



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA

FACULDADE DE TECNOLOGIA

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA FLORESTAL

Dinâmica de nitrogênio no solo em áreas de cerrado sentido restrito com invasão biológica de capim-gordura (*Melinis minutiflora*) e braquiária (*Brachiaria decumbens*) no Planalto Central brasileiro

JOCEMARA VIANA DE SOUZA

Brasília
2017



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA

FACULDADE DE TECNOLOGIA

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA FLORESTAL

Dinâmica de nitrogênio no solo em áreas de cerrado sentido restrito com invasão biológica de capim-gordura (*Melinis minutiflora*) e braquiária (*Brachiaria decumbens*) no Planalto Central brasileiro

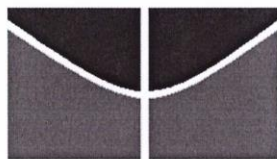
JOCEMARA VIANA DE SOUZA

Orientadora: Prof^a. Dra. Gabriela Bielefeld Nardoto

Coorientador: Prof. Dr. Alcides Gatto

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Departamento de Engenharia Florestal da Universidade de Brasília, como parte das exigências para obtenção do título de Engenheira Florestal.

Brasília
2017



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA FLORESTAL

**Dinâmica de nitrogênio no solo em áreas de cerrado sentido restrito com invasão
biológica de capim-gordura (*Melinis minutiflora*) e braquiária (*Brachiaria
decumbens*) no Planalto Central brasileiro**

Estudante: Jocemara Viana de Souza

Matrícula: 11/0032446

Menção: *SS*

Prof.^a. Dra. Gabriela Bielefeld Nardoto

Universidade de Brasília – UnB

Departamento de Ecologia

Orientadora

Prof. Dr. Alcides Gatto

Universidade de Brasília – UnB

Departamento de Engenharia Florestal

Coorientador

M^s. Fabio Luis Souza Santos

Universidade de Brasília – UnB

Departamento de Ecologia

Membro da Banca

Brasília, 5 de julho de 2017

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço aos meus pais Jair e Cleonice por tudo que representam pra mim, e fazem para me ajudar, e que desde sempre acreditaram e contribuíram pra que eu chegasse até aqui.

As minhas irmãs Graciele e Irací por todo o apoio, amizade e confiança durante essa caminhada.

Aos meus avós em especial ao Martins pela dedicação, aos meus familiares, ao Giovane, Sebastião e Luan pelo apoio e torcida.

À minha orientadora Gabriela Nardoto pela orientação, e conhecimento repassado durante o desenvolvimento do trabalho.

Ao meu coorientador Alcides Gatto que se colou a disposição para contribuir com este trabalho.

Agradeço as minhas amigas Yolanda e Amanda pela parceria desde o primeiro dia de aula, pela paciência durante todo esse tempo. Saibam foi muito importante eu saber que podia contar com vocês.

As grandes amizades feitas durante essa jornada dentre estes, Camile, Ana Beatriz, Leticia, Isadora, Nathália, Maisa, Gaby, Amanda M, João, Thiago.

Aos amigos Mario, Ilana, Yaya e Ingrid pelas boas risadas.

Aos amigos rondonistas, ao professor Dr. Ricardo Gaspar pela oportunidade de fazer parte dessa equipe e pela amizade. Foi maravilhoso conhece e trabalhar com todos vocês. A tantos outros amigos que não estão citados aqui, mas que são pessoas importantes pra mim.

Ao meu pai pela ajuda em campo com a coleta das amostras de solo, sua ajuda foi imprescindível.

À técnica Maria Regina Sartori da Silva pela ajuda com a leitura das amostras.

Ao Professor Rafael Zenni (UFV) pela parceria com o projeto financiado pelo CNPq intitulado “Coocorrência de populações exóticas invasoras: conhecimentos necessários para a prevenção e mitigação de invasões biológicas”.

A todos do Laboratório de Solos e vegetação em especial ao Ray Alves e Thiago Kisaka que se coloram a disposição para me auxiliar desde o início.

Agradeço a Deus e ao Mestre por ter chegado até aqui.

Muito obrigada a todos que participaram dessa conquista.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1:** Distribuição de *Melinis minutiflora* (capim-gordura) no mundo (pontos verdes). Discover Life (2017)..... 10
- Figura 2:** Distribuição de *Brachiaria* spp. no mundo (pontos vermelhos). Discover Life (2017). 12
- Figura 3:** Imagem ilustrativa da localização da Reserva Ecológica do IBGE. Brasília, Distrito Federal..... 18
- Figura 4:** Esquema de alocação das parcelas em campo em uma área de cerrado sentido restrito localizado na Reserva ecológica do IBGE. Fonte: Zenni, 2015. 20
- Figura 5:** T2- remoção manual da biomassa de *Melinis minutiflora* (A); T3- remoção manual da biomassa de *Brachiaria decumbens* (B); T4- remoção manual da biomassa de *Melinis minutiflora* e *Brachiaria decumbens* (C); visão da área onde foram coletadas as amostras de solo (D)..... 21
- Figura 6:** Extração de N inorgânico com KCL a 1M (A); determinação do pH da solução com o pHmêtro (B); balança de precisão (C); mufla (D)..... 24
- Figura 7:** Teores médios de C.org do solo em % de amostras analisadas para quatro tratamentos: T1- controle; T2- remoção capim-gordura; T3- remoção do capim-braquiária; T4- remoção de capim-gordura e braquiária. Os teores são referentes a 20% das amostras de solo de cada tratamento. As amostras foram coletadas em fevereiro de 2017, na Reserva ecológica do IBGE, DF no intervalo de 0-10 cm de profundidade. .. 26
- Figura 8:** Teores médios de N. total do solo em % de amostras analisadas para quatro tratamentos: T1- controle; T2- remoção capim-gordura; T3- remoção do capim-braquiária; T4- remoção de capim-gordura e braquiária. Os teores são referentes a 20% das amostras de solo de cada tratamento. As amostras foram coletadas em junho de 2016, na Reserva ecológica do IBGE, DF no intervalo de 0-10 cm de profundidade. 27
- Figura 9:** Médias da razão C:N do solo de amostras analisadas para quatro tratamentos: T1- controle; T2- remoção capim-gordura; T3- remoção do capim-braquiária; T4- remoção de capim-gordura e braquiária. A razão é referente a 20% das amostras de solo

de cada tratamento. As amostras foram coletadas na Reserva ecológica do IBGE, DF no intervalo de 0-10 cm de profundidade. 27

Figura 10: Concentração média de amônio e nitrato em mg.kg-1 do solo nos diferentes tratamentos: T1- controle; T2- remoção capim-gordura; T3- remoção do capim-braquiária; T4- remoção de capim-gordura e braquiária. A coleta das amostras foram realizadas em fevereiro de 2017. 29

Figura 11: Razão N-NH₄⁺/N-NO₃⁻ das amostras dos solos dos tratamentos: T1- controle; T2- remoção capim-gordura; T3- remoção do capim-braquiária; T4- remoção de capim-gordura e braquiária. A coleta das amostras foram realizadas em fevereiro de 2017, na Reserva ecológica do IBGE, DF. 29

Figura 12: Taxa média de mineralização e nitrificação líquida em mg.kg-1 dia-1 das amostras de solo nos diferentes tratamentos: T1- controle; T2- remoção capim-gordura; T3- remoção do capim-braquiária; T4- remoção de capim-gordura e braquiária. As taxas são referentes a 20% das amostras de solo de cada tratamento, coletados a 0-10 cm de profundidade. Colunas seguidas da mesma letra não diferem entre si ao nível de 5% significância. 30

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Propriedades químicas do solo nos tratamentos T1, T2, T3 e T4, as amostras de solo foram coletadas no intervalo de 0-10 cm de profundidade. Reserva Ecológica do IBGE, Brasília, DF (Zenni, 2016). 19

Tabela 2: Valores médios de pH do solo medidos em H₂O em quatro tratamentos: T1, T2, T3 e T4. As amostras (Lab/UFV) foram coletadas em junho de 2016, as amostras (Lab/UnB) foram coletadas em fevereiro de 2017. As amostras foram coletadas no intervalo de 0-10cm de profundidade. Reserva ecológica do IBGE, DF. 25

Tabela 3: Teores médios de C.org e N.total e razão C:N do solo nos diferentes tratamentos: T1, T2, T3 e T4. A coleta das amostras foram realizadas na Reserva Ecológica do IBGE, DF. 28

SUMÁRIO

RESUMO	6
ABSTRACT	7
1. INTRODUÇÃO	8
2. OBJETIVOS	9
2.1. Objetivo geral	9
2.2. Objetivos específicos	9
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	9
3.1. <i>Melinis minutiflora</i> : Capim-gordura	9
3.2. <i>Brachiaria decumbens</i> : Capim-braquiária.....	11
3.3. Matéria orgânica e razão C:N do solo	13
3.4. Dinâmica de Nitrogênio em áreas com invasão biológica de capim-gordura e capim-braquiária	15
3.5. Mineralização do Nitrogênio	16
4. MATERIAL E MÉTODOS	17
4.1. Área de estudo	17
4.2. Coleta de dados	19
4.3. Análises laboratoriais.....	21
4.3.1. Disponibilidade de amônio e nitrato e mineralização líquida de N.....	21
4.3.2. Teor de Umidade do solo.....	22
4.3.3. Acidez ativa e teor de carbono orgânico do solo.....	23
4.3.4. Nitrogênio total.....	24
4.4. Análises estatísticas	24
5. RESULTADOS	25
5.1. Acidez ativa do solo.....	25
5.2. Teores de Carbono orgânico, Nitrogênio total no solo e razão C:N.....	26

5.3. Concentração de N-NH_4^+ e N-NO_3^- , taxas de mineralização e nitrificação líquida de N e razão $[\text{N-NH}_4^+]:[\text{N-NO}_3^-]$	28
6. DISCUSSÃO	30
6.1. Acidez ativa do solo	30
6.2. Teores de carbono orgânico, nitrogênio total no solo e razão C:N	31
6.3. Concentração de N-NH_4^+ e N-NO_3^- , taxas de mineralização e nitrificação líquida de N e razão $[\text{N-NH}_4^+]:[\text{N-NO}_3^-]$	33
7. CONCLUSÕES	34
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	34

RESUMO

As gramíneas exóticas invasoras causam mudanças na estrutura e composição da vegetação, com impactos diretos sobre a biodiversidade. Dentre elas, o *Melinis minutiflora* (capim-gordura) e *Brachiaria decumbens* (capim-braquiária), apresentam ampla distribuição geográfica e mecanismos mais eficientes na utilização de nutrientes comparadas com as gramíneas nativas do Cerrado. As gramíneas africanas exercem uma forte concorrência com as espécies nativas, no entanto, normalmente não é considerado o impacto gerado quanto elas interagem entre si. O objetivo do presente estudo foi avaliar se a disponibilidade de nitrogênio no solo em área com invasão de capim gordura e braquiária podem ser diferentes quando há ocorrência de apenas uma espécie exótica invasora ou coocorrência. Para isso foi analisado a concentração de N-H_4^+ e N-NO_3^- , taxas de mineralização e nitrificação líquida de nitrogênio, teor de carbono orgânico e teor de nitrogênio total, os tratamentos estudados foram T1 (controle); T2 (remoção do capim-gordura); T3 (remoção do capim-braquiária); T4 (remoção do capim-gordura e braquiária). A concentração máxima de N-H_4^+ foi de $5,49 \text{ mg.kg}^{-1}$ encontrada no tratamento T3, já a maior concentração de N-NO_3^- foi de $0,38 \text{ mg.kg}^{-1}$ no tratamento T2. As taxas de mineralização e nitrificação não apresentaram diferenças entre os tratamentos estudados. A maior razão $\text{N-NH}_4^+/\text{N-NO}_3^-$ foi observada no tratamento T4, para o teor de carbono orgânico foi observado diferença estatística entre os tratamentos T1 e T3. Os maiores teores de carbono orgânico e nitrogênio total foram observados no tratamento T1. Conclui-se que, os tratamento apresentam diferença na disponibilidade de nitrogênio no solo, e a coocorrência entre as espécies de capim-gordura e capim-braquiária reduz a concentração de nitrogênio inorgânico no solo quando comparada com a ocorrência de apenas uma das gramíneas invasoras em área de cerrado sentido restrito.

Palavras-Chave: gramíneas exóticas, mineralização, nitrogênio total, coocorrência.

ABSTRACT

The invasive alien grasses cause changes in the structure and composition of the vegetation, with direct impacts on the biodiversity. Among them, *Melinis minutiflora* (molasses grasses) and *Brachiaria decumbens* (signal grasses), present a broad geographic distribution and more efficient methods using nutrients when compared with Cerrado native grasses. African grasses exert strong competition with native species, however the impact generated when they interact with each other is disregarded. The objective of the present study was to evaluate if the availability of nitrogen in the soil in an area with invasion of molasses grass and signal grass may be different when there is only one invasive exotic species or co-occurrence. For that, the N-H_4^+ and N-NO_3^- concentrations, net nitrogen nitrification and rates, organic carbon content and total nitrogen content were analyzed. The treatments studied were T1 (control); T2 (removal of molasses grass); T3 (removal of signal grass); T4 (removal of both molasses grass and signal grass). The maximum concentration of N-H_4^+ was 5.49 mg.kg^{-1} found in T3 treatment, whereas the highest concentration of N-NO_3^- was 0.38 mg.kg^{-1} in T2 treatment. The mineralization and nitrification rates did not show differences between the studied treatments. The highest $\text{N-H}_4^+ / \text{N-NO}_3^-$ ratio was observed in the T4 treatment, for the organic carbon content a statistical difference was observed between T1 and T3 treatments. The highest levels of organic carbon and total nitrogen were observed in T1 treatment. It is concluded that the treatments present a difference in the availability of nitrogen in the soil, and the co-occurrence between molasses grass and signal grass reduces the concentration of inorganic nitrogen in the soil when compared to the occurrence of only one of the invading grasses in Cerrado sentido restrito.

Key words: alien grasses, mineralization, total nitrogen, co-occurrence.

1. INTRODUÇÃO

As espécies exóticas invasoras geralmente representam uma ameaça para as populações de espécies nativas (SALA et al. 2000, HARRISON et al. 2006), são consideradas a segunda maior causa de perda de biodiversidade no mundo (GUREVITCH & PADILLA 2004), causando mudanças significativas na estrutura e na composição da vegetação (SAN JOSÉ & FARIÑAS 1991, MCNEELY et al. 2001). O potencial de uma espécie de tornar-se invasora é o resultado da combinação dos atributos da planta, das propriedades ecológicas do ambiente, dos distúrbios naturais de manejo às quais o ambiente é submetido (MARTINS et al. 2009).

Entre as espécies vegetais, as gramíneas africanas são consideradas as espécies exóticas de maior capacidade invasora, as espécies *Melinis minutiflora* (capim-gordura) e *Brachiaria decumbens* (capim-braquiária) foram introduzidas no Brasil, inicialmente para fins forrageiros, e acabaram se espalhando por grandes extensões (MARTINS 2006, ZUPO 2010). No Cerrado, principal vegetação da região do centro-oeste brasileiro (HOFFMANN et al. 2004), tem sofrido com perda de território causados pela rápida conversão da cobertura vegetal em pastagens e cultivo agrícolas (MITTERMEIER et al. 1999). A conversão da vegetação causam alterações nas propriedades químicas, físicas e biológicas do solo (ARAÚJO et al. 2007). Em razão dessa intensa substituição de Cerrado por pastagens, grande parte da biodiversidade está sendo ameaçada por invasão biológica, na qual as gramíneas exóticas são uma das grandes responsáveis por essas alterações (PIVELLO 2008).

As gramíneas africanas encontraram no Cerrado condições semelhantes às de seus habitats naturais, o que facilitou sua disseminação (PIVELLO et al. 2011), principalmente em fisionomias mais abertas, sendo encontrada na maioria das em áreas destinadas a preservação de vegetação nativa (PIVELLO et al. 1999a, 1999b). O sucesso dessas gramíneas africanas em áreas de Cerrado deve-se a uma série de fatores, como maior taxa fotossintética, apresentam métodos mais eficientes na utilização de nutrientes (ROSSATTO et al. 2008, UNESCO 2002, PIVELLO 1999), maior produção de sementes, melhor capacidade de germinação frente às nativas (KLINK 1996), e formação de banco de sementes denso e persistente (FREITAS & PIVELLO 2005).

A intensa produtividade das gramíneas africanas geram uma grande quantidade de biomassa combustível, podendo causar alterações no regime de fogo das áreas invadidas (PIVELLO 2008), também podem alterar a ciclagem de nutrientes, causando

uma alteração na dinâmica de nitrogênio inorgânico no solo (D' ANTONIO & VIETOUSEK 1992, ASNER & BEATTY 1996), em razão da sua elevada demanda pelas culturas e a sua suscetibilidade a perdas por volatilização, principalmente na forma de amônio NH_4^+ , e lixiviação na forma de nitrato NO_3^- , geralmente associado a pouca disponibilidade no solo (SANTIAGO et al. 2013). Bilbao & Medina (1990) em trabalho comparando espécies exóticas e espécies nativas chegaram à conclusão de que as espécies africanas foram capazes de extrair mais nitrogênio do solo infértil do que as espécies nativas.

No entanto, não há registro de estudos em áreas de cerrado sentido restrito sobre a dinâmica de nitrogênio no solo com coocorrência (ocorrência de duas ou mais espécies invasoras) de invasão biológica de capim gordura e braquiária e quais os efeitos que a interação entre estas duas espécies podem causar na dinâmica de nitrogênio no solo.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo geral

Avaliar se a disponibilidade de nitrogênio no solo em área com invasão de capim gordura e braquiária podem ser diferentes quando há ocorrência de apenas uma espécie exótica invasora ou coocorrência.

2.2. Objetivos específicos

- Avaliar se a coocorrência de espécies invasoras podem afetar o pH e a concentração de NH_4^+ e NO_3^- no solo;
- Determinar a razão C/N e a mineralização líquida de N e nitrificação no solo sob ocorrência de capim gordura e braquiária.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1. *Melinis minutiflora*: Capim-gordura

O primeiro pesquisador a descrever a espécie como *Melinis minutiflora* foi Palisot de Beauvois (AIRES 2009). *Melinis minutiflora* popularmente conhecida como

capim-gordura pertence à classe das Monocotyledoneae, da ordem Graminales. O gênero *Melinis* apresenta cerca de 15 a 20 espécies (BOGDAN 1977). O capim-gordura é uma gramínea de origem Africana perene C4, reproduz-se por semente e vegetativamente, foi introduzida como forrageira em muitos países tropicais e agora naturalizada no Brasil, Austrália, América do Sul, Índia e Filipinas (Figura 1). A gramínea pode ser encontrada em solos arenosos com baixa fertilidade, como também em solos argilosos (AIRES 2009, TRIVEDI 2002).

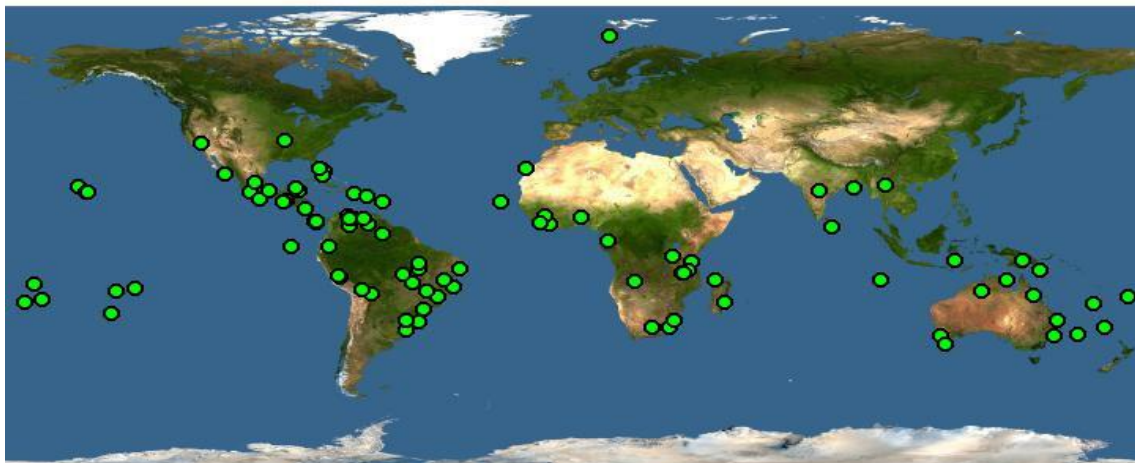


Figura 1: Distribuição de *Melinis minutiflora* (capim-gordura) no mundo (pontos verdes). Discover Life (2017).

De acordo com Martins et al. (2011) o capim-gordura apresenta altura média 0,40 e 0,60 m podendo atingir até 1,6 m. Os colmos apresentam base pouco ramificada, as folhas apresentam pelo glandulares com exsudação oleosa. As sementes são pequenas variando de 1,5 a 2,5 mm de comprimento e leve o que facilita sua dispersão, apresentam alto poder de germinação. Produz uma grande quantidade de sementes (200-280 kg/ha), sendo que em 1 kg chega a ter cerca de 13 a 15 milhões de sementes. Apresenta susceptibilidade ao fogo e está adaptada às condições de baixa fertilidade de solo (MARTINS 2006, MARTINS et al. 2004).

A espécie *Melinis minutiflora* foi introduzida no Brasil para melhorar a produtividade de pastagens. No entanto é uma das gramíneas que tem causado um grande impacto na biodiversidade nas regiões de Cerrado, pois encontraram condições ecológicas semelhantes às de seus habitats de origem, as savanas africanas, o que foi propício para sua disseminação. Os padrões reprodutivos auxiliam sua alta capacidade de invasão, sendo que uma área invadida em estágio avançado produz cerca de 1800.000

e 240.000 sementes (m².ano) (FREITAS & PIVELLO 2005, AIRES 2013, AIRES 2009).

A *Melinis minutiflora* é uma espécie invasora altamente agressiva, capaz de descaracterizar a fisionomia original da área, se estabelece não só em áreas antropizadas como também compete com a flora nativa, principalmente em áreas de cerrado sentido amplo, campo limpo, campo sujo e cerrado sensu stricto (PIVELLO et al. 1999, MARTINS et al. 2004, RODOVALHO & NARDOTO 2014). Áreas mais abertas e ensolaradas como campo limpo e sujo são as que mais sofrem com invasão das gramíneas africanas (FREITAS & PIVELLO 2005).

Invasão biológica e manejo de *Melinis minutiflora* são os temas mais abordados em estudos na região central do Brasil, especialmente no Distrito Federal, onde é possível encontrar essas gramíneas em grande parte das Unidades de Conservação (RODOVALHO & NARDOTO 2014). Segundo Filgueira (1991), o Distrito Federal com uma área de 5.814 km² já foram identificadas 305 espécies de gramíneas, e as espécies exóticas representam aproximadamente 20% desse total. As áreas mais afetadas com a invasão de capim-gordura estão localizadas no Parque Nacional, Estação Ecológica de Águas Emendadas, Fazenda Água Limpa, Reserva Biológica da Contagem e a Reserva Biológica do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (MARTINS et al. 2011).

3.2. *Brachiaria decumbens*: Capim-braquiária

A *Brachiaria decumbens* mais conhecida como capim-braquiária, é originária da África e tem sido amplamente disseminada pelas regiões tropicais (Figura 2), gênero constituído por aproximadamente 100 espécies, a taxonomia ainda não é bem definida (JAKELAITIS et al. 2004, SILVA 2015). O capim-braquiária é uma planta perene, apresenta uma altura média de 0,3 a 0,6 m podendo atingir até 1m. Os rizomas apresentam-se na forma de nódulos pequenos (SEIFFERT 1980).

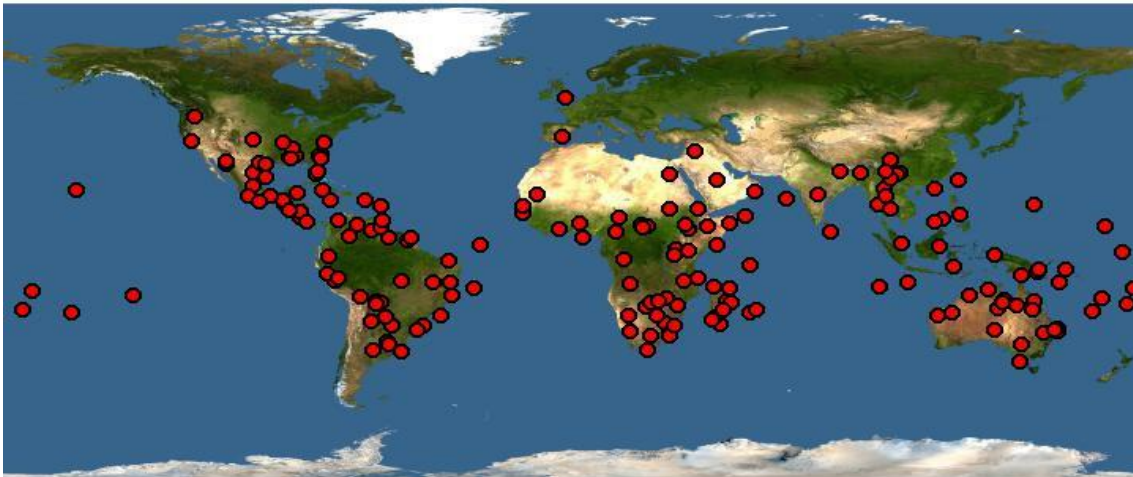


Figura 2: Distribuição de *Brachiaria* spp. no mundo (pontos vermelhos). Discover Life (2017).

As espécies do gênero *Brachiaria* foram introduzidas no Brasil para serem utilizadas como forrageiras, a espécie se estabeleceu muito bem em área de Cerrado por apresentar alta adaptabilidade a solos ácidos e de baixa fertilidade, que é uma característica do Cerrado brasileiro (MONTEIRO et al. 2016). A forrageira desempenha um papel importante na produção de carne e leite no Brasil. Atualmente, cerca de 85% dos pastos no Brasil são formados por forrageiras do gênero *Brachiaria*. No estado do Mato Grosso a *B. brizantha* mais de 50% dos 80 milhões de hectares de pastagem, em São Paulo as pastagens nativas e artificiais ocupam a maior parcela da área total de cultivada, as *Brachiaria* ocupam cerca de 7,6 milhões de hectares. Estima-se que as braquiárias ocupem cerca de 95 milhões de hectares no país (SILVA & MONTEIRO 2006, FERREIRA et al. 1999).

A *Brachiaria* spp. é uma espécie exótica com elevado potencial invasor e que causam diversos problemas em ecossistemas, pois a infestação pode alterar o regime de incêndios, devido ao rápido acúmulo de biomassa (RIBEIRO et al. 2005). Seiffert (1980) em um trabalho com gramínea forrageira do gênero *Brachiaria* fala da importância do consórcio de gramíneas com uma ou mais leguminosas, as quais crescendo junto oferecem mais vantagens. Contudo ele explica que espécie *B. decumbens* não consorcia bem por ser uma espécie muito agressiva, no entanto obteve bons resultados no consorcio com *Leucaena leucocephala*. De acordo com Ribeiro et al. (2005), os ecossistemas mais ameaçados pelas gramíneas invasoras são os ambientes não florestais, associados a solos de baixa fertilidade como campo rupestre e Cerrados.

No Bioma Cerrado existem alguns estudos que analisam o gênero *Brachiaria*, alguns desses estudos mostram sobre o impacto que as gramíneas exóticas invasoras causam sobre as espécies nativas, pois exercem uma forte concorrência (MARTINS 2011). Em um trabalho desenvolvido no Cerrado, foram testadas as associações interespecíficas entre as gramíneas exóticas *Melinis minutiflora* e *Brachiaria decumbens* e seis espécies gramíneas nativas, os resultados mostraram um efeito negativo das exóticas sobre as gramíneas nativas (PIVELLO et al 2008).

3.3. Matéria orgânica e razão C:N do solo

A matéria orgânica do solo (MOS) é constituída principalmente por carbono, hidrogênio, oxigênio, nitrogênio, enxofre e fósforo, sendo que 58% da matéria orgânica do solo é composta por carbono. A importância da MOS é ampla, assim como sua constituição, exerce uma grande influência sobre as propriedades físicas e químicas do solo. Além disso, fornece componentes necessários à energia e proporciona um ambiente apropriado ao crescimento e estabelecimento dos microrganismos. A fonte de matéria orgânica no solo resulta da deposição de organismo de origem vegetal e animal, que apresentam tempo de resistência que pode variar desde semanas como a biomassa microbiana, até milhares de anos como a fração humina. Os organismos de origem vegetal são responsáveis pela adição de compostos orgânicos primários sintetizados no processo de fotossíntese, que dependendo da quantidade de resíduos depositados no solo, poderá resultar em aumento no teor de carbono orgânico. A dinâmica da matéria orgânica influencia os principais processos químicos, físicos e biológicos no solo (BRADY 1989, LIMA et al. 2008, FARIA et al. 2008, ROSSI et al. 2011).

A quantidade e composição da MOS são fortemente afetados pelo uso e cobertura da terra, assim como as condições ambientais como a temperatura e altos índices pluviométricos (ALMEIDA & SANCHES 2013), em áreas com vegetação natural não há variação nos conteúdos de matéria orgânica no tempo. Esse conteúdo é determinado pela relação entre as taxas de adição efetiva e as perdas que depende dos fatores de formação do solo (JENNY 1941). A intervenção na vegetação pode levar a um decréscimo no estoque de MOS decorrente de processos erosivos, aceleração da decomposição, redução no aporte de material (BUSO & KLIEMAN 2003).

Em um trabalho realizado na Zona da Mata em Minas Gerais, Leite et al. (2003) observaram uma redução no estoque de C.orgânico total e em todas as frações húmicas do solo quando se substituiu a mata nativa (Floresta Atlântica) por cultivos anuais (milho). Solos tropicais, intensamente intemperizados, apresentam como uma das suas principais características químicas a baixa capacidade de troca catiônica (CTC), sendo a MOS fundamental para elevar a CTC, favorecer a ciclagem de nutrientes e evitar mudanças bruscas de pH e manter uma boa agregação das partículas do solo (SILVA & RESCK 1997, CONCEIÇÃO et al. 2005).

O pH do solo é um fator determinante para a atividade e distribuição dos microrganismos, e influencia na disponibilidade de nutrientes minerais. O ferro, manganês e zinco são menos disponíveis em valores de pH acima de 7,0 enquanto em solos mais ácidos pH menores que 5,0 atingem níveis tóxicos e estão menos disponíveis (CARDOSO & ANDREOTE 2016). Os microrganismos são responsáveis pelos processos de mineralização, representando eles próprios uma quantidade considerável de nutrientes potencialmente disponíveis para as plantas (SILVEIRA & FREITAS 2007).

A contribuição da microbiota do solo na ciclagem de nutrientes, imobilizados em sua biomassa, pode ser predito através das proporções em relação às formas totais desses nutrientes (CARDOSO & ANDREOTE 2016). A microbiota do solo contribui na ciclagem de nutrientes imobilizados em sua biomassa através das proporções em relação às formas totais desses nutrientes. Bem como a razão C:N, C:P e C:S podem ser utilizados para indicar de que forma elas influenciam a disponibilidade desses nutrientes no solo. Relações mais estreitas resultam em maior mineralização desses nutrientes (PAUL & CLARK 2007). De uma maneira geral quando as relações forem menores que 30, 200 e 300 respectivamente, haverá mineralização líquida desses nutrientes. Portanto quando a razão C:N for maior que 30 o processo de imobilização do nitrogênio predomina em relação a mineralização. Sendo assim, a MOS funcionará como fonte de nitrogênio quando o processo de mineralização predominar em relação aos de imobilização, tornando-se disponível as plantas (MOREIRA & SIQUEIRA 2006).

3.4. Dinâmica de Nitrogênio em áreas com invasão biológica de capim-gordura e capim-braquiária

Um dos principais macronutrientes limitante da produtividade de plantas forrageiras é o nitrogênio (N). O nitrogênio comporta-se como um indutor de processos metabólicos que resultam em efeitos marcantes a produção de matéria seca e energia para as gramíneas e leguminosas forrageiras, causando o crescimento de órgãos e sistemas (CECATO et al. 2000). Ainda que o N₂ seja abundante na atmosfera, ele está presente em pequenas quantidades em grande parte dos solos, dessa maneira, quando ocorre uma baixa disponibilidade de nitrogênio no solo, as plantas apresentam uma redução no crescimento e na quantidade de perfilhos e tamanhos das folhas (RODRIGUES 2002). O fósforo desempenha um papel importante no desenvolvimento do sistema radicular e plântulas, potencializa a resistência durante o inverno, e melhora a eficiência na utilização de água, a deficiência desse nutriente causa limitação no crescimento de plantas forrageiras (CECATO et al. 2000).

Saraiva et al. (1986) encontraram o fósforo como o elemento mais limitante para o crescimento de gramíneas, sendo que o capim-gordura também foi limitado por deficiência de nitrogênio e enxofre. Já Saraiva et al. (1993) encontraram como elemento mais limitante ao crescimento do capim-gordura o fósforo (P) e o cálcio (Ca). Em trabalho realizado com capim-braquiária mostram que o N só promoveu aumentos significativos quando foi adotada adubação fosfatada (LIRA et al. 1994).

Silva & Haridasan (2007) não encontraram diferença na disponibilidade de nutrientes entre *Melinis minutiflora* e gramíneas nativas, isso demonstra a capacidade que a espécie tem de invadir as áreas do Cerrado com baixa fertilidade e de produzir a mesma quantidade de biomassa aérea que as nativas, a gramínea apresenta maior eficiência na realocação de N antes da senescência dos que as nativas. O mesmo autor fala sobre a importância de estudos sobre a diferença na retranslocação de N entre capim-gordura e gramíneas nativas e as diferenças na resposta à adição de nutrientes.

À adição de nutrientes como N e P podem induzir mudanças na arquitetura das plantas, na fisionomia das áreas fertilizadas e conseqüentemente na estrutura da comunidade. A adição de nutrientes para o capim-gordura favorece sua invasão, causando prejuízo as gramíneas nativas C₃ (BUSTAMANTE et al. 2012).

3.5. Mineralização do Nitrogênio

O nitrogênio é um elemento de extrema importância para estudos da matéria orgânica do solo (KUHNNEN 2013). Grande parte do N encontrado no solo encontra-se na sua forma orgânica, no entanto eles são transformados rapidamente em substâncias mais simples por organismos que vivem no solo. As frações inorgânicas do N são compostas por NH_4^+ e NO_3^- (SILVA et al. 2010). O NO_3^- é considerado a principal forma de nutrição utilizada pelas plantas, no entanto em solos do Cerrado a formas mais encontrado do N inorgânico é NH_4^+ , em florestas tropicas as concentrações de O NO_3^- são mais elevadas, pois nesse sistema não há limitação de nitrogênio para o processo de nitrificação (NARDOTO & BUSTAMANTE 2003, NEU 2005). N é um nutriente com dinâmica mais destacada no sistema, sendo que a sua maior parte está na fração orgânica, um grande reservatório de forma mais prontamente disponível, como nítrica e amoniacal (D' ANDREÁS et al. 2004).

A mineralização da matéria orgânica inclui reações de amonificação e nitrificação (D' ANDREÁS et al. 2004). O processo de amonificação depende da ação de microrganismos quimioganostróficos, que utilizam compostos orgânicos como fonte de carbono e energia (SOUZA 2014). A mineralização de N está relacionada diretamente variação no teor de umidade do solo, em consequência do gradiente topográfico, e a sazonalidade influência na sua dinâmica (PARRON et al 2003).

Em trabalho realizado por Nardoto & Bustamante (2003), numa região Cerrado na Reserva Ecológica do IBGE, observaram essa influência da sazonalidade na dinâmica de mineralização. Quanto as taxas de mineralização líquida N, os autores encontraram uma variabilidade entre $3,8 \text{ kg N ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ de área queimada e $14,7 \text{ kg N ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ de área que não foi queimada.

Segundo Souza (2014), o processo de mineralização ocorre em condições aeróbicas e anaeróbicas, em vasta faixa de pH, umidade, temperatura. No entanto o potencial de transformação do nitrogênio é intenso quando os valores de pH estão próximos a neutralidade. A mineralização é mais lenta em ambientes anaeróbicos, isso porque à redução da diversidade de organismo que operam na conversão do N orgânico em inorgânico.

A mineralização mais rápida do N orgânico adicionado ao solo tem sido atribuído à labilidade recalcitrância do que apenas especificamente relacionados a estrutura do composto, de maneira que as formas mais recentes de N orgânico e as recém

imobilizadas sejam convertidas rapidamente (YAGI et al. 2009). O potencial de mineralização líquida do N orgânico dos solos é estimado mediante ajuste de modelos matemáticos, onde esses modelos são utilizados para interpretar a resposta biológica dada pela microbiota e pela absorção de nitrogênio pelas plantas (CAMARGO et al. 1997).

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1. Área de estudo

O presente trabalho foi realizado na área Sítio do Engenho na Reserva Ecológica do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE, uma área homogênea que apresenta predominância de espécies de capim-gordura (*Melinis minutiflora*) e braquiária (*Brachiaria decumbens*). A reserva foi criada em 1975 e a denominação de reserva veio a partir da Lei 742 de 28 de julho de 1994. Até 1956 a área pertencia a fazendeiros que trabalhavam com pecuária e agricultura de subsistência.

A Reserva (Figura 3) possui uma área de 1300 hectares, localizada a aproximadamente 25 km ao sul de Brasília, a qual faz parte da Área de proteção Ambiental Gama-Cabeça do veado e está localizada entre as coordenadas geográficas 15°46' S, 47°57' W a uma altitude média de 1.100 m.



Área de estudo

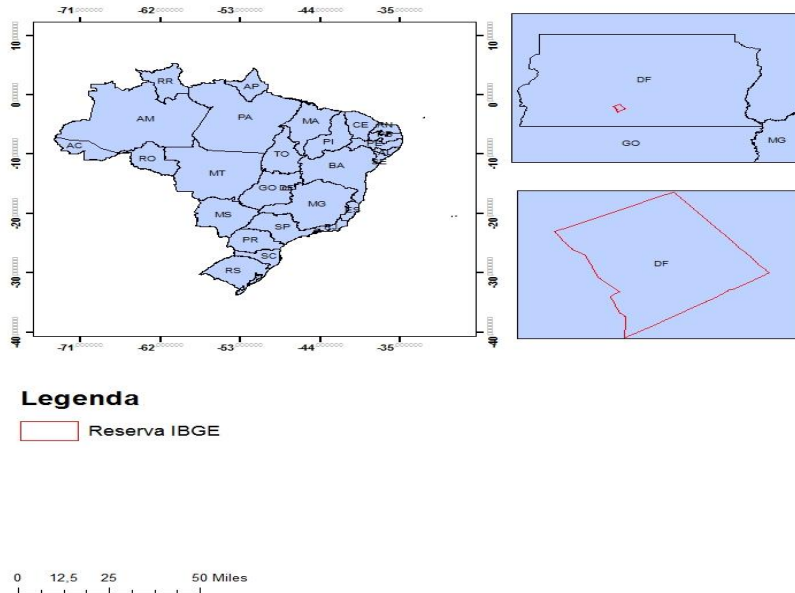


Figura 3: Imagem ilustrativa da localização da Reserva Ecológica do IBGE. Brasília, Distrito Federal.

O clima predominante da região é sazonal, com duas estações bem definidas: chuvosa e seca. A estação chuvosa começa em setembro/outubro e vai até abril, e seca entre os meses de maio a setembro, com precipitação média anual de 1453 mm. A reserva apresenta solos muito diversificados, no entanto cerca de 80% da área está representada por Latossolo Vermelho-Escuro, Latossolo Vermelho-Amarelo e Latossolo Variação Una. (PEREIRA et al. 2004).

Na Tabela 1 são apresentados os resultados das propriedades químicas do solo para cada tratamento estudado. Os dados foram obtidos por Zenni, as amostras de solo foram coletadas em junho de 2016.

Tabela 1: Propriedades químicas do solo nos tratamentos T1, T2, T3 e T4, as amostras de solo foram coletadas no intervalo de 0-10 cm de profundidade. Reserva Ecológica do IBGE, Brasília, DF (Zenni, 2016).

Propriedades do solo	Tratamentos			
	T1	T2	T3	T4
H + Al (cmolc/dm ³)	4,1	4,3	4,2	4,6
Ca ²⁺ (cmolc/dm ³)	8,0	8,1	6,3	7,2
Mg ²⁺ (cmolc/dm ³)	1,4	1,6	1,4	1,4
K (mg/dm ³)	63,0	54,0	77,2	44,8
P (mg/dm ³)	1,3	1,4	1,2	1,2
P-Rem (mg/L)	13,9	13,1	14,3	13,7
S (mg/dm ³)	1,5	1,3	2,2	1,3
B (mg/dm ³)	0,1	0,2	0,3	0,3
Cu (mg/dm ³)	0,2	0,2	0,3	0,2
Mn (mg/dm ³)	22,1	20,9	23,1	22,6
Fe (mg/dm ³)	15,7	14,0	15,4	15,7
Zn (mg/dm ³)	2,3	2,4	2,5	2,4
CTC efetiva (cmolc/dm ³)	9,6	9,8	7,9	8,7
CTC (cmolc/dm ³)	13,7	14,1	12,1	13,3
Saturação de bases (%)	69,8	68,7	65,1	65,0

4.2. Coleta de dados

Em 2015 foram instaladas 100 parcelas amostrais de 4 m² (2 m x 2 m), distribuídas sistematicamente ao longo de 10 transeções paralelas de 50 m de comprimento. Cada transeção contém 10 parcelas com uma distância de 5 m entre si (Figura 4). A área foi dividida em quatro tratamentos amostrais, a remoção das espécies alvo (capim gordura e braquiária) é realizada quinzenalmente desde 2015. Os tratamentos T1, T2, T3, T4 foram:

T1: 25 parcelas formam o grupo controle, sem intervenção;

T2: 25 parcelas tiveram a remoção manual da biomassa aérea de capim-gordura (*Melinis minutiflora*);

T3: 25 parcelas tiveram remoção manual da biomassa aérea de capim- braquiária (*Brachiaria decumbens*);

T4: 25 parcelas tiveram remoção manual da biomassa aérea de capim-gordura e braquiária (*Melinis minutiflora* e *Brachiaria decumbens*), sem intervenção nas espécies regenerantes.

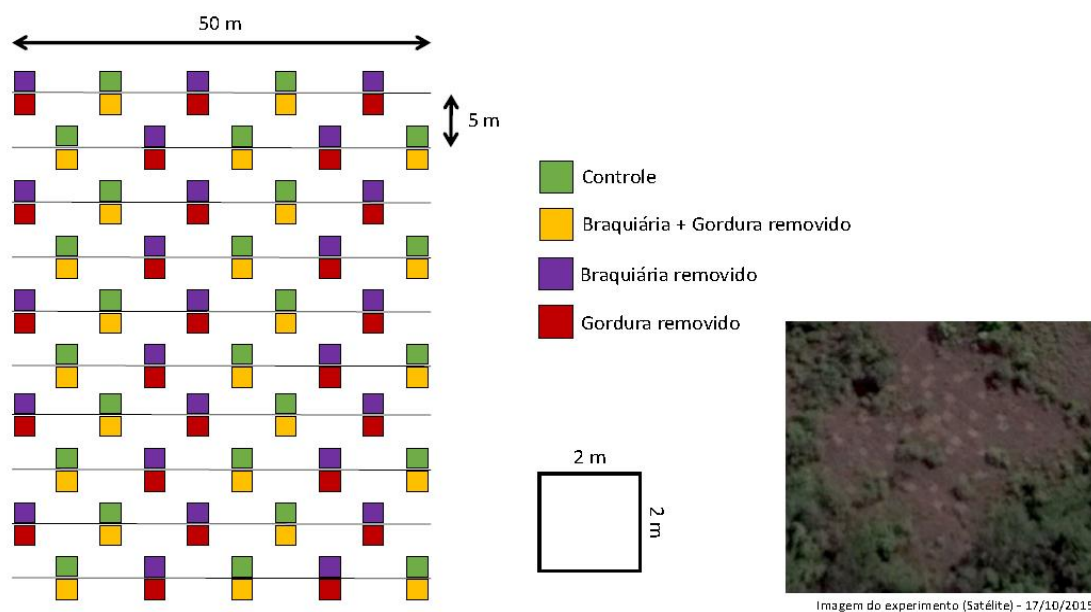


Figura 4: Esquema de alocação das parcelas em campo em uma área de cerrado sentido restrito localizado na Reserva ecológica do IBGE. Fonte: Zenni, 2015.

Para determinar a disponibilidade de $N-NH_4^+$, $N-NO_3^-$, taxa de mineralização líquida de N, nitrificação líquida de N, pH do solo em água, umidade do solo e carbono orgânico, foram coletadas 100 amostras de solo simples no intervalo de 0-10 cm de profundidade, sendo 25 em cada tratamento. O material foi coletado utilizando trado tipo holandês, identificado e acondicionado em sacolas plásticas e posteriormente mantidos sob refrigeração. As análises foram realizadas no Laboratório de Solos e Vegetação (Ecologia/IB/UnB).



Figura 5: T2- remoção manual da biomassa de *Melinis minutiflora* (A); T3- remoção manual da biomassa de *Brachiaria decumbens* (B); T4- remoção manual da biomassa de *Melinis minutiflora* e *Brachiaria decumbens* (C); visão da área onde foram coletadas as amostras de solo (D).

4.3. Análises laboratoriais

4.3.1. Disponibilidade de amônio e nitrato e mineralização líquida de N

A metodologia utilizada para determinar a concentração de N-NH_4^+ e N-NO_3^- foi proposta por Piccolo et al. (1994). Para a extração do N inorgânico foram utilizados (cerca de 2g) de subamostras de solo fresco em 25 ml de KCL 1M (Figura 6A), os extratos foram agitados por 1 hora em um agitador mecânico, em seguida filtrados e congelados. Para determinar as taxas líquidas de mineralização, 20% das amostras de cada tratamento permaneceram incubadas por sete dias no laboratório a temperatura de 25°C. Após o período de incubação os extratos foram obtidos através da mesma metodologia utilizada para extração de N inorgânico.

As taxas de produção de N inorgânico (N-NH₄⁺ e N-NO₃⁻) foram determinadas colorimetricamente. O amônio foi determinado por meio da reação Nessler. As leituras de nitrato foram realizadas em espectrofotômetro onde os extratos foram colocados diretamente nas cubetas de quartzo, as medições foram feitas nas faixas de comprimento de onda em 218, 228, 254, 280nm. A diferença entre os valores encontrados equivale a concentração de N-NO₃⁻. Para eliminar a interferência de substâncias húmicas foram feitas a diferença entre os valores de absorbância obtidos para 254nm e 280nm. As taxas de mineralização foram calculadas pela diferença na concentração de N-NH₄⁺ + N-NO₃⁻ final durante o período de incubação e a concentração inicial de N-NH₄⁺ + N-NO₃⁻. As taxas de nitrificação foram calculadas pela diferença na concentração de N-NO₃⁻ final durante o período de incubação menos a concentração inicial de N-NO₃⁻.

Para a leitura das concentrações de N-NH₄⁺ e N-NO₃⁻ foi utilizado um espectrofotômetro Thermo Evolution 201 UV- Visible. As análises foram realizadas no Laboratório de Solos e Vegetação (Ecologia/IB/UnB).

4.3.2. Teor de Umidade do solo

Para determinar o teor de umidade do solo foi utilizada a metodologia de Piccolo et al. (1994). Onde subamostras de solo (cerca de 20g) foram pesadas em balança com precisão de 0,1 g (Figura 6C) para obtenção do peso úmido (PU) e em seguida foram postas para secar por 72 horas em estufa aquecida a 105°C, até atingir o peso constante, sendo então pesadas novamente para obter o peso seco (PS). Portanto o teor gravimétrico foi obtido pela diferença entre o peso úmido e peso seco (Equação 1).

$$TG(\%) = \left(\frac{PU - PS}{PS} \right) * 100 \quad (1)$$

Onde:

TG (%)= teor gravimétrico de água;

PU = peso úmido;

PS = peso seco.

4.3.3. Acidez ativa e teor de carbono orgânico do solo

Para determinar a acidez ativa (pH) e o teor de carbono orgânico as amostras de solo foram secas pelo método terra final seca ao ar (TFSA), destorradas em peneira com malha de 2 mm. Depois de peneiradas, as amostras passaram por uma triagem no qual tiveram as raízes removidas manualmente, posteriormente pesadas em balança semianalítica. A determinação do pH foi realizada em água destilada, onde foram pesadas 10g (TFSA) e colocadas em solução de 25 ml de água destilada, foi utilizado a relação solo: solução (1:2,5). As amostras foram homogeneizada por agitação mecânica e após repouso de 60 minutos procedeu-se à leitura no pHmêtro (Figura 6B).

Em 2016 o professor Rafael Zenni realizou coletas de solo nos mesmo pontos coletados no presente estudo, essas amostras foram enviadas para o Laboratório de Análise de Solos do departamento de solos da Universidade de Viçosa-MG (Lab/UFV) onde foi determinada a acidez ativa em água destilada. Esses dados foram utilizados para efeito de comparação com as análises realizadas no Laboratório de Solos e Vegetação ((Ecologia/IB/UnB).

A determinação do carbono orgânico (C.org) no solo foi realizada utilizando o método da mufla (Figura 6D) seguindo o método estabelecido por Goldin (1987), em que baseia-se no princípio da perda de carbono por aquecimento e incineração. Cerca 4g (TFSA) foram acondicionadas em cadinhos de porcelana, em seguida obteve o peso do conjunto solo + cadinho. Posteriormente as amostras foram levadas para a mufla por 5 horas a uma temperatura de 500 °C, logo após o resfriamento as amostras foram pesadas. Com os resultados da pesagem do solo foi possível determinar o teor de matéria orgânica do solo, que foi convertida para teor de carbono utilizando-se o fator de 1,724 (Van Bemmelen), partindo da premissa de que 58% da matéria orgânica do solo é composta por carbono (Equação 2). Os teores de C.org são referentes a 20% das amostras de solo de cada tratamento.

$$C. total(\%) = \left(\frac{(P1 - P2) * 100}{M} \right) / 1,724 \quad (2)$$

Onde:

P1 = peso (g) inicial da amostra (solo + cadinho);

P2 = peso (g) final da amostra após a incineração (solo + cadinho);

M = Massa inicial da amostra

Fator de Van Bemmelen = 1,724

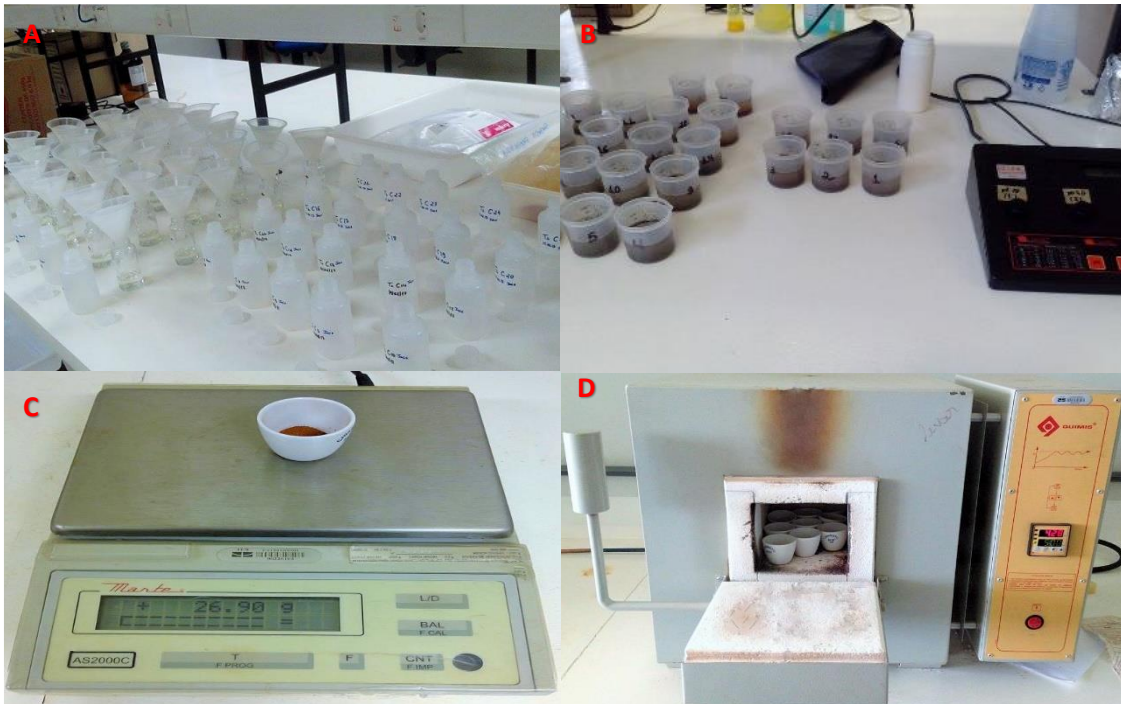


Figura 6: Extração de N inorgânico com KCL a 1M (A); determinação do pH da solução com o pHmêtro (B); balança de precisão (C); mufla (D).

4.3.4. Nitrogênio total

A determinação do nitrogênio total foi realizada no Laboratório de Análise de Solos do departamento de solos da Universidade de Viçosa-MG (Lab/UFV), a análise foi efetuada segundo método Kjeldhal, através do qual amostra é digerida com ácido sulfúrico concentrado sob aquecimento, nesse processo todo o nitrogênio orgânico é transformado em íon amônio (SOARES et al. 2013).

4.4. Análises estatísticas

Para testar a normalidade dos dados foi utilizado o teste de Shapiro-Wilk. Para os dados não paramétricos foi aplicado o teste de Kruskal-Wallis seguido pelo teste de Dunn. As análises que não apresentaram distribuição normal foram: teor de carbono orgânico, razão C:N e razão $[N-NH_4^+]:[N-NO_3^-]$. Os dados paramétricos foram

submetidos à análise de variância (ANOVA), seguido teste Tukey ($p < 0,05$). Os testes de concentração de $[N-NH_4^+]$, $[N-NO_3^-]$, nitrogênio total, mineralização e nitrificação líquida de nitrogênio e pH apresentaram distribuição normal. As análises foram realizadas utilizando o programa estatístico Assistat versão 7.7 (SILVA & AZEVEDO 2016).

5. RESULTADOS

5.1. Acidez ativa do solo

Para os teores de pH em água, os maiores valores foram encontrados para as análises realizadas no (Lab/UFV), onde a média do pH variou de 6,32 a 6,48. Não houve diferenças significativas entre os tratamentos para o pH medido no (Lab/UFV). As médias de pH das amostras de solo avaliadas no Laboratório de Solos e vegetação (Lab/UnB) variaram de 5,10 a 5,32 (Tabela 2). A média do pH em água no T1 foi relativamente maior do que nos outros tratamentos (5,32). Os resultados das análises de pH, realizadas nos dois laboratórios, mostram que a área estudada apresenta solos com características ácidas.

A diferença média entre os valores de pH (Lab/UFV) e (Lab/UnB) variaram entre 1,10 a 1,35. As médias de pH medidas no Lab/UnB apresentaram desvio padrão entre 0,17 a 0,21 unidade de pH. Já as amostras de solos do Lab/UFV apresentaram desvio de 0,28 a 0,37. Os valores da média e desvio padrão resultante dos quatro tratamentos estão apresentados na Tabela 2.

Tabela 2: Valores médios de pH do solo medidos em H₂O em quatro tratamentos: T1, T2, T3 e T4. As amostras (Lab/UFV) foram coletadas em junho de 2016, as amostras (Lab/UnB) foram coletadas em fevereiro de 2017. As amostras foram coletadas no intervalo de 0-10cm de profundidade. Reserva ecológica do IBGE, DF.

pH	T1	T2	T3	T4
	H₂O (1:2,5)			
Lab. UFV 2016	6,43 ± 0,29a	6,35 ± 0,31a	6,48 ± 0,37a	6,32 ± 0,28a
Lab. UnB 2017	5,32 ± 0,17a	5,25 ± 0,19ab	5,13 ± 0,21bc	5,10 ± 0,21c

Média e desvio padrão dos teores de pH do solo coletado 0-10 cm de profundidade. Médias seguidas de uma mesma letra não diferem entre si ao nível de 5% significância entre os tratamentos. T1- controle; T2- remoção capim-gordura; T3- remoção do capim-braquiária; T4- remoção de capim-gordura e braquiária.

5.2. Teores de Carbono orgânico, Nitrogênio total no solo e razão C:N

De uma maneira geral os teores médios de C.org e N.total no solo foram maiores no T1 208,82 g.kg⁻¹ e 7,67 g.kg⁻¹. Foi observada diferença significativa para o teor de carbono orgânico entre os tratamentos T1 e T3, T1 e T4 (Figura 7). Para o teor de nitrogênio total o T3 interagiu significativamente com os tratamentos T1 e T2, o tratamento T3 apresentou o menor valor (4,62 g.kg⁻¹) (Tabela 3). Observando os gráficos dos teores de C.org e N.tota, percebe-se que eles apresentaram comportamentos similares, onde os teores de C.org foram maiores nos tratamentos T1>T4>T2>T3, já para os teores de N total o T3 apresentou maior teor que o T4 (Figura 7 e 8). O tratamento T3 apresentou maior razão C:N (36), já o tratamento T2 apresentou a menor razão C:N (26) (Figura 9). Para a razão C:N os tratamentos não apresentaram diferenças significativas entre si (Tabela 3).

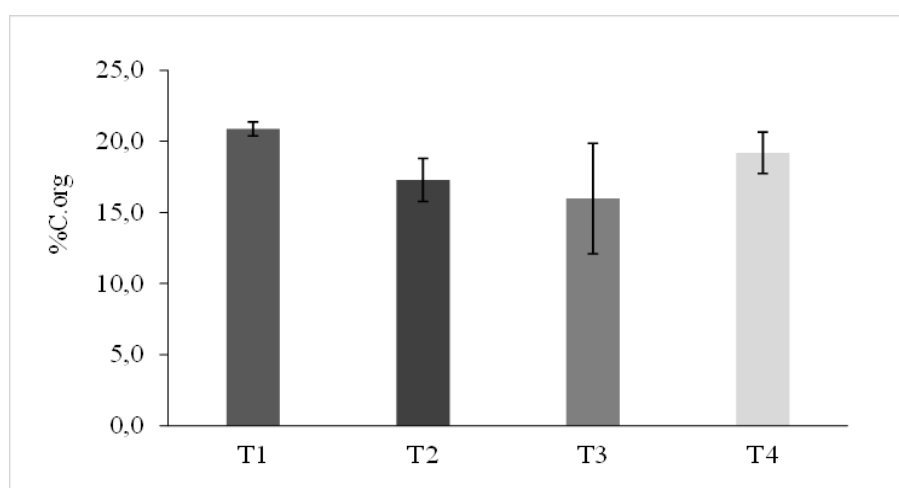


Figura 7: Teores médios de C.org do solo em % de amostras analisadas para quatro tratamentos: T1- controle; T2- remoção capim-gordura; T3- remoção do capim-braquiária; T4- remoção de capim-gordura e braquiária. Os teores são referentes a 20% das amostras de solo de cada tratamento. As amostras foram coletadas em fevereiro de 2017, na Reserva ecológica do IBGE, DF no intervalo de 0-10 cm de profundidade.

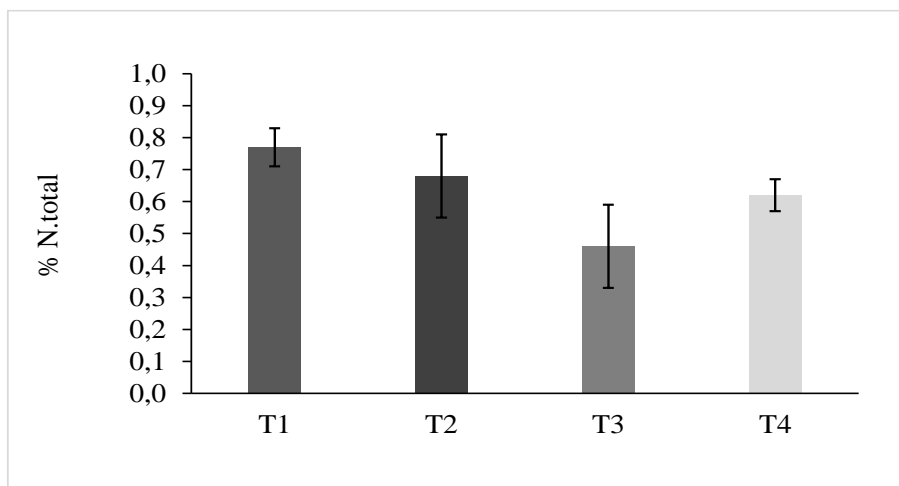


Figura 8: Teores médios de N. total do solo em % de amostras analisadas para quatro tratamentos: T1- controle; T2- remoção capim-gordura; T3- remoção do capim-braquiária; T4- remoção de capim-gordura e braquiária. Os teores são referentes a 20% das amostras de solo de cada tratamento. As amostras foram coletadas em junho de 2016, na Reserva ecológica do IBGE, DF no intervalo de 0-10 cm de profundidade.

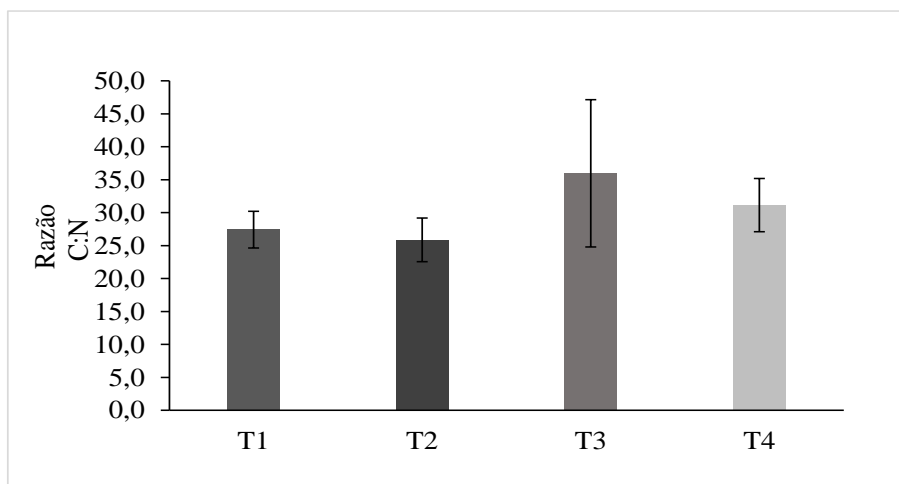


Figura 9: Médias da razão C:N do solo de amostras analisadas para quatro tratamentos: T1- controle; T2- remoção capim-gordura; T3- remoção do capim-braquiária; T4- remoção de capim-gordura e braquiária. A razão é referente a 20% das amostras de solo de cada tratamento. As amostras foram coletadas na Reserva ecológica do IBGE, DF no intervalo de 0-10 cm de profundidade.

Tabela 3: Teores médios de C.org e N.total e razão C:N do solo nos diferentes tratamentos: T1, T2, T3 e T4. A coleta das amostras foram realizadas na Reserva Ecológica do IBGE, DF.

	Tratamentos			
	T1	T2	T3	T4
C	208,82 ± 4,92 b	172,85 ± 15,22 a	159,80 ± 38,92 a	192,0 ± 14,45 ab
N	7,67 ± 0,65 a	6,81 ± 1,32 a	4,62 ± 1,27 b	6,21 ± 0,52 ab
C:N	27 ± 2,80 a	26 ± 3,31 a	36 ± 11,17 a	31 ± 4,05 a

Médias e desvio padrão dos teores de C, N e razão C:N em solos coletado no intervalo de 0-10cm de profundidade. Médias seguidas de uma mesma letra não diferem entre si ao nível de 5% significância entre os tratamentos.

5.3. Concentração de N-NH₄⁺ e N-NO₃⁻, taxas de mineralização e nitrificação líquida de N e razão [N-NH₄⁺]:[N-NO₃⁻]

Quanto à concentração média de N-NH₄⁺ houve interação significativa entre os T1 e T3; T1 e T4 (Figura 10). O T2 não apresentou diferença significativa entre os tratamentos. A maior concentração de N-NH₄⁺ ocorreu no T3 (5,49 mg.kg⁻¹) e a menor no T1 (2,46 mg.kg⁻¹) (Figura 10). Para a concentração média de N-NO₃⁻ não houve diferença significativa entre os T1, T3 e T4. A concentração de N-NO₃⁻ no solo foi significativamente maior no T2 (0,38 mg.kg⁻¹) em comparação aos demais. No geral a concentração de N-NH₄⁺ foi maior que o N-NO₃⁻ (Figura 10).

A taxa de mineralização líquida diária de N não apresentou diferença significativa entre os tratamentos estudados, variou entre 0,10 a 0,31 mg.kg⁻¹ dia⁻¹, com maior valor no tratamento T4 (0,31±0,21 mg.kg⁻¹ dia⁻¹) (Figura 12). Para a taxa líquida de nitrificação de N também não foi observado diferença significativa entre os tratamentos e apresentou o valor de médio de 0,017±0,010 mg.kg⁻¹ dia⁻¹ para o T1, 0,026±0,02 mg.kg⁻¹ dia⁻¹ para o T2, 0,013±0,02 mg.kg⁻¹ dia⁻¹ para o T3 e 0,038±0,02 mg.kg⁻¹ dia⁻¹ para o T4. Para a razão N-NH₄⁺ : N-NO₃⁻ os maiores valores foram encontrados nos T3 e T4 (20,22 e 22, 81 mg.kg⁻¹) respectivamente (Figura 11).

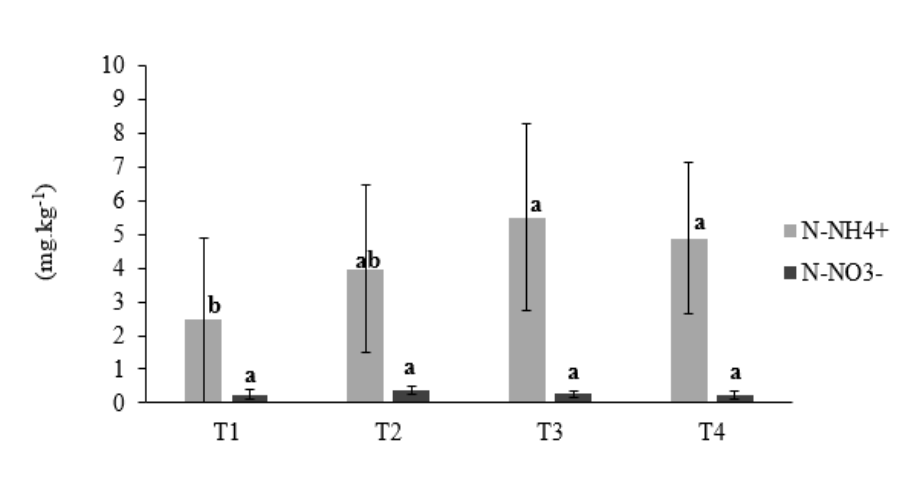


Figura 10: Concentração média de amônio e nitrato em mg.kg-1 do solo nos diferentes tratamentos: T1- controle; T2- remoção capim-gordura; T3- remoção do capim-braquiária; T4- remoção de capim-gordura e braquiária. A coleta das amostras foram realizadas em fevereiro de 2017.

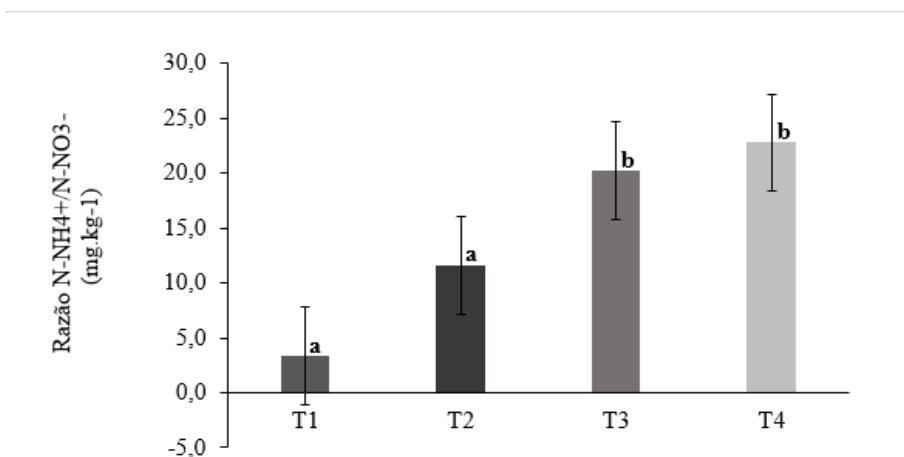


Figura 11: Razão N-NH4+/N-NO3- das amostras dos solos dos tratamentos: T1- controle; T2- remoção capim-gordura; T3- remoção do capim-braquiária; T4- remoção de capim-gordura e braquiária. A coleta das amostras foram realizadas em fevereiro de 2017, na Reserva ecológica do IBGE, DF.

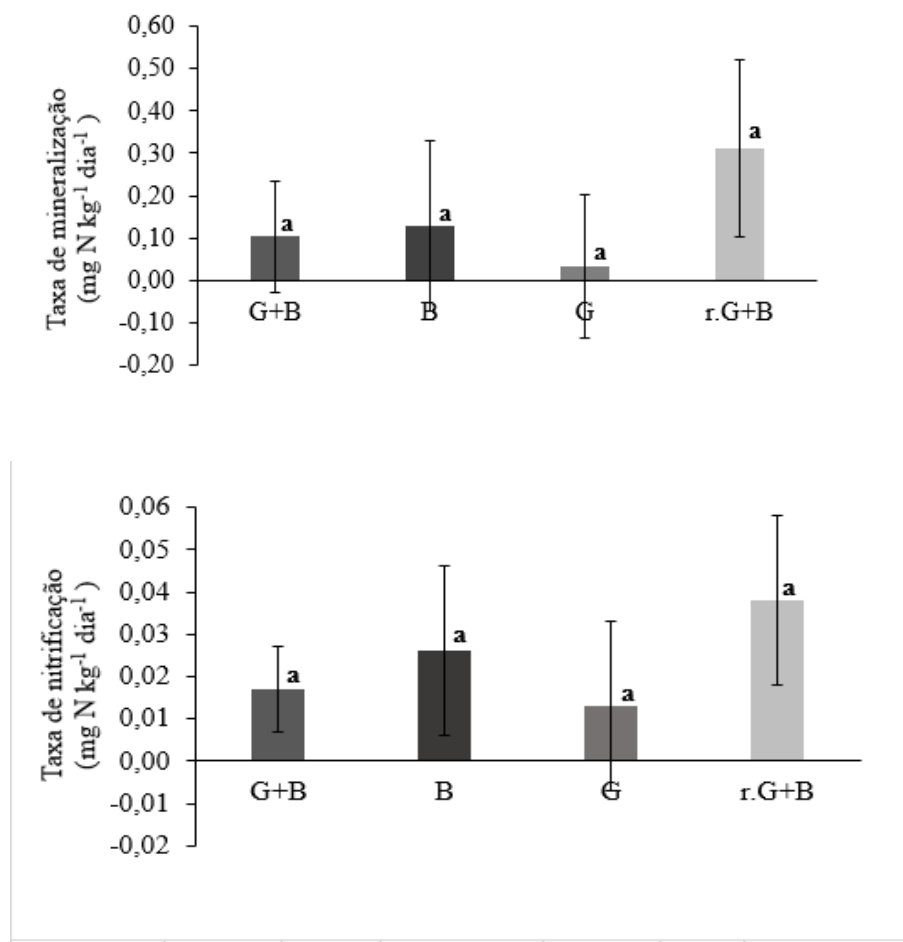


Figura 12: Taxa média de mineralização e nitrificação líquida em mg.kg⁻¹ dia⁻¹ das amostras de solo nos diferentes tratamentos: T1- controle; T2- remoção capim-gordura; T3- remoção do capim-braquiária; T4- remoção de capim-gordura e braquiária. As taxas são referentes a 20% das amostras de solo de cada tratamento, coletados a 0-10 cm de profundidade. Colunas seguidas da mesma letra não diferem entre si ao nível de 5% significância.

6. DISCUSSÃO

6.1. Acidez ativa do solo

Os valores de pH determinados no laboratório de Solos e Vegetação diferiram dos valores determinados no laboratório de Análise de solos –UFV, no entanto as duas análises mostraram que os solos da área de estudo apresentam acidez média. Observando a tabela 2 percebe-se uma redução do pH nas amostras medidas no Lab/UnB, essa redução

pode ser explicada por alterações na concentração de sais causadas por umidade nas amostras de solo, em algumas regiões do Brasil o pH é determinado em solução de CaCl₂ (0,01M), que tem por objetivo reduzir a influência de sais sobre a leitura de pH (PREZOTTI & MARTINS 2013).

É importante ressaltar que em ambos os laboratórios ocorreu um padrão, em que quando há remoção das espécies alvos ocorre uma redução no pH do solo, ou seja, a invasão biológica de capim-gordura e braquiária causam um aumento no pH. Avaliando o impacto do capim-gordura em área de cerrado sentido restrito Rodovalho (2016), encontrou um padrão semelhante ao observado no presente estudo, onde o maior pH foi registrado em área com invasão da gramínea. Essa alteração no pH do solo gera impacto sobre as comunidades de bactérias (MOREIRA & SIQUEIRA 2006), e altera a concentração de nitrogênio inorgânico no solo, a longo prazo podem ocorrer maiores perdas de nitrogênio para atmosfera (RODOVALHO 2016)

6.2. Teores de carbono orgânico, nitrogênio total no solo e razão C:N

Analisando os teores de carbono orgânico no solo (Figura 7), observa-se que a parcela controle, em que não há a remoção da biomassa de capim-gordura e braquiária, apresentou o maior teor de C.org, podendo estar associado a coocorrência. Seguinini et al. 2007, observaram maior teor de carbono orgânico em uma área experimental sob pastagem de capim-braquiária, as áreas que apresentam características de cerradão houve um menor teor de carbono em consequência do menor aporte de biomassa fresca e maior taxa de mineralização. No entanto, Santos et al. (2014) comparando carbono orgânico em área de pastagem abandonada de *Brachiaria* com área de Cerrado, encontraram menores teores de C.org na presença de gramínea, sobretudo 0-20 cm de profundidade. Geralmente nos primeiros 20 cm do solo são observados elevados teores de C.org em função do teor mais elevado de matéria orgânica, decorrente da decomposição da serapilhiera (CALDEIRA et al. 2003, SANTOS et al. 2014).

Os teores de C.org encontrados no tratamento capim-braquiária foram similares aos resultados obtidos por Costa et al. (2009), em pastagem pouco maneja com 18 anos. Em solo sob *Melinis minutiflora* os teores de C.org não coincidem com os encontrados no T2 (SILVA & HARISDASAN 2007). O motivo para que isso ocorra, pode ser

justificado em função do método utilizado para determinar o C.org, ou porque na camada mais superficial do solo ocorre maior entrada e acúmulo de biomassa das plantas. No presente trabalho foi utilizado o método da mufla, este método apresenta algumas vantagens quando comparado a outros, pois apresenta baixo custo, é possível determinar o teor de MOS, e a partir desses resultados estimar o C.org (CARMO & SILVA 2012). No entanto esse método pode superestimar os valores de C.org, como o método baseia-se na diferença de peso, a massa perdida em temperatura de incineração é considerada como MOS, sendo assim, a degradação de frações minerais pode resultar em erro na determinação do C.org (RODELLA & ALCARDE 1994, LEONG & TANNER 1999). Dessa forma, para obter precisão nos resultados de MOS é necessário que não haja contaminação dos resíduos orgânicos com solo e outros condicionantes químicos como: gesso, cal hidratada, calcário, superfosfato simples, entre outros (CARMO & SILVA 2012).

Os teores de nitrogênio total dependem de vários fatores como, temperatura umidade, aeração, qualidade e natureza do material orgânico depositado. (CAMARGO et al. 1999). Os maiores teores de N. total observadas no presente estudo acontecem no T1, nesse tratamento a coocorrência das espécies exóticas invasoras gordura e braquiária podem estar contribuindo para aumento desse teor, visto que, as gramíneas invasoras produzem maior biomassa e contribui para um maior aporte de N total no solo (RODOVALHO 2016).

A similaridade encontrada nos teores de C.org e N.total para o presente estudo corroboram com o estudo de Pimentel (2012), em que avaliou se os diferentes sistemas de uso da terra afetavam os teores de C. org em N.total. Esse comportamento deve se ao fato de o C.org e N.total serem componentes da matéria orgânica do solo, sendo assim, estão estreitamente associados (PORTUGAL et al. 2008).

A razão C:N está associada ao grau de decomposição do material, sendo que uma alta razão C:N corresponde a baixa incorporação de N (SEGNINI 2007). Para a razão C:N os tratamentos não apresentaram diferenças significativas entre si, no entanto, todos os tratamentos apresentaram uma alta razão C:N. A alta razão C:N encontrada, provavelmente pode ser devido a presença de estratos herbáceos contínuo na área. Isso porque, as gramíneas apresentam um grande potencial de fornecimento de carbono ao solo, pois apresenta um sistema radículas extenso e volumoso, associados a capacidade de renovação das raízes de forma contínua (ROSSI et al. 2012). Em estudo em

comunidades úmida, intermediária e seca, a maior razão C:N foi encontrada na comunidade seca 17,1, essa maior razão pode indicar uma lenta decomposição do material orgânico, causando uma menor disponibilidade de N no solo (PARRON 2004).

6.3. Concentração de N-NH₄⁺ e N-NO₃⁻, taxas de mineralização e nitrificação líquida de N e razão [N-NH₄⁺]:[N-NO₃⁻]

A concentração de N-NH₄⁺ foi superior em todos os tratamentos estudados e apresentou predominância em relação ao N-NO₃⁻. Estes resultados coincidem com outros estudos na região do Cerrado (NARDOTO & BUSTAMANTE 2003, RODOVALHO 2016). Em áreas de cerrado sentido restrito invadidas com capim-gordura, Rodovalho (2016) encontrou que concentração de N-NH₄⁺ foi de 4,07 mg.kg⁻¹ (Cerrado) e 3,44 mg.kg⁻¹ (invasão de gramínea exótica). As baixas concentrações de N-NO₃⁻ podem estar relacionadas com maior demanda dos microrganismos, raízes ou pela baixa disponibilidade de N (PARRON et al. 2003). Estudando a dinâmica amônio e nitrato no solo na região da Amazônia, Santos et al. (2011) também encontraram maior concentração de amônio no solo.

A área como invasão de *Melinis minutiflora* possuem maior ciclagem de nitrogênio. As gramíneas africanas produzem uma grande quantidade de biomassa, que podem alterar o ciclo de nitrogênio. Dessa forma, alterações na ciclagem de nutrientes, principalmente no nitrogênio favorece a persistência de espécies invasora, aumentando o sucesso da invasão, como por exemplo a *Brachiaria decumbens* e *Melinis minutiflora* que possuem uma grande quantidade de bactérias fixadoras de nitrogênio associadas as suas raízes (ZUPO 2010).

A taxa de mineralização foi ligeiramente mais elevada quando comparada com a de nitrificação, e não foram observados diferenças na taxa de nitrificação entre os tratamentos. As taxas de mineralização líquida diária do nitrogênio encontradas no presente estudo são altas quando comparadas com resultados encontrados por Nardoto & Bustamante (2003) na região do Cerrado (em área queimada e não queimada) e Parron et al. (2003) em comunidade úmida, intermediária e seca. O possível aumento da taxa de mineralização pode estar relacionado com o período de coleta das amostras, visto que, na estação chuvosa o excesso de água inibi a ação do microrganismos, com o aumento da

disponibilidade de nitrogênio amoniacal. Ainda que durante a estação chuvosa ocorra esse aumento das taxas líquidas de mineralização e nitrificação do N, verifica-se uma redução nas concentrações de N inorgânico. (NARDOTO & BUSTAMANTE 2003).

Observando os gráficos de teor de amônio e nitrato e razão $N-NH_4^+ : N-NO_3^-$ (Figura 7 e 9), perceber-se que quando há coocorrência de espécies, aumenta o consumo de nitrogênio inorgânico do solo, sendo assim ocorre a imobilização desse nutriente na planta, por isso as concentrações estão menores no T1. Portanto no gráfico da razão $N-NH_4^+ : N-NO_3^-$ (Figura 9) deixa claro que, a partir do momento em que é retirado as duas espécies de gramíneas exóticas aumenta a concentração de amônio disponível no solo.

7. CONCLUSÕES

Conclui-se que, os tratamentos apresentam diferença na disponibilidade de nitrogênio no solo, e a coocorrência entre as espécies de capim-gordura e capim-braquiária reduz a concentração de nitrogênio inorgânico no solo quando comparada com a ocorrência de apenas uma das gramíneas invasoras em áreas de cerrado sentido restrito.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AIRES, F.S. 2009. *Desenvolvimento de técnicas 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 de Mestrado. Universidade de Brasília. 86p.

AIRES, S.S. 2013. *Seleção de gramíneas nativas do Cerrado para uso no manejo de Melinis minutiflora: competição entre Melinis minutiflora e Paspalum stellatum*. Tese de Doutorado. Universidade de Brasília. 85p.

ALMEIDA, R.F.; SANCHES, B.C. 2014. Disponibilidade de carbono orgânico dos solos no cerrado brasileiro. **Scientia Agraria Paranaensis** 13: 259-264.

- ARAÚJO, R.; GOEDERT, W. J.; LACERDA, M. P. C. 2007. Qualidade de um solo sob diferentes usos e sob cerrado nativo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo** 31: 1099-1108.
- ASNER, G.P.; BEATTY, S.W. 1996. Effects of na African grass invasion on Hawaii na nitrogen biogeochemistry. **Plant & Soil** 186: 205-211.
- BILBAO, B.; MEDINA, E. 1990. Nitrogen-use efficiency for growth in a cultivated African grass and a native South American pasture grass. **Journal of Biogeography** 17: 421-425.
- BOGDAN, A.V. 1977. *Tropical pasture and folder plants*. London: Longman. 475p.
- BRADY, N.C. Natureza e propriedades dos solos. 7.ed. Rio de Janeiro: Freitas Bastos, 1989. 898p
- BUSO, W.H.D.; KLIEMANN, H,J. 2003. Relações de carbono orgânico e de nitrogênio total e potencialmente mineralizável com o nitrogênio absorvido pelo milheto. **Pesquisa Agropecuária Tropical** 33: 97-105.
- BUSTAMANTE, M.M.C.; DE BRITO, D.Q.; KOZOVITS, A.R; LUEDEMANN, G.; DE MELLO, T.R.B.; PINTO, A.S.; MUNHOZ, C.B.R.; TAKAHASHI, F.S.C. 2012. Effects of nutrient additions on plant biomass and diversity of the herbaceousubshrub layer of a Brazilian savanna (Cerrado). **Plant Ecology** 213: 795-808.
- CALDEIRA, M.V.W.; SCHUMACHER, M.V.; BARICHELO, L.R.; VOGEL, H.L.M. 2003. Determinação de carbono orgânico em povoamento de *Acacia mearnsii* de Will plantados no Rio Grande do Sul. **Revista Acadêmica: Ciências Agrárias e Ambientais** 1: 47-54.
- CAMARGO, F.A. C.; GIANELLO, C.; VIDOR, C. 1997. Potencial de mineralização do nitrogênio em solos do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Ciência do Solo** 21: 575-579.
- CAMARGO, F.A.C.; GIANELLO, C.; TEDESCO, M.J.; VIDOR, C. 1999. Nitrogênio orgânico do solo. In: SANTOS, G.A.; CAMARGO,F.A.O. (Eds) *Fundamentos da matéria orgânica do solo*. Porto Alegre: Genesis, p.117- 137.

CARDOSO, E.J.B.N.; ANDREOTE, F.D. **Microbiologia do solo**. 2. ed. Piracicaba, São Paulo. 2016, 221p.

CARMO, D.L.; SILVA, C.A. 2012. Métodos de quantificação de carbono e matéria orgânica em resíduos orgânicos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo** 36: 1211- 1220.

CECATO, U.; YANAKA, F.Y.; BRITO FILHO, M. R. T.; SANTOS, G.T.; CANTO, M.W.; ONORATO, W.M.; PETEMELLI. 2000. M. Influência da adubação nitrogenada e fosfatada na produção, na rebrota e no perfilhamento do capim-marandu (*Brachiaria brizantha* [Hochst] Stapf.cv.Marandu). **Acta Scientiarum** 22: 817-822.

CONCEIÇÃO, P.C.; AMADO, T.J.; MIELNICZUK, J.; SPAGNOLLO,E. 2005. Qualidade do solo em sistemas de manejo avaliada pela dinâmica da matéria orgânica e atributos relacionados. **Revista Brasileira de Ciência do Solo** 29: 777-788.

COSTA, O.V.; CANTARUTTI, R.B.; FONTES, L.E.F.; COSTA, L.M.; NACIF, P.G.S.; FARIA, J.C. 2009. Estoque de carbono no solo sob pastagem em área de tabuleiro costeiro no sul da Bahia. **Revista Brasileira de ciência do solo** 33: 1137-1145.

D'ANDRÉA, A.F.; SILVA, M.L.N.; CURIN,.; GUILHERME, L.R.G. 2004. Estoque de carbono e nitrogênio em um solo submetido a diferentes sistemas de manejo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira** 39: 179-186.

D'ANTONIO, C.M. & VITOUSEK, P.M. 1992. Biological invasions by exotic grasses, the grass/fire cycle, and global change. **Annual Reviews of Ecology and Systematics** 23: 63-87.

FARIA, G.E.; BARROS, N.F.; NOVAIS, R.F.; SILVA, I.R.; NEVES, J.C.L. 2008. Carbono orgânico total da matéria orgânica do solo em diferentes distâncias do tronco de eucalipto. **Scientia Forestalis** 36: 265-277.

FERREIRA, C.R.R.P.T.; VEGRO, C.L.R.; BORTOLETO, E.E.; FRANCISCO, V.F.S. 1999. Caracterização da pecuária bovina no estado de São Paulo. **Informações Econômicas** 29: 7-30.

FREITAS G. K. E PIVELLO V. R. A ameaça das gramíneas exóticas à biodiversidade. In: Pivello V. R. e Varanda E. M. (Eds.) **O Cerrado Pé-de-Gigante, ecologia & conservação**, p. 234-247, 2005.

GOLDIN, A. Reassessing the use of loss-on-ignition for estimating organic matter content in noncalcareous soils. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, v.18, n. 10, p.1111-1116,1987.

GUREVITCH, J.; PADILLA, D.K. 2004. Are invasive species a major cause of extinctions? **TRENDS. Ecology and Evolution** 19: 470-474.

HARIDASAN, M. 1992. Observations on soils, foliar nutriente concentration and floristic composition of cerrado sensu stricto and cerradão communities in central Brazil. In: FURLEY, P.A.; PROCTOR, J.; RATTER, J.A. (Eds.) *Nature and dynamics of forest-savanna boundaries*. London: Chapman & Hall,p.171-184.

HARRISON, S.; GRACE, J.B.; DAVIES, K.F.; SAFFORD, H.D.; VIERS, J.H. 2006. Invasion in a diversity hotspot: exotic cover and native richness in the Californian serpentine flora. **Ecology** 87: 695–703.

HOFFMANN,W.A.; LUCATELLI, V.M.P.C.; SILVA, F.J.S.; AZEVEDO, I.N.C.; MARINHO, M.S.; ALBUQUERQUE, A.M.S.; LOPES, A.O.; MOREIRA, S.P. 2004. Impacto f the invasive alien grass *Melinis minutiflora* at the savana forest ecotone in the Brazilian Cerrado. **Biodiversity Research** 10: 99-103.

JAKELAITIS, A.; SILVA, A.A.; FERREIRA, L.R.; SILVA, A.F.; FERREIRA, F.C.L. 2004. Manejo de plantas daninhas no consórcio de milho com capim-braquiária (*Brachiaria decubens*). **Planta Daninha** 22: 553-560.

JENNY, H. 1941. *Factors of soil formation*. McGraw-Hill, New York, 281p

KLINK, C.A. 1996. Germination and seedlig establishment of two native and onde invading African grass species in the Brazilian cerrado. **Journal of Tropical Ecology** 12: 139-147.

KUHNEN, F. 2013. *Mineralização de nitrogênio de solos e de resíduo orgânico em laboratório e em campo*. Tese Doutorado. Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal-SP. 64p.

LEONG, L.S.; TANNER, P.A. 1999. Comparison of methods for determination of organic carbon in marine sediment. **Marine Pollution Bulletin** 38: 875-879.

LIFE, D. In: Encyclopedia about the taxonomy, natural history, distribution, abundance & ecology of species On-line. Disponível em: <<http://www.discoverlife.org/help/>>. Acesso em: jun. 2017.

LIMA, A.M.N.; SILVA, I.R.; NEVES, J.C.L.; NOVAIS, R.F.; BARROS, N.F.; MENDONÇA, E.S.; DEMOLINARI, M.S.M.; LEITE, F.P. 2008. Frações da matéria orgânica do solo após três décadas de cultivo de eucalipto no Vale do Rio Doce-MG. **Revista Brasileira de Ciência do Solo** 32: 1053-1063.

LIRA, M.A.; FARIAS, I.; FERNANDES, A.P.M. 1994. Estabilidade de resposta do capim-braquiária (*Brachiaria decumbens* Stapf) sob níveis crescentes de nitrogênio e fósforo. **Revista Brasileira Zootecnia** 29: 1151-1157.

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

MARTINS, C. R. 2006. *Caracterização e Manejo da Gramínea Melinis minutiflora P.Beauv. (capim-gordura) : uma espécie invasora do cerrado*. 2006. Tese de Doutorado. Universidade de Brasília.

MARTINS, C.R.; HAY, J.D.V.; CARMONA, R. 2009. Potencial invasor de duas cultivares de *Melinis minutiflora* no Cerrado brasileiro – características de sementes e estabelecimento de plântulas. **Revista Árvore** 33: 713 -722.

MARTINS, C.R.; HAY, J.D.V.; WALTER, B.M.T.; PROENÇA, C.E.B.; VIVALDI, L.J. 2011. Impacto da invasão e do manejo do capim-gordura (*Melinis minutiflora*) sobre a riqueza e biomassa da flora nativa do Cerrado sentido restrito. **Revista Brasileira de Botânica** 34: 73-90.

MARTINS, A.F. 2011. *Controle de gramíneas exóticas invasoras em áreas de restauração ecológica com plantio total, Floresta Estacional Semidecidual, Itu-SP*. Dissertação de Mestrado. Universidade de São Paulo. 112p.

MITTERMEIER, R.A.; MYERS, N.; MITTERMEIER, C.G.1999. *Hotspot earths's biologically richest and most endangered terrestrial ecoregions*. Agrupación Sierra Madre, Mexico City, 430p.

- MONTEIRO, L.C.; BENTEO, G.L.; LIBÓRIO, C.B.; VERZIGNASSI, J.R.; BARRIOS, S.C.L.; VALLE, C.B.; FERNANDES, C.D. 2016. Characterization and selection of interspecific hybrids of *Brachiaria decumbens* for seed production in campo Grande – MS. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**16: 174-181.
- MOREIRA, F.M.S.; SIQUEIRA, J.O.2006. *Microbiologia e bioquímica do solo*. UFLA, 2 ed., Mato Grosso do Sul, 74 p.
- MCNEELY, J. A.; MOONEY, H. A.; NEVILLE, L. E.; SCHEI, P.; WAAGE, J. K. 2001. (Eds.) *A global strategy on invasive alien species*. IUCN Gland, Switzerland, and Cambridge, UK. 50p
- NARDOTO, G.B.; BUSTAMANTE, M.M.C. 2003. Effects of fire on soil nitrogen dynamics and microbial biomass in savannas of Central Brazil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira** 38: 955-962.
- NEU, V. 2005. *Ifluência da cobertura vegetal na ciclagem de nutrientes via solução do solo na região de Manaus - AM*. Dissertação de Mestrado. Universidade de São Paulo. 93p.
- PARRON, L.M.; BUSTAMANTE, M.M.C.; PRADO, C.L.C. 2003. Mineralização de nitrogênio e biomassa microbiana em solos de Mata de Galeria: efeito do gradiente topográfico. **Embrapa Cerrados** 25p.
- PARRON, L.M. 2004. *Aspectos da ciclagem de nutrientes em função do gradiente topográfico, em uma Mata de Galeria no Distrito Federal*. Tese de Doutorado. Universidade de Brasília. 203p .
- PAUL, E.A.; CLARK, F.E. 2007. *Soil microbiology and biochemistry*. Academic Press, 3. ed., San Diego, 579 p.
- PEREIRA, B. A., SILVA, M. A.; MENDONÇA, R. C. **Reserva Ecológica do IBGE, Brasília (DF):** lista de plantas vasculares. Rio de Janeiro: Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2004.
- PICCOLO, M.C.; NEILL, C.; CERRI, C.C. 1994. Net nitrogen mineralization and net nitrification along a tropical forest-to-pasture chronosequence. **Plant and Soil** 162: 61-70.

- PIMENTEL, R.M. 2012. *Propriedades físicas, carbono e nitrogênio do solo em sistemas agropecuários*. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Lavras. 99p.
- PIVELLO, V.R.; SHIDA, C.N.; MEIRELLES, S.T. 1999a Alien grasses in Brazilian savanas: a threat to the biodiversity. *Biodiversity and Conservation* 8: 1281-1294.
- PIVELLO, V.R.; CARVALHO, V.M.C.; LOPES, P.F.; PECCININI, A.A.; ROSO, S. 1999b. Abundance and distribution of native and alien grasses in a “cerrado” (Brazilian savanna) biological reserve. **Biotropica** 31: 71-82.
- PIVELLO, V.R. 2008. Invasão biológica no cerrado brasileiro: Efeitos da introdução de espécies exóticas sobre a biodiversidade. **Ecologia Info** 33.
- PORTUGAL, A.F.; JUCKSCH, I.; SCHAEFER, C.E.G.R.; WENDLING, B. 2008. Determinação de estoques totais de carbono e nitrogênio e suas frações em sistemas agrícolas implantados em argissolo vermelho-amarelo. **Revista Brasileira de ciência do solo** 32: 2091-2100.
- RIBEIRO, K.T.; FILLIPO, D.C.; PAIVA, C.L.; MADEIRA, J.A.; NASCIMENTO, J.S. 2005. Ocupação por *Brachiaria* spp. (Poaceae) no Parque Nacional da Serra do Cipó e infestação decorrente da obra de pavimentação da rodovia MG-010, na APA Morro da Pedreira, Minas Gerais. In: *Simpósio Brasileiro sobre espécies exóticas invasoras*. Brasília p. 1-17.
- RODELLA, A.A.; ALCARDE, J.C. 1994. Avaliação de materiais orgânicos empregados como fertilizantes. **Scientia Agricola** 51: 556-562.
- RODOVALHO, A.A.; NARDOTO, G.B. 2014. Distribuição dos trabalhos sobre capim-gordura no território brasileiro: Uma análise histórico-espacial. **Espaço & Geografia** 17: 97:113.
- RODOVALHO, L.P. 2016. *Efeito do capim-gordura (Melinis minutiflora) sobre a dinâmica de nitrogênio em fragmentos de cerrado sentido restrito circundado por matriz agrícola*. Dissertação de Mestrado. Universidade de Brasília. 82p.
- RODRIGUES, R.C. 2002. *Calcário, Nitrogênio e Enxofre para a recuperação do capim-braquiária cultivado em solo proveniente de uma pastagem degradada*. Dissertação de Mestrado. Universidade de São Paulo. 141p.

- ROSSATTO, D.R.; TONIATO, M.T.Z.; DURIGAN, G.2008. Flora fanerogâmica não-arbórea do cerrado na estação Ecológica de Assis, Estado de São Paulo. **Revista Brasileira. Botânica** 31: 409-424.
- ROSSI, C.Q.; PEREIRA, M.G.; GIACOMO, S.G.; BETTA, M.; POLIDORO, J.C. 2012. Frações húmicas da matéria orgânica do solo cultivado com soja sobre palha de braquiária e sorgo. **Bragantia** 70: 622-630.
- SALA, O.E.; CHAPIN, F.S.I.; ARMESTO, J.J.; BERLOW, E.; BLOOMFIELD, J.; DIRZO, R.; HUBER-SANWALD, E.; HUENNEKE, L.F.; JACKSON, R.B.; KINZIG, A. 2000. Global biodiversity scenarios for the year 2100. **Science** 287: 1770–1774.
- SAN JOSÉ, J. J. & FARINAS, M. R. 1991. Temporal changes in the structure of a Trachypogonsavanna protected for 25 years. **Acta Ecologica**. 2: 237-247.
- SANTIAGO, W. R.; VASCONCELOS, S.S.; KATO, O.R.; BISPO, C.J.C.; VASCONCELOS, L.G.T.R.; CASTELLANI, D.C. 2013. Nitrogênio mineral e microbiano do solo em sistemas agroflorestais com palma de óleo na Amazônia oriental. **Revista Acta Amazonica** 43: 395-406.
- SANTOS, F; RAMALHO, L.S.; MARQUES, T.A.; SENA-SOUZA, J.P.; REATTO, A.; MARTINS, E.S.; COUTO-JUNIOR, A.F.; NARDOTO, G.B.2014. Teor de Carbono orgânico do solo e aspectos biofísicos da cobertura vegetal da bacia do Córrego Sarandi, Planaltina. **Embrapa Cerrados** 28p.
- SARAIVA, O.F., CARVALHO, M.M.; OLIVEIRA, F.T.T. 1993. Nutrientes limitantes ao crescimento de capim-gordura em um Latossolo Vermelho-Amarelo álico. **Pesquisa Agropecuária Brasileira** 28: 963-968.
- SARAIVA, O.F.; CARVALHO, M.M.; OLIVEIRA, F.T.T.; MARTINS, C.E. 1986. Fatores nutricionais limitantes ao crescimento de forrageiras tropicais em dois solos da Zona da Mata, MG. II podzólico vermelho-amarelo. **Pesquisa. Agropecuária. Brasileira** 21: 709-714.
- SEGNINI, A. 2007. *Estrutura e estabilidade da matéria orgânica em áreas com potencial de sequestro de carbono no solo*. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo. 131p.
- SEIFFERT, N.F. 1980. Gramíneas Forrageiras do Gênero *Brachiaria*. **Embrapa** 74p.

SILVA, J. E.; RESCK, D. V. S. 1997. Matéria orgânica do solo. In: VARGAS, M. A.T.; HUNGRIA, M. (ed.) *Biologia dos solos dos cerrados*. **Embrapa Cerrados** 467-524p.

SILVA, E.M.B.; MONTEIRO, F.A. 2006. Nitrogênio e enxofre em características produtivas do capim-braquiária proveniente de áreas de pastagem em degradação. **Revista Brasileira Zootecnia** 35: 1289-1297.

SILVA, J.S.O. & HARIDASAN, M. 2007. Acúmulo de biomassa aérea e concentração de nutrientes em *Melinis minutiflora* P. Beauv. E gramíneas nativas do cerrado. **Revista Brasileira de Botânica** 30: 337-344.

SILVA, D.F.; ANDRADE, C.L.T.; SIMEONE, M.L.F.; AMARAL, T.A.; CASTRO, L.A.; MOURA, B.F. 2010. Análise de nitrato e Amônio em solo e água. **Embrapa Milho e Sorgo** 55p.

SILVA, K.N. 2015. *Caracterização molecular de Johnsongrass mosaic vírus em plantas forrageiras dos gêneros Brachiaria, Panicum e Pennisetum*. Dissertação de Mestrado. Universidade de Brasília. 111p.

SILVA, S.D.; MATEUS, R.A.; BRAZ, V.S.; PEIXOTO, J.C. 2015. A fronteira do gado e a *Melinis minutiflora* P.Beauv. (Poaceae): A história ambiental e as paisagens campestres do cerrado goiano no século XIX. **Sustentabilidade em Debate** 2: 17-32.

SILVEIRA, A..P.D.; FREITAS, S.S. Microbiota do solo e Qualidade Ambiental. Instituto Agrônomo Campinas, São Paulo. 2007, 321p.

SIMBERLOFF, D.; HOLLE, B.V. 1999. Positive interactions os nonindigenous species: invasional meltdown?. **Biological invasion** 1: 21-32.

SOARES, H.R.; NETO-BEZERRA, E.; BARRET, L.P.; LIRA, R.M.; LUCENA, E.H.L.; LIMA, N.S.; SILVA, M.A. 2013. Comparação de metodologia para determinar N- total em tecido vegetal. XIII Jornada de ensino, pesquisa e extensão. UFRPE: Recife.

SOUZA, N. A.P.2014. *Efeito residual e mineração do nitrogênio de lodo de esgoto no solo*. Dissertação de Mestrado. Instituto Agrônomo. 60p.

TRIVEDI, B.K. 2002. *Grasses and legumes for tropical pastures*. IGFRI . India, 2002. 47p.

UNESCO. *Vegetação no Distrito Federal: tempo e espaço*. 2. ed. Brasília, 2002.

YAGI, R.; FERREIRA, M.E.; CRUZ, M.C.P.; BARBOSA, J.C. 2009. Mineralização potencial e líquida de nitrogênio em solos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo** 33: 385-394.

ZUPO, T.M. 2010. *Invasão, competição e uso de recursos por uma gramínea nativa e uma gramínea invasora do Cerrado*. Dissertação de Mestrado. Universidade de São Paulo. 75p.