Moore, C.P. 1984. Formação e manejo de pastagens de capim andropogon. **Comunicado Técnico – Embrapa Cerrados**, 34: 1-5.
- Ayres, M.; Ayres Jr, M.; Ayres, L.D. & Santos, D.S. 2001. **BioEstat 3.0**.
- Baruch, Z. & Bilbao, B. 1999. Effects of re and defoliation on the life history of native and invader C 4 grasses in a Neotropical savanna. **Oecologia**, 119: 510-520
- Brooks, M.L.; D'Antonio, C.M.; Richardson, D.M.; Grace, J.B.; Keeley, J.E.; Ditomaso, J.M.; Hobbs, R.J.; Pellant, M. & Pike, D. 2004. Effects of invasive alien plants on fire regimes. **BioScience**, 54(7): 677-688.
- Castro Neves, B.M. & Miranda, H.S. 1996. Efeitos do fogo no regime térmico do solo de um Campo Sujo de Cerrado. In: Miranda, H.S.; Saito, C.H.; Dias, B.F.S. (orgs.). **Impactos de queimadas em áreas de Cerrado e Restinga**. Departamento de Ecologia, Universidade de Brasília. Brasília, Brasil, PP. 20-30.
- Costa, N.A. 1982. **Efeito do corte em diferentes períodos e idades de crescimento sobre a produção de matéria seca, eliminação de meristemas apicais, desenvolvimento do sistema radicular e vigor da rebrota do capim andropogon (*Andropogon gayanus*, Kunth, var. *bisquamulatus*)**. Dissertação (Mestrado em Nutrição Animal e Pastagens). Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. Universidade de São Paulo. 64p.
- Coutinho, L.M. 1990. Fire in the ecology of the Brazilian Cerrado, p. 82-105. In: Goldammer, J.G. (ed.) **Fire in the tropical biota – ecosystem process and global challenges**. Ecological Studies Vol. 8A. Berlin, Springer-Verlag.
- D'Antonio, C.M. & Vitousek, P.M. 1992. Biological invasions by exotic grasses, the grass fire cycle, and global change. **Annual Review of Ecology and Systematics**, 23: 63-87.
- D'Antonio, C.M.; Hughes, F.R. & Vitousek, P.M. 2001. Factors influencing Dynamics of Two invasive C4 Grasses in Seasonally Dry Hawaiian Woodlands. **Ecology**, 82: 89-104.
- Dias, I.F.O.; Miranda, A.C. & Miranda, H.S. 1996. Efeito de queimadas no microclima de solos de campo de cerrados – DF/Brasil. In: MIRANDA, H.S.; SAITO, C.H. & DIAS, B.F.S. (orgs.) **Impacto de queimadas em áreas de Cerrado e restinga**. Brasília. 11-19p.
- Flores, T.A.; Setterfield, S.A. & Douglas M.M. 2005. Seedling recruitment of the exotic grass *Andropogon gayanus* (Poaceae) in Northern Australia. **Australian Journal of Botany**, 53: 243-249.
- França, H.; Ramos-Neto, M.B. & Setzer, A. 2007. **O fogo no Parque Nacional das Emas**. Ministério do Meio Ambiente, Brasília, Brasil. Série Biodiversidade 27. 140p.
- Garnier, L.K.M. & Dajoz, I. 2001. The influence of fire on the demography of a dominant grass species of West African savannas, *Hyparrhenia diplandra*. **Journal of Ecology**, 89: 200-208.
- Griffin, G.F. & Friedel, M.H. 1984. Effects of fire on central Australian rangelands. II Changes in tree and shrub populations. **Australian Journal of Ecology**, 9: 395-403.
- Gross, K. 1990. A comparison of methods for estimating seed numbers in the soil. **Journal of Ecology**, 78: 1093-1099.



- Hoffmann, W.A. & Haridasan, M. 2008. The invasive grass, *Melinis minutiflora*, inhibits tree regeneration in a Neotropical savanna. **Austral Ecology**, 33: 29-36.
- Hughes, F.; Vitousek, P.M. & Tunison, T. 1991. Alien grass invasion and fire in the seasonal submontane zone of Hawai'i. **Ecology**, 72: 743-746.
- IBGE. 2004. **Reserva Ecológica do IBGE – ambiente e plantas vasculares**. Estudos e Pesquisa Informação Geográfica n.3. 70p.
- Keane, R.M. & Crawley, M.J. 2002. Exotic plant invasions and the enemy release hypothesis. **Trends in Ecology & Evolution**, 4: 164-170.
- Limb, R.F.; Fuhlendorf, S.D.; Engle, D.M. & Kerby, J.D. 2011. Growing-Season Disturbance in Tallgrass Prairie: Evaluating Fire and Grazing on *Schizachyrium scoparium*. **Rangeland Ecology and Management**, 64: 28-36.
- Lorenzi, H. 1991. **Plantas daninhas do Brasil**. Plantarum 2ª edição. Nova Odessa. 440p.
- Martins, C.R. & Leite, L.L. 1997. **Fenologia reprodutiva de gramíneas colonizadoras de áreas degradadas no Parque Nacional de Brasília-DF, Brasil**. In: III Simpósio Nacional de Recuperação de Áreas Degradadas, 3, Anais,. Ouro Preto: Universidade Federal de Viçosa. 317-323.
- Martins, C.R.; Hay, J.D.V.; Carmona, R.; Leite, L.L.; Scaléa, M.; Vivaldi, L.J. & Proença, C.E.B. 2004. Monitoramento e controle da gramínea invasora *Melinis minutiflora* (capim-gordura) no Parque Nacional de Brasília, Distrito Federal. p. 85-95. In: IV Congresso Brasileiro de Unidades de Conservação. **Anais do IV Congresso Brasileiro de Unidades de Conservação**. Vol. 2.
- Martins, C.R. 2006. **Caracterização e manejo da gramínea *Melinis minutiflora* P. Beauv. (Capim Gordura): Uma espécie invasora do Cerrado**. Brasília, Universidade de Brasília. Tese.
- Miranda, A.C.; Miranda, H.S.; Dias, I.F.O. & Dias, B.F. 1993. Soil and air temperatures during prescribed cerrado fires in Central Brasil. **Journal of Tropical Ecology**, 9: 313-320.
- Miranda, H.S.; Sato, M.N.; Neto, W.N. & Aires, F.S. 2009. Fires in the Cerrado, the Brazilian savanna. In: M.A. Cochrane (ed.). **Tropical fire ecology: climate change, land use, and ecosystem dynamics**. Springer-Praxis, New York, NY. 682p.
- Miranda, H.S.; Neto, W.N. & Neves, B.M.C. 2010. Caracterização das queimadas de Cerrado. In: Miranda, H.S. (org.). **Efeitos do regime de fogo sobre a estrutura de comunidades de cerrado: Projeto Fogo**. Brasília-IBAMA.
- NT Weed Risk Assessment Report 2008: **Gamba grass in the Northern Territory: a summary of current knowledge**. Department of Natural Resources, Environment, The Arts and Sport, Natural Resources Division, Palmerston, NT, Australia.
- Pivello, V.R.; Carvalho, V.M.C.; Lopes, P.F.; Peccinini, A.A. & Rosso, S. 1999b. Abundance and distribution of native and alien grasses in a “Cerrado” (Brazilian savanna) Biological Reserve. **Biotropica**, 31: 71-82.
- Pivello, V.R.; Shida, C.N. & Meirelles, S.T. 1999a. Alien grasses in Brazilian savannas: a threat to the biodiversity. **Biodiversity and Conservation**, 8: 1281-1294.
- Ribeiro, J.F. & Walter, B.M.T. 2008. As principais fitofisionomias do bioma Cerrado. In: Sano, S.M.; Almeida, S.P. & Ribeiro, J.F. (Ed.). p. 151-212. **Cerrado: ecologia e Flora**. Vol. 1. Brasília: Embrapa Cerrados/Embrapa Informação Tecnológica.
- Richardson, D.M.; Pysek, P.; Rejmánek, M.; Barbour, M.G.; Panetta, F.D. & West, C.J. 2000. Naturalization and invasion of alien plants: Concepts and definitions. **Diversity and Distributions**, 6: 93-107.
- Rossiter, N.A.; Setterfield, S.A.; Douglas, M.M. & Hutley, L.B. 2003. Testing the grass-fire cycle: alien grass invasion in the tropical savannas of northern Australia. **Diversity and Distributions**, 9: 169-176.
- San José, J.J. & Farinas, M.R. 1991. Temporal changes in the structure of a *Trachypogon* savanna protected for 25 years. **Acta Ecologica**, 2: 237-247.
- Santana, O.A. & Encinas, J.I. 2008. Levantamento das espécies exóticas arbóreas e seu impacto nas espécies nativas em áreas adjacentes a depósitos de resíduos domiciliares. **Biotemas**, 21(4): 29-38.

- Scott, K.A.; Setterfield, S.A.; Douglas, M.M. & Andersen, A.N. 2010. Fire tolerance of perennial grass tussocks in a savanna woodland. **Austral Ecology**, 35: 858-861.
- Setterfield, S.A.; Rossiter-Rachor, N.A.; Hutley, L.B.; Douglas, M.M. & Williams, R.J. 2010. Turning up the heat: the impacts of *Andropogon gayanus* (gamba grass) invasion on fire behaviour in northern Australian savannas. **Diversity and Distributions**, 16: 854-861.
- Silva, J.F. & Castro, F. 1989. Fire, growth and survivorship in a neotropical savanna grass *Andropogon semiberbis* in Venezuela. **Journal of Tropical Ecology**, 5: 387-400.
- Silva, J.F.; Raventós, J. & Caswell, H. 1990. Fire and fire exclusion effects on the growth and survival of two savanna grasses. **Acta Oecologica**, 11: 783-800.
- Thomas, D.; Andrade, R.P.; Couto, W.; Rocha, C.M.C. & Moore, C.P. 1981. *Andropogon gayanus* var. *bisquamulatus* cv. Planaltina: Principais características forrageiras. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 16: 347-355.
- Williams, D.G. & Baruch, Z. 2000. African grass invasion in the Americas: ecosystem consequences and the role of ecophysiology. **Biological Invasions**, 2: 123-140.
- Zanin, R. 2009. **Aspectos da introdução das espécies exóticas: o capim gordura e a braquiária no Parque Nacional de Brasília**. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Sustentável). Universidade de Brasília. 95p.
- Zimmermann, J.; Higgins, S.I.; Grimm, V.; Hoffmann, J. & Adter, A.L. 2010. Grass mortality in semi-arid savanna: the role of fire, competition and self-shading. **Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics**, 12: 1-8.