

PASTAGENS TROPICAIS: DOS FUNDAMENTOS AO USO SUSTENTÁVEL

EDITORA:

MÉRCIA VIRGINIA FERREIRA DOS SANTOS



RECIFE - PE
2023

Pastagens tropicais: Dos fundamentos ao uso sustentável

Editora
Mércia Virginia Ferreira dos Santos

As informações contidas nos capítulos são de inteira responsabilidade dos respectivos autores.

Todos os direitos reservados aos autores.

Nenhuma parte dessa obra pode ser reproduzida sem a prévia autorização escrita dos autores e editores.

Editorção eletrônica - Suprema Gráfica e Editora Ltda.

Capa - Luiz Paulo Santos Barros Cavalcanti

Revisão - Editores e Autores

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
(Câmara Brasileira do Livro, SP, Brasil)**

Pastagens tropicais [livro eletrônico] : dos fundamentos ao uso sustentável / editora Mércia Virginia Ferreira dos Santos. -- Visconde do Rio Branco, MG : Suprema Gráfica, 2023.
PDF

Vários autores.
Bibliografia.
ISBN 978-85-8179-199-9

1. Agricultura - Aspectos ambientais - Brasil
2. Ecossistemas 3. Inovações tecnológicas
4. Sustentabilidade I. Santos, Mércia Virginia Ferreira dos.

23-174821

CDD-630

Índices para catálogo sistemático:

1. Agricultura 630

Eliane de Freitas Leite - Bibliotecária - CRB 8/8415

Fogo como ferramenta de manejo em pastagens nativas

Sandra Aparecida Santos¹ 

Arnildo Pott² 

Letícia Couto Garcia³ 

Alexandre de Matos Martins Pereira⁴ 

Fátima Ele El Seher⁵ 

Geraldo Alves Damasceno Junior⁶ 

Introdução

A criação de bovinos a pasto consiste num dos tipos de sistemas de produção mais econômicos do Brasil, cuja atividade é desenvolvida em quase todas as regiões, em cerca de 155 milhões de hectares de pastagens (MapBiomias, 2021). Sobretudo, o gado criado no pasto produz carne e leite de melhor qualidade do que o estabulado (Delgado-Pertíñez e Horcada, 2021). O Brasil possui uma diversidade de ecossistemas e biomas com suas especificidades, com diferentes tipos de sistemas de produção: extensivo, semi-intensivo, intensivo e integrado. Há 120 milhões de hectares de remanescentes de ecossistemas não florestais (campestres e savânicos), onde a

¹ Pesquisadora da Embrapa. E-mail:sandra.santos@embrapa.br.

² Pesquisador visitante, Universidade Federal do Mato Grosso do Sul.

³ Professora, Universidade Federal do Mato Grosso do Sul.

⁴ Aluno de Pós-graduação, Universidade Federal do Mato Grosso do Sul. IBAMA.

⁵ Aluna de Pós-graduação, Universidade Federal do Mato Grosso do Sul.

⁶ Professor, Universidade Federal do Mato Grosso do Sul.

conservação de biodiversidade depende de fogo e pastejo (Overbeck et al., 2015). Dentre as práticas de manejo de sistemas extensivos como as pastagens naturais, o uso do fogo ainda vem sendo usado para diversos fins, entre os quais o controle de espécies invasoras, renovação de áreas de “macegas” (capins não consumidos em que a queima promove a rebrota e a adição de nutrientes no solo) e controle de plantas indesejáveis. Este capítulo pretende abordar aspectos relacionados ao uso do fogo em áreas com pastagens nativas, ou seja, em ambientes onde a vegetação nativa é naturalmente aberta, com predominância de gramíneas e onde o fogo já é um elemento da paisagem.

Na maioria dos casos, o fogo não é indicado para pastagens cultivadas, pois, quando bem manejadas, apresentam bom desempenho produtivo sem necessidade de queima (Zanini e Sbrissia, 2013). Tendo o conhecimento de que o fogo causa diversas externalidades negativas, como emissões de gases de efeito estufa e uma série de alterações nas propriedades físicas, químicas e biológicas do solo, que é a base da sustentabilidade dos agroecossistemas, o uso do fogo no manejo das pastagens e limpeza deve ser recomendado somente quando outra prática de manejo não seja sustentável ou viável (Santos et al., 2020). Contudo, vale salientar que o manejo integrado do fogo (MIF) tem sido usado como uma estratégia de manejo ambiental adaptada para cada região, que consiste num modelo de planejamento e gestão que associa aspectos ecológicos, técnicos, culturais e socioeconômicos e suas interações na utilização do fogo, principalmente para evitar acúmulo de palha e consequentes incêndios.

O uso da queima prescrita (uso planejado, monitorado e controlado do fogo, realizado para fins de manejo) pode proporcionar vários serviços ecossistêmicos e as estratégias de manejo devem moldar o regime do fogo, de modo que haja um equilíbrio entre o fornecimento dos serviços ecossistêmicos e a proteção dos recursos naturais (Pausas e Keeley, 2019). Vale lembrar aqui que o uso do manejo integrado do fogo é recomendado em Biomas que já possuem o fogo como importante filtro ecológico como o Cerrado, o Pantanal e o Pampa (Pivello et al., 2021).

Apesar do fogo também ser usado em limpeza de área (expansão da fronteira agrícola) para a formação de pastagens e lavouras, este capítulo será focado apenas no uso da queima prescrita como ferramenta de manejo para os ecossistemas de pastagens nativas que evoluíram com o fogo, buscando critérios do uso inteligente do mesmo.

Comportamento do fogo

Para melhor definir estratégias de manejo de pastagens nativas com o uso do fogo, assim como as formas de prevenção de incêndios, há a necessidade do conhecimento sobre o comportamento do fogo nos diferentes ecossistemas. As variáveis que comandam o comportamento do fogo são a velocidade de propagação, intensidade, altura das chamas, tempo de residência e energia liberada, condicionados pelas interações entre o combustível, a topografia e as variáveis meteorológicas (Batista, 1990). A intensidade é a variável mais importante do comportamento do fogo e é usada para avaliar o seu impacto (Batista, 2013). O comportamento do fogo pode ser caracterizado pela altura da chama (Ratcliff et al., 2022), que é um indicador da intensidade do fogo, cuja relação varia conforme o tipo de incêndio (Andrews, 2011). O material combustível é um dos fatores de grande influência sobre o comportamento do fogo.

A altura do fogo determina as principais características do incêndio, ou seja, como o combustível entra em combustão, o desenvolvimento das chamas e a propagação do fogo (Batista, 1990). Modelagens sobre o comportamento do fogo auxiliam as tomadas de decisão (Cardil et al., 2021), pois a propagação do fogo e a área queimada podem ser acompanhadas e modeladas por imagens satelitárias.

O início e a propagação do fogo dependem do tipo de combustível disponível, associado com outros elementos envolvidos na combustão, que são oxigênio e calor (agente de ignição), representados pelo “triângulo do fogo” (Soares, 1985) ou o “quadrado do fogo”, onde o elemento reação em cadeia é o processo de sustentabilidade da combustão (Viegas, 2006). O incêndio vai secando a vegetação verde já metros à frente e logo incandesce. O fogo pulou o rio Paraguai no último ciclo seco, o que dá uma noção do avanço de um incêndio de grandes proporções. Desses elementos, os combustíveis são passíveis de controle e planejamento pelo homem sendo de grande influência no comportamento do fogo (Beutling, 2009).

A pastagem constituída de gramíneas e outras ervas consistem no principal combustível por ser fino, com uma alta relação superfície:volume favorecendo a rápida queima (Ratcliff et al., 2022). Durante o período de seca esse material fino e seco torna-se altamente inflamável. Esse tipo de queima superficial é rápida e geralmente caracterizado como fogo de baixa intensidade, causando baixo impacto.

Estratégias do uso do fogo para manejo de pastagens naturais

O uso do fogo para manejo de pastagens tem sido descrito por vários autores (e.g., Zanini e Sbrissia, 2013), com a apresentação de aspectos positivos e negativos. Abaixo são descritos os principais objetivos do uso do fogo, levando em consideração os aspectos positivos e negativos:

Incremento da produtividade e qualidade da pastagem

A ação do fogo sobre a pastagem proporciona um aumento rápido na mineralização da vegetação na superfície do solo, enriquecendo o solo com a deposição de macronutrientes que não são tão volatilizados como Ca, Mg, Na e K, e o acúmulo de cinzas por sua vez disponibiliza o P, porém, há uma perda de N (Costa et al., 2011; Salomão e Hirle, 2019). Estudos feitos no Cerrado, mostraram que nutrientes como P, K, Ca, Mg e S que são perdidos após a combustão, podem voltar aos níveis pré-fogo com três anos após o evento (Pivello e Coutinho, 1982). Neste sentido, vale ressaltar a importância também de ser avaliada a frequência do uso do fogo, uma vez que, se for anual, este exemplo do ciclo de retorno dos nutrientes pode ser prejudicado. Estudos sobre o efeito do fogo sobre a mineralização do N têm resultados conflitantes que variam em função dos ecossistemas e do comportamento do fogo. O ciclo do N é modificado com o fogo havendo perdas por lixiviação e volatilização. Estes nutrientes proporcionam melhor rebrota da vegetação, provocando a indução do perfilhamento e melhoria do valor nutritivo (Primavesi, 2006). Porém, Cardoso et al. (2003), avaliando o efeito da queima de campo nativo sazonal com dominância de *Andropogon hypogynus* Hack. no Pantanal, verificaram um leve aumento no valor nutritivo da matéria seca somente nos primeiros meses. Resultados similares foram observados por Santos (2001) que avaliou o uso da queima em áreas de 'caronal', campo limpo com predominância de *Elyonurus muticus* (Spreng.) Kuntze, com o objetivo de estimular a rebrota e valor nutritivo (Figura 1). A autora observou que o gado consome o capim 'carona' apenas 15 dias após a queima. No entanto, mais estudos são necessários, pois a utilização das áreas de caronal por bovinos depende da proporção de espécies forrageiras preferidas pelo gado associadas, tais como a grama-do-cerrado (*Mesosetum chaseae* Luces). Nesses casos, a queima prescrita escalonada no espaço e no tempo deve ser planejada na propriedade conforme os tipos de pastagens existentes (Santos et al., 2020).



Figura 1. Queima prescrita de campos nativos com dominância de *Andropogon hypogynus* (a) e *Elionurus muticus* (b) no Pantanal.

Controle de plantas indesejáveis

Áreas de campo com dominância de gramíneas e outras ervas de alto valor forrageiro podem ter colonização por algumas espécies nativas arbustivas e/ou herbáceas, consideradas espécies oportunistas, indesejáveis aos que almejam a maior disponibilidade de espécies forrageiras no pasto (Santos e Comastri Filho, 2012), causando redução da capacidade de suporte das pastagens, com consequente perda de sustentabilidade econômica da pecuária. Esse cenário é decorrente de diversos fatores, entre os quais a supressão de fogo e de pastejo associada às condições climáticas (anos pluri-anuais mais secos ou mais chuvosos) e suas interações ou também, devido ao sobrepastejo. Estratégias de controle para evitar a invasão de áreas de campos devem ser realizadas. A interação do uso do fogo com o pastejo controlou de forma mais efetiva as plantas arbustivas consideradas indesejáveis aos que almejam a formação do pasto do que o uso exclusivo do fogo prescrito ou do uso exclusivo do pastejo (Capozzelli et al., 2020). Esta redução das espécies arbustivas pode ser devido ao consumo das espécies arbustivas pelo gado logo após a queima. Em áreas inundáveis, o fogo associado a inundações pode promover a savanização da vegetação, com forte eliminação das espécies arbóreo-arbustivas pela ação do fogo e subsequentemente pela inundações (Manrique-Pineda et al., 2021).

A decisão da estratégia do uso do fogo para o controle de espécies oportunistas deve ser definida em função de diversos fatores, entre os quais, a espécie arbustiva/arbórea, o nível de invasão e o ecossistema (Santos et al., 2021). Vários arbustos e subarbustos de pouco interesse forrageiro têm rebrota pós-fogo a partir

de gemas basais e subterrâneas. Algumas espécies de leguminosas nativas como a aromita (*Vachellia farnesiana* (L.) Wight & Arn.) que apresentam sementes com tegumento rígido têm aumento da germinação após o fogo ou a passagem pelo trato digestivo dos bovinos (Santos et al., 2014). Por outro lado, diminuiu a germinação de outra leguminosa (*Calliandra parviflora* Benth), porém, não prejudicou a propagação da espécie devido à rebrota (Ferreira et al., 2021). O uso do fogo para controle de espécies daninhas em pastagens cultivadas não tem sido recomendado (Souza Filho et al., 2006). Estudos preliminares com uso da técnica do flamejamento no controle de plantas daninhas em pastagens como uma prática alternativa ao uso de herbicidas têm mostrado resultados satisfatórios, porém, sua eficácia e impacto dependem da intensidade e período de exposição (Burin e Fuentes, 2015).

Com relação às geadas, apesar da baixa frequência no Pantanal, essas aumentam a incidência de incêndio não programado. Nestes casos e nas regiões onde ocorrem geadas, para prevenção disso, a queima também tem sido usada para a eliminação de pasto queimado no final do inverno e no controle de parasitas e doenças endêmicas de animais (Zanini e Sbrissia, 2013).

Proteção da biodiversidade e incremento da heterogeneidade ambiental e serviços ecossistêmicos.

A queima de manchas de tipos de pastagens associada com o pastejo reduz a probabilidade de risco de incêndio e aumenta a heterogeneidade ambiental para a biodiversidade (Fuhlendorf et al., 2008 e 2009), importante para a fauna da região. Tem sido observado que o fogo periódico é necessário para conservar a biodiversidade do Cerrado (Durigan e Ratter, 2016) e dos campos. O fogo uniformiza a pastagem e diminui a ação seletiva do pastejo por um determinado período, até que as gramíneas cespitosas retomem sua altura (Santos et al., 2020), mas, a queima em mosaico reduz a propagação das chamas e ocasiona a pirodiversidade da vegetação (Figura 2) e, conseqüentemente, até da fauna. Isso se dá devido à disponibilidade de recursos (flores, frutos, sementes) complementares de espécies arbóreas e não-arbóreas quando estão em um sistema de manejo integrado do fogo que promove a pirodiversidade, desse modo, a homogeneização dos regimes de queima é prejudicial à flora e fauna nativos dos ambientes adaptados ao fogo (Ferreira et al., 2023). Para isso ocorrer no ecótono do Cerrado-Pantanal, a melhor época de condução deste manejo é entre o fim da estação chuvosa e começo da estação seca (Ferreira et al., 2023).



Figura 2. Manejo de queima prescrita no Pantanal promove a pirodiversidade da vegetação.

Vale ressaltar que o uso adequado do fogo no manejo depende do conhecimento sobre os regimes de fogos históricos (Block et al., 2016). Por exemplo, aliar o conhecimento indígena, ao conhecimento científico e ao de gestores do fogo tem resultados promissores para o ecótono do Cerrado-Pantanal (Oliveira et al., 2022), biomas adaptados ao fogo (Pivello et al., 2021). Brigadistas Kadiwéu atuando conjuntamente com o PrevFogo/IBAMA reduziram a frequência de incêndios florestais em 80% nas áreas com alta frequência de fogo e diminuíram em 53% o tamanho da área anual queimada e, a partir da atuação das brigadas indígenas, mesmo sob condições climáticas muito desfavoráveis e secas, a frequência dos incêndios diminuiu (Oliveira et al., 2022).

A partir do conhecimento sobre os efeitos benéficos do fogo, este pode ser utilizado no controle de pragas e na otimização de alguns processos ecológicos como ciclagem de nutrientes e fluxo de energia, sucessão, diversidade, estabilidade, entre outros (Alexander e Thomas, 2006). Porém, a sua utilização depende de critérios técnicos adequados que proporcionem apenas os efeitos benéficos.

O fogo superficial de baixa severidade, ou “fogo frio”, tem baixo impacto sobre o carbono orgânico que tem maior quantidade no subsolo. Porém, a severidade da queima depende das condições ambientais e da estrutura da vegetação (Neary e Leonard, 2020). Um estudo de Teixeira et al. (2022) em pastagens de cerrado mostrou

que a exclusão do fogo influenciou na perda da diversidade funcional e carbono, pois, com a queima, o carbono emitido é rapidamente recuperado com a rebrota das plantas. A perda da diversidade funcional, por sua vez, diminui a resiliência das pastagens aos distúrbios e mudanças ambientais.

O uso do fogo está associado à conservação da vegetação nativa por parte do produtor, causando menor impacto a não substituição da vegetação nativa por outra espécie (Damasceno-Junior et al., 2021). Ou seja, a prática do uso do manejo integrado do fogo no Pantanal e no Cerrado, é uma alternativa de intervenção que favorece a biodiversidade (Oliveira et al., 2022; Ferreira et al., 2023).

Uso integrado do fogo x pastejo (herbivoria pírica)

Os ungulados exercem grande influência sobre a dinâmica espacial e temporal do fogo, pois eles modificam o tipo e a quantidade de combustível disponível para a queima. A interação espacial e temporal de fogo e pastejo é conhecida como herbivoria pírica, ou seja, pastejo modulado pela queima (Fuhlendorf et al., 2009). Esta prática tem sido proposta por Múgica et al. (2022) para recuperar a biodiversidade de pastagens abandonadas, gerando paisagens resilientes.

O pastejo pode reduzir o fogo de várias maneiras: o principal efeito do pastejo é a redução dos combustíveis finos, que por sua vez reduz a propagação do fogo e a chama. O pastejo também pode causar mudanças na composição e estrutura da vegetação, como, por exemplo, em espécies arbustivas invasoras (oportunistas exóticas ou nativas) consideradas indesejáveis aos que almejam a formação do pasto. Pastagens com domínio de invasoras arbustivas aumentam o risco e intensidade de incêndio. Os animais são seletivos e geralmente não consomem as forrageiras de maneira uniforme, formando manchas não pastadas (Ratcliff et al., 2022).

O uso integrado da queima prescrita e pastejo prescrito tem sido utilizado para redução de combustível em pastagens nativas (Figura 3). Para o manejo adequado é necessário conhecimento sobre o potencial ecológico dos recursos vegetais (características dos combustíveis) e os princípios de pastejo (Taylor, 2006; Santos et al., 2021).



Figura 3. Campos nativos em área de Cerrado manejados com o uso de fogo e pastejo (a) Chapada dos Veadeiros e (b) Comunidade dos Kalungas, onde observa-se uma rica biodiversidade.

Para estabelecer o pastejo prescrito, há necessidade de conhecer as características da biomassa e necromassa combustível e o hábito de forrageamento das espécies animais presentes (Taylor, 2006). No Pantanal, os grandes herbívoros nativos convivem com o gado e pastam basicamente as mesmas espécies (Santos et al. 2019), com algumas particularidades entre as espécies (Desbiez et al., 2011).

A integração pastejo x fogo, depende da taxa de lotação dos herbívoros, que é considerada por Skata et al. (2016), como a principal tomada de decisão no sucesso desta interação. Os mesmos autores consideram esta integração como “engenheiro do ecossistema”, pois modula as características estruturais da diversidade das pastagens. Hernández et al. (2021) verificaram que o uso da queima e pastejo proporcionaram a recuperação das pastagens nativas em solo de serpentina. Alcañiz et al. (2020) avaliaram o efeito de queima e pastejo a longo prazo (após 13 anos) em um ecossistema abandonado na região do mediterrâneo com a utilização de menos de uma cabra por hectare após a primeira queima prescrita de média severidade e verificaram que esta prática combinada não influenciou as propriedades químicas do solo.

O fogo na região do Pantanal é mal compreendido, por isto, muito criticado. Confundem-se planalto e planície, e queimada intencional com incêndio acidental ou natural (por raio). Mas muitas plantas sobrevivem por rebrota e por semente, pois convivem com o fogo desde que o Pantanal existe. Mediante a estratigrafia de carvão, pólen e diatomáceas em sedimentos lacustres do Pantanal foram detectados períodos secos com grandes incêndios, alternados com fases úmidas, desde há 12 mil anos (Power et al., 2016). No entanto, os primeiros sinais de presença humana

na região são de oito mil anos (Peixoto e Arruda, 2015). Atualmente são as áreas mais inundáveis e sem gado que acumulam mais material orgânico, inclusive “fogo de chão” do histossolo, onde ocorrem os maiores incêndios, denominadas de “corredor de fogo e inundação” (Damasceno et al., 2021). Outras savanas tropicais inundáveis também têm incêndios (Damasceno et al., 2021), como o pantanal do Araguaia, onde também há fogo e pastejo (Marimon et al., 2008). O fogo não atinge o pantanal do Amapá porque há duas cheias por dia, ocasionadas pelas marés no baixo Rio Amazonas.

As áreas bem pastejadas podem funcionar como um bloqueio natural para o avanço das queimadas (Hobbs, 1996), como acontece nas áreas úmidas intensamente pastejadas no Pantanal (Figura 4). Na região do Pantanal, áreas de baixadas (vazantes, borda de baias, baias temporárias, beira de rios, brejos) não deveriam ser queimadas porque a maioria das gramíneas aí existentes, além de serem naturalmente macias, geralmente têm gemas (brotos) acima do solo e, por isto, podem morrer com o fogo, abrindo espaço para espinheiros (cujas sementes acordam com o fogo). Além do mais, essas regiões são consideradas Áreas de Preservação Permanente (APP). Também não tem sentido queimar capões e cerrados, onde não vai haver rebrota de capim, pois nem a intenção de matar cobras será atingida, pois elas se refugiam em buracos (Pott, 1997). A depender da situação, se a área baixa estiver sendo ocupada por espécies arbustivas, o fogo utilizado antes da inundação pode ser um instrumento importante de limpeza, pois o fogo elimina um conjunto de espécies lenhosas e a inundação outro conjunto, promovendo a savanização mais efetiva do ambiente (Damasceno-Junior et al., 2021).



Figura 4. Pastagens nativas intensamente pastejadas funcionando como um bloqueio para o avanço das queimadas/incêndios.

Muitas áreas de capim-carona, fura-bucho (*Paspalum carinatum* Humb. & Bonpl. ex Feiige, *Paspalum lineare* Trinius) e outras gramíneas de baixo valor vem sendo substituídas por braquiária-humidícola (*Urochloa humidicola* (Rendle.) Schweickerdt.) no Pantanal, que também controla a propagação de incêndios, se for mantida bem pastada. Porém, esta substituição sem critérios é preocupante para a conservação das espécies nativas devido ao potencial invasor de algumas gramíneas africanas sobre áreas protegidas podendo resultar na homogeneização e perda de biodiversidade (Santos et al., 2021). Ademais, a substituição de vegetação arbórea por pastagem exótica com pastoreio extensivo no Pantanal levou à diminuição de matéria orgânica do solo, perda contínua de estoques de carbono do solo afetando a ciclagem de nutrientes e disponibilização dos mesmos (Cardoso et al., 2011).

Sistema de decisão e plano de manejo

Após descrever as características da vegetação (combustíveis), avalia-se a necessidade do uso de queima na propriedade. O plano de manejo deve ser feito de maneira individualizada para cada unidade de manejo e propriedade (Santos et al., 2020) e deve seguir a legislação vigente e as condições climáticas.

Principais impactos negativos da queima sem critérios técnicos

A prática do uso do fogo realizada de maneira inadequada pode causar alterações nas propriedades físicas, químicas e biológicas do solo, reduzindo a fertilidade (Zanini e Sbrissia, 2013), assim como acarretar aumento dos gases de efeito estufa (Laris et al., 2021). Em princípio, a queima é um desperdício de energia, de recurso natural. Pode causar destruição de equipamentos importantes para a propriedade como tratores, pontes, casas etc. Além disso, a queima repetida com curtos intervalos de tempo pode abrir espaço para espécies indesejáveis que estão no banco de sementes.

Quando o fogo escapa de áreas campestres e torna-se um incêndio atingindo áreas florestais associadas a cursos d'água, ambientes que comumente abrigam espécies sensíveis ao fogo, a depender da frequência e severidade do fogo, as mesmas podem ter danos às suas populações, o que gera necessidade de definição de áreas a serem restauradas devido à danos por fogo, com o uso de plantios ou semeadura de enriquecimento dessas espécies nativas (Martins et al., 2022). Ademais, os incêndios em grandes proporções, considerado como mega-incêndios, atingem áreas que não sofrem do efeito do fogo há décadas e pode prejudicar a fauna que fica sem sítios de refúgios quando grandes extensões de áreas são afetadas (Libonati et al., 2020; Garcia et al., 2021).

Práticas alternativas ao uso do fogo

Práticas de manejo sustentáveis que sejam ambientalmente corretas e que atendam obrigatoriamente a Legislação vigente devem ser buscadas para reduzir o uso do fogo na atividade pecuária (Freeman, 2010), como por exemplo, práticas que seguem a abordagem da Economia Circular. Estudos e projetos devem ser incentivados nesta linha. Uma alternativa para a diminuição do uso do fogo que vem sendo estudada e divulgada pela Embrapa e outras Instituições é a Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF), cuja adoção deve ser planejada para cada propriedade agrícola (Amare e Darr, 2020) e com incentivos para o uso de espécies nativas (Nicodemo et al., 2009; Batista et al., 2021) que otimizem os serviços ecossistêmicos.

No caso das pastagens, para o manejo sustentável é importante estabelecer o método de pastejo (lotação contínua ou rotacionada) adequado em função das especificidades da propriedade (gestão integrada da paisagem), capacidade de suporte e condições climáticas. O manejo adequado das pastagens proporciona a conservação, com melhor distribuição de pastejo e eficiência na produção animal,

otimizando o sequestro de carbono e reduzindo a emissão de gases de efeito estufa (Santos et al., 2021).

No caso de sistemas extensivos onde há predominância de capins maduros, estes muitas vezes são decorrentes do manejo inadequado que proporciona distribuição irregular do pastejo pelo gado. Para o melhor aproveitamento desses capins maduros (aumentados pela seca e também por subpastejo), a suplementação proteica/nitrogenada melhora o consumo animal, digestibilidade da fibra e taxa de passagem pelo sistema digestório. A formação de banco de proteínas para suplementar a alimentação dos animais também é uma alternativa para períodos de restrição alimentar, entre outras que devem ser buscadas regionalmente. Enfim, para definir o melhor planejamento da atividade pecuária, é de grande importância o diagnóstico da propriedade rural (Santos et al., 2021), de modo que as práticas de manejo sejam específicas e integradas, garantindo a sustentabilidade.

Legislação sobre o uso da queima prescrita no Brasil

O governo brasileiro declarou o uso do fogo ilegal em 1998 e essa política de fogo zero geralmente é uma medida para melhorar os esforços de conservação e está relacionada à longa história colonial que criminaliza os sistemas tradicionais de manejo do fogo, causando perda de conhecimento ecológico local (Alvarado et al., 2018; Schmidt et al., 2018; Moura et al., 2019; Garcia et al., 2021). Porém, essa ação também se mostrou ineficaz no Pantanal (Garcia et al., 2021; Oliveira et al., 2022) e em outras vegetações dependentes do fogo pois podem aumentar a carga de combustível e podem levar a conflitos, sendo, portanto, preferíveis a implementação e a expansão do MIF (Schmidt et al., 2018; Schmidt et al., 2020; Garcia et al., 2021).

A legislação ambiental brasileira vigente, através do Código Florestal brasileiro - Lei 12.651 (BRASIL, 2012), traz um capítulo específico sobre fogo, o Capítulo IX. Apesar de ser intitulado “DA PROIBIÇÃO DO USO DE FOGO E DO CONTROLE DOS INCÊNDIOS”, o inciso I, do artigo 38, traz exceções, dessa forma permitindo o uso do fogo para diversas finalidades em áreas agrossilvopastoris. O uso do fogo fica condicionado a atos autorizativos expedidos pelos Órgãos Estaduais de Meio Ambiente (OEMAs), que são responsáveis em criar regras que atendam as especificidades ambientais, sociais e econômicas de cada estado. Para auxiliar no controle de incêndios em Unidades de Conservação já está sendo adotado o uso de queima preventiva, como no Parque Nacional das Emas.

De forma geral, todos os estados da Federação possuem regras específicas para emissão de autorizações de uso da prática de queima controlada. As atividades que permitem o emprego do fogo vão desde a prática de queima da palhada proveniente da atividade de colheita da cana-de-açúcar e de sementes, restos de exploração florestal, controle de pragas e plantas invasoras, até o uso do fogo em áreas de pastagens plantadas e nativas (IBAMA, 2016).

A queima controlada é uma das técnicas de uso do fogo mais difundidas no Brasil, mas, necessita de autorização expedida por uma OEMA, objetivos bem definidos para a aplicação do fogo e obrigatoriedade da construção de aceiros para o controle efetivo do fogo, fazendo com que fique restrito ao interior do polígono pré-estabelecido (Torres et al., 2020).

O manejo integrado do fogo (MIF) promove mosaicos na vegetação campestre que reduzem incêndios. Nesse sentido, a Lei de Proteção da Vegetação Nativa (Lei 12.652/2012), que substituiu o Código Florestal, em seu artigo 40, obriga o Governo Federal a criar uma Política Nacional de Manejo Integrado do Fogo (PNMIF). Em 2018 foi criado o Projeto de Lei PL 11276/2018 e atualmente o PL se encontra para aprovação no Senado Federal sob o número PL 1818/2022.

A PNMIF prevê medidas para substituir gradativamente o uso do fogo no meio rural, promover a utilização do fogo de forma controlada e aumentar a capacidade de enfrentamento aos incêndios florestais em um cenário de mudanças climáticas. O projeto também regulamenta o uso do fogo na vegetação, com manejo realizado por técnicas preventivas autorizadas pelos órgãos ambientais. A PNMIF ainda inova trazendo a possibilidade do uso do fogo através das queimas prescritas, que até então não eram abordadas em legislações estaduais e, conseqüentemente, não eram passíveis de autorização. A queima prescrita pode ser uma ótima ferramenta para que se atinjam os objetivos de potencializar os benefícios do uso do fogo, desde que o seu planejamento e autorização seja realizado dentro de um plano de manejo integrado do fogo.

Alguns estados da Federação têm avançado na criação de legislações que preveem o uso do fogo através das queimas prescritas. O estado de Mato Grosso do Sul publicou em 2021 o Decreto nº 15.654, de 15 de abril, e instituiu o Plano Estadual de Manejo Integrado do Fogo. Contudo, embora haja a previsão da execução das queimas prescritas e elaboração de planos de manejo integrado do fogo, ainda falta regulamentar os procedimentos de elaboração e autorização dos projetos apresentados. Infelizmente, apesar de alguns avanços, este plano estadual de MIF recentemente aprovado no MS (Decreto No 15.654 de 2021, art. 38, inciso VI) incentiva “substituição de pastagem nativa” como sendo uma “tecnologia alternativa

ao uso do fogo” ao invés de incentivar o manejo dessas pastagens nativas através do fogo (Garcia et al., 2021). O estado de Minas Gerais, também tem instrumentos semelhantes para a queima prescrita, embora ela seja voltada exclusivamente para o manejo de áreas no interior de Unidades de Conservação. Há instrumentos infralegais (Portaria IEF Nº 86, de agosto de 2020 e Resolução Conjunta SEMAD/IEF Nº 2.988, de julho de 2020) que complementam o Decreto e traçam diretrizes para elaboração dos planos de manejo integrado e como proceder para autorizar e executar as queimas. Outro exemplo é o estado do Mato Grosso, que também seguiu os ditames da PNMIF e se encontra em situação semelhante, com o Projeto de Lei Estadual nº 728/2020, que institui o Programa Estadual de Controle do Fogo, tramitando na Assembleia Legislativa do estado e aguarda apreciação e votação.

Considerações finais

O uso do fogo como ferramenta de manejo de áreas de pastagens nativas em algumas regiões do Brasil, especialmente aquelas que evoluíram com o fogo é de grande importância para a conservação da biodiversidade, produtividade de forrageiras e outros serviços ecossistêmicos. Portanto, a criminalização do uso do fogo não só falha no controle de grandes incêndios, mas também incentiva os agricultores a utilizar outras técnicas como a substituição de plantas nativas por gramíneas exóticas (Garcia et al. 2021).

A queima prescrita em pastagens nativas, quando bem planejada, é rápida e superficial, causando baixo impacto por ser um fogo de baixa severidade. Apesar de ocorrer perdas de alguns nutrientes pós-queima, esses voltam a níveis pré-fogo após três anos ou mais, ressaltando a importância da frequência do uso do fogo.

O uso adequado do fogo pode trazer diversos benefícios ambientais, proporcionando a conservação da biodiversidade, incremento dos serviços ecossistêmicos, controle de pragas e ainda resultando na melhoria da qualidade das pastagens. Para que todos esses benefícios ocorram ou até sejam potencializados, é necessário que o manejo das pastagens utilizando o fogo seja realizado de forma integrada, associando aspectos ecológicos, técnicos, culturais e socioeconômicos e suas interações.

Referências

Alcañiz, M.; Úbeda, X.; Cerdà, A. A 13-Year Approach to Understand the Effect of Prescribed Fires and Livestock Grazing on Soil Chemical Properties in Tivissa, NE Iberian Peninsula. **Forests**, v.11, 2020.

Alexander, M.E.; Tomas, D.E. Prescribed fire case studies, decision aids, and planning guides. **Fire management today**, v.66, n.1, p.5-20, 2006.

Alvarado, S.T., Freire Silva, T.S., Archibald, S. Management impacts on fire occurrence: A comparison of fire regimes of African and South American tropical savannas in different protected areas. **Journal of Environmental Management**, v.218, p.79-87, 2018.

Amare D.; Darr, D. Agroforestry adoption as a systems concept: A review. **Forest Policy and Economics**, Elsevier, vol. 120:102299, 2020.

Andrews, P.L.; Heinsch, F.A.; Schelvan, L. How to generate and interpret fire characteristics charts for surface and crown fire behavior. Gen. Tech. Rep. RMRS-GTR-253. Fort Collins, CO: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station. 2011. 40 p.

Batista, A. C. **Incêndios florestais**. Recife: Imprensa Universitária da UFRPE, 1990. 115 p.

Batista, A.C.; Beutling, A.; Pereira, J.F. Estimativa do comportamento do fogo em queimas experimentais sob povoamentos de *Pinus elliottii*. *Árvore*, v. 37, n. 5, p. 779- 787, 2013.

Batista, A.; Calmon, M.; Lund, S.; Assad, L.; Pontes, C.; Biderman, R. Investimento em reflorestamento com espécies nativas e sistemas agroflorestais no Brasil: uma avaliação econômica. São Paulo: WRI, 2021. 90 p. Disponível em : https://www.wribrasil.org.br/sites/default/files/wribrasil_verena_por_baixa_final.pdf.

BRASIL. Lei n. 12.651, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nos 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nos 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória no 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. 2012. Diário Oficial da União, Brasília, DF, Ano CXLIX, n. 102, 28 maio 2012. Seção 1, p.1. Disponível em <<http://portal.in.gov.br/>>. Acesso em 12 abril de 2023.

Block, W. M.; Conner, L.M.; Brewer, P.A.; Ford, P.; Haufler, J.; Litt, A.; Masters, R.E.; Mitchell, L.R.; J.; Park, J. Effects of Prescribed Fire on Wildlife and Wildlife Habitat in Selected Ecosystems of North America. The Wildlife Society Technical Review 16-01. The Wildlife Society, Bethesda, Maryland, USA. 2016. 69 p.

Beutling, A. Modelagem do comportamento do fogo com base em experimentos laboratoriais e de campo. Curitiba, Tese (Doutorado em Engenharia Florestal), Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, 2009.

Burin, P.C.; Fuentes, L.F.G. Uso do fogo como alternativa no controle de plantas daninhas. **Revista Electrónica de Veterinaria**, v. 16, n.8, p.1-13, 2015.

Capozzelli, J.F.; Miller, J.R.; Debinski, D.M.; Schacht, W.H. Restoring the fire-grazing interaction promotes tree-grass coexistence by controlling woody encroachment. **Ecosphere**, v. 11, n.2, 2020.

Cardil, A.; Santiago, M.; Schag, G.; Miguel, S.; Tapia, M.; Stoof, C.R.; Silva, C.A.; Mohan, M.; Cardil, A.; Ramirez, J. Fire behavior modeling for operational decision-making. **Current Opinion in Environmental Science & Health**, v.23, 100291, 2021.

Cardoso, E.L.; Crispim, S.M.A.; Rodrigues, C.A.G.; Barioni Junior, W. Efeitos da queima na dinâmica da biomassa aérea de um campo nativo no Pantanal. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.38, p.747-752, 2003.

Cardoso, E. L.; Silva, M. L. N.; Curi, N.; Ferreira, M. M.; Freitas, D. A. F. de. Soil chemical and physical quality under natural tree vegetation and pasture in the Pantanal wetlands, Mato Grosso do Sul, Brazil. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, v. 35, p.613–622, 2011.

Costa, A.; Madeira, M.; Santos, J.L.; Oliveira, A. Change and dynamics in Mediterranean evergreen oak woodlands landscapes of Southwestern Iberian Peninsula. **Landscape and Urban Planning**, v.236, p.164-176, 2011.

Damasceno-Junior, G.A.; Pereira, A.M.M.; Oldenland, O.; Parolin, P.; Pott, A. Fire, flood and Pantanal vegetation. In: Damasceno-Junior, G.A.; Pott, A. Flora and vegetation of the Pantanal wetland. Chap. 18, pp.661-688. Switzerland, Springer, 2021.

Delgado-Pertíñez, M.; Horcada, A. Better animal feeding for improving the quality of ruminant meat and dairy. **Foods**, v.10. 1076, 2021.

Desbiez, A.L.J.; Santos, S.A.; Alvarez, J.M.; Tomas, W.M. Forage use in domestic cattle (*Bos indicus*), capybara (*Hydrochoerus hydrochaeris*) and pampas deer (*Ozotoceros bezoarticus*) in a seasonal Neotropical wetland. **Mammalian Biology**, v.76, p.351-357, 2011.

Durigan, G.; Ratter, J.A. The need for a consistent fire policy for Cerrado conservation. **J. Applied Ecology**, v. 53, n. 1, p.11-15. 2016.

Ferreira, B.H.S.; Guerra, A.; Oliveira, M.R.; Reis, L.K.; Aptroot, A.; Ribeiro, D.B.; Garcia, L.C. Fire damage on seeds of *Calliandra parviflora* Benth. (Fabaceae), a facultative seeder in a Brazilian flooding savanna. **Plant Species Biology**, p.1-12, 2021.

Ferreira, B.H.; Oliveira, M.; Fernandes, R.A.; Nacagava, V.; Arguelho, B.A.; Ribeiro, D.B.; Pott, A.; Damasceno-Junior, G.A.; Garcia, L.C. Flowering and fruiting show phenological complementarity in both trees and non-trees in mosaic-burnt floodable savanna. **Journal of Environmental Management**, v.20, p. 337:117665, 2023.

Freeman, R. E. **Strategic management: a stakeholder approach**. New York: Cambridge University Press, 2010.

Fuhlendorf, S.D.; Archer, S.; Smeins, F.; Engle, D.; Taylor, C. The combined influence of grazing, fire and herbaceous productivity on tree-grass interactions. In: Western North American Juniperus communities, ed. O.V. Auken. New York: Springer. 2008.

Fuhlendorf, S.D.; Engle, D.M.; Kerby, J.A.Y.; Hamilton, R. Pyric herbivory: rewilding landscapes through the recoupling of fire and grazing herbivory a pírica: restablecimiento de paisajes silvestres mediante la combinació n de fuego y pastoreo. **Conserv. Biol.**, v.23, p.588–598, 2009.

Garcia, L.C.; Szabo, J.K.;Roque, F.O.; Pereira, A.M.M.; Cunha, C.N.; Damasceno-Júnior, G.A.; Morato, R.G.; Tomas, W.M.; Libonati, R.; Ribeiro, D.B. Record-breaking wildfires in the world's largest continuous tropical wetland: Integrative Fire Management is urgently needed for both biodiversity and humans. **Journal of Environmental Management**, v.293: 112870, 2021.

Hernández, E.; Shaw, A.; Aoyama, L.; Bramblia, A.; Niederer, C.; Weiss, S.B.; Hallett, L.M. Fire versus grazing as tools to restore serpentine grasslands under global change. **Restoration Ecology**, v. 29, n.S1, e13353, 2021.

IBAMA. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. Manual do Brigadista. Brasília, DF: IBAMA, 2016. 67p.

Laris, P.; Koné, M.; Dembélé, F.; Rodrigue, C.M.; Yang, L.; Jacobs, R.; Laris, Q. Methane gas emissions from savanna fires: what analysis of local burning regimes in a working West African landscape tell us. **Biogeosciences**, v.18, p.6229–6244, 2021.

Libonati, R.; Sander, L.A.; Peres, L.F.; DaCamara, C.C.; Garcia, L.C. Rescue Brazil's burning Pantanal wetlands. **Nature**, v. 588, p.217–220, 2020.

Lovreglio, R.; Meddour-Sahar O.; Leone, V. Goat grazing as wildfire prevention tool: a basic review. **iForest**, v.7, p. 260-268, 2014.

MapBiomias. A evolução da pastagem nos últimos 36 anos. 2021. Disponível em: mapbiomas.org. Acesso em:05/04/2023.

Marimon, B.S.; Marimon Junior, B.H.; Lima, H.S.; Jancoski, H.S.; Franczak, D.D.; Mews, H.A.; Moresco, M.C. Pantanal do Araguaia, ambiente e povo, guia de ecoturismo. Cáceres, Editora Unemat. 2008.

Manrique-Pineda, D. A.; De Souza, E. B.; Paranhos Filho, A. C. Cáceres Encima, C. C. ; Damasceno-Junior, G. Fire, flood and monodominance of *Tabebuia aurea* in Pantanal. **Forest Ecologist and Management**, v. 479, p. 118599, 2021.

Martins, P.I.; Belém, L.B.C.; Szabo, J.K.; Libonati, R.; Garcia, LC. Prioritising areas for wildfire prevention and post-fire restoration in the Brazilian Pantanal. **Ecological Engineering**, v.176: 106517, 2022.

Melotto, A.; Nicodemo, M.; Bocchese, R. A.; Laura, V. A.; Gontijo Neto, M. M.; Schleder, D. D.; Pott, A.; Porfírio-da-Silva, V. Sobrevivência e crescimento inicial em campo de espécies florestais nativas do Brasil Central indicadas para sistemas silvipastoris. **Revista Árvore**, v.33, p.425-432, 2009.

Moura, L.C.; Scariot, A.O.; Schmidt, I.B.; Beatty, R.; Russell-Smith, J. 2019. The legacy of colonial fire management policies on traditional livelihoods and ecological sustainability in savannas: impacts, consequences, new directions. **Journal of Environmental Management**, v.232, p. 600–606, 2019.

Múgica L.; Canals, R. M.; San Emeterio, L.; Mosquera-Losada, M.R.; Torres F.; Plaixats J.; Castro M.; Robles, A.B.; Sáez, J.L.; Aguerre, C.; Duperron, C.; Yebra, R. Sustainable management model for the preservation of valuable open mountain areas: the Open2preserve project. In: Delaby, L.; Baumont, R.; Brocard, V.; Lernauiel-Lavenant, S.; Verès, F.; Peyraud. *Grassland Science in Europe*, v. 27 – Grassland at the heart of circular and sustainable food systems, p. 829-831. 2022.

Neary, D.G.; Leonard, J.M. Effects of fire on grassland soils and water: a review. Effects of fire on grassland soils and water: a review. In: Kindomihou, Valentin Missiako (Ed.), *Grasses and Grassland Aspects*, 2020. Disponível em: <https://www.intechopen.com/chapters/70724>

Nicodemo, M. L. F.; Santos, P. M.; Porfírio da Silva, V.; Freitas, A. R. de; Rassini, J. B.; Caputti, G. Sistema agrissilvipastoril com espécies florestais nativas na região sudeste. In: WORKSHOP INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA-FLORESTA NA EMBRAPA, 2009, Brasília, DF. Resumos e palestras apresentadas. Brasília, DF: Embrapa: ILPF, 2009. 1 CD-ROM

Oliveira, M.R.; Ferreira, B.H.S.; Souza, E.B.; Lopes, A.A.; Bolzan, F.P.; Roque, F.O.; Pott, A.; Pereira, A.M.M.; Garcia, L.C. Damasceno-Junior, G.A., Costa, A.; Rocha, M.; Xavier, S.; Ferraz, R., Ribeiro D.B. Indigenous brigades in a transitional zone of savanna and wetland changes: spatial patterns of wildfires, influence of climate on fire regimes, and increased forest area. **Journal of Applied Ecology**, v. 59, p.1279-1290, 2022.

Overbeck, G.E.; Vélez-Martin, E.; Scarano, F.R.; Lewinsohn, T.M.; Fonseca, C.R.; Meyer, S.T.; Müller, S.C.; Ceotto, P.; Dadalt, L.; Durigan, G.; Ganade, G.; Gossner, M.M.; Guadagnin, D.L.;

Lorenzen, K.; Jacobi, C.H.; Weisser, W.W.; Pillar, V.D. 2015. Conservation in Brazil needs to include non-forest ecosystems. **Divers. Distrib.**, v.21, p.1455-1460, 2015

Pausas, J.G.; Keeley, J.E. Wildfires as an ecosystem service. **Front. Ecol. Environ**, v.17, p.289–295, 2019.

Peixoto, H.; Arruda, A.A. Interação regional dos grupos indígenas que ocuparam a região das Grandes Lagoas do Pantanal e da Chiquitania. In: Alconini, S.; Betancort, C.J. eds.) En el corazón de América del Sur, 3 (Arqueología de las tierras bajas de Bolivia y zonas limítrofes). pp. 41-66. Santa Cruz de la Sierra, Imprenta 2E. 2015.

Pivello, V. R.; Coutinho, L. M. Transfer of macro-nutrients to the atmosphere during experimental burnings in an open cerrado (Brazilian savanna). **Journal of Tropical Ecology**, v.8, n.4, p.487–497, 1992.

Pivello, V. R.;Vieira, I.; Christianini, A. V.; Ribeiro, D. B.; da Silva Menezes, L.; Berlinck, C. N.; Melo, F. P. L.; Marengo, J. A.,; Tornquist, C. G.; Tomas, W. M.; Overbeck, G. E. Understanding Brazil's catastrophic fires: Causes, consequences and policy needed to prevent future tragedies. **Perspectives in Ecology and Conservation**, v.19, n.3, p.233–255, 2011.

Pivello, V.R.; Vieira, I.; Christianini, A.V.; Bandini Ribeiro, D.;Menezes, L.S.;Berlinck, C.N.; Melo, F.P.L. Marengo, J.A.;Tornquisti, C.G.; Moraes, W.; Overbecke, G.E. Understanding Brazil's catastrophic fires: Causes, consequences and policy needed to prevent future tragedies. **Perspectives in Ecology and Conservation**, v.19, n.3, p.233-255, 2021.

Power, M.J.; Whitney, B.S.; Mayle, F.E.; Neves, D.M.; de Boer, E.J.; Maclean, K.S. Fire, climate and vegetation linkages in the Bolivian Chiquitano seasonally dry tropical forest. **Hil. Trans. R. Soc. B. Biol. Sci.**, v.371:20150165, 2016.

Pott, A. Pastagens nativas. In: EMBRAPA. Centro de Pesquisa Agropecuária do Pantanal (Corumbá, MS). Tecnologias e informações para a pecuária de corte no Pantanal. Corumbá, 1997. p.7-19

Primavesi, A. **Manejo ecológico do solo**. 18. ed. São Paulo: Nobel, 2006.

Ratcliff, F.; Rao, D.; Barry, S.; Dewees, S.; Macaulay, L.; Larsen, R.; Shapero, M.; Peterson, R.; Moritz, M.; Forero, L. Cattle grazing reduces fuel and leads to more manageable fire behavior. **California Agriculture**, v.76, n.2-3, p.60-69, 2022.

Salomão, P.E.A.; Hirle, R.E.W. Estudo da influência das queimadas nas propriedades química e banco de sementes dos solos do Vale do Mucuri. **Res., Soc. Dev.** v.8, n.12:e358121799, 2019.

Santos, S. A. *Caracterização dos recursos forrageiros nativos da subregião da Nhecolândia, Pantanal*, Mato-Grosso do Sul, Brasil. **2001**. 190 p. Tese (Doutorado em Zootecnia- UNESP, Botucatu).

Santos, S. A.; Comastri Filho, J. A. Práticas de limpeza de campo para o Pantanal. Corumbá: Embrapa Pantanal, 8p., 2012. Disponível em: <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/80442/1/COT921.pdf>

Santos, S. A.; Silva, E. R.; Oliveira, G. F.; Crispim, S. M. A.; Silva, L. C. F. Silva, G. A. Controle de aromita em pastagens exóticas em uma fazenda do Pantanal, Miranda, MS. Corumbá: Embrapa Pantanal, 3p., 2014. Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1009303>

Santos, S.A.; Pott, A.; Cardoso, E.L.; Salis, S.M.; Valls, J.F.M.; Garcia, J.B. **Guia para identificação de pastagens nativas do Pantanal**. Corumbá, Embrapa. 2019.

Santos, S.A.; Cardoso, E.L.; Soriano, B.M.; Pott, A.; Pereira, A.M.M. Guia para uso do fogo no manejo de pastagem em nível de fazenda no Pantanal. Corumbá: Embrapa Pantanal (Embrapa Pantanal. Documentos, 168). 2020. Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1129220>

Santos, S.A.; Cardoso, E.L.; Valls, J.M.; Pott, A. Natural pastures of the Pantanal: diversity, productive potential and dynamics. In: Damasceno-Junior, G.A.; Pott, A. (eds.) *Flora and vegetation of the Pantanal Wetland*. Chap. 10, pp.471-512. Switzerland, Springer. 2021.

Santos, S. A.; Salis, S. M.; Urbanetz, C.; Delben, A.; Franco, J. L.; Comastri Filho, J. A.; Santos, P. M. Recomendações técnicas para o planejamento da introdução de forrageiras exóticas de forma sustentável no Pantanal. Corumbá: Embrapa Pantanal (Embrapa Pantanal. Documentos, 176). 2020.

Schmidt, I.B.; Moura, L.C.; Ferreira, M.C.; Eloy, L.; Sampaio, A.B.; Dias, P.A.; Berlinck, C.N. Fire management in the Brazilian savanna: First steps and the way forward. **Journal of Applied Ecology**, v.55, p. 2094-2101, 2018.

Schmidt, I. B.; Eloy, L. Fire regime in the Brazilian Savanna: Recent changes, policy and management. **Flora**, v. 269, 151613, 2020.

Kata, J.D.; Duchardt, C.; Englec, D.M.; Miller, J.R.; Debinski, D.M.; Harr, R.N. Constraints to restoring fire and grazing ecological processes to optimize grassland vegetation structural diversity. **Ecological Engineering**, v.95, p.865-875, 2016.

Soares, R. V. **Incêndios Florestais: Controle e uso do fogo**. Curitiba: FUPEF, 1985. 213p.

Souza Filho, A.P.S.; Mascarenhas, R.E.B.; Dutra, S. Manejo de plantas daninhas de áreas de pastagens cultivadas. In: Teixeira Neto, J. F; Costa, N. A. da. (ed. técnicos). Criação de Bovinos de Corte no Estado do Pará. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2006. p. 44–72.

Taylor Jr., C.A. Targeted grazing to manage fire risk. In: Launchbaugh, K., Walker, J. (Eds.), Targeted grazing: a natural approach to vegetation management and landscape enhancement. American Sheep Industry Association, Centennial, CO, USA, pp. 107-112. 2006.

Teixeira, J.; Souza, L.; Le Stradic, S.; Fidelis, A. Fire promotes functional plant diversity and modifies soil carbon dynamics in tropical savanna. **Science of The Total Environment**, v.812, n.15, 2022, 152317.

Torres, F. T. P.; Lima, G. S. Manual de Prevenção e Combate de Incêndios Florestais / Editores Fillipe Tamiozzo Pereira Torres e outros – Viçosa, MG: Os Editores, 2020. 178 p.

Viegas, D.X. Parametric Study of an Eruptive Fire Behaviour Model. **International Journal of Wildland Fire**, v.15, p. 169-177, 2006.

Zanini, G.D.; Sbrissia, A.F. Fogo em pastagens: estratégia de manejo? **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v.12, n.1, p.94-103, 2013.