Impactos da queima na disponibilidade de nutrientes no solo do Parque Nacional de Chapada dos Guimarães – MT

https://doi.org/10.56238/levv15n39-039

Anna Carolinna Albino Santosa
Universidade de Cuiabá – UNIC, Departamento de Pós-graduação em Ciências Ambientais
E-mail: anna.annilorac@gmail.com

Osvaldo Borges Pinto Junior
Universidade de Cuiabá – UNIC, Departamento de Pós-graduação em Ciências Ambientais

Amanda Finger
Universidade Federal de Mato Grosso – UFMT, Departamento Engenharia Sanitária e Ambiental

RESUMO
O objetivo deste trabalho foi investigar os impactos do Manejo Integrado do Fogo (MIF) em uma área do Parque Nacional de Chapada dos Guimarães, compreender os efeitos da queima, tanto os adversos como os benéficos sobre a disponibilidade de P e N e avaliar o pH e umidade do solo. Foram coletadas amostras no Parque Nacional de Chapada que se localiza na região Centro-Oeste do país, no estado de Mato Grosso, localizado entre as coordenadas geográficas 15°10’ e 15°30’S e 56°00’ e 56°40’W se encontra dentro do Bioma Cerrado, apresentando uma grande diversidade biológica. Os parâmetros químicos analisados para a área de estudo foram: pH, umidade, fósforo (P), nitrogênio total e amoniacal. Os resultados foram avaliados pelo teste de Tukey ($p<0,05$) para a comparação das médias quando significativo. Logo, a queima prescrita pode alterar as características químicas do solo sem depender da profundidade e do período sazonal que foi analisado em que comprova que o fogo é capaz de alterá-las.

Palavras-chave: Fósforo, Matéria Orgânica do Solo, Química do Solo, Nitrogênio.

1 INTRODUÇÃO

O Manejo Integrado do Fogo (MIF) associa aspectos ecológicos, culturais, socioeconômicos e técnicos na execução, na integração, no monitoramento, na avaliação e na adaptação de ações relacionadas ao uso do fogo, por meio de queimas prescritas e controladas, à prevenção e ao combate aos incêndios florestais (IBAMA, 2023).

O Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio) realiza aqui na região do Cerrado, Chapada dos Guimarães as queimas prescritas que são imprescindíveis na prevenção de incêndios florestais, principalmente nos meses de junho e julho devido às condições climáticas da região e assim minimizar os impactos ambientais (ICMBIO, 2020).

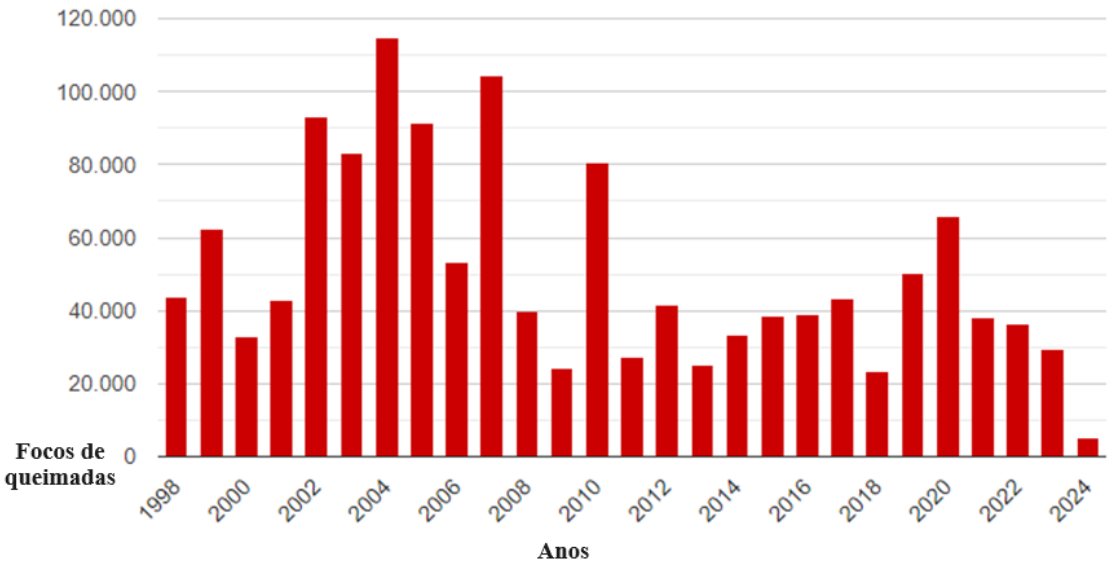
A queima prescrita é o uso do fogo em parcelas da vegetação criando uma barreira natural para evitar o espalhamento das chamas quando acontecem os incêndios florestais no período das secas. A queima e os incêndios florestais têm grande contribuição para a emissão de poluentes atmosféricos e isso pode ocasionar em efeitos diretos e indiretos à saúde humana e ao meio ambiente (IBAMA, 2023).

As savanas tropicais estão localizadas na Ásia, Austrália, África e América Central e do Sul, correspondendo a cerca de 20 % de toda a superfície terrestre (ICMBIO, 2020). São caracterizadas pela heterogeneidade espacial e temporal das suas fisionomias, cobertura arbórea descontínua, vegetação do estrato herbáceo, período seco e chuvoso bem definidas e ocorrência frequente do fogo. No Brasil, as savanas são denominadas pelo termo Cerrado, sendo o segundo maior bioma brasileiro e a savana mais biodiversa do planeta, apresenta um complexo de fitofisionomias, formando um mosaico em que estão compreendidas as formações campestres, savânicas e florestais (ICMBIO, 2020).

De acordo com Bragança (2019), o Brasil possui 334 unidades de conservação federais, das quais 149 são de proteção integral e 185 de uso sustentável, em algumas regiões do país, em especial, o Bioma Cerrado tem um dos aspectos que mais exigem atenção por parte dos gestores é a gestão do fogo nas Unidades de Conservação (UCs).

De acordo com a Figura 1 que mostra a série histórica no país dos focos de incêndio desde o ano de 1998 até 2024 extraído do site do Inpe.

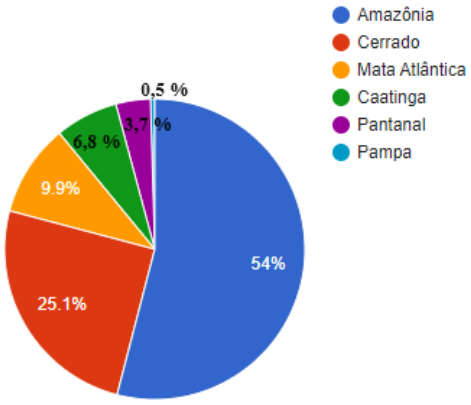
Figura 1. Série histórica do total de focos ativos detectados pelo satélite de referência no período de 1998 até a data de 15/07/2024.



Fonte: Inpe, 2024.

No Brasil, observa-se que nos meses de junho e novembro há aumento dos registros dos focos de calor pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (Inpe) e acontece nos Biomas do Cerrado, Amazônia e Pantanal e observa-se nesse ano de 2023 há grande seca na Amazônia, o Pantanal com grande queima e isso vêm aumentando os indicadores de desmatamento de acordo com a Figura 2.

Figura 2. Focos de queima no ano de 2024.

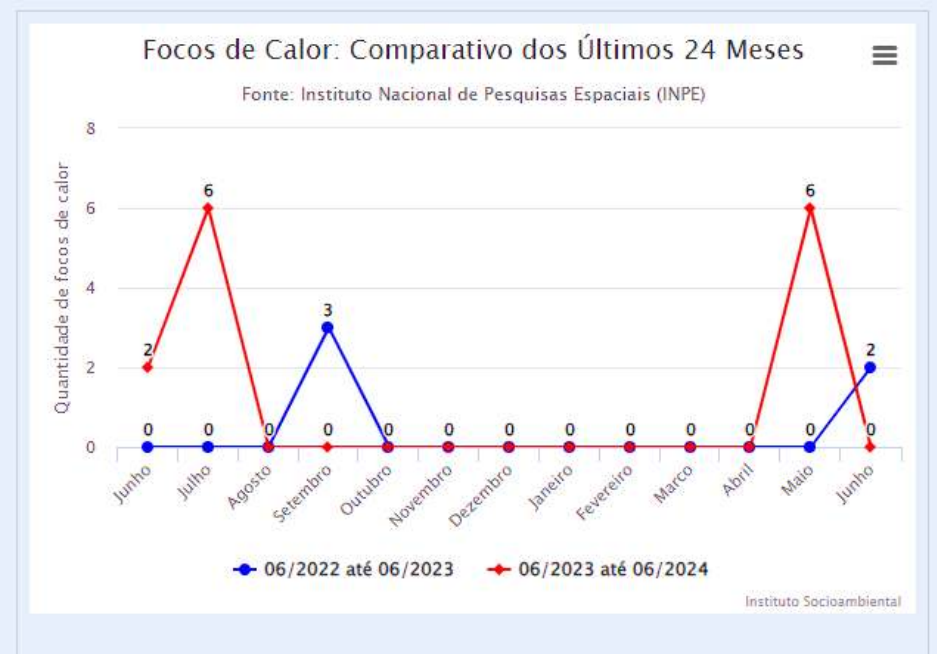


Fonte: Inpe, 2024.

Na Figura 03, apresenta os focos de calor, um comparativo dos últimos 24 meses em que se observa a área de abrangência do ponto: um foco indica a possibilidade de fogo em um elemento no pixel (resolução da imagem) que varia de 1 km x 1 km até 5 km x 4 km. Nessa resolução de imagem pode acontecer um ou várias queimadas distintas, porém a indicação será um único foco. Se a queima

for muito grande, será detectada em alguns pixels vizinhos, ou seja, vários focos de queimada estão associados a uma grande queima (INPE, 2024).

Figura 3. Focos de calor: comparativo dos últimos 24 meses.



Fonte: Inpe, 2024.

De acordo com United States (2023), as futuras projeções para as regiões em que ocorrem os focos de calor é sugerido que os regimes de fogo se intensificarão e em razão das mudanças climáticas, essas regiões se tornaram mais inflamáveis e secas, dobrarão a área de queima por incêndios florestais até 2050.

Durante os incêndios florestais e a queima da biomassa são emitidos poluentes, entre eles o material particulado (PM 2.5), monóxido de carbono (CO), dióxido de enxofre (SO_2), ozônio (O_3), hidrocarbonetos (HC), óxidos de nitrogênio (NO_x), black carbon (BC), além de outras substâncias tóxicas (ANDREAE, 1991). Segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS), 90 % da população mundial respira ar abaixo de níveis seguros. Assim, aumentam os riscos de infecções respiratórias agudas, principalmente nas crianças e idosos.

Os nutrientes são elementos essenciais ao desenvolvimento do solo. Os principais componentes do fertilizante do solo são: Fósforo, Nitrogênio, Carbono Conhecer a concentração atual informa os cientistas ambientais de uma deficiência de nutrientes ou excedente em solos usados para apoiar a produção vegetal, e também fornece uma visão geral sobre os ciclos biogeoquímicos básicos de um ecossistema (PEREIRA, 2009).

O fósforo (P) é considerado um nutriente de baixa mobilidade no solo, comportamento atribuído à sua “fixação” pelos minerais da argila, e esse elemento tem presença relevante nos solos tropicais que apresentam elevados teores de óxidos de ferro e de alumínio – com os quais o fósforo

tem grande afinidade. Entre, 20 % e 30 % do fósforo aplicado como fertilizante é aproveitado pelas culturas anuais em solos tropicais, sendo essencial a aplicação de quantidades que, em geral, superam em muito as extrações dessas culturas (PEREIRA, 2009).

Os nutrientes como o nitrogênio e o fósforo são os que mais limitam a produção agrícola e são necessários no desenvolvimento inicial das plantas. Contudo, os solos aqui no Brasil possuem baixa quantidade desses nutrientes. O nutriente fósforo está associado a três processos bioquímicos como: fotossíntese, produção de energia e respiração, participando de processos enzimáticos que compõem a estrutura das células vegetais como os ácidos nucléicos e as membranas celulares bem como fazendo parte de compostos responsáveis pela fixação do CO_2 atmosférico e pelo metabolismo de açúcares (PEREIRA, 2009).

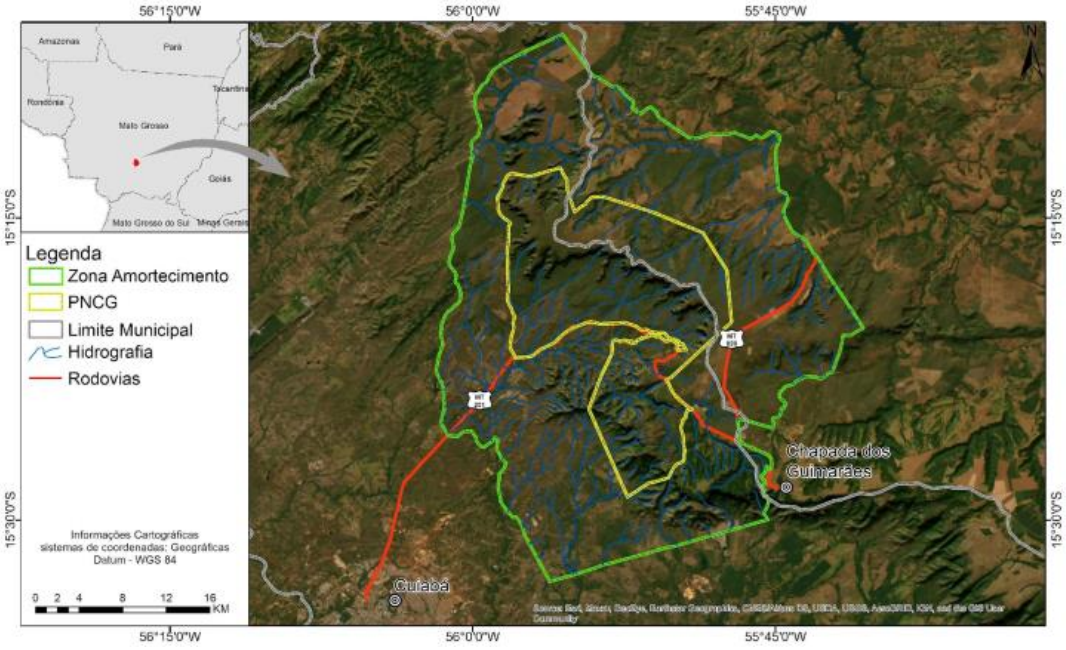
De acordo com Vourlitis et al. (2014), a fertilidade do solo é um fator determinante para o crescimento e incremento da biomassa. A presença do fogo vem causando consequências nos Biomas existentes em que se destacam o Pantanal e Cerrado. No Cerrado, os incêndios de superfície acontecem no período seco e, assim consomem quase toda a biomassa do solo (MIRANDA et al., 2002).

É de suma importância avaliar os impactos causados pelo fogo nos solos tropicais. A proposta dessa pesquisa tem-se como objetivo: investigar os impactos do Manejo Integrado do Fogo (MIF) em uma área do Parque Nacional de Chapada dos Guimarães, compreender os efeitos da queima, tanto os adversos como os benéficos sobre a disponibilidade de P e N; avaliar o pH e umidade do solo.

2 METODOLOGIA

O Parque Nacional da Chapada dos Guimarães foi criado pelo Decreto Federal 97.656, de 12 de abril de 1989, para garantir a proteção integral da fauna, flora, recursos hídricos e beleza natural da região. Nesse contexto, diversos grupos locais, representantes de entidades civis, vêm desenvolvendo projetos de educação ambiental voltados a reverter a situação atual de degradação, que é visível em vários locais da região. O parque possui uma rica diversidade de cursos de água, muitos deles com cachoeiras, que são sua principal atração turística (OLIVEIRA e HARDOIM, 2010). O Parque Nacional da Chapada dos Guimarães (PNCG) é uma das principais unidades de conservação e proteção do bioma Cerrado no Brasil. Localiza-se na região Centro-Oeste do país, no estado de Mato Grosso, dentro dos municípios de Chapada dos Guimarães e Cuiabá (Figura 4) (MENGUE, 2022). Localizado entre as coordenadas geográficas 15°10’ e 15°30’S e 56°00’ e 56°40’W se encontra dentro do Bioma Cerrado, apresentando uma grande diversidade biológica (IBAMA, 2002).

Figura 4. Localização da área de estudo.



Fontes: Unidades de Conservação (CNUC, 2015); ZA – Proposta (PCCG/ICMBio, 2009); Hidrografia (SEPLAN/MT, 2022); Limites Municipais (IBGE, 2021); Imagem de Satélite (ESRI, 2022).

Abrange aproximadamente 32.630 hectares e inclui inúmeras nascentes, trilhas, córregos, rios, remansos e cachoeiras, e cujos rios desembocam no rio Cuiabá, um dos principais afluentes do Pantanal (LOPES et al., 2009). As condições climáticas do PNCG apresentam caráter transicional devido, principalmente, às diferenças de altitude entre as regiões da Depressão Cuiabana (350 m) e do Planalto (800 m), as quais possuem clima classificado, respectivamente, como Aw e Cw, segundo Köppen. Ambos se caracterizam por serem quentes e úmidos, com dois períodos bem definidos, sendo um chuvoso de outubro até março (primavera e verão) e outra seco entre abril e setembro (outono e inverno) (ICMBIO, 2009). As temperaturas médias anuais variam de 25ºC (na Baixada Cuiabana) a 21,5ºC (nos topos elevados da Chapada dos Guimarães), sendo que as temperaturas máximas diárias, na Baixada Cuiabana, podem superar os 38ºC e as mínimas, no topo da Chapada, caem a menos de 5ºC (ICMBIO, 2009).

A precipitação média anual permanece entre 1300 e 1600 mm de chuvas na Baixada Cuiabana e chega a 2100 mm anuais nas porções mais altas da Chapada dos Guimarães, sendo que a ocorrência de precipitação se concentra nos primeiros três meses do ano. Nos meses de seca a umidade relativa pode atingir níveis abaixo de 20 % (ICMBIO, 2009).

O Parque de Chapada dos Guimarães é visitado por turistas de diversos locais, pois possui belas cachoeiras e paisagens. No ano de 2016, recebeu 158.365 visitantes, ficando em sétima colocação no ranking de Parques Nacionais mais visitados no país (ICMBIO, 2016). Dessa forma, pode-se destacar a importância do turismo no cenário de conservação e gestão dessas unidades de conservação e no desenvolvimento econômico sustentável da região, já que o impacto econômico do uso público calculado para o parque pode chegar a R$ 43,3 milhões (RODRIGUES et al., 2018). Mas, apesar do

parque ser uma unidade de conservação e ter importância significativa para a população dos municípios de Chapada dos Guimarães e Cuiabá, ele sofre diversas ameaças, entre elas o fogo, especialmente no período de seca, podendo modificar a estrutura e composição florística da vegetação de modo muito mais drástico que as queimadas ocorrentes na época chuvosa.

A ocupação humana também se configura como uma ameaça, pois existem propriedades particulares e posses dentro do Parque Nacional, assim como o corte de madeira e extração ilegal de produtos vegetais, além do avanço da agricultura (ICMBIO, 2009). O Parque Nacional da Chapada dos Guimarães está inserido na Bacia Hidrográfica do Alto Paraguai (BAP) e faz parte da Reserva da Biosfera do Pantanal como Zona Núcleo, devido sua importante função principal, que é a proteção da biodiversidade (ICMBIO, 2020).

As amostras foram coletadas no mês de julho de 2023 no período seco, porém não se conseguiu a coleta do período chuvoso do mesmo ano, devido as mudanças climáticas que aconteceram no mesmo com uma profunda seca. No ano de 2024 foram coletadas as amostras do período chuvoso (mês de fevereiro) e no mês de maio de 2024 (período seco).

2.1 DETERMINAÇÃO DA GRANULOMETRIA

Realizou-se o método do peneiramento em que se faz o peneiramento grosso e fino e armazenou-se em sacos impermeáveis e vedados.

2.2 DETERMINAÇÃO DA UMIDADE

Define-se a umidade de um solo como a razão entre a massa da água (M_a) contida num certo volume de solo e a massa da parte sólida (M_s) existente nesse mesmo volume (CAPUTO, 2017).

$$\% \, U = \frac{M_a}{M_s} * 100$$

Foi transportado o solo coletado em embalagem impermeável e vedada. Foi colocada em freezer até realizar as análises.

2.3 MÉTODO DA ESTUFA

É o método com maior precisão e tradicional em que sua determinação é muito simples: determina-se a massa da amostra no estado natural e a massa completa após a secagem em estufa a 105 ºC até 110 ºC. Apresenta uma vantagem em relação as demais pois apresentam resultados confiáveis. No Brasil, a determinação da umidade do solo é padronizada pela norma NBR 6457/2016 – Amostras de solo – Preparação para ensaios de compactação e ensaios de caracterização. Segue o procedimento para a execução do ensaio:

- Após passar pela peneira na granulometria, pesou-se 10 g da amostra em recipientes levou-se a estufa por 24 h numa temperatura de 105 ºC.

- Efetuou-se nova pesagem após retirada do conjunto da estufa.
- Após realizou-se o cálculo da umidade (EMBRAPA, 2017).

2.4 DETERMINAÇÃO DO PH

- Foi medido o potencial eletronicamente por meio do eletrodo imerso (pHmetro) em suspensão solo.
- Pesou-se 5 g de solo peneirado, adicionou-se 10 mL de água destilada ao copo de plástico de 100 mL numerado.
- Agitou-se a amostra com bastão de vidro individual e realizou-se a leitura do pH.
- Antes de fazer a leitura no pHmetro, ligou-se o potenciômetro 30 minutos antes de começar a ser usado. Aferiu-se o potenciômetro com as soluções padrões de pH 4,0 e pH 7,0 (EMBRAPA, 2017).

2.5 DETERMINAÇÃO NITROGÊNIO TOTAL (N)

- Método da digestão com sulfatos de sódio e cobre e determinação do N por volumetria após retenção do NH_3 em ácido bórico, e destilação a vapor.
- Pesou-se 0,7 g de terra fina, colocou-se em balão Kjedahl de 100 mL, pesado em aproximadamente de 0,001 g;
- Adicionou-se 15 mL da mistura ácida de sulfatos e procedeu-se à digestão, fervendo-se o conteúdo durante 1 h ou mais, até completa destruição da matéria orgânica;
- Deixou-se esfriar, juntamente com 25 mL de água destilada, agitou-se para homogeneizar e adicionou-se 2 gotas da solução xaroposa de cloreto férrico;
- Juntou-se gradativamente a solução de NaOH a 30 % até que a solução apresentasse coloração castanho-claro (início da formação dos compostos básicos de ferro);
- Deixou-se esfriar, colocou-se o balão na balança, adicionou-se água até se obter o peso do balão mais de 60,35 g e misturou-se bem a solução;
- Transferiu-se 12 g (10 mL) da solução parcialmente neutralizada (extrato oriundo da mineralização do N) para o micro destilador Kjedahl;
- Paralelamente colocou-se 25 mL de solução de ácido bórico 4 % em erlenmeyer de 125 mL, adicionando-se a esta solução 5 gotas do indicador misto;
- Inseriu-se extremidade livre do destilador na solução, tendo o cuidado de mantê-la sempre imersa até o final da destilação;
- Adicionou-se à solução parcialmente neutralizada (extrato oriundo da mineralização do N) 2 mL de NaOH 30 % e procedeu-se à destilação da amônia a vapor por 5 minutos;

- Titulou-se o volume destilado, depois de frio com solução padronizada de H_2SO_4 0,01 N até a mudança da cor roxa ou azulada para rósea;
- Finalmente procedeu-se à prova em branco e cálculos (EMBRAPA, 1997).

2.6 DETERMINAÇÃO DE NITROGÊNIO AMONIACAL

2.6.1 Método colorimétrico de Nessler

1. Princípio do método: O reativo de Nessler (iodo-mercurato de potássio alcalino) é decomposto, na presença de amoníaco, em um composto (iodeto de dimercúrioamônio) de cor variando entre vermelho-laranja ao marrom, formando um precipitado. A reação é feita em meio básico. É adicionado o tartarato duplo de potássio e sódio para retardar o aparecimento do precipitado. O composto formado pode ser medido em espectrofotômetro com comprimento de onda de 450 nm.

2. Reagentes:
- Tartarato de potássio;
- Iodeto de mercúrio II;
- Iodeto de potássio;
- Hidróxido de sódio 6 N;
- Cloreto de amônio.

3. Preparo das Soluções:
- Reagente 1: tartarato de potássio 50 %, com água destilada (50 g de tartarato de potássio para 100 mL de água destilada).
- Reagente 2: misturar 100 g de iodeto de mercúrio II com 70g de iodeto de potássio e dissolver em 300 mL de água destilada. Adicionar vagarosamente e com agitação constante 500 mL de hidróxido de sódio a 32 % (160g de NaOH para 500 mL de água destilada), após esfriar, completar o volume para 1000 mL com água destilada. Estabilidade de ± 2 meses na geladeira.
- Solução padrão (1000 mgN/L): dissolver 3,82 g de cloreto de amônio em água destilada e completar o volume para 1000mL.

4. Procedimento:
- Centrifugar ou filtrar a amostra;
- Transferir 5 mL de amostra para um tubo de ensaio;
- Adicionar 1 gota do Reagente 1 e agitar;

- Adicionar 2 gotas do Reagente 2 e agitar;
- Aguardar 10 min e fazer leitura a 450 nm;
- Calibrar o aparelho com branco (EMBRAPA, 2017).

5 Determinação Fósforo (P):

- Método colorimétrico pelo ácido ascórbico utilizando solução extratora HCl 0,05 N e o H_2SO_4 0,025 N;
- Colocou-se 10 mL de terra fina no erlenmeyer de 125 mL e adicionou-se 100 mL da solução extratora;
- Agitou-se em agitador circular horizontal durante 5 minutos;
- Deixou-se a amostra em repouso durante uma noite, tendo-se antes o cuidado de desfazer os montículos de terra que se formam na parte central do fundo do erlenmeyer;
- Pipetou-se sem filtrar 25 mL da parte sobrenadante e colocou-se em recipientes plásticos de aproximadamente 30 mL;
- Pipetou-se 5 mL, colocou-se em erlenmeyer de 125 mL para a determinação do fósforo;
- Adicionou-se 10 mL da solução ácida de molibdato de amônio diluída e uma pipetada de ácido ascórbico em pó;
- Colocou-se em agitador circular horizontal e agitou-se durante 1 a 2 minutos;
- Deixou-se a amostra desenvolvendo a cor durante 1 h e em seguida procedeu-se a leitura num comprimento de onda de 660 nm;
- Calculou-se a quantidade de fósforo existente na amostra (EMBRAPA, 1997).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com os transectos demarcados no Parque de Chapada dos Guimarães, tem-se as medidas realizadas em que na Tabela 1 seguem as medidas de pH e umidade no período seco, mês de julho (2023) e maio (2024) e no período chuvoso, no mês de fevereiro (2024).

Tabela 1. pH e Umidade do mês de julho de 2023 e maio de 2024 (período seco) e do mês de fevereiro de 2024 (período chuvoso).

Ano 2023 - julho (seco)			Ano 2024 - fevereiro (chuvoso)		Ano 2024 - maio (seco)	
Amostras	pH	% Umidade	pH	% Umidade	pH	% Umidade
A1S1	5,44	1,22	5,88	2,35	4,98	1,55
A2S1	5,33	0,28	5,30	2,51	4,83	1,27
A3S1	4,78	1,69	5,41	1,57	4,29	1,09
B1S1	4,95	1,29	5,51	2,73	4,80	1,14
B2S1	4,61	1,04	5,29	4,62	5,06	2,03
B3S1	4,61	1,96	5,41	4,82	4,90	2,63
C1S1	4,58	0,4	5,61	3,28	4,68	2,68
C2S1	4,53	1,02	5,46	4,11	4,86	2,17

C3S1	4,65	1,29	5,32	3,37	5,09	1,68

Observa-se que o pH apresentou acidez variando de de 4,53 a 5,44 no período seco no mês de julho de 2023, ou seja, o pH dos solos reflete a presença de íons H^+ e Al^{+3} presentes no complexo da troca que representa a acidez ativa do solo (KIEHL, 1979). Para os colaboradores Ritcher et al. (2011), a baixa variabilidade espacial do pH está associada a aplicação de calcário.

De acordo com Neto (2011), apresentou uma acidez elevada, pois a acidez é comum em solos de regiões em que a precipitação é suficientemente elevada para lixiviar quantidades apreciáveis de bases permutáveis como cálcio e magnésio, outra causa da acidez é o cultivo intensivo, porque as plantas retiram do solo os nutrientes essenciais para seu desenvolvimento e produção, a erosão também pode ser uma causa, pois remove a camada superficial do solo comparado ao solo da pesquisa.

Observa-se que o pH apresentou acidez variando de 5,29 a 5,88 em fevereiro de 2024 no período chuvoso, ou seja, o pH não apresentou alterações na área amostrada nem nos períodos estudados, permanecendo com valores que apresentam acidez que é comum para as condições de solos do Cerrado (MALAVOLTA e KLIENMANN, 1985) falam que os Latossolos, que são a grande maioria no Cerrado, tem sua fertilidade baixa, apresentando alta acidez e baixos teores de bases e têm elevado grau de intemperismo, em que a liberação de H^+ na solução do solo que é um agente de acidez (DA ROS et al., 2005).

De acordo com Farias et al. (2013), o pequeno acréscimo em valores de pH pode ser explicado pelo fato de a queima gerar óxidos e assim neutralizar a acidez e adicionar esses nutrientes ao solo. E no ano em que a queima acontece ou após um ano da queima pode ocorrer um aumento no pH em razão da elevação nos teores de cinza produzidas a partir do material combustível presente na área de estudo. Esse aumento será momentâneo, e assim, o pH será alterado em função da perca dessas cinzas, considerando que a queima possa reduzir a acidez, próximo da superfície do solo e essa mudança poderá ser suficiente para estimular a nitrificação e crescimento vegetativo da área.

Para Saggar et al. (2013), o pH é um fator importante que controla o processo de desnitrificação em razão da sensibilidade das enzimas envolvidas à acidez do solo. Logo, nessa condição, a redução da atividade da redutase do óxido nitroso aumentará em relação a N_2O/N_2 emitidos do solo. Assim, o pH também afetará a estrutura da comunidade e a proporção de grupos de microrganismos envolvidos na produção de N_2O.

Porém para Huang et al. (2014) não existe um consenso quanto ao efeito do pH na atividade das bactérias e das arqueias na oxidação da amônia. Para alguns colaboradores demonstraram maior atividade das arquéias em solos ácidos e em solos calcáreos, contudo respostas contrárias a estas também têm sido obtidas (YING et al., 2010).

De acordo com Gleeson et al. (2011), o teor de umidade deve ser considerado em relação à abundância dos microrganismos envolvidos na nitrificação. As arqueias parecem ser mais tolerantes ao estresse de água que as bactérias e isso pode estar relacionado à disponibilidade de O_2.

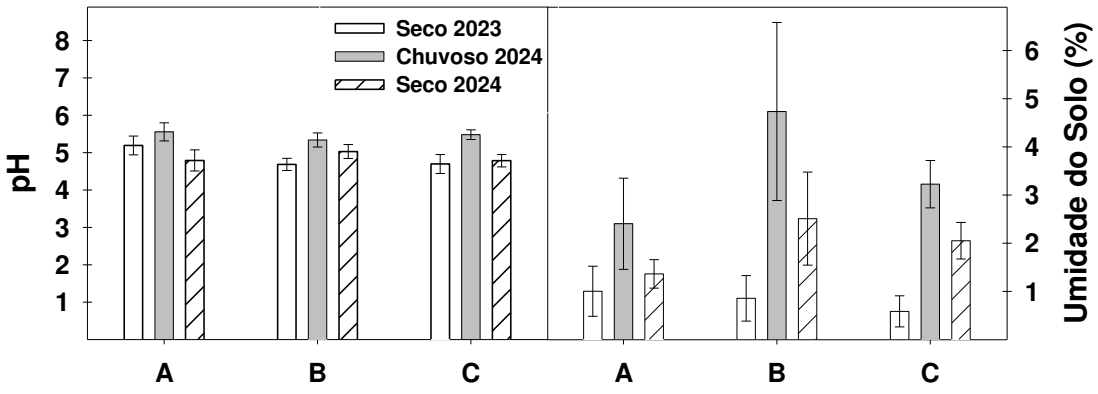
Em condições de um aumento na acidez, o crescimento da raiz pode ser afetado, ficando as plantas mais sensíveis a carência de água comparando ao mínimo do teor de umidade que foi de 0,28 e máximo de 1,96, e consequentemente no efeito da calagem podendo ter o efeito em condições dessa carência, o maior crescimento de raízes e assim a maior possibilidade no rendimento das culturas. Outro efeito é o da decomposição de matéria orgânica na produção de ácidos orgânicos de baixo peso molecular atuando no decréscimo da atividade e toxidez de Al^{+3} nas camadas profundas e superficiais do solo (SIRTOLI, 2006).

Os menores de pH foi observado no período seco do ano de 2023 foi de 4,53 e no ano de 2024 com o mínimo de 4,29, corroborando que a queima prescrista promove a redução no pH do solo em função da combustão do material orgânico. No período seco, não houve variação significativa do pH no solo.

A redução no pH em área nativa pode estar relacionada ao fator de que o solo da região sejam naturalmente ácidos, e isso faz que o processo de degradação da matéria orgânica e de sua rápida mineralização que acidifica o solo naturalmente (SILVA JUNIOR et al., 2012).

De acordo com a Figura 5, o teor de umidade mínimo foi de 1,09 e máximo de 2,68, assim a baixa umidade no solo corresponde a fixação do N_2 em leguminosas é altamente sensível à deficiência de água no solo. A resposta do processo simbiótico ao estresse de umidade depende do estágio de crescimento da planta. Em geral, ele é mais prejudicial à nodulação e fixação do N_2 , quando ocorre durante o crescimento vegetativo do hospedeiro (GLEESON et al., 2011).

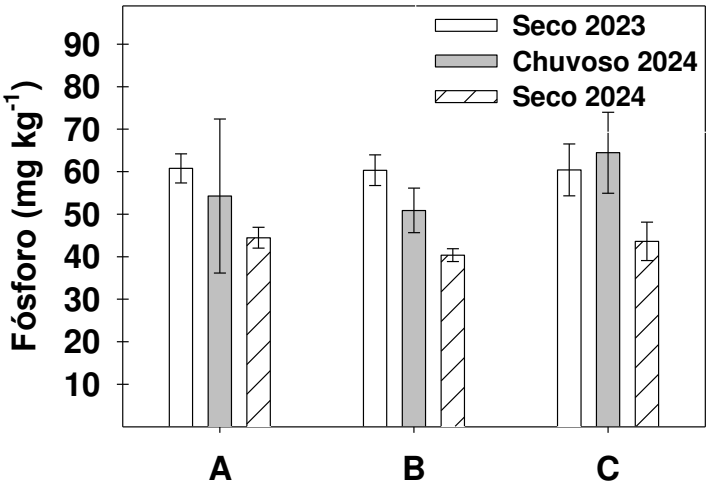
Figura 5. pH e Umidade dos anos de 2023 e 2024.



De acordo com a Figura 6, observa-se os valores de fósforo em mg kg^1 para o período seco de 2023 e 2024 e o período chuvoso, os teores de P na pesquisa foi mínimo foi de 40,36 e máximo de

60,78 para todo o período estudado nos anos de 2023 e 2024, quando comparados com o trabalho de Neto (2011), que o nível de P foi muito baixo chegando até 4,0 mg.kg^{-1} o que indica a ausência de utilização de fontes de nutrientes. O fósforo é o nutriente que mais limita a produção das culturas em solos pouco ou nunca adubados, essas limitações no início do ciclo vegetativo podem resultar em restrições no desenvolvimento em que as plantas não se recuperam posteriormente mesmo que aumente o suprimento de P a níveis adequados.

Figura 6. Fósforo nos anos de 2023 e 2024.



Comparando com os colaboradores Ritcher et al. (2011), o teor de P foram baixos, e após vários anos de adoção a disponibilidade de fósforo tende a ser mais alta nas camadas superficiais do solo, em razão da baixa mobilidade do nutriente e do não revolvimento do solo pelas operações de reparo (MUZILLI, 2002).

Os teores de P foram maiores no período chuvoso de 2024 chegando ao máximo de 75,33 mg kg^{-1} e no período seco o máximo foi de 60,78 mg kg^{-1}, em que permite observar o evento do fogo mesmo com alta intensidade no período seco diminui a disponibilidade de P, ou seja, os teores de P estão dentro da faixa considerada muito baixa, o que condiz com o que é observado para solos do Cerrado Brasileiro (SOUSA e LOBATO, 2004). No ano de 2023 ocorreu uma redução, apresentando valores baixos, e segundo Meurer (2007), o fósforo é um macronutriente que limita o crescimento das plantas na maioria dos solos brasileiros pois está pouco disponível em condições de acidez.

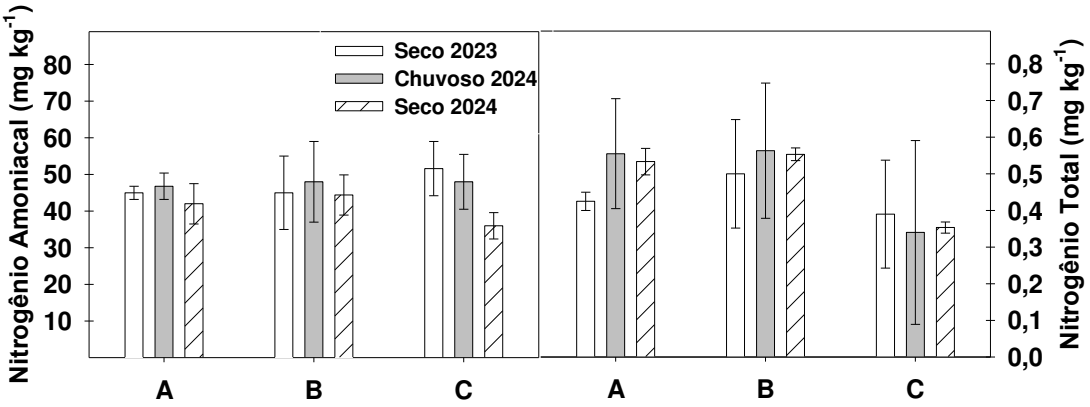
Segundo Sulieman e Tran (2015), o fósforo é utilizado em vários processos bioquímicos e moleculares da planta, em particular no armazenamento, na aquisição, e na utilização de energia. Teores insuficientes no solo possuem reflexo na redução do número e da biomassa dos nódulos, bem como na diminuição da atividade da nitrogenase.

É possível verificar que a faixa de maior disponibilidade do P no solo ocorre dentro da faixa de pH 5 a 6, quando o P se apresenta na forma de dihidrogenofosfato. Nesse pH ocorre a redução da precipitação de formas de fósforo ligadas ao alumínio e também pela carga do íon que é menor nessa forma. Isso contribui com as argilas, que devido à carga variável, apresentam maior quantidade de cargas negativas neste pH, produzindo menor energia de atração do fósforo pelos argilominerais do solo, ocorrendo a redução do potencial eletrostático do plano de adsorção (HAYNES, 1984).

Os autores em seus estudos verificam que metade da capacidade de sorção de fósforo pelo solo pode ser fixada com até um mês de contato após à aplicação do mineral ao solo. Destacando-se a importância de se conhecer o comportamento do fósforo em diferentes solos com relação à capacidade de sorção e dessorção desse elemento, possibilitando diferentes manejos, que promovam maior eficiência na sua utilização (NOVAIS e SMYTH, 1999).

De acordo com a Figura 7, o N total, mínimo de 0,38 e máximo de 0,79, foram baixos, observa-se uma diminuição na disponibilidade de N, devido a diminuição do pH e isso pode estar associado com a diminuição na atividade microbiana do solo, com a diminuição na população de bactérias, em que por outro lado, pode aumentar a atividade de fungos e actinomicetos.

Figura 7. Teores de Nitrogênio Total e Amoniacal.



Dentre os nutrientes, o nitrogênio é o mais estudado, e seu ciclo se modifica com a queima, e assim aumenta a quantidade de N amoniacal, o qual é nitrificado rapidamente, podendo ser lixiviado (DEBANO e CONRAD, 1979)

A recuperação das plantas depois da queima depende em parte das formas de nitrogênio que permanecem disponíveis. O fogo pode provocar pequenas perdas de nitrogênio por volatilização (MROZ et al., 1980). A queima da vegetação morta enriquece o solo da camada superficial na maioria dos nutrientes, por acelerar a mineralização, quer biológica ou química. Ao se comparar as áreas queimadas, com ou sem influência de pastejo descreveram a diminuição de nitrogênio na camada superficial do solo e nenhuma mudança para o fósforo (OWENSBY e WYRILL, 1973).

O efeito do fogo dependerá em grande parte de sua intensidade. Os resultados corroboram para mostrar a incidência de elevadas temperaturas produziu um incremento no pH e na condutividade elétrica do solo, principalmente pelo acúmulo de cinzas e liberação de nutrientes. Da mesma forma, os conteúdos de nitrogênio mineral e de fósforo disponível também aumentaram, enquanto a matéria orgânica e o nitrogênio total decresceram (ANDRÉA e PETTINELLI, 2000).

De acordo com Stevenson (1986), o nitrogênio é um elemento muito estudado em relação a matéria orgânica do solo, sendo um dos nutrientes com dinâmica mais pronunciada no sistema. Mais de 90 % está na fração orgânica em que é um grande reservatório de formas mais prontamente disponíveis, como a nítrica e a amoniacal. Essas formas minerais, apesar de responderem por pequena parcela do nitrogênio total, são de fundamental importância do ponto de vista nutricional, pois são absorvidas pelos vegetais e microrganismos.

De acordo com Moreira e Siqueira (2002), a mineralização da matéria orgânica do solo, da qual fazem parte as reações de amonificação e nitrificação, transforma, em média, de 2 % a 5 % do nitrogênio orgânico por ano, o processo que influencia o uso e manejo do solo, bem como as áreas com pastagens, nas quais a forma amoniacal é favorecida por substâncias excretadas pelas raízes das gramíneas, nas quais inibem a nitrificação, e pela existência de menores valores de pH, acontecem nessas condições.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A queima prescrita pode alterar as características químicas do solo sem depender da profundidade e do período sazonal que foi analisado em que comprova que o fogo é capaz de alterá-las.

Os efeitos são rápidos e pode-se observar no período estudado após a passagem do fogo, as características químicas do solo poderão ter retornado às suas condições naturais.

No entanto, a queima prescrita é uma prática fundamental e muito eficiente na redução do material combustível, podendo ser utilizada em unidades de conservação como o Parque Nacional de Chapada dos Guimarães, por afetar por pouco tempo as características químicas do solo.

REFERÊNCIAS

ANDRÉA, M.M.; PETTINELLI Jr., A. Efeito de aplicações de pesticidas sobre a biomassa e a respiração de microrganismos de solos. Arq. Inst. Biol., 67:223-228, 2000.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6457/2016 - Amostras de solo - preparação para ensaios de compactação e ensaios de caracterização: método de ensaio. Rio de Janeiro: ABNT, 2016.

BRAGANÇA, D. Ricardo Salles quer requer todas as Unidades de Conservação federais do país e mudar SNUC. O Eco. 2029. Disponível em: https://oeco.org.br/noticias/ricardo-salles-quer-rever-todas-as-unidades-de-conservacao-federais-do-pais-e-mudar-snuc/. Acesso em: 10 de Julho de 2024.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em saúde. Departamento de Saúde Ambiental, do trabalhador e Vigilância das Emergências em Saúde Pública. Queimadas e incêndios florestais: alerta de risco sanitário e recomendações para a população [recurso eletrônico]. Brasília: Ministério da Saúde, 2020.

CAPUTO, Homero Pinto; CAPUTO, Armando Negreiros; Mecânica dos solos e suas aplicações. 7. ed. rev. e ampl. Rio de Janeiro: LTC, 2017.

DA ROS, C. O.; AITA, C.; GIACOMINI, S. J. Volatilização de amônia com aplicação de ureia na superfície do solo, no sistema plantio direto. Ciência Rural, v. 35, n. 4, p. 799-805, 2005.

DEBANO, L.; CONRAD, C.E. The effect of fire on nutrients in a Chaparral ecosystem. Ecology, Oxford, v.59, n.3, p.489-497, 1978.

Diagnóstico e recomendações de manejo do solo: aspectos teóricos e metodológicos/ Marcelo Ricardo de Lima (editor): Ângelo Evaristo Sirtoli [et al] – Curitiba: UFPR/Setor de Ciências Agrárias, 2006.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. Rio de Janeiro. Manual de métodos de análise de solo. Rio de Janeiro, SNLCS, 1979.

FARIAS, L. DO N.; BONFIM-SILVA, E. M.; PIETRO-SOUZA, W.; VILARINHO, M. K. C.; DA SILVA, T. J. A.; GUIMARÃES, S. L. Características morfológicas e produtivas do feijão guandu anão cultivado em solo compactado. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v. 17, n. 5, p. 497 – 503, 2013.

GLEESON, T.; SMITH, L.; MOOSDORF, N.; HARTMANN, J.; DURR, H.H.; MANNING, A. H.; VAN BEEK, L. P.H.; JELLINEK, A.M. Mapping permeability over the surface of the Earth. Geophysical Research Letters, v.38, 2011.

HAYNES, R.J. Lime and phosphate in the soil-plant system. Advances in Agronomy, San Diego, v.37, p.249315, 1984.

HUANG, T.; LOWE, D.J.; CHURCHMAN, G.J.; SCHIPPER, L.A.; RAWLENCE, N.J.; COOPER, A. Carbon storage and DNA adsorption in Allophanic soils and paleosols. Soil Carbon. 2014.

INSTITUTO BRASILEIRO DE MEIO AMBIENTE E RECURSOS RENOVÁVEIS (IBAMA). Relatório de Ocorrência de Incêndios Florestais. Documento Técnico. PREVFOGO. 2002.

ICMBio. INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE. Encartes. In: _. Plano de Manejo do Parque Nacional de Chapada dos Guimarães. Chapada dos Guimarães, abril, 2009. p.1 – 178. Disponível em: < http://www4.icmbio.gov.br/parna_guimaraes >. Acesso: 15 de Julho de 2024.

INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE. Plano de Manejo Integrado do Fogo. Rio da Conceição: ICMBio, 2020.

KIEHL, E.J. *Manual de edafologia:* relações solos – planta. São Paulo: Agronômica Ceres, 262 p. 1979.

LOPES, M.L.T.; CARVALHO, P.C.F. de; ANGHINONI, I.; SANTOS, D.T. dos; AGUINAGA, A.A.Q.; FLORES, J.P.C.; MORAES, A. de. Sistema de integração lavoura-pecuária: efeito do manejo da altura em pastagem de aveia preta e azevém anual sobre o rendimento da cultura da soja. Ciência Rural, v.39, p.1499-1506, 2009.

MALAVOLTA, E. e KLIEMANN, H J. Desordens nutricionais no cerrado. Piracicaba: Potafos. Acesso em: 15 julho de 2024, 1985.

Manual de métodos de análise de solo. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. – 2ª ed. rev. atual. - Rio de Janeiro,1997. 89 p.

Manual de métodos de análise de solo / Paulo César Teixeira ... [et al.], editores técnicos. – 3. ed. rev. e ampl. – Brasília, DF: Embrapa, 2017.

MENGUE, V.P. Análise espacial dos registros de focos de calor na área de proteção ambiental do Parque Nacional da Chapada dos Guimarães/MT entre os anos de 2002 a 2021. Revista Geoaraguaia, v.12, n.2, 2022.

MEURER, E. J. Fatores que influenciam o crescimento e o desenvolvimento das plantas. In: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ V., V. H.; BARROS, N. F.; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B. NEVES, J. C. L. Fertilidade do Solo. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, cap. 2, p. 65-90, 2007.

MIRANDA, H. S., BUSTAMANTE, M.M.C., MIRANDA, H.S. (2002) The fire factor. In The Cerrados of Brazil, ed. Oliveira, P. S. and R. J. Marquis, 51-68. Columbia University Press, New York, NY, USA, 2002.

MOREIRA, F.M.S.; SIQUEIRA, J.O. Microbiologia e bioquímica do solo Lavras: UFLA, 2002. 626p.

MROZ, G. et al. Effects of fire on nitrogen in forest f loor horizons. Soil Science Society America Journal, Madison, v. 44, n. 2, p. 235-242, 1980.

MUZILLI, O. Manejo da matéria orgânica no sistema plantio direto: a experiência no Estado do Paraná. Informações Agronômicas, Piracicaba, n. 100, p. 6-10, dez. 2002.

NBR 7181 – ABNT – “Solo – Análise granulométrica”.

NBR 5734 – ABNT – “Peneiras para ensaio –Especificação”.

NOVAIS, R.F.; SMYTH, T.J. Fósforo em solo e planta em condições tropicais. Universidade Federa de Viçosa, Viçosa, MG. 399 p, 1999.

OLIVEIRA, M.T; HARDOIM, E.L. Estudo das assembleias de Testaceas (Protozoa-Rhizopoda) em regiões encachoeiradas turísticas do Parque Nacional Chapada dos Guimarães, Estado do Mato Grosso, Brasil. Acta Scientiarum. Biological Sciences. v.32, n.4, p. 387, 2010.

OWENSBY, C.; WYRILL, J. Effects of range burning on Kansas Flint Hils soil. Journal of range management, v. 26, n. 3, p. 185 – 188, 1973.

PEREIRA, H.S. Fósforo e potássio exigem manejos diferenciados. Visão agrícola, nº 9, 2009.

RICHTER, R.L.; AMADO, R.J.C.; FERREIRA, A.O.; ALBA, P.J.; HANSEL, F.D.. Variabilidade especial de atributos da fertilidade de um Latossolo sob plantio direto influenciados pelo relevo e profundidade de amostragem. Enciclopédia Biosfera. Centro Científico Conhecer, Goiania. v.7, n.13, p. 1043 – 1059, 2011.

RODRIGUES, V. DOS S.; SOUSA. G.G.DE.; SARAIVA, S. E.L.; CARDOSO, E.R.DA C.; FILHO, J. V. P.; VIANA, T. V. DE A. Atributos químicos do solo em área cultivada com milho sob irrigação com água salina. Revista Brasileira de Agricultura Irrigada, v.12, n. 7, p. 3129 – 3138, 2018.

SAGGAR, S.; JHA, N.; DESLIPPE, J.; BOLAN, N.S.; LUO, J.; GILTRAP, D.L.; KIM, D.G.; ZAMAN, M.; TILLMAN, R.W. Denitrification and N_2O: N_2 production in temperate grasslands: Processes, measurements, modelling and mitigating negative impacts. Science of the total Envirnment, v. 465, p. 173 – 195, 2013.

SILVA JUNIOR, C. A.; BOECHAT, C. L.; CARVALHO, L. A. Atributos químicos do solo sob conversão de Floresta Amazônica para diferentes sistemas na região norte do Pará, Brasil. Bioscience Journal, Uberlândia, v. 28, n. 4, p. 566-572, Jul/Ago. 2012.

SOUZA, D.M.G.; LOBATO, E. Cerrado: correção do solo e adubação. 2ª ed., 416 p., 2004.

STEVENSON, F.J. Cycles of soil: carbon, nitrogen, phosphorus, sulfur, micronutrients. New York: J. Wiley, 1986. 380p.

SULIEMAN, S.; TRAN, L.S.P. Phosporus homeostasis in legume nodules as an adaptive strategy to phosphorus deficiency. Plant Science, v. 239, p. 36-43, 2015.

VOURLITIS, G. L.; DE ALMEIDA LOBO, F.; LAWRENCE, S.; HOLT, K., ZAPPIA, A.; PINTO, O. B.; & DE SOUZA NOGUEIRA, J.. Nutrient resorption in tropical savanna forests and woodlands of central Brazil. Plant Ecology. 2014.

Manejo Integrado do fogo. Disponível em: https://www.gov.br/ibama/pt-br/hotsites/pantanalsemincendios/manejo-do fogo#:~:text=O%20Manejo%20Integrado%20do%20Fogo,ao%20combate%20aos%20inc%C3%AAndios%20florestais. Pesquisado: 16 de Junho de 2024.

UNITED STATES. National Aeronautics and Space Administration. Conditions ripe for active amazon fire, atlantic hurricane seasons. United States: Nasa, 9 July 2020. Disponível em: https://www.nasa.gov/feature/goddard/2020/ conditions-ripe-for-amazon-fire-us-hurricanes. Acesso em: 23 de junho de 2024.

YING, J.; HE, J.; ZHANG, L. Putative ammonia-oxidizing bacteria and archaea in an acid red soil with different land utilization patterns. Environmental Microbiology Reports, v. 2, n. 2, p. 304-312, 2010.